



(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)



1-0028965

(51)⁷ C21C 7/10

(13) B

(21) 1-2014-00897

(22) 20/03/2014

(45) 25/07/2021 400

(43) 25/09/2015 330A

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

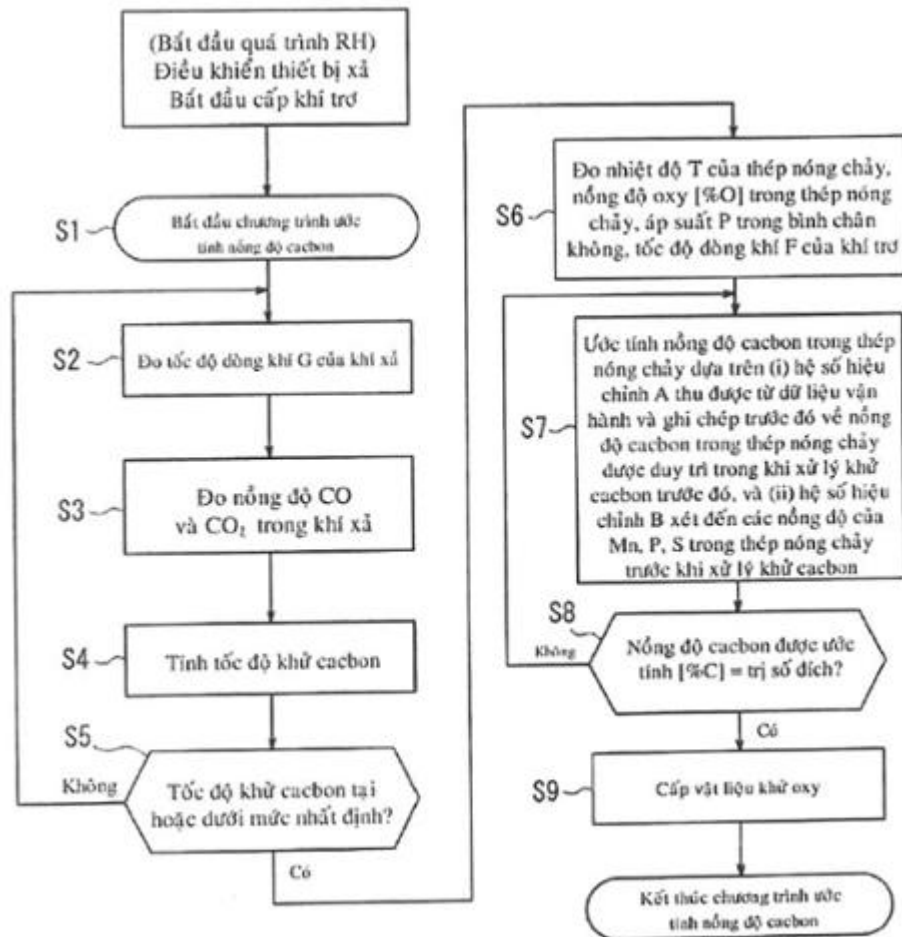
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) NABESHIMA, Seiji (JP); YAMAGISHI, Masafumi (JP); SAKURAI, Eiji (JP);
MURAI, Takeshi (JP); TSUTSUMI, Koichi (JP); MIKI, Yuji (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH THỜI ĐIỂM KẾT THÚC QUÁ TRÌNH XỬ LÝ KHỬ
CACBON

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp xác định thời điểm kết thúc quá trình xử lý khử cacbon, trong đó quá trình xử lý khử cacbon được tiến hành trên thép nóng chảy bằng cách sử dụng bộ tiết lưu chân không RH ((Ruhrstahl-Heraeus). Phương pháp này bao gồm: tính nồng độ cacbon được ước tính [%C] trong thép nóng chảy trong khi xử lý khử cacbon dựa trên dữ liệu vận hành khi xử lý khử cacbon, hệ số hiệu chỉnh A thu được từ các ghi chép trước đó về nồng độ cacbon trong thép nóng chảy được duy trì trong khi xử lý cacbon trước đó, và hệ số hiệu chỉnh B thu được từ ít nhất một trong số các nồng độ mangan [%Mn], nồng độ phospho [%P], và nồng độ lưu huỳnh [%S] trong thép nóng chảy chưa được đưa vào xử lý khử cacbon; và kết thúc quá trình xử lý khử cacbon tại thời điểm ngay khi nồng độ cacbon được ước tính [%C] đạt đến trị số đích.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp xác định thời điểm kết thúc quá trình xử lý khử cacbon, quá trình xử lý khử cacbon được tiến hành trên thép nóng chảy bằng cách sử dụng bộ tiết lưu chân không RH (Ruhrstahl-Heraeus) để thu được thép cacbon siêu thấp bằng cách luyện thép, phương pháp này bao gồm ước tính nồng độ cacbon trong thép nóng chảy để xác định thời điểm kết thúc quá trình xử lý khử cacbon. Sáng chế cũng đề cập đến hệ thống khử khí chân không RH dùng cho phương pháp đã nêu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Khi sử dụng lò tinh luyện chân không có bộ tiết lưu chân không để thu được thép như thép không gỉ và thép crom bằng cách luyện thép, không thể ước tính một cách dễ dàng nồng độ cacbon trong thép nóng chảy do khó khăn trong việc lấy mẫu thép nóng chảy trong khi tinh luyện, và theo đó phải xác định bằng kinh nghiệm và trực giác của công nhân tại hiện trường. Tuy nhiên, một số phương pháp đã được đề xuất gần đây để ước tính chính xác nồng độ cacbon trong thép nóng chảy dựa trên thông tin về các khí xả từ lò tinh luyện chân không.

Ngoài ra, các yêu cầu nghiêm ngặt hơn được đặt ra về việc tiến hành khử cacbon thép nóng chảy để thu được thép cacbon siêu thấp từ vật liệu tấm, trong khi đó, nhu cầu tăng đối với sản phẩm thép bậc cao đã thể hiện sự tăng đáng kể trong việc sử dụng sự xử lý khử khí. Trong các trường hợp này, cũng có vấn đề kỹ thuật nghiêm trọng không được thảo luận trong lĩnh vực kỹ thuật chuyên ngành để tạo ra sự khử cacbon nhanh, đáng tin cậy, và chính xác khi tiến hành quá trình xử lý khử cacbon bằng cách sử dụng lò tinh luyện chân không có bộ tiết lưu chân không.

Các phương pháp được lấy làm ví dụ minh họa mà có thể ước tính nồng độ cacbon trong thép nóng chảy thu được bằng cách sử dụng lò tinh luyện chân không có bộ tiết lưu chân không sẽ được mô tả dưới đây. Phương pháp đã biết 1 là phương pháp được sử dụng để ước tính nồng độ cacbon trong thép nóng chảy dựa trên sự cân bằng khối lượng theo quan điểm lượng

khử cacbon, được tính từ kết quả thu được bằng cách phân tích nồng độ cacbon trong các mẫu thép nóng chảy chưa được xử lý hoặc đang được xử lý, và các thành phần của các khí xả. Ví dụ cụ thể của nó được bộc lộ trong JP S59-185720 A (Tài liệu sáng chế 1).

Phương pháp đã biết 2 là phương pháp được sử dụng để ước tính một cách ổn định nồng độ cacbon trong thép nóng chảy dựa trên sự tính toán các kết quả thu được bằng cách phân tích nồng độ cacbon trong các mẫu thép nóng chảy chưa được xử lý hoặc đang được xử lý theo phương trình về tốc độ phản ứng nhất định. Ví dụ cụ thể của nó được bộc lộ trong JP S61-195913 A (Tài liệu sáng chế 2).

Phương pháp đã biết 3 là phương pháp bao gồm tính toán, dựa trên các ghi chép trước đó về sự vận hành, sự tăng tiến nồng độ cacbon trong thép nóng chảy trong thời gian thực tế, phân tích nồng độ cacbon trong thép nóng chảy và đo nồng độ oxy trong đó bằng cách lấy mẫu thép nóng chảy một hoặc nhiều lần trong suốt quá trình, và, dựa trên các kết quả phân tích và đo, hiệu chỉnh sự tăng tiến tính toán được của nồng độ cacbon trong thép nóng chảy. Ví dụ cụ thể của nó được bộc lộ trong JP H05-239540 A (Tài liệu sáng chế 3).

Phương pháp đã biết 4 là phương pháp được sử dụng để ước tính tốc độ khử cacbon từ các kết quả thu được bằng cách phân tích các thành phần của các khí xả và ước tính động nồng độ cacbon trong thép nóng chảy dựa trên phương trình hiệu chỉnh được xác định trước. Các ví dụ cụ thể của nó được bộc lộ trong JP H03-180424 A (Tài liệu sáng chế 4) và JP H03-199306 A (Tài liệu sáng chế 5).

Phương pháp đã biết 5 là phương pháp được sử dụng để ước tính nồng độ cacbon trong thép nóng chảy trong khi xử lý khử cacbon dựa trên nhiệt độ của thép nóng chảy, nồng độ oxy trong thép nóng chảy, áp suất trong bình chân không của bộ tiết lưu chân không RH, tốc độ dòng khí của khí trơ để tuần hoàn thép nóng chảy, tốc độ dòng khí của khí xả, và dữ liệu vận hành bao gồm nồng độ CO và nồng độ CO₂ trong khí xả, và dựa trên hệ số hiệu chỉnh thu được từ các ghi chép trước đó về nồng độ cacbon trong thép nóng chảy được duy trì trong khi xử lý khử cacbon trước đó. Ví dụ cụ thể của nó được bộc lộ trong JP H09-202913 A (Tài liệu sáng chế 6).

Tài liệu sáng chế 1: JP S59-185720 A

Tài liệu sáng chế 2: JP S61-195913 A

Tài liệu sáng chế 3: JP H05-239540 A

Tài liệu sáng chế 4: JP H03-180424 A

Tài liệu sáng chế 5: JP H03-199306 A

Tài liệu sáng chế 6: JP H09-202913 A

Trong phương pháp đã biết 1 nêu trên, lượng khử cacbon được xác định bằng phép tích phân, và theo đó sự tích lũy sai số đo là không thể tránh khỏi. Điều này dẫn đến nhược điểm là không thể đạt được độ chính xác cần thiết để thực hiện việc đánh giá cuối cùng về lượng khử cacbon khi sản xuất thép cacbon siêu thấp.

Phương pháp đã biết 2 là phương pháp đánh giá ổn định mà không xét đến các thay đổi về các điều kiện vận hành, như thông tin về các khí xả. Do đó, nếu các điều kiện vận hành thay đổi, không thể ước tính chính xác nồng độ cacbon.

Theo phương pháp đã biết 3, các kết quả phân tích đối với các mẫu thép nóng chảy phải được thu trong khi xử lý khử cacbon. Tuy nhiên, thường mất năm phút hoặc lâu hơn để làm cho các kết quả phân tích mẫu có giá trị. Theo đó, người ta mong đợi rằng quá trình khử cacbon sẽ đã được hoàn thành trước khi các kết quả phân tích được làm cho có giá trị.

Phương pháp đã biết 4 ước tính nồng độ cacbon bằng cách chỉ tập trung vào thông tin về khí xả, mà không xét đến các yếu tố khác mà thay đổi trong khi vận hành, như mức chân không trong bình chân không và nồng độ oxy trong thép nóng chảy. Vì lý do này, không thể ước tính chính xác nồng độ cacbon.

Trong phương pháp đã biết 5, các thành phần thép nóng chảy khác nhau dẫn đến các tốc độ khử cacbon khác nhau thậm chí trong các điều kiện vận hành giống nhau. Cụ thể là, khi các nồng độ của mangan, phospho, và lưu huỳnh cao, nồng độ của cacbon có thể thường được xác định để giảm đến trị số đích, ngay cả khi chưa thực sự đạt đến trị số đó. Cụ thể là, các kết quả của nghiên cứu được tiến hành bởi các tác giả sáng chế thể hiện là nồng độ cacbon trong thép nóng chảy có thể không cần thiết được ước tính một

cách chính xác bằng cách chỉ tiến hành hiệu chỉnh chỉ dựa trên ghi chép trước đó về nồng độ cacbon trong thép nóng chảy được duy trì trong khi xử lý khử cacbon trước đó.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để khắc phục các vấn đề nêu trên, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp xác định thời điểm kết thúc quá trình xử lý khử cacbon, trong đó quá trình xử lý khử cacbon được tiến hành trên thép nóng chảy bằng cách sử dụng bộ tiết lưu chân không RH, phương pháp này có khả năng ước tính chính xác nồng độ cacbon trong thép nóng chảy trong khi xử lý khử cacbon để xác định chính xác, do đó, thời điểm kết thúc quá trình xử lý khử cacbon, mà không lấy mẫu thép nóng chảy trong khi xử lý khử cacbon và không bị ảnh hưởng bởi nồng độ bất kỳ trong số các nồng độ mangan, phospho, và lưu huỳnh trong thép nóng chảy chưa được đưa vào xử lý khử cacbon, và cũng đề xuất hệ thống khử khí chân không RH dùng cho phương pháp này.

Do đã nghiên cứu chuyên sâu để giải quyết các vấn đề trên, các tác giả sáng chế nhận thấy rằng nồng độ cacbon trong thép nóng chảy có thể được ước tính chính xác hơn so với phương pháp đã biết 5, bằng cách tiến hành hiệu chỉnh giống như giải pháp nêu trong phương pháp đã biết 5, nhưng xét thêm ít nhất một trong số nồng độ mangan [%Mn], nồng độ phospho [%P], và nồng độ lưu huỳnh [%S] trong thép nóng chảy chưa được đưa vào xử lý khử cacbon.

Sáng chế được thực hiện dựa trên các kết quả này và các dấu hiệu cơ bản của nó được mô tả dưới đây.

[1] Phương pháp xác định thời điểm kết thúc quá trình xử lý khử cacbon, tiến hành xử lý khử cacbon trên thép nóng chảy bằng cách sử dụng bộ tiết lưu chân không RH, phương pháp này bao gồm:

tính nồng độ cacbon được ước tính [%C] trong thép nóng chảy trong khi xử lý khử cacbon làm hàm số thu được từ phương trình (1) dựa trên dữ liệu vận hành, bao gồm:

nhiệt độ T của thép nóng chảy;

nồng độ oxy [%O] trong thép nóng chảy;

áp suất P trong bình chân không của bộ tiết lưu chân không RH;
 tốc độ dòng khí F của khí trơ để tuần hoàn thép nóng chảy;
 tốc độ dòng khí G của khí xả từ bộ tiết lưu chân không RH; và
 nồng độ CO [CO] và nồng độ CO₂ [CO₂] trong khí xả,

hệ số hiệu chỉnh A thu được từ các ghi chép trước đó về nồng độ cacbon trong thép nóng chảy được duy trì trong khi xử lý cacbon trước đó, và

hệ số hiệu chỉnh B thu được từ ít nhất một trong số các nồng độ mangan [%Mn], nồng độ phospho [%P], và nồng độ lưu huỳnh [%S] trong thép nóng chảy chưa được đưa vào xử lý khử cacbon; và

kết thúc xử lý khử cacbon tại một điểm kịp lúc khi nồng độ cacbon được ước tính [%C] đạt đến trị số đích.

$$[\%C] = f(T, [\%O], P, F, G, [CO], [CO_2], A, B) \quad \text{Phương trình (1)}$$

[2] Phương pháp xác định thời điểm kết thúc quá trình xử lý khử cacbon theo mục [1], trong đó hệ số hiệu chỉnh B được cho làm hàm số thu được từ phương trình (2) dựa trên tất cả các nồng độ mangan [%Mn], nồng độ phospho [%P], và nồng độ lưu huỳnh [%S] trong thép nóng chảy chưa được đưa vào xử lý khử cacbon.

$$B = f([\%Mn], [\%P], [\%S]) \quad \text{Phương trình (2)}$$

[3] Hệ thống khử khí chân không RH bao gồm: gàu rót để nhận thép nóng chảy; bộ tiết lưu chân không RH để đưa thép nóng chảy vào xử lý khử cacbon; và bộ phận kiểm soát để xác định thời điểm kết thúc quá trình xử lý khử cacbon, trong đó bộ tiết lưu chân không RH bao gồm:

bình chân không;

nhánh lên và nhánh xuống, hai nhánh này được bố trí tại đáy bình chân không và được nhúng trong thép nóng chảy trong gàu rót;

đường cấp khí để đưa khí trơ vào nhánh lên để tuần hoàn thép nóng chảy;

ống xả được bố trí tại phần trên của bình chân không; và

bộ phận xả được bố trí tại ống xả để hút chân không bình chân không, trong đó hệ thống khử khí chân không RH còn bao gồm:

bộ phận dò nhiệt độ để đo nhiệt độ T của thép nóng chảy;

bộ phận dò nồng độ oxy để đo nồng độ oxy [%O] trong thép nóng chảy;

áp kế chân không để đo áp suất P trong bình chân không;

lưu lượng kế khí thứ nhất để đo tốc độ dòng khí F của khí trơ, lưu lượng kế khí thứ nhất được bố trí tại đường cấp khí;

lưu lượng kế khí thứ hai để đo tốc độ dòng khí G của khí xả từ bộ tiết lưu chân không RH, lưu lượng kế khí thứ hai được bố trí tại ống xả; và

bộ phận phân tích thành phần khí xả để đo nồng độ CO [CO] và nồng độ CO₂ [CO₂] trong khí xả,

trong đó bộ phận kiểm soát tính nồng độ cacbon được ước tính [%C] trong thép nóng chảy trong khi xử lý khử cacbon làm hàm số thu được từ Phương trình (1) dựa trên

dữ liệu vận hành phát ra lần lượt từ bộ phận dò nhiệt độ, bộ phận dò nồng độ oxy, áp kế chân không, lưu lượng kế khí thứ nhất, lưu lượng kế khí thứ hai, và bộ phận phân tích thành phần khí xả,

hệ số hiệu chỉnh A thu được từ các ghi chép trước đó về nồng độ cacbon trong thép nóng chảy được duy trì trong khi xử lý cacbon trước đó, và

hệ số hiệu chỉnh B thu được từ ít nhất một trong số các nồng độ mangan [%Mn], nồng độ phospho [%P], và nồng độ lưu huỳnh [%S] trong thép nóng chảy chưa được đưa vào xử lý khử cacbon, và

trong đó bộ phận kiểm soát xác định, làm thời điểm kết thúc quá trình xử lý khử cacbon, một điểm kịp lúc mà nồng độ cacbon được ước tính [%C] đạt đến trị số đích.

$$[\%C] = f(T, [\%O], P, F, G, [CO], [CO_2], A, B) \quad \text{Phương trình (1)}$$

[4] Hệ thống khử khí chân không RH theo mục [3], trong đó hệ số hiệu chỉnh B được cho làm hàm số thu được từ phương trình (2) dựa trên tất

cả các nồng độ mangan [%Mn], nồng độ phospho [%P], và nồng độ lưu huỳnh [%S] trong thép nóng chảy chưa được đưa vào xử lý khử cacbon.

$$B = f([\%Mn], [\%P], [\%S]) \quad \text{Phương trình (2)}$$

Theo phương pháp xác định thời điểm kết thúc quá trình xử lý khử cacbon và hệ thống khử khí chân không RH dùng cho phương pháp theo sáng chế, nồng độ cacbon trong thép nóng chảy có thể được ước tính chính xác trong khi xử lý khử cacbon của thép nóng chảy, mà không lấy mẫu thép nóng chảy trong khi xử lý khử cacbon và không bị ảnh hưởng bởi nồng độ bất kỳ trong số các nồng độ mangan, phospho, và lưu huỳnh trong thép nóng chảy chưa được đưa vào xử lý khử cacbon, với kết quả là thời điểm kết thúc quá trình xử lý khử cacbon có thể được xác định chính xác.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế sẽ còn được mô tả dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là sơ đồ minh họa hệ thống khử khí chân không RH 100 theo phương án của sáng chế;

Fig.2 là biểu đồ tiến trình của phương pháp xác định thời điểm kết thúc quá trình xử lý khử cacbon theo phương án của sáng chế;

Fig.3 là biểu đồ so sánh nồng độ cacbon được ước tính [%C] được tính theo ví dụ của sáng chế với nồng độ cacbon thực tế trong thép nóng chảy;

Fig.4 là biểu đồ thể hiện, trong trường hợp thép nóng chảy mangan thấp, phospho thấp, và lưu huỳnh thấp được đưa vào xử lý khử cacbon, các thay đổi về nồng độ cacbon được ước tính [%C] được tính theo ví dụ của sáng chế và về nồng độ cacbon thực tế trong thép nóng chảy khi kết thúc xử lý khử cacbon;

Fig.5 là biểu đồ thể hiện, trong trường hợp thép nóng chảy mangan cao, phospho cao, và lưu huỳnh cao được đưa vào xử lý khử cacbon, các thay đổi về nồng độ cacbon được ước tính [%C] được tính theo ví dụ của sáng chế và về nồng độ cacbon thực tế trong thép nóng chảy khi kết thúc xử lý khử cacbon; và

Fig.6 là biểu đồ thể hiện, trong trường hợp thép nóng chảy mangan cao, phospho cao, và lưu huỳnh cao được đưa vào xử lý khử cacbon, các thay đổi về nồng độ cacbon được ước tính [%C] được tính theo ví dụ so sánh và về nồng độ cacbon thực tế trong thép nóng chảy khi kết thúc xử lý khử cacbon.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án về phương pháp xác định thời điểm kết thúc quá trình xử lý khử cacbon và hệ thống khử khí chân không RH theo sáng chế sẽ được mô tả dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo, cụ thể là Fig.1 và 2.

Trên Fig.1, hệ thống khử khí chân không RH (lò tinh luyện chân không) 100 theo phương án này có gàu rót 10 để nhận thép nóng chảy M được tinh luyện trong lò thổi hoặc lò tương tự, bộ tiết lưu chân không RH 12 để đưa thép nóng chảy M vào xử lý khử cacbon, và bộ phận kiểm soát 14 để xác định thời điểm kết thúc quá trình xử lý khử cacbon.

Bộ tiết lưu chân không RH 12 có bình chân không 16, nhánh lên 18A và nhánh xuống 18B, hai nhánh này được bố trí tại đáy của bình chân không 16 và được nhúng trong thép nóng chảy M trong gàu rót 10, đường cấp khí 20 để đưa khí trơ vào nhánh lên 18A để tuần hoàn thép nóng chảy M, ống xả 22 được bố trí tại phần trên của bình chân không 16, và bộ phận xả 24 để hút chân không bình chân không 16, bộ phận xả 24 được bố trí tại ống xả 22. Đường cấp khí 20 được nối với nhánh lên 18A để đưa khí trơ, như khí argon, vào thép nóng chảy M bên trong nhánh lên 18A.

Hệ thống khử khí chân không RH 100 còn được cấu tạo như được mô tả dưới đây. Que dò 26 để đo nhiệt độ và oxy của thép nóng chảy, trang bị bộ phận dò nhiệt độ và bộ phận dò nồng độ oxy trong đó, có thể được nhúng trong thép nóng chảy M để đo nhiệt độ T và nồng độ oxy [%O] của thép nóng chảy M. Áp kế chân không 28 có thể được bố trí tại bình chân không 16 để đo áp suất P trong bình chân không 16. Lưu lượng kế khí thứ nhất 30 có thể được bố trí tại đường cấp khí 20 để đo tốc độ dòng khí F của khí trơ. Lưu lượng kế khí thứ hai 32 có thể được bố trí tại ống xả 22 để đo tốc độ dòng khí G của khí xả từ bộ tiết lưu chân không RH. Bộ phận phân tích thành phần khí xả 34, như bộ phận phân tích hồng ngoại, cũng có thể được

bố trí tại ống xả 22 để đo nồng độ CO [CO] và nồng độ CO₂ [CO₂] trong khí xả.

Nhập vào bộ phận kiểm soát 14 là các số đo (dữ liệu vận hành) mà phát ra từ que dò 26 để đo nhiệt độ và oxy lần lượt của thép nóng chảy, áp kế chân không 28, lưu lượng kế khí thứ nhất 30, lưu lượng kế khí thứ hai 32, và bộ phận phân tích thành phần khí xả 34.

Trong phương án này, giả sử rằng thép nóng chảy chứa oxy, như oxy được hòa tan, được yêu cầu để khử cacbon thép nóng chảy M, sao cho thép nóng chảy được đưa trực tiếp vào xử lý khử cacbon. Tuy nhiên, sáng chế không giới hạn ở phương án được bộc lộ, và oxy được yêu cầu để khử cacbon có thể được phun tùy ý vào thép nóng chảy bằng cách sử dụng vòi thổi oxy, để theo đó tiến hành xử lý khử cacbon bằng phản ứng C-O được cảm ứng bằng oxy theo đó được phun.

Trong phương án này, gàu rót 10 chứa thép nóng chảy M được tinh luyện bằng lò thổi hoặc lò tương tự được dịch chuyển đến vị trí trực tiếp phía dưới bộ tiết lưu chân không RH 12 để tiến hành xử lý khử cacbon bằng cách xử lý chân không, và sau đó được nâng lên cho đến khi nhánh lên 18A và nhánh xuống 18B được nhúng trong thép nóng chảy M trong gàu rót 1. Sau đó, bên trong bình chân không 16 được duy trì trong chân không bằng bộ phận xả 24 qua ống xả 22. Do bên trong bình chân không 16 ở trạng thái chân không, thép nóng chảy M được hút lên qua nhánh lên 18A và nhánh xuống 18B. Mặt khác, khí argon được phun qua đường cấp khí 20 vào nhánh lên 18A để bằng cách đó tuần hoàn, trên nguyên lý của bơm khí, thép nóng chảy M trong gàu rót 10 như được ký hiệu bằng mũi tên trong hình vẽ. Theo cách này, quá trình xử lý khử cacbon của thép nóng chảy M được tiến hành trong khi chân không bên trong bình chân không 16 được duy trì. Loạt vận hành nêu trên được kiểm soát bằng bộ phận kiểm soát 14.

Trong phương án này, các hệ số hiệu chỉnh sau được lưu trữ trong thiết bị lưu trữ (không được thể hiện): hệ số hiệu chỉnh A thu được từ các ghi chép trước đó về nồng độ cacbon trong thép nóng chảy được duy trì trong khi xử lý cacbon trước đó; và hệ số hiệu chỉnh B thu được từ nồng độ mangan [%Mn], nồng độ phospho [%P], và nồng độ lưu huỳnh [%S] trong thép nóng chảy M chưa được đưa vào xử lý khử cacbon. Thiết bị lưu trữ

cũng lưu trữ các phương trình số học, bao gồm hệ số hiệu chỉnh A và B, để tính nồng độ cacbon được ước tính [%C] trong thép nóng chảy M. Chi tiết về các phương trình số học sẽ được mô tả sau đây. Thiết bị lưu trữ cũng lưu trữ trị số của nồng độ cacbon để kết thúc xử lý khử cacbon (tức là, trị số đích). Chú ý rằng chức năng của thiết bị lưu trữ cũng có thể được tiến hành bằng bộ phận kiểm soát 14.

Bộ phận kiểm soát 14 đọc các phương trình số học từ thiết bị lưu trữ để tính nồng độ cacbon được ước tính [%C] trong thép nóng chảy M trong khi xử lý khử cacbon. Sau đó, bộ phận kiểm soát 14 tính nồng độ cacbon được ước tính [%C] trong thép nóng chảy M bằng cách thế vào các phương trình số học các số đo (dữ liệu vận hành) phát ra từ que dò 26 để đo nhiệt độ và oxy lần lượt của thép nóng chảy, áp kế chân không 28, lưu lượng kế khí thứ nhất 30, lưu lượng kế khí thứ hai 32, và bộ phận phân tích thành phần khí xả 34. Bộ phận kiểm soát 14 tiến hành vận hành so sánh của nồng độ cacbon được ước tính [%C] với trị số đích được đọc từ thiết bị lưu trữ và, dựa trên kết quả của nó, phát ra tín hiệu kiểm soát để kết thúc xử lý khử cacbon. Dựa trên tín hiệu kiểm soát, vật liệu khử oxy như Al (nhôm) được cấp vào thép nóng chảy M, mà chỉ ra quá trình xử lý khử cacbon được kết thúc.

Các phương trình số học để tính nồng độ cacbon được ước tính [%C] trong thép nóng chảy M sẽ được mô tả dưới đây.

Nồng độ cacbon được ước tính [%C] được cho làm hàm số thu được từ Phương trình (1) dưới đây. Thực hiện phép toán số học của Phương trình (1) bằng bộ phận kiểm soát 14 bao gồm bộ phận xử lý trung tâm (central processing unit-CPU).

$$[\%C] = f(T, [\%O], P, F, G, [CO], [CO_2], A, B) \quad \text{Phương trình (1)}$$

trong đó T: nhiệt độ (Kelvin) của thép nóng chảy,

[%O]: nồng độ oxy (% khối lượng) trong thép nóng chảy,

P: áp suất bên trong (atm) của bình chân không,

F: tốc độ dòng khí (NL/phút) của khí trơ để tuần hoàn thép nóng chảy,

G: tốc độ dòng khí (tấn/phút) của khí xả,

[CO]: nồng độ CO (% khối lượng) trong khí xả,

[CO₂]: nồng độ CO₂ (% khối lượng) trong khí xả,

A: hệ số hiệu chỉnh thu được từ các ghi chép trước đó về nồng độ cacbon trong thép nóng chảy được duy trì trong khi xử lý cacbon trước đó, và

B: hệ số hiệu chỉnh thu được từ nồng độ mangan [%Mn] (% khối lượng), nồng độ phospho [%P] (% khối lượng), và nồng độ lưu huỳnh [%S] (% khối lượng) trong thép nóng chảy chưa được đưa vào xử lý khử cacbon.

Có nghĩa là, hệ số hiệu chỉnh B được tượng trưng bằng:

$$B = f([\%Mn], [\%P], [\%S]). \quad \text{Phương trình (2)}$$

Phép toán số học sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Trước tiên, sự cân bằng khối lượng của toàn bộ hệ thống theo quan điểm cacbon trong thép nóng chảy M được tượng trưng bằng:

$$d[\%C]/dt = Q \cdot ([\%C]' - [\%C])/W \quad \text{Phương trình (3)}$$

trong đó [%C]: nồng độ oxy (% khối lượng) trong thép nóng chảy M,

[%C]': nồng độ cacbon (% khối lượng) trong thép nóng chảy được hút xuống qua nhánh xuống,

Q: tốc độ tuần hoàn của thép nóng chảy (tấn/phút), và

W: tổng lượng thép nóng chảy (tấn).

Tốc độ tuần hoàn Q của thép nóng chảy được tượng trưng bằng:

$$Q = 11,4 \cdot F^{1/3} \cdot d^{4/3} \cdot [\ln(1/P)]^{1/3} \quad \text{Phương trình (4)}$$

trong đó d: đường kính trong (m) của nhánh lên 18A và nhánh xuống 18B.

Ngoài ra, tốc độ khử cacbon được tượng trưng bằng:

$$d[\%C]/dt = -(G_c/W) \times 100 \quad \text{Phương trình (5)}$$

trong đó G_c: hàm lượng cacbon trong khí xả (tấn/phút).

Ngoài ra, hàm lượng cacbon G_c trong khí xả được xả qua ống xả 22 của bộ tiết lưu chân không RH được tượng trưng bằng:

$$G_c = \alpha \cdot G \cdot (12/28 \cdot [CO] + 12/44 \cdot [CO_2]) \quad \text{Phương trình (6)}$$

trong đó α là hằng số.

Theo đó, hàm lượng cacbon G_c trong khí xả được xả qua ống xả 8 thu được như sau dựa trên Phương trình (3) và Phương trình (5):

$$G_c = Q \cdot ([\%C] - [\%C']) / 100. \quad \text{Phương trình (7)}$$

Ngoài ra, phản ứng khử cacbon của thép nóng chảy trong bình chân không 16 được tượng trưng bằng công thức mẫu:

$$[\%C'] = P / (K[\%O]) + [1/A \cdot B + 1 / ([\%C] - P / (K[\%O]))]^{-1}. \quad \text{Phương trình (8)}$$

trong đó K là hằng số cân bằng cho phản ứng C-O được tượng trưng bằng:

$$K = \exp(2671/T + 4,612). \quad \text{Phương trình (9)}$$

Nồng độ cacbon được ước tính $[\%C]$ trong thép nóng chảy có thể thu được từ Phương trình (7) và Phương trình (8). Chú ý rằng, nếu hai nghiệm được đưa ra đối với $[\%C]$, nghiệm nhỏ hơn được chọn nằm trong khoảng từ 0,0005% khối lượng đến 0,0050% khối lượng.

Ở đây, hệ số hiệu chỉnh A được xác định trước như được mô tả dưới đây. Khi tiến hành xử lý khử cacbon nhiều lần trên các mẫu thép với cùng chế phẩm hóa học (tức là, các nồng độ của tất cả các thành phần, bao gồm cacbon, mangan, phospho, và lưu huỳnh, là giống nhau), hệ số hiệu chỉnh A được xác định bằng cách hồi quy bội sao cho sự tăng tiến của nồng độ cacbon được ước tính, được tính theo phương trình thu được bằng cách bỏ "B" khỏi Phương trình (8), có thể được hiệu chỉnh để đáp ứng sự tăng tiến của nồng độ cacbon thực tế.

Tuy nhiên, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, với phương trình mà chỉ bao gồm hệ số hiệu chỉnh A , tức là, thu được bằng cách bỏ B khỏi Phương trình (8), làm tăng các sự chênh lệch giữa nồng độ cacbon được ước tính và nồng độ cacbon thực tế nếu các nồng độ của mangan, phospho, và lưu huỳnh có các trị số khác nhau. Do đó, hệ số hiệu chỉnh B được xác định trước theo Phương trình (10) được tượng trưng bằng:

$$\begin{aligned} B &= f([\%Mn], [\%P], [\%S]) \\ &= \beta_{Mn}[\%Mn] + \beta_P[\%P] + \beta_S[\%S] \end{aligned} \quad \text{Phương trình (10),}$$

trong đó β_{Mn} , β_P và β_S là các hệ số của các thành phần tương ứng mà được xác định trước bằng cách hồi quy bội sao cho sự tăng tiến của nồng độ cacbon được ước tính [%C] thu được từ Phương trình (7) và Phương trình (8) có thể được hiệu chỉnh để đáp ứng sự tăng tiến của nồng độ cacbon thực tế khi tiến hành xử lý khử cacbon bằng cách sử dụng nhiều mẫu thép có [%Mn], [%P], và [%S] khác nhau. Sau đó, áp dụng sáng chế, hệ số hiệu chỉnh B được xác định bằng cách thế [%Mn], [%P], và [%S] của thép nóng chảy để xử lý khử cacbon vào Phương trình (10).

Thực hiện phép toán số học để thu được nồng độ cacbon được ước tính [%C] từ Phương trình (7) và Phương trình (8) bằng bộ phận kiểm soát 14. Khi [%C] đạt đến trị số đích, vật liệu khử oxy được cấp vào thép nóng chảy, mà chỉ ra quá trình xử lý khử cacbon được kết thúc.

Trên Fig.2, phương pháp xác định thời điểm kết thúc quá trình xử lý khử cacbon theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây. Chương trình ước tính nồng độ cacbon được mô tả được ghi vào thiết bị lưu trữ. Như được thể hiện trên Fig.2, quá trình bắt đầu bằng việc điều khiển bộ phận xả 24 và cấp khí trợ từ đường cấp khí 20 để khởi động quá trình xử lý khử cacbon bằng hệ thống khử khí chân không RH 100. Sau đó, quá trình này tiếp tục đến bước S1. Trong bước S1, khởi động chương trình ước tính nồng độ cacbon bằng bộ phận kiểm soát 14, và quá trình này tiếp tục đến S2.

Trong bước S2, đo tốc độ dòng khí G của khí xả bằng lưu lượng kế khí thứ hai 32, và quá trình này tiếp tục đến bước S3. Trong bước S3, đo nồng độ CO [%CO] và nồng độ CO₂ [%CO₂] trong khí xả bằng bộ phận phân tích thành phần khí xả 34, và quá trình này tiếp tục đến S4. Trong bước S4, tính tốc độ khử cacbon bằng bộ phận kiểm soát 14 mà thực hiện phép toán số học để thế các số đo thu được trong bước S2 và bước S3 vào Phương trình (6) và Phương trình (5), và quá trình này tiếp tục đến S5. Trong bước S5, tiến hành xác định bằng phương tiện vận hành so sánh trong bộ phận kiểm soát 14 liệu rằng tốc độ khử cacbon được tính là ở mức nhất định hay dưới mức nhất định. Nếu tốc độ khử cacbon trên mức nhất định, sau đó quá trình này quay trở lại bước S2 sau thời gian chờ được xác định trước; nếu không thì quá trình tiếp tục đến bước S6.

Trong bước S6, đo nhiệt độ T của thép nóng chảy M , nồng độ oxy $[\%O]$ trong thép nóng chảy M , áp suất P trong bình chân không 16, và tốc độ dòng khí F của khí trơ và lưu trữ các số đo theo đó thu được, sau đó, quá trình này tiếp tục đến bước S7.

Trong bước S7, nồng độ cacbon được ước tính $[\%C]$ trong thép nóng chảy M được tính bằng bộ phận kiểm soát 14 mà thực hiện phép toán số học để thể các số đo thu được trong các bước S2, S3, và S6 vào Phương trình (7) và Phương trình (8), và quá trình này tiếp tục đến bước S8. Trong bước S8, tiến hành xác định bằng phương tiện vận hành so sánh trong bộ phận kiểm soát 14 liệu rằng $[\%C]$ được tính có đạt đến trị số đích. Nếu $[\%C]$ trên trị số đích, sau đó quá trình này quay trở lại bước S7 sau thời gian chờ được xác định trước; nếu không thì quá trình này tiếp tục đến bước S9. Trong bước S9, vật liệu khử oxy được cấp vào thép nóng chảy M , mà chỉ ra quá trình xử lý khử cacbon được kết thúc. Sau đó, quá trình này tiếp tục đến các bước xử lý tiếp theo.

Fig.3 là biểu đồ so sánh nồng độ cacbon được ước tính $[\%C]$ được tính bằng phương pháp ước tính nồng độ cacbon trong thép nóng chảy M nêu trên với nồng độ cacbon thực tế trong thép nóng chảy. Trên Fig.3, (a) chỉ trị số đích của nồng độ cacbon trong thép nóng chảy, trong khi (b) vẽ đồ thị sự tăng tiến của nồng độ cacbon được ước tính $[\%C]$ thu được từ Phương trình (7) và Phương trình (8) và các số đo thực tế lần lượt của thép nóng chảy mangan thấp (0,10% mangan), phospho thấp (0,010% phospho), và lưu huỳnh thấp (0,004% lưu huỳnh) và thép nóng chảy mangan cao (0,50% mangan), phospho cao (0,050% phospho), và lưu huỳnh cao (0,010% lưu huỳnh).

Như có thể được xem bằng cách so sánh các số đo thực tế, thép nóng chảy mangan cao, phospho cao, và lưu huỳnh cao có tốc độ khử cacbon thấp hơn so với tốc độ khử cacbon của thép nóng chảy mangan thấp, phospho thấp, và lưu huỳnh thấp, do sự có mặt của mangan, phospho, và lưu huỳnh trên mặt trung gian khí-lòng khi xảy ra phản ứng khử cacbon, đóng vai trò làm mặt trung gian chống lại phản ứng khử cacbon. Xét đến các hiệu quả như vậy, sáng chế cũng sử dụng hệ số hiệu chỉnh B , xét đến các hiệu quả của mangan, phospho, và lưu huỳnh trong thép nóng chảy, để ước tính chính xác hơn nồng độ cacbon.

Trong ví dụ theo sáng chế được thể hiện trên Fig.3, bắt đầu tính nồng độ cacbon được ước tính [%C] trong thép nóng chảy M tại một điểm kịp lúc khi tốc độ khử cacbon đạt đến khoảng 5kg/phút (sáu phút sau khi khởi động quá trình xử lý khử cacbon trong trường hợp thép nóng chảy mangan cao, phospho cao, và năm phút sau khi khởi động quá trình xử lý khử cacbon trong trường hợp thép nóng chảy mangan thấp, phospho thấp), sau đó còn tiếp tục việc tính [%C] cho đến khi quá trình xử lý khử cacbon được kết thúc. Ngoài ra, thép nóng chảy được lấy mẫu tại các đoạn cố định và nồng độ cacbon thực tế cũng được đo. Như được thể hiện trên Fig.3, sự tăng tiến của nồng độ cacbon được ước tính [%C] là nhất quán với các số đo thực tế cho đến khi kết thúc việc khử cacbon.

Fig.4 thể hiện, trong trường hợp thép nóng chảy mangan thấp, phospho thấp, và lưu huỳnh thấp được đưa vào xử lý khử cacbon, các thay đổi về nồng độ cacbon được ước tính [%C] được tính theo ví dụ của sáng chế và về nồng độ cacbon thực tế trong thép nóng chảy khi kết thúc xử lý khử cacbon. Có thể tính nồng độ cacbon được ước tính [%C] với độ chính xác là $\pm 3\text{ppm}$ nồng độ cacbon thực tế.

Fig.5 là biểu đồ thể hiện, trong trường hợp thép nóng chảy mangan cao, phospho cao, và lưu huỳnh cao được đưa vào xử lý khử cacbon, các thay đổi về nồng độ cacbon được ước tính [%C] được tính theo ví dụ của sáng chế và về nồng độ cacbon thực tế trong thép nóng chảy khi kết thúc xử lý khử cacbon. Theo cách này, theo ví dụ của sáng chế, cũng có thể tính nồng độ cacbon được ước tính [%C] với độ chính xác là $\pm 3\text{ppm}$ nồng độ cacbon thực tế đối với thép nóng chảy mangan cao, phospho cao, và lưu huỳnh cao.

Fig.6 là biểu đồ thể hiện, trong trường hợp thép nóng chảy mangan cao, phospho cao, và lưu huỳnh cao được đưa vào xử lý khử cacbon, các thay đổi về nồng độ cacbon được ước tính [%C] được tính theo ví dụ so sánh và về nồng độ cacbon thực tế trong thép nóng chảy khi kết thúc xử lý khử cacbon. Trong ví dụ so sánh, tiến hành ước tính bằng cách sử dụng phương trình số học thu được bằng cách bỏ hệ số hiệu chỉnh B khỏi Phương trình (8), như trong trường hợp với phương pháp của Phương pháp đã biết 5. Trong ví dụ so sánh, xét đến thép nóng chảy mangan cao, phospho cao, và lưu huỳnh cao, nồng độ cacbon được ước tính [%C] được phát hiện ra rằng ít chính xác

hơn do chúng bị lệch trong nhiều trường hợp lớn hơn $\pm 3\text{ppm}$ so với nồng độ cacbon thực tế.

Chú ý rằng, trong các ví dụ nêu trên, hệ số hiệu chỉnh B được xác định trong khi xét đến tất cả các nồng độ của [%Mn], [%P], và [%S]. Bằng cách như vậy, có thể tính nồng độ cacbon được ước tính [%C] chính xác nhất. Tuy nhiên, miễn là ít nhất một trong số các nồng độ của [%Mn], [%P], và [%S] được xét đến, nồng độ cacbon được ước tính [%C] vẫn có thể được tính chính xác hơn so với trường hợp không nồng độ nào trong số các nồng độ này được xét đến. Do đó, người ta dự định rằng sáng chế bao hàm các biến thể như vậy. Sáng chế cho phép việc xác định chính xác thời điểm kết thúc quá trình xử lý khử cacbon của thép nóng chảy mà không lấy mẫu thép nóng chảy trong khi xử lý khử cacbon. Tuy nhiên, cũng có thể tiến hành lấy mẫu thép nóng chảy trong khi xử lý khử cacbon của thép nóng chảy mà không ảnh hưởng đến hiệu quả được tạo ra bởi sáng chế.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Sáng chế có thể được ứng dụng để xử lý khử cacbon của thép nóng chảy bằng cách sử dụng bộ tiết lưu chân không RH để thu được thép cacbon siêu thấp bằng cách luyện thép, để tránh không cho quá trình xử lý khử cacbon được tiến hành quá nhiều, và theo đó hữu dụng để cải thiện sản lượng của thép cacbon siêu thấp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xác định thời điểm kết thúc quá trình xử lý khử cacbon, trong đó quá trình xử lý khử cacbon được tiến hành trên thép nóng chảy bằng cách sử dụng bộ tiết lưu chân không RH (Ruhrstahl-Heraeus), phương pháp này bao gồm:

tính nồng độ cacbon được ước tính [%C] trong thép nóng chảy trong khi xử lý khử cacbon làm hàm số thu được từ phương trình (1) dựa trên dữ liệu vận hành, bao gồm:

nhiệt độ T của thép nóng chảy;

nồng độ oxy [%O] trong thép nóng chảy;

áp suất P trong bình chân không của bộ tiết lưu chân không RH;

tốc độ dòng khí F của khí trơ để tuần hoàn thép nóng chảy;

tốc độ dòng khí G của khí xả từ bộ tiết lưu chân không RH; và

nồng độ CO [CO] và nồng độ CO₂ [CO₂] trong khí xả,

hệ số hiệu chỉnh A thu được từ các ghi chép trước đó về nồng độ cacbon trong thép nóng chảy được duy trì trong khi xử lý cacbon trước đó, và

hệ số hiệu chỉnh B thu được từ ít nhất một trong số các nồng độ mangan [%Mn], nồng độ phospho [%P], và nồng độ lưu huỳnh [%S] trong thép nóng chảy chưa được đưa vào xử lý khử cacbon; và

kết thúc quá trình xử lý khử cacbon tại thời điểm ngay khi nồng độ cacbon được ước tính [%C] đạt đến trị số đích.

$$[\%C] = f(T, [\%O], P, F, G, [CO], [CO_2], A, B) \quad \text{Phương trình (1)}$$

2. Phương pháp xác định thời điểm kết thúc quá trình xử lý khử cacbon theo điểm 1, trong đó hệ số hiệu chỉnh B được cho làm hàm số thu được từ phương trình (2) dựa trên tất cả các nồng độ mangan [%Mn], nồng độ phospho [%P], và nồng độ lưu huỳnh [%S] trong thép nóng chảy chưa được đưa vào xử lý khử cacbon.

$$B = f([\%Mn], [\%P], [\%S]) \quad \text{Phương trình (2)}$$

FIG. 1

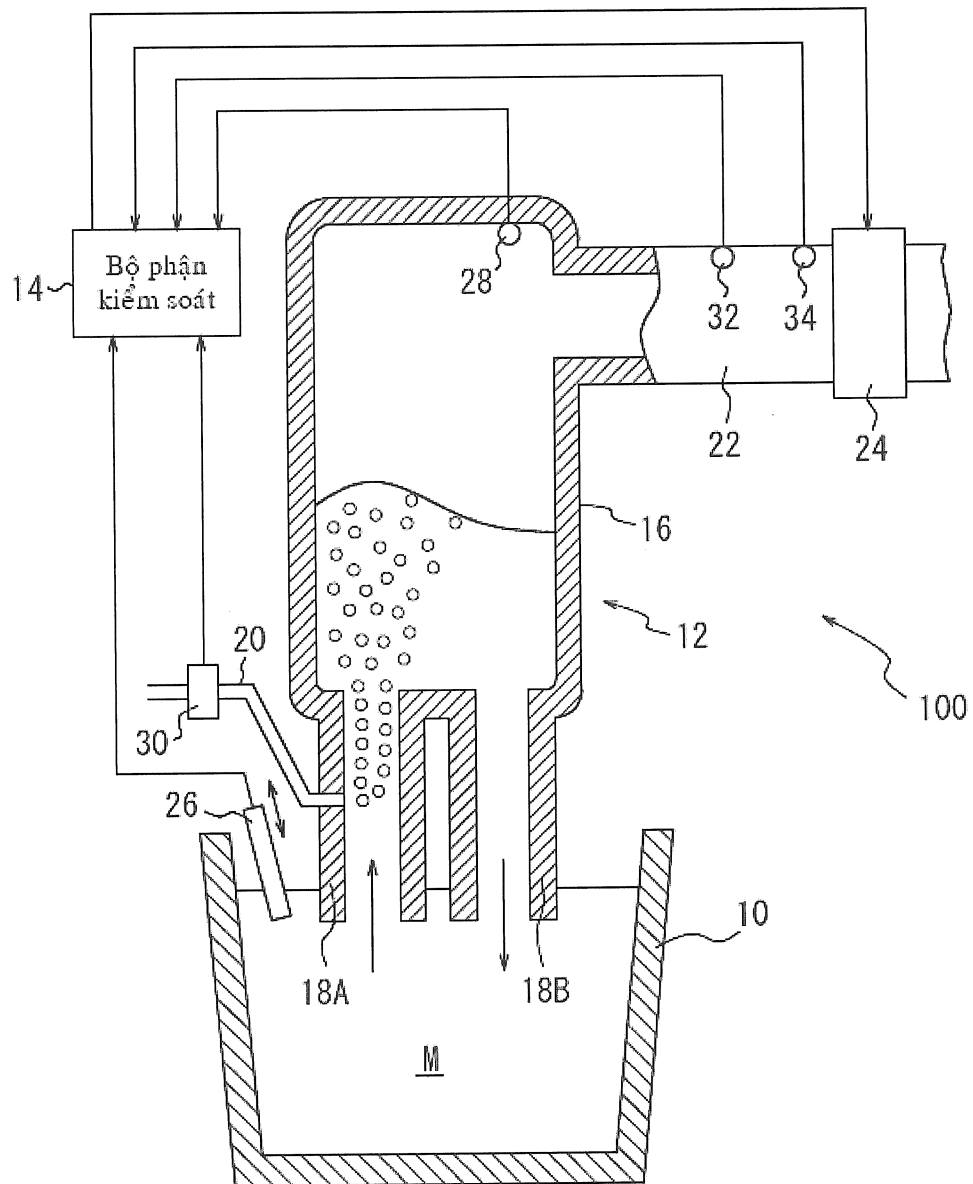


FIG. 2

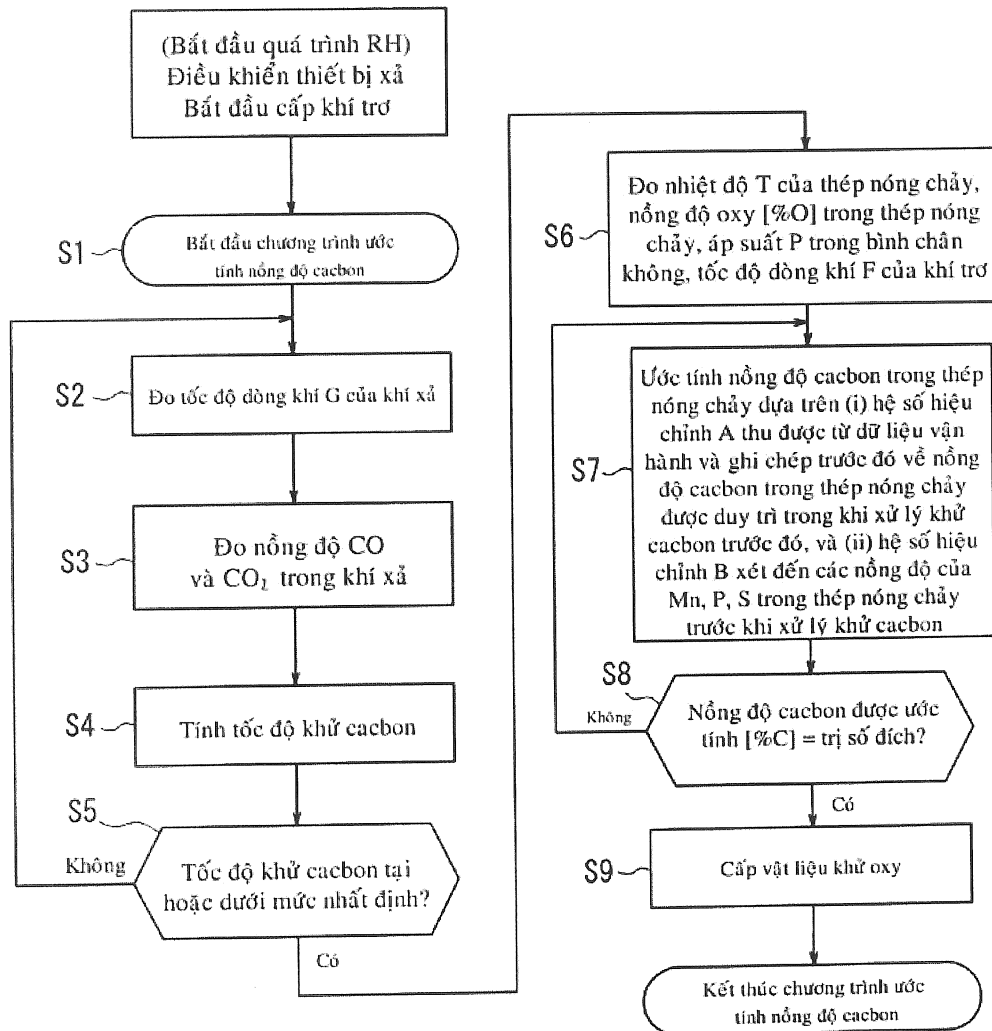


FIG. 3

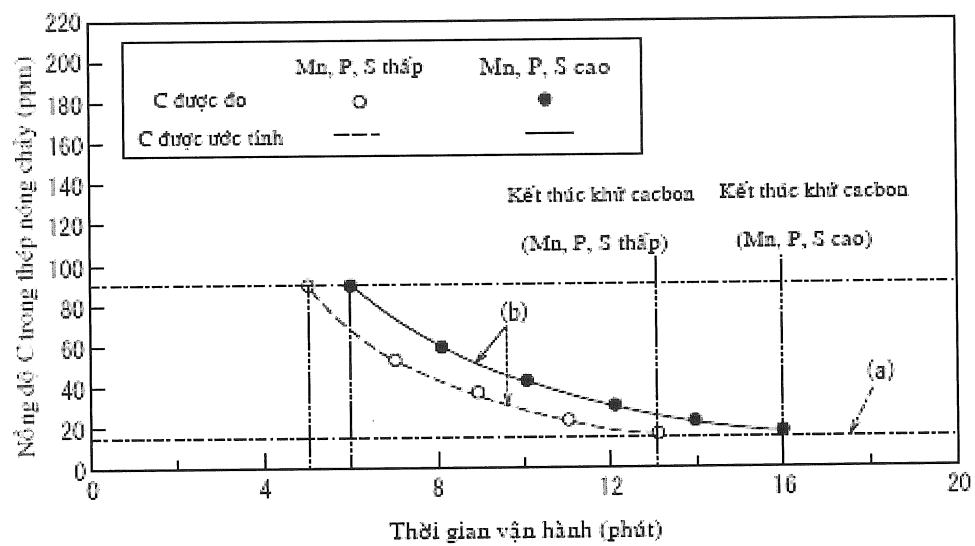


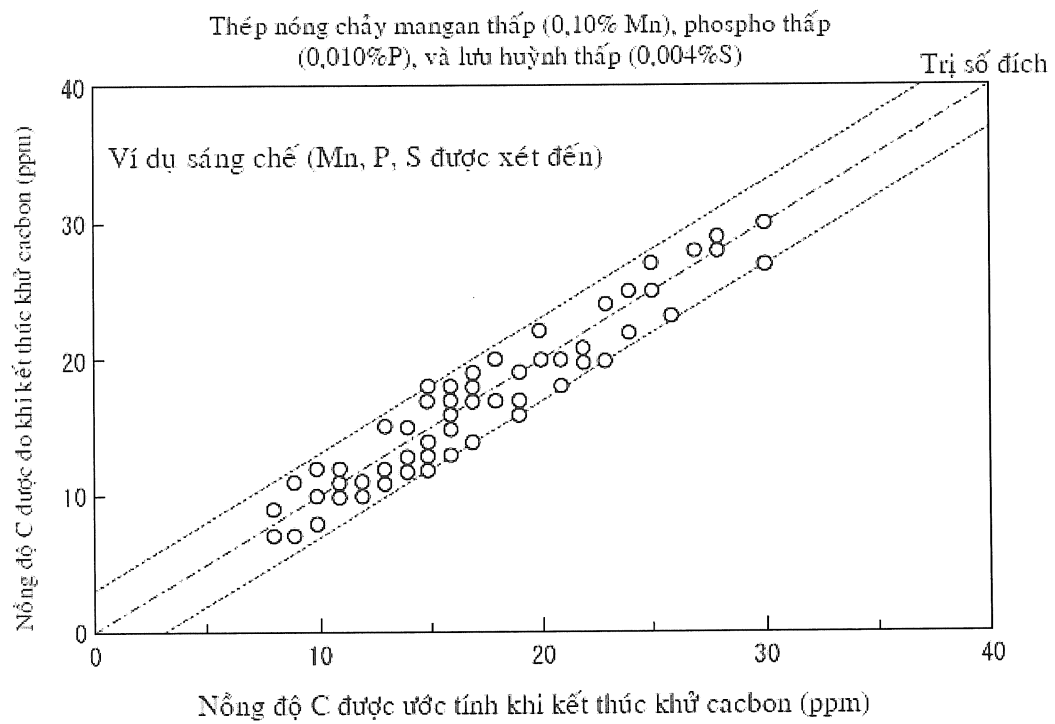
FIG. 4

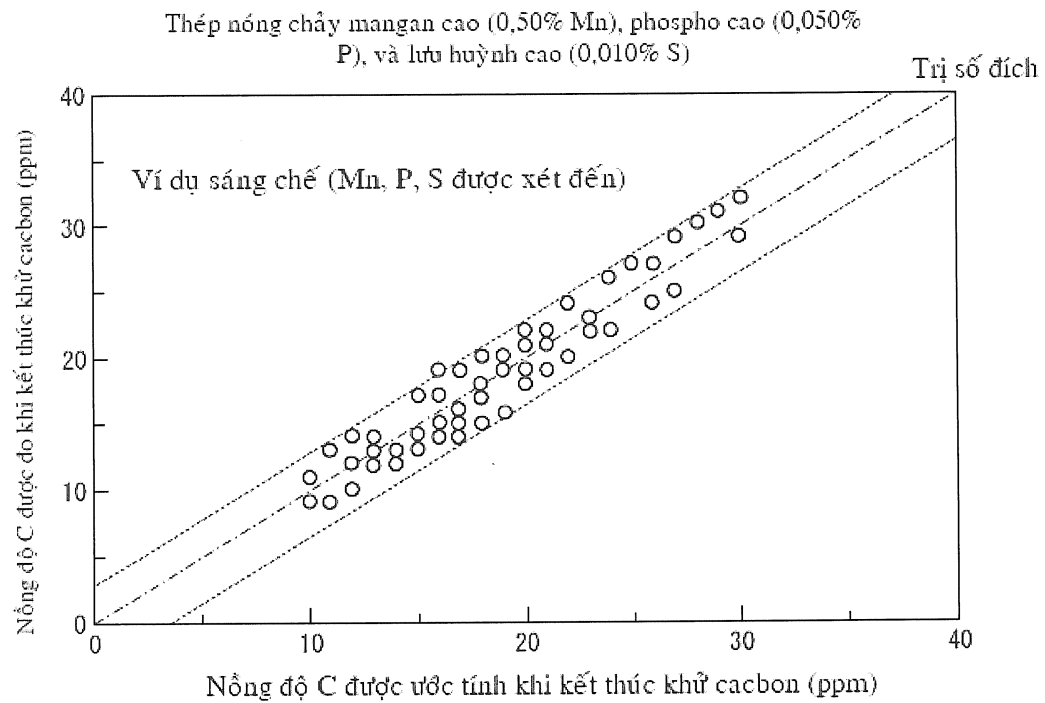
FIG. 5

FIG. 6