



(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)



1-0024325

(51)⁷ C21C 7/00; C21C 7/10; B22D 11/16

(13) B

(21) 1-2012-01625

(22) 11/06/2012

(30) 2011-238209 31/10/2011 JP

(45) 27/07/2020 388

(43) 27/05/2013 302A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

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

(72) Shingo OKAMOTO (JP); Toru INOUE (JP); Noriohika ARAMAKI (JP); Masanori NISHIKORI (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT THÉP

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất thép mà ngăn chặn được dòng chảy ra của xỉ vào gàu chuyển từ gàu rót nhờ sự hóa rắn xỉ một cách thích hợp trong gàu rót và tăng cường hơn nữa độ sạch của thép nóng chảy so với giải pháp kỹ thuật đã biết trước sáng chế, do đó tạo ra các tấm thép mỹ mãn về độ sạch với các lượng các tạp chất ở dạng vết ngay cả trong điều kiện đúc tốc độ cao. Thép nóng chảy được tháo vào gàu rót từ lò thổi ở trạng thái chưa khử oxy. Sau khi tháo thép nóng chảy, kim loại Al hoặc xỉ Al được bổ sung vào xỉ trong gàu rót và sau đó nguồn MgO chứa hydroxit và carbonat được bổ sung vào xỉ, nhờ đó khử các oxit dễ khử trong xỉ và điều chỉnh hàm lượng MgO trong xỉ đến mức từ 6 đến 15% khối lượng.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất thép có độ sạch cao với lượng các tạp chất phi kim loại trên cơ sở oxit chỉ ở dạng vết.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong sản xuất thép lắng Al, kim loại Al được bổ sung vào thép nóng chảy như là tác nhân khử oxy ở thời điểm tháo thép nóng chảy ra khỏi lò thổi hoặc sau khi tháo thép nóng chảy ra khỏi lò thổi, oxy trong thép nóng chảy mà có lượng tăng lên do việc thổi oxy (sự tinh luyện khử cacbon) trong lò thổi được loại bỏ, và sau đó, thép nóng chảy được đúc thành phôi tấm nhờ máy đúc liên tục như là nguyên liệu thô để cán. Do việc bổ sung kim loại Al, Al_2O_3 được tạo ra trong thép nóng chảy như là chất phát sinh từ sự khử oxy. Khi Al_2O_3 có thể không nổi lên và được tách khỏi thép nóng chảy mà nằm lại trong phôi tấm, các vết nứt hoặc khe nứt bề mặt mà được cho là do Al_2O_3 được tạo ra trong sản phẩm thép.

Vì lý do nêu trên, với mục đích làm giảm các tạp chất Al_2O_3 còn lại trong thép, thông thường có phương pháp được chấp nhận trong đó kim loại Al hoặc xỉ chứa Al được bổ sung vào thép nóng chảy được tháo từ lò thổi mà được chứa trong gàu rót sao cho oxit dễ khử (FeO , MnO) trong xỉ có trên bề mặt thép nóng chảy được khử, nhờ đó oxit dễ khử trong xỉ được giảm xuống, và sau đó, sự khử oxy bằng Al được thực hiện (ví dụ, xem tài liệu sáng chế 1). Xỉ Al là hỗn hợp của kim loại, oxit và nitrua của nhôm chứa khoảng từ 30 đến 40% khối lượng kim loại Al và được tạo ra ở công đoạn mà ở đó kim loại nhôm được sử dụng để sản xuất lon chứa đồ uống, các vật liệu xây dựng hoặc bánh xe nhôm dùng cho ô tô hoặc dạng khác được làm tái nóng chảy để tái chế.

Hơn nữa, để làm giảm các chất tạo ra do sự khử oxy, người ta còn đề xuất kỹ thuật hạn chế các loại tác nhân khử oxy hoặc thứ tự bổ sung các tác nhân khử oxy. Ví dụ, tài liệu sáng chế 2 đề xuất phương pháp trong đó các tác nhân khử oxy được bổ sung theo thứ tự làm tăng động lực khử oxy, mà cụ thể hơn là theo thứ tự $Mn \rightarrow Si \rightarrow Al$. Theo tài liệu sáng chế 2, bằng cách bổ sung các tác nhân khử oxy theo thứ tự tăng dần động lực khử oxy, sự kết tụ của các chất tạo ra do sự khử oxy diễn ra và vì vậy, các chất được tạo

ra do sự khử oxy gồm nhiều hợp chất được tạo ra nhờ đó sự nổi lên và tách ra của các chất được tạo ra do sự khử oxy ra khỏi thép nóng chảy được tăng cường. Tuy nhiên, giải pháp kỹ thuật này có nhược điểm là một lượng lớn MnO được tạo ra làm cho hàm lượng MnO trong xỉ tăng lên. MnO là oxit dễ khử, phản ứng với Al trong thép nóng chảy được bổ sung sau đó và có động lực khử oxy mạnh và vì vậy, Al_2O_3 được tạo ra không đổi trong thép nóng chảy, do đó khó làm cho thép có được độ sạch cao.

Vì lý do nêu trên, tài liệu sáng chế 3 đề xuất phương pháp trong đó xỉ Al trước hết được bổ sung vào thép nóng chảy trong khi điều chỉnh lượng bổ sung của xỉ Al sao cho oxy hòa tan nằm lại trong thép nóng chảy và sau đó, Mn và Si được bổ sung vào thép nóng chảy theo thứ tự này và kim loại Al được bổ sung cuối cùng vào thép nóng chảy, do đó khử oxy thép nóng chảy. Mặc dù lượng MnO tạo ra có thể được giảm theo phương pháp khử oxy này, tài liệu sáng chế 3 là hầu như tương đương với tài liệu sáng chế 3 về điểm mà Mn được bổ sung vào thép nóng chảy trước khi khử oxy bởi Al, do đó làm nảy sinh nhược điểm là không thể ngăn chặn được sự tạo ra MnO một cách hoàn toàn.

Người ta còn đề xuất kỹ thuật trong đó Ti hoặc Ca được sử dụng như là tác nhân khử oxy chính thay cho kim loại Al (ví dụ, xem tài liệu sáng chế 4). Tuy nhiên, đây là giải pháp kỹ thuật hướng đến thép chứa Ti. Ti là kim loại đắt tiền so với Al và vì vậy, Ti không thể được sử dụng trong các loại thép thông thường.

Mặt khác, với giải pháp kỹ thuật làm cho chất được tạo ra do sự khử oxy trở nên vô hại, tài liệu sáng chế 5 và tài liệu sáng chế 6 đề xuất giải pháp kỹ thuật trong đó nguồn MgO được bổ sung vào xỉ trên bề mặt của thép nóng chảy. Theo các tài liệu sáng chế 5 và 6, khi nguồn MgO được bổ sung vào thép nóng chảy và sau đó, xỉ và thép nóng chảy được khuấy, Al_2O_3 là chất được tạo ra do sự khử oxy phản ứng với nguồn MgO, do đó tạo ra spinel gồm $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$. Spinel gồm $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3$ có độ kết dính thấp, vì vậy chất được tạo ra do sự khử oxy có thể được duy trì không đáng kể, nhờ đó chất được tạo ra do sự khử oxy có thể trở nên vô hại.

Hơn nữa, đối với giải pháp kỹ thuật trong đó nguồn MgO được bổ sung vào xỉ hoặc thép nóng chảy, tài liệu sáng chế 7 đề xuất giải pháp kỹ thuật trong đó nguồn MgO được bổ sung vào thép nóng chảy trong bình chân không ngay sau khi việc tinh luyện được bắt đầu trong thiết bị khử khí chân không RH, lớp giàu MgO được tạo ra ở giữa thép

nóng chảy và xỉ trong gàu rót, và phản ứng giữa thép nóng chảy và xỉ được ngăn chặn nhờ lớp giàu MgO này. Hơn nữa, tài liệu sáng chế 8 bộc lộ giải pháp kỹ thuật trong đó xỉ trong gàu rót được cải tạo bằng cách nạp tác nhân cải tạo xỉ vào trong gàu rót và sau đó, nguồn MgO được nạp vào trong gàu rót, nhờ vậy hóa rắn xỉ trong gàu rót, nhờ đó dòng ra của xỉ từ gàu rót vào gàu chuyển có thể được ngăn chặn.

Danh mục tài liệu viện dẫn:

Tài liệu sáng chế 1: JP-A-5-230516

Tài liệu sáng chế 2: JP-A-54-94422

Tài liệu sáng chế 3: JP-A-2009-120930

Tài liệu sáng chế 4: JP-A-2000-144330

Tài liệu sáng chế 5: JP-A-2004-169147

Tài liệu sáng chế 6: JP-A-2003-171714

Tài liệu sáng chế 7: JP-A-6-116623

Tài liệu sáng chế 8: JP-A-2008-240136

Hiện tại, với sự gia tăng tốc độ đúc của máy đúc liên tục theo quan điểm tăng cường năng suất, sản phẩm thép thường đạt được độ sạch khá cao chỉ đơn giản bằng cách áp dụng phương pháp cải tạo xỉ được đề xuất trong tài liệu sáng chế 1 cho thép nóng chảy hiện chịu thiệt hại do xảy ra các khuyết tật gây ra bởi các tạp chất phi kim loại trên cơ sở oxit (sau đây được gọi một cách đơn giản là "các tạp chất"). Cụ thể là, các khuyết tật gây ra bởi các tạp chất được tìm thấy trong tấm thép được sản xuất ở thời điểm thay thế gàu rót trong việc đúc liên tục có gia nhiệt nhiều lần (được gọi là đúc liên tục liên tiếp).

Lý do là như sau. Trong quá trình sản xuất thép trong đó tốc độ đúc được gia tăng đến tốc độ cao, có tần số cao mà xỉ trong gàu rót và các tạp chất (được tạo ra do sự kết tụ của chất được tạo ra do sự khử oxy và CaO trong xỉ lò thổi hoặc CaO trong vôi sống được bổ sung vào thép nóng chảy trong gàu rót như là tác nhân tạo xỉ) trong thép nóng chảy có ở lân cận xỉ được cuốn theo trong dòng xoáy sinh ra trong gàu rót và chảy vào gàu chuyển ở giai đoạn cuối cùng của quá trình rót thép nóng chảy vào gàu chuyển từ gàu rót. Hơn nữa, thời gian mà thép nóng chảy nằm lại trong gàu chuyển trở nên tương đối ngắn sao

cho tần số của xỉ và các tạp chất được rót vào khuôn mà không bị nổi lên và phân tách khỏi thép nóng chảy là cao. Khi lượng thép nóng chảy được rót vào gàu chuyển từ gàu rót (mỗi lần) được tăng lên, thời điểm mà dòng xoáy sinh ra trong gàu rót trở nên sớm hơn. Tức là, dòng xoáy sinh ra từ thời điểm trong đó lượng thép nóng chảy còn lại trong gàu vẫn còn nhiều.

Việc làm giảm oxit dễ khử trong xỉ là hữu hiệu để tăng cường độ sạch của thép nóng chảy trong gàu rót. Tuy nhiên, theo giải pháp kỹ thuật được bộc lộ trong các tài liệu sáng chế 2 và 3, MnO được tại ra vì vậy các giải pháp kỹ thuật này không còn thích hợp về mặt tăng cường độ sạch của thép nóng chảy như được nêu trên.

Ngoài ra, để ngăn chặn xỉ trong gàu rót không bị cuốn theo dòng xoáy, việc hóa rắn xỉ trong gàu là có hiệu quả, và việc bổ sung nguồn MgO vào xỉ được đề xuất trong các tài liệu sáng chế từ 5 đến 8 là có hiệu quả. Tuy nhiên, khi nguồn MgO được bổ sung quá mức, mặc dù xỉ được hóa rắn, tính năng hấp thu chất được tạo ra do sự khử oxy của xỉ bị giảm sút, do đó làm nảy sinh trường hợp trong đó độ sạch bị xấu đi theo chiều hướng ngược lại. Hơn nữa, sự hóa rắn xỉ đòi hỏi phản ứng giữa nguồn MgO và xỉ được bổ sung. Vì các giải pháp kỹ thuật được bộc lộ trong các tài liệu sáng chế từ 5 đến 8 sử dụng clanhke MgO làm nguồn MgO, cần thiết tiến hành việc xử lý như là khuấy clanhke MgO và xỉ được bổ sung. Tuy nhiên, khi thép nóng chảy ở trạng thái không được khử oxy và khi xỉ được khuấy nhờ sự phun khí vào thép nóng chảy như thường được tiến hành, hàm lượng các oxit dễ khử như là FeO và MnO trong xỉ tăng lên để cân bằng với hàm lượng oxy trong thép nóng chảy. Điều này làm tái oxy hóa sắt nóng chảy đã được khử oxy bởi xỉ, vì thế làm giảm độ sạch của thép nóng chảy. Hơn nữa, vùng nổi của khí được phun vào thép nóng chảy được định vị và do đó sự khuấy đồng đều xỉ là không đạt được nếu tốc độ phun khí không đạt yêu cầu, làm nảy sinh vấn đề là vùng trong đó sự khử các oxit dễ khử và sự hóa rắn xỉ vẫn không đạt yêu cầu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế được thực hiện khi xem xét các tình trạng như thế, và mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất thép có độ sạch cao mà có thể ngăn chặn xỉ trong gàu bị cuốn theo bởi dòng xoáy được tạo ra ở giai đoạn cuối của quá trình rót thép nóng chảy vào gàu chuyển từ gàu rót nhờ có sự hóa rắn xỉ đủ trong gàu rót mà không cần thực

hiện quá trình khuấy hoặc tương tự, có thể tiếp tục tăng cường độ sạch của thép nóng chảy trong gàu rót so với các giải pháp kỹ thuật đã biết và có thể thu được phôi tấm có độ sạch mỹ mãn với lượng các tạp chất chỉ ở dạng vết ngay cả trong điều kiện đúc tốc độ cao.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế mà có thể giải quyết được các vấn đề được nêu trên là như sau.

[1] Phương pháp sản xuất thép, bao gồm;

quá trình tháo thép nóng chảy thu được bằng cách thực hiện việc tinh luyện khử cacbon đối với kim loại nóng vào gàu rót từ lò thổi ở trạng thái chưa khử oxy,

quá trình, sau khi tháo thép nóng chảy, bổ sung kim loại Al hoặc xỉ Al vào xỉ có trên thép nóng chảy trong gàu rót và sau đó bổ sung nguồn MgO vào xỉ, do đó khử các oxit dễ khử trong xỉ và điều chỉnh hàm lượng MgO trong xỉ đến mức từ 6 đến 15% khối lượng,

quá trình tiếp theo, trong thiết bị khử khí chân không, gây ra phản ứng giữa cacbon trong thép nóng chảy và oxy hòa tan trong thép nóng chảy trong điều kiện áp suất giảm, do đó làm giảm hàm lượng oxy hòa tan xuống còn 0,050% khối lượng hoặc thấp hơn, và sau khi hàm lượng oxy hòa tan trong thép nóng chảy còn bằng 0,050% khối lượng hoặc thấp hơn, bổ sung kim loại Al vào thép nóng chảy trong điều kiện áp suất giảm, do đó khử oxy thép nóng chảy, và

quá trình tiếp theo là đúc thép nóng chảy thành phôi tấm bằng máy đúc liên tục;

trong đó, nguồn MgO chứa hydroxit và carbonat sao cho khí sinh ra do sự phân hủy nhiệt gây ra bởi sự đốt nóng nguồn MgO đến nhiệt độ 1000°C là 5 mol hoặc cao hơn trên 1 kilogram nguồn MgO, và

trong đó, việc bổ sung Mn không được thực hiện cho đến khi kim loại Al được bổ sung vào thép nóng chảy trong thiết bị khử khí chân không sau khi thép nóng chảy được tháo từ lò thổi, và khi việc điều chỉnh hàm lượng Mn trong thép nóng chảy được yêu cầu, thì việc điều chỉnh hàm lượng Mn được thực hiện bằng cách bổ sung kim loại chứa Mn

vào thép nóng chảy trong điều kiện áp suất giảm sau khi thép nóng chảy được khử oxy nhờ kim loại Al,

[2] Phương pháp sản xuất thép được mô tả trong mục [1] được nêu trên, trong đó vật liệu cacbon được bổ sung vào thép nóng chảy ở thời điểm ban đầu của giai đoạn gây ra phản ứng giữa cacbon trong thép nóng chảy và oxy hòa tan trong thép nóng chảy trong điều kiện áp suất giảm.

[3] Phương pháp sản xuất thép được mô tả trong mục [1] hoặc mục [2] được nêu trên, trong đó lượng đúc thép nóng chảy trên mỗi dải trong vùng đúc ổn định của máy đúc liên tục là 4,5 tấn/m hoặc cao hơn nữa.

[4] Phương pháp sản xuất thép được mô tả trong mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3], trong đó hàm lượng oxy hòa tan trong thép nóng chảy ở thời điểm tháo từ lò thổi được điều chỉnh xuống còn 0,075% khối lượng hoặc thấp hơn.

Theo sáng chế, kim loại Al hoặc xỉ Al được bổ sung vào xỉ có trên bề mặt của thép nóng chảy được tháo từ lò thổi và sau đó nguồn MgO chứa hydroxit và carbonat được bổ sung vào xỉ trong gàu, sao cho các oxit dễ khử như sắt oxit hoặc mangan oxit trong xỉ được khử và điểm nóng chảy của xỉ được tăng lên để hóa rắn ít nhất một phần xỉ. Theo đó, hàm lượng của các oxit dễ khử trong xỉ trong gàu rót có thể được giảm xuống. Hơn nữa, do sự hóa rắn xỉ xảy ra bởi sự tăng cao điểm nóng chảy xỉ do sự bổ sung nguồn MgO chứa hydroxit và carbonat, lượng xỉ có thể chảy vào gàu chuyển từ gàu rót bị giảm xuống. Hơn nữa, xỉ được khuấy nhờ hơi H_2O và khí CO_2 sinh ra do sự phân hủy nhiệt của nguồn MgO chứa hydroxit và carbonat được bổ sung vào xỉ và vì vậy, ngay cả khi việc khuấy cưỡng bức không được thực hiện, vẫn có thể thực hiện tiến trình phản ứng giữa kim loại Al hoặc xỉ Al được nạp vào từ trước và xỉ một cách hiệu quả và để thúc đẩy sự phân tán và hòa tan MgO trong nguồn MgO vào xỉ. Trong trường hợp này, hơi H_2O được sinh ra ở giai đoạn trong đó nguồn MgO được đốt nóng đến nhiệt độ tương đối thấp ở mức khoảng $400^{\circ}C$ và khí CO_2 được sinh ra ở giai đoạn trong đó nguồn MgO được đốt nóng đến nhiệt độ tương đối cao ở mức khoảng $700^{\circ}C$. Do đó, xỉ được khuấy một cách hiệu quả bởi các loại khí được sinh ra duy trì được từ giai đoạn ban đầu sau khi bổ sung nguồn MgO. Hơn nữa, khi nguồn MgO kết tụ được sử dụng, nguồn MgO được bổ sung vào xỉ dễ dàng xuyên qua lớp xỉ và được phân tán vào trong đó. Nhờ các chức năng này, việc điều chỉnh

ổn định thành phần xỉ là có thể được ngay cả khi các chất được bổ sung có mức độ phân bố không đồng đều.

Ngoài ra, trong thiết bị khử khí chân không, cacbon trong thép nóng chảy và oxy hòa tan trong thép nóng chảy được thúc đẩy phản ứng với nhau trong điều kiện áp suất giảm, do đó làm giảm hàm lượng oxy hòa tan xuống còn 0,050% khối lượng hoặc thấp hơn, và sau đó, kim loại Al được bổ sung vào thép nóng chảy, do đó khử oxy của thép nóng chảy, và vì vậy, lượng sinh ra của chất được tạo ra do sự khử oxy được ngăn chặn. Ngoài ra, Mn không được bổ sung vào thép nóng chảy ở trạng thái chưa khử oxy và khi sự điều chỉnh hàm lượng Mn trong thép nóng chảy là cần thiết, việc điều chỉnh Mn được thực hiện bằng cách bổ sung Mn chứa kim loại vào thép nóng chảy sau khi thép nóng chảy được khử oxy nhờ kim loại Al và vì vậy, hàm lượng oxy hòa tan ở thời điểm bổ sung Mn là đủ thấp, nhờ đó sự tạo ra MnO do sự bổ sung Mn không xảy ra, do đó ngăn chặn được sự gia tăng hàm lượng MnO trong xỉ.

Tức là, sáng chế có thể đạt được đồng thời hiệu quả tăng cường độ sạch trên cơ sở làm giảm các oxit dễ khử trong xỉ, hiệu quả tăng cường độ sạch trên cơ sở làm giảm lượng xỉ chảy ra từ gàu rót và hiệu quả tăng cường độ sạch trên cơ sở một lượng nhỏ phát sinh của chất được tạo ra do sự khử oxy, do đó thực hiện được việc sản xuất thép có độ sạch cao với các lượng tạp chất cực kỳ nhỏ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó.

Sắt nóng chảy được nạp vào lò thổi và sự tinh luyện khử cacbon của sắt nóng chảy được thực hiện bằng cách cấp khí oxy vào sắt nóng chảy từ vòi phun phun từ đỉnh hoặc ống gió thổi từ phía dưới, do đó tạo ra thép nóng chảy. Trong lò thổi tinh luyện khử cacbon này, vôi sống được bổ sung vào sắt nóng chảy để điều chỉnh độ kiềm (% khối lượng CaO/% khối lượng SiO₂) của xỉ được tạo ra trong lò trong phạm vi từ 3 đến 5 và khi cần thiết, dolomit được bổ sung vào sắt nóng chảy để ngăn chặn sự xói mòn vật liệu chịu lửa của lò thổi. Ngoài ra, quặng mangan có thể được bổ sung vào sắt nóng chảy trong lò như là nguồn Mn để điều chỉnh thành phần thép nóng chảy. Tóm lại, là thích hợp để

thực hiện tinh luyện khử cacbon của sắt nóng chảy sử dụng giải pháp kỹ thuật tinh luyện khử cacbon trong lò thổi như thường được sử dụng.

Mặt khác, sáng chế đặt mục đích sản xuất thép sạch với lượng các tạp chất ở dạng vết và vì vậy, khi lượng chất được tạo ra do sự khử oxy sinh ra càng nhỏ, hiệu quả đạt được thép sạch càng cao. Theo đó, được ưu tiên là điều chỉnh hàm lượng oxy hòa tan trong thép nóng chảy ở thời điểm kết thúc tinh luyện khử cacbon xuống mức 0,075% khối lượng hoặc thấp hơn. Ở đây, oxy hòa tan không phải là oxy lơ lửng trong thép nóng chảy ở trạng thái oxit mà là oxy có trong thép nóng chảy ở trạng thái hòa tan.

Hàm lượng oxy hòa tan ở thời điểm kết thúc quá trình tinh luyện khử cacbon là tỷ lệ nghịch với hàm lượng cacbon trong thép nóng chảy và vì vậy, đến cuối quá trình tinh luyện khử cacbon ở trạng thái trong đó hàm lượng cacbon bằng 0,035% khối lượng hoặc cao hơn và tốt hơn nữa là bằng 0,040% khối lượng hoặc cao hơn, hàm lượng oxy hòa tan có thể được điều chỉnh đến 0,075% khối lượng hoặc thấp hơn. Mặt khác, sáng chế đặt mục đích với thép cacbon thấp (hàm lượng cacbon: xấp xỉ từ 0,02 đến 0,07% khối lượng) và thép cacbon cực thấp (hàm lượng cacbon: 0,0030% khối lượng hoặc thấp hơn). Khi hàm lượng cacbon trong thép nóng chảy ở thời điểm kết thúc quá trình tinh luyện khử cacbon vượt quá 0,10% khối lượng, quá trình tinh luyện khử cacbon trong điều kiện áp suất giảm trong thiết bị khử khí chân không trong bước tiếp theo bị kéo dài, do đó làm giảm năng suất. Theo đó, được ưu tiên là đặt hàm lượng cacbon trong thép nóng chảy ở thời điểm kết thúc quá trình tinh luyện khử cacbon xuống đến 0,10% khối lượng hoặc thấp hơn.

Thép nóng chảy thu được được tháo vào gàu rót từ lò thổi ở trạng thái chưa khử oxy mà không bổ sung bất kỳ tác nhân khử oxy nào như là Si, Al, Ti và Ca vào gàu rót. Dòng xoáy được tạo ra trong thép nóng chảy trong lò thổi ở giai đoạn cuối của quá trình tháo thép nóng chảy vào gàu rót từ lò thổi, tức là, ở thời điểm trong đó lượng thép nóng chảy trong lò thổi giảm xuống, xỉ trong lò thổi được cuốn theo dòng xoáy và chảy vào gàu rót cùng với thép nóng chảy và xỉ nằm lại phía trên thép nóng chảy trong gàu rót. Như được mô tả từ trước, mặc dù không thể bổ sung tác nhân khử oxy ở thời điểm tháo thép nóng chảy, vôi sống (hàm lượng CaO tinh khiết: xấp xỉ 95% khối lượng) có thể được bổ sung ở thời điểm tháo thép nóng chảy. Do sự bổ sung vôi sống, xỉ chảy vào gàu rót được

pha loãng sao cho hàm lượng các oxit dễ khử như sắt oxit và mangan oxit trong xỉ có thể được giảm xuống.

Đầu tiên, kim loại Al hoặc xỉ Al để khử các oxit dễ khử như sắt oxit và mangan oxit trong xỉ được bổ sung vào xỉ trong gàu rót. Đối với lượng bổ sung kim loại Al hoặc xỉ Al, lượng kim loại Al hoặc xỉ Al đủ để khử toàn bộ sắt oxit và mangan oxit trong xỉ hoặc một phần các oxit này đến hàm lượng mà sắt oxit và mangan oxit trở nên không bị ảnh hưởng bởi Al được đảm bảo. Cụ thể hơn, các lượng sắt oxit và mangan oxit trong xỉ được ước lượng trên cơ sở lượng oxy được hòa tan trong thép nóng chảy ở thời điểm kết thúc quá trình thổi trong lò thổi hoặc trên cơ sở hàm lượng cacbon trong thép nóng chảy sau khi tháo thép nóng chảy và lượng bổ sung kim loại Al hoặc xỉ Al được quyết định trên cơ sở ước lượng này. Nhìn chung, có xu hướng trong đó lượng oxit dễ khử trong xỉ là nhỏ khi lượng oxy được hòa tan trong thép nóng chảy là nhỏ (hàm lượng cacbon trong thép nóng chảy sau khi thép nóng chảy tháo là cao), trong khi đó lượng oxit dễ khử trong xỉ là lớn khi lượng oxy được hòa tan trong thép nóng chảy là lớn (hàm lượng cacbon trong thép nóng chảy sau khi tháo thép nóng chảy là thấp). Tuy nhiên, hàm lượng oxit dễ khử trong xỉ thay đổi do bị ảnh hưởng bởi chế độ sản xuất thép và vì vậy, mong muốn duy trì được độ chính xác theo sự phân tích xỉ trong gàu rót theo chu kỳ.

Ngay sau khi bổ sung kim loại Al hoặc xỉ Al vào xỉ trong gàu rót, nguồn MgO chứa hydroxit và carbonat được bổ sung vào xỉ trong gàu rót. Nhờ sự bổ sung nguồn MgO chứa hydroxit và carbonat này, hàm lượng MgO trong xỉ được điều chỉnh để tăng đến mức nằm trong phạm vi từ 6 đến 15% khối lượng. Khi hàm lượng MgO trong xỉ là thấp hơn 6% khối lượng, sự hóa rắn xỉ trong gàu rót trở nên không đạt yêu cầu dẫn đến việc tăng các khuyết tật do tạp chất trong thép nóng chảy không thể ngăn chặn được. Mặt khác, khi hàm lượng MgO trong xỉ vượt quá 15% khối lượng, mặc dù xỉ được hóa rắn, tính năng hấp thu vật liệu được tạo ra quá trình khử oxy của xỉ bị giảm sút và vì thế độ sạch bị xấu đi theo chiều hướng ngược lại. Theo phương án này, hàm lượng MgO trong xỉ là mức được tính toán với giả thiết rằng, MgO trong nguồn MgO bổ sung được hòa tan một cách đồng đều trong xỉ trong gàu rót, và với giả thiết rằng, hàm lượng MgO trong xỉ nằm trong phạm vi nêu trên ngay cả khi xỉ chứa một phần MgO không được hòa tan hoặc hàm lượng MgO trong xỉ về mặt cục bộ vượt quá phạm vi này. Người ta đã xác nhận theo

kinh nghiệm rằng lượng bổ sung cụ thể riêng của nguồn MgO chứa hydroxit và carbonat theo hướng dẫn là xấp xỉ từ 0,15 đến 0,4 kg/tấn thép nóng chảy dưới dạng hàm lượng MgO tinh. Tuy nhiên, lượng bổ sung của nguồn MgO chứa hydroxit và carbonat được thay đổi tương ứng với lượng dòng xỉ vào gàu rót và lượng bổ sung vôi sống vào trong gàu rót và vì vậy, cần phải tăng hoặc giảm lượng bổ sung nguồn MgO tương ứng với lượng dòng chảy ra của xỉ và lượng bổ sung của vôi sống.

Thành phần của xỉ trong gàu rót sau khi kim loại Al hoặc xỉ Al được bổ sung vào xỉ là tính theo hệ $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ hoặc hệ $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ và điểm nóng chảy của xỉ được tăng lên do MgO đưa vào xỉ từ nguồn MgO chứa hydroxit và carbonat. Do sự tăng điểm nóng chảy của xỉ, sự hóa rắn của xỉ bắt đầu và vùng của xỉ ở trạng thái nóng chảy bị giảm xuống. Hơn nữa, nguồn MgO chứa hydroxit và carbonat hút một lượng lớn nhiệt từ xỉ trong quá trình sinh khí bởi sự phân hủy nhiệt. Do hiệu ứng làm nguội này gây ra bởi nguồn MgO chứa hydroxit và carbonat, mức giảm nhiệt độ xỉ trung bình là tương đối nhanh so với trường hợp mà clanhke MgO được sử dụng như là nguồn MgO, cũng có hiệu quả thúc đẩy quá trình hóa rắn xỉ trong gàu.

Ngoài ra, nguồn MgO chứa hydroxit và carbonat được nạp vào trong gàu rót sinh ra hơi H_2O và khí CO_2 khi tiếp nhận nhiệt từ xỉ. Xỉ ở trong gàu rót được khuấy bởi hơi H_2O và khí CO_2 sinh ra do phản ứng phân hủy này và vì vậy, ngay cả khi việc khuấy cưỡng bức không được thực hiện đối với thép nóng chảy hoặc xỉ, vẫn có thể thực hiện tiến trình phản ứng hiệu quả giữa kim loại Al hoặc xỉ Al được nạp vào từ trước và xỉ. Để khuấy xỉ một cách hữu hiệu, được ưu tiên là sử dụng nguồn MgO trong đó khí sinh ra do sự phân hủy nhiệt gây ra bởi sự đốt nóng nguồn MgO đến nhiệt độ là 1000°C là 5 mol hoặc cao hơn trên 1 kg nguồn MgO. Ở đây, nhiệt độ thử nghiệm là 1000°C được sử dụng chỉ với điều kiện sử dụng chung để xác định sự tổn hao đánh lửa (tổn hao ig.). Giới hạn trên của lượng khí sinh ra do sự phân hủy nhiệt là không bị giới hạn. Tuy nhiên, trong trường hợp cần ngăn chặn sự sủi bọt trong xỉ, giới hạn trên thích hợp (khoảng 40 mol trên 1 kg nguồn MgO, chẳng hạn) có thể được đưa vào.

Được ưu tiên là sử dụng nguồn MgO chứa hydroxit và carbonat trong đó hơi H_2O sinh ra do sự phân hủy nhiệt của hydroxit là 3 mol hoặc cao hơn trên 1 kg nguồn MgO và khí CO_2 sinh ra do sự phân hủy nhiệt của carbonat là 2 mol hoặc cao hơn trên 1 kg nguồn

MgO. Trong trường hợp này, hơi H_2O được phát sinh trong giai đoạn trong đó nguồn MgO được đốt nóng đến nhiệt độ tương đối thấp ở mức khoảng $400^{\circ}C$ và khí CO_2 được sinh ra ở giai đoạn trong đó nguồn MgO được đốt nóng đến nhiệt độ tương đối cao ở mức khoảng $700^{\circ}C$. Do đó, xỉ được khuấy một cách hữu hiệu bởi các khí phát sinh lơ lửng từ giai đoạn ban đầu sau khi bổ sung nguồn MgO. Khi nguồn MgO không chứa hydroxit được sử dụng, thời điểm sinh ra khí được kích hoạt sau khi bổ sung nguồn MgO lên xỉ, nhờ đó xỉ có thể được hóa rắn trong khi nguồn MgO bị nổi lên trên xỉ, dẫn đến việc khuấy xỉ không đạt yêu cầu.

Hơn nữa, khi nguồn MgO kết hợp được sử dụng, nguồn MgO được bổ sung vào xỉ dễ dàng đâm xuyên vào lớp xỉ và được phân tán vào trong đó.

Nhờ các chức năng này, sự điều chỉnh ổn định thành phần xỉ là có thể được ngay cả khi các chất được bổ sung có sự phân tán không đồng đều ở mức độ nào đó.

Kích cỡ của nguồn MgO kết hợp không bị giới hạn miễn là sự đâm xuyên của nguồn MgO vào lớp xỉ diễn ra một cách nhanh chóng, mặc dù tốt hơn là xấp xỉ 2cm hoặc cao hơn theo kích cỡ hạt trung bình. Đối với giới hạn trên, xấp xỉ 5cm theo kích cỡ hạt trung bình được ưu tiên vì thúc đẩy sự hoàn tan nguồn MgO.

Đối với nguồn MgO được sử dụng theo phương án này, được ưu tiên là sử dụng nguồn MgO trong đó hàm lượng MgO trong nguồn MgO sau khi xử lý tổn hao đánh lửa ở nhiệt độ $1000^{\circ}C$ là 50% theo khối lượng hoặc cao hơn. Lý do là như sau. Vật liệu trong đó hàm lượng CaO , Al_2O_3 , SiO_2 hoặc tương tự lớn biểu thị hiệu quả làm tăng điểm nóng chảy nhỏ sao cho cần thiết để làm tăng lượng bổ sung nguồn MgO để nâng cao điểm nóng chảy của xỉ. Đối với nguồn MgO kết hợp chứa hydroxit và carbonat, sự kết hợp thành phần của chất liệu có thể được sử dụng. Chẳng hạn, nguồn MgO là thành phần kết hợp của chất liệu chứa hydroxit và carbonat có thể thu được bởi quá trình gồm bổ sung natri carbonat vào dung dịch lỏng muối magie, nhờ đó thu được sự kết tủa của thành phần phức hợp của magie carbonat và magie hydrat ở dạng bột và tạo bột thành dạng than bánh. Việc sử dụng chất thu được bằng cách tạo các hạt sơ cấp mịn của thành phần magie thành dạng kết hợp sử dụng chất kết dính như là xi măng như được nêu trên, làm nguồn MgO có các lợi ích như sau so với việc sử dụng các hạt thiêu kết tương đối lớn như là xỉ lò magie: vì diện tích bề mặt riêng là lớn hơn và còn vì lực bám dính giữa các hạt sơ cấp biến mất khi

nhệt độ được tăng lên, sự hòa tan và sự phân tán nguồn MgO vào xỉ được thúc đẩy và sự hóa rắn xỉ phát triển một cách đồng đều hơn. Hydroxit và carbonat chứa trong nguồn MgO không cần thiết bị hạn chế đối với thành phần magie. Hydroxit hoặc carbonat của các nguyên tố bất kỳ như Mg, Ca và Al cũng có thể tạo khí để khuấy xỉ và do đó có thể được trộn với bột magie oxit và chịu sự kết tụ vào nguồn MgO.

Sau khi nguồn MgO chứa hydroxit và carbonat được bổ sung vào xỉ trong gàu rót, gàu rót trong đó thép nóng chảy được chứa được chuyển vào thiết bị khử khí chân không như là thiết bị khử khí chân không RH hoặc thiết bị khử khí chân không DH.

Trong thiết bị khử khí chân không, ít nhất một phần thép nóng chảy bị lộ ra với môi trường khí quyển trong điều kiện áp suất giảm. Theo sáng chế, thép nóng chảy là ở trạng thái chưa khử oxy. Áp suất riêng phần của khí CO trong khí quyển trong điều kiện áp suất giảm là thấp và vì vậy, bằng cách để lộ thép nóng chảy với môi trường khí quyển trong điều kiện áp suất giảm, cacbon trong thép nóng chảy và oxy hòa tan trong thép nóng chảy phản ứng với nhau, do đó gây ra phản ứng tạo khí CO ($C+O \rightarrow CO$). Nhờ phản ứng này (được gọi là “phản ứng vây bọc”), hàm lượng cacbon trong thép nóng chảy và hàm lượng oxy được hoà tan trong thép nóng chảy được giảm xuống nhờ đó thép nóng chảy được đi vào trạng thái khử cacbon và khử oxy. Theo sáng chế, phản ứng vây bọc được tiếp tục cho đến khi hàm lượng oxy được hoà tan trong thép nóng chảy đạt mức 0,050% khối lượng hoặc thấp hơn, tốt hơn là 0,030% khối lượng hoặc thấp hơn. Lượng cacbon và oxy được giảm tương ứng theo tỷ lệ với các phân tử lượng tương ứng.

Khi hàm lượng cacbon trong thép nóng chảy được giảm nhờ phản ứng vây bọc, phản ứng vây bọc này khó xảy ra. Theo đó, được ưu tiên là, ở thời điểm ban đầu của giai đoạn trong đó phản ứng vây bọc xảy ra, nguyên liệu cacbon (than đá, graphit hoặc dạng tương tự) được bổ sung vào thép nóng chảy trong điều kiện áp suất giảm, nhờ đó hàm lượng cacbon trong thép nóng chảy được tăng lên và do đó phản ứng vây bọc được tăng tốc. Tuy nhiên, khi lượng bổ sung nguyên liệu cacbon là lớn quá mức sao cho hàm lượng cacbon trong thép nóng chảy trở nên cao hơn so với hàm lượng cacbon trong thành phần thép nóng chảy đích, việc xử lý khử cacbon để cấp nguồn oxy vào thép nóng chảy trở nên cần thiết và việc xử lý này làm tăng các tạp chất trong thép nóng chảy. Theo đó, cần phải xác định lượng bổ sung nguyên liệu cacbon cần phải bổ sung ở thời điểm phản ứng vây

bọc ở mức nằm trong phạm vi trong đó hàm lượng cacbon trong thép nóng chảy sau khi phản ứng vẩy bọc không vượt quá hàm lượng cacbon trong thành phần thép nóng chảy đích.

Phản ứng vẩy bọc được tiến hành một cách liên tục theo phương thức này và ở thời điểm mong muốn trong đó hàm lượng oxy được hoàn tan trong thép nóng chảy là 0,050% khối lượng hoặc thấp hơn và hàm lượng cacbon trong thép nóng chảy nằm trong phạm vi thành phần thép đích, thép nóng chảy được khử oxy nhờ bổ sung kim loại Al vào thép nóng chảy trong điều kiện áp suất giảm. Hàm lượng oxy hòa tan có thể được xác định, ví dụ, nhờ thiết bị đo sử dụng tế bào đo nồng độ oxy làm bộ cảm biến. Nhờ việc bổ sung kim loại Al, phản ứng xảy ra giữa Al được bổ sung và oxy hòa tan ($2\text{Al} + 3\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$) và vì vậy, hàm lượng oxy hòa tan được giảm mạnh đến khi hàm lượng chỉ còn xấp xỉ vài ppm và phản ứng vẩy bọc dừng lại. Với điều kiện là hàm lượng oxy hòa tan ở thời điểm trong đó kim loại Al được bổ sung vào xỉ là 0,050% khối lượng hoặc thấp hơn, không nhất thiết phải chỉ rõ hàm lượng oxy hòa tan. Tuy nhiên, hàm lượng oxy hòa tan càng thấp, lượng chất sinh ra do sự khử oxy trở nên càng nhỏ và vì vậy, được ưu tiên là làm cho hàm lượng oxy hòa tan càng thấp càng tốt. Lượng bổ sung kim loại Al được xác định là nằm trong khoảng từ 0,01 đến 0,07% khối lượng Al được hoàn tan trong thép nóng chảy sau khi oxy hòa tan được loại bỏ.

Việc bổ sung Mn không được thực hiện cho đến khi kim loại Al được bổ sung vào thép nóng chảy trong thiết bị khử khí chân không sau khi thép nóng chảy được tháo từ lò thổi. Được ưu tiên là không bổ sung Si cho đến khi thép nóng chảy được khử oxy nhờ kim loại Al theo cùng phương thức như đối với Mn.

Tuy nhiên, khi cần phải điều chỉnh các hàm lượng Mn hoặc Si theo các tiêu chuẩn đối với thành phần thép của thép nóng chảy được sản xuất, việc điều chỉnh thành phần được thực hiện bằng cách bổ sung nguồn Mn hoặc nguồn Si vào thép nóng chảy sau khi xử lý khử oxy sử dụng kim loại Al. Trong trường hợp này, việc điều chỉnh được thực hiện bằng cách sử dụng Mn chứa kim loại như là sắt mangan có hàm lượng cacbon cao (FMnH) hoặc mangan kim loại làm nguồn Mn. Sắt mangan có hàm lượng cacbon cao là rẻ nhất trong số các loại Mn chứa kim loại chứa xấp xỉ 7% khối lượng cacbon và hàm lượng cacbon trong thép nóng chảy được tăng lên với sự bổ sung sắt mangan có hàm

lượng cacbon cao. Do đó, bằng cách có tính đến lượng tăng hàm lượng cacbon do sự bổ sung Mn chứa kim loại như sắt mangan có hàm lượng cacbon cao, hàm lượng cacbon trong thép nóng chảy ở thời điểm kết thúc phản ứng vảy bọc được điều chỉnh. Vì mangan kim loại không chứa cacbon, khi mangan kim loại được sử dụng làm nguồn Mn, không cần phải tính đến lượng tăng của hàm lượng cacbon. Tiếp theo, khi cần thiết phải điều chỉnh lượng vết các nguyên tố bổ sung như Nb, V, B, Ca hoặc Ti, việc điều chỉnh được tiến hành sau khi xử lý khử oxy bằng kim loại Al.

Theo phương thức này, ngay cả khi hàm lượng Mn trong thép nóng chảy được điều chỉnh, thời điểm mà Mn chứa kim loại được bổ sung là thời điểm mà hàm lượng oxy hòa tan sau khi khử oxy nhờ Al là cực thấp và vì vậy, phản ứng không xảy ra giữa Mn trong Mn chứa kim loại và oxy hòa tan, nhờ đó sự phát sinh MnO mà là oxit dễ khử có thể được ngăn chặn ở thời điểm bổ sung Mn chứa kim loại.

Sau khi quá trình tinh chế khử khí trong thiết bị khử khí chân không kết thúc, gàu rót trong đó thép nóng chảy được chứa được vận chuyển đến máy đúc liên tục thổi tẩm và thổi tẩm được sản xuất bằng cách đúc sử dụng máy đúc liên tục. Trong máy đúc liên tục, theo quan điểm tăng năng suất, được ưu tiên là thổi tẩm được sản xuất bằng cách đúc tốc độ cao với lượng đúc thép nóng chảy trên mỗi dải là 4,5 tấn/m hoặc cao hơn trong vùng đúc đều đặn.

Cùng với tiến trình đúc trên máy đúc liên tục, lượng thép nóng chảy trong gàu rót được giảm xuống và mức thép nóng chảy trong gàu rót trở nên cực thấp ngay trước khi gàu rót được thay thế trong quá trình đúc liên tục liên tiếp. Theo đó, dòng xoáy được tạo ra trong thép nóng chảy trong gàu rót ở lân cận thép nóng chảy chảy qua lỗ [của vòi gàu] mà qua đó thép nóng chảy chảy qua vào gàu chuyển từ gàu rót. Xi trong gàu rót và các tạp chất trong thép nóng chảy có ở lân cận xi được cuốn theo dòng xoáy, chảy vào gàu chuyển và một phần xi và các tạp chất chảy vào gàu chuyển không thể nổi lên và chảy vào phía trong khuôn đúc, vì vậy, tạo các tạp chất trong thổi tẩm. Trong quá trình đúc tốc độ cao, tốc độ dòng của thép nóng chảy được rót vào gàu chuyển từ gàu rót là lớn và vì vậy, dòng xoáy được tạo ra ở trong gàu rót từ thời điểm trong đó lượng thép nóng chảy nằm lại trong gàu rót vẫn còn nhiều, nhờ đó tần suất mà xi trong gàu và các tạp chất trong thép nóng chảy có ở lân cận xi được cuốn theo dòng xoáy là cao.

Tuy nhiên, theo sáng chế, xỉ trong gàu được hóa rắn do sự bổ sung nguồn MgO chứa hydroxit và carbonat và vì vậy, xỉ trong gàu khó bị cuốn theo dòng xoáy và oxit dễ khử trong xỉ được giảm nhờ sự bổ sung kim loại Al hoặc xỉ Al và việc điều chỉnh hàm lượng Mn trong thành phần thép nóng chảy được thực hiện sau khi khử oxy nhờ Al, nhờ đó có thể ngăn chặn MnO không bị tạo mới và thế oxy của xỉ được giảm xuống, vì thế lượng các tạp chất trong thép nóng chảy có ở lân cận xỉ là nhỏ. Tiếp theo, quá trình khử oxy nhờ Al được thực hiện ở thời điểm trong đó hàm lượng oxy hòa tan là bằng 0,050% khối lượng hoặc thấp hơn và vì vậy, lượng phát sinh thực chất của chất được tạo ra do sự khử oxy bị giảm xuống. Nhờ sự kết hợp đồng thời của các hiệu quả này, độ sạch của thép nóng chảy có thể được đảm bảo. Kết quả là, ngay cả trong quy trình đúc tốc độ cao trong đó lượng đúc thép nóng chảy trên mỗi nhánh là 4,5 tấn/phút hoặc cao hơn, có thể thực hiện việc sản xuất tấm thép mỹ mãn về độ sạch với lượng các tạp chất ở dạng vết.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế được mô tả chi tiết hơn dưới đây kết hợp với các ví dụ cụ thể. Sáng chế được áp dụng cho các bước trong đó thép nóng chảy được tạo ra nhờ lò thổi được thổi theo hướng trên-dưới có năng suất lò là 300 tấn được tinh luyện nhờ thiết bị khử khí chân không RH và sau đó, phôi tấm dùng làm tấm thép mỏng được sản xuất bằng cách sử dụng máy đúc liên tục phôi tấm kiểu hai nhánh, mà đó là máy đúc phôi tấm có độ dày là 235mm và chiều rộng là 1100mm. Hơn nữa, với mục đích so sánh, các công đoạn luyện thép không nằm trong phạm vi sáng chế cũng được tiến hành. Các loại thép nóng chảy được tạo ra trong cùng điều kiện bằng cách phân bốn nhóm nhiệt vào một cụm và trong quá trình đúc liên tục, quá trình đúc liên tục liên tiếp của bốn nhóm nhiệt này được tiến hành và việc thử nghiệm được tiến hành bằng cách sử dụng bốn nhóm nhiệt như là một cụm.

Phôi tấm sản xuất được được cán nóng mà không áp dụng quy trình loại bỏ bề mặt sao cho tấm thép mỏng được sản xuất. Tấm thép mỏng thu được được cán nguội sau khi xử lý tẩy gỉ, lớp mạ thiếc được mạ lên tấm thép sau khi cán nguội và các khuyết tật bề mặt trên tấm thép được mạ thiếc gây ra bởi các tạp chất trên cơ sở oxit được khảo sát.

Bảng 1 thể hiện các điều kiện sản xuất thép và các chỉ số khuyết tật bề mặt được cho là do các tạp chất trên cơ sở oxit trong các tấm thép mỏng theo các ví dụ theo sáng

chế và các ví dụ so sánh. Ở đây, các chỉ số khuyết tật bề mặt được thể hiện trong bảng 1 là các trị số được biểu diễn dưới dạng các chỉ số bằng cách xác định mức độ suy giảm được cho là do các khuyết tật theo ví dụ so sánh 1 mà nguồn MgO là thành phần kết hợp của chất liệu chứa hydroxit và carbonat không được bổ sung như là chuẩn quy chiếu (1.00). Bi cầu MgO được sử dụng như là nguồn MgO là thành phần kết hợp của vật liệu chứa hydroxit và carbonat là tác nhân nung chảy được tạo thành dạng than bánh kết hợp có kích cỡ hạt là khoảng 30mm, sử dụng bột có thành phần được nêu cụ thể bao gồm magie hydrat, magie carbonat và magie oxit, hàm lượng $\text{Mg}(\text{OH})_2$ là khoảng 20% theo khối lượng hoặc cao hơn, hàm lượng MgCO_3 là khoảng 20% theo khối lượng hoặc cao hơn, lượng tổn hao do đánh lửa (được xử lý ở nhiệt độ là 1000°C) là khoảng 20% theo khối lượng hoặc cao hơn và hàm lượng MgO trong nguồn MgO sau khi xử lý sự tổn hao do đánh lửa là khoảng 80% theo khối lượng hoặc cao hơn. Hơi H_2O được sinh ra do sự phân hủy nhiệt là 3,4 mol hoặc cao hơn trên 1 kg nguồn MgO và khí CO_2 được sinh ra do sự phân hủy nhiệt là 2,4 mol hoặc cao hơn trên 1 kg nguồn MgO, khi nguồn MgO (bi cầu MgO) được đốt nóng đến nhiệt độ là 1000°C .

Trong mỗi ví dụ theo sáng chế và mỗi ví dụ so sánh, thép nóng chảy được tháo vào gàu rót ở trạng thái chưa khử oxy và sau đó xỉ Al được bổ sung vào xỉ trong gàu rót. Theo mỗi ví dụ theo sáng chế và một số ví dụ so sánh, các viên bi cầu MgO được bổ sung tiếp và việc điều chỉnh xỉ được tiến hành. Theo ví dụ so sánh 8, xỉ Al và clanhke MgO được bổ sung vào xỉ trong gàu rót, sau đó vòi phun được phủ vật liệu chịu lửa được nhúng vào thép nóng chảy đến độ sâu khoảng 2m và việc khuấy bằng cách phun khí Ar từ vòi phun với lượng $1\text{Nm}^3/\text{phút}$ được tiến hành trong 3 phút. Clanhke MgO được sử dụng trong ví dụ so sánh 8 được sản xuất bằng cách nung magie hydrat có nguồn gốc từ nước biển và chứa 90% theo khối lượng hoặc cao hơn MgO và các tạp chất, lượng các oxit như là SiO_2 , CaO , Al_2O_3 và Fe_2O_3 ở dạng vết.

Bảng 1

	Hàm lượng ở điểm cuối của lò thổi		Lượng bổ sung xỉ Al (kg/tấn thép nóng chảy)	Nguồn MgO		Hàm lượng MgO trong xỉ (% khối lượng)		Tình luyện khử khí RH		Đúc liên tục	Các chỉ số khuyết tật bề mặt trên tấm thép mỏng
	Carbon (% khối lượng)	Oxy (% khối lượng)		Dạng	Lượng bổ sung (kg/tấn thép nóng chảy)	Trước khi bổ sung nguồn MgO	Sau khi bổ sung nguồn MgO	Hàm lượng oxy trước khi bổ sung Al (% khối lượng)	Bổ sung nguồn Mn trong quá trình phản ứng vảy bọc		
Ví dụ 1 theo sáng chế	0,035	0,073	0,44	bi cầu MgO	0,35	4,60	9,73	0,021	Không bổ sung	4,5	0,30
Ví dụ 2 theo sáng chế	0,037	0,068	0,44	bi cầu MgO	0,30	4,55	8,60	0,021	Không bổ sung	4,5	0,29
Ví dụ 3 theo sáng chế	0,036	0,070	0,43	bi cầu MgO	0,70	4,12	13,40	0,024	Không bổ sung	4,5	0,31
Ví dụ 4 theo sáng chế	0,036	0,071	0,60	bi cầu MgO	0,41	3,85	9,85	0,021	Không bổ sung	4,5	0,25
Ví dụ 5 theo sáng chế	0,037	0,068	0,49	bi cầu MgO	0,44	4,33	9,00	0,021	Không bổ sung	5,4	0,33
Ví dụ so sánh 1	0,045	0,056	0,31	Không sử dụng	0	4,00	-	0,014	Có bổ sung	4,5	1,00
Ví dụ so sánh 2	0,056	0,044	0,55	bi cầu MgO	0,82	4,66	15,88	0,042	Không bổ sung	4,5	0,80
Ví dụ so sánh 3	0,032	0,077	0,39	Không sử dụng	0	4,20	-	0,028	Không bổ sung	4,5	0,72
Ví dụ so sánh 4	0,035	0,072	0,39	bi cầu MgO	0,20	3,90	5,40	0,014	Có bổ sung	4,5	0,85
Ví dụ so sánh 5	0,033	0,077	0,47	Không sử dụng	0	4,50	-	0,020	Có bổ sung	4,5	0,95
Ví dụ so sánh 6	0,031	0,080	0,43	bi cầu MgO	0,38	4,72	9,51	0,057	Không bổ sung	4,5	0,70
Ví dụ so sánh 7	0,039	0,064	0,51	bi cầu MgO	0,35	4,53	9,30	0,023	Có bổ sung	4,5	0,82
Ví dụ so sánh 8*	0,035	0,071	0,49	Clanhke MgO	0,46	3,94	8,83	0,021	Không bổ sung	4,5	0,61

*Thực hiện khuấy sau khi bổ sung clanhke MgO

Theo các ví dụ từ 1 đến 5 theo sáng chế, lượng các tạp chất có thể được giảm đến bằng 1/3 hoặc thấp hơn lượng các tạp chất theo ví dụ so sánh 1. Ngược lại, theo ví dụ so sánh 2 trong đó mặc dù bi cầu MgO là nguồn MgO chứa hydroxit và cacbonat, lượng bổ sung là lớn, vì thế hàm lượng MgO trong xỉ vượt quá phạm vi theo sáng chế và theo ví dụ so sánh 4 trong đó lượng bổ sung viên bi cầu MgO là nhỏ, vì thế hàm lượng MgO trong xỉ không đạt đến phạm vi theo sáng chế, hiệu quả làm giảm tạp chất hợp lý không đạt được. Ngoài ra, theo ví dụ so sánh 3 trong đó mặc dù nguồn Mn không được bổ sung trong quá trình phản ứng vẩy bọc trong thiết bị khử khí chân không RH, bi cầu MgO không được bổ sung, hiệu quả làm giảm tạp chất hợp lý có thể không đạt được. Theo ví dụ so sánh 6, mặc dù xỉ thành phần được điều chỉnh sử dụng bi cầu MgO, hàm lượng oxy hòa tan trong thép nóng chảy trước khi bổ sung Al là cao hơn 0,050% theo khối lượng và do đó hiệu quả giảm tạp chất hợp lý có thể không đạt được. Theo ví dụ so sánh 7, mặc dù xỉ thành phần được điều chỉnh bằng cách sử dụng bi cầu MgO, nguồn Mn được bổ sung trong quá trình phản ứng tôi vôi và do đó hàm lượng MnO trong xỉ tăng lên và hiệu quả giảm tạp chất hợp lý có thể không đạt được. Theo ví dụ so sánh 8 trong đó clinke MgO được bổ sung như là chất thay thế cho bi cầu MgO cùng với việc khuấy bởi sự tạo bọt để điều chỉnh xỉ, hiệu quả giảm tạp chất hợp lý có thể không đạt được.

Theo phương thức này, bằng cách ứng dụng sáng chế, có thể xác nhận rằng, ngay cả trong quá trình đúc tốc độ cao trong đó lượng đúc thép nóng chảy trên mỗi nhánh là 4,5 tấn/phút hoặc cao hơn, thép có độ sạch mỹ mãn với các lượng các tạp chất ở dạng vết có thể được sản xuất.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất thép, bao gồm:

quá trình tháo thép nóng chảy thu được bằng cách thực hiện việc tinh luyện khử cacbon đối với kim loại nóng vào gàu rót từ lò thổi ở trạng thái chưa khử oxy,

quá trình, sau khi tháo thép nóng chảy, bổ sung kim loại Al hoặc xỉ Al vào xỉ có trên thép nóng chảy trong gàu rót và sau đó bổ sung nguồn MgO vào xỉ, do đó khử các oxit dễ khử trong xỉ và điều chỉnh hàm lượng MgO trong xỉ đến mức từ 6 đến 15% khối lượng để hóa rắn ít nhất một phần xỉ bằng cách nâng điểm nóng chảy của xỉ trong gàu,

quá trình tiếp theo, trong thiết bị khử khí chân không, gây phản ứng giữa cacbon trong thép nóng chảy và oxy hòa tan trong thép nóng chảy trong điều kiện áp suất giảm, do đó làm giảm hàm lượng oxy hòa tan xuống còn 0,050% khối lượng hoặc thấp hơn và sau khi hàm lượng oxy hòa tan trong thép nóng chảy còn bằng 0,050% khối lượng hoặc thấp hơn, bổ sung kim loại Al vào thép nóng chảy trong điều kiện áp suất giảm, do đó khử oxy của thép nóng chảy, và

quá trình tiếp theo là đúc thép nóng chảy thành phôi tấm bằng máy đúc liên tục;

trong đó nguồn MgO chứa hydroxit và cacbonat sao cho khí sinh ra do sự phân hủy nhiệt gây ra bởi sự đốt nóng nguồn MgO đến nhiệt độ 1000⁰C là 5 mol hoặc cao hơn trên 1 kg nguồn MgO, và

trong đó việc khử oxy thép nóng chảy bởi Mn và việc điều chỉnh Mn trong thép nóng chảy không được thực hiện cho đến khi kim loại Al được bổ sung vào thép nóng chảy và thép nóng chảy được khử oxy bởi Al trong thiết bị khử khí chân không sau khi thép nóng chảy được tháo từ lò thổi, và khi việc điều chỉnh hàm lượng Mn trong thép nóng chảy được yêu cầu, thì việc điều chỉnh hàm lượng Mn được thực hiện bằng cách bổ sung kim loại chứa Mn vào thép nóng chảy trong điều kiện áp suất giảm sau khi thép nóng chảy được khử oxy nhờ kim loại Al.

2. Phương pháp sản xuất thép theo điểm 1, trong đó nguyên liệu cacbon được bổ sung vào thép nóng chảy ở thời điểm ban đầu của giai đoạn gây phản ứng giữa cacbon trong thép nóng chảy và oxy hòa tan trong thép nóng chảy trong điều kiện áp suất giảm.

3. Phương pháp sản xuất thép theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó lượng đúc thép nóng chảy trên một nhánh trong vùng đúc không thay đổi của máy đúc liên tục là 4,5 tấn/m hoặc cao hơn.
4. Phương pháp sản xuất thép theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó hàm lượng oxy hòa tan trong thép nóng chảy ở thời điểm tháo từ lò thổi được điều chỉnh đến 0,075% khối lượng hoặc thấp hơn.