



(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)



1-0042916

(51)^{2020.01} C21B 5/00

(13) B

(21) 1-2022-02718

(22) 19/10/2020

(86) PCT/JP2020/039288 19/10/2020

(87) WO 2021/085221 06/05/2021

(30) 2019-198507 31/10/2019 JP

(45) 27/01/2025 442

(43) 25/08/2022 413

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

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

(72) KOBASHI Yoshifumi (JP); YAMAHIRA Naoshi (JP); TSUBOI Toshiki (JP).

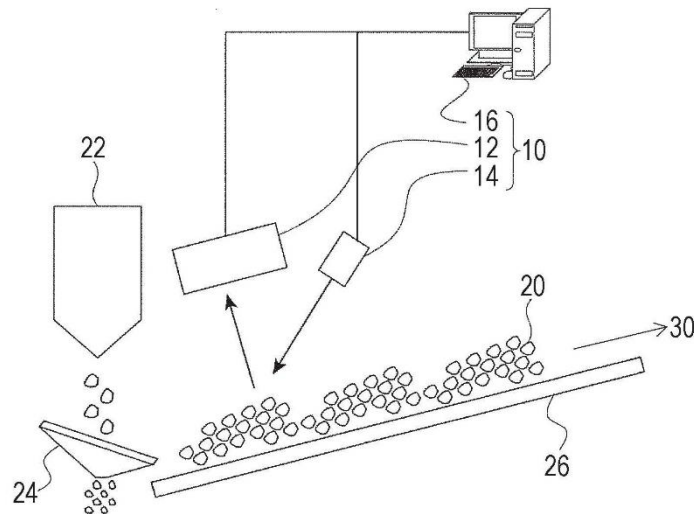
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH Lò CAO

(21) 1-2022-02718

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp vận hành lò cao, ngay cả trong trường hợp tăng tỷ lệ bột than cốc nạp vào lò cao, thì vẫn có thể đạt được sự ổn định của hoạt động lò cao. Phương pháp vận hành lò cao bằng cách thổi không khí qua lỗ gió được bố trí ở phần dưới của lò cao, phương pháp bao gồm đo liên tiếp sự phân bố cỡ hạt của than cốc được vận chuyển đến lò cao và điều chỉnh ít nhất một trong số thể tích luồng hơi và tỷ lệ than cốc phù hợp với chỉ số được suy ra từ sự phân bố cỡ hạt.

Hình 1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp vận hành lò cao trong đó thể tích luồng hơi được thổi qua lỗ gió ở phần dưới của lò được kiểm soát phù hợp với sự thay đổi tỷ lệ bột của than cốc được nạp vào lò cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong lò cao, gang được sản xuất bằng cách nạp luân phiên nguyên liệu thô sắt dựa trên oxit sắt và than cốc từ đỉnh lò, bằng cách đốt than cốc với không khí nóng thổi qua lỗ gió ở phần dưới của lò để tạo ra CO, và bằng cách khử các oxit sắt có trong quặng thiêu kết và quặng cục với khí khử bao gồm khí CO sinh ra.

Trong quá trình vận hành lò cao như vậy, tính thấm khí trong lò cao có ảnh hưởng đáng kể đến hoạt động ổn định của lò cao. Để duy trì tính thấm khí đạt yêu cầu trong lò cao, việc duy trì các khoảng trống thỏa đáng được hình thành giữa các hạt than cốc là rất quan trọng. Trong trường hợp nguyên liệu thô có chứa các cục nhỏ và bột, vì các khoảng trống được chứa đầy các cục nhỏ và bột này, nên tính thấm khí trong lò bị suy giảm, dẫn đến lò cao hoạt động không ổn định. Do đó, nói chung, nguyên liệu thô được nạp vào lò cao được sàng để kiểm soát cỡ hạt của than cốc là 25 mm đến 35 mm hoặc lớn hơn và cỡ hạt của quặng thiêu kết và quặng sắt là 5 mm đến 25 mm hoặc lớn hơn trước khi được nạp vào lò cao. Tuy nhiên, trong trường hợp sử dụng phương pháp sàng thông thường, rất khó để loại bỏ hoàn toàn bột bám vào than cốc. Bột bám vào than cốc được tách ra khỏi than cốc trong lò, dẫn đến suy giảm tính thấm khí trong lò. Vì vậy, trong trường hợp có thể đánh giá kịp thời lượng bột nạp vào lò cao, thì có thể vận hành lò cao theo đúng lượng bột đã đánh giá.

Tài liệu sáng chế 1 và Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ các thiết bị đo cỡ hạt bột có thể đo tỷ lệ bột bám vào than cốc được vận chuyển trên băng tải. Trong trường hợp của các thiết bị đo cỡ hạt bột được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 1 và Tài liệu sáng chế 2, bằng cách thực hiện một cuộc khảo sát trước về mối quan hệ giữa tỷ lệ bột bám vào than cốc cục và độ chói trung bình trong dữ liệu hình ảnh thu được bằng cách chụp ảnh than cốc cục, tỷ lệ bột bám vào than cốc cục được xác định trực tuyến trên cơ sở độ chói trung

bình trong dữ liệu hình ảnh thu được bằng cách lấy hình ảnh của than cốc cục được vận chuyển trên băng tải đến lò cao.

Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ phương pháp ước tính tỷ lệ bột trong đó cỡ hạt bột của nguyên liệu thô cho lò cao được ước tính trên cơ sở góc nghiêng của đồng nguyên liệu thô trong khoang chứa trên đỉnh lò của lò cao. Trong trường hợp của phương pháp ước tính cỡ hạt bột được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 3, cỡ hạt bột của nguyên liệu thô cho lò cao được ước tính trên cơ sở góc nghiêng của đồng nguyên liệu thô trong khoang chứa trên đỉnh lò và mối tương quan giữa góc nghiêng của đồng nguyên liệu thô và phần cỡ hạt bột.

Danh sách trích dẫn

Tài liệu sáng chế

PTL 1: Công bố quốc tế số WO2018/101287

PTL 2: Công bố quốc tế số WO2018/181942

PTL 3: Bản công bố đơn đăng ký sáng chế chưa được thẩm định của Nhật Bản số 2015-196888

Tài liệu không thuộc sáng chế

NPL 1: Yamada, và các cộng sự, “Distribution of Burden Materials and Gas Permeability in a Large Volume Blast Furnace”, KAWASAKI STEEL GIHO tập 6 (1974) số 1, trang 16-37

Vấn đề kỹ thuật

Tài liệu sáng chế 1 chỉ bộc lộ thiết bị đo cỡ hạt bột và hệ thống đo cỡ hạt bột có thể đo cỡ hạt bột của than cốc cục được nạp vào lò cao, và không đề cập đến phương pháp cụ thể để vận hành lò cao trên cơ sở cỡ hạt bột đo được. Mặc dù Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ thiết bị đo phân rỗng trong lò cao trên cơ sở kích cỡ hạt bột, không đề cập đến phương pháp vận hành lò cao.

Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ phương pháp vận hành lò cao trên cơ sở giá trị ngưỡng cố định cho cỡ hạt bột của nguyên liệu thô lò cao được ước tính trên cơ sở góc nghiêng của đồng nguyên liệu thô trong khoang chứa trên đỉnh lò của lò cao. Tuy nhiên, trong trường hợp kiểm soát trên cơ sở giá trị ngưỡng cố định, không thể ngăn ngừa sự suy

giảm trạng thái hoạt động ổn định của lò cao do sự thay đổi cỡ hạt bột gây ra. Mục tiêu của sáng chế là cung cấp phương pháp vận hành lò cao, ngay cả trong trường hợp có sự thay đổi trong phân bố cỡ hạt của than cốc nạp vào lò cao, vẫn có thể nhận ra được sự ổn định của hoạt động lò cao bằng cách đo sự phân bố cỡ hạt và bằng cách điều chỉnh ít nhất một thể tích luồng hơi được thổi qua lỗ gió và tỷ lệ than cốc trên cơ sở chỉ số được suy ra từ sự phân bố cỡ hạt đo được.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các biện pháp để giải quyết các vấn đề được mô tả ở trên như sau.

(1) Phương pháp vận hành lò cao bằng cách thổi không khí qua lỗ gió được bố trí ở phần dưới của lò cao, phương pháp bao gồm đo liên tục sự phân bố cỡ hạt của than cốc được vận chuyển đến lò cao và điều chỉnh ít nhất một thể tích luồng hơi và tỷ lệ than cốc phù hợp với chỉ số được suy ra từ sự phân bố cỡ hạt.

(2) Phương pháp vận hành lò cao theo mục (1), trong đó thể tích luồng hơi được điều chỉnh, trong đó giá trị ngưỡng thứ nhất cho sự biến thiên của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định được đặt trước, trong đó, trong trường hợp giá trị ngưỡng thứ nhất là dương, thể tích luồng hơi sẽ giảm khi sự biến thiên của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định bằng hoặc lớn hơn giá trị ngưỡng thứ nhất đã đặt trước, và trong đó, trong trường hợp giá trị ngưỡng thứ nhất là âm, thể tích luồng hơi sẽ giảm khi sự biến thiên của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định bằng hoặc nhỏ hơn giá trị ngưỡng thứ nhất đã đặt trước.

(3) Phương pháp vận hành lò cao theo mục (1), trong đó tỷ lệ than cốc được điều chỉnh, trong đó giá trị ngưỡng thứ hai cho sự biến thiên của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định được đặt trước, trong đó, trong trường hợp giá trị ngưỡng thứ hai là dương, tỷ lệ than cốc được tăng lên khi sự biến thiên của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định bằng hoặc lớn hơn giá trị ngưỡng thứ hai đã đặt trước, và trong đó, trong trường hợp giá trị ngưỡng thứ hai là âm, tỷ lệ than cốc được tăng lên khi sự biến thiên của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định bằng hoặc nhỏ hơn giá trị ngưỡng thứ hai đã đặt trước.

(4) Phương pháp vận hành lò cao theo mục (1), trong đó giá trị ngưỡng thứ nhất cho sự biến thiên của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định và giá trị ngưỡng thứ hai có giá trị tuyệt đối lớn hơn giá trị tuyệt đối của giá trị ngưỡng thứ nhất được đặt trước,

trong đó, trong trường hợp giá trị ngưỡng thứ nhất và giá trị ngưỡng thứ hai là dương, thể tích luồng hơi được giảm khi sự biến thiên của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định bằng hoặc lớn hơn giá trị ngưỡng thứ nhất và nhỏ hơn giá trị ngưỡng thứ hai và tỷ lệ than cốc được tăng lên khi sự biến thiên của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định bằng hoặc lớn hơn giá trị ngưỡng thứ hai, và trong đó, trong trường hợp giá trị ngưỡng thứ nhất và giá trị ngưỡng thứ hai là âm, thể tích luồng hơi được giảm khi sự biến thiên của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định bằng hoặc nhỏ hơn giá trị ngưỡng thứ nhất và lớn hơn giá trị ngưỡng thứ hai và tỷ lệ than cốc được tăng lên khi sự biến thiên của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định bằng hoặc nhỏ hơn giá trị ngưỡng thứ hai.

(5) Phương pháp vận hành lò cao theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (4), trong đó chỉ số là tỷ lệ bột của than cốc có đường kính hạt từ 5 mm hoặc nhỏ hơn chứa trong than cốc.

(6) Phương pháp vận hành lò cao theo mục bất kỳ trong các mục từ (1) đến (4), trong đó chỉ số là tỷ lệ xộp của lớp than cốc đã nạp.

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Kết quả của việc thực hiện phương pháp vận hành lò cao theo sáng chế, ngay cả trong trường hợp có sự thay đổi trong phân bố cỡ hạt của than cốc nạp vào lò cao, vì có thể giảm mức độ của sự hỗn loạn dòng khí trong lò bằng cách điều chỉnh ít nhất một trong số thể tích luồng khí thổi qua lỗ gió và tỷ lệ than cốc phù hợp với chỉ số nhận được suy ra từ sự phân bố cỡ hạt, có thể hạn chế đáng kể sự mất cân bằng áp suất trong lò. Bằng cách hạn chế sự mất cân bằng áp suất trong lò theo cách như vậy, có thể nhận ra sự ổn định của hoạt động lò cao.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là sơ đồ minh họa một ví dụ về thiết bị đo phân bố cỡ hạt 10 với các thành phần ngoại vi của nó.

Hình 2 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa độ chói trung bình và cỡ hạt bột của than cốc cục có đường kính hạt 35 mm hoặc lớn hơn mà bột than cốc bám vào.

Hình 3 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa sự thay đổi tỷ lệ bột của than cốc trong vòng 4 giờ và chỉ số thấm.

Hình 4 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa sự biến thiên của phần rỗng trong vòng 4 giờ và chỉ số thấm.

Hình 5 là đồ thị minh họa một ví dụ về sự thay đổi tỷ lệ bột của than cốc.

Hình 6(a) là đồ thị minh họa một ví dụ về sự thay đổi tỷ lệ bột của than cốc, Hình 6(b) là đồ thị minh họa một ví dụ về sự thay đổi thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió, và Hình 6(c) là đồ thị minh họa một ví dụ về sự thay đổi độ giảm áp suất phần trên của lò cao.

Hình 7 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa tỷ lệ than cốc và độ giảm áp suất phần trên.

Hình 8 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa tỷ lệ than cốc và độ giảm áp suất phần trên.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả theo các phương án của sáng chế. Trong phương pháp vận hành lò cao theo phương án hiện tại, sự phân bố cỡ hạt của than cốc được nạp vào lò cao được đo trực tuyến liên tục. Hình 1 là sơ đồ minh họa một ví dụ về thiết bị đo phân bố cỡ hạt 10 với các thành phần ngoại vi của nó. Mặc dù thiết bị đo phân bố cỡ hạt 10 được mô tả có tham chiếu đến Hình 1, không chỉ thiết bị đo phân bố cỡ hạt hạt 10 được minh họa trong Hình 1 mà còn có thể sử dụng các thiết bị đo khác miễn là có thể đo liên tục phân bố cỡ hạt trực tuyến.

Thiết bị đo phân bố cỡ hạt 10 có thiết bị chụp ảnh 12, thiết bị chiếu sáng 14 và thiết bị máy tính 16. Than cốc 20 được nạp vào lò cao được giữ lại trong phễu cấp 22. Sau khi than cốc 20, được xả từ phễu cấp 22, được sàng bằng cách sử dụng sàng 24 để bột có đường kính hạt nhỏ hơn lỗ lưới sàng của sàng 24 lọt qua sàng, than cốc còn lại trên sàng được vận chuyển đến lò cao 30 bằng cách sử dụng băng tải 26. Theo phương án này, lỗ lưới sàng của sàng 24 là 35 mm. Do đó, than cốc 20, được vận chuyển bằng băng tải 26, bao gồm than cốc cục có đường kính hạt từ 35 mm hoặc lớn hơn và bột than cốc bám vào than cốc cục không lọt qua sàng 24. Khi đã đo được đường kính hạt của bột than cốc bám trên than cốc cục, đã làm rõ rằng bột than cốc có đường kính hạt 5 mm hoặc nhỏ hơn. Theo phương án này, khái niệm “bột than cốc có đường kính hạt 5 mm hoặc nhỏ hơn” biểu thị bột than cốc lọt qua sàng có lỗ lưới sàng là 5 mm.

Thiết bị chụp ảnh 12 được bố trí phía trên băng tải 26 để chụp ảnh than cốc 20 được vận chuyển bằng cách sử dụng băng tải 26 để tạo ra dữ liệu hình ảnh. Ví dụ về thiết bị chụp ảnh 12 bao gồm máy ảnh kỹ thuật số có cảm biến và ống kính chụp ảnh loại CCD hoặc loại CMOS. Mặc dù tốt hơn là chiều cao của vị trí bố trí thiết bị chụp ảnh 12 là 500 mm hoặc cao hơn và 1000 mm hoặc nhỏ hơn trên băng tải 26, nhưng có thể điều chỉnh độ cao cho thiết bị chụp ảnh 12 tại đó được bố trí để chụp ảnh toàn bộ chiều rộng của than cốc được vận chuyển phù hợp với kích thước của cảm biến chụp ảnh và góc nhìn của thấu kính tùy thuộc thiết bị chụp ảnh 12.

Thiết bị chụp ảnh 12 tạo ra dữ liệu hình ảnh bằng cách nhận ánh sáng bao gồm ánh sáng phản xạ bởi bề mặt than cốc 20 với các cảm biến chụp ảnh. Bột than cốc bám trên bề mặt than cốc 20 có ảnh hưởng đến ánh sáng phản xạ bởi bề mặt than cốc 20. Do đó, dữ liệu hình ảnh được tạo ra khi nhận ánh sáng bao gồm cả ánh sáng phản xạ bởi bề mặt than cốc 20 bao gồm thông tin của bột than cốc bám trên bề mặt than cốc 20.

Hình ảnh dữ liệu do thiết bị chụp ảnh 12 tạo ra được xuất ra thiết bị máy tính 16 có đơn vị tính toán và đơn vị chuyển đổi (không được minh họa). Thiết bị máy tính 16 xử lý dữ liệu hình ảnh xuất ra từ thiết bị chụp ảnh 12. Như đã mô tả ở trên, vì dữ liệu hình ảnh bao gồm thông tin về bột than cốc bám trên bề mặt than cốc 20, đơn vị tính toán của thiết bị máy tính 16 tính toán đối tượng bao gồm thông tin của bột than cốc từ dữ liệu hình ảnh. Ví dụ về đối tượng được tính toán bởi đơn vị tính toán bao gồm độ chói trung bình, là giá trị trung bình số học của độ chói (0 đến 255) của từng thành phần hình ảnh trong dữ liệu hình ảnh.

Hình 2 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa độ chói trung bình và cỡ hạt bột của than cốc cục có đường kính 35 mm hoặc lớn hơn mà bột than cốc bám vào. Trong Hình 2, trục tung thể hiện cỡ hạt thực tế đo được (% khối lượng) của bột than cốc bám vào than cốc cục. Trục hoành thể hiện độ chói trung bình trong dữ liệu hình ảnh thu được bằng cách lấy hình ảnh của than cốc cục mà bột than cốc bám vào. Than cốc cục có đường kính hạt từ 35 mm hoặc lớn hơn được chuẩn bị bằng cách sàng than cốc với sàng có lỗ lưới sàng 35 mm. Về tỷ lệ bột của than cốc bám trên bề mặt của than cốc cục, sau khi than cốc cục đã được làm khô ở nhiệt độ 120°C đến 200°C trong 4 giờ hoặc lớn hơn cho đến khi đạt khối lượng không đổi, than cốc khô được sàng bằng cách sử dụng sàng có lỗ lưới sàng là 5 mm, và tỷ lệ bột của than cốc được xác định là tỷ lệ của sự khác biệt về khối lượng của than cốc cục giữa trước và sau khi sàng so với khối lượng của chúng

trước khi sàng. Phương pháp này dựa trên hiện tượng bột bám được tách ra ở trạng thái khô. Độ chói trung bình trong dữ liệu hình ảnh của than cốc cục mà bột than cốc bám vào được xác định bằng cách tính giá trị trung bình số học của độ chói (0 đến 255) của từng yếu tố hình ảnh trong dữ liệu hình ảnh thu được bằng cách lấy hình ảnh của than cốc cục với máy ảnh kỹ thuật số dưới ánh sáng đã định trước.

Như minh họa trong Hình 2, tỷ lệ bột của than cốc bám vào than cốc cục và độ chói trung bình trong dữ liệu hình ảnh của than cốc cục có mối tương quan chặt chẽ với nhau, và tỷ lệ đóng góp (R^2), biểu thị mức độ tương quan, là 0,67. Có nghĩa là, đã làm rõ rằng tỷ lệ bột của than cốc bám vào than cốc cục và độ chói trung bình trong dữ liệu ảnh của than cốc cục có mối tương quan chặt chẽ với nhau.

Độ chói trung bình tính theo đơn vị tính toán được quy đổi thành cỡ hạt của bột bám bằng đơn vị chuyển đổi. Trong đơn vị chuyển đổi, phương trình hồi quy, cho biết mối tương quan giữa tỷ lệ bột của than cốc bám trên bề mặt than cốc và độ chói trung bình được minh họa trong Hình 2, được lưu trữ trước, và đơn vị chuyển đổi quy đổi độ chói trung bình được tính bằng đơn vị tính toán thành tỷ lệ bột của than cốc bám trên bề mặt than cốc 20 bằng cách sử dụng phương trình hồi quy như vậy.

Thiết bị chụp ảnh 12 chụp lại hình ảnh than cốc 20 để tạo ra dữ liệu hình ảnh sau khi một khoảng thời gian xác định trước đã trôi qua. Khoảng thời gian định trước có thể được xác định theo, ví dụ, phạm vi chụp ảnh, trong đó thiết bị chụp ảnh 12 có thể chụp ảnh than cốc 20, và tốc độ vận chuyển của băng tải 26. Nghĩa là, khoảng thời gian xác định trước có thể được xác định là thời gian được tính bằng cách chia chiều dài theo hướng vận chuyển của băng tải 26 của phạm vi chụp ảnh cho tốc độ vận chuyển của băng tải 26. Do đó, thiết bị chụp ảnh 12 có thể chụp ảnh liên mạch của than cốc 20 theo hướng vận chuyển của băng tải 26. Tốt nhất là thiết bị chụp ảnh 12 chụp ảnh than cốc 20 theo hướng vuông góc với hướng vận chuyển của băng tải 26.

Dữ liệu hình ảnh do thiết bị chụp ảnh 12 tạo ra lại được xuất ra thiết bị máy tính 16, và thiết bị máy tính 16 tính toán tỷ lệ bột của than cốc bám vào than cốc 20. Bằng cách lặp lại quy trình được mô tả ở trên, thiết bị đo phân bố cỡ hạt 10 theo phương án này có thể đo trực tuyến tỷ lệ bột của than cốc bám trên bề mặt của than cốc 20 được vận chuyển bằng cách sử dụng băng tải 26, nghĩa là, tỷ lệ bột của than cốc có đường kính hạt 5 mm hoặc nhỏ hơn (sau đây, còn được gọi là “tỷ lệ bột của than cốc”), và đánh

giá tỷ lệ bột của than cốc có đường kính hạt 5 mm hoặc nhỏ hơn được nạp vào lò cao 30 bằng kết quả của phép đo này. Sự diễn tả “tỷ lệ bột của than cốc có đường kính hạt 5 mm hoặc nhỏ hơn” biểu thị tỷ lệ giữa khối lượng bột than cốc có đường kính hạt 5 mm hoặc nhỏ hơn với tổng khối lượng than cốc, và có thể nói rằng diễn tả biểu thị sự phân bố cỡ hạt của than cốc bao gồm cỡ hạt tương ứng với đường kính hạt 5 mm hoặc nhỏ hơn và cỡ hạt tương ứng với đường kính hạt lớn hơn 5 mm. Nghĩa là, tỷ lệ bột của than cốc có đường kính hạt 5 mm hoặc nhỏ hơn theo phương án hiện tại là một ví dụ về chỉ số được suy ra từ sự phân bố cỡ hạt của than cốc.

Trong lò cao 30, gang được sản xuất bằng cách nạp xen kẽ than cốc 20 và nguyên liệu sắt thô, chẳng hạn như quặng thiêu kết, từ đỉnh lò, bằng cách đốt than cốc 20 với không khí nóng thổi qua lỗ gió ở phần dưới của lò tạo CO, và bằng cách khử các oxit sắt với khí khử có chứa CO được tạo ra. Để duy trì hoạt động ổn định của lò cao 30, duy trì tính thấm khí đạt yêu cầu trong lò cao và do đó ổn định dòng khí thổi ở nhiệt độ cao qua lỗ gió ở phần dưới của lò là quan trọng. Tuy nhiên, trong trường hợp có sự gia tăng cỡ hạt bột của than cốc 20 được nạp vào lò cao 30, vì bột than cốc lọt vào khoảng trống giữa các hạt than cốc, có sự giảm cỡ khoảng trống, dẫn đến sự suy giảm tính thấm khí trong lò. Trong trường hợp có sự suy giảm tính thấm khí trong lò, do dòng khí trong lò xảy ra hỗn loạn, làm mất cân bằng áp suất trong lò, dẫn đến lò cao hoạt động không ổn định.

Hình 3 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa sự thay đổi tỷ lệ bột của than cốc trong vòng 4 giờ và chỉ số thấm. Trong Hình 3, trục hoành thể hiện sự thay đổi trong cỡ hạt (% khối lượng) của bột than cốc có đường kính hạt 5 mm hoặc nhỏ hơn trong vòng 4 giờ, và, ví dụ, số “-0,5” trên trục hoành biểu thị trong trường hợp tỷ lệ bột của than cốc giảm 0,5% khối lượng trong vòng 4 giờ. Tức là, một sự biến thiên trong cỡ hạt bột được biểu thị bằng trục hoành là giá trị được tính bằng cách trừ tỷ lệ bột của than cốc 4 giờ trước đó từ tỷ lệ bột của than cốc tại thời điểm này. Sự diễn tả “tỷ lệ bột của than cốc tại thời điểm này” biểu thị giá trị được suy ra bằng cách đo liên tục tỷ lệ bột của than cốc mỗi khi than cốc được nạp vào lò cao trong một giờ ngay trước thời điểm này, bằng cách tính giá trị trung bình của cỡ hạt bột của mỗi lần nạp, và bằng cách tính giá trị trung bình của các giá trị trung bình đã tính của cỡ hạt bột. Ví dụ, trong trường hợp than cốc được nạp vào lò cao 4 lần trong 1 giờ, tỷ lệ bột của than cốc tại thời điểm này có thể được xác định là giá trị trung bình của tỷ lệ bột than cốc của bốn lần nạp trước hoặc giá trị trung

bình động của các lần nạp trước. Sự thay đổi trong cỡ hạt bột biểu diễn theo trục hoành thu được bằng cách thực hiện phép tính như vậy mỗi 1 giờ và bằng cách trừ tỷ lệ bột của than cốc tại thời điểm 4 giờ trước tại thời điểm này từ tỷ lệ bột của than cốc tại thời điểm này.

Trong Hình 3, trục tung thể hiện chỉ số thăm tại thời điểm này, và trong trường hợp có sự gia tăng chỉ số thăm này, thì sẽ có sự thay đổi tăng tính thấm khí của lò theo hướng chu vi. Thuật ngữ “chỉ số thăm” biểu thị chỉ số để đánh giá mức độ hỗn loạn của dòng khí trong lò cao trên cơ sở sự thay đổi nhiệt độ theo hướng chu vi của lò cao, và, trong trường hợp của ví dụ minh họa trong Hình 3, chỉ số được định nghĩa là độ lệch chuẩn của nhiệt độ khí ở vùng ngoại vi của lò cao được đo bằng cách sử dụng bảy nhiệt kế được bố trí cách nhau đều đặn theo hướng chu vi của lò cao ở mức thấp hơn khoảng 5 m so với đường nguyên liệu của lò cao. Chỉ số thăm 120 là giá trị được sử dụng làm giá trị kiểm soát tính thấm khí trong vận hành lò cao, và, trong trường hợp chỉ số thăm lớn hơn 120, do sự cân bằng áp suất trong lò bị mất, nên lò cao vận hành không ổn định. Do đó, cần kiểm soát chỉ số thăm từ 120 hoặc nhỏ hơn.

Mỗi dữ liệu được vẽ trong Hình 3 là chỉ số thăm trong 4 giờ kể từ thời điểm tại đó chỉ số thăm là 120 hoặc nhỏ hơn, vì lò cao đã được vận hành mà không có sự thay đổi về điều kiện. Như minh họa trong Hình 3, trong trường hợp tỷ lệ bột của than cốc tăng 0,5% khối lượng hoặc lớn hơn trong vòng 4 giờ, thì khả năng tăng chỉ số thăm lớn hơn 120. Do đó, trong phương pháp vận hành lò cao theo phương án hiện tại, trong trường hợp có sự gia tăng giá trị trung bình hàng giờ của tỷ lệ bột than cốc nạp vào lò cao từ 0,5% khối lượng hoặc lớn hơn trong vòng 4 giờ, ví dụ, thể tích luồng hơi của không khí nóng thổi qua lỗ gió giảm từ 5% hoặc lớn hơn. Do đó, ngay cả trong trường hợp có sự suy giảm tính thấm khí trong lò do tăng lượng bột than cốc có đường kính hạt từ 5 mm hoặc nhỏ hơn, vì có thể giảm mức độ hỗn loạn của dòng khí trong lò bằng cách giảm thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió, có thể ngăn cản sự mất cân bằng áp suất trong lò đi đáng kể.

Vì có trường hợp tỷ lệ bột của than cốc luôn lớn hơn giá trị ngưỡng tùy thuộc vào nguyên liệu thô được nạp vào lò cao, nên giá trị ngưỡng cần được điều chỉnh phù hợp với trạng thái của nguyên liệu thô được nạp vào lò cao. Do đó, trong trường hợp việc kiểm soát được thực hiện trên cơ sở giá trị ngưỡng cố định đối với cỡ hạt bột, rất khó để ngăn sự cân bằng áp suất trong lò bị mất đi đáng kể. Ngoài ra, bằng cách tập trung vào

thực tế là sự thay đổi tỷ lệ bột của than cốc được nạp có xu hướng làm mất cân bằng áp suất trong lò, có thể nói việc kiểm soát được thực hiện trên cơ sở sự thay đổi trong cỡ hạt bột, cho biết sự thay đổi trong tỷ lệ bột của than cốc, thay vì một giá trị ngưỡng cố định cho cỡ hạt bột.

Tăng tỷ lệ bột của than cốc tới 0,5% khối lượng trong vòng 4 giờ là một ví dụ về giá trị ngưỡng thứ nhất được đặt trước cho sự biến thiên trong khoảng thời gian nhất định. Hơn nữa, giảm thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió là một ví dụ của việc điều chỉnh thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió. Thể tích luồng hơi có thể được giảm trong số nhiều bước, trong trường hợp giảm tổng lượng thể tích luồng hơi trong vòng 1 giờ là 5% hoặc lớn hơn. Trong trường hợp giảm tổng lượng thể tích luồng hơi trong vòng 1 giờ nhỏ hơn 5%, thì không thể đạt được hiệu quả giảm mức độ hỗn loạn của dòng khí trong lò. Mặt khác, trong trường hợp giảm tổng lượng thể tích luồng hơi trong vòng 1 giờ quá lớn, thì trạng thái vận hành lò cao có thể có sự thay đổi. Do đó, tốt nhất là giảm tổng lượng thể tích luồng hơi trong vòng 1 giờ là 5% hoặc lớn hơn và 15% hoặc nhỏ hơn hoặc tốt hơn là 5% hoặc lớn hơn và 10% hoặc nhỏ hơn.

Sau khi thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió giảm từ 5% hoặc lớn hơn, trong trường hợp có tăng, nhưng không giảm, trong giá trị trung bình hàng giờ của tỷ lệ bột của than cốc từ 0,5% khối lượng hoặc lớn hơn trong vòng 2 giờ, tốt hơn là thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió được giảm thêm từ 5% hoặc lớn hơn. Do đó, ngay cả trong trường hợp có thêm sự suy giảm tính thấm khí của lò do lượng bột than cốc tăng thêm có đường kính hạt từ 5 mm hoặc nhỏ hơn, vì có thể làm giảm mức độ hỗn loạn của dòng khí trong lò bằng cách giảm thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió, có thể ngăn cản sự cân bằng áp suất trong lò bị mất đi đáng kể.

Nói chung, để giải quyết vấn đề suy giảm tính thấm khí trong lò, lượng than cốc được nạp, có chức năng như một tấm đệm trong lò, được tăng lên, hoặc tỷ lệ than cốc của nguyên liệu thô được tăng lên bằng cách giảm lượng quặng sắt nạp vào liên quan đến lượng than cốc được nạp. Tuy nhiên, trong trường hợp tỷ lệ than cốc tăng lên, thì tăng lượng khí CO₂ thải ra, và lượng gang sinh ra giảm xuống. Trong phương pháp vận hành lò cao theo phương án hiện tại, phân bố cỡ hạt của than cốc được vận chuyển đến lò cao 30 được đo liên tục, và thể tích luồng hơi được điều chỉnh theo chỉ số được suy ra từ sự phân bố cỡ hạt. Theo cách đó, bằng cách điều chỉnh thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió mà không làm tăng tỷ lệ than cốc của nguyên liệu thô để giải quyết vấn đề, có thể

hạn chế hoạt động của lò cao không ổn định do cân bằng áp suất trong lò bị mất do làm suy giảm tính thấm khí trong khi kim hãm sự gia tăng lượng CO₂ thải ra và giảm lượng gang được tạo ra.

Mặt khác, trong trường hợp có sự gia tăng giá trị trung bình hàng giờ của tỷ lệ bột than cốc từ 1,0% khối lượng hoặc lớn hơn trong vòng 4 giờ, vì có sự suy giảm đáng kể về tính thấm khí của lò, thì rất khó để giải quyết sự suy giảm bằng cách chỉ điều chỉnh thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió. Do đó, trong trường hợp lượng tăng tỷ lệ bột của than cốc lớn, tốt nhất là không chỉ thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió mà còn phải điều chỉnh tỷ lệ than cốc. Thuật ngữ “tỷ lệ than cốc” biểu thị lượng (kg) than cốc được sử dụng để sản xuất một tấn gang và được biểu thị bằng đơn vị kg/tấn-gang.

Như đã mô tả ở trên, trong trường hợp giá trị trung bình hàng giờ của tỷ lệ bột của than cốc tăng từ 1,0% khối lượng hoặc lớn hơn trong vòng 4 giờ trong khi thể tích luồng hơi giảm từ 5% hoặc lớn hơn, thì tốt hơn là tỷ lệ than cốc của nguyên liệu thô được tăng lên trong khi thể tích luồng hơi giảm. Cụ thể, tỷ lệ than cốc được tăng thêm 20 kg/tấn-gang hoặc lớn hơn trong phạm vi trong đó tỷ lệ chất khử (lượng (kg) chất khử dùng để sản xuất một tấn gang) không quá 600 kg/tấn-gang. Ví dụ, trong điều kiện than nghiền mịn thành bột được thổi với lượng từ 50 kg/tấn-gang đến 200 kg/tấn-gang, tỷ lệ than cốc được tăng lên 380 kg/tấn-gang trong trường hợp tỷ lệ than cốc là 360 kg/tấn-gang hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ than cốc được tăng lên 400 kg/tấn-gang trong trường hợp tỷ lệ than cốc lớn hơn 360 kg/tấn-gang và nhỏ hơn 400 kg/tấn-gang. Trong trường hợp tỷ lệ than cốc là 400 kg/tấn-gang hoặc lớn hơn, tỷ lệ than cốc không được tăng lên.

Trong trường hợp tỷ lệ than cốc tăng lên trong khi thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió giảm để giải quyết vấn đề tăng tỷ lệ bột của than cốc, một giá trị ngưỡng, tức là, tỷ lệ bột của than cốc tăng 0,5 % khối lượng trong vòng 4 giờ, và một giá trị ngưỡng khác, tức là, tỷ lệ bột của than cốc tăng 1,0% khối lượng trong vòng 4 giờ, có giá trị tuyệt đối lớn hơn giá trị ngưỡng cũ, được đặt trước. Sau đó, trong trường hợp tỷ lệ bột của than cốc tăng từ 0,5% khối lượng hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 1,0% khối lượng trong vòng 4 giờ, thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió được giảm xuống trong khi tỷ lệ than cốc không thay đổi. Trong trường hợp tỷ lệ bột của than cốc tăng từ 1,0% khối lượng hoặc lớn hơn trong vòng 4 giờ, thì tỷ lệ than cốc được tăng lên trong khi thể tích luồng hơi không thay đổi. Do đó, ngay cả trong trường hợp có sự gia tăng giá trị trung bình hàng giờ của tỷ lệ bột than cốc lên tới 1,0% khối lượng trong vòng 4 giờ, điều này có thể dẫn đến sự suy

giảm đáng kể tính thấm khí trong lò, có thể để kim hãm sự cân bằng áp suất trong lò bị mất đi đáng kể. Sự gia tăng tỷ lệ bột của than cốc thêm 1,0% khối lượng trong vòng 4 giờ là một ví dụ về giá trị ngưỡng thứ hai được đặt trước cho sự biến thiên trong khoảng thời gian nhất định. Hơn nữa, tăng tỷ lệ than cốc là một ví dụ của việc điều chỉnh tỷ lệ than cốc. Mặc dù, trong ví dụ được mô tả ở trên, ví dụ trong đó tỷ lệ than cốc được tăng lên trong khi thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió giảm xuống để giải quyết vấn đề tăng tỷ lệ bột của than cốc đã được mô tả, nhưng sáng chế này không bị giới hạn bởi ví dụ trên, và vấn đề có thể được giải quyết bằng cách chỉ giảm thể tích luồng hơi hoặc chỉ tăng tỷ lệ than cốc. Nghĩa là, trong phương pháp vận hành lò cao theo phương án hiện tại, ít nhất một trong số thể tích luồng hơi và tỷ lệ than cốc được điều chỉnh theo chỉ số được tính toán từ phân bố cỡ hạt. Do đó, do có thể giảm mức độ hỗn loạn của dòng khí trong lò, nên có thể hạn chế sự cân bằng áp suất trong lò bị mất đi đáng kể, dẫn đến việc vận hành lò cao ổn định.

Trong trường hợp giảm tổng lượng thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió là 15% hoặc lớn hơn hoặc tỷ lệ thể tích luồng hơi là 1,2 hoặc nhỏ hơn, thì việc kiểm soát thể tích luồng hơi sử dụng thiết bị đo phân bố cỡ hạt 10 được dừng lại. Trong trường hợp giảm tổng lượng thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió là 15% hoặc lớn hơn hoặc tỷ lệ thể tích luồng hơi là 1,2 hoặc nhỏ hơn, thì có nhiều khả năng xảy ra sự cố không phải là sự cố suy giảm tính thấm khí của lò do bột than cốc có đường kính hạt từ 5 mm hoặc nhỏ hơn. Do đó, có nguy cơ bị suy giảm, chứ không phải là cải thiện, ở trạng thái lò nếu việc kiểm soát thể tích luồng hơi được thực hiện bằng cách sử dụng thiết bị đo phân bố cỡ hạt 10. Do đó, trong trường hợp giảm tổng lượng thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió là 15% hoặc lớn hơn hoặc tỷ lệ thể tích luồng hơi là 1,2 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn hết là nên dừng việc kiểm soát thể tích luồng hơi sử dụng thiết bị đo phân bố cỡ hạt 10. Ở đây, thuật ngữ “tỷ lệ thể tích luồng hơi” biểu thị giá trị được tính toán bằng cách sử dụng phương trình (tỷ lệ thể tích luồng hơi) = (thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió) [Nm³/phút] / (thể tích lò cao) [m³].

Trong phương pháp giảm thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió, sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi thể tích luồng hơi giảm, trong trường hợp có sự giảm giá trị trung bình hàng giờ của tỷ lệ bột than cốc so với khi thể tích luồng hơi đã giảm, tốt nhất là thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió được đặt lại về giá trị trước khi giảm. Theo phương án hiện tại, tốt hơn là nên đặt lại thể tích luồng hơi về giá trị ban đầu, ví dụ, bằng cách tăng thể tích

luồng hơi thổi qua lỗ gió lên 5% trong trường hợp thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió giảm 5%, và bằng cách tăng 10% thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió trong trường hợp đã giảm 10% thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió (giảm 5% được thực hiện hai lần).

Sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió giảm đi, dòng khí trong lò được ổn định. Do đó, sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió giảm đi, trong trường hợp không tăng giá trị trung bình hàng giờ của tỷ lệ bột của than cốc và có giảm giá trị trung bình của tỷ lệ bột của than cốc, tốt nhất là thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió được đặt lại về giá trị trước khi bị giảm. Bằng cách đặt lại thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió về giá trị ban đầu sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi giảm thể tích luồng hơi, có thể đặt lại thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió về giá trị ban đầu trong khi cân bằng áp suất trong lò không bị mất đáng kể.

Theo cách tương tự, vì dòng khí trong lò được ổn định sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi tăng tỷ lệ than cốc, tỷ lệ than cốc có thể được đặt lại về giá trị trước khi tăng sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi tỷ lệ than cốc được tăng lên trong trường hợp không tăng giá trị trung bình hàng giờ của tỷ lệ bột của than cốc so với khi tỷ lệ than cốc được tăng lên và có sự giảm giá trị trung bình của tỷ lệ bột của than cốc. Bằng cách đặt lại tỷ lệ than cốc về giá trị ban đầu sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi tỷ lệ than cốc được tăng lên theo cách như vậy, có thể đặt lại tỷ lệ than cốc về giá trị ban đầu trong khi cân bằng áp suất trong lò không bị mất đáng kể.

Trong phương pháp vận hành lò cao theo phương án này, tỷ lệ bột của than cốc được sử dụng làm chỉ số được suy ra từ sự phân bố cỡ hạt, sáng chế này không bị giới hạn trong ví dụ này. Ví dụ, như chỉ số được suy ra từ sự phân bố cỡ hạt, phần rỗng của lớp than cốc đã nạp (sau đây, được gọi là “phần rỗng của than cốc”) trong lò cao có thể sử dụng. Có thể tính toán phần rỗng của than cốc bằng cách sử dụng sự phân bố cỡ hạt của các hạt mịn của than cốc được nạp vào lò cao, được đo bằng cách sử dụng thiết bị đo phân bố cỡ hạt 10, sự phân bố cỡ hạt của dạng thô của than cốc, được đo liên tiếp bằng cách sử dụng, ví dụ, máy đo khoảng cách laze, và mô hình do Sato và Taguchi đề xuất, được mô tả trong Tài liệu không thuộc sáng chế 1. Theo mô hình nêu trên, phần rỗng ϵ thì được tính bằng cách sử dụng biểu thức toán học (1) dưới đây.

[Công thức 1]

$$\varepsilon = (a \times \log D_p + b) \times (1 - c \times I_{sp}^d) \dots \text{biểu thức toán học (1)}$$

Trong biểu thức toán học (1) ở trên, a, b, c và d là các tham số và giá trị được xác định theo kinh nghiệm phù hợp với loại cỡ hạt. Ví dụ, trong trường hợp than cốc, a = 0,153, b = 0,418, c = 0,01225, và d = 0,416. D_p là đường kính trung bình điều hòa, và I_{sp} được xác định bằng biểu thức toán học (2), biểu thức toán học (3), và biểu thức toán học (4) bên dưới, và được biểu thị dưới dạng giá trị số.

[Công thức 2]

$$I_{sp} = 100 \times \sqrt{I_p \times I_s} \dots \text{biểu thức toán học (2)}$$

[Công thức 3]

$$I_p = \frac{1}{D_p^2} \times \sum_i w_i (D_i - D_p)^2 \dots \text{biểu thức toán học (3)}$$

[Công thức 4]

$$I_s = D_p^2 \times \sum_i w_i \left(\frac{1}{D_i} - \frac{1}{D_p} \right)^2 \dots \text{biểu thức toán học (4)}$$

Trong biểu thức toán học (3) và (4), D_i là đường kính từng hạt, và W_i là phần trăm khối lượng của các hạt dưới sàng tương ứng với từng đường kính hạt. I_p , được xác định bằng biểu thức toán học (3) và giá trị biểu thị phương sai của phân bố cỡ hạt, và I_s , được xác định bằng biểu thức toán học (4) và một giá trị biểu thị phương sai của diện tích bề mặt cụ thể, là đều được tính toán từ các đại lượng đặc trưng được trích xuất từ dữ liệu hình ảnh. Phần rỗng, được tính theo cách này, có thể được sử dụng làm chỉ số được suy ra từ sự phân bố cỡ hạt trong phương pháp vận hành lò cao theo phương án này.

Hình 4 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa sự thay đổi của phần rỗng trong vòng 4 giờ và chỉ số thấm. Trong Hình 4, trục hoành biểu thị sự thay đổi trong phần rỗng (% thể tích) trong vòng 4 giờ, và, ví dụ: số “-5” trên trục hoành biểu thị trường hợp có sự giảm phần rỗng bằng 5% thể tích trong vòng 4 giờ. Nghĩa là, sự biến thiên của cỡ phần rỗng được biểu thị bằng trục hoành là giá trị được tính bằng cách trừ phần rỗng 4 giờ trước đó cho phần rỗng tại thời điểm này. Biểu thức “phần rỗng tại thời điểm này” biểu

thị giá trị được suy ra bằng cách đo liên tục phần rỗng mỗi khi than cốc được nạp vào lò cao trong 1 giờ ngay trước thời điểm này, bằng cách tính giá trị trung bình của phần rỗng của mỗi lần nạp, và bằng cách tính giá trị trung bình của các giá trị trung bình được tính toán của phần rỗng. Ví dụ, trong trường hợp than cốc được nạp vào lò cao 4 lần trong 1 giờ, phần rỗng tại thời điểm này có thể được xác định là giá trị trung bình của phần rỗng của than cốc trong bốn lần nạp trước đây hoặc giá trị trung bình động của các lần nạp trước đây. Sự biến thiên của phần rỗng được biểu thị bởi trục hoành thu được bằng cách thực hiện phép tính như vậy mỗi 1 giờ và bằng cách trừ phần rỗng tại thời điểm 4 giờ trước từ phần rỗng tại thời điểm này.

Trong Hình 4, trục tung thể hiện chỉ số thấm tại thời điểm này, và trong trường hợp có sự gia tăng chỉ số thấm này, thì sẽ có sự thay đổi tăng tính thấm khí của lò theo hướng chu vi. Ý nghĩa và phương pháp đo chỉ số thấm cũng giống như phương pháp đo chỉ số thấm được biểu diễn bằng trục tung trên Hình 3.

Mỗi dữ liệu được vẽ trong Hình 4 là chỉ số thấm được đo sau khi lò cao được vận hành mà không thay đổi điều kiện trong 4 giờ kể từ thời điểm có chỉ số thấm là 120 hoặc nhỏ hơn. Như minh họa trong Hình 4, trong trường hợp có sự thay đổi phần rỗng từ -5% thể tích hoặc nhỏ hơn trong vòng 4 giờ, thì tăng khả năng chỉ số thấm lớn hơn 120. Do đó, trong phương pháp để vận hành lò cao theo phương án hiện tại sử dụng phần rỗng làm chỉ số, trong trường hợp có sự thay đổi trong giá trị trung bình hàng giờ của phần rỗng được suy ra từ than cốc được nạp vào lò cao bằng -5% thể tích hoặc nhỏ hơn trong vòng 4 giờ, ví dụ, thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió giảm 5% hoặc lớn hơn. Do đó, ngay cả trong trường hợp có sự suy giảm tính thấm khí của lò do giảm trong cỡ phần rỗng, vì có thể giảm mức độ hỗn loạn của dòng khí trong lò bằng cách giảm thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió, điều này có thể kìm hãm sự cân bằng áp suất trong lò bị mất đi đáng kể. Sự biến thiên trong phần rỗng bằng -5% thể tích trong vòng 4 giờ là một ví dụ khác về giá trị ngưỡng thứ nhất được đặt trước cho sự biến thiên trong khoảng thời gian nhất định. Thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió có thể được giảm trong một bước hoặc trong số nhiều bước.

Cần phải điều chỉnh giá trị ngưỡng phù hợp với trạng thái của nguyên liệu thô được nạp vào lò cao, vì có trường hợp phần rỗng luôn lớn hơn giá trị ngưỡng tùy thuộc vào nguyên liệu thô được nạp vào lò cao. Do đó, trong trường hợp việc điều khiển được thực hiện dựa trên cơ sở một giá trị ngưỡng cố định đối với cỡ khoảng trống, khó có thể ngăn

sự cân bằng áp suất trong lò bị mất đi đáng kể. Ngoài ra, bằng cách tập trung vào thực tế là sự biến thiên trong phần rỗng có xu hướng làm mất cân bằng áp suất trong lò, có thể nói rằng việc kiểm soát được thực hiện trên cơ sở sự biến thiên của phần rỗng thay vì một giá trị ngưỡng cố định cho phần rỗng.

Sau khi thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió đã giảm từ 5% hoặc lớn hơn, trong trường hợp có sự biến thiên, nhưng không tăng, thì giá trị trung bình hàng giờ của phần rỗng từ -5 % thể tích hoặc nhỏ hơn trong vòng 2 giờ, tốt hơn là thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió được giảm thêm từ 5% hoặc lớn hơn. Vì vậy, ngay cả trong trường hợp có sự suy giảm thêm về tính thấm khí của lò do giảm thêm phần rỗng, vì có thể giảm mức độ hỗn loạn của dòng khí trong lò bằng cách giảm thêm thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió, có thể kìm hãm hơn nữa sự cân bằng áp suất trong lò bị mất đi đáng kể.

Mặt khác, trong trường hợp có sự biến thiên giá trị trung bình hàng giờ của phần rỗng từ -10% thể tích hoặc nhỏ hơn trong vòng 4 giờ, dẫn đến sự suy giảm đáng kể tính thấm khí của lò, rất khó để giải quyết sự suy giảm bằng cách chỉ điều chỉnh thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió. Do đó, trong trường hợp lượng giảm phần rỗng lớn, tốt nhất là không chỉ thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió mà còn phải điều chỉnh tỷ lệ than cốc. Như đã mô tả ở trên, trong trường hợp có sự biến thiên giá trị trung bình hàng giờ của phần rỗng từ -10% thể tích hoặc nhỏ hơn trong vòng 4 giờ trong khi thể tích luồng hơi giảm từ 5% hoặc lớn hơn, thì tốt hơn là tỷ lệ than cốc của nguyên liệu thô được tăng lên trong khi thể tích luồng hơi giảm. Cụ thể, tỷ lệ than cốc được tăng thêm 20 kg/tấn-gang hoặc lớn hơn trong phạm vi trong đó tỷ lệ chất khử (lượng (kg) chất khử dùng để sản xuất một tấn gang) không quá 600 kg/tấn-gang. Ví dụ, trong điều kiện than mịn nghiền thành bột được thổi với lượng từ 50 kg/tấn-gang đến 200 kg/tấn-gang, tỷ lệ than cốc được tăng lên 380 kg/tấn-gang trong trường hợp tỷ lệ than cốc là 360 kg/tấn-gang hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ than cốc được tăng lên 400 kg/tấn-gang trong trường hợp tỷ lệ than cốc lớn hơn 360 kg/tấn-gang và nhỏ hơn 400 kg/tấn-gang. Trong trường hợp tỷ lệ than cốc là 400 kg/tấn-gang hoặc lớn hơn, tỷ lệ than cốc không được tăng lên nữa.

Trong trường hợp thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió giảm xuống trong khi tỷ lệ than cốc được tăng lên để giải quyết vấn đề giảm phần rỗng, một giá trị ngưỡng, nghĩa là, biến thiên phần rỗng bằng -5% thể tích trong vòng 4 giờ, và một giá trị ngưỡng khác, tức là, sự biến thiên trong phần rỗng bằng -10% thể tích trong vòng 4 giờ, có giá trị tuyệt đối lớn hơn giá trị ngưỡng cũ, được đặt trước. Sau đó, trong trường hợp có sự biến thiên

trong phần rỗng từ -5% thể tích hoặc nhỏ hơn và lớn hơn -10 % thể tích trong vòng 4 giờ, thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió được giảm trong khi tỷ lệ than cốc không thay đổi. Trong trường hợp có sự biến thiên phần rỗng từ -10% thể tích hoặc nhỏ hơn trong vòng 4 giờ, tỷ lệ than cốc được tăng lên trong khi thể tích luồng hơi không giảm. Vì vậy, ngay cả trong trường hợp có sự biến thiên giá trị trung bình hàng giờ của phần rỗng từ -10% thể tích hoặc nhỏ hơn trong vòng 4 giờ, điều này có thể dẫn đến sự suy giảm đáng kể tính thấm khí của lò, thì vẫn có thể hạn chế cân bằng áp suất trong lò không bị mất đi đáng kể. Sự biến thiên trong phần rỗng bằng -10% thể tích trong vòng 4 giờ là một ví dụ khác về giá trị ngưỡng thứ hai được đặt trước cho sự biến thiên trong một khoảng thời gian nhất định. Mặc dù, trong ví dụ được mô tả ở trên, ví dụ trong đó thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió giảm xuống trong khi tỷ lệ than cốc được tăng lên để giải quyết vấn đề giảm phần rỗng đã được mô tả, nhưng sáng chế này không chỉ giới hạn ở ví dụ trên, và vấn đề có thể được giải quyết bằng cách chỉ giảm thể tích luồng hơi hoặc chỉ tăng tỷ lệ than cốc.

Trong ví dụ trong đó thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió giảm, sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi thể tích luồng hơi giảm xuống, trong trường hợp có sự gia tăng giá trị trung bình hàng giờ của phần rỗng so với khi thể tích luồng hơi đã giảm, tốt hơn là thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió được đặt lại về giá trị trước khi giảm. Tốt hơn là đặt lại thể tích luồng hơi về giá trị ban đầu, ví dụ, bằng cách tăng thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió lên 5% trong trường hợp thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió giảm 5%, và bằng cách tăng thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió giảm 10% trong trường hợp thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió giảm 10% (giảm 5% được thực hiện hai lần).

Sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió giảm đi, dòng khí trong lò được ổn định. Do đó, sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi thể tích luồng hơi thổi qua ống dẫn giảm xuống, trong trường hợp không giảm giá trị trung bình hàng giờ của phần rỗng và tăng giá trị trung bình của phần rỗng, tốt nhất là thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió được đặt lại về giá trị trước khi bị giảm. Bằng cách đặt lại thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió về giá trị ban đầu sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi giảm thể tích luồng hơi, có thể đặt lại thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió về giá trị ban đầu trong khi cân bằng áp suất trong lò không bị mất đáng kể.

Theo cách tương tự, vì dòng khí trong lò được ổn định sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi tỷ lệ than cốc đã được tăng, tỷ lệ than cốc có thể được đặt lại về giá trị trước

khi tăng sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi tỷ lệ than cốc được tăng lên trong trường hợp không giảm giá trị trung bình hàng giờ của phần rỗng so với khi tỷ lệ than cốc được tăng lên và có sự gia tăng giá trị trung bình của các giá trị trung bình hàng giờ của phần rỗng. Bằng cách đặt lại tỷ lệ than cốc về giá trị ban đầu sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi tỷ lệ than cốc được tăng lên theo cách như vậy, có thể đặt lại tỷ lệ than cốc về giá trị ban đầu trong khi cân bằng áp suất trong lò không bị mất đáng kể.

Như trên, như các ví dụ về chỉ số được suy ra từ sự phân bố cỡ hạt, ví dụ sử dụng tỷ lệ bột của than cốc làm chỉ số và ví dụ sử dụng phần rỗng như chỉ số đã được mô tả. Trong cả hai trường hợp, sự biến thiên trong giá trị của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định được xác định là giá trị được tính bằng cách trừ giá trị của chỉ số khoảng thời gian trước từ giá trị của chỉ số tại thời điểm này. Trường hợp tăng tỷ lệ bột của than cốc không thích hợp cho vận hành lò cao khi tỷ lệ bột của than cốc được sử dụng làm chỉ số, và trường hợp giảm phần rỗng không thích hợp cho vận hành lò cao khi phần rỗng được sử dụng làm chỉ số. Do đó, trong trường hợp tỷ lệ bột của than cốc được sử dụng làm chỉ số, thì giá trị ngưỡng thứ nhất hoặc thứ hai là dương và thể tích luồng hơi hoặc tỷ lệ than cốc được điều chỉnh khi có sự thay đổi trong tỷ lệ bột của than cốc là bằng hoặc cao hơn giá trị ngưỡng. Mặt khác, trong trường hợp phần rỗng được sử dụng làm chỉ số, tốt hơn là giá trị ngưỡng thứ nhất hoặc thứ hai là số âm và thể tích luồng hơi hoặc tỷ lệ than cốc được điều chỉnh khi sự thay đổi trong phần rỗng bằng hoặc nhỏ hơn giá trị ngưỡng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

VÍ DỤ 1

Ví dụ 1, trong đó phương pháp vận hành lò cao theo phương án này được thực hiện, sẽ được mô tả. Trong phương pháp vận hành lò cao của ví dụ 1, tỷ lệ bột của than cốc được sử dụng làm chỉ số được suy ra từ phân bố cỡ hạt. Trong khi than cốc đã được sàng bằng cách sử dụng sàng có lỗ lưới sàng 35 mm được vận chuyển đến kho chứa than cốc của lò cao bằng băng tải, phần bột của than cốc được vận chuyển được đo trực tuyến bằng cách sử dụng thiết bị đo phân bố cỡ hạt 10. Than cốc được nạp vào lò cao từ kho chứa than cốc với tốc độ 4 lần nạp/giờ. Giá trị trung bình của tỷ lệ bột của than cốc đo được trong mỗi lần nạp được tính toán, và tỷ lệ bột của than cốc được xác định là giá trị trung bình của các giá trị trung bình được tính toán của phần bột trong bốn lần nạp. Trên

cơ sở tỷ lệ bột của than cốc này, thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió và tỷ lệ than cốc đã được kiểm soát.

Liên quan đến việc kiểm soát thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió, thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió đã được giảm 5% trong trường hợp tăng tỷ lệ bột than cốc 0,5% khối lượng trong vòng 4 giờ, và thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió được giảm thêm 5% trong trường hợp tỷ lệ bột của than cốc tăng thêm từ 0,5% khối lượng hoặc lớn hơn trong vòng 2 giờ. Về kiểm soát tỷ lệ than cốc, trong trường hợp tỷ lệ bột than cốc tăng từ 1,0% khối lượng hoặc lớn hơn trong vòng 4 giờ, thì tỷ lệ than cốc tăng lên 380 kg/tấn-gang khi tỷ lệ than cốc đã 360 kg/tấn-gang hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ than cốc đã được tăng lên 400 kg/tấn-gang khi tỷ lệ than cốc đã lớn hơn 360 kg/tấn-gang và nhỏ hơn 400 kg/tấn-gang. Khi tỷ lệ than cốc đã 400 kg/tấn-gang hoặc lớn hơn, tỷ lệ than cốc đã được tăng không nhiều.

Trong ví dụ trong đó thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió giảm, sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi thể tích luồng hơi giảm, trong trường hợp tỷ lệ bột của than cốc giảm so với khi thể tích luồng hơi đã bị giảm, thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió được đặt lại về giá trị trước khi giảm. Hơn nữa, sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi tỷ lệ than cốc được tăng lên, trong trường hợp đã giảm tỷ lệ bột của than cốc so với khi tỷ lệ than cốc được tăng lên, thì tỷ lệ than cốc được đặt lại về giá trị trước khi tăng.

Hình 5 là đồ thị minh họa một ví dụ về sự biến thiên tỷ lệ bột của than cốc. Trong Hình 5, trục hoành thể hiện thời gian (ngày), và trục tung biểu thị tỷ lệ bột của than cốc, loại bột có đường kính hạt từ 5 mm hoặc nhỏ hơn (% khối lượng). Trong hình 5, ký hiệu $\square$ biểu thị trường hợp thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió giảm 5%, và ký hiệu $\circ$ biểu thị trường hợp tỷ lệ than cốc tăng lên. Mặt khác, ký hiệu Δ biểu thị trường hợp thể tích luồng hơi hoặc tỷ lệ than cốc được đặt lại về giá trị trước khi thay đổi.

Hình 6(a) là đồ thị minh họa một ví dụ về sự thay đổi tỷ lệ bột của than cốc, Hình 6(b) là đồ thị minh họa một ví dụ về sự biến thiên thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió và Hình 6(c) là đồ thị minh họa một ví dụ về sự biến thiên độ giảm áp suất phần trên của lò cao. Trong Hình 6, trục hoành thể hiện thời gian (h), trục tung của Hình 6(a) biểu thị tỷ lệ bột của than cốc, bột có đường kính hạt từ 5 mm hoặc nhỏ hơn (% khối lượng), trục tung của Hình 6(b) biểu thị thể tích luồng hơi ($\text{Nm}^3/\text{phút}$), và trục tung của Hình 6(c) biểu thị sự giảm áp suất phần trên (kPa). Ở đây, thuật ngữ “giảm áp suất phần trên”

biểu thị sự chênh lệch (kPa) giữa áp suất ở đỉnh lò và áp suất được đo bằng cách sử dụng đồng hồ áp suất được bố trí tại vị trí khoảng 10 m bên dưới đường nguyên liệu của lò.

Như minh họa trong Hình 6(a), kể từ khi phát hiện ra rằng tỷ lệ bột của than cốc, được đo bằng cách sử dụng thiết bị đo phân bố cỡ hạt 10, bắt đầu tăng từ thời điểm 6,0 giờ và rằng, tại thời điểm 8,5 h, giá trị trung bình theo giờ của cỡ hạt bột tăng 0,5% trong vòng 4 giờ, thể tích luồng hơi giảm 5% ($\square$ trong Hình 6(a)). Mặc dù có sự gia tăng giảm áp suất phần trên do sự suy giảm tính thấm khí của lò trong trường hợp có sự gia tăng giá trị trung bình hàng giờ của tỷ lệ bột của than cốc có đường kính hạt 5 mm hoặc nhỏ hơn 0,5% khối lượng trong vòng 4 giờ, không có sự gia tăng giảm áp suất phần trên như được minh họa trong Hình 6(c). Từ kết quả đó, đã được làm rõ rằng, ngay cả trong trường hợp có sự gia tăng giá trị trung bình hàng giờ của tỷ lệ bột của than cốc lên 0,5% khối lượng trong vòng 4 giờ, vì không có sự gia tăng giảm áp suất phần trên như kết quả của thể tích luồng hơi bị giảm đi 5%, có thể ức chế sự cân bằng áp suất trong lò bị mất đi đáng kể.

Hơn nữa, sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió giảm 5%, do giảm tỷ lệ bột của than cốc so với khi thể tích luồng hơi giảm, thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió đã được tăng lên 5% để được đặt lại về giá trị trước khi nó bị thay đổi (Δ trong Hình 6(a)). Vì thể tích luồng hơi đã giảm 5% để giải quyết vấn đề suy giảm tính thấm khí trong lò do sự gia tăng giá trị trung bình hàng giờ của tỷ lệ bột than cốc 0,5 % khối lượng trong vòng 4 giờ, nên nó được coi là có nguy cơ tăng chỉ số giảm áp suất phần trên do thể tích luồng hơi tăng 5%. Tuy nhiên, không có sự gia tăng chỉ số giảm áp suất phần trên như được minh họa trong Hình 6(c). Từ kết quả đó, đã được làm rõ rằng, vì cân bằng áp suất trong lò được ổn định sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi giảm thể tích thể tích luồng hơi, trong trường hợp thể tích luồng hơi được đặt lại trong trường hợp như vậy, thì không tăng chỉ số giảm áp suất phần trên, ngay cả khi thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió được thiết lập lại, do đó có thể hạn chế sự cân bằng áp suất trong lò bị mất đi đáng kể.

Để xác nhận hiệu quả của phương pháp vận hành một lò cao của ví dụ 1, mối quan hệ giữa tỷ lệ than cốc và độ giảm áp suất phần trên được khảo sát trong một lò cao trong trường hợp kiểm soát thể tích luồng hơi và tỷ lệ than cốc là không được thực hiện trong hai tháng (ví dụ so sánh 1) và trong trường hợp việc kiểm soát thể tích luồng hơi và tỷ

lệ than cốc được thực hiện trong hai tháng (ví dụ 1). Hình 7 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa tỷ lệ than cốc và độ giảm áp suất phần trên. Trong Hình 7, trục hoành biểu thị tỷ lệ than cốc (kg/tấn-gang), và trục tung biểu thị độ giảm áp suất phần trên (kPa). Trong giai đoạn của ví dụ so sánh 1, than cốc có cường độ trung bình DI (150/15) là 82,8, đường kính hạt trung bình là 42,7 mm, và cỡ hạt bột trung bình là 0,6%. Trong khoảng thời gian của ví dụ 1, than cốc có cường độ trung bình DI (150/15) là 82,7, đường kính hạt trung bình là 42,8 mm, và cỡ hạt bột trung bình là 0,7%. Như trên, các đặc tính trung bình của than cốc gần như giống nhau trong thời kỳ của ví dụ so sánh 1 và trong thời kỳ của ví dụ 1.

Như minh họa trong Hình 7, đường thẳng gần đúng của dữ liệu biểu đồ của ví dụ 1, cho biết mối quan hệ giữa tỷ lệ than cốc và độ giảm áp suất phần trên trong trường hợp tỷ lệ bột than cốc được đo và các điều chỉnh của thể tích luồng hơi và tỷ lệ than cốc được thực hiện trên cơ sở cỡ hạt bột đo được phù hợp với phương pháp vận hành lò cao theo ví dụ 1, nằm dưới đường thẳng gần đúng của dữ liệu biểu đồ của ví dụ so sánh 1, cho biết kết quả trong trường hợp điều chỉnh thể tích luồng hơi và tỷ lệ than cốc không được thực hiện. Từ kết quả này, đã được làm rõ rằng có thể ức chế sự gia tăng giảm áp suất phần trên bằng cách sử dụng phương pháp vận hành lò cao của ví dụ 1. Vì sự suy giảm tính thấm khí trong lò làm tăng giảm áp suất phần trên, đã được làm rõ rằng có thể ngăn chặn sự suy giảm tính thấm khí trong lò bằng cách sử dụng phương pháp vận hành lò cao của ví dụ 1, và do đó có thể đạt được sự ổn định trong vận hành lò cao.

VÍ DỤ 2

Sau đây, ví dụ 2, trong đó phương pháp vận hành lò cao theo phương án này được thực hiện, sẽ được mô tả. Trong phương pháp vận hành lò cao của ví dụ 2, phần rỗng được sử dụng làm chỉ số thu được từ sự phân bố kích cỡ hạt. Trong khi than cốc đã được sàng bằng cách sử dụng sàng có lỗ lưới sàng 35 mm được vận chuyển đến kho chứa than cốc của lò cao bằng cách sử dụng băng tải, sự phân bố kích cỡ hạt của các hạt mịn của than cốc được vận chuyển và sự phân bố kích cỡ hạt của các hạt thô của than cốc được đo trực tuyến bằng cách sử dụng phương pháp được mô tả trong Tài liệu sáng chế 2 để tính ra phần rỗng của than cốc. Than cốc được nạp vào lò cao từ kho chứa than cốc với tốc độ 4 lần nạp/giờ. Giá trị trung bình của phần rỗng của than cốc đo được trong mỗi lần nạp được tính toán, và phần rỗng của than cốc được xác định là giá trị trung bình của các giá trị trung bình được tính toán của phần rỗng của bốn lần sạc. Bằng cách sử

dụng phần rỗng này của than cốc, thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió và tỷ lệ than cốc đã được kiểm soát.

Về việc kiểm soát thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió, thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió đã giảm 5% trong trường hợp có sự thay đổi trong giá trị trung bình hàng giờ của phần rỗng từ -5% thể tích hoặc nhỏ hơn trong vòng 4 giờ, và thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió cũng giảm thêm 5% trong trường hợp có sự thay đổi bổ sung trong giá trị trung bình hàng giờ của phần rỗng từ -5% thể tích hoặc nhỏ hơn trong vòng 2 giờ. Về việc kiểm soát tỷ lệ than cốc, trong trường hợp có sự thay đổi giá trị trung bình hàng giờ của phần rỗng từ -10% thể tích hoặc nhỏ hơn trong vòng 4 giờ, tỷ lệ than cốc được tăng lên 380 kg/tấn-gang khi tỷ lệ than cốc là 360 kg/tấn-gang hoặc nhỏ hơn, và tỷ lệ than cốc được tăng lên 400 kg/tấn-gang khi tỷ lệ than cốc là hơn 360 kg/tấn-gang và dưới 400 kg/tấn-gang. Khi tỷ lệ than cốc từ 400 kg/tấn-gang hoặc lớn hơn, tỷ lệ than cốc không tăng nữa.

Trong ví dụ trong đó thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió giảm, sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi thể tích luồng hơi giảm, trong trường hợp có sự tăng phần rỗng so với khi thể tích luồng hơi giảm, thể tích luồng hơi thổi qua lỗ gió đã được đặt lại về giá trị trước khi bị giảm. Hơn nữa, sau khoảng thời gian 4 giờ kể từ khi tỷ lệ than cốc được tăng lên, trong trường hợp có sự gia tăng phần rỗng so với khi tỷ lệ than cốc được tăng lên, thì tỷ lệ than cốc được đặt lại về giá trị trước khi tăng.

Để xác nhận hiệu quả của phương pháp vận hành một lò cao của ví dụ 2, mối quan hệ giữa tỷ lệ than cốc và độ giảm áp suất phần trên đã được khảo sát trong một lò cao trong trường hợp kiểm soát thể tích luồng hơi và tỷ lệ than cốc là không được thực hiện trong hai tháng (ví dụ so sánh 2) và trong trường hợp việc kiểm soát thể tích luồng và tỷ lệ than cốc được thực hiện trong hai tháng (ví dụ 2).

Hình 8 là đồ thị minh họa mối quan hệ giữa tỷ lệ than cốc và độ giảm áp suất phần trên. Trong Hình 8, trục hoành thể hiện tỷ lệ than cốc (kg/tấn-gang) và trục tung biểu thị sự giảm áp suất phần trên (kPa). Trong giai đoạn của ví dụ so sánh 2, than cốc có độ bền trung bình DI (150/15) là 83,0, đường kính hạt trung bình là 44,0 mm, và phần rỗng trung bình là 48,3%. Trong giai đoạn của ví dụ 2, than cốc có cường độ trung bình DI (150/15) là 82,9, đường kính hạt trung bình là 43,8 mm, và phần rỗng trung bình là

48,2%. Như trên, các đặc tính trung bình của than cốc gần như giống nhau trong giai đoạn của ví dụ so sánh 2 và trong giai đoạn của ví dụ 2.

Như được minh họa trong Hình 8, đường thẳng gần đúng của dữ liệu biểu đồ của ví dụ 2, chỉ ra mối quan hệ giữa tỷ lệ than cốc và độ giảm áp suất phần trên trong trường hợp đo phần rỗng và điều chỉnh thể tích luồng hơi và tỷ lệ than cốc được thực hiện trên cơ sở phần rỗng đo được phù hợp với phương pháp vận hành lò cao theo ví dụ 2, nằm dưới đường thẳng gần đúng của dữ liệu biểu đồ của ví dụ so sánh 2, cho biết kết quả trong trường hợp không thực hiện được việc điều chỉnh thể tích luồng hơi và tỷ lệ than cốc. Từ kết quả này, đã được làm rõ rằng có thể ức chế sự gia tăng giảm áp suất phần trên bằng cách sử dụng phương pháp vận hành lò cao của ví dụ 2. Vì sự suy giảm tính thấm khí trong lò gây ra sự giảm gia tăng áp suất phần trên, đã được làm rõ rằng có thể ngăn chặn sự suy giảm tính thấm khí trong lò bằng cách sử dụng phương pháp vận hành lò cao của ví dụ 2, và do đó có thể đạt được sự ổn định trong vận hành lò cao.

Danh sách các chỉ dẫn tham chiếu:

10	thiết bị đo phân bố cỡ hạt
12	thiết bị chụp ảnh
14	thiết bị chiếu sáng
16	thiết bị máy tính
20	than cốc
22	phễu cấp
24	sàng
26	băng tải
30	lò cao

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp vận hành lò cao bằng cách thổi không khí qua lỗ gió được bố trí ở phần dưới của lò cao, phương pháp này bao gồm:

đo liên tục sự phân bố cỡ hạt của than cốc được vận chuyển đến lò cao; và

điều chỉnh ít nhất một thể tích luồng gió và tỷ lệ than cốc phù hợp với chỉ số nhận được từ sự phân bố cỡ hạt,

trong đó tỷ lệ than cốc được điều chỉnh,

trong đó giá trị ngưỡng thứ hai cho sự thay đổi của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định được đặt trước, trong đó,

trong trường hợp giá trị ngưỡng thứ hai là dương, tỷ lệ than cốc được tăng lên khi sự thay đổi của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định bằng hoặc lớn hơn giá trị ngưỡng thứ hai đã đặt trước, và

trong đó, trong trường hợp giá trị ngưỡng thứ hai là âm, tỷ lệ than cốc được tăng lên khi sự thay đổi của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định bằng hoặc nhỏ hơn giá trị ngưỡng thứ hai đã đặt trước.

2. Phương pháp vận hành lò cao bằng cách thổi không khí qua lỗ gió được bố trí ở phần dưới của lò cao, phương pháp này bao gồm:

đo liên tục sự phân bố cỡ hạt của than cốc được vận chuyển đến lò cao; và

điều chỉnh ít nhất một thể tích luồng gió và tỷ lệ than cốc phù hợp với chỉ số nhận được từ sự phân bố cỡ hạt,

trong đó giá trị ngưỡng thứ nhất cho sự thay đổi của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định và giá trị ngưỡng thứ hai có giá trị tuyệt đối lớn hơn giá trị tuyệt đối của giá trị ngưỡng thứ nhất được đặt trước,

trong đó, trong trường hợp giá trị ngưỡng thứ nhất và giá trị ngưỡng thứ hai là dương, thể tích luồng gió được giảm khi sự thay đổi của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định bằng hoặc lớn hơn giá trị ngưỡng thứ nhất và nhỏ hơn giá trị ngưỡng thứ hai

và tỷ lệ than cốc được tăng lên khi sự thay đổi của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định bằng hoặc lớn hơn giá trị ngưỡng thứ hai, và

trong đó, trong trường hợp giá trị ngưỡng thứ nhất và giá trị ngưỡng thứ hai là âm, thể tích luồng gió được giảm khi sự thay đổi của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định bằng hoặc nhỏ hơn giá trị ngưỡng thứ nhất và lớn hơn giá trị ngưỡng thứ hai và tỷ lệ than cốc được tăng lên khi sự thay đổi của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định bằng hoặc nhỏ hơn giá trị ngưỡng thứ hai.

3. Phương pháp vận hành lò cao theo điểm 1 hoặc 2, trong đó chỉ số là tỷ lệ bột của than cốc có đường kính hạt từ 5 mm hoặc nhỏ hơn chứa trong than cốc.

4. Phương pháp vận hành lò cao theo điểm 1 hoặc 2, trong đó chỉ số là khoảng trống của lớp than cốc đã nạp.

5. Phương pháp vận hành lò cao bằng cách thổi không khí qua lỗ gió được bố trí ở phần dưới của lò cao, phương pháp này bao gồm:

đo liên tục sự phân bố cỡ hạt của than cốc được vận chuyển đến lò cao; và

điều chỉnh ít nhất một thể tích luồng gió và tỷ lệ than cốc phù hợp với chỉ số nhận được từ sự phân bố cỡ hạt,

trong đó chỉ số là tỷ lệ bột than cốc có đường kính hạt là 5mm hoặc nhỏ hơn chứa trong than cốc.

6. Phương pháp vận hành lò cao theo điểm 5,

trong đó thể tích luồng hơi được điều chỉnh,

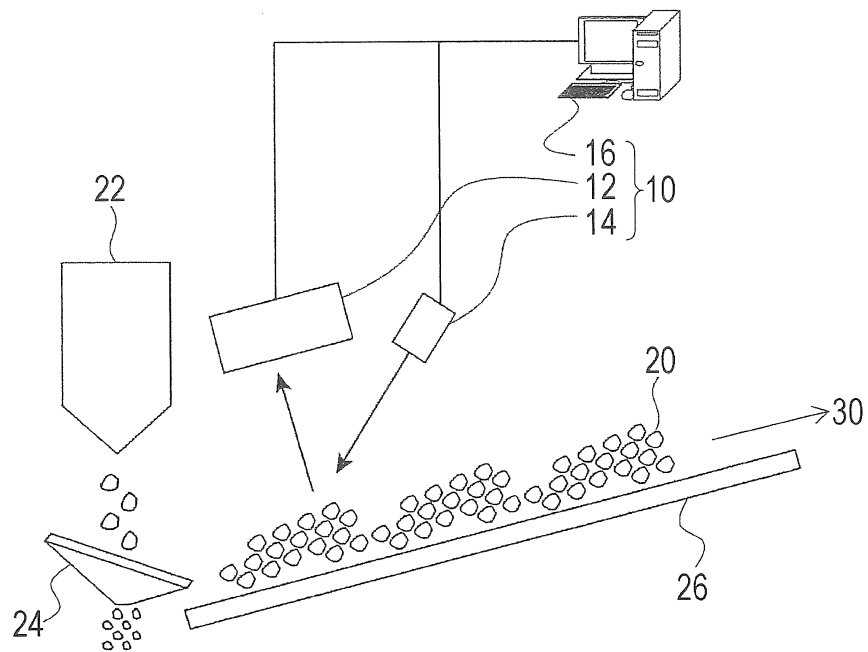
trong đó giá trị ngưỡng thứ nhất cho sự thay đổi của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định được đặt trước,

trong đó, trong trường hợp giá trị ngưỡng thứ nhất là dương, thể tích luồng gió sẽ giảm khi sự thay đổi của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định bằng hoặc lớn hơn giá trị ngưỡng thứ nhất đã đặt trước, và

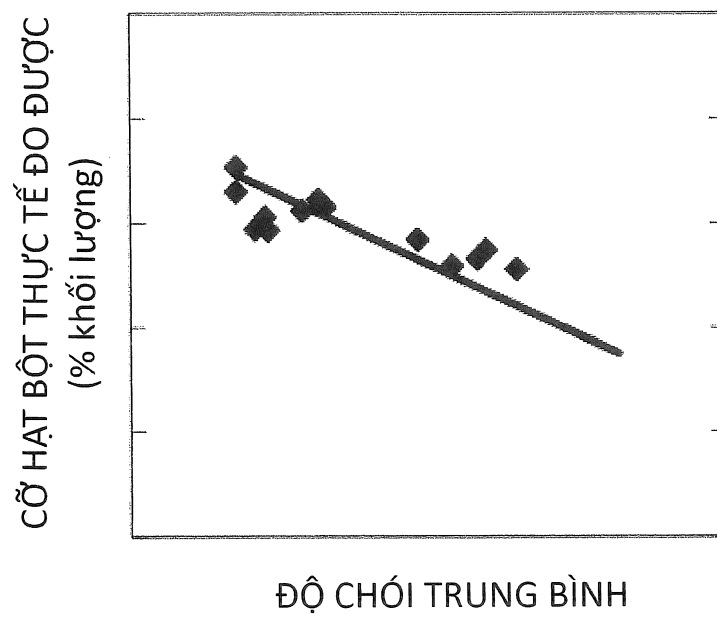
trong đó, trong trường hợp giá trị ngưỡng thứ nhất là âm, thể tích luồng gió sẽ giảm khi sự thay đổi của chỉ số trong khoảng thời gian nhất định bằng hoặc nhỏ hơn giá trị ngưỡng thứ nhất đã đặt trước.

1 / 4

Hình 1

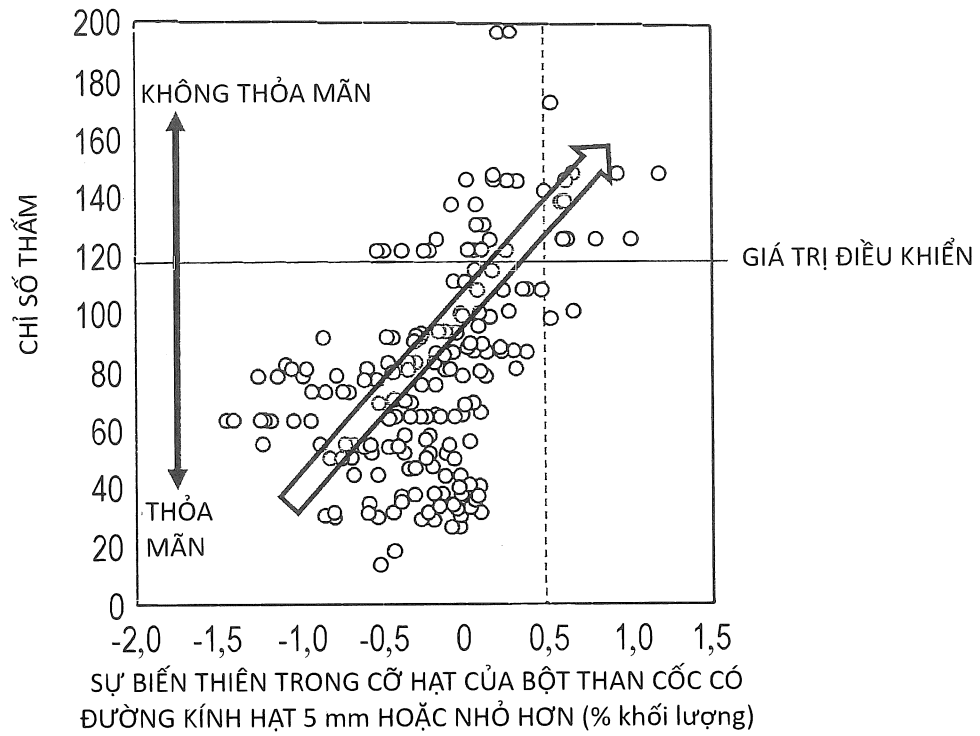


Hình 2

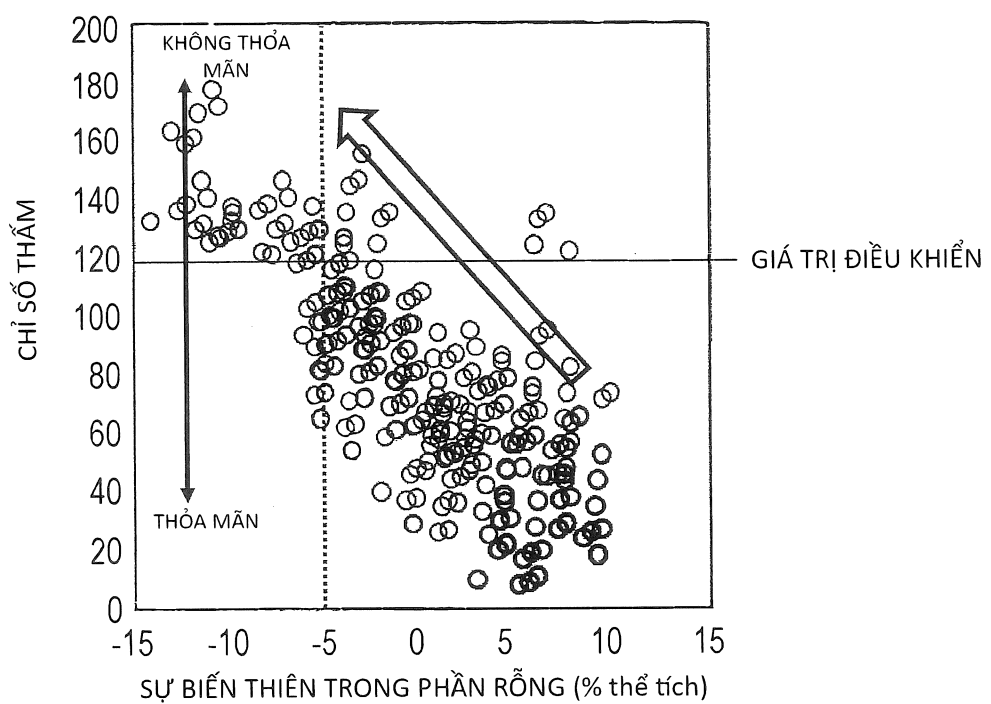


2 / 4

HÌNH 3

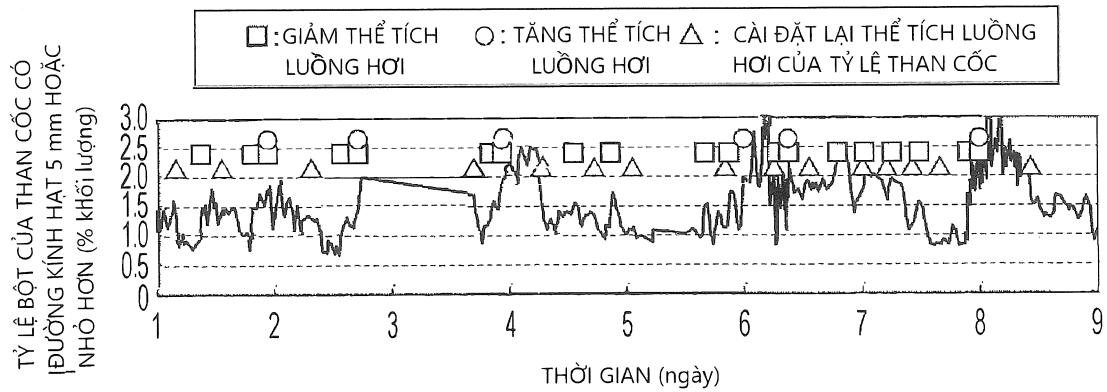


HÌNH 4

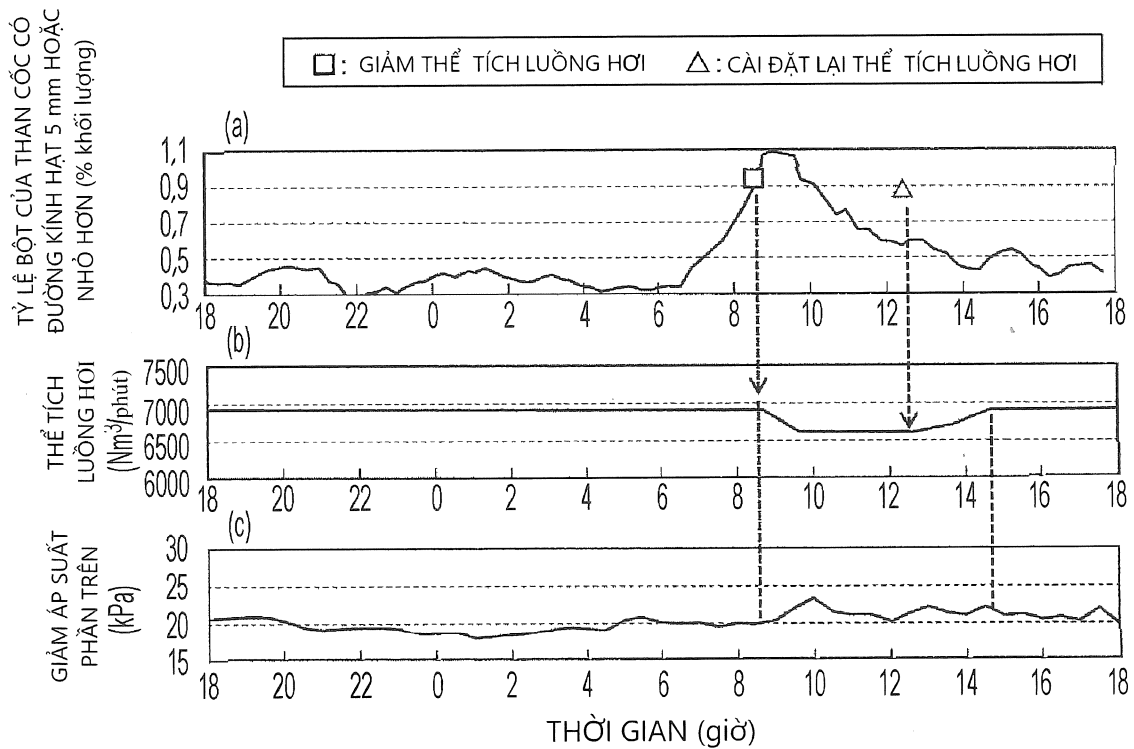


3/4

HÌNH 5

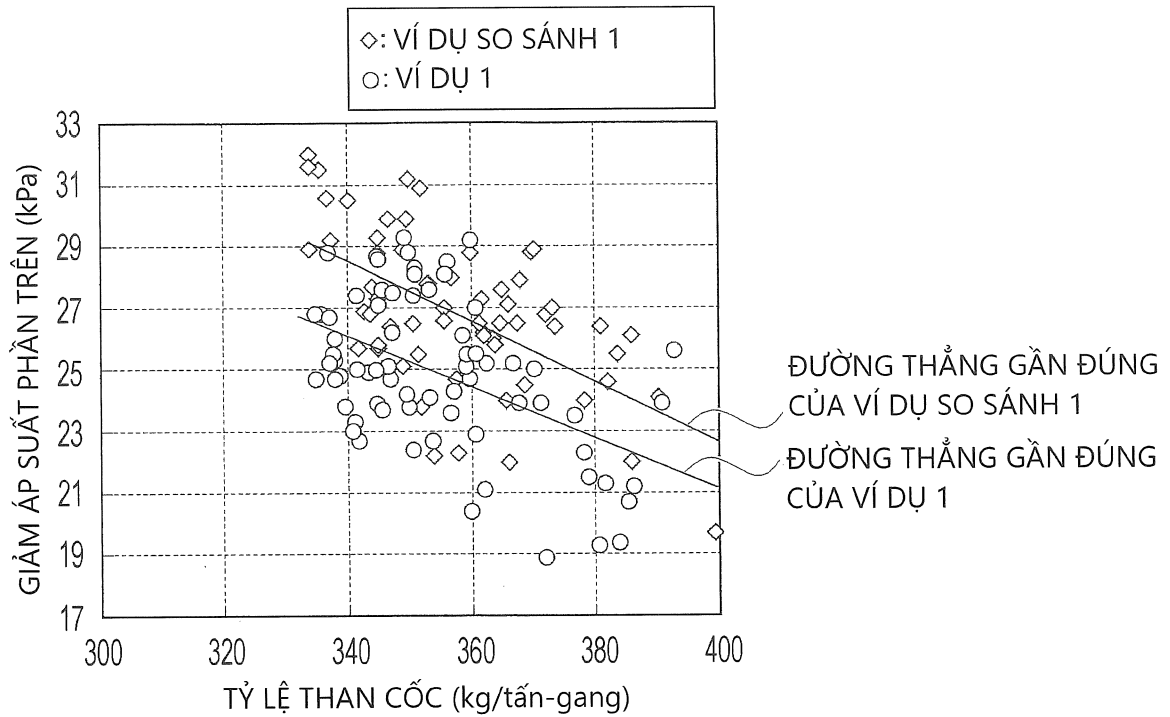


HÌNH 6



4 / 4

HÌNH 7



HÌNH 8

