



(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)



1-0026113

(51)⁷ C21C 1/02

(13) B

(21) 1-2012-03589

(22) 30/11/2012

(45) 25/11/2020 392

(43) 25/06/2014 315A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

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

(72) NAKAI, Yoshie (JP); KIKUCHI, Naoki (JP); SUMI, Ikuhiro (JP); UCHIDA, Yuichi (JP); MIKI, Yuji (JP); KISHIMOTO, Yasuo (JP); KOIZUMI, Masaki (JP); YAMAUCHI, Takashi (JP); SHIOTSUKI, Kenji (JP).

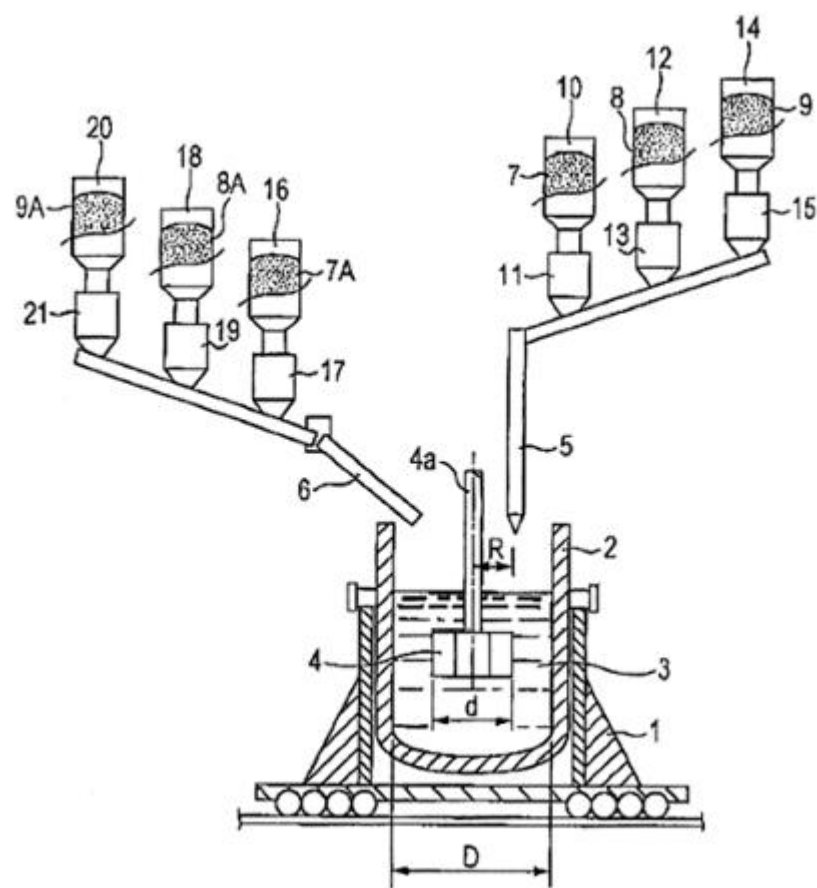
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) PHƯƠNG PHÁP KHỬ LƯU HUỖNH KIM LOẠI NÓNG CHẢY

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp khử lưu huỳnh kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng thiết bị khuấy cơ học, kim loại nóng chảy được khử lưu huỳnh một cách hữu hiệu bằng cách bổ sung một cách hữu hiệu chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO dạng hạt mịn có hoạt tính cao vào kim loại nóng chảy.

Quá trình xử lý khử lưu huỳnh được tiến hành bằng cách thổi chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO qua vòi phun cùng với khí mang ở vị trí mà ở đó mối tương quan được biểu thị bằng biểu thức (2) dưới đây được đáp ứng:

$$d/3 \leq R \leq (D + d/2)/3 \dots (2).$$



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp khử lưu huỳnh kim loại nóng chảy bằng chất khử lưu huỳnh chủ yếu bao gồm CaO bằng cách sử dụng thiết bị khử lưu huỳnh có khuấy cơ học và cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến phương pháp khử lưu huỳnh kim loại nóng chảy bằng cách bổ sung một cách hữu hiệu chất khử lưu huỳnh dạng hạt mịn có hoạt tính cao vào kim loại nóng chảy.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Kim loại nóng chảy được tháo ra lò từ lò cao thường chứa hàm lượng lưu huỳnh cao (S) làm ảnh hưởng bất lợi đến chất lượng thép. Việc xử lý khử lưu huỳnh khác nhau của kim loại nóng chảy và thép nóng chảy đã được thực hiện tương ứng với chất lượng của thép theo yêu cầu. Trong quá trình khử lưu huỳnh của kim loại nóng chảy, chất khử lưu huỳnh chủ yếu bao gồm CaO không đắt tiền (đá vôi) (sau đây được gọi là "chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO") được sử dụng một cách rộng rãi. Trong trường hợp này, phản ứng khử lưu huỳnh xảy ra trên cơ sở phương trình được biểu thị bởi công thức (1) dưới đây. Ở đây, chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO là chất khử lưu huỳnh chứa hơn 50% khối lượng của CaO. Chẳng hạn, đá vôi nung (CaO) hoặc đá vôi (CaCO_3) có thể được sử dụng riêng làm chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO. Theo cách khác, hỗn hợp đá vôi nung hoặc đá vôi và nhôm oxit (Al_2O_3) hoặc canxi florua (CaF_2) có thể được sử dụng.



Trong quá trình xử lý khử lưu huỳnh của kim loại nóng chảy, chẳng hạn, chất tạo xỉ canxi florua và chất tạo xỉ nhôm oxit thường được sử dụng làm chất xúc tác tạo xỉ đối với CaO. Chẳng hạn, chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO thu được bằng cách trộn khoảng 5% khối lượng của canxi florua trong đá vôi nung đóng vai trò làm nguồn CaO được sử dụng một cách rộng rãi. Tuy nhiên, chất xúc tác tạo xỉ này thường là đắt tiền và như vậy làm tăng tỷ lệ trộn chất xúc tác tạo xỉ này dẫn đến làm tăng chi phí của chất khử lưu huỳnh. Hơn nữa, nếu tỷ lệ trộn chất xúc tác tạo xỉ tăng lên thì hàm lượng CaO trong chất khử lưu huỳnh

giảm xuống, có thể làm giảm hiệu suất phản ứng. Phương pháp trong đó đá vôi nung được kết hợp với chất khử lưu huỳnh canxi cacbua và chất khử lưu huỳnh soda hoặc phương pháp trong đó đá vôi được trộn với đá vôi nung có thể được sử dụng để cải thiện hiệu suất phản ứng của quá trình khử lưu huỳnh. Tuy nhiên, chất khử lưu huỳnh được sử dụng theo phương pháp này cần bao gồm chất tạo xỉ canxi florua được bổ sung làm chất xúc tác tạo xỉ. Trong các điều kiện gần đây, có vấn đề liên quan đến sự ảnh hưởng của flo đối với môi trường, mong muốn để quá trình khử lưu huỳnh được thực hiện một cách hữu hiệu mà không sử dụng chất tạo xỉ canxi florua theo kiểu kết hợp.

Nhằm cải thiện hiệu suất của phản ứng khử lưu huỳnh trong quá trình xử lý khử lưu huỳnh của kim loại nóng chảy, là hữu hiệu khi tăng diện tích giữa các mặt phản ứng. Nói cách khác, hiệu suất của phản ứng khử lưu huỳnh được cải thiện bằng cách làm giảm kích cỡ hạt của chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO được bổ sung. Tuy nhiên, trong quá trình xử lý khử lưu huỳnh được tiến hành trên thiết bị thực tế, chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO thường được xả ra từ cửa nạp liệu và được bổ sung vào đồ chứa xử lý như là gàu rót kim loại nóng chảy qua máng nạp liệu nằm phía trên đồ chứa xử lý. Trường hợp trong đó kích cỡ hạt của chất khử lưu huỳnh dạng bột được sử dụng hiện thời trong quá trình tiếp tục được giảm xuống, nếu chất khử lưu huỳnh được bổ sung sử dụng phương pháp này, lượng chất khử lưu huỳnh được rắc hoặc được khuấy lên nhờ dòng không khí nâng sẽ tăng lên. Điều đó sẽ làm giảm lượng chất khử lưu huỳnh tiếp cận bề mặt của kim loại nóng chảy và do đó làm giảm sản lượng chất khử lưu huỳnh. Do đó, sự giảm này về kích thước hạt là không thực tế.

Để giải quyết vấn đề nêu trên, nhằm làm tăng diện tích giữa các mặt phản ứng bằng cách tạo thuận lợi cho sự phân tán chất khử lưu huỳnh trong kim loại nóng chảy mà không làm giảm kích cỡ hạt của chất khử lưu huỳnh. Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 51-112416 (JPA-1976112416) bộc lộ phương pháp trong đó phần dẫn hướng dòng nhô ra từ thành bên của đồ chứa xử lý được bố trí trên thành bên, kim loại nóng chảy được khuấy quay do va đập với phần dẫn hướng dòng làm phát sinh dòng chảy xuống phía dưới và chất khử lưu huỳnh được hút vào dòng hướng về phía dưới. Tuy nhiên, trường hợp trong đó phần dẫn

hướng dòng được phân bố và sự khuấy mạnh được thực hiện trong quá trình xử lý khử lưu huỳnh bằng cách sử dụng thiết bị có khuấy cơ học, phần dẫn hướng dòng có độ bền cực cao cần được bố trí, đặt ra vấn đề về sản xuất và bảo dưỡng phần dẫn hướng dòng phải chịu chi phí cao và cần nhiều cố gắng. Vì phần dẫn hướng dòng cần phải được bố trí về phía trong đồ chứa xử lý, nên còn thêm vấn đề về lượng kim loại nóng chảy chảy vào bị giảm và như vậy là năng suất bị giảm.

Nói cách khác, ngay cả khi nếu phương pháp được bộc lộ trong Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 51-112416 (JPA-1976112416) được áp dụng, phản ứng khử lưu huỳnh không thể thực hiện được một cách có hiệu quả trong quá trình xử lý khử lưu huỳnh của kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng thiết bị có khuấy cơ học.

Trước đây, xỉ (được gọi là "xỉ khử lưu huỳnh") phát sinh trong quá trình xử lý khử lưu huỳnh bằng cách sử dụng chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO được vớt bỏ mặc dù thực tế một lượng lớn CaO chưa phản ứng nằm lại trong xỉ khử lưu huỳnh. Nhằm cải thiện hiệu suất sử dụng CaO bằng cách tái sử dụng CaO chưa phản ứng, phương pháp tái sử dụng xỉ khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO phát sinh trong quá trình khử lưu huỳnh của kim loại nóng chảy đã được đề xuất (chẳng hạn, xem Công bố đơn quốc tế số 2001/96616 (PCT WO01/96616)).

Để cải thiện hiệu suất phản ứng khử lưu huỳnh trong quá trình xử lý khử lưu huỳnh của kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO, phương pháp khử lưu huỳnh kim loại nóng chảy một cách hữu hiệu bằng cách đề xuất việc tái sử dụng xỉ đối với phản ứng khử lưu huỳnh và đồng thời, bằng cách bổ sung một cách hữu hiệu chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO dạng hạt mịn có hoạt tính cao đối với kim loại nóng chảy cần được phát triển.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết các vấn đề được nêu trên, một mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp để khử lưu huỳnh trong kim loại nóng chảy một cách hữu hiệu bằng cách bổ sung một cách hữu hiệu chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO dạng hạt mịn có hoạt tính cao trong quá trình xử lý khử lưu huỳnh của kim loại nóng

chảy bằng cách sử dụng thiết bị có khuấy cơ học. Một mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp khử lưu huỳnh trong kim loại nóng chảy một cách hữu hiệu mà không sử dụng chất xúc tác tạo xỉ trên cơ sở flo theo phương thức kết hợp trong quá trình xử lý khử lưu huỳnh.

Để giải quyết các vấn đề được nêu trên, các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu thấu đáo. Các kết quả của các nghiên cứu sẽ được mô tả dưới đây.

Trong quá trình xử lý khử lưu huỳnh của kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng thiết bị có khuấy cơ học được lắp cánh quạt (còn được gọi là "phương pháp khử lưu huỳnh KR"), hiệu suất sử dụng của chất khử lưu huỳnh là hầu như khoảng từ 10% đến 20% khối lượng so với khối lượng của chất khử lưu huỳnh được bổ sung ngay cả trường hợp trong đó chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO chứa khoảng 5% khối lượng CaF_2 được sử dụng. Phần còn lại là từ 80% đến 90% khối lượng chất khử lưu huỳnh không phản ứng và như vậy hiệu suất sử dụng là khá thấp. Kết quả các nghiên cứu khác nhau về lý do hiệu suất sử dụng thấp này, các vấn đề như sau đã được phát hiện.

Theo phương pháp khử lưu huỳnh bằng cách sử dụng thiết bị có khuấy cơ học được lắp cánh quạt (sau đây được gọi là "phương pháp khử lưu huỳnh có khuấy cơ học"), thông thường, chất khử lưu huỳnh trải qua quá trình bổ sung từ phía trên một cách liên tục hoặc gián đoạn vào kim loại nóng chảy đang được khuấy một cách mạnh mẽ bằng cánh khuấy từ phía trên đồ chứa xử lý qua ống rót hoặc dạng tương tự. Lợi ích là có diện tích giữa các mặt lớn phản ứng lớn tạo thuận lợi cho phản ứng khử lưu huỳnh. Tuy nhiên, nếu kích cỡ hạt của chất khử lưu huỳnh được giảm xuống để đạt được diện tích giữa các mặt phản ứng lớn, lượng hạt bị phân tán trong quá trình bổ sung tăng lên, kết quả là năng suất thấp. Nếu chất khử lưu huỳnh có kích cỡ hạt lớn được sử dụng đáng kể trong quá trình bổ sung bị phân tán, phản ứng khử lưu huỳnh không xảy ra đạt yêu cầu do diện tích giữa các mặt phản ứng nhỏ.

Chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO thường được sử dụng như là chất khử lưu huỳnh có tính ướt kém với kim loại nóng chảy và như vậy là không dễ dàng được hút vào kim loại nóng chảy.

Hơn nữa, chất khử lưu huỳnh được bổ sung vào bể kim loại nóng chảy tập hợp lại trên bề mặt bể của kim loại nóng chảy đang được khuấy một cách mạnh mẽ hoặc ở trong bể, làm giảm diện tích giữa các mặt phản ứng. Do đó, mục đích là đi tìm phương pháp trong đó chất khử lưu huỳnh có diện tích giữa các mặt phản ứng lớn được bổ sung vào kim loại nóng chảy được khuấy một cách mạnh mẽ trong khi ngăn chặn sự phân tán và được hút vào kim loại nóng chảy trong khi ngăn chặn sự kết hợp lại, tức là phương pháp để đạt được diện tích giữa các mặt phản ứng lớn.

Tuy nhiên, hiện tại, diện tích giữa các mặt phản ứng lớn này đạt được bằng cách làm tăng lượng chất khử lưu huỳnh có kích cỡ hạt không dễ dàng gây ra sự phân tán và như vậy, khả năng khử lưu huỳnh là đạt được. Khi canxi florua không được sử dụng theo kiểu kết hợp, việc giảm khả năng khử lưu huỳnh được bù trừ nhờ sự tăng lượng chất khử lưu huỳnh được bổ sung và như vậy là đạt được cùng khả năng khử lưu huỳnh. Tuy nhiên, sự tăng lượng chất khử lưu huỳnh được sử dụng là không mong muốn vì sự tăng lượng chất khử lưu huỳnh được sử dụng này sẽ dẫn đến làm tăng chi phí và tăng lượng xỉ phát sinh.

Để giải quyết vấn đề được nêu trên, các phương pháp khác nhau bổ sung chất khử lưu huỳnh đã được nghiên cứu. Kết quả là, người ta nhận thấy rằng, bằng cách thổi chất khử lưu huỳnh dạng hạt mịn lên bề mặt của kim loại nóng chảy cùng với khí mang trong khi dòng xoáy của kim loại nóng chảy được tạo ra trong đồ chứa xử lý bằng cách quay cánh khuấy, diện tích giữa các mặt phản ứng đối với quá trình khử lưu huỳnh có thể được tăng lên trong khi ngăn chặn sự phân tán mà không làm tăng lượng chất khử lưu huỳnh được sử dụng.

Chất khử lưu huỳnh tiếp cận bề mặt của kim loại nóng chảy cùng với khí mang và tiếp xúc với kim loại nóng chảy. Như vậy, chất khử lưu huỳnh có thể bổ sung lên bề mặt kim loại nóng chảy và vào trong kim loại nóng chảy mà không làm giảm hiệu suất bước bổ sung chất khử lưu huỳnh, việc giảm hiệu suất này là một điểm yếu phương pháp khử lưu huỳnh có khuấy cơ học, có thể làm tăng diện tích giữa các mặt phản ứng. Theo các phương pháp hiện có bổ sung chất khử lưu huỳnh từ phía trên vào đồ chứa xử lý từ cửa nạp liệu hoặc dạng tương tự, khó phân tán một cách đồng đều chất khử lưu huỳnh lên bề mặt của kim loại nóng

chảy. Tuy nhiên, bằng cách thổi chất khử lưu huỳnh về phía bề mặt của kim loại nóng chảy cùng với khí mang, chất khử lưu huỳnh dạng hạt mịn có thể được phân tán một cách đồng đều lên bề mặt bề của kim loại nóng chảy trong khi ngăn chặn sự kết hợp trên bề mặt bề.

Trường hợp trong đó chất khử lưu huỳnh được thổi về phía kim loại nóng chảy với tốc độ là 10 m/giây hoặc cao hơn, người ta nhận thấy rằng, cùng một kết quả như trường hợp trong đó phần dẫn hướng dòng được sử dụng, trường hợp được đề xuất trong Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 51-112416 (JPA-1976112416), được tạo ra do dòng hướng về phía dưới của kim loại nóng chảy gây ra bởi khí mang, tức là chất khử lưu huỳnh được hút vào kim loại nóng chảy và dòng xoáy bị nhiễu loạn do dòng hướng về phía dưới, vì vậy sự phân tán chất khử lưu huỳnh được tạo thuận lợi và đồng thời, sự kết hợp chất khử lưu huỳnh được ngăn chặn. Trong trường hợp này, vị trí thổi mà ở đó chất khử lưu huỳnh được thổi về phía bề mặt của kim loại nóng chảy là quan trọng. Phương pháp khử lưu huỳnh có khuấy cơ học, cánh khuấy được bố trí sao cho được nhúng vào kim loại nóng chảy hầu như ở giữa đồ chứa xử lý và sự quay của cánh khuấy tạo ra dòng xoáy trong đồ chứa xử lý và như vậy, chất khử lưu huỳnh được hút vào dòng xoáy và được phân tán trong kim loại nóng chảy. Nếu chất khử lưu huỳnh được thổi ở vị trí gần phần giữa của cánh khuấy, chất khử lưu huỳnh không mong muốn được hút vào kim loại nóng chảy và hơn nữa, chất khử lưu huỳnh bám dính vào cánh khuấy và trục của cánh khuấy. Do đó, vòi phun tốt hơn là nằm ở vị trí không quá gần với phần giữa của cánh khuấy.

Kết quả của các nghiên cứu là người ta nhận thấy rằng, khoảng cách theo phương nằm ngang từ phần giữa của cánh khuấy đến vị trí thổi có thể bằng 1/3 hoặc lớn hơn đường kính cánh khuấy. Vì khoảng cách từ phần giữa của cánh khuấy trở nên lớn hơn so với bán kính của cánh khuấy theo hướng về phía ngoài, tốc độ dòng theo hướng chu vi của dòng xoáy phát sinh giảm dần và đạt bằng 0 ở thành bên của đồ chứa xử lý. Do đó, nhằm cho phép chất khử lưu huỳnh thổi được hút một cách trơn tru vào dòng xoáy và được phân tán vào kim loại nóng chảy, vị trí thổi là vị trí thích hợp không quá gần với thành bên đồ chứa xử lý. Về kết quả của các thử nghiệm, người ta nhận thấy rằng, việc thổi được tiến hành

một cách hữu hiệu ở vị trí mà ở đó khoảng cách theo phương nằm ngang từ cánh khuấy đến vị trí thổi là khoảng 2/3 hoặc nhỏ hơn khoảng cách từ mép cánh khuấy đến thành bên của đồ chứa xử lý.

Nói cách khác, người ta khẳng định rằng, chất khử lưu huỳnh cần phải được thổi ở vị trí mà ở đó khoảng cách theo phương nằm ngang (R) (m) từ phần giữa của cánh khuấy đến vị trí thổi chất khử lưu huỳnh đáp ứng được mối tương quan được biểu thị bằng biểu thức (2) dưới đây đối với đường kính trong (D) (m) của đồ chứa xử lý chứa kim loại nóng chảy và đường kính (d) (m) của cánh khuấy.

$$d/3 \leq R \leq (D + d/2)/3 \quad \dots \quad (2)$$

Người ta cũng xác nhận rằng, quá trình xử lý khử lưu huỳnh có thể được tiến hành một cách hữu hiệu hơn nhờ sự kết hợp việc thổi chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO với bước bổ sung từ phía trên xỉ khử lưu huỳnh được gom (xi phát sinh trong quá trình xử lý khử lưu huỳnh sử dụng chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO) và/hoặc chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO. Như được nêu trên, hiệu suất sử dụng của chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO là thấp và xỉ khử lưu huỳnh được gom vẫn còn có khả năng khử lưu huỳnh một cách hữu hiệu. Do đó, bước bổ sung từ phía trên xỉ khử lưu huỳnh được gom được ưu tiên đối với bước bổ sung từ phía trên chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO chưa sử dụng nhằm làm giảm lượng chất khử lưu huỳnh được sử dụng.

Tuy nhiên, trường hợp trong đó quá trình thổi chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO và bước bổ sung từ phía trên xỉ khử lưu huỳnh được gom và/hoặc chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO được sử dụng theo kiểu kết hợp, người ta khẳng định rằng, tổng thời gian bổ sung của cả quá trình thổi và bước bổ sung từ phía trên cần phải được điều chỉnh một cách hợp lý, nếu khác đi quá trình xử lý khử lưu huỳnh không thể được tiến hành một cách hữu hiệu. Chẳng hạn, nếu quá trình bổ sung từ phía trên và quá trình thổi được tiến hành cùng một thời điểm, chất khử lưu huỳnh trải qua quá trình bổ sung từ phía trên phân bố rải rác nhờ khí mang được sử dụng để thổi và như vậy, lượng bổ sung bị giảm xuống và quá trình xử lý khử lưu huỳnh một cách hữu hiệu có thể không được thực hiện.

Trường hợp trong đó xỉ khử lưu huỳnh được gom và/hoặc chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO được bổ sung lên bề mặt bề nầu của kim loại nóng chảy trong đồ chứa xử lý và sau đó việc khuấy được bắt đầu bằng cách sử dụng cánh khuấy, nếu quá trình thổi được tiến hành ở thời điểm bắt đầu khuấy, xỉ khử lưu huỳnh được gom và chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO trải qua quá trình bổ sung đóng vai trò là như là các trở ngại. Do đó, lượng bổ sung của chất khử lưu huỳnh thổi bị giảm xuống và quá trình xử lý khử lưu huỳnh một cách hữu hiệu có thể không được thực hiện.

Các tác giả sáng chế đã nghiên cứu đặc tính khử lưu huỳnh được tiến hành khi quá trình thổi chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO và bước bổ sung từ phía trên xỉ khử lưu huỳnh được gom và/hoặc chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO được sử dụng theo kiểu kết hợp. Cụ thể là, các tác giả sáng chế đã nghiên cứu đặc tính khử lưu huỳnh bằng cách thay đổi thời điểm bổ sung từ phía trên và thời điểm thổi. Người ta đã nhận thấy rằng, các kết quả mà khi bước bổ sung từ phía trên xỉ khử lưu huỳnh được gom và/hoặc chất khử lưu huỳnh được thực hiện và khi đó việc thổi từ vòi phun được tiến hành sau khi kết thúc quá trình bổ sung từ phía trên, xỉ khử lưu huỳnh được gom và/hoặc chất khử lưu huỳnh trải qua bước bổ sung từ phía trên được ngăn chặn không để bị phân tán rải rác từ bề mặt bề nầu và như vậy, hiệu suất khử lưu huỳnh được cải thiện.

Lý do của vấn đề này là như sau. Bằng cách tiến hành bước bổ sung như được nêu trên, việc tạo xỉ của xỉ khử lưu huỳnh được gom và/hoặc chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO trải qua quá trình bổ sung từ phía trên và quá trình thổi được bắt đầu sau khi quá trình tạo xỉ diễn ra đến mức độ nào đó. Do đó, việc phân tán một cách rời rạc xỉ khử lưu huỳnh được gom và chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO trải qua quá trình bổ sung từ phía trên, việc phân tán một cách rời rạc gây ra bởi khí mang từng vòi phun, được ngăn chặn và lượng bổ sung xỉ khử lưu huỳnh được gom và chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO trải qua quá trình bổ sung từ phía trên được tăng lên.

Trong trường hợp này, thời gian từ khi kết thúc quá trình bổ sung từ phía trên đến khi bắt đầu thổi cần phải được kiểm soát để tiến hành một cách hữu hiệu quá trình xử lý khử lưu huỳnh. Khi tính đến cả quá trình tạo xỉ của chất khử lưu

huỳnh trải qua quá trình bổ sung từ phía trên và thời gian xử lý khử lưu huỳnh, người ta nhận thấy những vấn đề như sau. Khi bước bổ sung từ phía trên được tiến hành vào kim loại nóng chảy trước khi khuấy, thời gian thuận lợi nhất từ khi bắt đầu khuấy kim loại nóng chảy bởi cánh khuấy sau khi bước bổ sung từ phía trên đến khi bắt đầu thổi là từ một đến sáu phút. Khi bổ sung từ phía trên được tiến hành vào kim loại nóng chảy đang được khuấy, thời gian thuận lợi nhất là từ khi kết thúc bước bổ sung từ phía trên quá trình xi khử lưu huỳnh được gom và/hoặc chất khử lưu huỳnh đến khi bắt đầu thổi là từ một đến sáu phút.

Khí mang được sử dụng để thổi chất khử lưu huỳnh tốt hơn là khí hầu như không chứa oxy. Sở dĩ như vậy là vì phản ứng khử lưu huỳnh là phản ứng khử và sự có mặt của oxy sẽ ngăn cản phản ứng khử lưu huỳnh. Do đó, khí khử, khí trơ hoặc khí không oxy hóa được sử dụng làm khí mang. Một phương án cụ thể của khí khử là hydrocacbon. Một phương án cụ thể của khí trơ là khí argon. Một phương án cụ thể của khí không oxy hóa là khí nitơ. Vì khí chứa oxy theo hàm lượng khoảng vài phần trăm theo thể tích là không tinh khiết, hầu như không làm ảnh hưởng đến phản ứng khử lưu huỳnh, khí này cũng được xem như là khí hầu như không chứa oxy.

Người ta cũng nhận thấy rằng, hàm lượng oxy trong kim loại nóng chảy giảm xuống và phản ứng khử lưu huỳnh được tạo thuận lợi bằng cách thổi nguồn khử oxy như là Al kim loại hoặc bột xi nhôm qua vòi phun để bổ sung chất khử lưu huỳnh hoặc vòi phun khác về phía bề mặt của kim loại nóng chảy cùng với khí mang trước khi thổi chất khử lưu huỳnh lên bề mặt của kim loại nóng chảy cùng với khí mang, trong quá trình thổi chất khử lưu huỳnh hoặc sau khi kết thúc quá trình thổi chất khử lưu huỳnh.

Sáng chế trên cơ sở các phát hiện được nêu trên và những nét chính của chúng là:

[1] Phương pháp khử lưu huỳnh kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng thiết bị có khuấy cơ học bao gồm việc tiến hành bổ sung từ phía trên xi khử lưu huỳnh được gom và/hoặc chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO lên bề mặt bề nấu của kim loại nóng chảy trong đồ chứa xử lý trước khi khuấy hoặc bề mặt bề nấu của kim loại nóng chảy đang được khuấy bởi cánh khuấy trong đồ chứa xử lý; và

từ một đến sáu phút sau khi công đoạn khuấy kim loại nóng chảy bằng cánh khuấy được bắt đầu trong trường hợp trong đó bước bổ sung từ phía trên xỉ khử lưu huỳnh được gom và/hoặc chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO được tiến hành trên bề mặt bề nấu của kim loại nóng chảy trước khi khuấy hoặc từ một đến sáu phút sau khi bước bổ sung từ phía trên được kết thúc trong trường hợp trong đó bước bổ sung từ phía trên xỉ khử lưu huỳnh được gom và/hoặc chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO được tiến hành lên bề mặt bề nấu của kim loại nóng chảy mà đang được khuấy, tiến hành quá trình xử lý khử lưu huỳnh bằng cách thổi chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO qua vòi phun cùng với khí mang ở vị trí trong đó khoảng cách theo phương nằm ngang (R) (m) từ phần giữa cánh khuấy đến vị trí thổi chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO đáp ứng được mối tương quan được biểu thị bằng biểu thức (2) nêu trên đối với đường kính trong (D) (m) của đồ chứa xử lý chứa kim loại nóng chảy và đường kính (d) (m) của cánh khuấy.

[2] Theo phương pháp khử lưu huỳnh kim loại nóng chảy theo mục [1] nêu trên, tốc độ dòng của khí mang va đập với bề mặt bề nấu của kim loại nóng chảy là 10 m/giây hoặc cao hơn.

[3] Theo phương pháp khử lưu huỳnh kim loại nóng chảy trong mục [1] hoặc mục [2] nêu trên, nguồn khử oxy được thổi vào qua vòi phun phía trên hoặc một vòi phun khác về phía bề mặt của kim loại nóng chảy cùng với khí mang trước quá trình thổi chất khử lưu huỳnh, trong quá trình thổi chất khử lưu huỳnh hoặc sau khi kết thúc quá trình thổi chất khử lưu huỳnh.

Theo sáng chế, vì chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO dạng hạt mịn có hoạt tính cao được thổi cùng với khí mang, sự phân bố rải rác trong quá trình bổ sung được ngăn chặn và lượng bổ sung của chất khử lưu huỳnh tăng lên. Hơn nữa, vì chất khử lưu huỳnh dạng hạt mịn trên cơ sở CaO có diện tích giữa các mặt phản ứng lớn, phản ứng khử lưu huỳnh được tạo thuận lợi và tỷ lệ khử lưu huỳnh có thể được tăng lên một cách đáng kể. Hơn nữa, vì chất khử lưu huỳnh dạng hạt mịn trên cơ sở CaO có diện tích giữa các mặt phản ứng lớn và phản ứng khử lưu huỳnh được tạo thuận lợi, quá trình khử lưu huỳnh có thể được tiến hành một cách hữu hiệu ngay cả khi nếu đá vôi nung, vôi tôi hoặc dạng tương tự được sử dụng riêng như là chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO mà không sử dụng chất xúc

tác tạo xi như là CaF_2 theo kiểu kết hợp.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình chiếu cạnh thể hiện một phương án cụ thể theo một phương án của quá trình xử lý khử lưu huỳnh theo sáng chế;

Fig.2 là hình vẽ thể hiện vị trí thổi trong thiết bị thử nghiệm mô hình nước;

Fig.3 là biểu đồ thể hiện mối tương quan giữa vị trí của vòi phun trên Fig.2 và lượng hạt phân tán rải rác trong quá trình thổi;

Fig.4 là đồ thị thể hiện các kết quả đo của dòng theo phương thẳng đứng ở bề mặt bề nầu và tốc độ dòng trong thiết bị thử nghiệm mô hình nước;

Fig.5 là đồ thị thể hiện các kết quả đo của tốc độ dòng quay theo phương nằm ngang trong thiết bị thử nghiệm mô hình nước;

Fig.6 là các điểm thể hiện mối tương quan giữa tỷ lệ khử lưu huỳnh và thời gian từ khi kết thúc quá trình bổ sung từ phía trên đến khi bắt đầu quá trình thổi.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả một cách cụ thể dựa vào các hình vẽ kèm theo.

Fig.1 là hình chiếu cạnh thể hiện một phương án cụ thể của một phương án xử lý khử lưu huỳnh theo sáng chế. Fig.1 thể hiện một phương án cụ thể trong đó gàu kim loại nóng chảy được sử dụng như là đồ chứa xử lý là đồ chứa kim loại nóng chảy. Về hình dạng của đồ chứa xử lý, đồ chứa xử lý gàu được thể hiện trên Fig.1 là thích hợp vì quá trình xử lý khử lưu huỳnh được tiến hành sử dụng thiết bị có khuấy cơ học, mà xe ngư lôi cũng có thể được sử dụng. Sau đây, việc mô tả được tiến hành bằng cách sử dụng một phương án cụ thể là phía dưới sử dụng gàu kim loại nóng chảy làm đồ chứa xử lý.

Kim loại nóng chảy 3 được tháo ra lò từ lò cao được tiếp nhận bởi gàu kim loại nóng chảy 2 được nạp lên xe chở 1 hoặc xe ngư lôi và kim loại nóng chảy 3 được vận chuyển đến thiết bị có khuấy cơ học. Trường hợp trong đó kim loại nóng chảy 3 được tiếp nhận bởi xe ngư lôi, kim loại nóng chảy 3 mong muốn

được chuyển động vào gàu đồ chứa xử lý trước khi xử lý khử lưu huỳnh. Kim loại nóng chảy 3 cần phải khử lưu huỳnh theo sáng chế có thể bao gồm thành phần bất kỳ và chẳng hạn, có thể trải qua quá trình khử silic và quá trình khử phospho từ trước. Quá trình khử silic là quy trình xử lý trong đó tiến hành việc xử lý khử phospho một cách hữu hiệu, Si ở dạng kim loại nóng chảy chủ yếu được loại bỏ bằng cách bổ sung nguồn oxy như là khí oxy hoặc quặng sắt vào kim loại nóng chảy 3 trước khi xử lý khử phospho.

Thiết bị có khuấy cơ học bao gồm cánh khuấy chống cháy 4, cánh khuấy 4 này được nhúng vào kim loại nóng chảy 3 trong gàu kim loại nóng chảy 2 và quay nhằm khuấy kim loại nóng chảy 3, cánh khuấy 4 này được tạo ra để chuyển động hầu như theo phương thẳng đứng nhờ thiết bị nâng (không được thể hiện trên hình vẽ) và được quay quanh trục 4a như là trục quay của thiết bị quay (không được thể hiện trên hình vẽ). Thiết bị có khuấy cơ học cũng được trang bị với vòi phun 5 để thổi chất khử lưu huỳnh dạng bột trên cơ sở CaO 7 và nguồn khử oxy dạng bột 8 về phía kim loại nóng chảy 3 trong gàu kim loại nóng chảy và máng nạp liệu 6 để bổ sung dạng bột hoặc dạng khối chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7A, nguồn khử oxy dạng bột hoặc dạng khối 8A và xỉ khử lưu huỳnh được gom 9A từ phía trên trên bề mặt bề mặt thép của kim loại nóng chảy 3 trong gàu kim loại nóng chảy. Hơn nữa, gàu kim loại nóng chảy 2 bao gồm lỗ ống xả (không được thể hiện trên hình vẽ) được đấu nối với ống gom bụi (không được thể hiện trên hình vẽ) trên phần phía trên của nó sao cho khí và bụi phát sinh trong quá trình xử lý khử lưu huỳnh được xả ra. Vòi phun 5 còn có chức năng cho phép xỉ khử lưu huỳnh được gom dạng bột 9 được thổi.

Vòi phun 5 được đấu nối với thiết bị nạp liệu bao gồm cửa nạp liệu 10 để chứa chất khử lưu huỳnh dạng bột trên cơ sở CaO 7 và cơ cấu cấp liệu quay 11 để cấp liệu một lượng cụ thể chất khử lưu huỳnh dạng bột trên cơ sở CaO 7 từ cửa nạp liệu 10, thiết bị nạp liệu bao gồm cửa nạp liệu 12 để chứa nguồn khử oxy dạng bột 8 và cơ cấu cấp liệu quay 13 để cấp một lượng cụ thể nguồn khử oxy dạng bột 8 từ cửa nạp liệu 12 và thiết bị nạp liệu bao gồm cửa nạp liệu 14 để chứa xỉ khử lưu huỳnh được gom dạng bột 9 và cơ cấu cấp liệu quay 15 để cấp một lượng cụ thể xỉ khử lưu huỳnh được gom dạng bột 9 từ cửa nạp liệu 14. Chất

khử lưu huỳnh dạng bột trên cơ sở CaO 7, nguồn khử oxy dạng bột 8 và xỉ khử lưu huỳnh được gom dạng bột 9 từng loại có thể được cấp một cách độc lập từ vòi phun 5 cùng với khí mang ở thời điểm theo yêu cầu. Rõ ràng là, chúng có thể được cấp một cách đồng thời hoặc chỉ khí mang có thể được thổi.

Tương tự như vậy, máng nạp liệu 6 được đấu nối với thiết bị nạp liệu bao gồm cửa nạp liệu 16 để chứa chất khử lưu huỳnh dạng bột hoặc dạng khối trên cơ sở CaO 7A và cơ cấu cấp liệu quay 17 để cấp một lượng cụ thể chất khử lưu huỳnh dạng bột hoặc dạng khối trên cơ sở CaO 7A từ cửa nạp liệu 16, thiết bị nạp liệu bao gồm cửa nạp liệu 18 để chứa nguồn khử oxy dạng bột hoặc dạng khối 8A và cơ cấu cấp liệu quay 19 để cấp một lượng cụ thể của nguồn khử oxy dạng bột hoặc dạng khối 8A từ cửa nạp liệu 18 và thiết bị nạp liệu bao gồm cửa nạp liệu 20 để chứa xỉ khử lưu huỳnh được gom dạng bột 9A và cơ cấu cấp liệu quay 21 để cấp một lượng cụ thể của xỉ khử lưu huỳnh được gom dạng bột 9A từ cửa nạp liệu 20. Chất khử lưu huỳnh dạng bột hoặc dạng khối trên cơ sở CaO 7A, nguồn khử oxy dạng bột hoặc dạng khối 8A và xỉ khử lưu huỳnh được gom dạng bột 9A từng loại có thể được cấp một cách độc lập từ máng nạp liệu 6 ở thời điểm mong muốn.

Các chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7 và 7A chứa trên 50% khối lượng CaO. Đá vôi nung (CaO), vôi tôi (Ca(OH)₂), đá vôi (CaCO₃), dolomit thiêu kết (MgO.CaO) và dạng tương tự có thể được sử dụng riêng từng loại hoặc hỗn hợp của các loại bất kỳ và nhôm oxit (Al₂O₃) hoặc canxi florua (CaF₂) có thể được sử dụng. Đá vôi nung (CaO), vôi tôi (Ca(OH)₂), đá vôi (CaCO₃), dolomit thiêu kết (MgO-CaO) và dạng tương tự tốt hơn là được sử dụng riêng từng loại mà không sử dụng nguồn flo như là canxi florua theo kiểu kết hợp nhằm bảo vệ môi trường và dễ dàng tái sử dụng xỉ phát sinh. Theo sáng chế, vì chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7 được cưỡng bức hút vào kim loại nóng chảy 3 bằng cách thổi, quá trình khử lưu huỳnh có thể được tiến hành một cách thích hợp mà không sử dụng nguồn flo. Chất mà flo được trộn vào đó một cách chắc chắn như là thành phần tạp chất có thể được sử dụng.

Kích cỡ hạt của chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7 cần phải được thổi có thể được lựa chọn một cách thích hợp tương ứng với các kích cỡ của vòi phun

5 và gàu kim loại nóng chảy 2 được sử dụng. Để làm tăng diện tích giữa các mặt phản ứng, chất khử lưu huỳnh dạng hạt mịn có thể được sử dụng. Chẳng hạn, kích cỡ hạt tốt hơn là bằng 500 μm hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là bằng 100 μm hoặc nhỏ hơn theo đường kính. Sự phân bố kích cỡ hạt một cách tối ưu là phụ thuộc vào kích cỡ của thiết bị có khuấy cơ học được sử dụng và hình dạng của vòi phun 5 để thổi và như vậy, kích cỡ hạt được lựa chọn theo mong muốn tương ứng với tính năng của thiết bị có khuấy cơ học.

Các nguồn khử oxy 8 và 8A mong muốn là Al kim loại hoặc bột xỉ nhôm khả dụng với giá thành thấp như là nguồn nhôm. Các nguồn khử oxy 8 và 8A có thể là các nguồn Al khác như là bột tán nhỏ thu được bằng cách phun nhôm nóng chảy bằng khí và bột cắt phát sinh khi hợp kim nhôm được đánh bóng hoặc được cắt. Hợp kim Si như là sắt silic hoặc hợp kim Mg cũng có thể được sử dụng. Trường hợp trong đó các nguồn khử oxy 8 và 8A được thổi lên bề mặt của kim loại nóng chảy 3 cùng với khí mang, chúng mong muốn là ở dạng bột. Trường hợp trong đó việc thổi được tiến hành, ngay cả bột mịn được phân tán rải rác thông thường có thể được sử dụng mà không gây ra vấn đề nào.

Các xỉ khử lưu huỳnh được gom 9 và 9A thu được bằng cách gom và làm nguội xỉ phát sinh trong quá trình xử lý khử lưu huỳnh bằng cách sử dụng chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7 (được gọi là "quá trình tái sinh nguội"). Khi xỉ khử lưu huỳnh được gom được bổ sung mà không sử dụng cửa nạp liệu hoặc cơ cấu cấp liệu, xỉ được gom sau quá trình xử lý khử lưu huỳnh và có nhiệt độ là 500 °C hoặc cao hơn có thể được sử dụng như là xỉ khử lưu huỳnh được gom 9B (không được thể hiện trên hình vẽ) (được gọi là "quá trình tái sinh nóng"). Trong trường hợp của quá trình tái sinh nóng, xỉ khử lưu huỳnh được gom 9B có thể được bổ sung trực tiếp từ đồ chứa xử lý được sử dụng trong quá trình xử lý trước đến bề mặt bề mặt nấu của kim loại nóng chảy trong đồ chứa xử lý để được xử lý tiếp theo, sử dụng thiết bị hạng nặng hoặc dạng tương tự trước hoặc sau khi gàu kim loại nóng chảy tiếp cận thiết bị có khuấy cơ học. Xỉ khử lưu huỳnh được gom được sử dụng theo sáng chế có thể được trải qua quá trình tái sinh nguội hoặc quá trình tái sinh nóng. Theo cách khác, quá trình tái sinh nguội và quá trình tái sinh nóng có thể được kết hợp với nhau.

Sau khi gàu kim loại nóng chảy 2 chứa kim loại nóng chảy 3 tiếp cận thiết bị có khuấy cơ học, vị trí của xe chở 1 bao gồm gàu kim loại nóng chảy 2 được nạp tải trên đó được điều chỉnh sao cho cánh khuấy 4 được bố trí hầu như ở tâm của gàu kim loại nóng chảy 2 và cánh khuấy 4 được hạ xuống để được nhúng vào kim loại nóng chảy 3. Khi cánh khuấy 4 được nhúng vào kim loại nóng chảy 3, sự quay của cánh khuấy 4 được bắt đầu và tốc độ quay được tăng lên đến mức cụ thể. Khi tốc độ quay của cánh khuấy 4 đạt đến mức cụ thể, cơ cấu cấp liệu quay 17 và/hoặc cơ cấu cấp liệu quay 21 bắt đầu bổ sung chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7A theo cửa nạp liệu 16 và/hoặc xỉ khử lưu huỳnh được gom 9A theo cửa nạp liệu 20 lên bề mặt bề nấu của kim loại nóng chảy trong quá trình khuấy. Từ một đến sáu phút sau khi kết thúc bước bổ sung từ phía trên chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7A và/hoặc xỉ khử lưu huỳnh được gom 9A, cơ cấu cấp liệu quay 11 bắt đầu thổi chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7 theo cửa nạp liệu 10 lên bề mặt bề nấu của kim loại nóng chảy 3 cùng với khí mang qua vòi phun 5. Trong trường hợp này, chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7A và/hoặc xỉ khử lưu huỳnh được gom 9A có thể được bổ sung từ phía trên lên bề mặt bề nấu của kim loại nóng chảy trước khi khuấy và sau đó việc khuấy kim loại nóng chảy 3 bằng cánh khuấy 4 có thể được bắt đầu. Ở đây, việc khuấy kim loại nóng chảy 3 bởi cánh khuấy 4 được bắt đầu và từ một đến sáu phút sau khi tốc độ quay của cánh khuấy 4 đạt đến ngưỡng cụ thể, quá trình thổi chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7 từ vòi phun 5 được bắt đầu. Trước khi bổ sung từ phía trên chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7A và/hoặc xỉ khử lưu huỳnh được gom 9A, tức là trước hoặc sau khi gàu kim loại nóng chảy 2 chứa kim loại nóng chảy 3 tiếp cận thiết bị có khuấy cơ học, xỉ khử lưu huỳnh được gom 9B trải qua quá trình tái sinh nóng có thể được bổ sung từ phía trên từ trước lên bề mặt bề nấu của kim loại nóng chảy.

Theo sáng chế, quá trình xử lý khử lưu huỳnh có thể được tiến hành một cách hữu hiệu mà không sử dụng chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7A vào cửa nạp liệu 16 và xỉ khử lưu huỳnh được gom 9A vào cửa nạp liệu 20 bằng cách ứng dụng phương pháp sau đây. Cụ thể, trước hoặc sau khi gàu kim loại 2 chứa kim loại nóng chảy 3 tiếp cận thiết bị có khuấy cơ học, xỉ khử lưu huỳnh được gom

9B trải qua quá trình tái sinh nóng được bổ sung từ phía trên lên bề mặt mẻ nấu của kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng máy móc hạng nặng hoặc dạng tương tự. Trường hợp trong đó xỉ khử lưu huỳnh được gom trải qua quá trình tái sinh nóng được bổ sung từ phía trên lên bề mặt mẻ nấu của kim loại nóng chảy, quá trình khuấy kim loại nóng chảy 3 bằng cánh khuấy 4 được bắt đầu và từ một đến sáu phút sau khi tốc độ quay của cánh khuấy 4 đạt đến ngưỡng cụ thể, cơ cấu cấp liệu quay 11 được bắt đầu thổi chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7 vào cửa nạp liệu 10 lên bề mặt mẻ nấu của kim loại nóng chảy 3 cùng với khí mang qua vòi phun 5.

Khí mang chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7 được cấp qua vòi phun 5 có thể là khí khử, khí trơ hoặc khí không oxy hóa. Khi tốc độ của chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7 được thổi lên bề mặt của kim loại nóng chảy 3 tăng lên, phản ứng khử lưu huỳnh được tạo thuận lợi. Do đó, tốc độ dòng khí mang tốt hơn là được điều chỉnh sao cho tốc độ dòng khí mang va đập với bề mặt mẻ nấu của kim loại nóng chảy 3 là 10 m/giây hoặc cao hơn.

Đối với vị trí mà ở đó chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7 được thổi lên bề mặt mẻ nấu của kim loại nóng chảy 3, vị trí của vòi phun 5 được điều chỉnh sao cho đường kính trong (D) (m) của kim loại nóng chảy 2, đường kính (d) (m) của cánh khuấy 4 và khoảng cách theo phương nằm ngang (R) (m) từ phần giữa cánh khuấy 4 đến vị trí thổi chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7 đáp ứng mối tương quan được biểu thị bằng biểu thức (2).

Chẳng hạn, khi chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7 được cấp qua vòi phun 5 theo phương thẳng đứng, khoảng cách theo phương nằm ngang từ phần giữa cánh khuấy 4 đến vị trí của mép vòi phun 5 có thể được giả thiết là khoảng cách theo phương nằm ngang (R) (m). Khi quá trình thổi được tiến hành trong khi vòi phun 5 bị lệch so với phương thẳng đứng, vị trí của vòi phun 5 có thể được điều chỉnh tương ứng với góc lệch sao cho vị trí thổi của chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7 lên bề mặt mẻ nấu của kim loại nóng chảy 3 đáp ứng mối tương quan được biểu thị bằng biểu thức (2).

Đặc biệt ưu tiên là đường kính (d) (m) của cánh khuấy 4 đáp ứng mối tương quan được biểu thị bằng biểu thức (3) dưới đây theo đường kính trong (D)

(m) của gàu kim loại nóng chảy 2 và khoảng cách theo phương nằm ngang (R) (m) đáp ứng mối tương quan được biểu thị bằng biểu thức (4) dưới đây theo đường kính (D) (m) của cánh khuấy 4 và đường kính trong (d) (m) của gàu kim loại nóng chảy 2,

$$d \leq D/2 \quad \dots \quad (3)$$

$$d/2 \leq R \leq D/4 \quad \dots \quad (4)$$

Để nắm được vị trí tối ưu mà ở đó quá trình thổi được tiến hành qua vòi phun 5, các tác giả sáng chế đã nghiên cứu sự mối tương quan giữa khoảng cách theo phương nằm ngang (R) (m) và lượng hạt phân tán rải rác trong quá trình thổi bằng cách sử dụng thiết bị thử nghiệm mô hình nước của thiết bị khử lưu huỳnh khuấy cơ học mà kết chứa của nó có đường kính trong là 300mm. Fig.2 thể hiện phương pháp nghiên cứu. Như được thể hiện trên Fig.2, dòng theo mô hình (được làm từ nhựa tổng hợp, kích cỡ hạt là từ 80 đến 150 μm) được thổi lên bề mặt nước trong quá trình khuấy ở sáu vị trí từ A đến F khác nhau theo hướng kính của đồ chứa xử lý. Tỷ lệ dòng theo mô hình phân tán rải rác phía ngoài đồ chứa xử lý mà không được hút vào nước được đo.

Fig.3 là biểu đồ thể hiện các kết quả. Từ Fig.3, nhận thấy rằng, khi các vị trí mà ở đó quá trình thổi được thực hiện qua vòi phun là nằm trong phạm vi đáp ứng mối tương quan được biểu thị bằng biểu thức (4) nêu trên (vị trí của vòi phun: B, C, D), lượng hạt được phân tán rải rác là nhỏ nhất. Trên Fig.3, tỷ lệ các hạt được phân tán rải rác được thể hiện làm chỉ số đối với tỷ lệ các hạt được phân tán rải rác ở vị trí F.

Lý do của vấn đề này có thể là trên cơ sở hiện tượng sau đây.

Fig.4 là đồ thị thể hiện các kết quả đo dòng theo phương thẳng đứng ở bề mặt của mẻ nấu trong quá trình khuấy cơ học và tốc độ dòng trong thiết bị thử nghiệm mô hình nước. Như được thể hiện trên Fig.4, dòng ở bề mặt của mẻ nấu là hướng xuống phía dưới trong vùng về phía trong hơn so với vị trí có khoảng cách theo phương nằm ngang là 100mm từ tâm kết chứa, tức là về phía trong hơn so với vị trí ($= D/3$) (m) ở hai phần ba bán kính của hộp chứa trong khi dòng là lên phía trên trong vùng phía ngoài vị trí ($= D/3$) (m). Khi dòng ở bề mặt của mẻ

nấu là hướng xuống phía dưới, tức là khi chất khử lưu huỳnh được thổi ở vị trí trong phạm vi hai phần ba bán kính kết chứa, chất khử lưu huỳnh được thổi qua vòi phun đi vào mẻ nấu và sau đó được hút vào mẻ nấu nhờ dòng hướng xuống phía dưới. Do đó, phản ứng khử lưu huỳnh xảy ra. Khi dòng ở bề mặt của mẻ nấu là hướng lên phía trên, tức là khi chất khử lưu huỳnh được thổi ở vị trí phía ngoài hai phần ba bán kính của kết chứa, chất khử lưu huỳnh thổi ngay khi đi vào mẻ nấu, mà nổi với bề mặt của mẻ nấu nhờ dòng hướng lên phía trên. Do đó, phản ứng khử lưu huỳnh được ngăn chặn.

Fig.5 là đồ thị thể hiện các kết quả đo của tốc độ dòng quay theo phương nằm ngang trong thiết bị thử nghiệm mô hình nước. Như được thể hiện trên Fig.5, tốc độ dòng quay cao nhất là gần cánh khuấy. Vì khoảng cách theo hướng kính của đồ chứa xử lý tăng lên, tốc độ dòng quay giảm xuống. Trong vùng mà ở đó vị trí thổi R nằm phía ngoài $D/4$ (m) và ở hoặc phía trong $D/3$ ($D/4 < R \leq D/3$), tốc độ dòng quay bị giảm đáng kể.

Trong phạm vi đáp ứng mối tương quan được biểu thị bằng biểu thức (4) nêu trên, dòng ở bề mặt của mẻ nấu hướng xuống phía dưới và tốc độ dòng hướng về phía dưới là cao và hơn nữa tốc độ dòng quay là cao. Do đó, cần phải thấy rằng, dòng theo mô hình được hút vào trong nước theo kiểu tăng tốc và tỷ lệ các hạt được phân tán rải rác phía ngoài đồ chứa xử lý giảm xuống. Các tác giả sáng chế cũng xác nhận xu hướng sử dụng này trong thiết bị thực tế.

Theo sáng chế, để tạo thuận lợi cho phản ứng khử lưu huỳnh, các nguồn khử oxy 8 và 8A tốt hơn là được cấp vào gàu kim loại nóng chảy trong, trước hoặc sau quá trình thổi chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7 hoặc ở thời điểm bất kỳ mà ở đó quá trình xử lý khử lưu huỳnh được tiến hành.

Sau khi việc khuấy được tiến hành đối với một khoảng thời gian cho trước, số lần quay của cánh 4 được giảm xuống để dừng quay. Ngay khi cánh khuấy 4 dừng lại, cánh khuấy 4 được nâng lên và được duy trì ở trạng thái sẵn sàng phía trên gàu kim loại nóng chảy 2. Xi phát sinh (xi khử lưu huỳnh) nổi để che bề mặt kim loại nóng chảy và quá trình xử lý khử lưu huỳnh của kim loại nóng chảy 3 hoàn thành ở trạng thái nghỉ. Sau quá trình xử lý khử lưu huỳnh, xi phát sinh được xả ra từ gàu kim loại nóng chảy 2 và gàu kim loại nóng chảy 2

được vận chuyển đến quá trình tinh chế tiếp theo.

Bằng cách thực hiện bước xử lý khử lưu huỳnh trên kim loại nóng chảy 3 như được nêu trên, lượng hạt được phân bố rải rác trong quá trình bổ sung giảm xuống ngay cả khi nếu chất khử lưu huỳnh dạng hạt mịn trên cơ sở CaO 7 được sử dụng và lượng bổ sung của chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7 tăng lên. Vì chất khử lưu huỳnh dạng hạt mịn trên cơ sở CaO 7 có diện tích giữa các mặt phản ứng lớn, phản ứng khử lưu huỳnh được tạo thuận lợi và tỷ lệ khử lưu huỳnh được tăng lên. Hơn nữa, vì chất khử lưu huỳnh dạng hạt mịn trên cơ sở CaO 7 có diện tích giữa các mặt phản ứng lớn và như vậy là phản ứng khử lưu huỳnh được tạo thuận lợi, quá trình khử lưu huỳnh có thể được thực hiện một cách hữu hiệu ngay cả khi nếu đá vôi nung (CaO), vôi tôi (Ca(OH)₂) hoặc dạng tương tự được sử dụng riêng từng loại làm chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7 mà không sử dụng chất xúc tác tạo xỉ như là CaF₂ theo kiểu kết hợp.

Sáng chế không bị giới hạn bởi phạm vi được nêu trên và các phương án cải biến khác nhau có thể được thực hiện. Chẳng hạn, một số vòi phun được bố trí và chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7, nguồn khử oxy 8 và xỉ khử lưu huỳnh được gom 9 có thể được thổi qua các vòi phun khác nhau. Chỉ chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO 7 có thể được cấp qua vòi phun 5 và nguồn khử oxy và xỉ khử lưu huỳnh được gom có thể được bổ sung từ phía trên bằng cách sử dụng máng nạp liệu 6.

Các phương án cụ thể

Thử nghiệm trong đó khoảng 150 tấn kim loại nóng chảy trong gàu kim loại nóng chảy được khử lưu huỳnh với thiết bị có khuấy cơ học được thể hiện trên Fig.1 sẽ được mô tả.

Kim loại nóng chảy cần được khử lưu huỳnh được được tháo ra lò từ lò cao và sau đó trải qua việc xử lý khử silic hai bước trong máng lò cao và gàu kim loại nóng chảy đóng vai trò làm kết tiếp nhận. Thành phần của kim loại nóng chảy là [Si]: từ 0,05% đến 0,10% khối lượng sau quá trình xử lý khử silic, [C]: từ 4,3% đến 4,6% khối lượng, [Mn]: từ 0,22% đến 0,41% khối lượng và [P]: từ 0,10% đến 0,13% khối lượng. [S] trước khi xử lý là từ 0,039% đến 0,042% khối

lượng. Nhiệt độ của kim loại nóng chảy trước khi xử lý là từ 1330°C đến 1430°C.

Đá vôi nung (CaO) được sử dụng riêng làm chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO. Khí nitơ được sử dụng làm khí mang. Bột xỉ nhôm chứa khoảng 50% khối lượng của Al kim loại được sử dụng làm nguồn khử oxy. Xỉ khử lưu huỳnh được gom trải qua quá trình tái sinh nguội thu được nhờ việc xả xỉ phát sinh qua quá trình xử lý khử lưu huỳnh sử dụng đá vôi nung làm chất khử lưu huỳnh vào nhà máy xử lý xỉ, làm nguội xỉ bằng không khí đến nhiệt độ là 200°C hoặc thấp hơn trong khoảng 24 giờ ở nhà máy xử lý xỉ và nghiền xỉ một cách tùy ý. Xỉ khử lưu huỳnh được gom được xả vào cửa nạp liệu và được bổ sung từ phía trên vào kim loại nóng chảy trong khi khuấy sử dụng cơ cấu cấp liệu. Xỉ khử lưu huỳnh được gom trải qua quá trình tái sinh nóng thu được bằng cách gom xỉ khử lưu huỳnh vào gàu kim loại nóng chảy sau quá trình xử lý khử lưu huỳnh vào két chứa xỉ. Xỉ khử lưu huỳnh được gom được nạp bởi thiết bị hạng nặng vào gàu kim loại nóng chảy chứa kim loại nóng chảy cần được khử lưu huỳnh tiếp theo.

Cùng một cụm cơ sở của chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO được sử dụng cho tất cả các thử nghiệm. Khi xỉ khử lưu huỳnh được gom được sử dụng, tổng cụm cơ sở của lượng CaO chứa trong xỉ khử lưu huỳnh được gom và cụm cơ sở bổ sung của chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO chưa sử dụng được xác định là không đổi. Thời gian xử lý khử lưu huỳnh từ điểm bắt đầu xử lý là điểm theo thời gian khi quá trình khuấy với cánh khuấy được bắt đầu trong thiết bị có khuấy cơ học đến khi hoàn thành quá trình xử lý được xác định là không đổi. Cánh khuấy có kích cỡ đáp ứng điều kiện là $d \leq D/2$ được biểu thị bằng biểu thức (3) được sử dụng trong tất cả các thử nghiệm.

Thử nghiệm nghiên cứu mối tương quan giữa vị trí quá trình thổi và tỷ lệ khử lưu huỳnh được thực hiện theo phương pháp sau đây. Trường hợp trong đó chỉ chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO chưa sử dụng được sử dụng mà không sử dụng xỉ khử lưu huỳnh được gom và chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO trải qua quá trình bổ sung từ phía trên và quá trình thổi, vị trí của vòi phun được thay đổi trong khi thời gian từ khi hoàn thành quá trình bổ sung từ phía trên vào kim loại nóng chảy trong khi quá trình khuấy bắt đầu quá trình thổi được xác định với thời

gian là không đổi bằng 2,0 phút. Cụ thể là, khoảng cách theo phương nằm ngang (R) (m) từ phần giữa cánh khuấy đến vòi phun được thay đổi so với đường kính trong (D) (m) của gàu kim loại nóng chảy và đường kính (d) (m) của cánh khuấy khi chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO được thổi qua vòi phun và như vậy là sự ảnh hưởng của khoảng cách theo phương nằm ngang (R) (m) lên tỷ lệ khử lưu huỳnh được nghiên cứu. Ở đây, tỷ lệ khử lưu huỳnh là phần trăm của sự khác nhau giữa [S] trong kim loại nóng chảy trước quá trình xử lý khử lưu huỳnh và [S] trong kim loại nóng chảy sau quá trình xử lý khử lưu huỳnh đối với [S] trong kim loại nóng chảy trước quá trình xử lý khử lưu huỳnh. Bảng 1 thể hiện các kết quả thử nghiệm.

Bảng 1

	Phương pháp nạp chất khử lưu huỳnh	Vị trí thổi	Thời gian từ khi hoàn thành quá trình nạp từ phía trên đến khi bắt đầu quá trình thổi (phút)	Tỷ lệ khử lưu huỳnh (%)
Phương án đối chứng 1	Chỉ một quá trình bổ sung từ phía trên	-	-	75,0
Phương án đối chứng 2	Quá trình bổ sung từ phía trên + Quá trình thổi	$R < d/3$	2	76,2
Phương án đối chứng 3	Quá trình bổ sung từ phía trên + Quá trình thổi	$(D + d/2)/3 < R$	2	75,6
Phương án cụ thể 1 theo sáng chế	Quá trình bổ sung từ phía trên + Quá trình thổi	$d/3 \leq R \leq (D + d/2)/3$ $R < d/2$	2	90,5
Phương án cụ thể 2 theo sáng chế	Quá trình bổ sung từ phía trên + Quá trình thổi	$d/3 \leq R \leq (D + d/2)/3$ $d/2 \leq R \leq D/4$	2	97,4
Phương án cụ thể 3 theo sáng chế	Quá trình bổ sung từ phía trên + Quá trình thổi	$d/3 \leq R \leq (D + d/2)/3$ $d/2 \leq R \leq D/4$	2	97,6
Phương án cụ thể 4 theo sáng chế	Quá trình bổ sung từ phía trên + Quá trình thổi	$d/3 \leq R \leq (D + d/2)/3$ $D/4 < R$	2	91,0

Điều kiện đáp ứng $d/3 \leq R \leq (D + d/2)/3$, nhưng không đáp ứng $d/2 \leq R \leq D/4$
(Các phương án cụ thể theo sáng chế 1 và 4)

• Điều kiện đáp ứng $d/3 \leq R \leq (D + d/2)/3$ và $d/2 \leq R \leq D/4$ (Các phương án cụ thể theo sáng chế 2 và 3)

Rõ ràng là từ bảng 1, theo phương án đối chứng 2 trong đó khoảng cách theo phương nằm ngang (R) (m) của vị trí thổi chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO là dưới $d/3$ (m) về phía cánh khuấy, có thể thấy rằng, chất khử lưu huỳnh được tích tụ trên cánh khuấy và tỷ lệ khử lưu huỳnh ở mức thấp, là 76%. Trong khi đó, theo các phương án cụ thể theo sáng chế từ 1 đến 4 trong đó khoảng cách theo phương nằm ngang (R) (m) của vị trí thổi là $d/3$ (m) hoặc cao hơn và $(D + d/2)/3$ (m) hoặc nhỏ hơn, có nghĩa là vị trí thổi là xa với phần giữa của cánh khuấy hơn so với theo phương án đối chứng 2, việc bổ sung chất khử lưu huỳnh lên cánh khuấy không nhìn thấy và được thấy rằng, chất khử lưu huỳnh được hút vào kim loại nóng chảy. Cụ thể là, trong các phương án cụ thể theo sáng chế 2 và 3 trong đó khoảng cách theo phương nằm ngang (R) (m) của vị trí thổi là $d/2$ (m) hoặc cao hơn và $D/4$ (m) hoặc nhỏ hơn, tỷ lệ khử lưu huỳnh là 97%, là khoảng 20% cao hơn so với phương án đối chứng 1 trong đó không có quá trình thổi được thực hiện. Tuy nhiên, theo phương án đối chứng 3 trong đó khoảng cách theo phương nằm ngang (R) (m) là lớn hơn $(D + d/2)/3$ (m), nghĩa là vị trí thổi là xa với phần giữa cánh khuấy hơn khoảng cách theo các phương án cụ thể theo sáng chế từ 1 đến 4, chất khử lưu huỳnh không được hút một cách thích đáng vào kim loại nóng chảy và tỷ lệ khử lưu huỳnh là 76%.

Xác nhận rằng, từ các kết quả này mà vị trí thổi là quan trọng khi chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO được thổi và tỷ lệ khử lưu huỳnh cao đạt được khi khoảng cách theo phương nằm ngang (R) (m), đường kính trong (D) (m) của gàu kim loại nóng chảy và đường kính (d) (m) của cánh khuấy đáp ứng mối tương quan được biểu thị bằng biểu thức (2) và còn đáp ứng được mối tương quan được biểu thị bằng biểu thức (4).

Do đó, trong thử nghiệm sau đây, vị trí của vòi phun được cố định sao cho đáp ứng được các mối tương quan được biểu thị bằng biểu thức (2) và (4). Trường hợp trong đó chất khử lưu huỳnh trải qua quá trình bổ sung từ phía trên và quá trình thổi, thời gian từ khi hoàn thành quá trình bổ sung từ phía trên đến khi bắt đầu quá trình thổi được thay đổi và như vậy, sự ảnh hưởng đối với tỷ lệ khử lưu huỳnh được nghiên cứu. Trong thử nghiệm này, chỉ chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO chưa được sử dụng được sử dụng mà không sử dụng xỉ khử lưu

huỳnh được gom và được bổ sung từ phía trên vào kim loại nóng chảy đang khuấy. Bảng 2 thể hiện các kết quả thử nghiệm. Bảng 2 cũng thể hiện kết quả của phương án cụ thể 2 theo sáng chế được thể hiện trên bảng 1.

Bảng 2

	Phương pháp nạp chất khử lưu huỳnh	Thời gian từ khi hoàn thành quá trình nạp từ phía trên đến khi bắt đầu quá trình thổi (phút)	Tỷ lệ khử lưu huỳnh (%)
Phương án cụ thể 2 theo sáng chế	Quá trình bổ sung từ phía trên + Quá trình thổi	2,0	97,4
Phương án cụ thể 5 theo sáng chế	Quá trình bổ sung từ phía trên + Quá trình thổi	1,0	97,6
Phương án cụ thể 6 theo sáng chế	Quá trình bổ sung từ phía trên + Quá trình thổi	5,0	97,9
Phương án cụ thể 7 theo sáng chế	Quá trình bổ sung từ phía trên + Quá trình thổi	6,0	97,3
Phương án đối chứng 4	Quá trình bổ sung từ phía trên + Quá trình thổi	- (bổ sung đồng thời)	72,5
Phương án đối chứng 5	Quá trình bổ sung từ phía trên + Quá trình thổi	0	74,4
Phương án đối chứng 6	Quá trình bổ sung từ phía trên + Quá trình thổi	0,5	73,2
Phương án đối chứng 7	Quá trình bổ sung từ phía trên + Quá trình thổi	7,0	87,2
Phương án đối chứng 8	Quá trình bổ sung từ phía trên + Quá trình thổi	10,0	83,3

Fig.6 là các điểm tọa độ thể hiện mối tương quan giữa tỷ lệ khử lưu huỳnh và thời gian từ khi hoàn thành quá trình bổ sung từ phía trên đến khi bắt đầu quá trình thổi. Theo phương án cụ thể 2 theo sáng chế, các phương án cụ thể theo sáng chế từ 5 đến 7 và các phương án đối chứng 7 và 8 trong đó thời gian từ khi hoàn thành quá trình bổ sung từ phía trên đến khi bắt đầu quá trình thổi là một phút hoặc lâu hơn, được xác nhận là chất khử lưu huỳnh trải qua quá trình bổ sung từ phía trên được hút vào kim loại nóng chảy trước khi bắt đầu quá trình thổi. Trong khi đó, theo các phương án đối chứng 5 và 6 trong đó, thời gian từ khi hoàn thành quá trình bổ sung từ phía trên đến khi bắt đầu quá trình thổi là nhỏ hơn một phút và Phương án đối chứng 4 trong đó quá trình bổ sung từ phía trên và quá trình thổi được thực hiện đồng thời, quá trình thổi được bắt đầu trong khi chất khử lưu huỳnh trải qua quá trình bổ sung từ phía trên nằm lại trên bề mặt của bề kim loại nóng chảy và được xác nhận rằng, chất khử lưu huỳnh được bổ

sung nằm rải rác. Như dễ thấy từ bảng 2 và Fig.6, tỷ lệ khử lưu huỳnh theo các phương án đối chứng từ 4 đến 6 là thấp dưới 75%.

Theo các phương án cụ thể theo sáng chế 2 và các phương án cụ thể theo sáng chế từ 5 đến 7, trong đó thời gian từ khi hoàn thành quá trình bổ sung từ phía trên đến khi bắt đầu quá trình thổi là từ một đến sáu phút, tỷ lệ khử lưu huỳnh lên đến 95% hoặc cao hơn. Theo các phương án đối chứng 7 và 8 trong đó thời gian từ khi hoàn thành quá trình bổ sung từ phía trên đến khi bắt đầu quá trình thổi là bảy phút hoặc cao hơn, tỷ lệ khử lưu huỳnh được giảm xuống đến 90% hoặc nhỏ hơn. Do đó, nhận thấy rằng, kết quả của sự cải thiện tỷ lệ khử lưu huỳnh là nhỏ. Sở dĩ như vậy là vì thời gian xử lý khử lưu huỳnh từ khi bắt đầu việc xử lý bởi thiết bị có khuấy cơ học (bắt đầu khuấy bởi cánh) được xác định là không đổi, tức là thời gian khuấy từ khi hoàn thành quá trình thổi là ngắn theo các phương án đối chứng 7 và 8. Được xác nhận rằng, các mẫu bổ sung của các phương án cụ thể theo sáng chế 2 và từ 5 đến 7 được ưu tiên để đạt được tỷ lệ khử lưu huỳnh cao mà không kéo dài thời gian xử lý khử lưu huỳnh.

Trong thử nghiệm sau đây, xỉ khử lưu huỳnh được gom trải qua quá trình tái sinh nóng được sử dụng cùng nhau. Theo thử nghiệm này, xỉ khử lưu huỳnh được gom trải qua quá trình tái sinh nóng được bổ sung vào gàu kim loại nóng chảy chứa kim loại nóng chảy. Tiếp đó, gàu kim loại nóng chảy được vận chuyển đến thiết bị có khuấy cơ học để thực hiện bước xử lý khử lưu huỳnh. Vị trí của vòi phun được cố định để đáp ứng được mối tương quan được biểu thị theo các biểu thức (2) và (4). Trường hợp trong đó chất khử lưu huỳnh được thổi, thời gian từ khi bắt đầu quá trình khuấy bởi thiết bị có khuấy cơ học đến khi bắt đầu quá trình thổi được thay đổi và như vậy, sự ảnh hưởng đối với tỷ lệ khử lưu huỳnh được nghiên cứu. Bảng 3 thể hiện các kết quả thử nghiệm.

Bảng 3

	Phương pháp nạp chất khử lưu huỳnh	Dạng và phương pháp bổ sung xỉ khử lưu huỳnh được gom	Thời gian từ khi bắt đầu khuấy đến khi bắt đầu thổi (phút)	Tỷ lệ khử lưu huỳnh (%)
Phương án đối chứng 9	Quá trình thổi	Quá trình tái sinh nóng, bổ sung trước khi khuấy	0	73,2
Phương án cụ thể 8 theo sáng chế	Quá trình thổi	Quá trình tái sinh nóng, bổ sung trước khi khuấy	1,0	97,6
Phương án cụ thể 9 theo sáng chế	Quá trình thổi	Quá trình tái sinh nóng, bổ sung trước khi khuấy	5,0	97,4
Phương án cụ thể 10 theo sáng chế	Quá trình thổi	Quá trình tái sinh nóng, bổ sung trước khi khuấy	6,0	97,5
Phương án đối chứng 10	Quá trình thổi	Quá trình tái sinh nóng, bổ sung trước khi khuấy	10,0	82,9

Theo các phương án cụ thể của sáng chế từ 8 đến 10 trong đó thời gian từ khi bắt đầu khuấy đến khi bắt đầu quá trình thổi là từ một đến sáu phút, được xác nhận là xỉ khử lưu huỳnh được gom trải qua quá trình tái sinh nóng được hút vào kim loại nóng chảy trước khi bắt đầu quá trình thổi và tỷ lệ khử lưu huỳnh là lên đến 95% hoặc cao hơn. Ngược lại, theo phương án đối chứng 9 trong đó thời gian từ khi bắt đầu khuấy đến khi bắt đầu quá trình thổi là dưới một phút, quá trình thổi được bắt đầu trong khi xỉ khử lưu huỳnh được gom trải qua quá trình tái sinh nóng nằm lại trên bề mặt của bể kim loại nóng chảy và được xác nhận rằng, chất khử lưu huỳnh được bổ sung nằm rải rác và tỷ lệ khử lưu huỳnh là thấp dưới 75%. Theo phương án đối chứng 10, trong đó thời gian từ khi bắt đầu khuấy đến khi bắt đầu quá trình thổi là 10,0 phút, thời gian khuấy từ khi hoàn thành quá trình thổi là ngắn và như vậy, tỷ lệ khử lưu huỳnh được giảm xuống đến 90% hoặc thấp hơn nữa. Do đó, hiệu quả cải thiện tỷ lệ khử lưu huỳnh là nhỏ. Xác nhận rằng, giống như trường hợp trong đó chất khử lưu huỳnh được trải qua quá trình bổ sung từ phía trên và quá trình thổi, các mẫu bổ sung theo các phương án cụ thể theo sáng chế từ 8 đến 10 trong đó thời gian từ khi bắt đầu khuấy đến khi bắt đầu quá trình thổi là từ một đến sáu phút được ưu tiên để đạt được tỷ lệ khử lưu huỳnh cao mà không kéo dài thời gian xử lý khử lưu huỳnh.

Theo thử nghiệm tiếp theo, xỉ khử lưu huỳnh được gom trải qua quá trình tái sinh nguội được sử dụng cùng nhau. Theo thử nghiệm này, xỉ khử lưu huỳnh được gom trải qua quá trình tái sinh nguội được bổ sung từ phía trên lên bề mặt

mẻ nấu của kim loại nóng chảy trong khi khuấy và sau đó, theo sự xử lý cụ thể, chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO còn được bổ sung từ phía trên. Vị trí của vòi phun được cố định để đáp ứng các mối tương quan được biểu thị theo các biểu thức (2) và (4) và chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO được thổi. Thời gian từ khi hoàn thành quá trình bổ sung từ phía trên xỉ khử lưu huỳnh được gom trải qua quá trình tái sinh nguội đến khi bắt đầu quá trình thổi được xác định là bằng 5,0 phút và quá trình xử lý khử lưu huỳnh được thực hiện. Trường hợp trong đó bước bổ sung từ phía trên chất khử lưu huỳnh được sử dụng cùng nhau, thời gian từ khi hoàn thành bước bổ sung từ phía trên chất khử lưu huỳnh đến khi bắt đầu quá trình thổi như vậy là tỷ lệ khử lưu huỳnh được giảm xuống đến 90% hoặc nhỏ hơn. Do đó, hiệu quả cải thiện tỷ lệ khử lưu huỳnh là nhỏ. Xác nhận rằng, tương tự như trường hợp trong đó chất khử lưu huỳnh được trải qua quá trình bổ sung từ phía trên và quá trình thổi, các mẫu bổ sung theo các phương án cụ thể của sáng chế từ 8 đến 10 trong đó thời gian từ khi bắt đầu khuấy đến khi bắt đầu quá trình thổi là từ một đến sáu phút được ưu tiên để đạt được tỷ lệ khử lưu huỳnh cao mà không kéo dài thời gian xử lý khử lưu huỳnh.

Theo thử nghiệm tiếp theo, xỉ khử lưu huỳnh được gom trải qua quá trình tái sinh nguội được sử dụng cùng nhau. Trong thử nghiệm này, xỉ khử lưu huỳnh được gom trải qua quá trình tái sinh nguội được bổ sung từ phía trên lên bề mặt mẻ nấu của kim loại nóng chảy trong khi đang khuấy và sau đó, theo sự xử lý cụ thể, chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO được tiếp tục bổ sung từ phía trên. Vị trí của vòi phun được cố định để đáp ứng được các mối tương quan được biểu thị theo các biểu thức (2) và (4) và chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO được thổi vào. Thời gian từ khi hoàn thành quá trình bổ sung từ phía trên xỉ khử lưu huỳnh được gom trải qua quá trình tái sinh nguội đến khi bắt đầu quá trình thổi được xác định là 5,0 phút và quá trình xử lý khử lưu huỳnh được thực hiện. Trường hợp trong đó bước bổ sung từ phía trên chất khử lưu huỳnh được sử dụng cùng nhau, thời gian từ khi hoàn thành bước bổ sung từ phía trên chất khử lưu huỳnh đến khi bắt đầu quá trình thổi được xác định là 5,0 phút và quá trình xử lý khử lưu huỳnh được thực hiện. Bảng 4 thể hiện các kết quả thử nghiệm.

Bảng 4

	Phương pháp nạp chất khử lưu huỳnh	Dạng và phương pháp bổ sung xỉ khử lưu huỳnh được gom	Thời gian từ khi hoàn thành quá trình nạp từ phía trên đến khi bắt đầu quá trình thổi (phút)	Tỷ lệ khử lưu huỳnh (%)
Phương án cụ thể theo sáng chế 11	Quá trình thổi	Quá trình tái sinh nguội, bổ sung trong quá trình khuấy	5,0	97,6
Phương án cụ thể theo sáng chế 12	Quá trình bổ sung từ phía trên + Quá trình thổi	Quá trình tái sinh nguội, bổ sung trong quá trình khuấy	5,0	97,4

Như được thể hiện trên bảng 4, bằng cách xác định thời gian từ khi hoàn thành quá trình bổ sung từ phía trên đến khi bắt đầu quá trình thổi là 5,0 phút, Xác nhận rằng, xỉ khử lưu huỳnh được gom và chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO được bổ sung từ phía trên được hút vào kim loại nóng chảy trước khi bắt đầu quá trình thổi và tỷ lệ khử lưu huỳnh đạt được lên đến 95% hoặc cao hơn.

Xác nhận rằng, từ các kết quả được nêu trên, ngay cả khi bước bổ sung từ phía trên xỉ khử lưu huỳnh được gom và bổ sung từ phía trên và quá trình thổi chất khử lưu huỳnh được thực hiện theo kiểu kết hợp, xỉ khử lưu huỳnh được gom và chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO có thể được sử dụng một cách hữu hiệu theo kiểu kết hợp nhờ sự đảm bảo thời gian từ khi hoàn thành bước bổ sung từ phía trên xỉ khử lưu huỳnh được gom hoặc chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO đến khi bắt đầu quá trình thổi, dẫn đến tỷ lệ khử lưu huỳnh cao.

Danh sách các số chỉ dẫn

- 1: chất mang
- 2: gàu kim loại nóng chảy
- 3: kim loại nóng chảy
- 4: cánh khuấy
- 5: vòi phun
- 6: máng nạp liệu
- 7: chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO
- 7A: chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO

8: nguồn khử oxy

8A: nguồn khử oxy

9: xỉ khử lưu huỳnh được gom

9A: xỉ khử lưu huỳnh được gom

10, 12, 14, 16, 18, 20: cửa nạp liệu

11, 13, 15, 17, 19, 21: cơ cấu cấp liệu quay

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp khử lưu huỳnh kim loại nóng chảy bằng cách sử dụng thiết bị có khuấy cơ học, phương pháp này bao gồm các bước:

thực hiện bước bổ sung từ phía trên xỉ khử lưu huỳnh đã được gom và/hoặc chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO lên bề mặt bề nấu của kim loại nóng chảy trong đồ chứa xử lý trước khi khuấy hoặc bề mặt bề nấu của kim loại nóng chảy đang được khuấy bởi cánh khuấy trong đồ chứa xử lý; và

từ một đến sáu phút sau khi công đoạn khuấy kim loại nóng chảy bằng cánh khuấy được bắt đầu trong trường hợp mà trong đó bước bổ sung từ phía trên xỉ khử lưu huỳnh đã được gom và/hoặc chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO được tiến hành lên bề mặt bề nấu của kim loại nóng chảy trước khi khuấy hoặc từ một đến sáu phút sau khi bước bổ sung từ phía trên được hoàn thành trong trường hợp mà trong đó bước bổ sung từ phía trên xỉ khử lưu huỳnh đã được gom và/hoặc chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO được tiến hành lên bề mặt bề nấu của kim loại nóng chảy đang được khuấy, thực hiện bước xử lý khử lưu huỳnh bằng cách thổi chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO qua vòi phun cùng với khí mang ở vị trí mà ở đó khoảng cách theo phương nằm ngang (R) (m) từ phần giữa cánh khuấy đến vị trí thổi của chất khử lưu huỳnh trên cơ sở CaO đáp ứng mối tương quan được biểu thị bằng biểu thức (2) dưới đây so đường kính trong (D) (m) của đồ chứa xử lý chứa kim loại nóng chảy và đường kính (d) (m) của cánh khuấy,

$$d/3 \leq R \leq (D + d/2)/3 \quad \dots \quad (2)$$

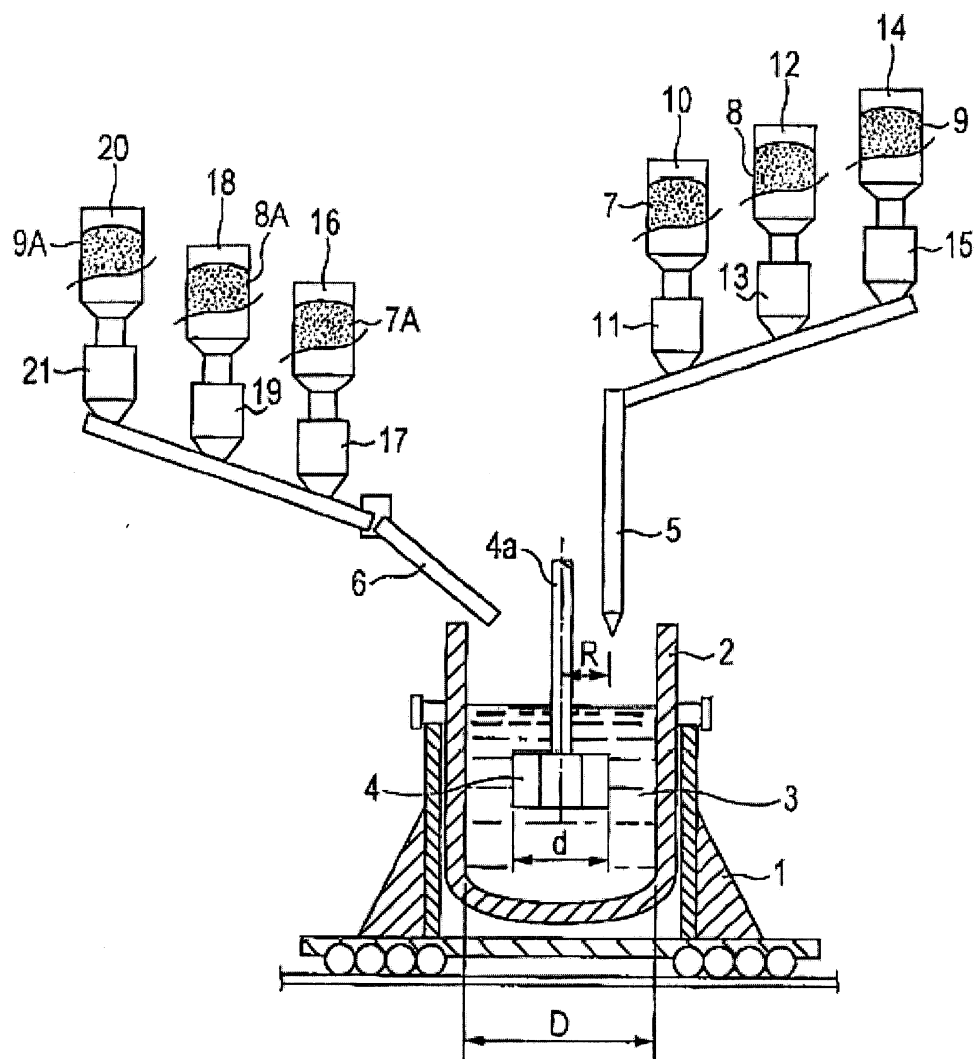
trong đó trong biểu thức (2), D (m) biểu thị đường kính trong của đồ chứa xử lý chứa kim loại nóng chảy, d biểu thị đường kính cánh khuấy và R biểu thị khoảng cách theo phương nằm ngang từ phần giữa của cánh khuấy đến vị trí thổi chất khử lưu huỳnh.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tốc độ dòng của khí mang va chạm với bề mặt của bề của kim loại nóng chảy bằng 10 m/giây hoặc cao hơn.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó nguồn khử oxy được thổi qua vòi phun từ đỉnh hoặc vòi phun khác về phía bề mặt của kim loại nóng chảy cùng với khí mang trước bước thổi chất khử lưu huỳnh, trong suốt quá trình thổi chất

khử lưu huỳnh hoặc sau khi kết thúc quá trình thổi chất khử lưu huỳnh.

FIG. 1



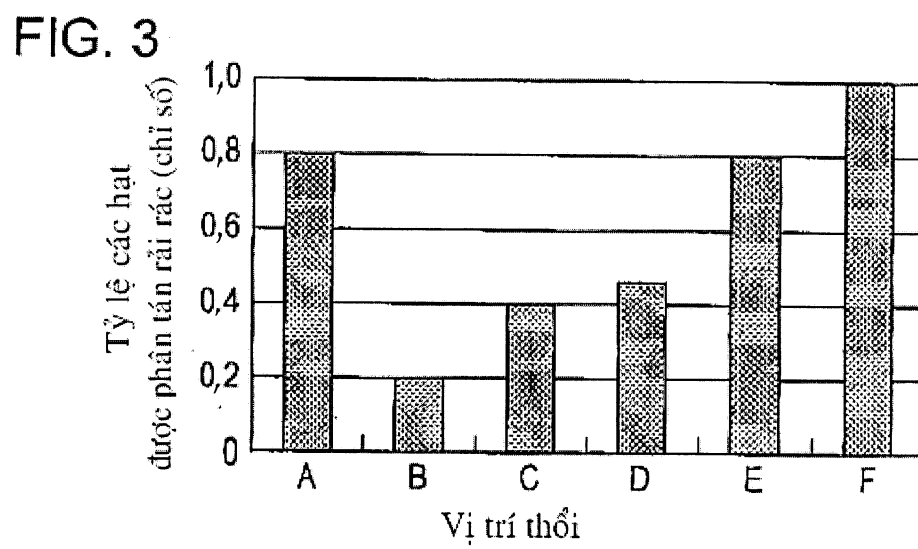
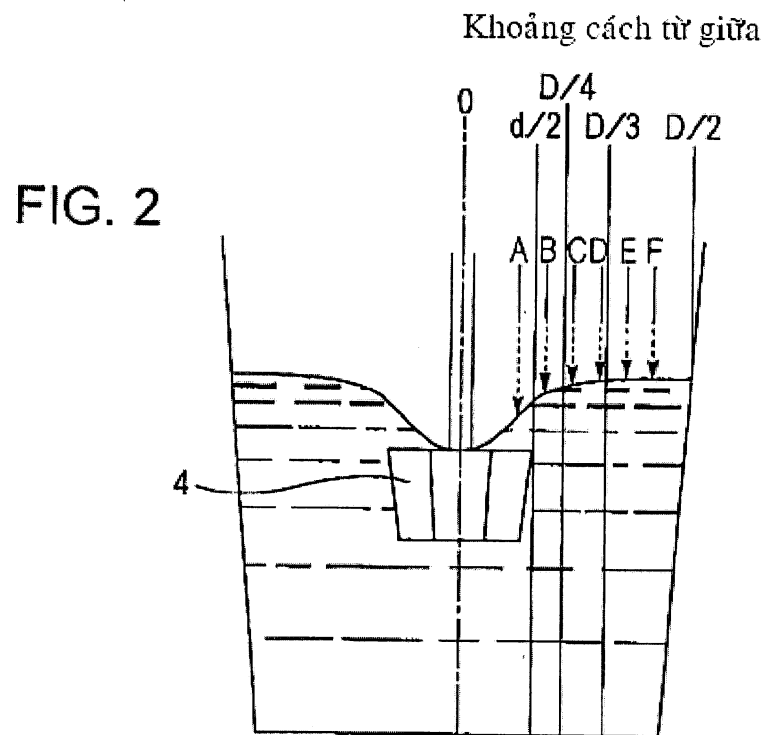


FIG. 4

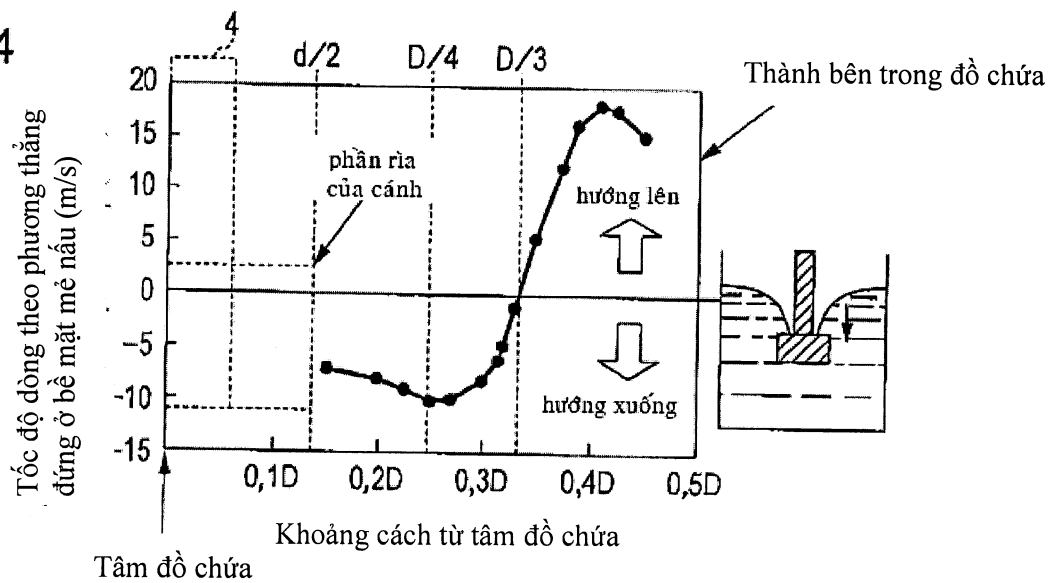


FIG. 5

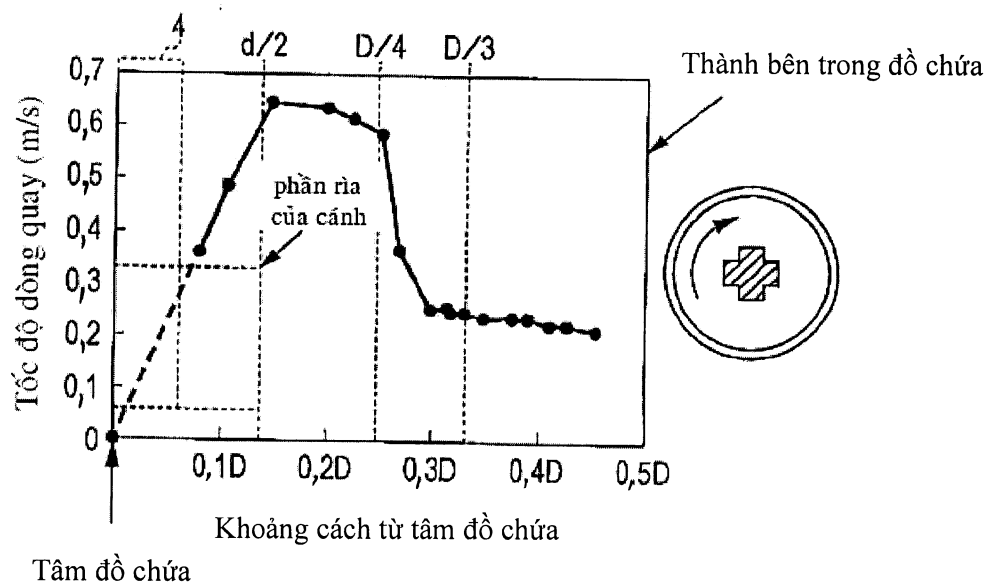


FIG. 6

