



(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)



1-0038583

(51)¹⁹ C21C 7/064; C21C 7/072; C21C 7/04

(13) B

(21) 1-2019-04509

(22) 10/01/2018

(86) PCT/JP2018/000280 10/01/2018

(87) WO/2018/135344 26/07/2018

(30) 2017-007209 19/01/2017 JP

(45) 26/02/2024 431

(43) 25/10/2019 379A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

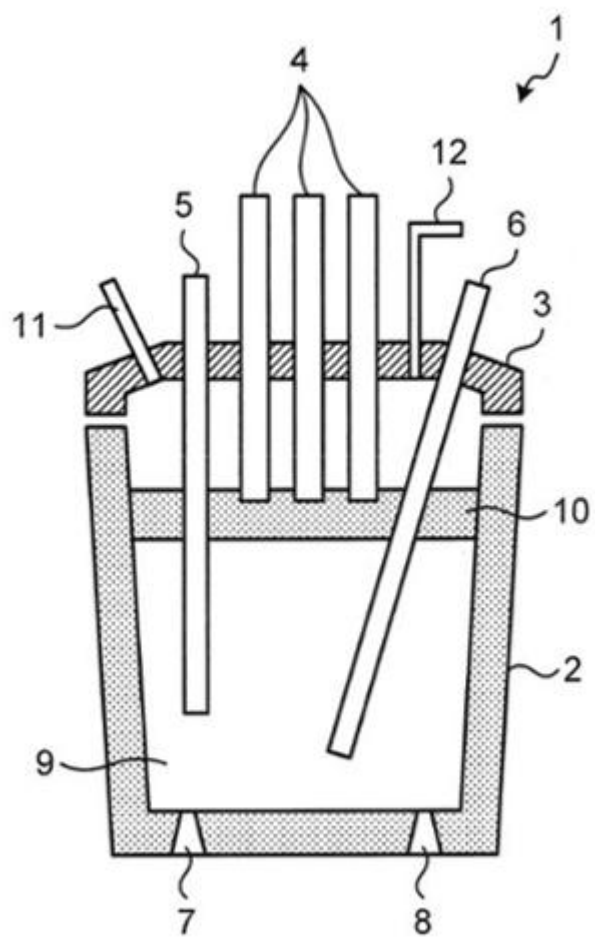
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) FUJII, Yusuke (JP); NAKAI, Yoshie (JP); MASAKI, Hideya (JP); KIKUCHI, Naoki (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ KHỬ LƯU HUỖNH CỦA THÉP NÓNG CHẢY VÀ TÁC NHÂN KHỬ LƯU HUỖNH

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý khử lưu huỳnh của thép nóng chảy theo sáng chế bao gồm bước bổ sung tác nhân khử lưu huỳnh chứa vôi sống vào gàu giữ thép nóng chảy, và bước khuấy thép nóng chảy trong gàu để làm giảm nồng độ lưu huỳnh trong thép nóng chảy. Tác nhân khử lưu huỳnh được sử dụng chứa vôi sống thỏa mãn điều kiện là tổng thể tích của các lỗ xốp có đường kính lỗ xốp từ 0,5 đến 10 μm trong vôi sống là 0,1 mL/g hoặc lớn hơn. Kết quả là, việc xử lý khử lưu huỳnh có thể được thực hiện một cách hiệu quả mà không sử dụng CaF_2 và chất trợ dung được làm nóng chảy trước.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý khử lưu huỳnh của thép nóng chảy và tác nhân khử lưu huỳnh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, nhu cầu sản xuất thép có độ tinh khiết cao ngày càng tăng để nâng cao các đặc tính của vật liệu cùng với việc bổ sung thêm giá trị cao cho thép và tăng việc sử dụng các vật liệu thép là ví dụ. Cụ thể, nhu cầu tăng cao đối với thép có hàm lượng lưu huỳnh cực thấp có hàm lượng lưu huỳnh thấp, mà là nguyên tố làm giảm độ bền dai của các vật liệu thép. Trong các quá trình sản xuất các vật liệu thép nóng chảy, đã có việc xử lý khử lưu huỳnh tại giai đoạn gang nóng chảy và việc xử lý khử lưu huỳnh tại giai đoạn thép nóng chảy. Các vật liệu thép thường chỉ được đưa vào việc xử lý khử lưu huỳnh tại giai đoạn gang nóng chảy khi được sản xuất bằng cách nung chảy. Trong các quá trình sản xuất nóng chảy của thép có hàm lượng lưu huỳnh cực thấp như là các tấm thép điện từ cao cấp và các vật liệu thép dạng ống thẳng, nếu chỉ thực hiện việc xử lý khử lưu huỳnh tại giai đoạn gang nóng chảy thì không đủ. Do đó, cần phải thực hiện việc xử lý khử lưu huỳnh tại giai đoạn thép nóng chảy ngoài việc xử lý khử lưu huỳnh tại giai đoạn gang nóng chảy.

Việc xử lý khử lưu huỳnh tại giai đoạn thép nóng chảy thường được thực hiện bằng phương pháp tinh luyện trong gàu như là phương pháp ASEA-SKF, phương pháp VAD, hoặc phương pháp LF. Phương pháp tinh luyện trong gàu bao gồm phương tiện làm nóng bằng hồ quang để làm nóng thép nóng chảy và phương tiện khuấy để khuấy thép nóng chảy, và còn bao gồm phương tiện thổi để thổi bột như là chất trợ dung hoặc bột hợp kim vào thép nóng chảy. Trong phương pháp tinh luyện trong gàu, tác nhân khử lưu huỳnh được bổ sung vào gàu giữ cho thép nóng chảy được sản xuất bằng cách nung chảy bằng phương pháp tinh luyện khử cacbon trong lò chuyển, thép nóng chảy và tác nhân khử lưu huỳnh được khuấy và trộn lẫn với nhau hoặc được trải qua quá trình làm nóng bằng hồ quang, từ đó làm cho tác nhân khử lưu huỳnh tạo xỉ, và phản ứng xỉ-kim loại xảy ra giữa xỉ được tạo thành do sự hình thành

xi của tác nhân khử lưu huỳnh và thép nóng chảy để chuyển hóa lưu huỳnh trong thép nóng chảy thành xi.

Tác nhân khử lưu huỳnh được sử dụng chứa CaO (vôi sống) làm thành phần chính và Al_2O_3 (alumina), CaF_2 (florit), và thành phần tương tự, mà được bổ sung nhằm mục đích hạ thấp điểm nóng chảy của tác nhân khử lưu huỳnh. Để đạt được phản ứng khử lưu huỳnh hiệu quả trong phương pháp xử lý khử lưu huỳnh bằng phương pháp tinh luyện trong gàu, điều quan trọng là làm cho tác nhân khử lưu huỳnh được bổ sung vào nhanh chóng tạo xi và làm tăng diện tích tiếp xúc giữa xi được tạo ra do sự hình thành xi của tác nhân khử lưu huỳnh và kim loại bằng cách tăng cường độ khuấy. Tác nhân khử lưu huỳnh thường được bổ sung vào thép nóng chảy trong gàu bằng cách được đặt lên thép nóng chảy. Cần phải mất nhiều thời gian để tác nhân khử lưu huỳnh tạo xi trong bất kỳ trường hợp nào mà ở đó tác nhân khử lưu huỳnh tạo xi bằng cách làm nóng bằng hồ quang hoặc bằng cách được khuấy và được trộn lẫn với thép nóng chảy sau khi tác nhân khử lưu huỳnh được bổ sung.

Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ phương pháp khử lưu huỳnh của thép nóng chảy trong đó chất trợ dung, hỗn hợp gồm vôi sống, alumina, và florit, được bổ sung và quá trình tạo bọt khí được thực hiện sao cho hợp phần xi sau khi xử lý khử lưu huỳnh thỏa mãn $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3 \geq 1,5 \%$ theo khối lượng và $\text{CaF}_2 \geq 5 \%$ theo khối lượng. Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ phương pháp trong đó chất trợ dung được làm nóng chảy trước (được trộn sơ bộ hoặc được hòa tan đồng nhất) gồm $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ hoặc chất trợ dung được làm nóng chảy trước gồm $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{CaF}_2$ được sử dụng để thúc đẩy sự hình thành xi của tác nhân khử lưu huỳnh. Bằng việc tăng cường độ khuấy của thép nóng chảy, các tài liệu sáng chế 3, 4, và 5 bộc lộ phương pháp trong đó khí khuấy trộn với chất trợ dung được thổi vào, làm phương tiện để tăng cường độ khuấy mà không làm tăng tốc độ dòng khí khuấy.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số H08-260025

Tài liệu sáng chế 2: Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số H09-217110

Tài liệu sáng chế 3: Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số S61-91318

Tài liệu sáng chế 4: Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số S61-281809

Tài liệu sáng chế 5: Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2000-234119

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, phương pháp được mô tả trong tài liệu sáng chế 1, có vấn đề trong đó, khi tác nhân khử lưu huỳnh chứa CaF_2 được sử dụng, vật liệu chịu lửa cấu thành nên gàu bị nóng chảy và bị ăn mòn mạnh bởi CaF_2 có trong xỉ được tạo ra, do đó rút ngắn đáng kể tuổi thọ của gàu. Phương pháp được mô tả trong tài liệu sáng chế 2 có vấn đề trong đó chất trợ dung được làm nóng chảy trước rất đắt tiền, do đó làm tăng chi phí xử lý. Tác nhân khử lưu huỳnh chứa CaF_2 có cùng vấn đề như được mô tả ở trên.

Phương pháp được mô tả trong các tài liệu sáng chế 3, 4, và 5, có giới hạn về lượng thổi chất trợ dung đối với tốc độ khí thổi (tỷ lệ rắn-khí có giới hạn trong khoảng từ 5 đến 30 kg/kg). Do đó, phương pháp này có giới hạn đối với việc tăng cường độ khuấy. Khi tốc độ dòng khí khuấy được tăng lên, bề mặt của thép nóng chảy trong gàu bị rối loạn mạnh (bị sóng sánh). Kết quả là, phát sinh vấn đề là sự bắn tung tóe xảy ra và kim loại dính vào nắp của gàu, hoặc vấn đề phát sinh khác là các điện cực và thép nóng chảy bị đoản mạch, ví dụ, làm cho hồ quang không ổn định, do đó gây khó khăn cho việc làm nóng bằng hồ quang.

Sáng chế được thực hiện khi xét đến các vấn đề trên, và nhằm đề xuất phương pháp xử lý khử lưu huỳnh của thép nóng chảy và tác nhân khử lưu huỳnh mà có thể thực hiện một cách hiệu quả việc xử lý khử lưu huỳnh mà không sử dụng CaF_2 và chất trợ dung được làm nóng chảy trước.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Giải quyết vấn đề

Để giải quyết vấn đề và đạt được mục đích của sáng chế, phương pháp xử lý khử lưu huỳnh của thép nóng chảy theo sáng chế là phương pháp bao gồm: bước bổ sung tác nhân khử lưu huỳnh chứa vôi sống vào gàu giữ thép nóng chảy; và khuấy

thép nóng chảy trong gàu để làm giảm nồng độ lưu huỳnh trong thép nóng chảy, trong đó tác nhân khử lưu huỳnh chứa vôi sống, mà trong đó tổng thể tích của các lỗ xốp có đường kính lỗ xốp từ 0,5 μm đến 10 μm (bao gồm cả 0,5 μm và 10 μm) trong vôi sống là 0,1 mL/g hoặc lớn hơn.

Hơn nữa, trong phương pháp xử lý khử lưu huỳnh của thép nóng chảy theo sáng chế, vôi sống chứa các hạt, trong đó 90% hoặc lớn hơn các hạt được chứa trong vôi sống có đường kính hạt từ 1 mm đến 30 mm (bao gồm cả 1 mm và 30 mm).

Hơn nữa, tác nhân khử lưu huỳnh theo sáng chế bao gồm vôi sống, trong đó tổng thể tích của các lỗ xốp có đường kính lỗ xốp từ 0,5 μm đến 10 μm (bao gồm cả 0,5 μm và 10 μm) trong vôi sống là 0,1 mL/g hoặc lớn hơn, trong đó vôi sống chứa các hạt, trong đó 90% hoặc lớn hơn các hạt được chứa trong vôi sống có đường kính hạt từ 1 mm đến 30 mm (bao gồm cả 1 mm và 30 mm).

Hơn nữa, trong phương pháp xử lý khử lưu huỳnh của thép nóng chảy theo sáng chế, việc khuấy được thực hiện để thỏa mãn mật độ công suất khuấy được biểu diễn bởi công thức (1) sau đây. Trong bản mô tả này, "Nm³" nghĩa là thể tích của khí tại áp suất khí quyển là 101325 Pa và nhiệt độ là 273,15 K trong các điều kiện tiêu chuẩn.

$$\varepsilon = 6,183 \times \frac{Q \times T_1}{W} \times \left(\ln \left(1 + \frac{h}{1,02 \times 10^{-4} \times P} \right) + \left(1 - \frac{T_g}{T_1} \right) \right) \geq 100$$

ε : Mật độ công suất khuấy (W/t) của thép nóng chảy khuấy bằng khí,

Q: Tốc độ dòng khí (Nm³/phút),

W: Lượng thép nóng chảy (t),

T₁: Nhiệt độ thép nóng chảy (°C),

T_g: Nhiệt độ khí (°C),

h: Chiều sâu bể (m), P: Áp suất khí quyển (Pa) (1)

Hơn nữa, trong phương pháp xử lý khử lưu huỳnh của thép nóng chảy theo sáng chế, lượng nhôm được cấp vào trong thép nóng chảy trong vòng 10 phút sau khi bắt đầu xử lý khử lưu huỳnh, việc xử lý khử lưu huỳnh bắt đầu sau khi thép nóng chảy được rút ra từ lò chuyển, thỏa mãn công thức (2) sau đây.

$$([sol.Al]_1 - [sol.Al]_2 + 0,05) \leq W_{Al} \leq ([sol.Al]_1 - [sol.Al]_2 + 0,1)$$

$[\text{sol. Al}]_1$: Giới hạn trên theo tiêu chuẩn về nồng độ Al (% theo khối lượng) trong mác thép cần phải được sản xuất bằng cách nóng chảy

$[\text{sol. Al}]_2$: Nồng độ Al (% theo khối lượng) trong thép nóng chảy sau khi rút ra từ lò chuyển

W_{Al} : Lượng (kg/t) Al được cấp trong vòng 10 phút sau khi bắt đầu quá trình khử lưu huỳnh trong gàu (2)

Hơn nữa, trong phương pháp xử lý khử lưu huỳnh của thép nóng chảy theo sáng chế, khí argon được thổi vào gàu sao cho nồng độ oxy trong gàu là 15% hoặc nhỏ hơn.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Phương pháp xử lý khử lưu huỳnh của thép nóng chảy và tác nhân khử lưu huỳnh theo sáng chế có thể thực hiện một cách hiệu quả việc xử lý khử lưu huỳnh mà không sử dụng CaF_2 và chất trợ dung được làm nóng chảy trước.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ dạng giản đồ của bề mặt bên của phương tiện LF được sử dụng khi sáng chế được thực hiện.

Fig.2 là sơ đồ minh họa các tỷ lệ tạo xỉ trong các ví dụ sáng chế và các ví dụ so sánh.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các tác giả sáng chế đã nghiên cứu một cách nghiêm túc để giải quyết các vấn đề được mô tả ở trên bằng cách tập trung vào kích cỡ hạt và đường kính lỗ xốp của vôi ăn da và các thành phần thép nóng chảy. Cụ thể hơn, các tác giả sáng chế đã thực hiện nhiều thí nghiệm và nghiên cứu nhằm mục đích làm cho chất trợ dung được bổ sung là tác nhân khử lưu huỳnh tạo xỉ nhanh chóng để có thể đạt được việc xử lý khử lưu huỳnh hiệu quả mà không sử dụng CaF_2 làm một phần của tác nhân khử lưu huỳnh khi thép có hàm lượng lưu huỳnh thấp có nồng độ lưu huỳnh nhỏ hơn hoặc bằng 0,0030 % theo khối lượng được sản xuất bằng cách được làm nóng chảy bằng việc xử lý khử lưu huỳnh theo phương pháp tinh luyện trong gàu bằng cách sử dụng tác nhân khử lưu huỳnh có nguyên liệu chứa CaO làm nguyên liệu cấu thành chính.

Kết quả là, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra nhiệt độ của thép nóng chảy khi chất trợ dung được bổ sung, nồng độ sol. Al, và kích cỡ hạt và đường kính lỗ xốp của

vôi ăn da là quan trọng để thúc đẩy chất trợ dung được bổ sung là tác nhân khử lưu huỳnh để tạo xỉ. Nhiệt độ của thép nóng chảy được xác định bởi nhiệt độ của thép nóng chảy khi thép nóng chảy được rút ra từ lò chuyển. Vì nhiệt độ của thép nóng chảy khi thép nóng chảy được rút ra tăng lên, vật liệu chịu lửa của lò chuyển càng bị nóng chảy và bị ăn mòn, do đó làm cho chi phí xử lý cần phải được tăng lên. Do đó, không nên tăng nhiệt độ rút thép lên quá nhiều.

Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc xử lý khử lưu huỳnh có thể được thực hiện một cách có hiệu quả cao bằng cách sử dụng tác nhân khử lưu huỳnh dạng bột có chứa vôi sống làm thành phần chính và vôi sống thỏa mãn điều kiện là tổng thể tích của các lỗ xốp có đường kính lỗ xốp từ 0,5 đến 10 μm trong tất cả các lỗ xốp được chứa trong vôi sống là 0,1 mL/g hoặc lớn hơn. Từ đó, các tác giả sáng chế đã hoàn thành được sáng chế. Độ phân bố đường kính lỗ xốp của vôi sống được đo bằng phương pháp sau.

Như xử lý sơ bộ, vôi sống được làm khô ở nhiệt độ không đổi là 120°C trong 4 giờ. Bằng cách sử dụng thiết bị Micromeritics autopore IV 9520, độ phân bố đường kính lỗ xốp của vôi sống khô có đường kính lỗ xốp từ xấp xỉ 0,0036 đến 200 μm thu được bằng phương pháp xâm nhập thủy ngân, và đường cong thể tích lỗ xốp tích lũy được tính toán. Ngoài ra, tổng thể tích của các lỗ xốp có đường kính lỗ xốp từ 0,5 đến 10 μm thu được từ đường cong thể tích lỗ xốp tích lũy được tính.

Đường kính lỗ xốp được tính toán bằng cách sử dụng phương trình của Washburn được biểu diễn theo công thức (3) sau đây. Trong công thức (3), P là áp suất, D là đường kính lỗ xốp, σ là sức căng bề mặt (= 480 dynes/cm) của thủy ngân, θ là góc tiếp xúc (= 140 độ) giữa thủy ngân và mẫu vật.

$$P \times D = -4 \times \sigma \times \cos \theta \quad (3)$$

Gang nóng chảy được rút ra từ lò cao được đưa vào thùng chuyển kim loại nóng như là xe kiểu ngư lôi hoặc gàu chứa kim loại nóng, và được chuyển vào lò chuyển trong đó quá trình tinh luyện khử cacbon được thực hiện như quá trình xử lý tiếp theo. Thông thường, trong quá trình vận chuyển, quá trình xử lý sơ bộ kim loại nóng như là xử lý khử lưu huỳnh và xử lý khử photpho được thực hiện trên gang nóng chảy. Sáng chế là kỹ thuật sản xuất thép có hàm lượng lưu huỳnh thấp. Từ đó, việc xử lý khử lưu huỳnh được thực hiện. Ngay cả khi xử lý khử photpho không được yêu cầu

theo tiêu chuẩn hợp phần của thép có hàm lượng lưu huỳnh thấp, thì xử lý khử photpho vẫn được thực hiện để ngăn chặn sự tái photpho hóa từ xỉ lò chuyển trong khi xử lý khử lưu huỳnh sau khi rút ra từ lò chuyển.

Quá trình tinh luyện khử cacbon được thực hiện trên gang nóng chảy mà trên đó việc xử lý khử lưu huỳnh và xử lý khử photpho được thực hiện, và làm cho thép nóng chảy được rút vào gàu. Trong quá trình tinh luyện khử cacbon trong lò chuyển, lượng nhỏ vôi sống (CaO) và lượng nhỏ dolomit ($\text{MgCO}_3\text{-CaCO}_3$), hoặc dolomit nung (MgO-CaO) được sử dụng là chất trợ dung, và chất trợ dung tạo ra xỉ trong lò chuyển (sau đây được mô tả là "xỉ lò chuyển"), bởi vì việc xử lý khử lưu huỳnh và xử lý khử photpho đã được thực hiện trên gang nóng chảy rồi. Xỉ lò chuyển có vai trò thúc đẩy phản ứng khử photpho của gang nóng chảy. Tuy nhiên, xử lý khử photpho đã được thực hiện trên gang nóng chảy rồi. Do đó, vai trò chính của xỉ lò chuyển là ngăn chặn việc xảy ra hiện tượng văng tóe sắt trong quá trình làm nóng chảy và tinh luyện thổi và sự ăn mòn vật liệu chịu lửa lót của lò chuyển.

Ở cuối giai đoạn rút thép, xỉ lò chuyển được trộn vào trong thép nóng chảy và thổi vào gàu. Các biện pháp ngăn chặn xỉ chảy ra ngoài, mà thường được sử dụng, được thực hiện để ngăn chặn việc xỉ lò chuyển chảy ra ngoài. Tuy nhiên, khó có thể ngăn chặn xỉ lò chuyển không bị chảy ra ngoài một cách hoàn hảo ngay cả khi các biện pháp ngăn chặn xỉ chảy ra ngoài được sử dụng. Một lượng xỉ lò chuyển được trộn vào trong thép nóng chảy ở trong gàu và chảy ra từ lò chuyển. Sau khi rút thép ra, xỉ lò chuyển mà được trộn vào trong thép nóng chảy và chảy vào gàu có thể được lấy ra khỏi gàu. Tuy nhiên, xỉ lò chuyển có thể không được lấy ra bởi vì thành phần SiO_2 trong xỉ lò chuyển góp phần vào sự tạo thành xỉ của nguyên liệu chứa CaO được bổ sung sau đó là tác nhân khử lưu huỳnh.

Để tạo ra $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ xỉ khử lưu huỳnh có hợp phần nhất định trong gàu, nguyên liệu chứa CaO , nguyên liệu chứa MgO , nguyên liệu chứa Al_2O_3 , và nguyên liệu chứa SiO_2 được bổ sung vào gàu như chất trợ dung. Như được mô tả ở trên, MgO có khả năng khử lưu huỳnh thấp hơn so với CaO , nguyên liệu chứa MgO có thể không cần phải được bổ sung. Al kim loại được bổ sung vào gàu để khử oxy của thép nóng chảy và khử xỉ (khử các oxit Fe và oxit Mn trong xỉ).

Các nguyên liệu này có thể được bổ sung vào phương tiện thuận lợi trong quá

trình xử lý sau đó mà thực hiện việc xử lý khử lưu huỳnh bằng phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp ASEA-SKF, phương pháp VAD, và phương pháp LF. Xét về việc thúc đẩy sự hình thành xỉ của CaO, các nguyên liệu này tốt hơn là được bổ sung vào gàu khi rút ra từ lò chuyển sang gàu hoặc ngay sau khi rút thép ra. Tốt hơn là vôi sống được bổ sung ngay sau khi rút thép ra mà tổng thể tích của các lỗ xốp có đường kính lỗ xốp từ 0,5 đến 10 μm trong tất cả các lỗ xốp được chứa trong vôi sống là 0,1 mL/g hoặc lớn hơn, và vôi sống chứa 90% hoặc lớn hơn các hạt có đường kính hạt từ 1 đến 30 mm.

Các lượng phụ gia tương ứng của nguyên liệu chứa CaO, nguyên liệu chứa MgO, Al kim loại, nguyên liệu chứa Al_2O_3 , và nguyên liệu chứa SiO_2 được xác định, bằng cách xem xét đến khối lượng và hợp phần thành phần của xỉ lò chuyển được chảy vào gàu, sao cho hợp phần của xỉ được tạo ra trong gàu sau khi hình thành xỉ của chất trợ dung được bổ sung, nghĩa là, xỉ được tạo ra từ chất trợ dung và xỉ lò chuyển, thỏa mãn điều kiện là hàm lượng SiO_2 nằm trong khoảng từ 5 đến 15 % theo khối lượng và trị số của $[(\% \text{ theo khối lượng CaO}) + (\% \text{ theo khối lượng MgO})]/(\% \text{ theo khối lượng Al}_2\text{O}_3)$ nằm trong khoảng từ 1,5 đến 3,0, và, tốt hơn là, trị số của $[(\% \text{ theo khối lượng CaO}) + (\% \text{ theo khối lượng MgO})]/(\% \text{ theo khối lượng Al}_2\text{O}_3)$ nằm trong khoảng từ 1,8 đến 2,5.

Trong trường hợp này, các lượng phụ gia tương ứng tốt nữa hơn là được xác định sao cho trị số $(\% \text{ theo khối lượng MgO})/(\% \text{ theo khối lượng CaO})$ của xỉ được tạo ra là 0,10 hoặc nhỏ hơn. Các nguyên liệu này được bổ sung vào gàu bằng các lượng phụ gia được xác định. Tất cả lượng phụ gia Al kim loại không trở thành Al_2O_3 . Một ít lượng Al kim loại được hòa tan và còn lại trong thép nóng chảy. Tỷ lệ của Al_2O_3 trong xỉ so với Al được hòa tan trong thép nóng chảy thu được một cách sơ bộ bằng thí nghiệm. Lượng phụ gia Al kim loại được thiết đặt dựa trên cơ sở tỷ lệ. Không có CaF_2 được bổ sung.

Theo sáng chế, "hợp phần của xỉ trong gàu sau khi việc xử lý khử lưu huỳnh được điều chỉnh thành hợp phần mà gần như không chứa CaF_2 " nghĩa là thành phần xỉ sau khi việc xử lý khử lưu huỳnh được điều chỉnh mà không sử dụng hợp chất flo như là CaF_2 làm chất làm tăng tốc độ hình thành xỉ của CaO, và ví dụ, ngay cả khi flo mà không thể tránh khỏi được trộn lẫn vào trong nguyên liệu chứa CaO và nguyên liệu

chứa Al_2O_3 và được đưa vào gàu mà có mặt trong xỉ sau khi xử lý khử lưu huỳnh, xỉ trong gàu được định nghĩa là xỉ gần như không chứa CaF_2 .

Như đối với nguyên liệu chứa CaO cần phải được bổ sung, vôi sống (CaO), đá vôi (CaCO_3), vôi tôi ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), dolomit ($\text{MgCO}_3\text{-CaCO}_3$), và dolomit nung (MgO-CaO) được sử dụng là ví dụ. Như đối với nguyên liệu chứa MgO cần phải được bổ sung, clinke magie (MgO), dolomit ($\text{MgCO}_3\text{-CaCO}_3$), và dolomit nung (MgO-CaO) được sử dụng là ví dụ.

Tốt hơn là đối với kích cỡ hạt của vôi ăn da mà đường kính hạt trung bình của vôi ăn da nằm trong khoảng từ 1 đến 30 mm xét về hiệu quả phản ứng và hiệu suất bổ sung. Xét về việc làm giảm lượng bị hút vào trong hệ thống xả, lượng bột mịn tốt hơn là ít. Do đó, lượng vôi ăn da có đường kính hạt trung bình lớn hơn hoặc bằng 30 mm tốt hơn là nhỏ. Phương pháp đo đường kính hạt trung bình như sau. Lấy một kilogam tác nhân khử lưu huỳnh. Tác nhân khử lưu huỳnh đã lấy được sàng thành chín loại, nghĩa là, nhỏ hơn hoặc bằng 500 μm , 500 μm đến 1 mm, 1 đến 5 mm, 5 đến 10 mm, 10 đến 15 mm, 15 đến 20 mm, 20 đến 25 mm, 25 đến 30 mm, và lớn hơn hoặc bằng 30 mm. Đường kính hạt trung bình thu được bằng cách tính tỷ lệ trọng lượng được biểu diễn theo công thức (4) sau đây.

$$D_a = \frac{\sum_i (w_i)}{\sum_i (w_i / d_i)}$$

D_a : Đường kính hạt trung bình (mm)

d_i : Đường kính hạt trung bình (giá trị trung vị của mắt lưới sàng) (mm) trong mỗi khoảng đường kính hạt

w_i : trọng lượng xỉ (kg) trên mỗi sàng (4)

Như đối với nguyên liệu chứa Al_2O_3 , nhôm phế liệu (chứa từ 20 đến 70 % theo khối lượng là Al kim loại và thành phần chính của phần còn lại là Al_2O_3), bôxít ($\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 2\text{H}_2\text{O}$), và alumin nung (Al_2O_3) được sử dụng là ví dụ. Nhôm phế liệu có thể được sử dụng thay thế cho Al kim loại. Như đối với nguyên liệu chứa SiO_2 , cát silic (SiO_2) và wollastonit (CaO-SiO_2) được sử dụng là ví dụ. Khi khối lượng của xỉ lò chuyển được chảy trong gàu lớn, nguyên liệu chứa SiO_2 có thể không cần phải được bổ sung. Nguyên liệu chứa MgO có thể không cần phải được bổ sung khi hợp phần xỉ thỏa mãn điều kiện là trị số $[(\% \text{ theo khối lượng CaO}) + (\% \text{ theo khối lượng$

MgO)]/(% theo khối lượng Al_2O_3) nằm trong khoảng từ 1,5 đến 3,0, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 1,8 đến 2,5 mà không cần bổ sung nguyên liệu chứa MgO.

Gàu giữ thép nóng chảy được chuyển sang phương tiện mà thực hiện việc xử lý khử lưu huỳnh bằng phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp ASEA-SKF, phương pháp VAD, và phương pháp LF, và việc xử lý khử lưu huỳnh được thực hiện lên thép nóng chảy bằng phương tiện. Theo sáng chế, việc xử lý khử lưu huỳnh được thực hiện bằng phương tiện LF là ví dụ. Fig.1 là sơ đồ dạng giản đồ của hình quan sát từ mặt bên của phương tiện LF được sử dụng khi sáng chế được thực hiện. Fig.1 minh họa phương tiện LF 1, gàu 2, nắp nâng 3, các điện cực làm nóng bằng hồ quang 4, các ống chìm 5 và 6, các viên gạch xếp dùng để thổi khí từ đáy 7 và 8, thép nóng chảy 9, xỉ 10, máng cấp nguyên liệu thô 11, và ống dẫn khí Ar 12.

Trong phương tiện LF 1, gàu 2 chứa thép nóng chảy 9 và được gắn lên cỗ xe di chuyển (không được minh họa) được bố trí tại vị trí nhất định ngay dưới nắp 3. Nắp 3 được cho di chuyển xuống dưới để tiếp xúc chặt với đầu trên của gàu 2. Khi tiếp xúc được giữ, khí Ar được cấp từ ống dẫn khí Ar 12, làm cho không gian được bao xung quanh bởi gàu 2 và nắp 3 trở thành môi trường khí Ar. khí Ar tốt hơn là được thổi từ ống được bố trí ở vùng quanh nắp lò sao cho nồng độ oxy trong gàu 2 là 15% hoặc nhỏ hơn. Việc giảm nồng độ oxy trong gàu 2 khiến cho có thể giảm lượng Al mất đi do phản ứng với oxy trong không khí trong quá trình xử lý LF. Tốc độ chảy của khí Ar được thổi từ gàu 2 tốt hơn là thỏa mãn điều kiện là trị số $\pi L^2/4Q$ nằm trong khoảng từ 50 đến 150 (m/phút) và tốt hơn nữa là từ 70 đến 100 (m/phút). L là đường kính (m) của gàu và Q là tốc độ chảy của khí Ar ($\text{Nm}^3/\text{phút}$). Khi tốc độ chảy của khí Ar nhỏ, nồng độ oxy được làm giảm xuống không đủ. Ngược lại, khi tốc độ chảy của khí Ar quá lớn, nhiệt độ thép nóng chảy bị giảm xuống.

Khi nguyên liệu chứa CaO, nguyên liệu chứa MgO, Al kim loại, nguyên liệu chứa Al_2O_3 , và nguyên liệu chứa SiO_2 không được bổ sung sơ bộ vào gàu 2, và khi các lượng phụ gia của các nguyên liệu này không đủ, chất trợ dung chứa các nguyên liệu này và Al kim loại được cấp vào gàu 2 thông qua máng cấp nguyên liệu thô 11. Al kim loại tốt hơn là được bổ sung trong vòng 10 phút sau khi bắt đầu xử lý khử lưu huỳnh sao cho công thức (5) dưới đây được thỏa mãn. Do đó tốt hơn là để thúc đẩy việc xử lý khử lưu huỳnh thì Al kim loại được bổ sung theo nồng độ Al sau khi rút

thép ra khỏi lò chuyển để tăng nồng độ Al trong thép nóng chảy.

$$([sol.Al]_1 - [sol.Al]_2 + 0,05) \leq w_{Al} \leq ([sol.Al]_1 - [sol.Al]_2 + 0,1)$$

$[sol.Al]_1$: Giới hạn trên theo tiêu chuẩn về nồng độ Al (% theo khối lượng) trong mác thép cần phải được sản xuất bằng cách làm nóng chảy

$[sol.Al]_2$: Nồng độ Al (% theo khối lượng) trong thép nóng chảy sau khi rút ra từ lò chuyển

W_{Al} : Lượng (kg/t) Al được cấp trong vòng 10 phút sau khi bắt đầu quá trình khử lưu huỳnh trong gàu (5)

Sau đó, các điện cực 4 được cung cấp năng lượng để tạo ra hồ quang, nếu cần, để làm nóng thép nóng chảy 9 và để làm cho chất trợ dung được bổ sung để tạo xỉ. Sau đó, ống chìm 5 hoặc 6 được nhúng vào trong thép nóng chảy 9 và sau đó khí Ar đóng vai trò là khí khuấy được thổi vào trong thép nóng chảy 9 từ ít nhất là một trong các ống chìm 5 và 6, hoặc các viên gạch xốp dùng để thổi khí từ đáy 7 và 8 để khuấy thép nóng chảy 9. Kết quả của việc khuấy thép nóng chảy 9 là chất trợ dung được trộn với thép nóng chảy 9, nhờ đó làm cho chất trợ dung tạo thành xỉ. Kết quả là, xỉ 10 được tạo ra.

Xỉ được tạo ra 10 được khuấy và được trộn với thép nóng chảy 9 là kết quả của việc khuấy thép nóng chảy 9. Kết quả là, phản ứng xỉ-kim loại xảy ra giữa thép nóng chảy 9 và xỉ 10 và, nhờ đó, phản ứng khử lưu huỳnh xảy ra trong đó lưu huỳnh trong thép nóng chảy 9 chuyển sang xỉ. Xét về việc thúc đẩy phản ứng khử lưu huỳnh, như được mô tả ở trên, một hoặc nhiều loại trong số bột hợp kim Ca, bột Mg kim loại, và bột hợp kim Mg tốt hơn là được thổi vào trong thép nóng chảy 9 cùng với khí Ar từ các ống chìm 5 và 6, hoặc, ít nhất là một giai đoạn trong quá trình xử lý khử lưu huỳnh, việc thổi khí khuấy từ các ống chìm 5 và 6 và việc thổi khí khuấy từ các viên gạch xốp dùng để thổi khí từ đáy 7 và 8 tốt hơn là được thực hiện đồng thời.

Như đối với bột hợp kim Ca, ví dụ bột hợp kim Ca-Si và bột hợp kim Ca-Al được sử dụng. Như đối với bột hợp kim Mg, ví dụ bột hợp kim Mg-Al-Zn và bột hợp kim Mg-Si-Fe được sử dụng. Các đường kính hạt của bột kim loại này không bị giới hạn ở các đường kính cụ thể miễn là bột kim loại đó có thể được bổ sung bằng cách thổi. Xét về việc giữ vùng phân giới phản ứng, đường kính hạt tối đa tốt hơn là 1 mm

hoặc nhỏ hơn. Khi nồng độ lưu huỳnh trong thép nóng chảy 9 trở nên nhỏ hơn hoặc bằng 0,0010 % theo khối lượng, việc thổi khí Ar vào trong thép nóng chảy 9 ngưng lại để kết thúc việc xử lý khử lưu huỳnh. Khi nhiệt độ của thép nóng chảy 9 thấp hơn nhiệt độ đích ở cuối quá trình xử lý khử lưu huỳnh, việc làm nóng bằng hồ quang được thực hiện. Khi hợp phần của thép nóng chảy 9 không nằm trong khoảng đích, sắt hợp kim và các kim loại để điều chỉnh hợp phần được cấp thông qua máng cấp nguyên liệu thô 11. Sau khi hoàn thành quá trình xử lý khử lưu huỳnh, quá trình tinh luyện khử khí được thực hiện bằng thiết bị khử khí chân không RH là ví dụ. Sau đó, đúc thành phôi đúc dạng tấm bằng máy đúc liên tục.

Như được mô tả ở trên, theo sáng chế, hợp phần xỉ sau khi xử lý khử lưu huỳnh được điều chỉnh sao cho hàm lượng SiO_2 nằm trong khoảng từ 5 đến 15 % theo khối lượng trong khi xử lý khử lưu huỳnh của thép nóng chảy 9 bằng phương pháp tinh luyện trong gàu mà sử dụng tác nhân khử lưu huỳnh chứa nguyên liệu chứa CaO như nguyên liệu cấu thành chính. Do đó, SiO_2 có chức năng là chất làm tăng tốc độ hình thành xỉ để thúc đẩy sự hình thành xỉ của CaO. Ngoài ra, hợp phần xỉ sau khi việc xử lý khử lưu huỳnh được điều chỉnh sao cho trị số của $[(\% \text{ theo khối lượng CaO}) + (\% \text{ theo khối lượng MgO})]/(\% \text{ theo khối lượng Al}_2\text{O}_3)$ nằm trong khoảng từ 1,5 đến 3,0, do đó làm cho xỉ 10 có khả năng khử lưu huỳnh cao. Kết quả là, việc xử lý khử lưu huỳnh có thể được thực hiện một cách hiệu quả trên thép nóng chảy 9 mà không sử dụng CaF_2 làm một phần của tác nhân khử lưu huỳnh và chất trợ dung được làm nóng chảy trước là tác nhân khử lưu huỳnh. Phần mô tả nêu trên là ví dụ trong đó sáng chế được thực hiện bằng cách sử dụng phương tiện LF. Sáng chế cũng có thể được áp dụng cho phương tiện ASEA-SKF và phương tiện VAD theo cách như được mô tả ở trên.

Ví dụ thứ nhất

Gang nóng chảy được rút ra từ lò cao được đưa vào quá trình xử lý khử silic, việc xử lý khử lưu huỳnh, và xử lý khử photpho. Sau đó, gang nóng chảy đã xử lý được nạp vào trong lò chuyển để được đưa vào việc tinh luyện khử cacbon. Kết quả là, thu được xấp xỉ 250 tấn thép nóng chảy có nồng độ cacbon từ 0,05 đến 0,09 % theo khối lượng, nồng độ lưu huỳnh từ 0,0041 đến 0,0043 % theo khối lượng, và nồng độ photpho từ 0,004 đến 0,010 % theo khối lượng. Sau khi rút thép ra, xỉ lò chuyển đã

chảy vào gàu không được xả đi. Al kim loại, vôi sống, dolomit nung nhẹ, và nhôm phé liệu được bổ sung vào gàu, và gàu được chuyển đến phương tiện LF được minh họa trên Fig. 1. Việc xử lý khử lưu huỳnh được thực hiện trong vòng gần 30 phút theo như cách mà thép nóng chảy được khuấy bằng cách thổi khí Ar ở tốc độ 2000 NL/phút từ các ống chìm vào trong thép nóng chảy trong khi quá trình làm nóng bằng hồ quang được thực hiện bởi các điện cực được nhúng trong xỉ để đạt được nồng độ lưu huỳnh đích nhỏ hơn hoặc bằng 0,0024%.

Bảng 1 minh họa các nồng độ lưu huỳnh (các trị số phân tích hóa học) trước và sau khi xử lý khử lưu huỳnh và các tỷ lệ khử lưu huỳnh trong các thử nghiệm khử lưu huỳnh tương ứng. Cột ghi chú trong bảng 1 minh họa "các ví dụ sáng chế", mà là các thử nghiệm theo sáng chế, và "các ví dụ so sánh", mà là các thử nghiệm khác với các thử nghiệm theo sáng chế. Tỷ lệ khử lưu huỳnh là trị số của tỷ lệ giữa hiệu giữa nồng độ lưu huỳnh trong thép nóng chảy trước và sau khi xử lý khử lưu huỳnh so với nồng độ lưu huỳnh trong thép nóng chảy trước khi xử lý khử lưu huỳnh và trị số được biểu diễn theo phần trăm. Đánh giá việc khử lưu huỳnh là "Tốt" nghĩa là nồng độ lưu huỳnh trong thép nóng chảy sau khi xử lý khử lưu huỳnh là 0,0024% hoặc nhỏ hơn trong khi đánh giá việc khử lưu huỳnh là "Kém" nghĩa là nồng độ lưu huỳnh trong thép nóng chảy sau khi xử lý khử lưu huỳnh vượt quá 0,0024%.

Bảng 1

Thử nghiệm số	Tổng thể tích của các lỗ xốp 0,5-10 µm mL/g	Đường kính hạt trung bình mm	Thay đổi thành phần [S]			Đánh giá việc khử lưu huỳnh	Ghi chú
			Trước khi xử lý [S]	Sau khi xử lý [S]	Tỷ lệ khử lưu huỳnh		
			Khối lượng [%]	Khối lượng [%]	[%]	-	
1	0,03	10	0,0042	0,0028	33,3	Kém	Ví dụ so sánh
2	0,06	10	0,0043	0,0027	37,2	Kém	Ví dụ so sánh
3	0,09	10	0,0041	0,0025	39,0	Kém	Ví dụ so sánh
4	0,15	10	0,0042	0,0021	50,0	Tốt	Ví dụ
5	0,2	10	0,0042	0,0019	54,8	Tốt	Ví dụ
6	0,2	0,5	0,0044	0,0022	50,0	Tốt	Ví dụ
7	0,2	0,8	0,0041	0,0020	51,2	Tốt	Ví dụ
8	0,2	1,5	0,0043	0,0018	58,1	Tốt	Ví dụ
9	0,2	3	0,0043	0,0016	62,8	Tốt	Ví dụ
10	0,2	5	0,0042	0,0016	61,9	Tốt	Ví dụ
11	0,2	15	0,0041	0,0015	63,4	Tốt	Ví dụ
12	0,2	25	0,0043	0,0014	67,4	Tốt	Ví dụ
13	0,2	28	0,0042	0,0016	61,9	Tốt	Ví dụ
14	0,2	32	0,0043	0,0017	60,5	Tốt	Ví dụ
15	0,2	40	0,0042	0,0019	54,8	Tốt	Ví dụ

Bảng 1 cũng minh họa các mức thử nghiệm và các kết quả. Trong các ví dụ so sánh (thử nghiệm số 1 đến 3), trong đó tổng thể tích của các lỗ xốp có đường kính lỗ xốp từ 0,5 đến 10 μm là không phù hợp, các tỷ lệ khử lưu huỳnh thấp hơn so với các mẫu của sáng chế (thử nghiệm số 4 đến 15). Theo các ví dụ của sáng chế có các mức thử nghiệm mà trong mỗi ví dụ này đường kính hạt trung bình của vôi sống nằm trong khoảng từ 1 đến 30 mm, sự hình thành xỉ được thúc đẩy và tỷ lệ khử lưu huỳnh của thép nóng chảy cao hơn.

Ví dụ thứ hai

Gang nóng chảy được rút ra từ lò cao được đưa vào quá trình xử lý khử silic, việc xử lý khử lưu huỳnh, và xử lý khử photpho. Sau đó, gang nóng chảy đã xử lý được nạp vào trong lò chuyển để được đưa vào việc tinh luyện khử cacbon. Kết quả là, thu được xấp xỉ 250 tấn thép nóng chảy có nồng độ cacbon từ 0,05 đến 0,09 % theo khối lượng, nồng độ lưu huỳnh từ 0,0041 đến 0,0043 % theo khối lượng, và nồng độ photpho từ 0,004 đến 0,010 % theo khối lượng. Sau khi rút thép ra, xỉ lò chuyển đã chảy vào gàu không được xả đi. Al kim loại, vôi sống, dolomit nung nhẹ, và nhôm phế liệu được bổ sung vào gàu, và gàu được chuyển đến phương tiện LF được minh họa trên FIG. 1. Việc xử lý khử lưu huỳnh được thực hiện trong vòng gần 30 phút theo như cách mà thép nóng chảy được khuấy bằng cách thổi khí Ar ở tốc độ từ 500 đến 2000 NL/phút từ các ống chìm vào trong thép nóng chảy trong khi việc làm nóng bằng hồ quang được thực hiện bởi các điện cực được nhúng trong xỉ để đạt được nồng độ lưu huỳnh đích nhỏ hơn hoặc bằng 0,0024%.

Bảng 2 minh họa các nồng độ lưu huỳnh (các trị số phân tích hóa học) trước và sau khi xử lý khử lưu huỳnh và các tỷ lệ khử lưu huỳnh trong các thử nghiệm khử lưu huỳnh tương ứng. Sự đánh giá việc khử lưu huỳnh là "Tốt" nghĩa là nồng độ lưu huỳnh trong thép nóng chảy sau khi xử lý khử lưu huỳnh nhỏ hơn hoặc bằng 0,0024%.

Bảng 2

Thứ nghịem số	Mật độ công suất khuấy [W/t]	Tỷ lệ tạo xỉ 5 phút sau khi bắt đầu xử lý LF [%]	Thay đổi thành phần [S]			Đánh giá việc khử lưu huỳnh	Ghi chú
			Trước khi xử lý [S]	Sau khi xử lý [S]	Tỷ lệ khử lưu huỳnh [%]		
			Khối lượng [%]	Khối lượng [%]		-	-
16	10	35	0,0042	0,0019	54,8	Tốt	Ví dụ
17	15	50	0,0042	0,0018	57,1	Tốt	Ví dụ
18	27	57	0,0041	0,0018	56,1	Tốt	Ví dụ
19	35	68	0,0042	0,0018	57,1	Tốt	Ví dụ
20	45	85	0,0042	0,0017	59,5	Tốt	Ví dụ
21	55	94	0,0042	0,0017	59,5	Tốt	Ví dụ
22	74	100	0,0042	0,0017	59,5	Tốt	Ví dụ
23	100	100	0,0043	0,0015	65,1	Tốt	Ví dụ
24	135	100	0,0041	0,0014	65,9	Tốt	Ví dụ
25	158	100	0,0042	0,0013	69,0	Tốt	Ví dụ
26	167	100	0,0042	0,0012	71,4	Tốt	Ví dụ
27	185	100	0,0044	0,0011	75,0	Tốt	Ví dụ

Bảng 2 cũng minh họa các mức thử nghiệm và các kết quả. Điều được phát hiện ra là với việc tăng bột khuấy, tỷ lệ tạo xỉ sau 5 phút từ lúc bắt đầu quá trình xử lý LF và tỷ lệ khử lưu huỳnh được tăng lên. Điều được phát hiện ra là thu được tỷ lệ tạo xỉ và tỷ lệ khử lưu huỳnh cao bởi vì mật độ công suất khuấy thỏa mãn công thức (6) sau đây.

$$\varepsilon = 6,183 \times \frac{Q \times T_1}{W} \times \left(\ln \left(1 + \frac{h}{1,02 \times 10^{-4} \times P} \right) + \left(1 - \frac{T_g}{T_1} \right) \right) \geq 100$$

ε : Mật độ công suất khuấy (W/t) của thép nóng chảy khuấy bằng khí,

Q: Tốc độ dòng khí (Nm³/phút),

W: Lượng thép nóng chảy (t),

T₁: Nhiệt độ thép nóng chảy (°C),

T_g: Nhiệt độ khí (°C),

h: Chiều sâu bể (m), P: Áp suất khí quyển (Pa) (6)

Ví dụ thứ ba

Fig.2 là sơ đồ minh họa các tỷ lệ tạo xỉ của các ví dụ sáng chế và các ví dụ so sánh. Các ví dụ sáng chế đã sử dụng với sóng thỏa mãn điều kiện là với sóng có đường kính hạt nhỏ hơn hoặc bằng 20 mm và tổng thể tích các lỗ xốp có đường kính lỗ xốp từ 0,5 đến 10 μ m là 0,2 mL/g. Các ví dụ so sánh đã sử dụng với sóng thỏa mãn điều kiện là với sóng có đường kính hạt nhỏ hơn hoặc bằng 20 mm và tổng thể tích các lỗ xốp có đường kính lỗ xốp từ 0,5 đến 10 μ m là 0,03 mL/g. Như được minh họa trên Fig.2, điều được phát hiện ra là việc tạo xỉ được thúc đẩy hơn trong các ví dụ sáng chế so với trong các ví dụ so sánh ngay cả khi mật độ công suất khuấy giống nhau (135 W/t).

Ví dụ thứ tư

Gang nóng chảy được rút ra từ lò cao được đưa vào quá trình xử lý khử silic, việc xử lý khử lưu huỳnh, và xử lý khử photpho. Sau đó, gang nóng chảy đã xử lý được nạp vào trong lò chuyển để được đưa vào việc tinh luyện khử cacbon. Kết quả là, thu được xấp xỉ 250 tấn thép nóng chảy có nồng độ cacbon từ 0,05 đến 0,09 % theo khối lượng, nồng độ lưu huỳnh từ 0,0041 đến 0,0044 % theo khối lượng, và nồng độ photpho từ 0,004 đến 0,010 % theo khối lượng. Sau khi rút thép ra, xỉ lò chuyển đã

chảy vào gàu không được xả đi. Al kim loại, vôi sống, dolomit nung nhẹ, và nhôm phé liệu được bổ sung vào gàu, và gàu được chuyển đến phương tiện LF được minh họa trên Fig.1. Trong quá trình xử lý LF đã sử dụng vôi sống thỏa mãn điều kiện là vôi sống có đường kính hạt nhỏ hơn hoặc bằng 20 mm và tổng thể tích các lỗ xốp có đường kính lỗ xốp từ 0,5 đến 10 μm là 0,2 mL/g.

Bảng 3 minh họa các nồng độ lưu huỳnh (các trị số phân tích hóa học) trước và sau khi xử lý khử lưu huỳnh và các tỷ lệ khử lưu huỳnh trong các thử nghiệm khử lưu huỳnh tương ứng. $[\text{sol.Al}]_1$ là trị số giới hạn trên (% theo khối lượng) của tiêu chuẩn nồng độ Al của mác thép cần phải được sản xuất bằng cách làm nóng chảy và $[\text{sol.Al}]_2$ là nồng độ Al (% theo khối lượng) trong thép nóng chảy sau khi rút ra từ lò chuyển. Sự đánh giá việc khử lưu huỳnh là "Tốt" nghĩa là nồng độ lưu huỳnh trong thép nóng chảy sau khi xử lý khử lưu huỳnh nhỏ hơn hoặc bằng 0,0024%.

Bảng 3

Thử nghiệm số	[sol.Al] ₁	[sol.Al] ₂	Vế trái của Công thức (5)	Vế phải của Công thức (5)	W _{Al}	[sol.Al] ₃	Thời gian xử lý RH	Thay đổi thành phần [S]			Đánh giá việc khử lưu huỳnh	Ghi chú
								Trước khi xử lý [S]	Sau khi xử lý [S]	Tỷ lệ khử lưu huỳnh		
	%	%	kg/t	kg/t	kg/t	%	phút	Khối lượng [%]	Khối lượng [%]	[%]	-	
28	0,050	0,023	0,77	1,27	1	0,039	30	0,0042	0,0011	73,8	Tốt	Ví dụ
29	0,050	0,025	0,75	1,25	1,1	0,043	29	0,0043	0,0011	74,4	Tốt	Ví dụ
30	0,050	0,026	0,74	1,24	1,2	0,047	31	0,0041	0,0010	75,6	Tốt	Ví dụ
31	0,050	0,024	0,76	1,26	1,3	0,051	36	0,0042	0,0009	78,6	Tốt	Ví dụ
32	0,050	0,025	0,75	1,25	1,4	0,055	39	0,0042	0,0008	81,0	Tốt	Ví dụ
33	0,050	0,024	0,76	1,26	1,5	0,059	42	0,0044	0,0008	81,8	Tốt	Ví dụ

Như được minh họa trên bảng 3, trong các mức thử nghiệm trong đó lượng Al được cấp trong vào 10 phút sau khi bắt đầu quá trình xử lý LF ở trong phạm vi được biểu diễn bởi công thức (5), trị số của $[\text{sol.Al}]_3$ ở cuối quá trình xử lý LF nằm trong tiêu chuẩn và tỷ lệ khử lưu huỳnh cao hơn. Trong các mức thử nghiệm trong đó lượng Al được cấp trong vòng 10 phút sau khi bắt đầu xử lý LF lớn hơn phạm vi được biểu diễn bởi công thức (5), trị số của $[\text{sol.Al}]_3$ ở cuối quá trình xử lý LF vượt quá trị số giới hạn trên của tiêu chuẩn. Do đó cần phải khử nhôm trong quá trình xử lý RH tiếp theo và do đó, thời gian xử lý trong RH bị kéo dài.

Ví dụ thứ năm

Gang nóng chảy được rút ra từ lò cao được đưa vào quá trình xử lý khử silic, việc xử lý khử lưu huỳnh, và xử lý khử photpho. Sau đó, gang nóng chảy đã xử lý được nạp vào trong lò chuyển để được đưa vào việc tinh luyện khử cacbon. Kết quả là, thu được xấp xỉ 250 tấn thép nóng chảy có nồng độ cacbon từ 0,05 đến 0,09 % theo khối lượng, nồng độ lưu huỳnh từ 0,0041 đến 0,0044 % theo khối lượng, và nồng độ photpho từ 0,004 đến 0,010 % theo khối lượng. Sau khi rút thép ra, xỉ lò chuyển đã chảy vào gàu không được xả đi. Al kim loại, vôi sống, dolomit nung nhẹ, và nhôm phế liệu được bổ sung vào gàu, và gàu được chuyển đến phương tiện LF được minh họa trên FIG. 1. Trong quá trình xử lý LF sử dụng vôi sống thỏa mãn điều kiện là vôi sống có đường kính hạt nhỏ hơn hoặc bằng 20 mm và tổng thể tích các lỗ xốp có đường kính lỗ xốp từ 0,5 đến 10 μm là 0,2 mL/g. Al kim loại được bổ sung để thỏa mãn công thức (5) trong vòng 10 phút sau khi bắt đầu xử lý LF.

Bảng 4 minh họa các nồng độ lưu huỳnh (các trị số phân tích hóa học) trước và sau khi xử lý khử lưu huỳnh và các tỷ lệ khử lưu huỳnh trong các thử nghiệm khử lưu huỳnh tương ứng. Đánh giá việc khử lưu huỳnh là "Tốt" nghĩa là nồng độ lưu huỳnh trong thép nóng chảy sau khi xử lý khử lưu huỳnh nhỏ hơn hoặc bằng 0,0024%.

Bảng 4

Thứ nghiệm số	Nồng độ oxy	Al tổn hao trong quá trình xử lý (cuốn theo không khí)	Thay đổi thành phần [S]			Đánh giá việc khử lưu huỳnh	Ghi chú
			Trước khi xử lý [S]	Sau khi xử lý [S]	Tỷ lệ khử lưu huỳnh		
-	%	kg/t	Khối lượng [%]	Khối lượng [%]	[%]	-	
34	20	0,50	0,0042	0,0014	66,7	Tốt	Ví dụ
35	18	0,47	0,0043	0,0014	67,4	Tốt	Ví dụ
36	16	0,45	0,0041	0,0013	68,3	Tốt	Ví dụ
37	14	0,37	0,0042	0,0012	71,4	Tốt	Ví dụ
38	12	0,32	0,0042	0,0011	73,8	Tốt	Ví dụ
39	10	0,30	0,0044	0,0010	77,3	Tốt	Ví dụ

Như được minh họa trên bảng 4, ở các mức thử nghiệm (thử nghiệm số 37 đến 39) trong đó nồng độ oxy trong gàu là nhỏ hơn hoặc bằng 15%, điều được phát hiện ra là Al tổn hao trong quá trình xử lý được giảm xuống. Al tổn hao trong quá trình xử lý (cuốn theo không khí) thu được bằng cách sử dụng công thức (7) sau đây.

$$X_{Al \text{ tổn hao}} = ([sol.Al]_2 - [sol.Al]_3) \times 10 + W_{Al \text{ tổng}} - X_{Al \text{ tổn hao khi khử S}} - X_{Al \text{ tổn hao vào xỉ}}$$

[sol.Al]₂: Nồng độ Al (% theo khối lượng) trong thép nóng chảy sau khi rút ra từ lò chuyển,

[sol.Al]₃: Nồng độ Al (% theo khối lượng) trong thép nóng chảy sau khi hoàn thành quá trình xử lý khử lưu huỳnh trong gàu,

$W_{Al \text{ tổng}}$: Lượng (kg/t) Al được cấp trong khi xử lý khử lưu huỳnh trong gàu

$X_{Al \text{ tổn hao khi khử S}}$: Lượng (kg/t) Al tổn hao do phản ứng khử lưu huỳnh ($3CaO + 3S + 2Al \rightarrow 3CaS + Al_2O_3$),

$X_{Al \text{ tổn hao vào xỉ}}$: Lượng (kg/t) Al tổn hao do phản ứng với oxit trong xỉ (Ví dụ, $6MnO + 4Al \rightarrow 2Al_2O_3 + 6Mn$),

$X_{Al \text{ tổn hao}}$: Lượng (kg/t) Al tổn hao do cuốn theo không khí (7)

Khả năng áp dụng trong công nghiệp

Sáng chế có thể đề xuất phương pháp xử lý khử lưu huỳnh của thép nóng chảy và tác nhân khử lưu huỳnh mà có thể thực hiện một cách hiệu quả việc xử lý khử lưu huỳnh mà không sử dụng CaF_2 và chất trợ dung được làm nóng chảy trước.

Danh sách số chỉ dẫn

- 1 phương tiện LF
- 2 gàu
- 3 nắp
- 4 điện cực
- 5, 6 ống chìm
- 7, 8 viên gạch xếp dùng để thổi khí từ đáy
- 9 thép nóng chảy
- 10 xỉ
- 11 máng cấp nguyên liệu thô
- 12 ống dẫn khí Ar

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xử lý khử lưu huỳnh của thép nóng chảy, bao gồm:

bước bổ sung tác nhân khử lưu huỳnh chứa vôi sống vào gàu giữ thép nóng chảy; và

bước khuấy thép nóng chảy trong gàu để làm giảm nồng độ lưu huỳnh trong thép nóng chảy, trong đó

tác nhân khử lưu huỳnh chứa vôi sống có đường kính lỗ xốp từ 0,5 μm đến 10 μm (bao gồm cả 0,5 μm và 10 μm) trong đó tổng thể tích của các lỗ xốp là lớn hơn hoặc bằng 0,1 mL/g.

2. Phương pháp xử lý khử lưu huỳnh của thép nóng chảy theo điểm 1, trong đó vôi sống chứa các hạt, trong đó 90% hoặc lớn hơn các hạt được chứa trong vôi sống có đường kính hạt từ 1 mm đến 30 mm (bao gồm cả 1 mm và 30 mm).

3. Tác nhân khử lưu huỳnh bao gồm vôi sống có đường kính lỗ xốp từ 0,5 μm đến 10 μm (bao gồm cả 0,5 μm và 10 μm) trong đó tổng thể tích của các lỗ xốp là lớn hơn hoặc bằng 0,1 mL/g, trong đó 90% hoặc lớn hơn các hạt được chứa trong vôi sống có đường kính hạt từ 1 mm đến 30 mm (bao gồm cả 1 mm và 30 mm).

4. Phương pháp xử lý khử lưu huỳnh của thép nóng chảy theo điểm 1 hoặc 2, trong đó việc khuấy được thực hiện để thỏa mãn mật độ công suất khuấy được biểu diễn bởi công thức (1) sau:

$$\varepsilon = 6,183 \times \frac{Q \times T_1}{W} \times \left(\ln \left(1 + \frac{h}{1,02 \times 10^{-4} \times P} \right) + \left(1 - \frac{T_g}{T_1} \right) \right) \geq 100$$

ε : mật độ công suất khuấy (W/t) của thép nóng chảy khuấy bằng khí,

Q: tốc độ dòng khí (Nm³/phút),

W: lượng thép nóng chảy (t),

T₁: nhiệt độ thép nóng chảy (°C),

T_g: nhiệt độ khí (°C),

h: chiều sâu bể (m), P: áp suất khí quyển (Pa)

(1)

5. Phương pháp xử lý khử lưu huỳnh của thép nóng chảy theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1, 2, và 4, trong đó lượng nhôm được cấp vào trong thép nóng chảy trong vòng 10 phút sau khi bắt đầu xử lý khử lưu huỳnh, việc xử lý khử lưu huỳnh bắt đầu sau khi thép nóng chảy được rút ra từ lò chuyển, thỏa mãn công thức sau (2):

$$([sol.Al]_1 - [sol.Al]_2 + 0,05) \leq W_{Al} \leq ([sol.Al]_1 - [sol.Al]_2 + 0,1)$$

$[sol.Al]_1$: giới hạn trên theo tiêu chuẩn về nồng độ Al (% theo khối lượng) trong mác thép cần phải được sản xuất bằng cách nóng chảy

$[sol.Al]_2$: nồng độ Al (% theo khối lượng) trong thép nóng chảy sau khi rút ra từ lò chuyển

W_{Al} : lượng (kg/t) Al được cấp trong vòng 10 phút sau khi bắt đầu quá trình khử lưu huỳnh trong gàu. (2)

6. Phương pháp xử lý khử lưu huỳnh của thép nóng chảy theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1, 2, 4, và 5, trong đó khí argon được thổi vào gàu sao cho nồng độ oxy trong gàu là nhỏ hơn hoặc bằng 15%.

1/1

Fig.1

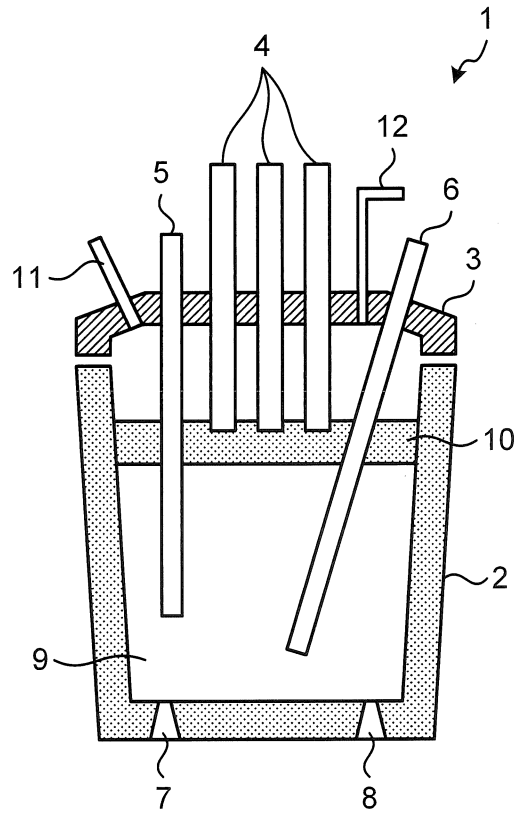


Fig.2

