



(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)



1-0048242

(51)^{2021.01} C21C 7/00; C21C 7/10

(13) B

(21) 1-2022-05140

(22) 02/02/2021

(86) PCT/JP2021/003616 02/02/2021

(87) WO 2021/157541 12/08/2021

(30) 2020-018450 06/02/2020 JP

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/10/2022 415A

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

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

(72) KUYAMA, Shuji (JP); OGASAHARA, Tomoyoshi (JP); NAKAI, Yoshie (JP);

MIZOBATA, Keisuke (JP); ISHIDA, Tomoharu (JP); KIKUCHI, Masamichi (JP).

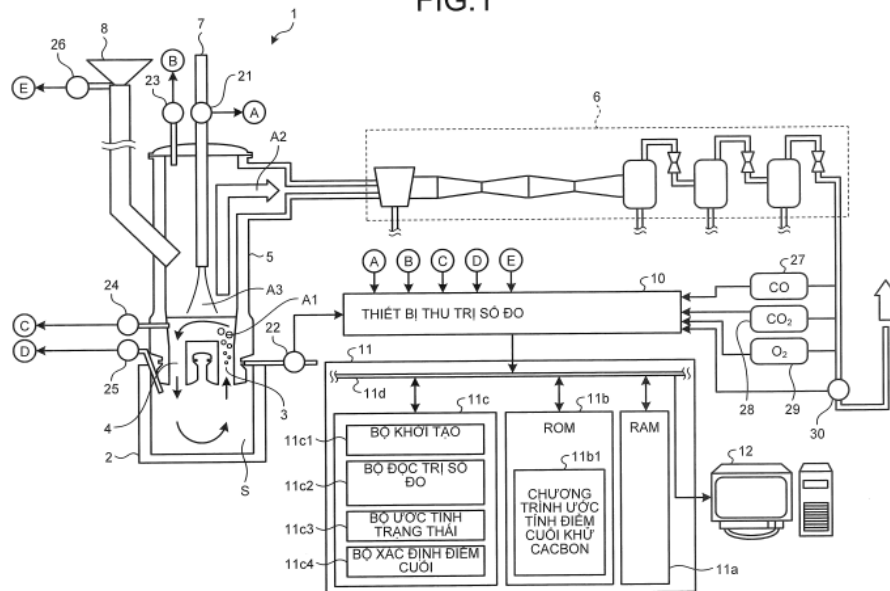
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH ĐIỂM KẾT THÚC KHỦ CACBON, THIẾT BỊ XÁC
ĐỊNH ĐIỂM KẾT THÚC KHỦ CACBON, PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH TÍNH
LUYỆN THỨ CẤP ĐỂ LUYỆN THÉP, VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT THÉP
NÓNG CHẢY

(21) 1-2022-05140

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp xác định điểm cuối khử cacbon theo sáng chế bao gồm: bước ước tính ước tính nồng độ cacbon và nồng độ oxy của thép nóng chảy và nồng độ khí cacbon dioxit của khí xả trong buồng chân không trong quá trình xử lý khử cacbon trong chân không bằng cách sử dụng các trị số đo nồng độ cacbon và nồng độ oxy của thép nóng chảy trước khi bắt đầu xử lý khử cacbon trong chân không, trị số đo áp suất bên trong của buồng chân không và công thức mô hình của xử lý khử cacbon trong chân không; và bước xác định điều chỉnh tham số có trong công thức mô hình sao cho giảm ít nhất một sự khác biệt giữa trị số ước tính và trị số đo nồng độ oxy của thép nóng chảy tại thời điểm khi nồng độ oxy của thép nóng chảy được đo trong quá trình xử lý khử cacbon trong chân không và sự khác biệt giữa trị số ước tính và trị số đo của nồng độ khí cacbon dioxit của khí xả tại thời điểm đo nồng độ khí cacbon dioxit của khí xả trong quá trình xử lý khử cacbon trong chân không, ước tính nồng độ cacbon của thép nóng chảy bằng cách sử dụng công thức mô hình trong đó tham số được điều chỉnh và xác định thời điểm khi trị số ước tính đạt đến trị số đích là thời điểm hoàn thành của quá trình xử lý khử cacbon trong chân không.

FIG.1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp xác định điểm kết thúc khử cacbon, thiết bị xác định điểm kết thúc khử cacbon, phương pháp vận hành tinh luyện thứ hai luyện thép để luyện thép, và phương pháp sản xuất thép nóng chảy.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, ngày càng có nhiều nhu cầu về việc giảm sự thay đổi độ bền đối với tấm thép cao cấp như tấm thép độ bền kéo cao có hàm lượng cacbon trung bình (tấm thép độ bền kéo cao có hàm lượng cacbon trung bình) hoặc thép có hàm lượng cacbon siêu thấp được sử dụng làm chi tiết trong oto. Theo đó, ngày càng có nhiều nhu cầu về việc điều chỉnh thành phần chặt chẽ hơn trong quá trình luyện thép của quy trình sản xuất thép. Cụ thể, có tấm thép độ bền kéo cao có hàm lượng cacbon trung bình được sản xuất bằng cách giảm nồng độ cacbon của thép nóng chảy từ khoảng 300 ppm xuống còn khoảng 100 ppm trong quy trình khử khí chân không, một trong các quy trình tinh luyện thứ cấp để luyện thép. Hơn nữa, cũng có thép có hàm lượng cacbon cực thấp được sản xuất bằng cách giảm nồng độ cacbon của thép nóng chảy từ khoảng 300 ppm xuống còn khoảng năm đến vài chục ppm. Đã được yêu cầu để thực hiện nhanh chóng và chính xác xử lý khử cacbon trong chân không cho các điều này.

Tuy nhiên, kỹ thuật để đo nồng độ cacbon của thép nóng chảy trong quá trình xử lý khử cacbon trong chân không trong thời gian thực vẫn chưa được thiết lập. Vì lý do này, thông thường, phương pháp ước tính gián tiếp nồng độ cacbon của thép nóng chảy từ thông tin đo khác không phải là nồng độ cacbon của thép nóng chảy và thực hiện xác định độ hoàn thành (xác định điểm cuối) của quá trình xử lý khử cacbon trong chân không trên cơ sở nồng độ cacbon ước tính của thép nóng chảy được sử dụng.

Cụ thể, Tài liệu sáng chế 1 mô tả thiết bị khử khí chân không ước tính nồng độ cacbon của thép nóng chảy trên cơ sở thể tích hồi lưu của thép nóng chảy mà thể tích được tính theo sự thay đổi đường kính trong của ống nhúng, phương trình cân bằng khối lượng của cacbon, tốc độ khử cacbon và công thức mô hình phản ứng trong bể. Sau đó, thiết bị khử khí chân không được mô tả trong Tài liệu sáng chế 1 kết thúc quá trình xử

lý khử khí chân không tại thời điểm khi nồng độ cacbon ước tính của thép nóng chảy đạt đến trị số đích.

Tài liệu sáng chế 2 mô tả phương pháp xác định trước đó sự liên quan trong ba yếu tố đó là nồng độ cacbon của thép nóng chảy, nồng độ oxy hòa tan của thép nóng chảy và nồng độ khí CO của khí xả thoát ra từ dây chuyền khử khí chân không. Sau đó, theo phương pháp được mô tả trong Tài liệu sáng chế 2, thời điểm mà nồng độ cacbon của thép nóng chảy đạt đến trị số đích được xác định là thời điểm hoàn thành của quá trình xử lý khử cacbon trong chân không, nồng độ cacbon của thép nóng chảy được ước tính từ nồng độ oxy hòa tan của thép nóng chảy và nồng độ khí CO của khí xả, nồng độ oxy hòa tan và nồng độ khí CO được đo trong quá trình xử lý, trên cơ sở sự liên quan giữa ba yếu tố này.

Tài liệu sáng chế 3 mô tả phương pháp xây dựng mô hình tính toán tốc độ thay đổi nồng độ cacbon của thép nóng chảy bằng cách sử dụng mô hình toán học bao gồm nồng độ cacbon của thép nóng chảy, áp suất trong buồng chân không, nồng độ oxy hòa tan của thép nóng chảy, và khối lượng thép nóng chảy. Ngoài ra, trong phương pháp được mô tả trong Tài liệu sáng chế 3, bộ quan sát ước tính nồng độ cacbon của thép nóng chảy theo thời gian tạo ra sự điều chỉnh bằng cách bổ sung trị số, mà thu được bằng cách nhân hiệu số giữa tốc độ dòng chảy cacbon từ toàn bộ thép nóng chảy, mà tốc độ thu được từ mô hình, và tốc độ dòng chảy cacbon trong khí xả theo hệ số, với tốc độ thay đổi của nồng độ cacbon trong thép nóng chảy. Sau đó, phương pháp được mô tả trong Tài liệu sáng chế 3 kết thúc quá trình xử lý khử khí chân không khi nồng độ cacbon ước tính của thép nóng chảy đạt đến trị số đích.

Danh sách đối chứng

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Đơn đăng ký sáng chế của Nhật Bản số 2015-101742

Tài liệu sáng chế 2: Đơn đăng ký sáng chế của Nhật Bản số 2007-169717

Tài liệu sáng chế 3: Đơn đăng ký sáng chế của Nhật Bản số 2006-104521

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, trong phương pháp được mô tả trong Tài liệu sáng chế 1, nồng độ oxy hòa tan của thép nóng chảy và nồng độ khí cacbon dioxid của khí xả mà nồng độ oxy hòa tan và nồng độ khí cacbon dioxid được đo trong quá trình xử lý khử cacbon trong

chân không không được sử dụng. Do đó, có khả năng nồng độ cacbon của thép nóng chảy được ước tính sai do sự sai lệch của dữ liệu được sử dụng để xác định tham số của công thức mô hình hoặc yếu tố không chắc chắn không được xem xét trong mô hình. Mặt khác, trong phương pháp được mô tả trong Tài liệu sáng chế 2, khi muốn biết liên tục sự thay đổi nồng độ cacbon của thép nóng chảy ngay trước điểm kết thúc của quá trình xử lý khử cacbon trong chân không, cần phải đo lần lượt nồng độ oxy hòa tan của thép nóng chảy. Tuy nhiên, để đo chính xác nồng độ oxy hòa tan của thép nóng chảy, cần phải thu lần lượt thép nóng chảy từ gàu rót thép nóng chảy và đưa thép nóng chảy vào máy phân tích được chuẩn bị riêng, điều này không thực tế vì cần thời gian và nhân công. Ngoài ra, trong phương pháp được mô tả trong Tài liệu sáng chế 3, vì nồng độ oxy hòa tan của thép nóng chảy mà nồng độ là thông tin quan trọng để biết nồng độ cacbon của thép nóng chảy không được sử dụng, nên có khả năng cao là độ chính xác dự đoán của nồng độ cacbon của thép nóng chảy trở nên thấp so với nồng độ của phương pháp được mô tả trong Tài liệu sáng chế 2.

Sáng chế được đưa ra dựa trên các vấn đề trên và mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp xác định điểm cuối khử cacbon và thiết bị xác định điểm cuối khử cacbon có khả năng ước tính chính xác nồng độ cacbon của thép nóng chảy và xác định chính xác quá trình xử lý khử cacbon trong chân không. Hơn nữa, mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp vận hành tinh luyện thứ cấp để luyện thép có khả năng thực hiện hoạt động tinh luyện thứ cấp một cách chính xác và ổn định cao. Ngoài ra, mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất thép nóng chảy bằng phương pháp mà thép nóng chảy có thể được sản xuất một cách chính xác và ổn định cao.

Giải quyết vấn đề

Để giải quyết vấn đề và đạt được mục đích, phương pháp xác định điểm kết thúc khử cacbon theo sáng chế để xác định điểm hoàn thành quá trình xử lý khử cacbon trong chân không trong dây chuyền mà thực hiện quá trình xử lý khử cacbon trong chân không để giảm nồng độ cacbon của thép nóng chảy bằng cách khử khí của buồng chân không, phương pháp bao gồm: bước ước tính để ước tính nồng độ cacbon và nồng độ oxy của thép nóng chảy và nồng độ khí cacbon dioxit của khí xả trong buồng chân không trong quá trình xử lý khử cacbon trong chân không bằng cách sử dụng các trị số đo của nồng độ cacbon và nồng độ oxy của thép nóng chảy trước khi bắt đầu quá trình xử lý khử

cacbon trong chân không, trị số đo của áp suất bên trong của buồng chân không, và công thức mô hình của quá trình xử lý khử cacbon trong chân không; và bước xác định điều chỉnh tham số có trong công thức mô hình sao cho giảm ít nhất một trong số hiệu số giữa trị số ước tính và trị số đo của nồng độ oxy của thép nóng chảy tại thời điểm khi nồng độ oxy của thép nóng chảy được đo trong quá trình xử lý khử cacbon trong chân không và hiệu số giữa trị số ước tính và trị số đo của nồng độ khí cacbon dioxit của khí xả tại thời điểm đo nồng độ khí cacbon dioxit của khí xả trong quá trình xử lý khử cacbon trong chân không, ước tính nồng độ cacbon của thép nóng chảy bằng cách sử dụng công thức mô hình trong đó tham số được điều chỉnh, và xác định thời gian khi trị số ước tính đạt đến trị số đích là điểm thời gian hoàn thành của quá trình xử lý khử cacbon trong chân không.

Hơn nữa, trong phương pháp xác định điểm cuối khử cacbon theo sáng chế, bước xác định bao gồm bước tính toán trị số xác suất của tham số khi có ít nhất một trong các trị số đo của nồng độ oxy của thép nóng chảy và trị số đo của nồng độ khí cacbon dioxit của khí xả thu được, bằng phân tích nghịch đảo sử dụng suy luận Bayesian.

Hơn nữa, trong phương pháp xác định điểm cuối khử cacbon theo sáng chế, tham số là hệ số công suất khử cacbon.

Hơn nữa, thiết bị xác định điểm kết thúc khử cacbon theo sáng chế mà xác định điểm hoàn thành quá trình xử lý khử cacbon trong chân không trong dây chuyền mà thực hiện quá trình xử lý khử cacbon trong chân không để giảm nồng độ cacbon của thép nóng chảy bằng cách khử khí của buồng chân không, thiết bị bao gồm: các phương tiện ước tính được tạo kết cấu để ước tính nồng độ cacbon và nồng độ oxy của thép nóng chảy và nồng độ khí cacbon dioxit của khí xả trong buồng chân không trong quá trình xử lý khử cacbon trong chân không bằng cách sử dụng các trị số đo của nồng độ cacbon và nồng độ oxy của thép nóng chảy trước khi bắt đầu quá trình xử lý khử cacbon trong chân không, trị số đo của áp suất bên trong của buồng chân không, và công thức mô hình của quá trình xử lý khử cacbon trong chân không; và các phương tiện xác định được tạo kết cấu để điều chỉnh tham số có trong công thức mô hình sao cho giảm ít nhất một trong số hiệu số giữa trị số ước tính và trị số đo của nồng độ oxy của thép nóng chảy tại thời điểm khi nồng độ oxy của thép nóng chảy được đo trong quá trình xử lý khử cacbon trong chân không và hiệu số giữa trị số ước tính và trị số đo của nồng độ khí cacbon dioxit của khí xả tại thời điểm đo nồng độ khí cacbon dioxit của khí xả trong

quá trình xử lý khử cacbon trong chân không, ước tính nồng độ cacbon của thép nóng chảy bằng cách sử dụng công thức mô hình trong đó tham số được điều chỉnh, và xác định thời gian khi trị số ước tính đạt đến trị số đích là điểm thời gian hoàn thành của quá trình xử lý khử cacbon trong chân không.

Ngoài ra, trong thiết bị xác định điểm cuối khử cacbon theo sáng chế, các phương tiện xác định tính toán trị số xác suất của tham số khi có ít nhất một trong các trị số đo của nồng độ oxy của thép nóng chảy và trị số đo của nồng độ khí cacbon dioxit của khí xả thu được, bằng phân tích nghịch đảo sử dụng suy luận Bayesian.

Ngoài ra, trong thiết bị xác định điểm cuối khử cacbon theo sáng chế, tham số là hệ số công suất khử cacbon.

Hơn nữa, phương pháp vận hành tinh luyện thứ cấp để luyện thép theo sáng chế bao gồm bước thực hiện sự xác định điểm cuối vận hành của quá trình tinh luyện thứ cấp để luyện thép, bằng phương pháp xác định điểm cuối khử cacbon theo sáng chế.

Hơn nữa, phương pháp sản xuất thép nóng chảy theo sáng chế bao gồm bước sản xuất thép nóng chảy bằng cách sử dụng phương pháp vận hành tinh luyện thứ cấp để luyện thép theo sáng chế.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo phương pháp xác định điểm cuối khử cacbon và thiết bị xác định điểm cuối khử cacbon theo sáng chế, có thể ước tính chính xác nồng độ cacbon của thép nóng chảy và xác định chính xác điểm cuối của quá trình xử lý khử cacbon trong chân không. Ngoài ra, theo phương pháp vận hành tinh luyện thứ cấp để luyện thép theo sáng chế, hoạt động tinh luyện thứ cấp có thể được thực hiện chính xác và ổn định cao. Hơn nữa, theo phương pháp sản xuất thép nóng chảy theo sáng chế, thép nóng chảy có thể được sản xuất chính xác và ổn định cao.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ minh họa kết cấu của dây chuyền khử khí chân không mà phương pháp xác định điểm cuối khử cacbon là một phương án của sáng chế được áp dụng.

Fig.2 là sơ đồ minh họa quy trình xử lý xác định điểm cuối khử cacbon là một phương án của sáng chế.

Fig.3 là hình vẽ minh họa sự liên quan kết quả giữa các biến số liên quan đến quá trình xử lý khử cacbon chân không.

Fig.4 là hình vẽ minh họa các thay đổi chuỗi thời gian của các biến số đầu vào.

Fig.5 là hình vẽ minh họa sự thay đổi chuỗi thời gian của các biến số đầu ra theo phương pháp thông thường.

Fig.6 là hình vẽ minh họa sự thay đổi chuỗi thời gian của các biến số đầu ra theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, phương pháp xác định điểm cuối khử cacbon là một phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết có tham chiếu đến các hình vẽ.

[Kết cấu của dây chuyền khử khí chân không]

Trước tiên, tham chiếu đến Fig.1, kết cấu của dây chuyền khử khí chân không mà phương pháp xác định điểm cuối khử cacbon là một phương án của sáng chế được áp dụng sẽ được mô tả.

Fig.1 là hình vẽ minh họa kết cấu của dây chuyền khử khí chân không mà phương pháp xác định điểm cuối khử cacbon là một phương án của sáng chế được áp dụng.

Dây chuyền khử khí chân không 1 mà phương pháp xác định điểm cuối khử cacbon theo một phương án của sáng chế được minh họa trên Fig.1 được áp dụng là một trong các dây chuyền tinh luyện thứ cấp trong xưởng luyện thép của nhà máy luyện thép. Như minh họa trên Fig.1, dây chuyền khử khí chân không 1 bao gồm gầu 2 mà chứa thép nóng chảy S, ống hút 3 và ống xả 4 được ngâm trong thép nóng chảy S, buồng chân không 5, thiết bị chân không 6, vòi nạp oxy 7, và phễu 8.

Khi quá trình xử lý khử khí chân không bằng cách sử dụng thiết bị khử khí chân không 1, khí argon (khí hồi lưu) A1 được thổi vào ống hút 3 trong khi áp suất trong buồng chân không 5 được giảm xuống vài chục đến một trăm mPa bằng cách sử dụng thiết bị chân không 6. Do đó, thép nóng chảy S trong ống hút 3 được nâng lên buồng chân không 5 nhờ hoạt động của bơm nâng không khí, và thép nóng chảy S được hồi lưu vào gầu 2 qua ống xả 4. Trong quá trình giảm và hồi lưu áp suất này, oxy và cacbon trong thép nóng chảy S phản ứng (phản ứng khử cacbon) và tạo thành khí cacbon dioxit, và khí cacbon dioxit được đưa vào các bọt khí argon A1 trong thép nóng chảy S. Sau đó, các bọt khí của khí argon A1 mà đưa vào khí cacbon dioxit được xả ra bên ngoài buồng chân không 5 là khí xả A2 qua buồng chân không 5. Điều này làm giảm nồng độ cacbon của thép nóng chảy S từ khoảng 300 ppm xuống 10 đến 100 ppm. Để thúc đẩy phản ứng khử cacbon, khí oxy tinh khiết A3 có thể được thổi từ vòi nạp oxy 7 được lắp vào buồng chân không 5 từ phần trên của buồng chân không 5 ở giai đoạn đầu của quá

trình xử lý khử cacbon trong chân không, và oxy có thể được hòa tan trong thép nóng chảy S. Ngoài ra, trong nửa sau của quá trình khử cacbon trong chân không, quặng Al hoặc loại tương tự có thể được nạp từ phễu 8 để dừng phản ứng khử cacbon.

Dây chuyền khử khí chân không 1 bao gồm thiết bị thu thập trị số đo 10, thiết bị ước tính điểm cuối khử cacbon 11, và thiết bị hiển thị 12 như hệ thống điều khiển.

Thiết bị thu thập trị số đo 10 được nối với lưu lượng kế vòi nạp oxy 21, lưu lượng kế khí hồi lưu 22, dụng cụ đo áp suất bên trong buồng chân không 23, nhiệt kế 24, dụng cụ đo oxy hòa tan 25, dụng cụ đo nguyên liệu phụ 26, dụng cụ đo nồng độ CO trong khí xả 27, dụng cụ đo nồng độ CO₂ trong khí xả 28, dụng cụ đo nồng độ O₂ trong khí xả 29, và máy đo lưu lượng khí xả 30. Thiết bị thu thập trị số đo 10 thu nhận các trị số đo từ các thiết bị đo này ở mọi chu kỳ kiểm soát được xác định trước, và xuất các trị số đo đã thu được tới thiết bị ước tính điểm cuối khử cacbon 11.

Lưu lượng kế vòi nạp oxy 21 đo tốc độ dòng của khí oxy tinh khiết A3 được thổi vào buồng chân không 5 từ vòi nạp oxy 7 (tốc độ dòng oxy), và nhập trị số đo tốc độ dòng oxy vào thiết bị thu thập trị số đo 10. Lưu lượng kế khí hồi lưu 22 đo tốc độ dòng khí argon A1 thổi vào ống hút 3, và nhập trị số đo tốc độ dòng khí argon A1 vào thiết bị thu thập trị số đo 10. Dụng cụ đo áp suất bên trong buồng chân không 23 đo áp suất bên trong của buồng chân không 5 (áp suất bên trong buồng chân không) và nhập trị số đo của áp suất bên trong buồng chân không vào thiết bị thu thập trị số đo 10. Nhiệt kế 24 đo nhiệt độ thành bên trong của phần dưới của buồng chân không 5, và nhập trị số đo của nhiệt độ thành bên trong vào thiết bị thu thập trị số đo 10. Dụng cụ đo oxy hòa tan 25 đo nồng độ oxy hòa tan của thép nóng chảy S trong gầu 2, và nhập trị số đo nồng độ oxy hòa tan vào thiết bị thu thập trị số đo 10.

Dụng cụ đo nguyên liệu phụ 26 đo trọng lượng của nguyên liệu phụ được nạp vào từ phễu 8, và nhập trị số đo trọng lượng của nguyên liệu phụ vào thiết bị thu thập trị số đo 10. Dụng cụ đo nồng độ CO trong khí xả 27 đo nồng độ CO (nồng độ khí cacbon dioxid) của khí xả A2 thoát ra từ thiết bị chân không 6, và nhập trị số đo nồng độ CO vào thiết bị thu thập trị số đo 10. Dụng cụ đo nồng độ CO₂ trong khí xả 28 đo nồng độ CO₂ của khí xả A2 thoát ra từ thiết bị chân không 6, và nhập trị số đo nồng độ CO₂ vào thiết bị thu thập trị số đo 10. Dụng cụ đo nồng độ O₂ trong khí xả 29 đo nồng độ oxy của khí xả A2 thoát ra từ thiết bị chân không 6, và nhập trị số đo nồng độ oxy vào thiết bị thu thập trị số đo 10. Dụng cụ đo khí xả 30 đo tốc độ dòng của khí xả A2 thoát

ra từ thiết bị chân không 6, và nhập trị số đo tốc độ dòng vào thiết bị thu thập trị số đo 10.

Thiết bị ước tính điểm cuối khử cacbon 11 bao gồm thiết bị xử lý thông tin như máy tính, và bao gồm bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM-random access memory) 11a, bộ nhớ chỉ đọc (ROM-read only memory) 11b, và bộ xử lý số học 11c. RAM 11a, ROM 11b, và bộ xử lý số học 11c được nối điện thông qua đường dây dẫn kênh 11d.

RAM 11a có chức năng như không gian làm việc của bộ xử lý số học 11c bằng cách lưu trữ tạm thời chương trình máy tính được thực hiện bởi bộ xử lý số học 11c thực hiện và các loại dữ liệu khác nhau cần thiết để thực hiện chương trình máy tính. Theo phương án sáng chế, khi quá trình xác định điểm cuối khử cacbon (được mô tả sau) được thực hiện, các trị số của các biến số và hằng số được minh họa trong Bảng 1 đến Bảng 7 trong phần sau được lưu trữ trong RAM 11a ngoài chương trình ước tính điểm kết thúc khử cacbon 11b1 (được mô tả sau), và các trị số của các biến số được cập nhật theo thứ tự trong quá trình xử lý xác định điểm cuối khử cacbon.

Các biến số trạng thái có trong công thức mô hình của phản ứng khử cacbon (mô tả sau) được minh họa trong Bảng 1. Tham số điều chỉnh của công thức mô hình của phản ứng khử cacbon được minh họa trong Bảng 2. Các biến số đầu vào của công thức mô hình của phản ứng khử cacbon được minh họa trong Bảng 3. Các biến số đầu ra được tính toán từ công thức mô hình của phản ứng khử cacbon được minh họa trong Bảng 4. Các hằng số có trong công thức mô hình của phản ứng khử cacbon được minh họa trong Bảng 5. Các biến số trung gian được sử dụng trong công thức mô hình của phản ứng khử cacbon (các biến số tạm thời được sử dụng để tính toán các biến số trạng thái được minh họa trong Bảng 1) được minh họa trong Bảng 6. Các trị số đo của các biến số đầu ra được tính toán từ công thức mô hình của phản ứng khử cacbon được minh họa trong Bảng 7.

Bảng 1

Thuật ngữ	Đơn vị	Mô tả
$m_{c,v}$	kg	Trọng lượng cacbon trong thép nóng chảy trong buồng chân không
$m_{c,l}$	kg	Trọng lượng cacbon trong thép nóng chảy trong gầu
$m_{o,v}$	kg	Trọng lượng oxy được hòa tan trong thép nóng chảy trong buồng chân không
$m_{o,l}$	kg	Trọng lượng oxy được hòa tan trong thép nóng chảy trong gầu
$c_{co,g}$	mol mol ⁻¹	Phần mol của khí cacbon dioxit trong pha khí trong buồng chân không

Bảng 2

Thuật ngữ	Đơn vị	Mô tả
K_v	$\text{kg kg}^{-1} \text{Pa}^{-1} \text{m}^{-1} \text{s}^{-1}$	Hệ số công suất khử cacbon

Bảng 3

Thuật ngữ	Đơn vị	Mô tả
p_v	Pa	Áp suất bên trong buồng chân không
V_{arg}	$\text{m}^3 \text{s}^{-1}$	Lưu lượng khí argon
V_{off25}	kg	LƯU LƯỢNG KHÍ XÁ
$f_{c, \text{add}}$	kg s^{-1}	Tốc độ dòng theo khối lượng của cacbon từ nguyên liệu phụ được nạp vào thép nóng chảy mà tốc độ được tính từ trị số đo trọng lượng của nguyên liệu phụ được nạp
$f_{a, \text{add}}$	kg s^{-1}	Tốc độ dòng theo khối lượng của nhôm từ nguyên liệu phụ được nạp vào thép nóng chảy mà tốc độ được tính từ trị số đo trọng lượng của nguyên liệu phụ được nạp

Bảng 4

Thuật ngữ	Đơn vị	Mô tả
$c_{c,l}$	kg kg^{-1}	Phần khối lượng cacbon của thép nóng chảy trong gầu
$c_{o,l}$	kg kg^{-1}	Phần khối lượng oxy của thép nóng chảy trong gầu
$c_{\text{co},g}$	mol mol^{-1}	Phần mol của khí cacbon dioxit trong pha khí trong buồng chân không

Bảng 5

Thuật ngữ	Đơn vị	Trị số	Mô tả
D_s	m	6,0e-1	Đường kính ống nhúng
B	$m^{-4/3} \text{ kg s}^{-4/3}$	7,0e+3	Hệ số tốc độ khối lượng của hồi lưu
g	N kg^{-1}	9,8	Gia tốc trọng lực
M_{Al}	kg mol^{-1}	2,7e-2	Khối lượng mol của nhôm
M_{Ar}	kg mol^{-1}	4,0e-2	Khối lượng mol của argon
M_C	kg mol^{-1}	1,2e-2	Khối lượng mol của cacbon
M_O	kg mol^{-1}	1,6e-2	Khối lượng mol của oxy
P_{ail}	Pa	1,0e+5	Áp suất của khí argon hồi lưu
P_{atm}	Pa	1,0e+5	Áp suất khí quyển
P_i	Pa		Áp suất của bọt hình thành trong thép nóng chảy
R	$\text{JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$	8,3	Hằng số khí
T_s	K		Nhiệt độ thép nóng chảy
T_g	K		Nhiệt độ khí trong buồng chân không
P	kg m^{-3}	7,0e+3	Mật độ thép nóng chảy
V_v	m^3	1,5	Thể tích buồng chân không

Bảng 6

Thuật ngữ	Đơn vị	Mô tả	Công thức tính
$c_{c,v}$	kg kg^{-1}	Phần khối lượng cacbon của thép nóng chảy trong buồng chân không	$m_{c,v} / m_{s,v}$
$c_{c,l}$	kg kg^{-1}	Phần khối lượng cacbon của thép nóng chảy trong gầu	$m_{c,l} / m_{s,l}$
$c_{o,v}$	kg kg^{-1}	Phần khối lượng oxy của thép nóng chảy trong buồng chân không	$m_{o,v} / m_{s,v}$
$c_{o,l}$	kg kg^{-1}	Phần khối lượng oxy của thép nóng chảy trong gầu	$m_{o,l} / m_{s,l}$
f_{arg}	kg s^{-1}	Vận tốc khối lượng của khí argon hồi lưu	$v_{arg} M_{Ar} P_{atm} / (RT)$
f_{dec}	kg s^{-1}	Tỷ lệ khử cacbon	$-K_v (K c_{c,v} c_{o,v} - p_v)$
f_{cir}	kg s^{-1}	Tốc độ dòng hồi lưu	$B \cdot D_s^{4/3} v_{arg}^{1/3} (\log (P_{ail}/P_v))^{1/3}$
K	$\text{Pa kg}^2 \text{ kg}^{-2}$	Hệ số phản ứng cacbon-oxy	$10^{(10447 / T_s + 18,038)}$

Bảng 7

Thuật ngữ	Đơn vị	Mô tả
$\hat{c}_{c,l}$	kg kg^{-1}	Trị số đo của phần khối lượng cacbon của thép nóng chảy trong gầu

$\hat{c}_{o,l}$	kg kg ⁻¹	Trị số đo của phần khối lượng oxy của thép nóng chảy trong gầu
$\hat{c}_{co,g}$	mol mol ⁻¹	Trị số đo của phần mol của khí cacbon dioxit trong pha khí trong buồng chân không

ROM 11b bao gồm thiết bị lưu trữ không bay hơi và lưu trữ chương trình máy tính như chương trình ước tính điểm cuối khử cacbon 11b1, và các loại dữ liệu điều khiển khác nhau.

Khối xử lý số học 11c bao gồm mạch điện như bộ xử lý trung tâm (CPU) bên trong thiết bị xử lý thông tin. Bộ xử lý số học 11c điều khiển hoạt động của toàn bộ thiết bị ước tính điểm cuối khử cacbon 11 bằng cách tải chương trình máy tính được lưu trữ trong ROM 11b vào RAM 11a và thực hiện chương trình máy tính đã tải. Theo phương án sáng chế, bộ xử lý số học 11c có chức năng như bộ khởi tạo 11c1, bộ đọc trị số đo 11c2, bộ ước tính trạng thái 11c3, và bộ xác định điểm cuối 11c4 bằng cách thực hiện chương trình ước tính điểm cuối khử cacbon 11b1. Chức năng của các bộ này sẽ được mô tả ở phần sau.

Thiết bị hiển thị 12 bao gồm thiết bị hiển thị đã biết, chẳng hạn như thiết bị màn hình tinh thể lỏng, và hiển thị rõ ràng các loại thông tin khác nhau phù hợp với tín hiệu điều khiển từ thiết bị ước tính điểm cuối khử cacbon 11. Theo phương án sáng chế, thiết bị hiển thị 12 hiển thị rõ ràng trị số biến số đầu vào của công thức mô hình của phản ứng khử cacbon, trị số biến số đầu ra và trị số đo của biến số đầu ra tại mỗi chu kỳ tính toán tương tự như trị số ước lượng điểm cuối khử cacbon thiết bị 11. Hơn nữa, thiết bị hiển thị 12 hiển thị rõ ràng thông tin liên quan đến điểm cuối của quá trình xử lý khử cacbon trong chân không.

Trong dây chuyền khử khí chân không 1 có kết cấu như vậy, thiết bị ước tính điểm cuối khử cacbon 11 ước tính nồng độ cacbon của thép nóng chảy S và xác định điểm cuối của quá trình xử lý khử cacbon trong chân không bằng cách thực hiện quy trình xác định điểm cuối khử cacbon sau đây. Sau đây, hoạt động của thiết bị ước tính điểm cuối khử cacbon 11 trong quá trình xử lý xác định điểm cuối khử cacbon sẽ được mô tả với tham chiếu đến lưu đồ được minh họa trên Fig.2.

[Xử lý xác định điểm cuối khử cacbon]

Fig.2 là sơ đồ minh họa quy trình xử lý xác định điểm cuối khử cacbon là một phương án của sáng chế. Quy trình xác định điểm cuối khử cacbon được minh họa trên

Fig.2 được bắt đầu tại thời điểm khi thiết bị chân không 6 bắt đầu quy trình hút trong buồng chân không 5, và quy trình xác định điểm cuối khử cacbon sẽ chuyển sang xử lý ở Bước S1. Lưu ý rằng bộ khởi tạo 11c1 đặt lại trị số của bộ đếm chương trình i mà đếm số cuộn (bước thời gian) của quy trình xác định điểm cuối khử cacbon về 0 tại thời điểm bắt đầu xử lý xác định điểm cuối khử cacbon.

Trong quy trình xử lý Bước S1, bộ khởi tạo 11c1 lưu trữ các trị số của các hằng số được liệt kê trong Bảng 5 vào vùng của RAM 11a mà vùng tương ứng với các hằng số mà có trong công thức mô hình của phản ứng khử cacbon và được liệt kê trong Bảng 5 và lưu trữ trị số ban đầu $0,0080 \text{ [kg kg}^{-1} \text{ Pa}^{-1} \text{ m}^{-1} \text{ S}^{-1}]$ của hệ số công suất khử cacbon K_v vào vùng của RAM 11a mà vùng tương ứng với hệ số dung tích khử cacbon K_v được liệt kê trong Bảng 2. Lưu ý rằng các trị số này có thể được thay đổi một cách thích hợp theo dạng dây chuyền hoặc dạng hoạt động của dây chuyền khử khí chân không 1. Kết quả là, quá trình xử lý của Bước S1 được hoàn thành, và quá trình xác định điểm cuối khử cacbon sẽ chuyển sang quá trình xử lý của Bước S2.

Trong quá trình xử lý Bước S2, bộ khởi tạo 11c1 lưu trữ các trị số đo khác nhau đầu ra từ thiết bị thu thập trị số đo 10 vào vùng của RAM 11a mà vùng tương ứng với các biến số đầu vào của công thức mô hình của phản ứng khử cacbon, mà các biến số được liệt kê trong Bảng 3, và các trị số đo của các biến số đầu ra mà các trị số được tính toán từ công thức mô hình của phản ứng khử cacbon và được liệt kê trong Bảng 7. Ngoài ra, bộ khởi tạo 11c1 sao chép các trị số trong vùng của RAM 11a vùng tương ứng với các trị số đo của các biến số đầu ra, trị số đo nào được liệt kê trong Bảng 7, vào vùng của RAM 11a vùng tương ứng với các biến số đầu ra (trị số ban đầu của các biến số đầu ra) được liệt kê trong Bảng 4. Lưu ý rằng khi bắt đầu xử lý xác định điểm cuối khử cacbon (bộ đếm chương trình $i = 0$), các trị số đo được ngay sau khi tháo thép nóng chảy từ bộ chuyển đổi trong quá trình trước có thể được sử dụng làm trị số đo của phần khối lượng cacbon (nồng độ cacbon) và phần khối lượng oxy (nồng độ oxy hòa tan) của thép nóng chảy được liệt kê trong Bảng 7. Kết quả là, quá trình xử lý của Bước S2 được hoàn thành, và quá trình xác định điểm cuối khử cacbon sẽ chuyển sang quá trình xử lý của Bước S3.

Trong quá trình xử lý Bước S3, bộ ước tính trạng thái 11c3 giả định trị số đo của phần khối lượng cacbon của thép nóng chảy, trị số đo của phần khối lượng oxy của thép nóng chảy và trị số đo của phần mol của khí cacbon dioxit (nồng độ khí dioxit cacbon)

của khí xả mà các trị số được lưu trữ trong RAM 11a trong quy trình Bước S2. Nghĩa là, bộ ước tính trạng thái 11c3 giả định rằng trị số ước tính của phần khối lượng cacbon của thép nóng chảy, trị số ước tính của phần khối lượng oxy của thép nóng chảy và trị số ước tính của phần mol khí cacbon dioxit của khí xả tương ứng phù hợp với các trị số đo. Sau đó, bằng phân tích nghịch đảo sử dụng suy luận Bayes (suy luận nhân quả thống kê), bộ ước tính trạng thái 11c3 tính toán lịch sử thay đổi của phần khối lượng cacbon của thép nóng chảy, phần khối lượng oxy của thép nóng chảy và phần mol của cacbon dioxit khí của khí xả trong một khoảng thời gian xác định trước trong quá khứ (chẳng hạn như 60 giây qua) mà lịch sử thay đổi là nguyên nhân của kết quả như vậy.

Ở đây, theo suy luận Bayes, các trị số ước tính của phần khối lượng cacbon của thép nóng chảy, phần khối lượng oxy của thép nóng chảy và phần mol của khí cacbon dioxit của khí xả được biểu thị dưới dạng phân bố xác suất. Sau đó, theo lý thuyết Bayes, khi ít nhất một phần khối lượng cacbon của thép nóng chảy, phần khối lượng oxy của thép nóng chảy, và phần mol của khí cacbon dioxit của khí xả được biết đến, nghĩa là, khi trị số đo của chúng được thu thập, sự liên quan nhân quả giữa các biến số liên quan đến xử lý khử cacbon chân không được minh họa trên Fig.3 có dấu vết nghịch biến. Do đó, trong lý thuyết Bayes, tốc độ khử cacbon và hệ số công suất khử cacbon có thể xảy ra cao nhất, và lịch sử thay đổi của phần khối lượng cacbon của thép nóng chảy, phần khối lượng oxy của thép nóng chảy, và phần mol của khí cacbon dioxit của khí xả được ước tính.

Cụ thể bộ ước tính trạng thái 11c3 giải quyết vấn đề tối ưu sau. Các phương thức này để tính toán, với giả định là các trị số ước tính của các biến số đầu ra ở bước thời điểm hiện tại i khớp với các trị số đo, trị số được coi là có khả năng xảy ra nhất trong tính toán mô hình đối với từng trị số của các biến số trạng thái và hệ số công suất khử cacbon trong khoảng thời gian quá khứ h . Cụ thể, phản ứng khử cacbon được biểu thị bằng các công thức mô hình được biểu thị trong các công thức từ (6) đến (11) sau đây và các trị số của biến số trạng thái x và hệ số công suất khử cacbon K_v được đưa ra bởi phân bố xác suất. Phân bố xác suất thể hiện sự không chắc chắn rằng các trị số của biến trạng thái x và hệ số công suất khử cacbon K_v xung quanh các trị số này. Do đó, cũng không chắc chắn rằng trị số của biến số đầu ra y trong quá trình tiến hành của phản ứng khử cacbon là xung quanh trị số này. Công thức sau (5) thể hiện điều trên, và biểu thị phân bố xác suất của biến số đầu ra y (phân bố Gaussian có độ lệch chuẩn σ với trị số

ước lượng $y(i)$ là trị số trung bình) khi biến số trạng thái x và hệ số công suất khử cacbon K_v đang ở trong điều kiện nhất định. Tuy nhiên, hàm mật độ xác suất được biểu thị trong công thức (5) có thể là loại bất kỳ. Lưu ý rằng trị số ban đầu của phân bố xác suất của biến số trạng thái x được đặt là phân bố Gauss trong đó trị số được đo ngay trước khi bắt đầu quá trình xử lý khử cacbon là trị số trung bình và trị số giống với độ lệch chuẩn của sai số đo được định lượng trước được coi là độ lệch chuẩn. Tuy nhiên, ngay cả với phương pháp thiết lập phân bố xác suất khác với phương pháp hiện tại, chức năng theo sáng chế không bị suy giảm.

Sau đó, khi trị số của biến số đầu ra hiện tại y được xác định bằng phép đo thực tế, các trị số của biến số trạng thái trong quá khứ x và hệ số công suất khử cacbon K_v ước tính không chắc chắn cũng có thể được ước tính lại với mức độ chính xác nhất định. Các công thức sau đây (1) đến (4) biểu thị các công thức tính toán của quá khứ, và có nghĩa là biến số trạng thái x và hệ số công suất khử cacbon K_v trả về các trị số có thể xảy ra nhất (xác suất p là cực đại) với điều kiện trị số của biến số đầu ra y được xác định là trị số đo y -hat. Lưu ý rằng $P()$ trong công thức (1) có nghĩa là công thức nghịch đảo của công thức (5). Kết quả là, quá trình xử lý của Bước S3 được hoàn thành, và quá trình xác định điểm cuối khử cacbon sẽ chuyển sang quá trình xử lý của Bước S4.

$$\max_{K_v} P(x(i-h), \dots, x(i-1), K_v | y(i) = \hat{y}(i)) \quad (1)$$

$$x(i) = \begin{bmatrix} m_{c,v}(i) \\ m_{c,l}(i) \\ m_{o,v}(i) \\ m_{o,l}(i) \\ c_{co,g}(i) \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$y(i) = \begin{bmatrix} c_{c,l}(i) \\ c_{o,l}(i) \\ c_{co,g}(i) \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\hat{y}(i) = \begin{bmatrix} \hat{c}_{c,l}(i) \\ \hat{c}_{o,l}(i) \\ \hat{c}_{co,g}(i) \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$P(y(i)|x(i-h), \dots, x(i-1), K_V) \sim N(y(i), \sigma) \quad (5)$$

$$x(i+1) = x(i) + \Delta t \cdot \left. \frac{dx}{dt} \right|_t \quad (6)$$

$$\frac{dm_{c,v}}{dt} = f_{cir}(c_{c,l} - c_{c,v}) + f_{dec} + f_{c,add} \quad (7)$$

$$\frac{dm_{c,l}}{dt} = f_{cir}(c_{c,v} - c_{c,l}) \quad (8)$$

$$\frac{dm_{o,v}}{dt} = f_{cir}(c_{o,l} - c_{o,v}) + \frac{M_o}{M_c} f_{dec} - \frac{3M_o}{2M_{al}} f_{a,add} \quad (9)$$

$$\frac{dm_{o,l}}{dt} = f_{cir}(c_{o,v} - c_{o,l}) \quad (10)$$

$$\frac{p_v}{R} \frac{V_v}{T_g} \frac{d c_{co,g}}{dt} = - \frac{p_v}{R} \frac{f_{dec}}{T_g} - \frac{P_{atm}}{R} \frac{v_{off,25}}{T_{atm}} c_{co,g} \quad (11)$$

Lưu ý rằng phía trái của công thức (7) biểu thị sự thay đổi trọng lượng cacbon của thép nóng chảy trong buồng chân không, số hạng thứ nhất trong ba số hạng ở bên phải biểu thị ảnh hưởng của sự hồi lưu, số hạng thứ hai biểu thị ảnh hưởng của quá trình khử cacbon trong chân không, và số hạng thứ ba thể hiện ảnh hưởng của nguyên liệu thô phụ trợ được thêm vào. Ngoài ra, phía trái của công thức (8) biểu thị sự thay đổi trọng lượng cacbon của thép nóng chảy trong gầu, và phía phải biểu thị ảnh hưởng của sự hồi lưu. Ngoài ra, phía trái của công thức (9) biểu thị sự thay đổi trọng lượng oxy được bọc lộ của thép nóng chảy trong buồng chân không, số hạng thứ nhất trong ba số hạng ở bên phải biểu thị ảnh hưởng của sự hồi lưu, số hạng thứ hai biểu thị ảnh hưởng

của quá trình khử cacbon trong chân không, và số hạng thứ ba thể hiện ảnh hưởng của nguyên liệu thô phụ trợ được thêm vào. Ngoài ra, phía trái của công thức (10) biểu thị sự thay đổi trọng lượng oxy được hòa tan của thép nóng chảy trong gầu thép nóng chảy, và phía phải biểu thị ảnh hưởng của sự hồi lưu. Ngoài ra, công thức (11) thể hiện cân bằng số mol giữa khí cacbon dioxit trong pha khí trong buồng chân không và khí cacbon dioxit trong khí xả (số mol phân tử khí cacbon dioxit ở trạng thái cân bằng). Biểu thức bên trái biểu thị số mol khí cacbon dioxit trong pha khí trong buồng chân không, số hạng đầu tiên ở bên phải biểu thị số mol khí cacbon dioxit chảy vào pha khí từ thép nóng chảy bằng phương pháp khử cacbon trong chân không, và số hạng thứ hai ở bên phải biểu thị số mol khí cacbon dioxit được khuếch tán vào môi trường bởi khí xả.

Trong quá trình xử lý ở Bước S4, bộ xác định điểm cuối 11c4 xác định liệu trị số có được bằng cách cộng trị số xác định trước làm biên độ an toàn cho trị số trung bình của phân bố xác suất nồng độ cacbon của thép nóng chảy hay không (trị số ước tính nồng độ cacbon) được tính toán trong quá trình xử lý của Bước S3 bằng hoặc nhỏ hơn nồng độ cacbon đích. Sau đó, theo kết quả của phép xác định, trong trường hợp trị số thu được bằng cách cộng trị số xác định trước vào trị số ước tính nồng độ cacbon bằng hoặc nhỏ hơn nồng độ cacbon mục tiêu (Bước S4: Có), bộ xác định điểm cuối 11c4 xác định rằng quá trình xử lý khử cacbon trong chân không đã hoàn thành và cuối chuỗi quy trình xử lý xác định điểm cuối khử cacbon. Mặt khác, trong trường hợp trị số thu được bằng cách cộng trị số xác định trước vào trị số ước tính nồng độ cacbon lớn hơn nồng độ cacbon mục tiêu (Bước S4: Không), bộ xác định điểm cuối 11c4 xác định rằng quá trình khử cacbon trong chân không xử lý không được hoàn thành, tăng trị số của bộ đếm chương trình i lên từng trị số khi xử lý Bước S5, và sau đó trả lại quá trình xác định điểm cuối khử cacbon cho quy trình xử lý của Bước S2.

Lưu ý rằng mặc dù trị số trung bình của phân bố xác suất của nồng độ cacbon thép nóng chảy được sử dụng để xác định việc hoàn thành quá trình xử lý khử cacbon trong chân không theo phương án sáng chế, trị số lớn nhất, hoặc trị số thu được bằng cách cộng trị số thu nhận bằng cách nhân độ lệch chuẩn với 3 với trị số trung bình. Hơn nữa, trong trường hợp xác định rằng quá trình xử lý khử cacbon trong chân không chưa hoàn thành, quá trình xác định điểm cuối khử cacbon sẽ quay trở lại từ quá trình của Bước S4 sang quá trình của Bước S2 thông qua quá trình của Bước S5. Vòng quay trở lại từ quá trình của Bước S4 đến quá trình của Bước S2 được thực hiện mong muốn

trong thời gian theo chu kỳ khoảng 5 giây.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Fig.4 là hình vẽ minh họa sự thay đổi chuỗi thời gian trong các biến số đầu vào trong xử lý khử cacbon trong chân không với 250 tấn/lần nạp và nồng độ cacbon đích là 13 ppm. Sự thay đổi theo chuỗi thời gian trong áp suất bên trong của buồng chân không được minh họa trên Fig.4 (a), sự thay đổi theo chuỗi thời gian trong tốc độ dòng chảy của khí xả (đường L1) và khí argon (đường L2) được minh họa trên Fig.4 (b), và các thay đổi theo chuỗi thời gian trong tốc độ dòng chảy khối lượng của cacbon (dòng L3) và nhôm (dòng L4) chảy vào thép nóng chảy từ nguyên liệu phụ được thêm vào được minh họa trên Fig.4 (c).

Ngoài ra, Fig.5 là hình vẽ minh họa các thay đổi chuỗi thời gian trong các biến số đầu ra khi xử lý khử cacbon trong chân không được minh họa trên Fig.4 (a) đến (c) được thực hiện. Các thay đổi theo chuỗi thời gian về trị số ước tính (đường) và trị số đo (đồ thị) của nồng độ cacbon thép nóng chảy được minh họa trên Fig.5 (a), các thay đổi theo chuỗi thời gian trong trị số ước lượng (đường) và trị số đo (đồ thị) của nồng độ oxy trong thép nóng chảy được minh họa trên Fig.5 (b), các thay đổi theo chuỗi thời gian trong trị số ước tính (đường L5) và trị số đo (đường L6) của nồng độ khí cacbon dioxit của khí xả được minh họa trên Fig.5 (c), và sự thay đổi chuỗi thời gian trong hệ số công suất khử cacbon được minh họa trên Fig.5 (d). Lưu ý rằng các trị số ước tính ở đây có nghĩa là các trị số được ước tính bằng phương pháp thông thường không theo hệ số công suất khử cacbon của công thức mô hình từ các trị số đo trực tuyến.

Như minh họa trên Fig.5 (a), nồng độ cacbon thép nóng chảy tại thời điểm hoàn thành xử lý khử cacbon trong chân không được ước tính là 13 ppm theo phương pháp thông thường và đây là trị số nhỏ hơn 37 ppm so với trị số đo 50 ppm. Ngoài ra, như được minh họa trên Fig.5 (b), nồng độ oxy trong thép nóng chảy ở thời điểm 570 giây được ước tính là 358 ppm theo phương pháp thông thường, và đây là trị số nhỏ hơn 33 ppm so với trị số đo là 391 ppm. Hơn nữa, như được minh họa trên Fig.5 (c), nồng độ khí cacbon dioxit của khí xả ở 90 giây được ước tính là 58%, và đây là trị số lớn hơn 40% so với trị số đo là 18%. Lý do tại sao thu được các kết quả này là lượng khử cacbon được ước tính lớn hơn trị số thực trong phương pháp thông thường. Kết quả là người ta xác định sai rằng nồng độ cacbon trong thép nóng chảy đạt đến trị số đích là 13 ppm tại

thời điểm 669 giây và các lỗi trong quá trình xử lý khử cacbon do nồng độ cacbon trong thép nóng chảy không thực sự đạt được trị số đích.

Mặt khác, Fig.6 là hình vẽ minh họa kết quả của việc áp dụng sáng chế vào xử lý khử cacbon trong chân không được minh họa trên Fig.4 (a) đến (c). Các thay đổi theo chuỗi thời gian về trị số ước tính (đường) và trị số đo (đồ thị) của nồng độ cacbon thép nóng chảy được minh họa trên Fig.6(a), các thay đổi theo chuỗi thời gian trong trị số ước lượng (đường) và trị số đo (đồ thị) của nồng độ oxy trong thép nóng chảy được minh họa trên Fig.6(b), các thay đổi theo chuỗi thời gian trong trị số đo thực tế (đường L5) và trị số đo (đường L6) của nồng độ khí cacbon dioxit của khí xả được minh họa trên Fig.6(c), và sự thay đổi chuỗi thời gian trong hệ số công suất khử cacbon được minh họa trên Fig.6(d). Trong sáng chế này, trị số hệ số công suất khử cacbon mong muốn được học trực tuyến từ sự khác biệt giữa trị số đo trực tuyến và trị số ước tính bằng công thức mô hình của phản ứng khử cacbon liên quan đến từng nồng độ khí cacbon dioxit của khí xả và nồng độ oxy trong thép nóng chảy và trị số hệ số công suất khử cacbon đã học được phản ánh trong công thức mô hình của phản ứng khử cacbon. Cụ thể, trị số của hệ số công suất khử cacbon được điều chỉnh như minh họa trên Fig.6(d) sao cho nồng độ oxy trong thép nóng chảy ở thời điểm 570 giây khớp với trị số đo như được minh họa trên Fig.6 (b) và trị số ước tính (đường L5) của nồng độ khí cacbon dioxit của khí xả khớp với trị số đo (đường L6) như được minh họa trên Fig.6 (c).

Do đó, như được minh họa trên Fig.6 (a), nồng độ cacbon thép nóng chảy có thể được ước tính theo cách cuối cùng phù hợp với trị số đo của nồng độ cacbon thép nóng chảy mà không cần điều chỉnh trực tiếp nồng độ cacbon thép nóng chảy. Điều này có nghĩa là trị số của hệ số công suất khử cacbon có thể được thấy trực tuyến để trở thành trị số gần với trị số thực tế và được phản ánh trong công thức mô hình bằng cách áp dụng sáng chế ngay cả khi trị số của hệ số công suất khử cacbon có trong công thức mô hình của phản ứng khử cacbon được thiết lập theo cách sai lệch so với trị số thực tế. Tức là, bằng cách áp dụng sáng chế, có thể ước tính nồng độ cacbon thép nóng chảy với độ chính xác cao hơn so với phương pháp thông thường. Do đó, có thể xác định điểm cuối của quá trình xử lý khử cacbon chân không tại thời điểm thích hợp mà không có thời gian xử lý dư thừa. Ngoài ra, chính hoạt động tinh luyện thứ cấp trong nhà máy thép trở nên hoạt động ổn định và chính xác cao. Nhờ đó, thời gian xử lý được rút ngắn. Do đó, các biến số trong các thành phần của thép nóng chảy trong nhà máy thép được giảm bớt,

và có thể sản xuất thép nóng chảy chính xác và ổn định cao.

Mặc dù phương án mà sáng chế của các nhà sáng chế hiện tại được áp dụng đã được mô tả ở trên, nhưng sáng chế này không bị giới hạn bởi phần mô tả và các hình vẽ được bao gồm trong một phần của sáng chế theo phương án này. Nghĩa là, các phương án, ví dụ, kỹ thuật thao tác khác và các phương án tương tự được thực hiện bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật trên cơ sở của phương án này đều nằm trong phạm vi của sáng chế.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế này, có thể đề xuất phương pháp xác định điểm cuối khử cacbon và thiết bị xác định điểm cuối khử cacbon có khả năng ước tính chính xác nồng độ cacbon của thép nóng chảy và xác định chính xác điểm cuối của quá trình xử lý khử cacbon trong chân không. Hơn nữa, theo sáng chế, có thể đề xuất đề xuất phương pháp vận hành tinh luyện thứ cấp để luyện thép có khả năng thực hiện hoạt động tinh luyện thứ cấp một cách chính xác và ổn định cao. Hơn nữa, theo sáng chế, đề xuất phương pháp sản xuất thép nóng chảy theo sáng chế, thép nóng chảy có thể được sản xuất chính xác và ổn định cao.

Danh sách ký hiệu viện dẫn

- 1 dây chuyền khử khí chân không
- 2 gàu
- 3 ống hút
- 4 ống xả
- 5 buồng chân không
- 6 thiết bị chân không
- 7 vòi nạp oxy
- 8 phễu
- 10 thiết bị thu thập trị số đo

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xác định điểm cuối khử cacbon để xác định thời điểm hoàn thành xử lý khử cacbon trong chân không trong dây chuyền mà thực hiện xử lý khử cacbon trong chân không để giảm nồng độ cacbon của thép nóng chảy trong gàu bằng cách khử khí trong buồng chân không, phương pháp này bao gồm:

bước ước tính để ước tính nồng độ cacbon và nồng độ oxy của thép nóng chảy và nồng độ khí cacbon dioxit của khí xả trong buồng chân không trong quá trình xử lý khử cacbon chân không bằng cách sử dụng

các trị số đo nồng độ cacbon và nồng độ oxy của thép nóng chảy trước khi bắt đầu xử lý khử cacbon trong chân không,

trị số đo áp suất bên trong của buồng chân không, và

công thức mô hình của quá trình xử lý khử cacbon trong chân không; và bước xác định

điều chỉnh tham số có trong công thức mô hình tại thời điểm khi trị số đo của ít nhất một trong số nồng độ cacbon của thép nóng chảy, nồng độ oxy của thép nóng chảy và nồng độ khí cacbon dioxit của khí thải thu được trong quá trình xử lý khử cacbon trong chân không, bằng cách

xác định rằng trị số ước tính tương ứng với trị số đo thu được được xác định bởi trị số đo thu được, và

tính toán, bằng phép phân tích nghịch đảo sử dụng suy luận Bayesian, lịch sử thay đổi nồng độ cacbon và oxy của thép nóng chảy và nồng độ khí cacbon dioxit của khí thải trong buồng chân không trong quá trình xử lý khử cacbon trong chân không qua một khoảng thời gian định trước đã qua,

ước tính nồng độ cacbon của thép nóng chảy bằng cách sử dụng công thức mô hình trong đó tham số được điều chỉnh, và

xác định rằng quá trình xử lý khử cacbon trong chân không được hoàn tất khi trị số thu được nhờ bổ sung trị số định trước vào trị số ước tính là bằng hoặc nhỏ hơn trị số đích.

2. Phương pháp xác định điểm cuối khử cacbon theo điểm 1, trong đó tham số là hệ số công suất khử cacbon.

3. Thiết bị xác định điểm cuối khử cacbon xác định thời điểm hoàn thành quá trình xử lý khử cacbon trong chân không trong cơ sở thực hiện xử lý khử cacbon trong chân không để giảm nồng độ cacbon của thép nóng chảy trong gàu bằng cách khử khí trong buồng chân không, thiết bị này bao gồm:

phương tiện ước tính được tạo kết cấu để ước tính nồng độ cacbon và nồng độ oxy của thép nóng chảy và nồng độ khí cacbon dioxit của khí xả trong buồng chân không trong quá trình xử lý khử cacbon chân không bằng cách sử dụng các trị số đo của nồng độ cacbon và nồng độ oxy của thép nóng chảy trước khi quá trình xử lý khử cacbon trong chân không được bắt đầu, trị số đo áp suất bên trong của buồng chân không và công thức mô hình của quá trình xử lý khử cacbon trong chân không; và

phương tiện xác định được tạo kết cấu để

điều chỉnh tham số có trong công thức mô hình tại thời điểm khi trị số đo của ít nhất một trong số nồng độ cacbon của thép nóng chảy, nồng độ oxy của thép nóng chảy và nồng độ khí cacbon dioxit của khí thải thu được trong quá trình xử lý khử cacbon trong chân không, bằng cách

xác định bởi trị số đo thu được, và xác định rằng trị số ước tính tương ứng với trị số đo thu được được

tính toán, bằng phép phân tích nghịch đảo sử dụng suy luận Bayesian, lịch sử thay đổi nồng độ cacbon và oxy của thép nóng chảy và nồng độ khí cacbon dioxit của khí thải trong buồng chân không trong quá trình xử lý khử cacbon trong chân không qua một khoảng thời gian định trước đã qua,

ước tính nồng độ cacbon của thép nóng chảy bằng cách sử dụng công thức mô hình trong đó tham số được điều chỉnh, và

xác định rằng quá trình xử lý khử cacbon trong chân không được hoàn tất khi trị số thu được nhờ bổ sung trị số định trước vào trị số ước tính là bằng hoặc nhỏ hơn trị số đích.

4. Thiết bị xác định điểm cuối khử cacbon theo điểm 3, trong đó tham số là hệ số công suất khử cacbon.

5. Phương pháp vận hành tinh luyện thứ cấp để luyện thép, bao gồm bước thực hiện xác định điểm cuối hoạt động của quá trình tinh luyện thứ cấp để luyện thép, bằng phương pháp xác định điểm cuối khử cacbon theo điểm 1 hoặc 2.

6. Phương pháp sản xuất thép nóng chảy, bao gồm bước sản xuất thép nóng chảy bằng cách sử dụng phương pháp vận hành tinh luyện thứ cấp để luyện thép theo điểm 5.

1. FIG. 1

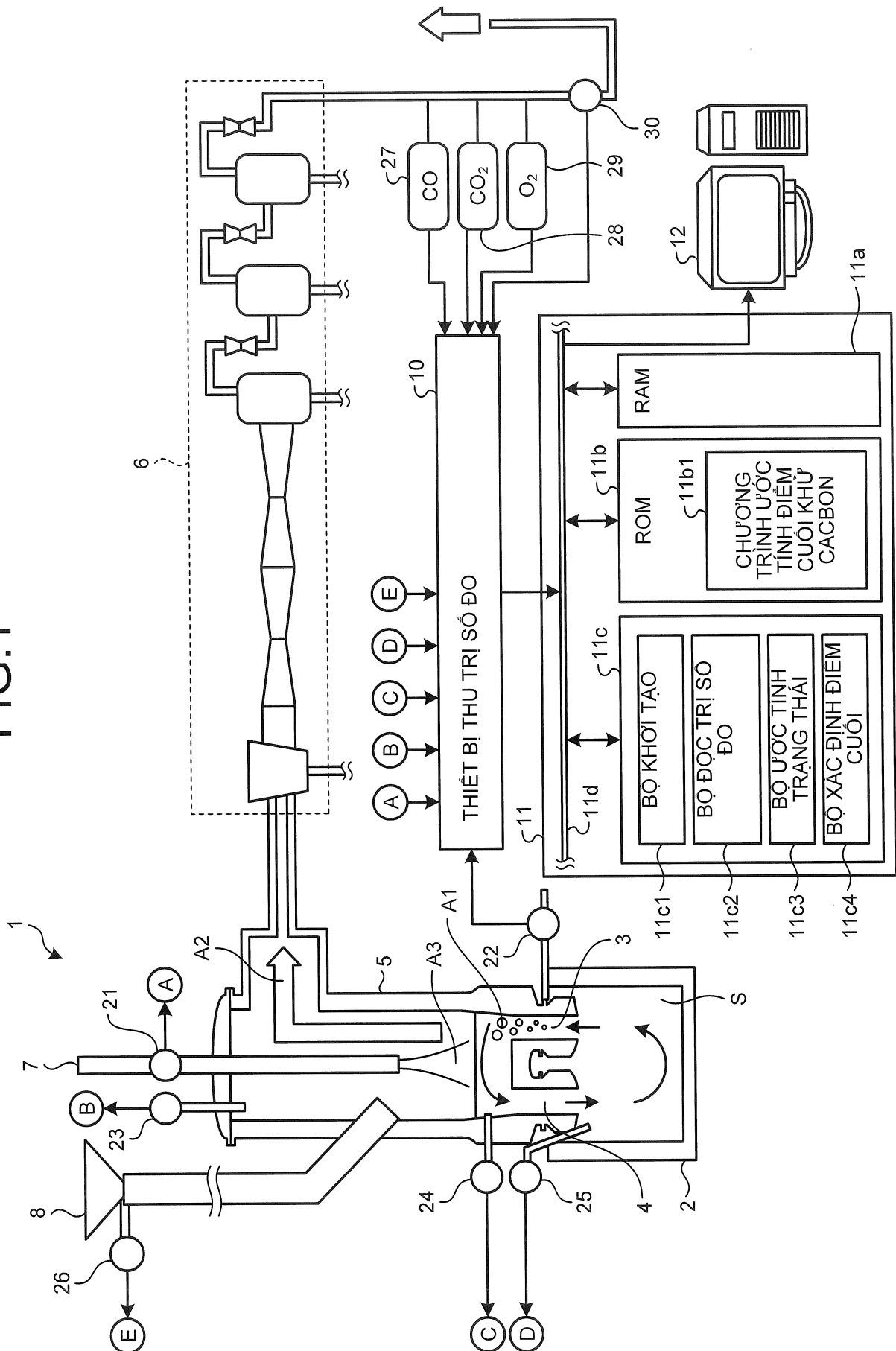


FIG.2

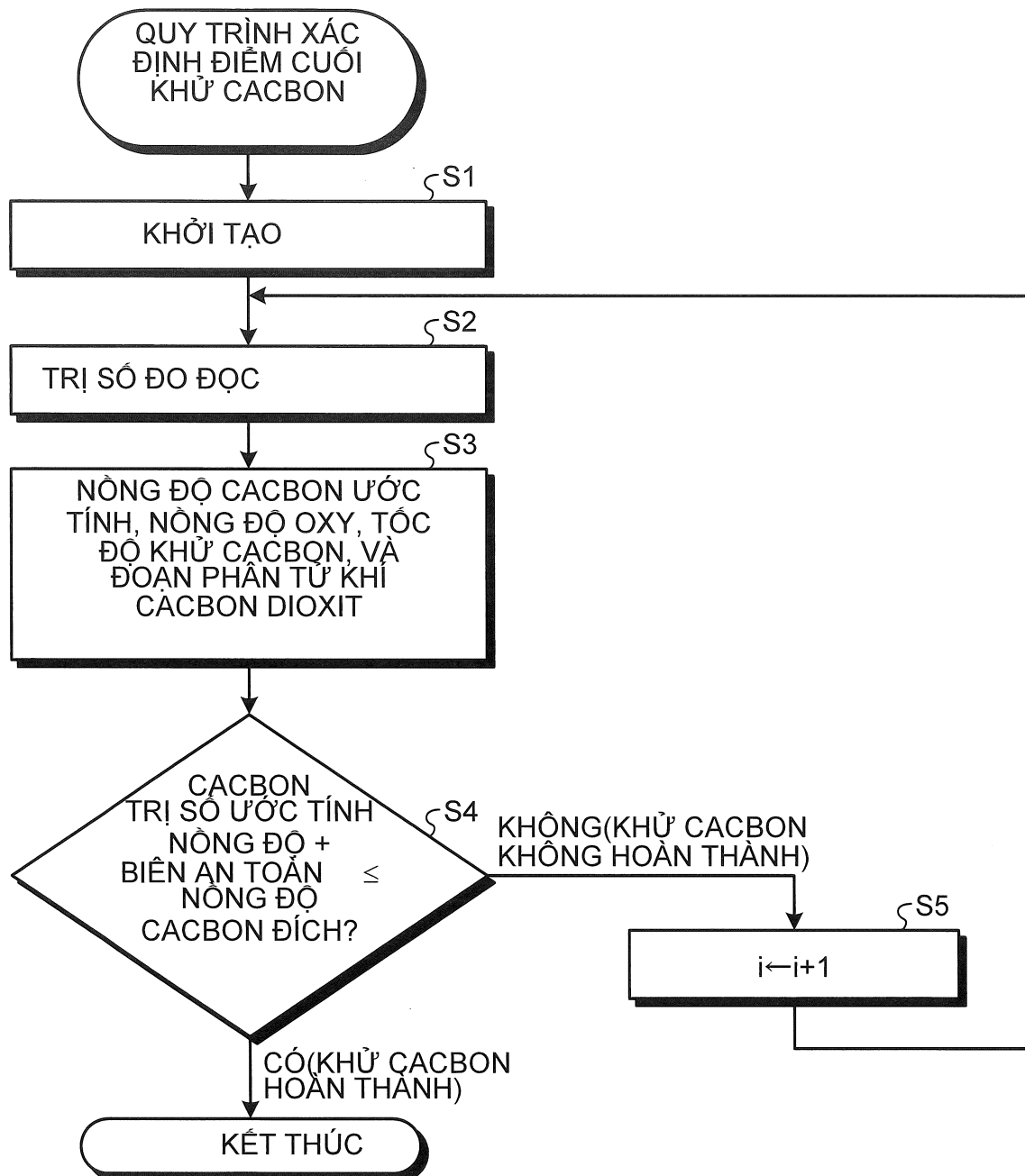


FIG.3

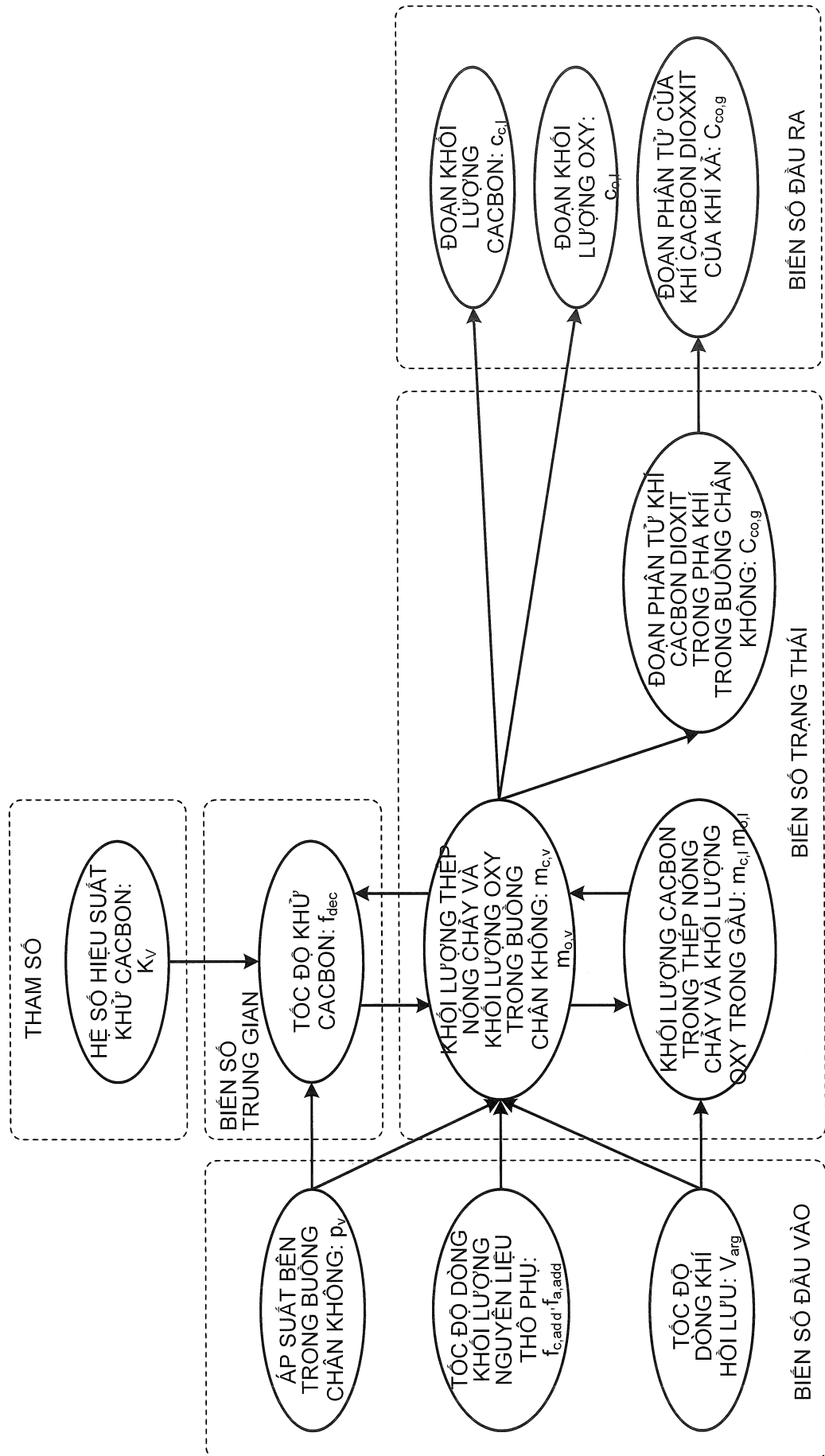


FIG.4

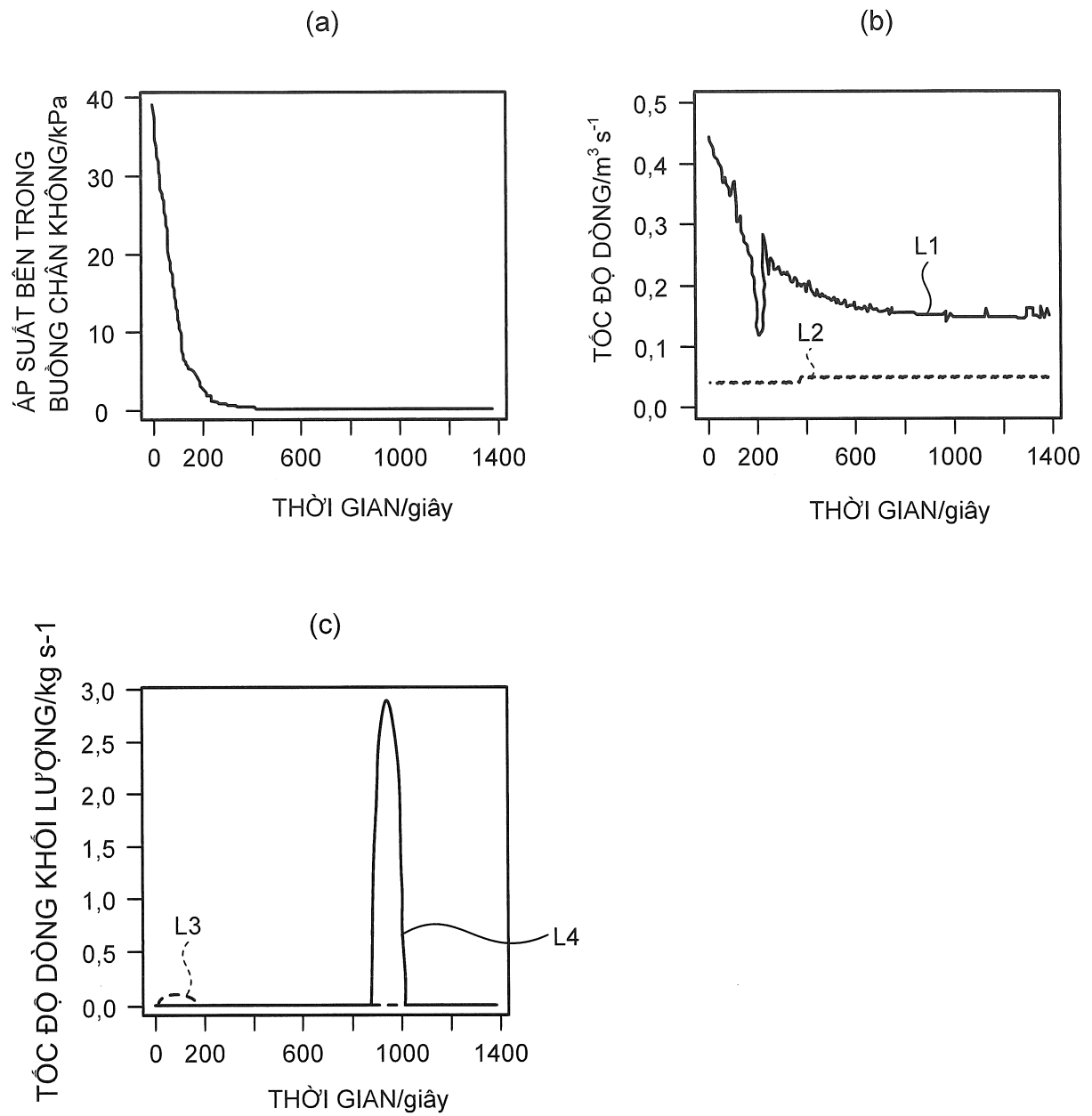


FIG.5

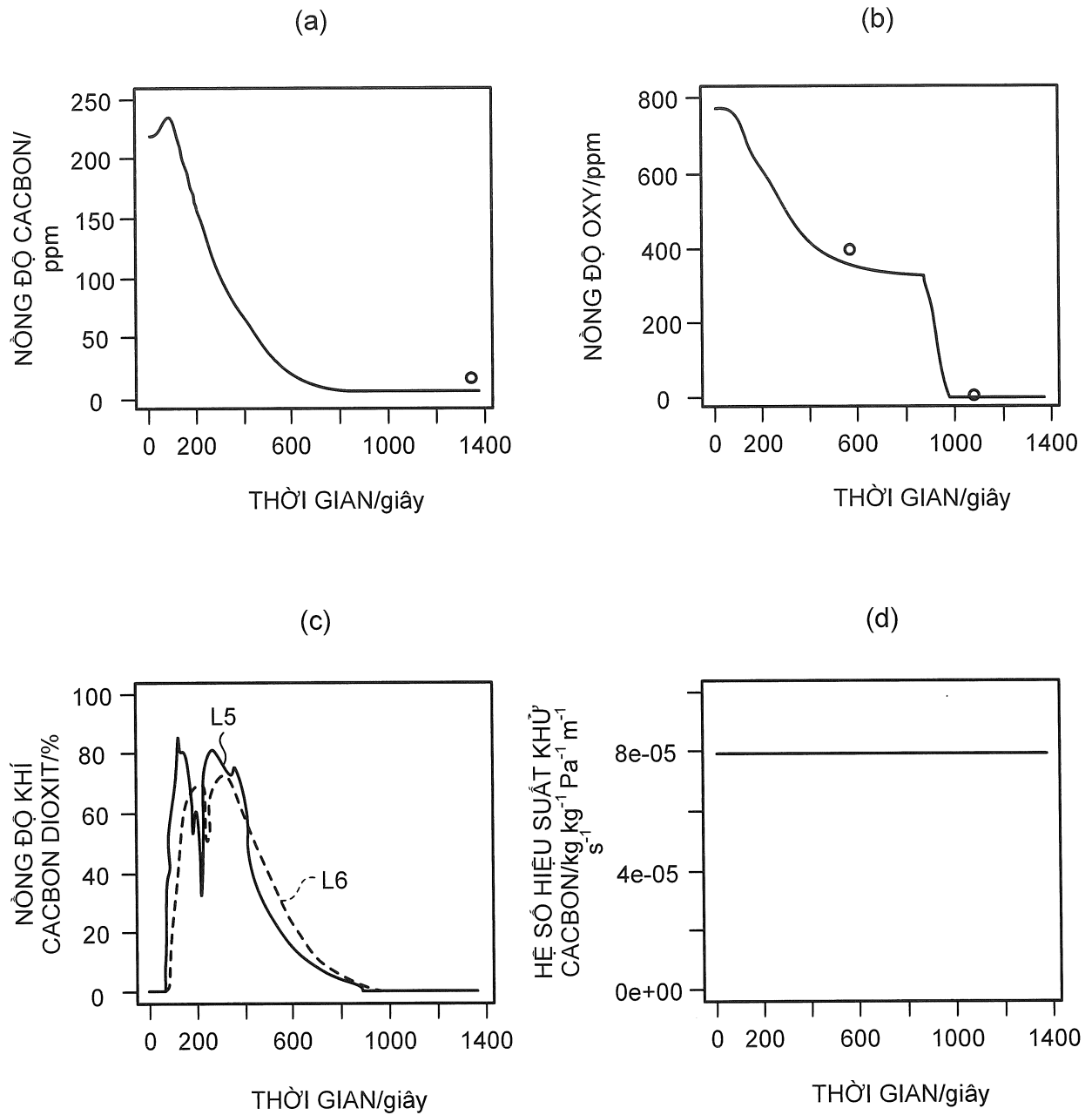


FIG.6

