



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0024708

(51)⁷ C21C 5/30; C21C 7/072; C21C 5/46;
C21C 7/068; C21C 1/02; C21C 5/32

(13) B

(21) 1-2014-02228

(22) 19/12/2012

(86) PCT/JP2012/082905 19/12/2012

(87) WO2013/094634A1 27/06/2013

(30) 2011-278224 20/12/2011 JP

(45) 27/07/2020 388

(43) 25/09/2014 318A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

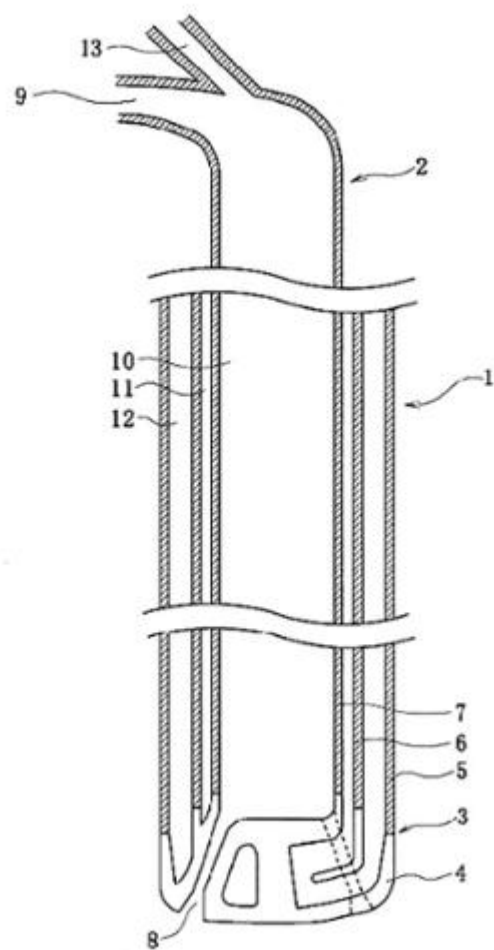
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) UCHIDA, Yuichi (JP); IGARASHI, Yuma (JP); NEGISHI, Hidemitsu (JP);
SASAKI, Naotaka (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT THÉP BẰNG Lò THỎI

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi có khả năng tiến hành một cách hiệu quả việc tinh luyện để khử phospho trong khi sản xuất thép nóng chảy bằng cách đồng thời tinh luyện để khử cacbon và tinh luyện để khử phospho của sắt nóng chảy trong lò thổi, mà thuận lợi hơn phương pháp thông thường. Trong phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi bằng cách cấp oxy dạng khí vào lò thổi để tiến hành tinh luyện để khử cacbon của sắt nóng chảy trong khi bổ sung chất khử phospho dạng bột chứa CaO để tạo ra xỉ của chất khử phospho để tiến hành đồng thời việc khử cacbon và việc khử phospho của sắt nóng chảy để theo đó sản xuất thép nóng chảy, chất khử phospho được cấp vào bề mặt bể chứa sắt nóng chảy cùng với ít nhất một dòng khí phun từ ống thổi từ đỉnh và áp suất động khí dòng khí phun từ ống thổi từ đỉnh tác động lên trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy được kiểm soát đến trị số thích hợp xét đến sự tăng do động năng của chất khử phospho kèm theo.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi để sản xuất thép nóng chảy từ sắt nóng chảy, và cụ thể hơn là phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi, trong đó việc tinh luyện để khử phospho đồng thời được tiến hành với việc tinh luyện để khử cacbon trong lò thổi có thể được tiến hành một cách hiệu quả mà không sử dụng chất trợ dung dựa trên CaF_2 làm chất tăng tốc tạo ra xỉ dùng cho chất khử phospho chứa CaO .

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi thông thường, việc tinh luyện để khử phospho và việc tinh luyện để khử cacbon của sắt nóng chảy được tiến hành đồng thời trong một lò thổi để kết thúc việc chế tạo thép. Tuy nhiên, trong phương pháp sản xuất thép gần đây, chất lượng sản phẩm thép được yêu cầu trở nên cao hơn, và việc tạo khuôn liên tục hoặc việc tinh luyện thứ cấp của thép nóng chảy trong lò khử khí chân không, lò tinh luyện gàu rót hoặc lò tương tự đang được sử dụng rộng rãi. Do đó, nhiệt độ ra lò của lò thổi được tăng lên dẫn đến làm giảm khả năng khử phospho trong lò thổi.

Do vậy, có sự phát triển phương pháp gia công thép nóng chảy mà sắt nóng chảy được nạp trong lò thổi được đưa vào khử phospho sơ bộ để loại bỏ phospho trong sắt nóng chảy và sau đó nạp vào lò thổi. Do việc loại bỏ phospho là hiệu quả trong việc khử phospho ở giai đoạn sắt nóng chảy ở mức nhiệt độ thấp, thuận lợi là tiến hành phương pháp loại bỏ sơ bộ phospho ở bước gia công sắt nóng chảy. Ví dụ, đối với phương pháp tinh luyện để gia công sắt nóng chảy, có hệ thống xe ngư lôi, hệ thống gàu rót, hệ thống dạng lò thổi khác với lò thổi dùng để tinh luyện để khử cacbon và v.v.. Tất cả các hệ thống này là phương pháp bổ sung sử dụng kết hợp với sóng, oxit sắt hoặc hợp chất tương tự nêu trên hoặc bằng phương pháp phun và đảo trộn bằng cách thổi khí khuấy hoặc thổi khí oxy. Trong việc tinh luyện để khử phospho

là tinh luyện oxy hóa, do silic có ái lực mạnh hơn với oxy so với phospho, silic trong sắt nóng chảy được loại bỏ trước bằng cách oxy hóa.

Cho đến nay, đã đạt được hiệu quả của lò thổi và sự cải thiện về năng suất bằng cách tiến hành khử silic và tinh luyện để khử phospho ở giai đoạn sắt nóng chảy và chủ yếu tiến hành tinh luyện để khử cacbon trong lò thổi. Tuy nhiên, trong kỹ thuật thông thường này, có thể đạt được mức phospho tương đối thấp, nhưng nhiệt tiềm tàng trong sắt nóng chảy không thể được sử dụng hiệu quả do thời gian xử lý dài, sự hao hụt nhiệt lớn trong khi xử lý, yêu cầu thời gian dài để cấp vào lò thổi, sự giảm nhiệt độ không tránh khỏi trong việc lấy mẫu sắt nóng chảy hoặc nạp lại vào lò thổi khác sau khi xử lý, thậm chí khi sử dụng hai lò thổi và vv.. Và ngoài ra, gặp phải các vấn đề là khi sắt nóng chảy được xử lý sơ bộ để khử phospho, biên độ nhiệt trong bước chế tạo thép được làm giảm và tính linh hoạt của các vật liệu được sử dụng bị mất đi và lượng sử dụng tái sinh vụn sắt được nạp vào lò thổi bị giới hạn.

Do đó, sáng chế đề xuất phương pháp tinh luyện mà trong đó việc tinh luyện để khử phospho và việc tinh luyện để khử cacbon của sắt nóng chảy được tiến hành đồng thời trong một lò thổi. Ví dụ, tài liệu sáng chế 1 đề xuất phương pháp trong đó bột chứa canxi oxit được thổi lên trên bề mặt nóng chảy cùng với khí oxy để tinh luyện trong lò thổi oxy từ đỉnh, trong khi việc đảo trộn được tiến hành bằng cách thổi khí từ vòi phun được bố trí bên dưới bề mặt nóng chảy, trong khi đó xỉ gàu rót bao gồm nhôm oxit hoặc chế phẩm bao gồm nhôm oxit được bổ sung vào lò để thực hiện việc tạo ra xỉ nóng chảy chắc chắn bằng cách thổi bột vôi sống vào lò thổi để theo đó tiến hành việc tinh luyện chính xác để làm giảm lượng xỉ tạo ra.

Danh mục trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP-A-2006-274349

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Tuy nhiên, kỹ thuật được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 1 gặp phải vấn đề là nếu sự kiểm soát việc thổi không đầy đủ, một phần vôi sống được thổi vào lò thổi không ở trong lò thổi do sự phân tán và đúng hơn là hiệu quả bị làm giảm.

Trong kỹ thuật chế tạo thép gần đây, cần thiết phải làm giảm lượng xỉ thải được tạo ra trong khi việc chế tạo thép tương ứng với tác động môi trường, điển hình là sự nóng lên toàn cầu. Để làm giảm lượng xỉ thải trong khi khử phospho sắt nóng chảy, cần thiết phải làm giảm lượng tạp chất khử phospho tạo ra xỉ nhằm làm chất tinh luyện để khử phospho (sau đây còn gọi là “xi để tinh luyện để khử phospho”). Thành phần thiết yếu của chất khử phospho trong việc tinh luyện để khử phospho của sắt nóng chảy là vôi (CaO). Do đó, để làm giảm lượng xỉ thải, yêu cầu phải sử dụng kỹ thuật duy trì lượng khử phospho cần thiết trong khi làm giảm lượng vôi được sử dụng, tức là, kỹ thuật tiến hành hiệu quả việc tinh luyện để khử phospho với lượng nhỏ vôi được sử dụng.

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi có khả năng tiến hành hiệu quả việc tinh luyện để khử phospho khi thép nóng chảy được sản xuất bằng cách tiến hành đồng thời việc tinh luyện để khử cacbon và việc tinh luyện để khử phospho của sắt nóng chảy trong lò thổi.

Giải pháp cho vấn đề

Phương pháp theo sáng chế để giải quyết các vấn đề nêu trên là phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi để sản xuất thép nóng chảy bằng cách cấp oxy dạng khí từ ống thổi từ đỉnh vào lò thổi để tiến hành tinh luyện để khử cacbon của sắt nóng chảy trong khi bổ sung chất khử phospho dạng bột chứa CaO để đồng thời khử cacbon và khử phospho sắt nóng chảy, khác biệt ở chỗ, chất khử phospho được cấp vào bề mặt bể chứa sắt nóng chảy cùng với ít nhất một

dòng khí phun từ ống thổi từ đỉnh và áp suất động được tính theo các công thức từ (1) đến (4) khi dòng khí phun từ các vòi của ống tương ứng của ống thổi từ đỉnh tác động lên trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy được kiểm soát không lớn hơn 0,50kgf/cm²:

$$P = 3,13 \times 10^{-11} \times \rho g \times (U_0 \times d_e \times P_0 / L_h)^2 \quad \dots(1)$$

$$U_0 = 740(1 - (1,033/P_0)^{2/7})^{1/2} \quad \dots(2)$$

$$P_0 = F_j / (0,456 \times d_t^2) \quad \dots(3)$$

$$\rho g = \rho_j + V_p / (F_j / 60) \quad \dots(4),$$

trong đó

P: áp suất động tại tâm vòi phun gây ra trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy bằng dòng khí phun được thổi từ vòi của ống [kgf/cm²]

ρg : khối lượng riêng của dòng khí phun [kg/Nm³]

U_0 : tốc độ lưu thông của dòng khí phun được thổi từ vòi của ống [m/giây]

d_e : đường kính ngoài của vòi phun ống [mm]

P_0 : áp suất tại đầu vào vòi của khí được thổi từ vòi của ống [kgf/cm²]

L_h : chiều cao ống [m]

F_j : tốc độ cấp khí được thổi từ vòi của ống [Nm³/giờ]

d_t : đường kính cổ của vòi của ống [mm]

ρ_j : khối lượng riêng khí được thổi từ vòi của ống [kg/Nm³]

V_p : tốc độ cấp của chất khử phospho dạng bột [kg/phút].

Trong phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi theo sáng chế nêu trên, chất khử phospho và oxy dạng khí được kết hợp với nhau trong cùng một ống và sau đó chất khử phospho được cấp vào bề mặt bể chứa sắt nóng chảy cùng với dòng khí phun chứa oxy dạng khí.

Trong phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi theo sáng chế nêu trên, các dòng cấp oxy dạng khí riêng rẽ và chất khử phospho được kết hợp với khí mang được bố trí trong cùng một ống và oxy dạng khí và khí mang mang chất khử phospho được thổi về phía bề mặt bể chứa sắt nóng chảy làm các dòng

khí phun qua các vòi tương ứng của ống.

Trong phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi theo sáng chế nêu trên, áp suất động được tính theo các công thức từ (1) đến (4) nêu trên khi dòng khí phun chứa oxy dạng khí hoặc dòng khí phun kèm theo là chất khử phospho, mà được thổi từ các vòi của ống tương ứng của ống thổi từ đỉnh, tác động lên trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy được kiểm soát không lớn hơn $0,30\text{kgf/cm}^2$, và/hoặc áp suất động được tính theo các công thức từ (1) đến (4) nêu trên khi dòng khí phun chứa oxy dạng khí hoặc dòng khí phun oxy kèm theo là chất khử phospho, mà được thổi từ các vòi của ống tương ứng của ống thổi từ đỉnh, tác động lên trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy được kiểm soát không nhỏ hơn $0,10\text{kgf/cm}^2$.

Trong phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi theo sáng chế nêu trên, chất khử phospho là một hoặc nhiều chất được chọn từ vôi sống, vôi được hydrat hóa, canxi cacbonat, xỉ lò thổi và xỉ gàu rót, mỗi chất khử phospho này có cỡ hạt không lớn hơn 1mm.

Hiệu quả thực hiện sáng chế

Theo sáng chế, trong phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi để sản xuất thép nóng chảy bằng cách cấp oxy dạng khí vào lò thổi để tiến hành tinh luyện để khử cacbon của sắt nóng chảy trong khi bổ sung chất khử phospho dạng bột chứa CaO để tạo ra xỉ để theo đó tiến hành đồng thời việc khử cacbon và việc khử phospho của sắt nóng chảy, chất khử phospho dạng bột được cấp vào bề mặt bể chứa sắt nóng chảy cùng với dòng khí phun, sao cho việc làm nóng chảy chất khử phospho được xúc tiến để cải thiện khả năng khử phospho của xỉ. Do đó, trong phương pháp theo sáng chế, ngay cả khi lượng chất khử phospho nhỏ hơn so với chất khử thông thường, việc tinh luyện để khử phospho có thể được tiến hành trong khi duy trì tốc độ khử phospho bằng hoặc lớn hơn so với tốc độ khử của chất khử thông thường. Hơn nữa, theo sáng chế, áp suất động khi dòng khí phun tác động lên trên bề mặt bể chứa sắt

nóng chảy được kiểm soát đến không lớn hơn trị số thích hợp xét đến sự tăng áp suất động do động năng của chất khử phospho kèm theo (đánh giá về số lượng), sự phân tán dư sắt nóng chảy và sự phân tán dư chất khử phospho ra ngoài lò thổi có thể được ngăn chặn. Do đó, theo sáng chế, lượng xỉ được tạo ra trong bước chế tạo thép bằng lò thổi có thể được làm giảm để đạt được sự giảm đáng kể trọng tải môi trường.

Ngoài ra, theo sáng chế, việc tinh luyện để khử phospho có thể được tiến hành một cách hiệu quả trong quá trình sản xuất thép nóng chảy bằng cách tiến hành đồng thời việc tinh luyện để khử cacbon và việc tinh luyện để khử phospho sắt nóng chảy, và theo đó có thể đạt được hiệu quả công nghiệp đáng kể.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình mặt cắt ngang thể hiện sơ lược ví dụ về ống thổi từ đỉnh được sử dụng trong phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi theo sáng chế.

Fig.2 là hình mặt cắt ngang minh họa sơ lược một ví dụ khác về ống thổi từ đỉnh được sử dụng trong phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 và Fig.2 là hình mặt cắt ngang thể hiện sơ lược ví dụ về ống thổi từ đỉnh được sử dụng trong phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi theo sáng chế. Do ống thổi từ đỉnh thường là đối tượng dài, nó được thể hiện bằng cách chia thành thân chính của ống 1, phần đỉnh của ống 2 và phần đầu mút của ống 3 trên Fig.1 và 2. Trong các Fig. này, 4 là đầu mút ống bằng đồng, 5 là ống bên ngoài, 6 là ống ở giữa, 7 là ống bên trong, 8 là vòi có lỗ chính, 9 là ống cấp oxy dạng khí, 10 là dòng cấp oxy dạng khí, 11 là dòng cấp/hút chứa nước làm nguội thứ nhất, 12 dòng cấp/hút chứa nước làm nguội thứ hai, 13 là ống cấp bột, 14 là dòng cấp bột và 15 là vòi cấp bột.

Phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi theo sáng chế sẽ được mô tả cụ

thể dưới đây.

Khi thép nóng chảy được sản xuất bằng lò thổi từ sắt nóng chảy không được đưa vào khử phospho sơ bộ, sắt nóng chảy được nạp vào lò thổi và chất khử phospho chứa CaO, nguồn oxy dạng khí như khí oxy hoặc khí tương tự, và nguồn oxy dạng rắn như oxit sắt được sử dụng theo nhu cầu được cấp trên đó, theo đó cacbon trong sắt nóng chảy được loại bỏ bằng cách oxy hóa bằng oxy trong nguồn oxy, trong khi phospho trong sắt nóng chảy được oxy hóa bằng nguồn oxy và phospho oxit thu được được kết hợp vào xỉ để tinh luyện để khử phospho được tạo ra từ chất khử phospho chứa CaO và chất tương tự để theo đó loại bỏ phospho trong sắt nóng chảy.

Cacbon trong sắt nóng chảy được oxy hóa và thải ra khỏi hệ thống là khí CO. Trong trường hợp này, chất khử phospho chứa CaO cũng đóng vai trò bao phủ bề mặt bề chứa sắt nóng chảy để ngăn chặn tạo ra sự bắn sắt và hiện tượng tương tự. Theo sáng chế, việc tinh luyện được tiến hành bằng cách thổi nguồn oxy dạng khí như khí oxy hoặc khí tương tự từ đỉnh hoặc thổi từ đáy vào sắt nóng chảy còn được gọi là “thổi oxy”, và nguồn oxy dạng khí và nguồn oxy dạng rắn được gọi tắt là nguồn oxy.

Theo sáng chế, việc tinh luyện để khử phospho được tiến hành trong lò thổi, sao cho việc gia công sắt nóng chảy có thể được tiến hành theo hàm lượng lưu huỳnh theo sáng chế của chế phẩm hóa học đối với lớp thép được sản xuất, nếu cần thiết, và về cơ bản là không cần thiết để tiến hành khử phospho sơ bộ và khử silic sơ bộ. Tuy nhiên, để xúc tiến việc tinh luyện để khử phospho trong lò thổi, việc khử silic sơ bộ có thể được tiến hành. Trong khi thổi oxy trong lò thổi, silic trong sắt nóng chảy được oxy hóa thành SiO_2 và được chuyển thành xỉ để tinh luyện để khử phospho được làm từ chất khử phospho chứa CaO hoặc chất tương tự. Tuy nhiên, phản ứng khử phospho được xúc tiến do tính bazơ của xỉ để tinh luyện để khử phospho (% khối lượng $\text{CaO}/\%$ khối lượng SiO_2) trở nên cao hơn, sao cho nếu lượng SiO_2 thu được

lớn, cần phải làm tăng lượng cấp chất khử phospho chứa CaO. Trong trường hợp này, nếu việc khử silic sơ bộ được tiến hành, có thể tiến hành tinh luyện để khử phospho hiệu quả.

Trong trường hợp sản xuất thép nóng chảy đối với các sản phẩm thép có hàm lượng phospho thấp, có thể chắc chắn sản xuất thép nóng chảy có hàm lượng phospho thấp bằng cách tiến hành khử phospho sơ bộ ở giai đoạn sắt nóng chảy và áp dụng phương pháp theo sáng chế trong khi tinh luyện để khử cacbon lò thổi. Có nghĩa là, việc khử phospho sơ bộ có thể được tiến hành trong khi sản xuất thép nóng chảy có hàm lượng phospho thấp. Ở đây, % khối lượng CaO và % khối lượng SiO₂ trong công thức tính toán bazơ lần lượt chỉ ra hàm lượng CaO và hàm lượng SiO₂ trong xỉ để tinh luyện để khử phospho.

Theo sáng chế, chất khử phospho dạng bột được cấp vào bề mặt bể chứa sắt nóng chảy cùng với dòng khí phun bằng cách sử dụng ống được thể hiện trên Fig.1 hoặc Fig.2. Trong bể mặt bể chứa sắt nóng chảy, vị trí tác động của oxy dạng khí trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy hoặc điểm nóng, mà trường oxy tiềm tàng cao được tạo ra cục bộ với oxy dạng khí để tạo ra oxit sắt, trở thành nhiệt độ cao do oxy dạng khí phản ứng với sắt nóng chảy hoặc cacbon trong sắt nóng chảy. Trong ống trên Fig.1, chất khử phospho dạng bột được cấp về phía điểm nóng nêu trên cùng với vòi phun oxy dạng khí. Trong ống trên Fig.2, chất khử phospho được cấp về phía bề mặt bể chứa sắt nóng chảy cùng với dòng khí phun mang từ vòi cấp bột. Tuy nhiên, cả hai vòi phun oxy dạng khí và dòng khí phun mang kèm theo là chất khử phospho dàn trải từ trục ở giữa của vòi phun theo chiều bán kính đến phạm vi nhất định, sao cho chất khử phospho được giữ từng phần trong vòi phun oxy dạng khí và được cấp vào điểm nóng. Theo đó, chất khử phospho được làm nóng chảy ngay lập tức để nhanh chóng tạo ra xỉ thích hợp nhất cho phản ứng khử phospho và từ đó việc khử phospho được xúc tiến ngay cả khi lượng xỉ nhỏ hoặc ngay cả khi nhiệt độ cao.

Khi chất khử phospho dạng bột được cấp vào bề mặt bể chứa sắt nóng chảy cùng với dòng khí phun, áp suất động của dòng khí phun tác động lên trên bề mặt bể trở thành lớn do sự bổ sung động năng của bột. Nói chung, áp suất động có nghĩa là áp suất được tạo ra bằng áp suất gió hoặc tốc độ lưu thông của dòng khí phun khác với áp suất tĩnh của nó. Theo sáng chế, có nghĩa là áp suất được tạo ra bằng động năng của dòng khí phun và chất khử phospho dạng bột kèm theo vòi phun. Do áp suất động của dòng khí phun tác động trở nên lớn, sự phân tán sắt nóng chảy được tạo ra bằng vòi phun (phun ra) hoặc phân tán chất khử phospho dạng bột kết hợp thêm vào đó trở nên lớn. Do đó, khi chất khử phospho dạng bột được cấp vào bề mặt bể chứa sắt nóng chảy cùng với dòng khí phun, các điều kiện thổi của dòng khí phun nên được kiểm soát đầy đủ. Tuy nhiên, do phương tiện kiểm soát về số lượng của nó không được biết trong các vận hành thông thường, gây ra vấn đề là bấu lờ được kết lắng lên trên miệng lò thổi do sự phân tán sắt nóng chảy và sản lượng chất khử phospho giảm đi gây ra sự khử phospho kém.

Các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu khác nhau về vấn đề này và phát hiện ra rằng sự tăng áp suất động do động năng của chất khử phospho có thể được đánh giá về số lượng và áp suất động có thể được kiểm soát đầy đủ bằng cách tính áp suất động của oxy dạng khí tác động lên trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy xét đến trọng lượng của chất khử phospho kèm theo.

Áp suất (áp suất động) P ở tâm vòi phun khi dòng khí phun được thổi từ các vòi của ống tương ứng tác động lên trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy có thể được tính theo các công thức từ (1) đến (4) sau.

[công thức 1]

$$P = 3,13 \times 10^{-11} \times \rho g \times (U_0 \times d_e \times P_0 / L_h)^2 \quad (1)$$

[công thức 2]

$$U_0 = 740(1 - (1,033/P_0)^{2/7})^{1/2} \quad (2)$$

[công thức 3]

$$P_0 = F_j / (0,456 \times dt^2) \quad (3)$$

Trong các công thức nêu trên,

P: áp suất động ở tâm vòi phun gây ra trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy bằng dòng khí phun được thổi từ vòi của ống [kgf/cm²]

ρ_g : khối lượng riêng của dòng khí phun [kg/Nm³]

U_0 : tốc độ lưu thông của dòng khí phun được thổi từ vòi của ống [m/giây]

de: đường kính ngoài của vòi của ống [mm]

P_0 : áp suất tại đầu vào vòi của khí được thổi từ vòi của ống [kgf/cm²]

Lh: chiều cao ống [m]

F_j : tốc độ cấp của khí được thổi từ vòi của ống [Nm³/giờ]

dt: đường kính cổ của vòi của ống [mm].

Khi dòng chảy của khí được phân nhánh trong ống như được thể hiện trên Fig.1 và 2, tốc độ cấp của khí F_j được thổi từ các vòi của ống tương ứng không thể được đo trực tiếp bằng thiết bị đo dòng. Tuy nhiên, tốc độ cấp được xác định chính xác nếu việc tính toán được tiến hành giả sử rằng tổng tốc độ dòng khí đo được được phân bố theo tỉ lệ với diện tích mặt cắt ngang của các phần cổ của các vòi của ống tương ứng. Trong trường hợp dòng khí phun được kèm theo là chất khử phospho dạng bột, áp suất động của dòng khí phun gây ra trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy được tính như sau. Có nghĩa là, sự tăng áp suất động do động năng của chất khử phospho có thể được ước lượng về mặt số lượng bằng cách tính khối lượng riêng của dòng khí phun ρ_g theo công thức (1) như được thể hiện trong công thức sau.

[công thức 4]

$$\rho_g = \rho_j + V_p / (F_j / 60) \quad (4)$$

Trong công thức trên, ρ_j : khối lượng riêng khí được thổi từ vòi của ống [kg/Nm³]

Vp: tốc độ cấp của chất khử phospho dạng bột [kg/phút]

Khi sử dụng công thức (4), áp suất động ở bề mặt bể có thể được tính theo các công thức từ (1) đến (4) ngay cả khi dòng khí phun được kèm theo là chất khử phospho dạng bột. Ở đây, khi bột và khí mang được thổi từ vòi, áp suất thực tế ở đầu vào vòi của khí được thổi từ vòi của ống là trị số cao hơn so với áp suất P_0 ở đầu vào vòi của khí được tính theo công thức (3). Tuy nhiên, khi ước lượng áp suất động của dòng khí phun kèm theo là bột, sử dụng trị số tính được theo công thức (3).

Như được thể hiện trên Fig.1, khi chất khử phospho dạng bột chứa CaO được kết hợp với khí oxy để tinh luyện trong cùng một ống và được cấp vào bề mặt bể chứa sắt nóng chảy, tổng tốc độ cấp khí oxy để tinh luyện và khí mang được sử dụng làm tốc độ cấp khí (F_j) được thổi từ vòi của ống, và trung bình trọng lượng của khối lượng riêng khí của khí oxy để tinh luyện và trung bình trọng lượng của khí mang được sử dụng làm khối lượng riêng khí (ρ_j) được thổi từ vòi của ống.

Như được thể hiện trên Fig.2, khi khí oxy để tinh luyện và chất khử phospho dạng bột chứa CaO được thổi từ các vòi riêng rẽ của ống thổi từ đỉnh và được cấp vào bề mặt bể chứa sắt nóng chảy, áp suất động của dòng khí phun được áp dụng vào bề mặt bể chứa sắt nóng chảy có thể được tính bằng cách sử dụng các công thức từ (1) đến (4) đối với cả dòng khí phun từ ống dùng cho khí oxy để tinh luyện và dòng khí phun từ ống dùng cho chất khử phospho. Ngay cả trong trường hợp này, một phần chất khử phospho được giữ bằng dòng khí phun của oxy dạng khí để tinh luyện như được đề cập trên đây. Tuy nhiên, trong trường hợp này, động năng chỉ được trao đổi qua lại, sao cho ảnh hưởng của bột lên áp suất động của dòng khí phun được áp dụng vào bề mặt bể chứa sắt nóng chảy nhỏ và có thể được bỏ qua.

Như được thấy trên các công thức từ (1) đến (3), có nhiều yếu tố tác động đến áp suất động, nhưng do có sự hạn chế thiết bị và hạn chế vận hành,

tất cả các yếu tố không thể được thay đổi tự do, sao cho đòi hỏi phải kiểm soát đầy đủ áp suất động của vòi phun tại bề mặt bể trong các điều kiện bị hạn chế của các yếu tố tương ứng. Bằng cách sử dụng các công thức từ (1) đến (4) để tính bề mặt bể áp suất động của dòng khí phun kèm theo là chất khử phospho, áp suất động có thể được kiểm soát bằng cách kiểm soát đầy đủ các điều kiện thời tương ứng với sự vận hành thực tế.

Áp suất động P được tính khi vòi phun oxy dạng khí kèm theo là chất khử phospho dạng bột tác động lên trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy tốt hơn là không lớn hơn $0,50\text{kgf/cm}^2$. Nếu áp suất động P vượt quá $0,50\text{kgf/cm}^2$, sự phân tán sắt nóng chảy và chất khử phospho kết hợp với áp suất động dư gây ra sẽ làm giảm sản lượng chất khử phospho mà theo đó làm giảm hiệu quả. Ngoài ra, lượng xỉ bị giảm đi gây ra sự khử phospho kém. Áp suất động P tốt hơn nữa là khoảng không lớn hơn $0,40\text{kgf/cm}^2$, và ngoài ra tốt hơn là khoảng không lớn hơn $0,30\text{kgf/cm}^2$. Nếu áp suất động P quá nhỏ, khó tiến hành việc tinh luyện để khử phospho, sao cho áp suất động P tốt hơn là không nhỏ hơn $0,10\text{kgf/cm}^2$.

Đối với oxy dạng khí được sử dụng theo sáng chế có thể được sử dụng khí oxy (bao gồm oxy công nghiệp tinh khiết), không khí, không khí được làm giàu oxy, khí trộn của khí oxy và khí trơ, và v.v.. Trong tinh luyện bằng lò thổi thông thường, việc sử dụng khí oxy được ưu tiên do tốc độ phản ứng khử cacbon và tốc độ phản ứng khử phospho là nhanh so với khi sử dụng các khí khác. Trong trường hợp khí trộn, tốt hơn là làm cho hàm lượng oxy cao hơn so với hàm lượng oxy của không khí để đảm bảo tốc độ phản ứng khử cacbon và tốc độ phản ứng khử phospho.

Theo sáng chế, chất khử phospho chứa CaO được cấp cùng với oxy dạng khí vào bề mặt bể chứa sắt nóng chảy bao gồm vị trí mà oxy dạng khí được cấp. Theo đó, chính chất khử phospho chứa CaO cũng được gia nhiệt trong môi trường nhiệt độ cao hơn, sao cho sự tạo ra xỉ có thể tiến hành nhanh

hơn. Có nghĩa là, phản ứng khử phospho có thể còn được xúc tiến hơn nữa. Cỡ hạt của chất khử phospho chứa CaO được cấp cùng với oxy dạng khí tốt hơn là không lớn hơn 1mm là đường kính hạt theo quan điểm xúc tiến sự tạo ra xỉ. Có một vấn đề cố nhiên là một phần chất khử phospho chứa CaO có thể được nạp qua phễu nạp liệu hoặc phễu tương tự tách ra khỏi oxy dạng khí.

Miễn là chất khử phospho chứa CaO được sử dụng theo sáng chế chứa CaO và có thể tiến hành tinh luyện để khử phospho, hàm lượng CaO không bị giới hạn cụ thể. Cụ thể là, nó được làm từ riêng CaO hoặc chứa không nhỏ hơn 50% khối lượng CaO và có thể chứa các thành phần khác, nếu cần thiết.

Đối với các thành phần khác có thể được đề cập chung là chất trợ dung. Sáng chế là kỹ thuật có thể làm giảm hoặc loại bỏ chất trợ dung, nhưng cũng không ngăn cấm việc bổ sung chất trợ dung để cải thiện hơn nữa hiệu quả tạo ra xỉ. Đối với chất trợ dung là titan oxit được đề cập cụ thể có chức năng hạ điểm nóng chảy của CaO để xúc tiến việc tạo ra xỉ, hoặc vật liệu chứa nhôm oxit (Al_2O_3). Trong số chúng, tốt hơn là bổ sung titan oxit theo quan điểm về độ nhớt của xỉ.

Ngoài ra, chất trợ dung dựa trên CaF_2 như florit hoặc khoáng chất tương tự có thể được sử dụng làm chất trợ dung. Tuy nhiên, tốt hơn là chất trợ dung dựa trên CaF_2 không được sử dụng làm chất trợ dung theo quan điểm về bảo vệ môi trường bằng cách loại bỏ lượng rửa giải của flo khỏi xỉ trong khi thải xỉ hoặc hoạt động tương tự. Không có vấn đề khi sử dụng vật liệu mà flo được kết hợp chắc chắn làm tạp chất. Ngay cả khi vật liệu chứa titan oxit hoặc vật liệu chứa nhôm oxit được sử dụng làm chất trợ dung, tốt hơn là vật liệu như vậy không chứa flo theo quan điểm nêu trên.

Đối với chất khử phospho chứa CaO, tốt hơn là vôi sống và đá vôi do chúng không đắt và ưu việt về hiệu quả khử phospho. Ngoài ra, dolomit được nung thành vôi có thể được sử dụng làm chất khử phospho chứa CaO.

Đối với nguồn oxy dạng rắn, có thể được sử dụng quặng sắt được nung

kết, vảy thép cán, bụi lò (bụi lò thu gom), cát chứa sắt, quặng sắt và nguồn oxy tương tự. Bụi lò thu gom có nghĩa là bụi lò chứa sắt được thu hồi từ khí thải trong quy trình lò cao, quy trình lò thổi và quy trình nung kết.

Theo phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi theo sáng chế, oxy dạng khí làm nguồn oxy có thể được cấp từ ống thổi từ đỉnh. Để cấp chất khử phospho chứa CaO vào bề mặt bể chứa sắt nóng chảy cùng với oxy dạng khí, chất khử phospho được chuyển, ví dụ, vào đầu vào của ống thổi từ đỉnh bằng khí mang và được kết hợp với oxy dạng khí trong cùng ống thổi từ đỉnh và sau đó được cấp từ vòi có lỗ chính 8 như được thể hiện trên Fig.1, theo đó có thể đạt được các điều kiện cấp nêu trên.

Hơn nữa, ít nhất hai dòng cấp được bố trí trong ống thổi từ đỉnh, theo đó nguồn oxy dạng khí có thể được cấp từ một dòng cấp và chất khử phospho chứa CaO có thể được cấp cùng với khí mang từ dòng cấp còn lại. Trong trường hợp này, như được thể hiện trên Fig.2, các dòng cấp tương ứng dùng cho oxy dạng khí và bột khử phospho chứa CaO (dòng cấp oxy dạng khí 10 và dòng cấp bột 14) được bố trí trong cùng một ống thổi từ đỉnh, và oxy dạng khí và chất khử phospho dạng bột kèm theo khí mang được cấp vào bề mặt bể chứa sắt nóng chảy từ các vòi riêng rẽ của ống. Đối với khí mang, có thể sử dụng khí oxy, không khí, khí cacbon dioxit, khí không làm oxy hóa, khí hiếm, khí khử và khí tương tự riêng rẽ hoặc kết hợp. Nói chung, tốc độ dòng của khí mang đối với chất khử phospho là thấp hơn một bậc so với tốc độ dòng của oxy dạng khí đối với việc thổi oxy. Ngay cả trong trường hợp này, việc điều chỉnh áp suất động có thể được tiến hành bằng cách tính áp suất động theo các công thức từ (1) đến (4).

Đối với cấu tạo có hai dòng cấp như được thể hiện trên Fig.2, có thể được làm thích ứng, ví dụ, cấu tạo trong đó ống thổi từ đỉnh có ít nhất cấu trúc ống kép, và một ống là ống cấp oxy dạng khí 9 là dòng chảy của oxy dạng khí và ống còn lại là ống cấp bột 13 là dòng chảy của chất khử phospho và khí

mang và oxy dạng khí được cấp từ vòi có lỗ chính 8 được bố trí trên vòng tròn đồng tâm chính tâm trục ở giữa của ống và chất khử phospho và khí mang được cấp từ vòi cấp bột 15 được bố trí trên trục ở giữa của ống.

Ngoài ra, nhiều vòi có lỗ chính 8 và nhiều vòi cấp bột 15 có thể được bố trí trên đường tròn đồng tâm chính tâm trục ở giữa của ống, và oxy dạng khí và chất khử phospho với khí mang được cấp từ lần lượt các lỗ của vòi (được bố trí xen kẽ). Ngoài ra, ít nhất ba dòng cấp có thể được bố trí trong ống thổi từ đỉnh, trong đó oxy dạng khí được cấp từ một dòng cấp, và chất khử phospho chứa CaO được cấp từ dòng cấp khác cùng với khí mang và được kết hợp trong cùng ống thổi từ đỉnh và được thổi từ vòi của ống, và nguồn oxy dạng rắn được cấp từ dòng cấp khác cùng với khí mang và được thổi từ vòi của ống khác. Ngay cả trong trường hợp này, việc điều chỉnh áp suất động có thể được tiến hành bằng cách tính áp suất động theo các công thức từ (1) đến (4) ngoài tốc độ cấp của nguồn oxy dạng rắn và tốc độ cấp của chất khử phospho. Các phương án về ống này có thể được chọn phụ thuộc vào mục đích vận hành việc tinh luyện và tính linh hoạt của thiết kế ống.

Trong trường hợp sử dụng oxy dạng khí, nhiệt phản ứng oxy hóa của nó làm tăng nhiệt độ sắt nóng chảy. Tuy nhiên, khi nguồn oxy dạng rắn được sử dụng, nhiệt độ của sắt nóng chảy giảm do nhiệt cảm, nhiệt ẩn và nhiệt phân hủy của chính nguồn oxy dạng rắn là lớn hơn so với nhiệt phản ứng oxy hóa. Tỷ lệ sử dụng oxy dạng khí và nguồn oxy dạng rắn được xác định phụ thuộc vào nhiệt độ sắt nóng chảy trước khi tinh luyện bằng lò thổi và nhiệt độ đích của thép nóng chảy thu được. Để tiến hành phản ứng khử phospho hiệu quả, tốt hơn là đảo trộn sắt nóng chảy. Đối với việc đảo trộn này, việc đảo trộn khí có thể thường được tiến hành bằng cách sử dụng các ống gió được nhúng trong đáy lò và đáy tương tự.

Đối với xỉ dùng để tinh luyện để khử phospho, tốt hơn là sử dụng xỉ có hàm lượng FeO không nhỏ hơn 10% khối lượng nhưng không lớn hơn 50%

khối lượng. Do đó, để duy trì hàm lượng FeO trong xỉ nằm trong khoảng nêu trên, tốt hơn là kiểm soát tốc độ cấp nguồn oxy (oxy dạng khí và nguồn oxy dạng rắn). Tốt hơn nữa là, khoảng hàm lượng FeO không nhỏ hơn 10% khối lượng nhưng không lớn hơn 30% khối lượng.

Khi việc tinh luyện bằng lò thổi được tiến hành đối với sắt nóng chảy như nêu trên, ngay cả khi lượng chất khử phospho được sử dụng là nhỏ so với lượng chất khử phospho thông thường, đạt được việc tinh luyện để khử phospho trong khi duy trì tốc độ khử phospho bằng với tốc độ khử phospho thông thường. Do đó, lượng xỉ được tạo ra trong bước chế tạo thép bằng lò thổi có thể được làm giảm, và thu được sự giảm đáng kể về trọng tải môi trường. Hơn nữa, hiệu quả của việc làm giảm chất khử phospho theo sáng chế có thể ứng dụng được rộng rãi vào việc chế tạo thép bằng lò thổi theo lý thuyết. Ví dụ, hiệu quả nêu trên được phát triển rõ ràng trong thổi để khử cacbon của sắt nóng chảy được đưa vào khử phospho sơ bộ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Nạp 280 tấn sắt nóng chảy lấy mẫu từ lò cao vào lò thổi trước khi nạp 50 tấn sắt vụn, và tiến hành thổi để khử cacbon tổng cộng 5 lần trong lò thổi (Ví dụ sáng chế từ 1 đến 5). Hàm lượng cacbon, hàm lượng silic và hàm lượng phospho của sắt nóng chảy trước khi thổi để khử cacbon lần lượt là 4,3% khối lượng, 0,25% khối lượng và 0,12% khối lượng, và nhiệt độ của sắt nóng chảy là khoảng 1300°C. Hàm lượng cacbon và hàm lượng phospho của sắt nóng chảy sau khi thổi để khử cacbon được nhằm đến lần lượt là 0,03% khối lượng và 0,025% khối lượng, và nhiệt độ của sắt nóng chảy sau khi thổi để khử cacbon được nhằm đến là 1670°C.

Tiến hành thổi để khử cacbon bằng cách sử dụng ống thổi từ đỉnh có hai ống cấp 9 và 13 ngoài dòng cấp/hút 11 và 12 chứa nước làm nguội như được thể hiện trên Fig.1. Có nghĩa là, cấp oxy dạng khí từ ống cấp oxy dạng

khí 9, và cấp bột vôi sống (đường kính hạt trung bình: không lớn hơn 1mm) làm chất khử phospho dạng bột từ ống cấp bột 13 cùng với khí oxy làm khí mang, và kết hợp chúng tại phần đỉnh ống và nạp liệu từ vòi có lỗ chính 8. Trong vòi có lỗ chính 8, đường kính cổ là 55mm, và đường kính ngoài là 65mm. Bố trí bốn vòi có lỗ chính trên đường tròn đồng tâm chính tâm trục ở giữa của ống. Tốc độ dòng của oxy được thổi từ đỉnh chứa khí mang được làm không đổi là $44000 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$, và lượng tiêu thụ đơn vị oxy là khoảng $45 \text{ Nm}^3/\text{t}$ ngoại trừ oxy được yêu cầu để khử silic. Hơn nữa, thổi khí Ar làm khí đảo trộn từ ống gió ở đáy lò thổi với lưu lượng là $0,03\text{-}0,30 \text{ Nm}^3/\text{phút/tấn sắt nóng chảy}$.

Tốc độ cấp bột vôi sống là $500\text{kg}/\text{phút}$.

Đối với chất khử phospho chứa CaO khác với bột nêu trên dùng để tạo ra xỉ để tinh luyện, sử dụng vôi sống dạng hạt (đường kính hạt trung bình: khoảng 20mm) và dolomit (đường kính hạt trung bình: khoảng 20mm, hàm lượng CaO: 40% khối lượng), mà nạp vào lò thổi từ phễu nạp liệu được bố trí bên trên lò thổi. Hơn nữa, tiến hành thổi để khử cacbon mà không bổ sung vật liệu chứa flo như florit hoặc khoáng chất tương tự.

Để làm ví dụ so sánh, tiến hành thổi để khử cacbon bằng cách chỉ nạp vôi sống dạng hạt từ phễu nạp liệu được bố trí bên trên lò thổi mà không nạp vôi sống dạng bột từ ống (Ví dụ so sánh 1). Các điều kiện thổi để khử cacbon còn lại trong Ví dụ so sánh là giống như các điều kiện thổi để khử cacbon trong Ví dụ sáng chế 1. Khi khoảng cách từ đầu mút của ống đến bề mặt bề (sau đây còn gọi là chiều cao ống) trong trường hợp này được đặt làm tiêu chuẩn, chiều cao ống trong Ví dụ sáng chế 1 là giống như chiều cao tiêu chuẩn, và chiều cao ống trong Ví dụ sáng chế 2, 3 và 4 cao hơn lần lượt là 200mm, 400mm và 600mm so với tiêu chuẩn. Ví dụ sáng chế 5 có chiều cao ống giống như chiều cao ống trong Ví dụ sáng chế 2, trong đó chỉ nạp vôi sống dạng bột từ ống mà không nạp vôi từ phễu nạp liệu được bố trí bên trên

lò thổi. Trong Ví dụ so sánh 2, chiều cao ống thấp hơn 200mm so với tiêu chuẩn.

Trong Ví dụ sáng chế từ 1 đến 5, áp suất động tại vị trí mà dòng khí phun từ vòi ống thổi từ đỉnh tác động lên trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy được kiểm soát đến trị số được thể hiện trên Bảng 1 bằng cách ước tính về số lượng sự tăng áp suất động do động năng của vôi sống dạng bột làm chất khử phospho kèm theo vòi phun và điều chỉnh chiều cao ống tương ứng với các điều kiện thiết bị và vận hành sao cho không lớn hơn $0,5\text{kgf/cm}^2$ mà là trị số giới hạn trên của khoảng thích hợp trong thiết bị.

Bảng 1 thể hiện các điều kiện vận hành, sản lượng CaO và hàm lượng phospho trong thép nóng chảy sau khi thổi để khử cacbon trong các Ví dụ sáng chế và Ví dụ so sánh. Trong Bảng 1, lượng tiêu thụ đơn vị CaO được thể hiện bằng lượng/1 tấn sắt nóng chảy (kg/tấn). Tính lượng tiêu thụ đơn vị CaO bằng tổng lượng vôi sống được bổ sung và lượng CaO được bổ sung trong dolomit. Xác định sản lượng CaO theo công thức sau.

Sản lượng CaO (%) = $100 \times [(\text{lượng SiO}_2/\text{đơn vị khối lượng sắt nóng chảy})/(\text{lượng tiêu thụ đơn vị CaO})] \div [(x_i\%\text{SiO}_2)/(x_i\%\text{CaO})]$

Ở đây, $x_i\%\text{SiO}_2$ và $x_i\%\text{CaO}$ trong công thức về sản lượng CaO có nghĩa là hàm lượng SiO_2 (% khối lượng) và hàm lượng CaO (% khối lượng) trong xỉ sau khi kết thúc việc tinh luyện.

Bảng 1

	Lượng tiêu thụ đơn vị CaO (kg/t)	Vôi sống được cấp từ ống thổi từ đỉnh (kg/t)	Vôi sống được cấp từ bên trên lò (kg/t)	Chiều cao ống (mm)	Áp suất động tại bề mặt bể (kgf/cm ²)	Hàm lượng phospho của thép nóng chảy sau khi khử cacbon (%)	Sản lượng CaO (%)
Ví dụ sáng chế 1	30	23	7	3000	0,48	0,021	91
Ví dụ sáng chế 2	30	23	7	3200	0,42	0,020	90
Ví dụ sáng chế 3	30	23	7	3400	0,37	0,021	91
Ví dụ sáng chế 4	30	23	7	3600	0,33	0,022	95
Ví dụ sáng chế 5	23	23	0	3200	0,42	0,025	90
Ví dụ so sánh 1	30	0	30	3000	0,32	0,027	90
Ví dụ so sánh 2	30	23	7	2800	0,55	0,029	85

Như được thể hiện trên Bảng 1, trong tất cả các sáng chế ví dụ, trong đó áp suất động khí vòi phun thổi từ đỉnh của oxy dạng khí được cấp từ ống tác động lên trên bề mặt bể được đặt để không lớn hơn $0,50\text{kgf/cm}^2$, hàm lượng phospho trong thép nóng chảy sau khi thổi để khử cacbon là không lớn hơn $0,025\%$ khối lượng và sản lượng CaO là trị số cao không nhỏ hơn 90% . Trong Ví dụ sáng chế 5, có thể thu được thép nóng chảy có hàm lượng phospho đích với lượng vôi nhỏ. Trái lại, trong Ví dụ so sánh 1, do tất cả lượng CaO được nạp từ bên trên lò thổi, việc tạo ra xỉ kém đi và hàm lượng phospho trong thép nóng chảy sau khi thổi để khử cacbon là cao hơn $0,025\%$ khối lượng. Trong Ví dụ so sánh 2, trong đó áp suất động khí vòi phun thổi từ đỉnh của oxy dạng khí từ ống tác động lên trên bề mặt bể vượt quá $0,50\text{kgf/cm}^2$, quan sát thấy sự giảm sản lượng CaO do sự phân tán vôi sống dạng bột.

Ví dụ 2

Chuyển sắt nóng chảy được lấy mẫu từ lò cao vào lò thổi năng suất 300 tấn và đưa vào khử phospho sơ bộ trong lò thổi. Sau đó, nạp sắt nóng chảy vào lò thổi năng suất 300 tấn khác và đưa vào thổi để khử cacbon trong lò thổi. Tiến hành lặp lại phương pháp tinh luyện này tổng cộng bốn lần (Ví dụ sáng chế từ 11 đến 14). Hàm lượng cacbon và hàm lượng phospho của sắt nóng chảy sau khi khử phospho sơ bộ (trước khi thổi để khử cacbon) lần lượt là $3,0\%$ khối lượng và $0,03\%$ khối lượng, và nhiệt độ của sắt nóng chảy của nó là khoảng 1360°C . Hàm lượng phospho của thép nóng chảy sau khi thổi để khử cacbon được nhằm đến là $0,015\%$ khối lượng và hàm lượng cacbon và nhiệt độ của thép nóng chảy sau khi thổi để khử cacbon của thép nóng chảy được nhằm đến là như trong Ví dụ 1.

Tiến hành thổi để khử cacbon bằng cách sử dụng ống có hai dòng cấp 10 và 14 riêng rẽ ngoài dòng cấp/hút 11 và 12 chứa nước làm nguội như được thể hiện trên Fig.2, trong đó có thể cấp oxy dạng khí từ dòng cấp oxy dạng khí 10 và có thể cấp vôi sống dạng bột (đường kính hạt trung bình: không lớn hơn 1mm) từ dòng cấp bột 14 cùng với khí Ar làm khí mang. Có nghĩa là, cấu trúc ống thổi từ đỉnh được làm thành cấu trúc ống bốn bản riêng rẽ của dòng

cấp/hút 11, 12 chứa nước làm nguội, dòng cấp oxy dạng khí 10 và dòng cấp vôi sống dạng bột (dòng cấp bột 14), trong đó oxy dạng khí được cấp từ bốn vòi có lỗ chính 8 được bố trí trên vòng tròn đồng tâm chính tâm trục ở giữa của ống, và vôi sống dạng bột làm chất khử phospho và cấp khí mang từ vòi cấp bột đơn 15 được bố trí trên trục ở giữa của ống. Tốc độ dòng của oxy thổi từ đỉnh, tốc độ dòng của khí đảo trộn từ các ống gió tại đáy lò thổi và tốc độ cấp vôi sống dạng bột là giống như tốc độ cấp trong Ví dụ 1.

Lượng tiêu thụ đơn vị oxy là khoảng $35 \text{ Nm}^3/\text{tấn}$. Tất cả chất khử phospho chứa CaO để tạo ra xỉ để tinh luyện để khử phospho là vôi sống dạng bột được cấp từ ống thổi từ đỉnh. Tiến hành thổi để khử cacbon mà không bổ sung vật liệu chứa flo như florua hoặc hợp chất tương tự. Để làm ví dụ so sánh, tiến hành thổi để khử cacbon bằng cách chỉ nạp vôi sống dạng hạt từ phễu nạp liệu được bố trí bên trên lò thổi mà không nạp vôi sống dạng bột từ ống (Ví dụ so sánh 11). Các điều kiện thổi để khử cacbon còn lại trong Ví dụ so sánh là giống như trong Ví dụ sáng chế 11. Khi đường kính cổ vòi của bốn vòi được bố trí trên vòng tròn đồng tâm chính tâm trục ở giữa của ống trong trường hợp này được đặt làm tiêu chuẩn, đường kính cổ trong Ví dụ sáng chế 11 là giống như tiêu chuẩn, trong khi đường kính cổ trong Ví dụ sáng chế từ 12 đến 14 là lớn hơn so với tiêu chuẩn. Đường kính cổ trong Ví dụ so sánh 12 là nhỏ hơn so với tiêu chuẩn. Trong Ví dụ sáng chế 14, lượng vôi được cấp từ ống giảm đi. Chiều cao ống (2800mm) và đường kính ngoài vòi (65mm) được làm không đổi trong tất cả các Ví dụ sáng chế và Ví dụ so sánh. Ngoài ra, vòi đơn được bố trí trên trục ở giữa của ống được làm không đổi làm đường kính cổ là 55mm và đường kính ngoài là 55mm trong tất cả các Ví dụ sáng chế và Ví dụ so sánh, và tốc độ cấp khí Ar là $1800 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$. Trong Ví dụ sáng chế từ 11 đến 14, kiểm soát áp suất động tại vị trí mà dòng khí phun từ vòi ống thổi từ đỉnh tác động lên trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy đến trị số được thể hiện trên Bảng 2 bằng cách ước tính về số lượng sự tăng áp suất động do động năng của vôi sống dạng bột làm chất khử phospho kèm theo vòi phun và điều chỉnh đường kính cổ của từng vòi tương ứng với các điều kiện thiết bị và vận

hành sao cho không lớn hơn $0,5\text{kgf/cm}^2$ mà là trị số giới hạn trên của khoảng thích hợp trong thiết bị.

Bảng 2 thể hiện các điều kiện vận hành của các ví dụ sáng chế và ví dụ so sánh, sản lượng CaO và hàm lượng phospho trong thép nóng chảy sau khi thổi để khử cacbon.

Bảng 2

	Lượng tiêu thụ đơn vị CaO (kg/t)	Vôi sống được cấp từ ống thổi từ đỉnh (kg/t)	Vôi sống được cấp từ bên trên lò (kg/t)	Đường kính cổ ống (mm)	Áp suất động tại bề mặt bể		Hàm lượng phospho của thép nóng chảy sau khi khử cacbon (%)	Sản lượng CaO (%)
					Vòi phun từ trên vòng tròn đồng tâm (kgf/cm ²)	Vòi phun từ ống trên trục ở giữa (kgf/cm ²)		
Ví dụ sáng chế 11	15	15	0	55	0,37	0,013	0,013	90
Ví dụ sáng chế 12	15	15	0	58	0,29	0,013	0,012	90
Ví dụ sáng chế 13	15	15	0	61	0,23	0,013	0,012	95
Ví dụ sáng chế 14	12	12	0	61	0,23	0,013	0,015	91
Ví dụ so sánh 11	15	0	15	55	0,37	0,001	0,019	90
Ví dụ so sánh 12	15	15	0	51	0,53	0,013	0,018	83

Như được thể hiện trên Bảng 2, trong tất cả các ví dụ sáng chế, trong đó áp suất động khí vòi phun thổi từ đỉnh của oxy dạng khí được cấp từ ống tác động lên trên bề mặt bể được đặt không lớn hơn $0,50\text{kgf/cm}^2$, hàm lượng phospho trong thép nóng chảy sau khi thổi để khử cacbon không lớn hơn 0,015% khối lượng và sản lượng CaO là trị số cao không nhỏ hơn 90%. Trong Ví dụ sáng chế 14, có thể đạt được thép nóng chảy có hàm lượng phospho thích với lượng vôi nhỏ. Ngược lại, trong Ví dụ so sánh 11, do tất cả lượng CaO được nạp từ bên trên lò thổi, việc tạo ra xỉ kém đi và hàm lượng phospho trong thép nóng chảy sau khi thổi để khử cacbon là lớn hơn 0,015% khối lượng. Trong Ví dụ so sánh 12, trong đó áp suất động khí vòi phun thổi từ đỉnh của oxy dạng khí từ ống tác động lên trên bề mặt bể vượt quá $0,50\text{kgf/cm}^2$, quan sát thấy sự giảm sản lượng CaO do sự phân tán vôi sống dạng bột.

Ví dụ 3

Chuyển sắt nóng chảy được lấy mẫu từ lò cao vào lò thổi năng suất 300 tấn và đưa vào khử phospho sơ bộ trong lò thổi. Sau đó, nạp sắt nóng chảy vào lò thổi năng suất 300 tấn khác và đưa vào thổi để khử cacbon trong lò thổi. Tiến hành lặp lại phương pháp tinh luyện này tổng cộng bốn lần (Ví dụ sáng chế từ 21 đến 24). Hàm lượng cacbon và hàm lượng phospho của sắt nóng chảy sau khi khử phospho sơ bộ (trước khi thổi để khử cacbon) lần lượt là 3,0% khối lượng và 0,03% khối lượng, và nhiệt độ của sắt nóng chảy của nó là khoảng 1360°C . Hàm lượng phospho của thép nóng chảy sau khi thổi để khử cacbon được nhằm đến là 0,015% khối lượng và hàm lượng cacbon và nhiệt độ của thép nóng chảy sau khi thổi để khử cacbon được nhằm đến giống như trong Ví dụ 1.

Tiến hành thổi để khử cacbon bằng cách sử dụng ống có cấu tạo giống như Ví dụ 1. Trong trường hợp này, bố trí năm vòi có lỗ chính 8 trên vòng tròn đồng tâm chính tâm trục ở giữa của ống, trong đó vòi này có đường kính

cổ là 66mm và đường kính ngoài là 75mm. Tất cả chất khử phospho chứa CaO dùng để tạo ra xỉ để tinh luyện để khử phospho là vôi sống dạng bột được cấp từ ống thổi từ đỉnh. Tiến hành thổi để khử cacbon mà không bổ sung vật liệu chứa flo như florua hoặc hợp chất tương tự. Tốc độ dòng của oxy thổi từ đỉnh không đổi là 60000 Nm³/giờ trong toàn bộ chu kỳ ngoại trừ giai đoạn cuối cùng để thổi để khử cacbon bao gồm chu kỳ cấp vôi sống dạng bột từ ống thổi từ đỉnh. Tại giai đoạn cuối cùng để thổi để khử cacbon, tốc độ dòng của oxy được làm giảm đi để tiến hành việc thổi. Tốc độ dòng của khí đảo trộn từ các ống gió tại đáy lò thổi và tốc độ cấp của vôi sống dạng bột là giống như trong Ví dụ 1.

Để làm ví dụ so sánh, tiến hành thổi để khử cacbon bằng cách chỉ nạp vôi sống dạng hạt từ phễu nạp liệu được bố trí bên trên lò thổi mà không nạp vôi sống dạng bột từ ống (Ví dụ so sánh 21). Các điều kiện thổi để khử cacbon còn lại trong Ví dụ so sánh là giống như trong Ví dụ sáng chế 21. Khi khoảng cách từ đầu mút của ống thổi từ đỉnh đến bề mặt bể (sau đây còn gọi là chiều cao ống) trong trường hợp này được đặt làm tiêu chuẩn, chiều cao ống trong Ví dụ sáng chế 21 là giống như tiêu chuẩn, và chiều cao ống trong Ví dụ sáng chế từ 22 đến 24 cao hơn lần lượt là 200mm, 400mm và 600mm so với tiêu chuẩn. Trong Ví dụ so sánh 22, chiều cao ống thấp hơn 200mm so với tiêu chuẩn. Trong Ví dụ sáng chế từ 21 đến 24, kiểm soát áp suất động tại vị trí mà dòng khí phun từ vòi ống thổi từ đỉnh tác động lên trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy đến trị số được thể hiện trên Bảng 3 bằng cách ước tính về số lượng sự tăng áp suất động do động năng của vôi sống dạng bột làm chất khử phospho kèm theo vòi phun và điều chỉnh chiều cao ống tương ứng với các điều kiện thiết bị và vận hành sao cho không lớn hơn 0,5kgf/cm² mà là trị số giới hạn trên của khoảng thích hợp trong thiết bị.

Bảng 3 thể hiện các điều kiện vận hành và hàm lượng phospho sau khi thổi để khử cacbon và sản lượng CaO trong các ví dụ sáng chế và ví dụ so

sánh.

Bảng 3

	Lượng tiêu thụ đơn vị CaO (kg/t)	Vôi sống được cấp từ ống thổi từ đỉnh (kg/t)	Vôi sống được cấp từ bên trên lò (kg/t)	Chiều cao ống (mm)	Áp suất động tại bề mặt bể (kgf/cm ²)	Hàm lượng phospho của thép nóng chảy sau khi khử cacbon (%)	Sản lượng CaO (%)
Ví dụ sáng chế 21	12	12	0	2400	0,47	0,013	91
Ví dụ sáng chế 22	12	12	0	2600	0,40	0,013	91
Ví dụ sáng chế 23	12	12	0	2800	0,34	0,012	90
Ví dụ sáng chế 24	12	12	0	3000	0,30	0,012	91
Ví dụ so sánh 21	12	0	12	2400	0,35	0,024	90
Ví dụ so sánh 22	12	12	0	2200	0,56	0,015	82

Như được thể hiện trên Bảng 3, trong tất cả các ví dụ sáng chế, trong đó áp suất động khí vôi phun thổi từ đỉnh tác động lên trên bề mặt bể được đặt không lớn hơn $0,50\text{kgf/cm}^2$ trong suốt chu kỳ cấp vôi sống dạng bột, hàm lượng phospho trong thép nóng chảy sau khi thổi để khử cacbon là không lớn hơn 0,015% khối lượng và sản lượng CaO là trị số cao không nhỏ hơn 90%. Trái lại, trong Ví dụ so sánh 21, do tất cả lượng CaO được nạp từ bên trên lò thổi, việc tạo ra xỉ kém đi và hàm lượng phospho trong thép nóng chảy sau khi thổi để khử cacbon là cao hơn so với 0,015% khối lượng. Trong Ví dụ so sánh 22, trong đó áp suất động khí vôi phun thổi từ đỉnh tác động lên trên bề mặt bể vượt quá $0,50\text{kgf/cm}^2$, quan sát thấy sự giảm sản lượng CaO do sự phân tán vôi sống dạng bột.

Ví dụ 4

Khử silic sắt nóng chảy được lấy mẫu từ lò cao trong rãnh dẫn lò cao và đưa vào khử phospho sơ bộ trong thùng chứa truyền (xe ngư lôi). Sau đó, chuyển sắt nóng chảy vào lò thổi năng suất 300 tấn và đưa vào khử cacbon tổng cộng ba lần trong lò thổi (Ví dụ sáng chế từ 31 đến 33). Hàm lượng cacbon và hàm lượng phospho của sắt nóng chảy sau khi khử phospho sơ bộ (trước khi thổi để khử cacbon) lần lượt là 3,5% khối lượng và 0,05% khối lượng, và nhiệt độ sắt nóng chảy của nó là khoảng 1300°C . Hàm lượng phospho của thép nóng chảy sau khi thổi để khử cacbon được nhằm đến là 0,020% khối lượng, và hàm lượng cacbon và nhiệt độ thép nóng chảy sau khi thổi để khử cacbon được nhằm đến là giống như trong Ví dụ 2.

Đối với khí thổi từ đáy trong lò thổi, thổi khí oxy làm khí đảo trộn từ ống bên trong của ống gió có cấu trúc ống kép được bố trí ở đáy của lò thổi với tốc độ dòng là khoảng $0,4\text{Nm}^3/\text{phút}/1$ tấn sắt nóng chảy và thổi khí propan để làm nguội ống gió từ ống bên ngoài để tiến hành khử cacbon. Bảng 4 thể hiện các thành phần của sắt nóng chảy trước và sau khi khử phospho và các điều kiện vận hành trong các Ví dụ sáng chế.

Tiến hành thổi để khử cacbon bằng cách sử dụng ống giống như trong Ví dụ 2. Có nghĩa là, cấu trúc của ống thổi từ đỉnh là cấu trúc ống bốn bản riêng rẽ của dòng cấp/hút chứa nước làm nguội, dòng cấp oxy dạng khí và dòng cấp vôi sống dạng bột, trong đó khí oxy làm nguồn oxy dạng khí được cấp từ bốn vòi có lỗ chính được bố trí trên vòng tròn đồng tâm chính tám trục ở giữa của trục ở giữa của ống, trong khi vôi sống dạng bột và khí oxy làm khí mang được cấp từ vòi đơn được bố trí trên trục ở giữa của ống. Vòi này được bố trí trên vòng tròn đồng tâm để cấp nguồn oxy dạng khí có đường kính cổ là 68mm và đường kính ngoài là 80mm.

Trong các Ví dụ sáng chế từ 31 đến 33 và Ví dụ so sánh 32, tất cả chất khử phospho chứa CaO dùng để tạo ra xỉ để tinh luyện để khử phospho là vôi sống dạng bột được cấp từ ống thổi từ đỉnh. Tiến hành thổi để khử cacbon mà không bổ sung vật liệu chứa flo như florua hoặc hợp chất tương tự. Tốc độ dòng của oxy được thổi từ đỉnh được cấp từ bốn vòi được bố trí trên vòng tròn đồng tâm chính tám trục ở giữa của ống không đổi là $60000\text{Nm}^3/\text{giờ}$ trong suốt chu kỳ ngoại trừ giai đoạn cuối cùng là thổi để khử cacbon bao gồm chu kỳ cấp vôi sống dạng bột từ ống thổi từ đỉnh. Ở giai đoạn cuối cùng là thổi để khử cacbon, tốc độ dòng của oxy được làm giảm để tiến hành việc thổi. Tốc độ cấp vôi sống dạng bột là giống như trong Ví dụ 1.

Để làm ví dụ so sánh, tiến hành thổi để khử cacbon bằng cách chỉ nạp vôi sống dạng hạt từ phễu nạp liệu được bố trí bên trên lò thổi mà không nạp vôi sống dạng bột từ ống thổi từ đỉnh (Ví dụ so sánh 31). Các điều kiện thổi để khử cacbon còn lại trong Ví dụ so sánh là giống như trong Ví dụ sáng chế 31. Khi khoảng cách từ đầu mút của ống thổi từ đỉnh đến bề mặt bể (sau đây còn gọi là chiều cao ống) trong trường hợp này được đặt làm tiêu chuẩn, chiều cao ống trong Ví dụ sáng chế 31 là giống như tiêu chuẩn, và chiều cao ống trong Ví dụ sáng chế 32 và 33 cao hơn lần lượt là 200mm và 400mm so với tiêu chuẩn. Trong Ví dụ so sánh 32, chiều cao ống thấp hơn 200mm so với.

Vòi đơn được bố trí trên trục ở giữa của ống là không đổi trong tất cả các ví dụ sáng chế và ví dụ so sánh và có đường kính cổ là 55mm và đường kính ngoài là 55mm, và tốc độ cấp khí oxy là 1800Nm³/giờ. Trong Ví dụ sáng chế từ 31 đến 33, kiểm soát áp suất động tại vị trí mà dòng khí phun từ vòi ống thổi từ đỉnh tác động lên trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy đến trị số được thể hiện trên Bảng 4 bằng cách ước lượng về số lượng sự tăng áp suất động do động năng của vôi sống dạng bột làm chất khử phospho kèm theo vòi phun và điều chỉnh chiều cao ống tương ứng với các điều kiện thiết bị và vận hành sao cho không lớn hơn 0,5kgf/cm² mà là trị số giới hạn trên của khoảng thích hợp trong thiết bị.

Bảng 4 thể hiện các điều kiện vận hành và hàm lượng phospho sau khi thổi để khử cacbon và hiệu quả CaO trong ví dụ sáng chế và ví dụ so sánh.

Bảng 4

	Lượng tiêu thụ đơn vị CaO (kg/t)	Vôi sống được cấp từ ống thổi từ đỉnh (kg/t)	Vôi sống được cấp từ bên trên lò (kg/t)	Chiều cao ống (mm)	Áp suất động tại bề mặt bể		Hàm lượng phospho của thép nóng chảy sau khi khử cacbon (%)	Sản lượng CaO (%)
					Vòi phun từ ống trên vòng tròn đồng tâm (kgf/cm ²)	Vòi phun từ ống trên trục ở giữa (kgf/cm ²)		
Ví dụ sáng chế 31	15	15	0	3000	0,50	0,016	0,019	91
Ví dụ sáng chế 32	15	15	0	3200	0,44	0,014	0,018	90
Ví dụ sáng chế 33	15	15	0	3400	0,39	0,012	0,019	95
Ví dụ so sánh 31	15	0	15	3000	0,50	0,001	0,026	90
Ví dụ so sánh 32	15	15	0	2800	0,58	0,018	0,020	83

Như được thể hiện trên Bảng 4, trong tất cả các ví dụ sáng chế, trong đó áp suất động khí dòng khí phun được thổi từ ống thổi từ đỉnh tác động lên trên bề mặt bể được đặt không lớn hơn $0,50\text{kgf/cm}^2$, hàm lượng phospho trong thép nóng chảy sau khi thổi để khử cacbon không lớn hơn 0,020% khối lượng và sản lượng CaO là trị số cao không nhỏ hơn 90%. Trái lại, trong Ví dụ so sánh 31, do tất cả lượng CaO được nạp từ bên trên lò thổi, việc tạo ra xỉ kém đi và hàm lượng phospho trong thép nóng chảy sau khi thổi để khử cacbon là cao hơn so với 0,020% khối lượng. Trong Ví dụ so sánh 32, trong đó áp suất động khí vòi phun thổi từ đỉnh tác động lên trên bề mặt bể vượt quá $0,50\text{kgf/cm}^2$, quan sát thấy sự giảm sản lượng CaO do sự phân tán vôi sống dạng bột.

Mô tả các số chỉ dẫn

- 1 thân chính của ống
- 2 phần đỉnh của ống
- 3 phần đầu mút của ống
- 4 đầu mút bằng đồng
- 5 ống bên ngoài
- 6 ống ở giữa
- 7 ống bên trong
- 8 vòi có lỗ chính
- 9 ống cấp oxy dạng khí
- 10 dòng cấp oxy dạng khí
- 11 dòng cấp/hút chứa nước làm nguội thứ nhất
- 12 dòng cấp/hút chứa nước làm nguội thứ hai
- 13 ống cấp bột
- 14 dòng cấp bột
- 15 vòi cấp bột

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi để sản xuất thép nóng chảy bằng cách cấp oxy dạng khí từ ống thổi từ đỉnh vào lò thổi để tiến hành tinh luyện để khử cacbon của sắt nóng chảy trong khi bổ sung chất khử phospho dạng bột chứa CaO để đồng thời khử cacbon và khử phospho của sắt nóng chảy, khác biệt ở chỗ, chất khử phospho được cấp vào bề mặt bể chứa sắt nóng chảy cùng với ít nhất một dòng khí phun từ ống thổi từ đỉnh và áp suất động được tính theo các công thức từ (1) đến (4) khi dòng khí phun từ các vòi của ống tương ứng của ống thổi từ đỉnh tác động lên trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy được kiểm soát không lớn hơn $0,50\text{kgf/cm}^2$:

$$P = 3,13 \times 10^{-11} \times \rho_g \times (U_0 \times d_e \times P_0 / L_h)^2 \quad \dots(1)$$

$$U_0 = 740(1 - (1,033/P_0)^{2/7})^{1/2} \quad \dots(2)$$

$$P_0 = F_j / (0,456 \times d_t^2) \quad \dots(3)$$

$$\rho_g = \rho_j + V_p / (F_j / 60) \quad \dots(4),$$

trong đó:

P: áp suất động tại tâm vòi phun gây ra trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy bằng dòng khí phun được thổi từ vòi của ống [kgf/cm^2]

ρ_g : khối lượng riêng dòng khí phun [kg/Nm^3]

U_0 : tốc độ lưu thông của dòng khí phun được thổi từ vòi của ống [m/giây]

d_e : đường kính ngoài của vòi của ống [mm]

P_0 : áp suất tại đầu vào vòi phun của khí được thổi từ vòi của ống [kgf/cm^2]

L_h : chiều cao ống [m]

F_j : tốc độ cấp khí được thổi từ vòi của ống [$\text{Nm}^3/\text{giờ}$]

d_t : đường kính cổ của vòi của ống [mm]

ρ_j : khối lượng riêng của khí được thổi từ vòi của ống [kg/Nm^3]

Vp: tốc độ cấp của chất khử phospho dạng bột được thổi từ vòi của ống [kg/phút].

2. Phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi theo điểm 1, trong đó chất khử phospho và oxy dạng khí được kết hợp với nhau trong cùng một vòi và sau đó chất khử phospho được cấp vào bề mặt bể chứa sắt nóng chảy cùng với dòng khí phun chứa oxy dạng khí.

3. Phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi theo điểm 1, trong đó các dòng cấp riêng rẽ của oxy dạng khí và chất khử phospho kết hợp với khí mang được bố trí trong cùng một vòi và oxy dạng khí và khí mang mang chất khử phospho được thổi về phía bề mặt bể chứa sắt nóng chảy làm dòng khí phun qua các vòi phun tương ứng của ống.

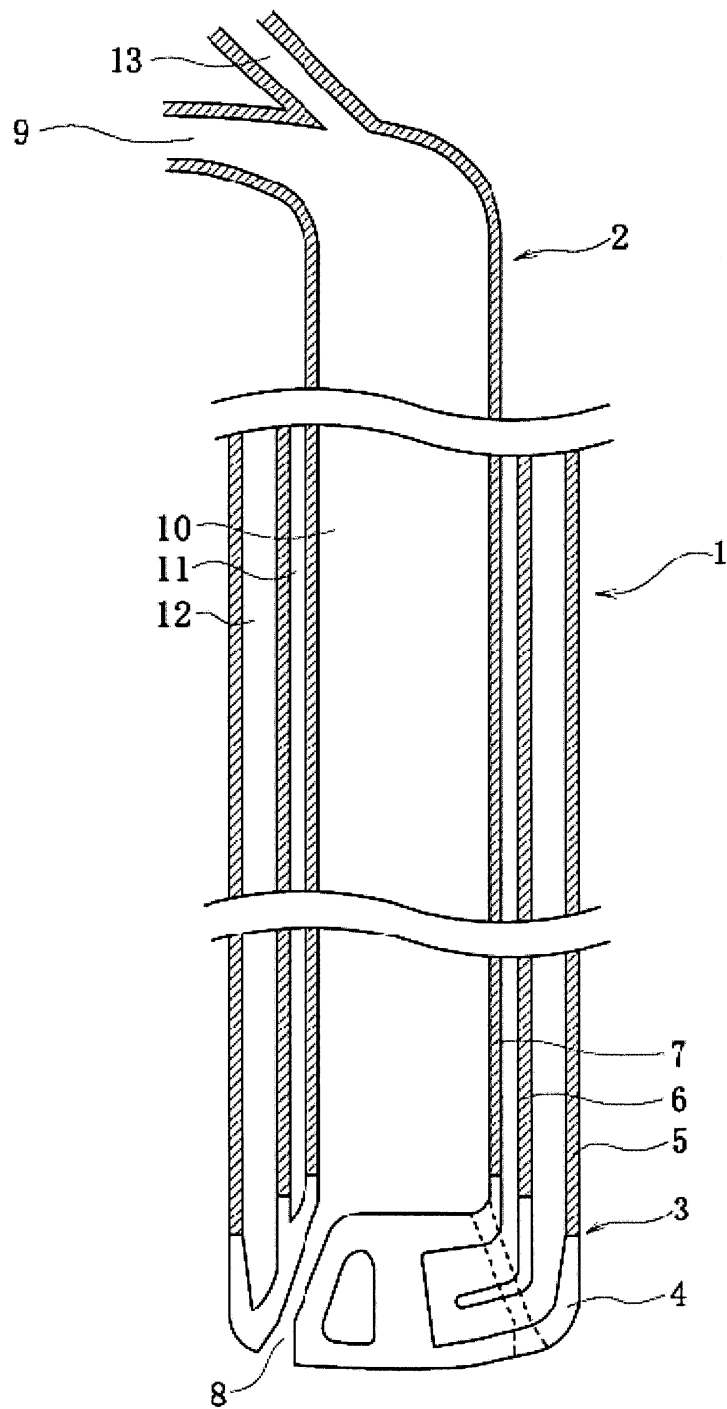
4. Phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó áp suất động được tính theo các công thức từ (1) đến (4) nêu trên khi dòng khí phun chứa oxy dạng khí hoặc dòng khí phun được kèm theo chất khử phospho, mà được thổi từ các vòi của ống tương ứng của ống thổi từ đỉnh, tác động lên trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy được kiểm soát không lớn hơn $0,30\text{kgf/cm}^2$.

5. Phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó áp suất động được tính theo các công thức từ (1) đến (4) nêu trên khi dòng khí phun chứa oxy dạng khí hoặc dòng khí phun oxy được kèm theo chất khử phospho, mà được thổi từ các vòi của ống tương ứng của ống thổi từ đỉnh, tác động lên trên bề mặt bể chứa sắt nóng chảy được kiểm soát không nhỏ hơn $0,10\text{kgf/cm}^2$.

6. Phương pháp sản xuất thép bằng lò thổi theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó chất khử phospho là một trong số các chất được chọn từ vòi

sống, vôi được hydrat hóa, canxi cacbonat, xỉ lò thổi và xỉ gàu rót, mỗi chất khử phospho này có cỡ hạt không lớn hơn 1mm

[FIG.1]



[FIG.2]

