



(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)



1-0052448

(51)^{2022.01} C21C 5/30; C21C 5/46

(13) B

(21) 1-2022-08092

(22) 30/04/2021

(86) PCT/JP2021/017176 30/04/2021

(87) WO2022/004117 06/01/2022

(30) 2020-113971 01/07/2020 JP

(45) 27/10/2025 451

(43) 25/04/2023 421A

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

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

(72) SUGINO, Tomohiro (JP); TAKAHASHI, Yukio (JP); KAWABATA, Ryo (JP);
AMANO, Shota (JP); KIKUCHI, Naoki (JP); KASE, Hiroto (JP); NONAKA,
Toshiki (JP).

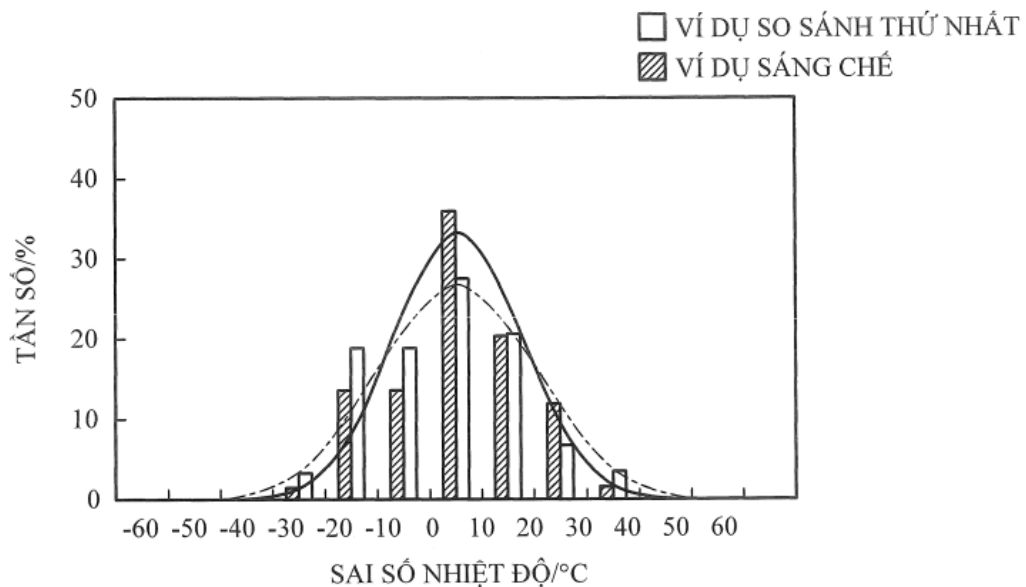
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN THỜI TRONG LÒ CHUYỂN VÀ HỆ THỐNG
ĐIỀU KHIỂN THỜI TRONG LÒ CHUYỂN

(21) 1-2022-08092

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển là phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển để tính toán, bằng tính toán cân bằng nhiệt và tính toán cân bằng nguyên liệu, lượng oxy sẽ được cung cấp và lượng nguyên liệu làm mát hoặc nguyên liệu tăng nhiệt sẽ được nạp để kiểm soát nhiệt độ và nồng độ thành phần của thép nóng chảy ở cuối quá trình thổi trong lò chuyển đến các giá trị mục tiêu, và điều khiển việc thổi trong lò chuyển dựa trên lượng oxy sẽ được cung cấp được tính toán và lượng nguyên liệu làm mát hoặc nguyên liệu tăng nhiệt được tính toán sẽ được nạp. Phương pháp bao gồm ước tính nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi là nhiệt độ của sắt nóng chảy mà được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt, được nạp vào lò chuyển, và ở trạng thái ngay trước khi bắt đầu thổi, và sử dụng nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi ước tính dưới dạng nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp trong tính toán cân bằng nhiệt.

FIG.4



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển và hệ thống điều khiển thổi trong lò chuyển để kiểm soát nhiệt độ và nồng độ thành phần của thép nóng chảy ở cuối quá trình thổi đến các giá trị mục tiêu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hoạt động của lò chuyển là quy trình luyện thép thu được thép nóng chảy bằng cách cung cấp oxy cho các nguyên liệu thô chính bao gồm sắt nóng chảy, sắt vụn, hoặc tương tự được nạp vào lò chuyển để thực hiện tinh luyện oxy hóa (thổi). Trong hoạt động của lò chuyển, điều khiển thổi kết hợp điều khiển tĩnh và điều khiển động được thực hiện để kiểm soát nhiệt độ và nồng độ thành phần như nồng độ cacbon của thép nóng chảy ở cuối quá trình thổi (ngừng thổi) đến các giá trị mục tiêu. Trong điều khiển tĩnh, mô hình toán học dựa trên cân bằng nhiệt và cân bằng nguyên liệu được sử dụng để xác định, trước khi bắt đầu thổi, lượng oxy sẽ được cung cấp và lượng nguyên liệu làm mát hoặc nguyên liệu tăng nhiệt sẽ được nạp cần thiết để kiểm soát nhiệt độ và nồng độ thành phần của thép nóng chảy đến các giá trị mục tiêu. Mặt khác, trong điều khiển động, nhiệt độ và nồng độ thành phần của kim loại nóng chảy được đo sử dụng ống phụ trong quá trình thổi, và lượng oxy sẽ được cung cấp và lượng nguyên liệu làm mát hoặc nguyên liệu tăng nhiệt sẽ được nạp được xác định trong điều khiển tĩnh được hiệu chỉnh dựa trên mô hình toán học dựa trên cân bằng nhiệt và cân bằng nguyên liệu và mô hình phản ứng. Sau đó, trong điều khiển động, lượng oxy sẽ được cung cấp và lượng nguyên liệu làm mát hoặc nguyên liệu tăng nhiệt sẽ được nạp trước khi ngừng thổi cuối cùng được xác định và kiểm soát.

Trong điều khiển thổi kết hợp điều khiển tĩnh và điều khiển động, nếu sai số trong điều khiển tĩnh quá lớn, khó hiệu chỉnh sai số trong điều khiển động, đôi khi làm cho không thể kiểm soát nhiệt độ và nồng độ thành phần của thép nóng chảy trong điểm ngừng thổi đến các giá trị mục tiêu. Theo đó, cần phải giảm thiểu sai số trong điều khiển tĩnh. Mô hình toán học được sử dụng cho điều khiển tĩnh bao gồm hai loại tính toán:

tính toán cân bằng nhiệt và tính toán cân bằng oxy. Trong tính toán cân bằng nhiệt, lượng nguyên liệu làm mát hoặc nguyên liệu tăng nhiệt sẽ được nạp được tính toán sao cho tổng nhiệt truyền vào lò chuyển và tổng nhiệt phát ra từ lò chuyển bằng nhau.

Công thức được sử dụng cho tính toán cân bằng nhiệt bao gồm thuật ngữ xác định nhiệt đầu vào, thuật ngữ xác định nhiệt đầu ra, thuật ngữ làm mát hoặc thuật ngữ tăng nhiệt, thuật ngữ sai số, và thuật ngữ hiệu chỉnh nhiệt độ bởi người vận hành. Để giảm sai số trong điều khiển tĩnh, cần phải thực hiện tính toán cân bằng nhiệt bằng cách đưa ra giá trị thích hợp cho mỗi số hạng của công thức, và phương pháp để xác định giá trị thích hợp đã được nghiên cứu. Ví dụ, Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ phương pháp dự đoán, dựa trên đường cong làm mát thu được từ nhiệt độ bề mặt của lớp phủ bên trong vật liệu chịu lửa của lò chuyển được đo bằng nhiệt kế bức xạ và thông tin thời gian, lượng giảm nhiệt độ của thép nóng chảy trong lần thổi tiếp theo và kết hợp lượng vào tính toán cân bằng nhiệt trong điều khiển tĩnh.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP 2012-87345 A

Tài liệu sáng chế 2: JP 2012-117090 A

Kỹ thuật liên quan khác có thể được tìm thấy trong US 4 474 361 A mô tả lò luyện thép thổi oxy, và trong báo khoa học “Hiệu suất được tối ưu hóa trên tự động hóa lò chuyển BOF” của Hofinger S. và cộng sự, AIS Tech Conference Proceedings, ngày 31 tháng 5 năm 2014 (2014-05-31), trang 1-11, hướng tới hiệu suất được tối ưu hóa trên tự động hóa lò chuyển BOF.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, ngay cả khi phương pháp được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 1 được áp dụng, sai số trong điều khiển tĩnh vẫn chưa được giải quyết; do đó, độ chính xác kiểm soát nhiệt độ của thép nóng chảy trong điểm ngừng thổi không được tăng đáng kể. Ngoài ra, một phương pháp cũng đã được đề xuất trong đó thông tin thu được tuần tự trong quá trình thổi, trước khi đo bằng ống phụ, ví dụ, thông tin khí thải trong quá trình thổi

(lưu lượng khí thải và thành phần khí thải), được sử dụng và phản ánh trong hoạt động của lò chuyển sao cho độ chính xác ước tính của nhiệt độ và nồng độ thành phần của thép nóng chảy bởi mô hình toán học được tăng cường. Ví dụ, Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ phương pháp sử dụng thông tin khí thải để ước tính hằng số suy giảm hiệu suất khử cacbon-oxy và hiệu suất khử cacbon-oxy tối đa đặc trưng cho các đặc tính khử cacbon trong quá trình thổi, và sử dụng kết quả ước tính để ước tính nhiệt độ và nồng độ cacbon của thép nóng chảy. Theo phương pháp được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 2, vì nhiệt phản ứng được tạo ra trong phản ứng khử cacbon được phản ánh chính xác trong ước tính nhiệt độ của thép nóng chảy, độ chính xác kiểm soát nhiệt độ của thép nóng chảy trong điểm ngừng thổi được tăng lên. Tuy nhiên, vì có các yếu tố khác ảnh hưởng đến nhiệt độ của thép nóng chảy ngoại trừ phản ứng khử cacbon, độ chính xác kiểm soát nhiệt độ của thép nóng chảy trong điểm ngừng thổi vẫn không đạt tới mức độ thỏa đáng.

Sáng chế đã được thực hiện theo quan điểm của các vấn đề trên, và mục tiêu của nó là cung cấp phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển và hệ thống điều khiển thổi trong lò chuyển có khả năng kiểm soát chính xác nhiệt độ của thép nóng chảy ở cuối quá trình thổi đến giá trị mục tiêu.

Giải pháp kỹ thuật

Sáng chế được xác định bởi các yêu cầu bảo hộ độc lập kèm theo. Các yêu cầu bảo hộ phụ thuộc mô tả các tính năng tùy chọn và các phương án khác biệt.

Phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế bao gồm các bước: tính toán, bằng tính toán cân bằng nhiệt và tính toán cân bằng nguyên liệu, lượng oxy sẽ được cung cấp và lượng nguyên liệu làm mát hoặc nguyên liệu tăng nhiệt sẽ được nạp để kiểm soát nhiệt độ và nồng độ thành phần của thép nóng chảy ở cuối quá trình thổi trong lò chuyển đến các giá trị mục tiêu; và điều khiển việc thổi trong lò chuyển dựa trên lượng oxy sẽ được cung cấp được tính toán và lượng nguyên liệu làm mát hoặc nguyên liệu tăng nhiệt được tính toán sẽ được nạp, trong đó phương pháp bao gồm các bước: ước tính nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi là nhiệt độ của sắt nóng chảy mà được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt, được nạp vào lò chuyển, và ở trạng thái ngay trước khi bắt đầu thổi,

và sử dụng nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi ước tính dưới dạng nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp trong tính toán cân bằng nhiệt.

Phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển theo khía cạnh thứ hai của sáng chế bao gồm các bước: ước tính tuần tự nhiệt độ và nồng độ thành phần của kim loại nóng chảy trong tiến độ thổi bằng cách thực hiện tuần tự tính toán cân bằng nhiệt và tính toán cân bằng nguyên liệu trong quá trình thổi dựa trên các điều kiện hoạt động và giá trị đo được của lò chuyển thu được khi bắt đầu và trong quá trình thổi trong lò chuyển; và điều khiển việc thổi trong lò chuyển dựa trên nhiệt độ ước tính và nồng độ thành phần ước tính của kim loại nóng chảy, trong đó phương pháp bao gồm các bước: ước tính nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi là nhiệt độ của sắt nóng chảy mà được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt, được nạp vào lò chuyển, và ở trạng thái ngay trước khi bắt đầu thổi, và sử dụng nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi ước tính dưới dạng nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp trong tính toán cân bằng nhiệt.

Giá trị thu được bằng cách thêm lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp vào nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp có thể được sử dụng làm nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp được sử dụng trong tính toán cân bằng nhiệt, lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp là lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trong giai đoạn từ khi sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển đến khi bắt đầu thổi, và nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp là nhiệt độ của sắt nóng chảy đo được trong giai đoạn mà sắt nóng chảy được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt được nạp vào lò chuyển.

Giá trị thu được bằng cách thêm lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp và lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp vào nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp có thể được sử dụng làm nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp được sử dụng trong tính toán cân bằng nhiệt, nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp là nhiệt độ của sắt nóng chảy đo được trong giai đoạn mà sắt nóng chảy được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt được giữ trong vật chứa sắt nóng chảy trước khi được nạp vào lò chuyển, lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp là lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trong giai đoạn từ phép đo nhiệt độ sắt nóng

chảy trước khi nạp đến khi nạp sắt nóng chảy vào lò chuyển, và lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp là lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trong giai đoạn từ khi sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển đến khi bắt đầu thổi.

Lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp có thể được xác định dựa trên sự chênh lệch giữa giá trị được tính toán ngược của nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp được tính toán ngược từ tính toán cân bằng nhiệt để phù hợp với giá trị đo được của nhiệt độ kim loại nóng chảy trong quá trình thổi được thực hiện trong lần thổi trước đây và nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp trong lần thổi trước đây.

Lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp có thể được xác định để xem xét thêm ít nhất một trong số thời gian từ khi lần nạp trước đó của lần nạp mục tiêu được xả đến khi sắt nóng chảy của lần nạp mục tiêu được nạp và thời gian từ khi sắt nóng chảy của lần nạp mục tiêu được nạp đến khi bắt đầu thổi.

Lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp có thể được xác định dựa trên sự chênh lệch giữa nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp trong lần thổi trước đây và nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp trong lần thổi trước đây.

Lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp có thể được xác định để xem xét thêm ít nhất một trong số thời gian trôi qua từ thời điểm mà sắt nóng chảy trong lần nạp trước đó của lần nạp mục tiêu được xả đến thời điểm nhận tại đó sắt nóng chảy sẽ được sử dụng để thổi của lần nạp mục tiêu được nhận trong vật chứa sắt nóng chảy để nhận sắt nóng chảy sẽ được sử dụng để thổi của lần nạp mục tiêu và thời gian từ khi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp được đo đến khi sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển.

Nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp có thể được đo bằng cách sử dụng phương pháp quang học không tiếp xúc.

Phương pháp quang học không tiếp xúc có thể là phương pháp đo quang phổ phát xạ được phát ra từ sắt nóng chảy để tính toán nhiệt độ của sắt nóng chảy từ tỷ lệ năng lượng bức xạ của hai bước sóng khác nhau được chọn từ quang phổ phát xạ đo được.

λ_1 và λ_2 có thể đều nằm trong phạm vi từ 400 nm đến 1000 nm, và giá trị tuyệt đối của chênh lệch giữa λ_1 và λ_2 có thể là 50 nm hoặc lớn hơn và 600 nm hoặc nhỏ hơn,

trong đó hai bước sóng khác nhau là λ_1 và λ_2 ($>\lambda_1$).

λ_1 và λ_2 có thể đều nằm trong phạm vi từ 400 nm đến 1000 nm, và giá trị tuyệt đối của chênh lệch giữa λ_1 và λ_2 có thể là 200 nm hoặc lớn hơn và 600 nm hoặc nhỏ hơn, trong đó hai bước sóng khác nhau là λ_1 và λ_2 ($>\lambda_1$).

Giá trị đo được của nhiệt độ của sắt nóng chảy có thể được hiệu chỉnh dựa trên tỷ lệ độ phát xạ được xác định trước của phổ phát xạ của hai bước sóng khác nhau.

Hệ thống điều khiển thổi trong lò chuyển theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế bao gồm: máy tính thứ nhất được tạo cấu hình để tính toán, bằng tính toán cân bằng nhiệt và tính toán cân bằng nguyên liệu, lượng oxy sẽ được cung cấp cho lò chuyển và lượng nguyên liệu làm mát hoặc nguyên liệu tăng nhiệt sẽ được nạp vào lò chuyển để kiểm soát nhiệt độ và nồng độ thành phần của thép nóng chảy ở cuối quá trình thổi trong lò chuyển đến các giá trị mục tiêu; thiết bị điều khiển được tạo cấu hình để điều khiển việc thổi trong lò chuyển dựa trên lượng oxy sẽ được cung cấp cho lò chuyển và lượng nguyên liệu làm mát hoặc nguyên liệu tăng nhiệt sẽ được nạp vào lò chuyển được tính toán bởi máy tính thứ nhất; máy tính thứ hai được tạo cấu hình để tính toán nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi là nhiệt độ của sắt nóng chảy mà được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi trong lò chuyển, được nạp vào lò chuyển, và ở trạng thái ngay trước khi bắt đầu thổi; và ít nhất một trong số máy tính thứ ba được tạo cấu hình để tính toán, dưới dạng nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp, nhiệt độ của sắt nóng chảy được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt bằng cách sử dụng thông tin nhiệt độ hai màu của sắt nóng chảy trong giai đoạn mà sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển, máy tính thứ tư được tạo cấu hình để tính toán lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp là lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trong giai đoạn từ khi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp được đo đến khi sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển, nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp là nhiệt độ của sắt nóng chảy trong giai đoạn mà sắt nóng chảy được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt được giữ trong vật chứa sắt nóng chảy trước khi được nạp vào lò chuyển, và máy tính thứ năm được tạo cấu hình để tính toán lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp là lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trong giai đoạn từ

khi sắt nóng chảy được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt được nạp vào lò chuyển đến khi bắt đầu thổi, trong đó máy tính thứ hai được tạo cấu hình để tính toán nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi sử dụng ít nhất một trong các nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp được tính toán bởi máy tính thứ ba, lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp được tính toán bởi máy tính thứ tư, và lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp được tính toán bởi máy tính thứ năm, và máy tính thứ nhất được tạo cấu hình để tính toán, sử dụng nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi được tính toán bởi máy tính thứ hai dưới dạng nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp, lượng oxy sẽ được cung cấp cho lò chuyển và lượng nguyên liệu làm mát hoặc nguyên liệu tăng nhiệt sẽ được nạp vào lò chuyển để kiểm soát nhiệt độ và nồng độ thành phần của thép nóng chảy ở cuối quá trình thổi trong lò chuyển đến các giá trị mục tiêu bằng tính toán cân bằng nhiệt và tính toán cân bằng nguyên liệu.

Hệ thống điều khiển thổi trong lò chuyển theo khía cạnh thứ hai của sáng chế bao gồm: máy tính thứ nhất được tạo cấu hình để tính toán tuần tự nhiệt độ và nồng độ thành phần của kim loại nóng chảy trong quá trình thổi bằng cách thực hiện tính toán cân bằng nhiệt và tính toán cân bằng nguyên liệu dựa trên các điều kiện hoạt động và giá trị đo được của lò chuyển thu được khi bắt đầu và trong quá trình thổi trong lò chuyển; thiết bị điều khiển được tạo cấu hình để điều khiển việc thổi trong lò chuyển dựa trên nhiệt độ và nồng độ thành phần của kim loại nóng chảy trong quá trình thổi được tính toán bởi máy tính thứ nhất; máy tính thứ hai được tạo cấu hình để tính toán nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi là nhiệt độ của sắt nóng chảy mà được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi trong lò chuyển, được nạp vào lò chuyển, và ở trạng thái ngay trước khi bắt đầu thổi; và ít nhất một trong số máy tính thứ ba được tạo cấu hình để tính toán, dưới dạng nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp, nhiệt độ của sắt nóng chảy được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi trong lò chuyển bằng cách sử dụng thông tin nhiệt độ hai màu của sắt nóng chảy trong giai đoạn mà sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển, máy tính thứ tư được tạo cấu hình để tính toán lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp là lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trong giai đoạn từ khi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp được đo đến khi sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển, nhiệt độ sắt

nóng chảy trước khi nạp là nhiệt độ của sắt nóng chảy được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi trong lò chuyển trong giai đoạn mà sắt nóng chảy được giữ trong vật chứa sắt nóng chảy trước khi được nạp vào lò chuyển, và máy tính thứ năm được tạo cấu hình để tính toán lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp là lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trong giai đoạn từ khi sắt nóng chảy được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi trong lò chuyển được nạp vào lò chuyển đến khi bắt đầu thổi, trong đó máy tính thứ hai được tạo cấu hình để tính toán nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi sử dụng ít nhất một trong các nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp được tính toán bởi máy tính thứ ba, lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp được tính toán bởi máy tính thứ tư, và lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp được tính toán bởi máy tính thứ năm, và máy tính thứ nhất được tạo cấu hình để tính toán tuần tự nhiệt độ của kim loại nóng chảy trong quá trình thổi sử dụng, dưới dạng nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp, nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi được tính toán bởi máy tính thứ hai.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển và hệ thống điều khiển thổi trong lò chuyển của sáng chế, nhiệt độ của thép nóng chảy ở cuối quá trình thổi có thể được kiểm soát chính xác đến giá trị mục tiêu.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ dạng giản đồ minh họa cấu hình của hệ thống điều khiển thổi trong lò chuyển theo phương án của sáng chế.

Fig.2 là sơ đồ minh họa mối quan hệ giữa thời gian lò trống của lò chuyển trước khi thổi và chênh lệch nhiệt độ thu được bằng cách trừ đi nhiệt độ thực tế thu được từ ống phụ được nạp giữa lúc thổi từ nhiệt độ ước tính đối với trường hợp mà nhiệt độ bắt đầu thổi được tính toán là nhiệt độ sắt nóng chảy đo được tại thời điểm nạp.

Fig.3 là sơ đồ minh họa mối quan hệ giữa thời gian từ khi kết thúc việc nạp sắt nóng chảy đến khi bắt đầu thổi và chênh lệch nhiệt độ thu được bằng cách trừ đi nhiệt độ thực tế thu được từ ống phụ được nạp giữa lúc thổi từ nhiệt độ ước tính đối với trường hợp mà nhiệt độ bắt đầu thổi được tính toán là nhiệt độ sắt nóng chảy đo được tại thời điểm nạp.

Fig.4 là sơ đồ minh họa sai số nhiệt độ của sắt nóng chảy so với giá trị mục tiêu ở cuối quá trình thổi trong ví dụ sáng chế và ví dụ so sánh thứ nhất.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển và hệ thống điều khiển thổi trong lò chuyển theo sáng chế sẽ được mô tả.

[Phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển]

Trong hoạt động của lò chuyển, điều khiển thổi kết hợp điều khiển tĩnh và điều khiển động được thực hiện để kiểm soát nhiệt độ và nồng độ thành phần như nồng độ cacbon của thép nóng chảy ở cuối quá trình thổi (ngừng thổi) đến các giá trị mục tiêu. Trong điều khiển tĩnh, mô hình toán học dựa trên tính toán cân bằng nhiệt và tính toán cân bằng nguyên liệu được sử dụng để xác định, trước khi bắt đầu thổi, lượng oxy sẽ được cung cấp và lượng nguyên liệu làm mát và nguyên liệu tăng nhiệt sẽ được nạp (sau đây, được gọi là nguyên liệu làm mát, v.v.) cần thiết để kiểm soát nhiệt độ và nồng độ thành phần của thép nóng chảy đến các giá trị mục tiêu. Sau đó, việc thổi được bắt đầu và tiến triển dựa trên lượng oxy sẽ được cung cấp được xác định và lượng nguyên liệu làm mát được xác định, v.v. sẽ được nạp, và việc thổi được tiếp tục trong khoảng thời gian nhất định (ví dụ, thời điểm tại đó 80 đến 90% lượng oxy sẽ được cung cấp được tính toán trong điều khiển tĩnh được thổi, và tương tự), và sau đó nhiệt độ và nồng độ thành phần của kim loại nóng chảy được đo sử dụng ống phụ. Trong điều khiển động, mô hình toán học dựa trên nhiệt độ và nồng độ thành phần của kim loại nóng chảy được đo sử dụng ống phụ, cân bằng nhiệt, cân bằng nguyên liệu, và mô hình phản ứng được sử dụng để hiệu chỉnh lượng oxy sẽ được cung cấp và lượng nguyên liệu làm mát, v.v. sẽ được nạp được xác định trong điều khiển tĩnh, và lượng oxy sẽ được cung cấp và lượng nguyên liệu làm mát, v.v. sẽ được nạp trước khi ngừng thổi cuối cùng được xác định.

Công thức tính toán được sử dụng cho tính toán cân bằng nhiệt trong điều khiển tĩnh bao gồm, ví dụ, thuật ngữ xác định nhiệt đầu vào, thuật ngữ xác định nhiệt đầu ra, thuật ngữ làm mát hoặc thuật ngữ tăng nhiệt độ, thuật ngữ sai số, và thuật ngữ hiệu chỉnh nhiệt độ bởi người vận hành. Trong số đó, thuật ngữ xác định nhiệt đầu vào bao gồm

thuật ngữ biểu diễn nhiệt cảm nhận được của sắt nóng chảy sẽ được nạp. Tình cờ, ngay cả trong phương pháp được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 2 được mô tả ở trên, điểm mà nhiệt cảm nhận được của sắt nóng chảy sẽ được nạp cần được cho trước làm giá trị ban đầu tương tự như phương pháp điều khiển thời kết hợp điều khiển tĩnh và điều khiển động.

Nhiệt cảm nhận được của sắt nóng chảy sẽ được nạp được tính bởi công thức $(\text{nhiệt dung riêng của sắt nóng chảy}) \times (\text{khối lượng sắt nóng chảy sẽ được nạp}) \times (\text{nhiệt độ của sắt nóng chảy sẽ được nạp})$. Như là nhiệt dung riêng của sắt nóng chảy, giá trị đặc tính vật lý được mô tả trong sổ tay hoặc tương tự được sử dụng. Như là khối lượng sắt nóng chảy sẽ được nạp, ví dụ, sự chênh lệch giữa trọng lượng của nôi nạp (vật chứa sắt nóng chảy) được lấp đầy với sắt nóng chảy được đo bằng cảm biến tải trọng hoặc tương tự trước khi sắt nóng chảy được nạp và trọng lượng của nôi nạp trống được đo bằng cảm biến tải trọng hoặc tương tự sau khi sắt nóng chảy được nạp được sử dụng. Hơn nữa, dưới dạng nhiệt độ của sắt nóng chảy sẽ được nạp (nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp), giá trị đo được bằng cách nhúng cặp nhiệt điện vào sắt nóng chảy lấp đầy trong nôi nạp được sử dụng, ví dụ.

Sau khi nghiên cứu cẩn thận, các tác giả của sáng chế thấy rằng lý do tại sao độ chính xác kiểm soát nhiệt độ của thép nóng chảy trong điểm ngừng thời không tăng lên là do giá trị nhiệt cảm nhận được của sắt nóng chảy sẽ được nạp không chính xác trong tính toán cân bằng nhiệt trong điều khiển tĩnh và điều khiển động. Cụ thể, các tác giả của sáng chế thấy rằng, trong trường hợp mà nhiệt cảm nhận được của sắt nóng chảy sẽ được nạp được tính toán, không phải lúc nào cũng thích hợp để sử dụng giá trị đo được của nhiệt độ của sắt nóng chảy được mô tả ở trên.

Nói chung, nhiệt độ của sắt nóng chảy được đo sau khi sắt nóng chảy được nạp vào nôi nạp và cần được loại bỏ từ đó. Tuy nhiên, sau khi đo nhiệt độ, thời gian trôi qua trước khi sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển thay đổi đáng kể tùy thuộc vào trạng thái hoạt động của lò chuyển và quy trình luyện thép sau lò chuyển. Ví dụ, sau khi nhiệt độ của sắt nóng chảy được đo, sắt nóng chảy ngay lập tức được nạp vào lò chuyển để bắt đầu thổi trong một số trường hợp, hoặc sau khi nhiệt độ của sắt nóng chảy được đo,

có thể bắt buộc phải chờ cho đến khi sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển ở trạng thái mà sắt nóng chảy lấp đầy trong nôi nạp như vậy. Nghĩa là, vì lượng giảm nhiệt độ của sắt nóng chảy trong giai đoạn từ khi nhiệt độ của sắt nóng chảy được đo đến khi sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển là khác nhau, nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp thực tế cũng khác nhau.

Cụ thể, nếu thời gian chờ cho đến khi sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển dài, phân bố nhiệt độ của sắt nóng chảy xảy ra theo chiều sâu của nôi nạp do đối lưu nhiệt. Trong nôi nạp với trọng lượng tải lớn hơn 200 tấn, độ sâu của bể sắt nóng chảy khi được lấp đầy với sắt nóng chảy là khoảng vài mét, trong khi đó độ sâu nhúng của cặp nhiệt điện tại thời điểm đo nhiệt độ là vài chục centimet. Vì lý do này, ngay cả khi nhiệt độ của sắt nóng chảy được đo lần nữa trong nôi nạp trước khi sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển, ảnh hưởng của phân bố nhiệt độ của sắt nóng chảy không được phản ánh đầy đủ trong giá trị đo nhiệt độ, gây ra sai số. Lịch sử nhiệt của nôi nạp được sử dụng cũng ảnh hưởng đến lượng giảm nhiệt độ của sắt nóng chảy trong giai đoạn từ khi nhiệt độ của sắt nóng chảy được đo đến khi sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển. Ví dụ, trong nôi nạp mà nhận được sắt nóng chảy được sử dụng cho lần nạp là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt, nếu thời gian trôi qua (thời gian nôi trống) từ thời điểm mà sắt nóng chảy được xả trước khi nhận được sắt nóng chảy đến khi sắt nóng chảy được nhận ngắn, thì lượng giảm nhiệt độ của sắt nóng chảy trong giai đoạn trong đó sắt nóng chảy được giữ trong nôi nạp nhỏ. Ngược lại, nếu thời gian nôi trống dài, thì lượng giảm nhiệt độ của sắt nóng chảy trong giai đoạn trong đó sắt nóng chảy được giữ trong nôi nạp được tăng lên. Hơn nữa, ngoài trạng thái ngay trước khi nhận được sắt nóng chảy được sử dụng cho lần nạp là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt, nôi nạp có tỷ lệ thời gian cao (thời gian lấp đầy nôi) ở trạng thái được lấp đầy với sắt nóng chảy trong giai đoạn nhất định có lượng giảm nhiệt độ của sắt nóng chảy nhỏ, và ngược lại, nôi nạp có tỷ lệ thời gian lấp đầy nôi thấp có lượng giảm nhiệt độ của sắt nóng chảy lớn.

Hơn nữa, nhiệt độ của sắt nóng chảy có những sự thay đổi ảnh hưởng đến độ chính xác của tính toán cân bằng nhiệt khác với trong lúc sắt nóng chảy được giữ trong nôi nạp. Cụ thể, có sự thay đổi nhiệt độ trong giai đoạn từ khi sắt nóng chảy được nạp

vào lò chuyển từ nồi nập đến khi việc thổi bắt đầu. Nó thường mất khoảng năm phút để sắt nóng chảy sẽ được nạp vào lò chuyển; tuy nhiên, người ta coi rằng thời gian nạp thay đổi tùy thuộc vào trạng thái của cổ lò của lò chuyển mà sắt nóng chảy sẽ được nạp vào (trạng thái bám dính của kim loại, v.v.), và nếu thời gian nạp được tăng lên, thì nhiệt độ của sắt nóng chảy sau khi sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển giảm một lượng tương ứng với thời gian tăng lên. Ngoài ra, thời gian từ khi sắt nóng chảy được nạp hoàn toàn vào lò chuyển đến khi việc thổi bắt đầu cũng thay đổi tùy thuộc vào tình trạng hoạt động của nhà máy. Ví dụ, nó có thể mất mười phút hoặc nhiều hơn từ khi sắt nóng chảy được nạp hoàn toàn vào lò chuyển đến khi việc thổi bắt đầu. Như được mô tả ở trên, nếu thời gian từ khi kết thúc việc nạp sắt nóng chảy đến khi bắt đầu thổi được tăng lên, nhiệt độ của sắt nóng chảy được coi là giảm một lượng tương ứng với thời gian tăng lên. Ngoài ra, nhiệt độ của sắt nóng chảy sau khi nạp cũng thay đổi tùy thuộc vào trạng thái của lò chuyển mà sắt nóng chảy được nạp vào. Ví dụ, người ta coi rằng sự giảm nhiệt độ của sắt nóng chảy sau khi nạp là nhỏ nếu thời gian (thời gian lò trống) từ khi lần nạp trước đó được xả đến khi lần nạp tiếp theo được nạp ngắn; tuy nhiên, người ta coi rằng sự giảm nhiệt độ của sắt nóng chảy sau khi nạp là lớn nếu thời gian lò trống dài.

Như được mô tả ở trên, người ta thấy rằng có trường hợp mà giá trị nhiệt độ của sắt nóng chảy được sử dụng để tính toán nhiệt cảm nhận được của sắt nóng chảy sẽ được nạp không nhất thiết phải phù hợp hiện tại; tuy nhiên, khó thực hiện việc vận hành trong khi giữ, không đổi, thời gian trôi qua trước khi sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển sau khi đo nhiệt độ, lịch sử nhiệt của nồi nập và lò chuyển, và tương tự. Trên cơ sở những điều trên, các tác giả của sáng chế ước tính, dưới dạng nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp được sử dụng cho tính toán cân bằng nhiệt, nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi, là nhiệt độ của sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển và ở trạng thái ngay trước khi bắt đầu thổi, và sử dụng nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi ước tính. Điều này làm tăng độ chính xác của tính toán cân bằng nhiệt so với lĩnh vực kỹ thuật liên quan và cho phép nhiệt độ của thép nóng chảy được kiểm soát chính xác đến giá trị mục tiêu.

Giá trị ước tính của nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi có thể thu được như sau.

(a) Trong trường hợp mà nhiệt độ của sắt nóng chảy (nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp) được đo trong khi sắt nóng chảy được sử dụng làm nguyên liệu thô trong quá trình thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt được nạp vào lò chuyển, và thu được giá trị đo được của nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp, giá trị ước tính của nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi được xác định là giá trị thu được bằng cách thêm lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp, là lượng thay đổi nhiệt độ của sắt nóng chảy từ khi sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển đến khi bắt đầu thổi, vào giá trị đo được của nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp, và giá trị ước tính được sử dụng cho tính toán cân bằng nhiệt. Lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp có giá trị âm trong trường hợp mà người ta ước tính rằng nhiệt độ của sắt nóng chảy giảm trong giai đoạn từ khi sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển đến khi bắt đầu thổi. Do đó, giá trị ước tính của nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi trong trường hợp này là giá trị thu được bằng cách trừ đi giá trị tuyệt đối của lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp từ giá trị đo được của nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp. Ở đây, lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp có thể được xác định bằng phép tính sau sử dụng dữ liệu của lần thổi trước đây được thực hiện bằng cách đo nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp.

Trước tiên, đối với lần thổi trước đây được thực hiện bằng cách đo nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp, nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp được tính toán ngược bằng tính toán cân bằng nhiệt để phù hợp với giá trị thực tế của nhiệt độ của kim loại nóng chảy trong quá trình thổi trên thực tế được đo với ống phụ. Sự chênh lệch giữa nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp được tính toán ngược và giá trị đo được của nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp của cùng lần thổi trong quá khứ được coi là tương ứng với lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp. Ví dụ, giả định rằng, trong lần thổi trước đây nhất định, giá trị đo được của nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp là 1350°C và nhiệt độ của kim loại nóng chảy được đo với ống phụ là 1550°C . Ở đây, tính toán ngược của tính toán cân bằng nhiệt với chỉ nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp được sử dụng làm biến số được thực hiện sao cho giải pháp tính toán cân bằng nhiệt cho lần thổi trước đây là 1550°C (tất cả các giá trị khác với nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp

đều giống như các giá trị được sử dụng cho tính toán cân bằng nhiệt của lần thổi trước đây). Giả định rằng nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp được tính toán ngược là 1340°C , lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp thu được là $1340 - 1350 = -10^{\circ}\text{C}$.

Theo cách này, đối với mỗi lần thổi trước đây được thực hiện bằng cách đo nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp, lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp được tính toán, và kết quả được tích lũy dưới dạng dữ liệu, nhờ đó lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp có thể được xác định dựa trên dữ liệu được tích lũy trong tính toán cân bằng nhiệt cho lần thổi mới. Trong tính toán cân bằng nhiệt cho lần thổi mới, để xác định lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp, giá trị trung bình số học của chính lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp được tích lũy có thể được lấy và được sử dụng, hoặc, cách khác, lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp có thể được đưa ra dưới dạng hàm thu được bằng phép tính hồi quy hoặc tương tự sử dụng, dưới dạng các biến số, thời gian từ khi lần nạp trước đó của lần thổi trước đây tương ứng được xả đến khi sắt nóng chảy của lần nạp trước đây được nạp, thời gian từ khi sắt nóng chảy của lần nạp trước đây được nạp đến khi việc thổi của lần nạp trước đây được bắt đầu, và tương tự.

(b) Mặt khác, đối với sắt nóng chảy được sử dụng làm nguyên liệu thô trong quá trình thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt, trong trường hợp mà nhiệt độ của sắt nóng chảy được nạp vào lò chuyển không được đo, hoặc trong trường hợp mà không thu được giá trị đo được, nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi được xác định là giá trị thu được bằng cách thêm lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp, là lượng thay đổi nhiệt độ của sắt nóng chảy trong giai đoạn từ phép đo nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp đến khi nạp sắt nóng chảy vào lò chuyển, và lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp vào nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp, là nhiệt độ của sắt nóng chảy đo được trong giai đoạn mà sắt nóng chảy được giữ trong vật chứa sắt nóng chảy trước khi được nạp vào lò chuyển, và sau đó nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi được sử dụng cho tính toán cân bằng nhiệt. Lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp có giá trị âm trong trường hợp mà người ta ước tính rằng nhiệt độ của sắt nóng chảy giảm trong giai đoạn từ khi nhiệt độ được đo trong vật chứa sắt nóng chảy đến khi sắt

nóng chảy được nạp vào lò chuyển. Do đó, giá trị ước tính của nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp trong trường hợp này là giá trị thu được bằng cách trừ đi giá trị tuyệt đối của lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp từ giá trị đo được trong vật chứa sắt nóng chảy.

Lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp có thể được xác định dựa trên sự chênh lệch giữa giá trị đo nhiệt độ của nhiệt độ sắt nóng chảy trong nồi nạp và giá trị đo nhiệt độ của nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp sử dụng dữ liệu của lần thổi trước đây được thực hiện bằng cách đo nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp. Ví dụ, trong lần thổi trước đây nhất định, giả định rằng giá trị đo nhiệt độ của nhiệt độ sắt nóng chảy trong nồi nạp là 1370°C và giá trị đo được của nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp là 1350°C , lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp thu được là $1350 - 1370 = -20^{\circ}\text{C}$. Ở đây, đối với nồi nạp đã nhận sắt nóng chảy được sử dụng trong lần thổi trước đây, thời gian trôi qua (thời gian nồi trống) từ thời điểm mà sắt nóng chảy được xả trước khi sắt nóng chảy trong quá khứ được nhận đến khi sắt nóng chảy trong quá khứ được nhận có thể được ghi lại cho mỗi lần thổi, và lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp có thể được đưa ra dưới dạng hàm thu được bằng phép tính hồi quy hoặc tương tự sử dụng thời gian nồi trống hoặc tương tự dưới dạng biến số. Tình cờ, lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp có thể được xác định theo cách tương tự như ở trên (a).

Đối với phép đo nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp, tốt hơn là sử dụng phương pháp đo nhiệt độ của sắt nóng chảy bằng phương pháp quang học không tiếp xúc khi sắt nóng chảy được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi, là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt, chảy vào lò chuyển từ nồi nạp. Là phương pháp đo nhiệt độ, phương pháp đo bằng cách nhúng cặp nhiệt điện hoặc tương tự vào dòng phun khi sắt nóng chảy chảy vào lò chuyển từ nồi nạp là khả thi; tuy nhiên, trang thiết bị quy mô lớn là cần thiết để nhúng cặp nhiệt điện vào dòng phun. Theo đó, tốt hơn là sử dụng phương pháp quang học không tiếp xúc để nhiệt độ có thể được đo dễ dàng hơn.

Các ví dụ về phương pháp quang học không tiếp xúc bao gồm phương pháp đo nhiệt độ sử dụng nhiệt kế hai màu, nhiệt kế bức xạ, thiết bị đo nhiệt, hoặc tương tự.

Ngoài ra, trong trường hợp mà nhiệt độ được đo bằng phương pháp quang học không tiếp xúc, có thể khó đo chính xác nhiệt độ vì xỉ nổi trên bề mặt bề trong sắt nóng chảy ở trạng thái ổn định lấp đầy trong nồi nạp. Mặt khác, khi phép đo được thực hiện trên dòng phun tại thời điểm chảy vào lò chuyển từ nồi nạp, bề mặt của sắt nóng chảy được tiếp xúc một phần, vì vậy phép đo chính xác hơn có thể được thực hiện.

Trong số các phương pháp quang học không tiếp xúc được mô tả ở trên, phương pháp đo quang phổ phát xạ được phát ra từ sắt nóng chảy và tính toán nhiệt độ từ tỷ lệ năng lượng bức xạ của hai bước sóng khác nhau được chọn từ quang phổ phát xạ thu được, nghĩa là, phương pháp sử dụng nhiệt kế hai màu là tốt hơn. Có khả năng là độ phát xạ của dòng phun tại thời điểm chảy vào lò chuyển từ nồi nạp, là mục tiêu đo nhiệt độ trong sáng chế, thay đổi tùy thuộc vào các điều kiện đo. Điều này là vì, trong phương pháp sử dụng nhiệt kế hai màu, ngay cả trong trường hợp mà độ phát xạ của mục tiêu đo nhiệt độ thay đổi, miễn là mối quan hệ giữa hai độ phát xạ phổ có các bước sóng khác nhau thay đổi trong khi duy trì mối quan hệ tỷ lệ, tỷ lệ của hai độ phát xạ phổ chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ, sao cho phép đo nhiệt độ chính xác có thể được thực hiện bất kể sự thay đổi của độ phát xạ.

Giả định rằng hai bước sóng khác nhau là λ_1 và λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$), tốt hơn là chọn các bước sóng sao cho λ_1 và λ_2 thỏa mãn mối quan hệ sau. Cụ thể, tốt hơn là λ_1 và λ_2 đều nằm trong phạm vi từ 400 nm đến 1000 nm và giá trị tuyệt đối của chênh lệch giữa λ_1 và λ_2 là 50 nm hoặc lớn hơn và 600 nm hoặc nhỏ hơn. Ngay cả trong phương pháp sử dụng nhiệt kế hai màu, sai số phép đo vẫn xuất hiện trong trường hợp mà độ phát xạ của hai phổ phát xạ có các bước sóng khác nhau không thay đổi trong khi duy trì mối quan hệ tỷ lệ với nhau. Đối với phép đo độ chính xác cao, nên chọn điều kiện để giảm sự thay đổi tỷ lệ độ phát xạ R ($R = \varepsilon_{\lambda_1}/\varepsilon_{\lambda_2}$), là tỷ lệ của độ phát xạ ε_{λ_1} và ε_{λ_2} của hai phổ phát xạ có các bước sóng khác nhau. Theo nghiên cứu của các tác giả của sáng chế, người ta coi rằng ảnh hưởng của ánh sáng phân tán từ màng oxit trên bề mặt của sắt nóng chảy hoặc thành lò, là một yếu tố của sự thay đổi tỷ lệ độ phát xạ R , là lớn ở phía bước sóng dài trong đó độ phát xạ tương đối nhỏ. Do đó, tốt hơn là chọn bước sóng phát hiện ở phía bước sóng ngắn trong đó độ phát xạ lớn.

Cụ thể, tốt hơn là chọn cả λ_1 và λ_2 nằm trong phạm vi từ 400 nm đến 1000 nm. Trong trường hợp mà bước sóng nhỏ hơn 400 nm, camera quang phổ thông thường khó có thể phát hiện năng lượng bức xạ vì bước sóng ngắn. Mặt khác, trong trường hợp mà bước sóng vượt quá 1000 nm, bước sóng dài, và do đó ảnh hưởng của sự thay đổi tỷ lệ độ phát xạ tăng lên. Hơn nữa, giá trị tuyệt đối của chênh lệch giữa λ_1 và λ_2 tốt hơn là 50 nm hoặc lớn hơn và 600 nm hoặc nhỏ hơn. Trong trường hợp mà giá trị tuyệt đối của chênh lệch giữa λ_1 và λ_2 nhỏ hơn 50 nm, các bước sóng λ_1 và λ_2 gần nhau, và do đó, khó thực hiện quang phổ với camera quang phổ thông thường. Mặt khác, trong trường hợp mà giá trị tuyệt đối của chênh lệch giữa λ_1 và λ_2 vượt quá 600 nm, một bước sóng không tránh khỏi được chọn từ điều kiện của bước sóng dài, và ảnh hưởng của sự thay đổi tỷ lệ độ phát xạ tăng lên bởi vì bước sóng dài.

Trong trường hợp mà giá trị tuyệt đối của chênh lệch giữa λ_1 và λ_2 là 200 nm hoặc lớn hơn và 600 nm hoặc nhỏ hơn, ảnh hưởng của sự thay đổi tỷ lệ độ phát xạ R được giảm, điều này là tốt hơn. Ngoài ra, tỷ lệ độ phát xạ R có thể được xác định trước dựa trên các giá trị thử nghiệm hoặc tài liệu, và giá trị đo được của nhiệt độ của sắt nóng chảy có thể được hiệu chỉnh với tỷ lệ độ phát xạ R được xác định trước.

[Hệ thống điều khiển thổi trong lò chuyển]

Như được minh họa trên Fig.1, hệ thống điều khiển thổi trong lò chuyển 1 theo phương án của sáng chế bao gồm: máy tính thứ nhất 3 tính toán, bằng tính toán cân bằng nhiệt và tính toán cân bằng nguyên liệu, lượng oxy sẽ được cung cấp cho lò chuyển 11 và lượng nguyên liệu làm mát, v.v. sẽ được nạp vào lò chuyển 11 để kiểm soát nhiệt độ và nồng độ thành phần của thép nóng chảy ở cuối quá trình thổi trong lò chuyển 11 đến các giá trị mục tiêu; và thiết bị điều khiển 7 điều khiển việc thổi trong lò chuyển 11 dựa trên lượng oxy sẽ được cung cấp cho lò chuyển 11 và lượng nguyên liệu làm mát, v.v. sẽ được nạp vào lò chuyển 11 được tính toán bởi máy tính thứ nhất 3. Lưu ý rằng thiết bị điều khiển 7 bao gồm thiết bị điều khiển lưu lượng khí 7a kiểm soát lưu lượng khí như oxy sẽ được cung cấp cho lò chuyển 11, thiết bị điều khiển ống phụ 7b kiểm soát hoạt động đo nhiệt độ và nồng độ thành phần của kim loại nóng chảy sử dụng ống phụ, và thiết bị điều khiển nạp nguyên liệu thô phụ trợ 7c kiểm soát hoạt động nạp nguyên

liệu thô phụ trợ vào lò chuyển 11. Hệ thống điều khiển thổi trong lò chuyển 1 cũng bao gồm máy tính thứ hai 6 tính toán nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi là nhiệt độ của sắt nóng chảy 12 được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi trong lò chuyển 11 được nạp vào lò chuyển 11 từ nồi nạp 13 và ở trạng thái ngay trước khi bắt đầu thổi. Tình cờ, máy tính thứ nhất 3 và máy tính thứ hai 6 có thể là cùng một máy tính hoặc các máy tính khác nhau.

Hệ thống điều khiển thổi trong lò chuyển 1 cũng bao gồm máy tính thứ ba 8 tính toán nhiệt độ của sắt nóng chảy 12 dưới dạng nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp bằng cách sử dụng thông tin nhiệt độ hai màu của sắt nóng chảy 12 trong giai đoạn mà sắt nóng chảy 12 được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi trong lò chuyển 11 được nạp vào lò chuyển 11 từ nồi nạp 13, được đo bằng camera quang phổ 2, máy tính thứ tư 9 tính toán lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp, là lượng thay đổi nhiệt độ của sắt nóng chảy trong giai đoạn từ khi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp được đo đến khi sắt nóng chảy 12 được nạp vào lò chuyển 11, nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp là nhiệt độ của sắt nóng chảy 12 trong giai đoạn mà sắt nóng chảy 12 được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt được giữ trong nồi nạp 13 trước khi được nạp vào lò chuyển 11, và máy tính thứ năm 10 tính toán lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp, là lượng thay đổi nhiệt độ của sắt nóng chảy trong giai đoạn từ khi nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp được đo đến khi bắt đầu thổi, nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp là nhiệt độ của sắt nóng chảy 12 trong giai đoạn mà sắt nóng chảy 12 được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt được nạp vào lò chuyển 11. Chỉ có yêu cầu rằng hệ thống điều khiển thổi trong lò chuyển 1 bao gồm ít nhất một trong số máy tính thứ ba 8, máy tính thứ tư 9, và máy tính thứ năm 10.

Sau đó, máy tính thứ hai 6 tính toán nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi sử dụng ít nhất một trong các nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp được tính toán bởi máy tính thứ ba 8, lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp được tính toán bởi máy tính thứ tư 9, và lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp được tính toán bởi máy tính thứ năm 10, và máy tính thứ nhất 3 tính toán, sử dụng lưu lượng khí thải

được đo bằng lưu lượng kế khí thải 4 và thành phần của khí thải được phân tích bằng máy phân tích khí thải 5 cũng như nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi được tính toán bởi máy tính thứ hai 6 dưới dạng nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp, lượng oxy sẽ được cung cấp cho lò chuyển 11 và lượng nguyên liệu làm mát, v.v. sẽ được nạp vào lò chuyển 11 để kiểm soát nhiệt độ và nồng độ thành phần của thép nóng chảy ở cuối quá trình thổi trong lò chuyển 11 đến các giá trị mục tiêu bằng tính toán cân bằng nhiệt và tính toán cân bằng nguyên liệu. Máy tính thứ nhất 3 có thể tính toán tuần tự nhiệt độ của kim loại nóng chảy trong quá trình thổi sử dụng lưu lượng kế khí thải được đo bằng lưu lượng kế khí thải 4 và thành phần của khí thải được phân tích bằng máy phân tích khí thải 5 và nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi được tính toán bởi máy tính thứ hai 6 dưới dạng nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp, và thiết bị điều khiển 7 có thể điều khiển việc thổi trong lò chuyển dựa trên nhiệt độ của kim loại nóng chảy trong quá trình thổi được tính toán bởi máy tính thứ nhất 3.

Ở đây, camera quang phổ 2 được lắp đặt, ví dụ, ở phía trước lò ở phía nạp lò chuyển, tại nơi mà dòng phun khí sắt nóng chảy 12 chảy vào lò chuyển 11 từ nồi nạp 13 có thể được quan sát. Tốt hơn là lắp đặt camera quang phổ 2 ở góc tại đó dòng phun được nhìn lên vì camera quang phổ 2 hầu như không bị ảnh hưởng bởi bụi khí sắt nóng chảy được nạp. Trong camera quang phổ 2, thông tin nhiệt độ hai màu được thu thập ở tốc độ lấy mẫu được thiết lập trước (ví dụ, mỗi giây) từ khi bắt đầu đến khi kết thúc việc nạp sắt nóng chảy. Thông tin nhiệt độ hai màu được thu thập bởi camera quang phổ 2 được truyền đến máy tính thứ ba 8 được lắp đặt trong phòng vận hành hoặc tương tự, và máy tính thứ ba 8 tính toán nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp.

Máy tính thứ tư 9 tích lũy dữ liệu như giá trị đo nhiệt độ của nhiệt độ sắt nóng chảy trong nồi nạp 13, giá trị đo nhiệt độ của nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp, và thời gian nôi trống trong lần thổi trước đây, và sử dụng các bộ dữ liệu để tính toán lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp. Trong phép tính lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp, hàm để đưa ra lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp có thể được suy ra bằng phép tính hồi quy hoặc tương tự trong máy tính thứ tư 9, hoặc lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp có thể được tính

toán sử dụng hàm.

Máy tính thứ năm 10 tích lũy dữ liệu như giá trị đo được của nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp trong lần thổi trước đây, giá trị thực tế của nhiệt độ kim loại nóng chảy trong quá trình thổi được đo với ống phụ, và thời gian lò trống, và sử dụng các bộ dữ liệu để tính toán lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp. Trong phép tính lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp, nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp được tính toán ngược trong tính toán cân bằng nhiệt để phù hợp với giá trị thực tế của nhiệt độ kim loại nóng chảy trong quá trình thổi được đo với ống phụ, và, mỗi chức năng tính toán ngược và đọc và lưu trữ dữ liệu cần thiết cho tính toán ngược có thể được bao gồm trong máy tính thứ năm 10, hoặc dữ liệu được lưu trữ trong máy tính thứ năm 10 có thể được ghi vào máy tính thứ nhất 3 và được tính toán ngược bởi máy tính thứ nhất 3, và giải pháp thu được có thể được đọc ra máy tính thứ năm 10. Ngoài ra, hàm để đưa ra lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp có thể được suy ra bằng phép tính hồi quy hoặc tương tự trong máy tính thứ năm 10, hoặc lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp có thể được tính toán sử dụng hàm.

Máy tính thứ ba 8, máy tính thứ tư 9, và máy tính thứ năm 10 có thể là cùng một máy tính hoặc các máy tính khác nhau. Ít nhất một trong số máy tính thứ ba 8, máy tính thứ tư 9, và máy tính thứ năm 10 có thể là cùng một máy tính hoặc là máy tính thứ nhất 3 hoặc máy tính thứ hai 6. Hơn nữa, tất cả máy tính thứ nhất 3, máy tính thứ hai 6, máy tính thứ ba 8, máy tính thứ tư 9, và máy tính thứ năm 10 có thể là một máy tính.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Fig.2 là sơ đồ minh họa mối quan hệ giữa thời gian lò trống của lò chuyển trước khi thổi và chênh lệch nhiệt độ thu được bằng cách trừ đi nhiệt độ thực tế của kim loại nóng chảy thu được từ phép đo ống phụ được nạp trong quá trình thổi và nhiệt độ ước tính của kim loại nóng chảy cho trường hợp tính toán trong đó nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp đo được tại thời điểm nạp bằng nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi trong tính toán cân bằng nhiệt để ước tính tuần tự nhiệt độ kim loại nóng chảy từ các điều kiện hoạt động và thông tin khí thải trong trường hợp thổi 300 đến 350 tấn sắt nóng chảy sử dụng lò chuyển 350 tấn. Như được minh họa trên Fig.2, vì chênh lệch nhiệt độ

ΔT (nhiệt độ ước tính - nhiệt độ thực tế) trong tính toán cân bằng nhiệt tăng lên khi thời gian lò trống tăng lên, có thể xác nhận rằng lượng giảm nhiệt độ của sắt nóng chảy trong giai đoạn từ khi sắt nóng chảy được nạp đến khi bắt đầu thổi cũng tăng lên.

Fig.3 là sơ đồ minh họa mối quan hệ giữa thời gian từ khi kết thúc việc nạp sắt nóng chảy đến khi bắt đầu thổi và chênh lệch nhiệt độ thu được bằng cách trừ đi nhiệt độ thực tế của kim loại nóng chảy thu được từ phép đo ống phụ được nạp trong quá trình thổi từ nhiệt độ ước tính của kim loại nóng chảy cho trường hợp tính toán rằng nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp đo được tại thời điểm nạp bằng nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi trong tính toán cân bằng nhiệt để ước tính tuần tự nhiệt độ kim loại nóng chảy từ các điều kiện hoạt động và thông tin khí thải trong trường hợp thổi 300 đến 350 tấn sắt nóng chảy sử dụng lò chuyển 350 tấn. Như với Fig.2, có thể xác nhận rằng lượng giảm nhiệt độ của sắt nóng chảy tăng lên khi thời gian từ khi kết thúc việc nạp sắt nóng chảy đến khi bắt đầu thổi tăng lên.

Có thể thấy từ các Fig.2 và 3 rằng bằng cách đo nhiệt độ sắt nóng chảy tại thời điểm nạp để phản ánh kết quả trong tính toán cân bằng nhiệt, lượng giảm nhiệt độ của sắt nóng chảy trong giai đoạn từ khi kết thúc việc nạp sắt nóng chảy đến khi bắt đầu thổi có thể được ước tính theo thời gian lò trống và thời gian từ khi sắt nóng chảy được nạp đến khi bắt đầu thổi. Do đó, độ chính xác ước tính của nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi có thể được tăng lên bằng cách kết hợp lượng giảm nhiệt độ ước tính của sắt nóng chảy vào tính toán cân bằng nhiệt.

Bảng 1

	Nhiệt độ nạp	Sự giảm nhiệt độ từ khi kết thúc nạp đến khi bắt đầu thổi	Độ chính xác ước tính nhiệt độ (1σ)
Ví dụ sáng chế thứ nhất	Được đo	Được ước tính	12,9
Ví dụ sáng chế thứ hai	Được ước tính	Được ước tính	13,0
Ví dụ so sánh thứ nhất	Không được xem xét	Không được xem xét	14,4
Ví dụ so sánh thứ hai	Được đo	Không được xem xét	13,4

Ví dụ so sánh thứ ba	Được ước tính	Không được xem xét	13,4
----------------------	---------------	--------------------	------

Các kết quả của việc triển khai được thực hiện để xác nhận hiệu quả của phương pháp của sáng chế được thể hiện trong Bảng 1. Ví dụ sáng chế thứ nhất được thể hiện trong Bảng 1 là kết quả (100 lần nạp) của việc sử dụng nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi được tính toán bằng cách kết hợp nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp đo được trong quá trình nạp và lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp, là lượng giảm nhiệt độ của sắt nóng chảy sau khi nạp sắt nóng chảy để bắt đầu thổi vào tính toán cân bằng nhiệt để ước tính tuần tự nhiệt độ kim loại nóng chảy từ các điều kiện hoạt động và thông tin khí thải trong trường hợp mà 300 đến 350 tấn sắt nóng chảy được thổi sử dụng lò chuyển 350 tấn. Ở đây, nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp là 1368°C trung bình cho 100 lần nạp. Lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp đã được tính toán bằng cách xác định hệ số bằng hồi quy bội từ lần nạp trước đây dưới dạng hàm tuyến tính của thời gian lò trống và thời gian từ khi sắt nóng chảy được nạp trong lần nạp mục tiêu đến khi bắt đầu thổi. Cụ thể, lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp ($^{\circ}\text{C}$) = $-0,43 \times (\text{thời gian (phút) từ khi nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp được đo đến khi bắt đầu thổi}) - 0,27 \times (\text{thời gian lò trống (phút)})$, và mức trung bình của 100 lần nạp đối với lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp thu được là -6°C . Kết quả là, nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi là 1362°C trung bình cho 100 lần nạp, và giá trị đã được sử dụng làm nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp trong tính toán cân bằng nhiệt.

Ngoài ra, ví dụ sáng chế thứ hai được thể hiện trong Bảng 1 là trường hợp mà nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi được ước tính từ nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp, lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp, và lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp, và kết quả được kết hợp vào tính toán cân bằng nhiệt tại thời điểm thổi 100 lần nạp như trong ví dụ sáng chế thứ nhất. Ở đây, nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp là 1374°C trung bình cho 100 lần nạp. Lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp đã được tính toán từ hàm tuyến tính thu được bằng phép tính hồi quy

với thời gian nôi trống hoặc tương tự dưới dạng biến số. Cụ thể, công thức lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp ($^{\circ}\text{C}$) $= -0,15 \times (\text{thời gian nôi trống (phút)}) - 0,37 \times (\text{thời gian lò trống (phút)})$ được sử dụng, và lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp là -8°C trung bình cho 100 lần nạp. Đối với lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp, giá trị tương tự (-6°C) như trong ví dụ sáng chế thứ nhất đã được sử dụng. Kết quả là, nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi là 1360°C trung bình cho 100 lần nạp, và giá trị đã được sử dụng làm nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp trong tính toán cân bằng nhiệt.

Mặt khác, trong các ví dụ so sánh từ thứ nhất đến thứ ba, nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp và lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp, là lượng giảm nhiệt độ của sắt nóng chảy sau khi nạp sắt nóng chảy để bắt đầu thổi vào tính toán cân bằng nhiệt, không được kết hợp vào tính toán cân bằng nhiệt trong 100 lần nạp khác với ví dụ sáng chế. Trong ví dụ so sánh thứ nhất, nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp (1374°C trung bình cho 100 lần nạp) đã được trực tiếp sử dụng làm nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi cho tính toán cân bằng nhiệt. Trong ví dụ so sánh thứ hai, giá trị đo được (1362°C trung bình cho 100 lần nạp) của nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp đã được trực tiếp sử dụng làm nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi cho tính toán cân bằng nhiệt. Trong ví dụ so sánh thứ ba, tổng (1360°C trung bình cho 100 lần nạp) của nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp (1374°C trung bình cho 100 lần nạp) và lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp (-14°C trung bình cho 100 lần nạp) đã được sử dụng làm nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi cho tính toán cân bằng nhiệt.

Độ chính xác ước tính nhiệt độ trong Bảng 1 là giá trị độ lệch chuẩn của sai số giữa nhiệt độ ước tính thu được bằng cách ước tính tuần tự nhiệt độ kim loại nóng chảy từ thông tin khí thải cho đến thời điểm nạp ống phụ trung gian sử dụng nhiệt độ bắt đầu thổi được đo hoặc được ước tính trong từng điều kiện và nhiệt độ thực tế thu được bởi ống phụ trung gian. Như rõ ràng từ Bảng 1 và Fig.4 minh họa ví dụ sáng chế thứ nhất và ví dụ so sánh thứ nhất trong Bảng 1, có thể thấy rằng độ chính xác trong ví dụ sáng chế được tăng lên so với ví dụ so sánh. Sáng chế không bị giới hạn ở tính toán cân bằng nhiệt trong đó nhiệt độ kim loại nóng chảy được ước tính tuần tự từ các điều kiện hoạt

động và thông tin khí thải, và cũng có thể áp dụng cho điều khiển tĩnh.

Mặc dù các phương án mà sáng chế được thực hiện bởi các tác giả được áp dụng đã được mô tả ở trên, sáng chế không bị giới hạn bởi bản mô tả và các hình vẽ cấu thành một phần nội dung bộc lộ của sáng chế theo các phương án hiện tại. Nghĩa là, các phương án, các ví dụ, các kỹ thuật vận hành khác, và tương tự được thực hiện bởi những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực dựa trên phương án hiện tại đều được bao gồm trong phạm vi của sáng chế.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế, có thể cung cấp phương pháp điều khiển thời trong lò chuyển và hệ thống điều khiển thời trong lò chuyển có khả năng kiểm soát chính xác nhiệt độ của thép nóng chảy ở cuối quá trình thời đến giá trị mục tiêu.

Danh sách số chỉ dẫn

- 1 HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN THỜI TRONG LÒ CHUYỂN
- 2 CAMERA QUANG PHỔ
- 3 MÁY TÍNH THỨ NHẤT
- 4 LƯU LƯỢNG KẾ KHÍ THẢI
- 5 MÁY PHÂN TÍCH KHÍ THẢI
- 6 MÁY TÍNH THỨ HAI
- 7 THIẾT BỊ ĐIỀU KHIỂN
- 7a THIẾT BỊ ĐIỀU KHIỂN LƯU LƯỢNG KHÍ
- 7b THIẾT BỊ ĐIỀU KHIỂN ỐNG PHỤ
- 7c THIẾT BỊ ĐIỀU KHIỂN NẠP NGUYÊN LIỆU THÔ PHỤ TRỢ
- 8 MÁY TÍNH THỨ BA
- 9 MÁY TÍNH THỨ TƯ
- 10 MÁY TÍNH THỨ NĂM
- 11 LÒ CHUYỂN
- 12 SẮT NÓNG CHẢY
- 13 NỒI NẠP

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển bao gồm các bước:

tính toán, bằng tính toán cân bằng nhiệt và tính toán cân bằng nguyên liệu, lượng oxy sẽ được cung cấp và lượng nguyên liệu làm mát hoặc nguyên liệu tăng nhiệt sẽ được nạp để kiểm soát nhiệt độ và nồng độ thành phần của thép nóng chảy ở cuối quá trình thổi trong lò chuyển (11) đến các giá trị mục tiêu; và

điều khiển việc thổi trong lò chuyển (11) dựa trên lượng oxy sẽ được cung cấp được tính toán và lượng nguyên liệu làm mát hoặc nguyên liệu tăng nhiệt được tính toán sẽ được nạp, trong đó

phương pháp bao gồm các bước:

ước tính nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi là nhiệt độ của sắt nóng chảy (12) mà được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt, được nạp vào lò chuyển (11), và ở trạng thái ngay trước khi bắt đầu thổi, và sử dụng nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi ước tính dưới dạng nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp trong tính toán cân bằng nhiệt.

2. Phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển bao gồm các bước:

ước tính tuần tự nhiệt độ và nồng độ thành phần của kim loại nóng chảy trong tiến độ thổi bằng cách thực hiện tuần tự tính toán cân bằng nhiệt và tính toán cân bằng nguyên liệu trong quá trình thổi dựa trên các điều kiện hoạt động và giá trị đo được của lò chuyển (11) thu được khi bắt đầu và trong quá trình thổi trong lò chuyển (11); và

điều khiển việc thổi trong lò chuyển (11) dựa trên nhiệt độ ước tính và nồng độ thành phần ước tính của kim loại nóng chảy, trong đó

phương pháp bao gồm các bước:

ước tính nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi là nhiệt độ của sắt nóng chảy (12) mà được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt, được nạp vào lò chuyển (11), và ở trạng thái ngay trước khi bắt đầu thổi, và

sử dụng nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi ước tính dưới dạng nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp trong tính toán cân bằng nhiệt.

3. Phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển theo điểm 1 hoặc 2, trong đó giá trị thu được bằng cách thêm lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp vào nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp được sử dụng làm nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp được sử dụng trong tính toán cân bằng nhiệt, lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp là lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trong giai đoạn từ khi sắt nóng chảy (12) được nạp vào lò chuyển (11) đến khi bắt đầu thổi, và nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp là nhiệt độ của sắt nóng chảy đo được trong giai đoạn mà sắt nóng chảy (12) được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt được nạp vào lò chuyển (11).

4. Phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển theo điểm 1 hoặc 2, trong đó giá trị thu được bằng cách thêm lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp và lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp vào nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp được sử dụng làm nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp được sử dụng trong tính toán cân bằng nhiệt, nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp là nhiệt độ của sắt nóng chảy (12) đo được trong giai đoạn mà sắt nóng chảy (12) được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt được giữ trong vật chứa sắt nóng chảy trước khi được nạp vào lò chuyển (11), lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp là lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trong giai đoạn từ phép đo nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp đến khi nạp sắt nóng chảy (12) vào lò chuyển (11), và lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp là lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trong giai đoạn từ khi sắt nóng chảy (12) được nạp vào lò chuyển (11) đến khi bắt đầu thổi.

5. Phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển theo điểm 4, trong đó lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp được xác định dựa trên sự chênh lệch giữa giá trị được tính toán ngược của nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp được tính toán ngược từ tính toán cân bằng nhiệt để phù hợp với giá trị đo được của nhiệt độ kim loại nóng chảy trong quá trình thổi được thực hiện trong lần thổi trước đây và nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp trong lần thổi trước đây.

6. Phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển theo điểm 5, trong đó lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp được xác định để xem xét thêm ít nhất một trong số

thời gian từ khi lần nạp trước đó của lần nạp mục tiêu được xả đến khi sắt nóng chảy (12) của lần nạp mục tiêu được nạp và thời gian từ khi sắt nóng chảy (12) của lần nạp mục tiêu được nạp đến khi bắt đầu thổi.

7. Phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 6, trong đó lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp được xác định dựa trên sự chênh lệch giữa nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp trong lần thổi trước đây và nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp trong lần thổi trước đây.

8. Phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển theo điểm 7, trong đó lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp được xác định để xem xét thêm ít nhất một trong số thời gian trôi qua từ thời điểm mà sắt nóng chảy (12) trong lần nạp trước đó của lần nạp mục tiêu được xả đến thời điểm nhận tại đó sắt nóng chảy (12) sẽ được sử dụng để thổi của lần nạp mục tiêu được nhận trong vật chứa sắt nóng chảy để nhận sắt nóng chảy (12) sẽ được sử dụng để thổi của lần nạp mục tiêu và thời gian từ khi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp được đo đến khi sắt nóng chảy (12) được nạp vào lò chuyển (11).

9. Phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 3 đến 8, trong đó nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp được đo bằng cách sử dụng phương pháp quang học không tiếp xúc.

10. Phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển theo điểm 9, trong đó phương pháp quang học không tiếp xúc là phương pháp đo quang phổ phát xạ được phát ra từ sắt nóng chảy (12) để tính toán nhiệt độ của sắt nóng chảy (12) từ tỷ lệ năng lượng bức xạ của hai bước sóng khác nhau được chọn từ quang phổ phát xạ đo được.

11. Phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển theo điểm 10, trong đó

λ_1 và λ_2 đều nằm trong phạm vi từ 400 nm đến 1000 nm, và

giá trị tuyệt đối của chênh lệch giữa λ_1 và λ_2 là 50 nm hoặc lớn hơn và 600 nm hoặc nhỏ hơn,

trong đó hai bước sóng khác nhau là λ_1 và λ_2 ($>\lambda_1$).

12. Phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển theo điểm 10, trong đó

λ_1 và λ_2 đều nằm trong phạm vi từ 400 nm đến 1000 nm, và

giá trị tuyệt đối của chênh lệch giữa λ_1 và λ_2 là 200 nm hoặc lớn hơn và 600 nm

hoặc nhỏ hơn,

trong đó hai bước sóng khác nhau là λ_1 và λ_2 ($>\lambda_1$).

13. Phương pháp điều khiển thổi trong lò chuyển theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 12, trong đó giá trị đo được của nhiệt độ của sắt nóng chảy (12) được hiệu chỉnh dựa trên tỷ lệ độ phát xạ được xác định trước của phổ phát xạ của hai bước sóng khác nhau.

14. Hệ thống điều khiển thổi trong lò chuyển (1) bao gồm:

máy tính (3, 6, 8, 9, 10) được tạo cấu hình để tính toán, bằng tính toán cân bằng nhiệt và tính toán cân bằng nguyên liệu, lượng oxy sẽ được cung cấp cho lò chuyển (11) và lượng nguyên liệu làm mát hoặc nguyên liệu tăng nhiệt sẽ được nạp vào lò chuyển (11) để kiểm soát nhiệt độ và nồng độ thành phần của thép nóng chảy ở cuối quá trình thổi trong lò chuyển (11) đến các giá trị mục tiêu;

thiết bị điều khiển (7) được tạo cấu hình để điều khiển việc thổi trong lò chuyển (11) dựa trên lượng oxy sẽ được cung cấp cho lò chuyển (11) và lượng nguyên liệu làm mát hoặc nguyên liệu tăng nhiệt sẽ được nạp vào lò chuyển (11) được tính toán bởi máy tính (3, 6, 8, 9, 10);

máy tính (3, 6, 8, 9, 10) còn được tạo cấu hình để:

tính toán nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi là nhiệt độ của sắt nóng chảy (12) mà được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi trong lò chuyển (11), được nạp vào lò chuyển (11), và ở trạng thái ngay trước khi bắt đầu thổi;

tính toán, dưới dạng nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp, nhiệt độ của sắt nóng chảy (12) được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt bằng cách sử dụng thông tin nhiệt độ hai màu của sắt nóng chảy (12) trong giai đoạn mà sắt nóng chảy (12) được nạp vào lò chuyển (11),

tính toán lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp là lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trong giai đoạn từ khi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp được đo đến khi sắt nóng chảy (12) được nạp vào lò chuyển (11), nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp là nhiệt độ của sắt nóng chảy (12) trong giai đoạn mà sắt nóng chảy (12) được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt được giữ

trong vật chứa sắt nóng chảy trước khi được nạp vào lò chuyển (11),

toán lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp là lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trong giai đoạn từ khi sắt nóng chảy (12) được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi là mục tiêu của tính toán cân bằng nhiệt được nạp vào lò chuyển (11) đến khi bắt đầu thổi,

tính toán nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi sử dụng ít nhất một trong các nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp được tính toán bởi máy tính (3, 6, 8, 9, 10), lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp được tính toán bởi máy tính (3, 6, 8, 9, 10), và lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp được tính toán bởi máy tính (3, 6, 8, 9, 10), và

tính toán, sử dụng nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi được tính toán bởi máy tính (3, 6, 8, 9, 10) dưới dạng nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp, lượng oxy sẽ được cung cấp cho lò chuyển (11) và lượng nguyên liệu làm mát hoặc nguyên liệu tăng nhiệt sẽ được nạp vào lò chuyển (11) để kiểm soát nhiệt độ và nồng độ thành phần của thép nóng chảy ở cuối quá trình thổi trong lò chuyển (11) đến các giá trị mục tiêu bằng tính toán cân bằng nhiệt và tính toán cân bằng nguyên liệu.

15. Hệ thống điều khiển thổi trong lò chuyển (1) bao gồm:

máy tính (3, 6, 8, 9, 10) được tạo cấu hình để tính toán tuần tự nhiệt độ và nồng độ thành phần của kim loại nóng chảy trong quá trình thổi bằng cách thực hiện tính toán cân bằng nhiệt và tính toán cân bằng nguyên liệu dựa trên các điều kiện hoạt động và giá trị đo được của lò chuyển (11) thu được khi bắt đầu và trong quá trình thổi trong lò chuyển (11);

thiết bị điều khiển (7) được tạo cấu hình để điều khiển việc thổi trong lò chuyển (11) dựa trên nhiệt độ và nồng độ thành phần của kim loại nóng chảy trong quá trình thổi được tính toán bởi máy tính (3, 6, 8, 9, 10);

máy tính (3, 6, 8, 9, 10) còn được tạo cấu hình để:

tính toán nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi là nhiệt độ của sắt nóng chảy (12) mà được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi trong lò chuyển (11), được nạp vào lò chuyển (11), và ở trạng thái ngay trước khi bắt đầu thổi;

tính toán, dưới dạng nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp, nhiệt độ của sắt nóng chảy (12) được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi trong lò chuyển (11) bằng cách sử dụng thông tin nhiệt độ hai màu của sắt nóng chảy (12) trong giai đoạn mà sắt nóng chảy (12) được nạp vào lò chuyển (11),

tính toán lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp là lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trong giai đoạn từ khi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp được đo đến khi sắt nóng chảy (12) được nạp vào lò chuyển (11), nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp là nhiệt độ của sắt nóng chảy (12) được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi trong lò chuyển (11) trong giai đoạn mà sắt nóng chảy (12) được giữ trong vật chứa sắt nóng chảy trước khi được nạp vào lò chuyển (11),

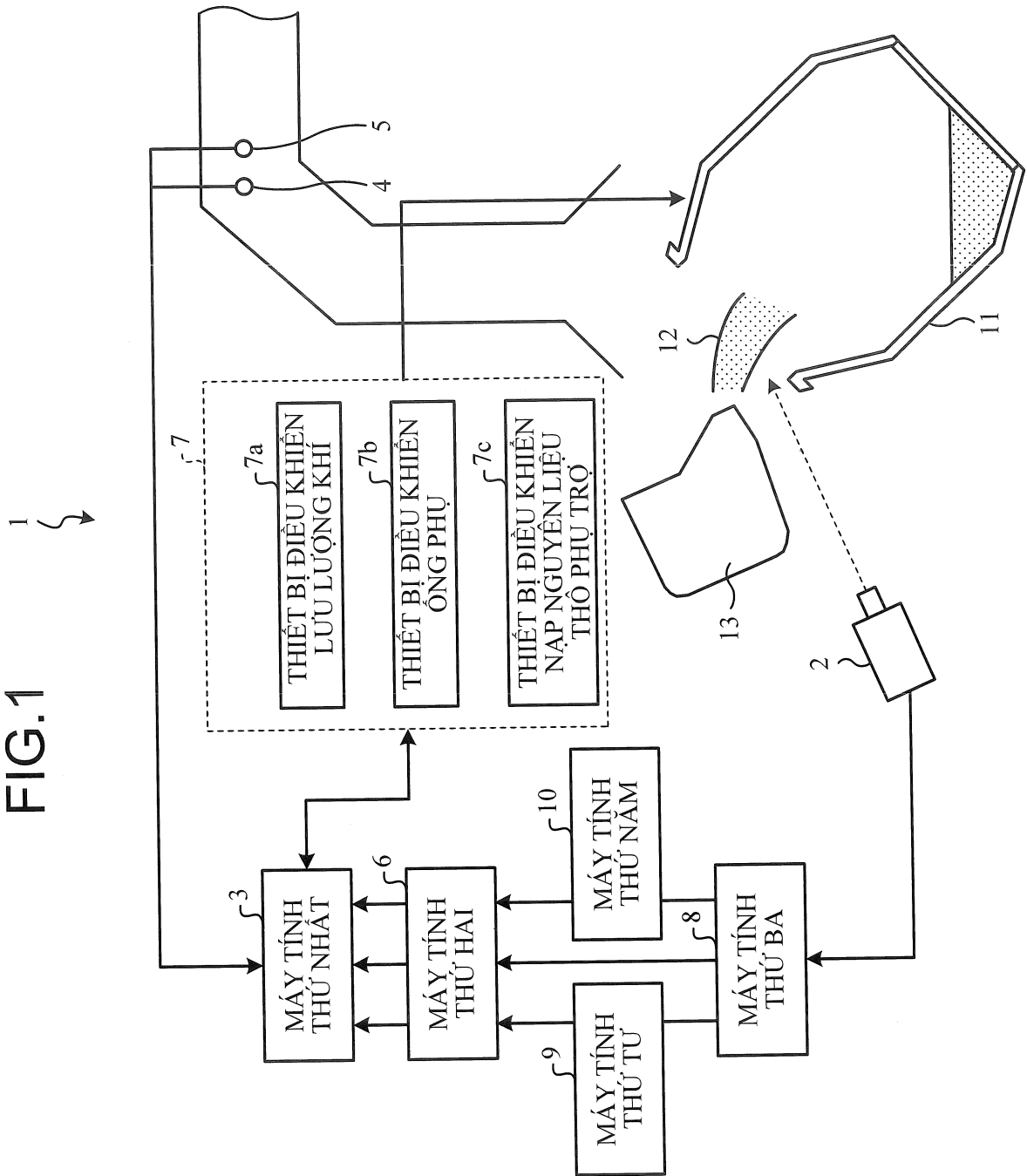
tính toán lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp là lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trong giai đoạn từ khi sắt nóng chảy (12) được sử dụng làm nguyên liệu thô để thổi trong lò chuyển (11) được nạp vào lò chuyển (11) đến khi bắt đầu thổi,

tính toán nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi sử dụng ít nhất một trong các nhiệt độ sắt nóng chảy trong quá trình nạp được tính toán bởi máy tính (3, 6, 8, 9, 10), lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi nạp được tính toán bởi máy tính (3, 6, 8, 9, 10), và lượng thay đổi nhiệt độ sắt nóng chảy sau khi nạp được tính toán bởi máy tính (3, 6, 8, 9, 10), và

tính toán tuần tự nhiệt độ của kim loại nóng chảy trong quá trình thổi sử dụng, dưới dạng nhiệt độ sắt nóng chảy được nạp, nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi thổi được tính toán bởi máy tính (3, 6, 8, 9, 10).

1/3

FIG.1



2/3

FIG.2

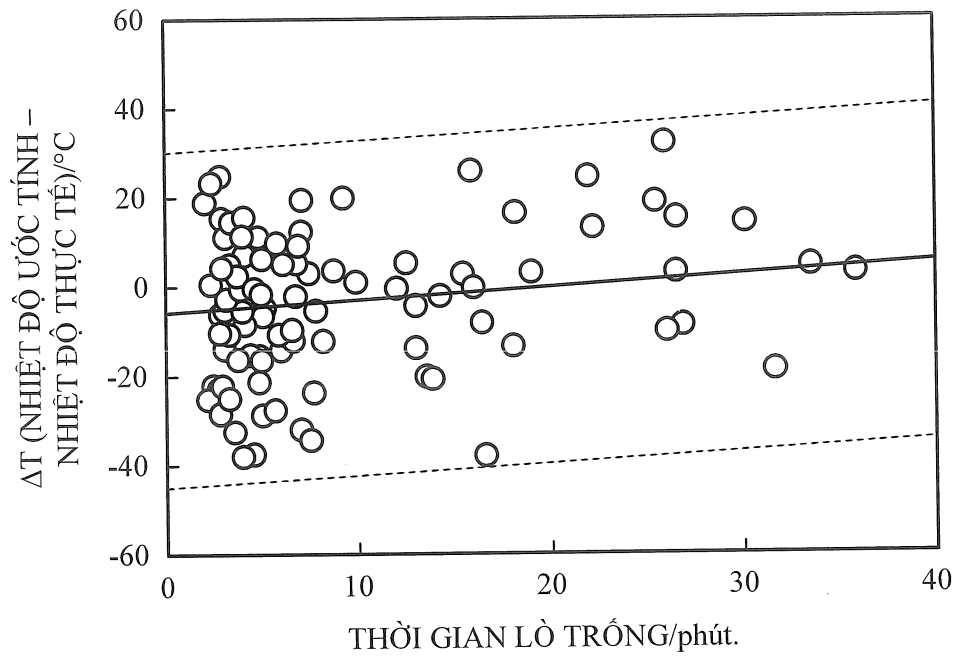
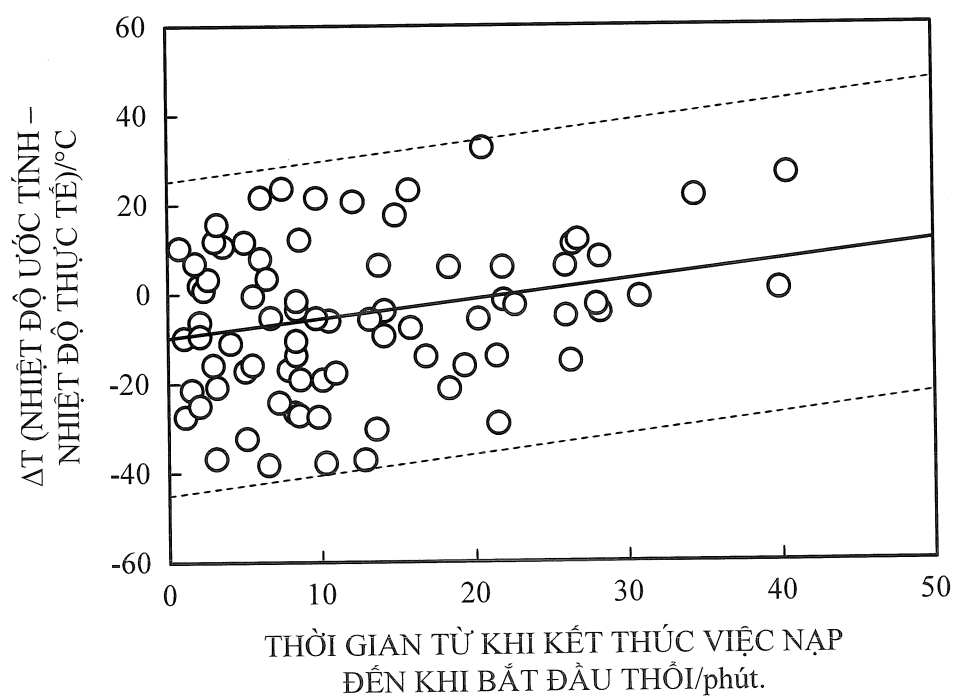


FIG.3



3/3

FIG.4

