



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
(51)^{2020.01} C21C 7/072; F27D 3/16; C04B 35/043; (13) B
C21C 5/48



1-0043599

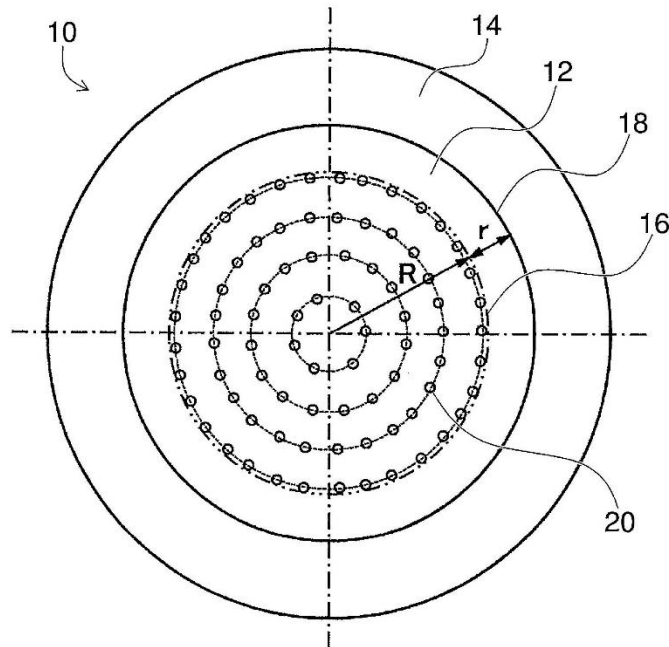
(21) 1-2021-01354 (22) 19/09/2019
(86) PCT/JP2019/036776 19/09/2019 (87) WO 2020/059801 26/03/2020
(30) 2018-177127 21/09/2018 JP
(45) 25/02/2025 443 (43) 26/07/2021 400A
(73) 1. JFE STEEL CORPORATION (JP)
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011 Japan
2. SHINAGAWA REFRACTORIES CO., LTD. (JP)
2-2-1 Otemachi, Chiyoda, Tokyo 1000004 Japan
(72) HOSOHARA Seiji (JP); IIDA Atsuhisa (JP); TORIGOE Atsushi (JP); FUJIYOSHI
Ryoma (JP).
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) VẬT LIỆU CHỊU LỬA DỪNG LÀM VÒI PHUN KHÍ VÀ VÒI PHUN KHÍ

(21) 1-2021-01354

(57) Sáng chế đề cập đến vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí với một hoặc nhiều ống kim loại cỡ nhỏ phun khí được chôn ở bên trong đã cải thiện độ bền. Vật liệu chịu lửa dùng làm đầu vòi phun khí bao gồm vật liệu chịu lửa trung tâm với ống kim loại cỡ nhỏ được chôn ở bên trong; và vật liệu chịu lửa ngoại vi bao xung quanh vật liệu chịu lửa trung tâm, trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm ở trên mặt phẳng của vật liệu chịu lửa dùng làm đầu vòi phun khí có hình dạng bên ngoài là hình tròn với bán kính nằm trong phạm vi từ $R + 10$ đến $R + 150\text{mm}$ đồng tâm với hình tròn ảo với bán kính nhỏ nhất bao xung quanh tất cả các ống kim loại cỡ nhỏ được chôn, R mm là bán kính của hình tròn ảo, vật liệu chịu lửa trung tâm là vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng cacbon nằm trong phạm vi từ 40% đến 80% theo khối lượng, hàm lượng Al kim loại nằm trong phạm vi từ 3% đến 8% theo khối lượng, và tỷ số khối lượng của hàm lượng Si kim loại trên hàm lượng Al kim loại nằm trong phạm vi từ 0,30 đến 1,0, và vật liệu chịu lửa ngoại vi là vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng cacbon nằm trong phạm vi từ 10% đến 25% theo khối lượng.

FIG. 1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí để phun khí vào trong chất nóng chảy từ đáy lò hoặc tương tự, vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí có một hoặc nhiều ống kim loại cỡ nhỏ phun khí được chôn trong vật liệu chịu lửa chứa cacbon, và vòi phun khí bao gồm vật liệu chịu lửa.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong các lò chuyển và các lò hồ quang điện, việc thổi từ đáy được thực hiện mà trong đó khí khuấy trộn (thường là khí trơ, chẳng hạn như nitơ hoặc argon) hoặc khí tinh luyện được phun vào trong chất nóng chảy từ đáy lò để cải thiện hiệu quả tinh luyện và sản lượng hợp kim. Phương pháp thổi từ đáy bao gồm các phương pháp (1) đến (3).

(1) Phương pháp ống đôi phun oxy để khử cacbon từ ống bên trong và phun khí hydrocacbon (propan, v.v.) để làm nguội phần tiếp xúc thép nóng chảy từ ống bên ngoài.

(2) Phương pháp phun khí trơ qua lỗ mở dạng khe được tạo ra giữa ống kim loại và gạch (phương pháp khe).

(3) Phương pháp chôn nhiều (một vài đến hàng trăm) ống kim loại cỡ nhỏ trong gạch chứa cacbon, cung cấp khí trơ vào các ống kim loại cỡ nhỏ từ đáy gạch qua ống dẫn khí và phân tích trữ khí, và phun khí trơ qua các ống kim loại cỡ nhỏ.

Trong các phương pháp (1) và (2), người ta thường sản xuất gạch ống cấp khí trước bằng phương pháp thông thường, để xử lý phần lắp đặt của ống đôi hoặc ống kim loại tạo thành khe, để phân chia gạch ống cấp khí thành hai hoặc bốn phần để tạo ra không gian để lắp đặt ống kim loại, thể lắp đặt ống kim loại phun khí trước, và để đặt gạch ống cấp khí xung quanh ống kim loại.

Đầu phun khí (vòi phun) được sử dụng trong phương pháp (3) được gọi là đầu phun có nhiều lỗ (sau đây được gọi là MHP-multiple hole plug). Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ rằng MHP có thể được kiểm soát ở lưu lượng dòng khí nằm trong phạm vi từ 0,01 đến 0,20 Nm³/(phút.t). Nhờ đó, các MHP dễ dàng được chấp nhận hơn so với phương

pháp ống đôi hoặc phương pháp khe.

Các MHP có cấu trúc mà trong đó nhiều ống kim loại cỡ nhỏ được ghép cặp vào phần tích trữ khí được chôn trong vật liệu chịu lửa chứa cacbon, chẳng hạn như gạch manhêdi-cacbon. Không giống như các vòi phun trong phương pháp ống đôi hoặc phương pháp khe, các MHP được sản xuất bằng phương pháp sau đây. Nguyên liệu thô chứa kết tập, chẳng hạn như nguyên liệu thô manhêdi, nguồn cacbon, chẳng hạn như graphit vảy, và chất kết dính, chẳng hạn như dầu hắc ín, các loại kim loại, hoặc nhựa phenolic, được nhào trộn bằng phương tiện nhào trộn, chẳng hạn như máy trộn tốc độ cao với hiệu suất phân tán cao, để chuẩn bị hỗn hợp cho vật liệu chịu lửa chứa cacbon mà có các ống kim loại cỡ nhỏ sẽ được chôn ở bên trong.

Các ống kim loại nhỏ được đặt ở trên và được chôn trong hỗn hợp dưới dạng lớp. Hỗn hợp được tạo hình với máy ép ở áp lực được xác định trước và sau đó được đưa vào quá trình xử lý nhiệt được xác định trước, chẳng hạn như làm khô hoặc nung kết. Sau đó, các ống kim loại cỡ nhỏ được liên kết bằng cách hàn vào thành phần tích trữ khí. Nhờ đó, MHP được tạo ra.

Ngoài ra, sau khi các ống kim loại cỡ nhỏ được liên kết bằng cách hàn vào thành phần tích trữ khí trước, hỗn hợp được cung cấp vào phần ngoại vi của các ống kim loại cỡ nhỏ, được tạo hình với máy ép ở áp lực được xác định trước, và sau đó được làm khô theo cách được xác định trước. Nhờ đó, MHP được tạo ra.

Các vòi phun thổi từ đáy bị hư hỏng (bị mòn) nhiều hơn nhiều so với các vật liệu chịu lửa, chẳng hạn như các thành lò, và là các thành phần quan trọng mà ảnh hưởng đến tuổi thọ của lò. Nhờ đó, nhiều đề xuất khác nhau đã được đưa ra để làm giảm bớt hư hỏng. Các cải thiện sau đây cũng được đề xuất cho các MHP. Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ rằng phần vòi phun khí của MHP và ống cấp khí ngoại vi có thể được làm liền khối để làm giảm xói mòn và mài mòn trước đó từ phần khớp. Tuy nhiên, kỹ thuật này không đủ hiệu quả và không thể là một biện pháp hiệu quả.

Các đề xuất sau đây đã được thực hiện như là các biện pháp chống lại việc hạ thấp các điểm nóng chảy của các ống kim loại cỡ nhỏ được chôn trong vật liệu chịu lửa do sự thấm cacbon (hư hỏng trước đó đối với các ống kim loại cỡ nhỏ). Tài liệu sáng

ché 3 bộc lộ rằng lớp oxit được tạo ra bằng cách phun nhiệt lên bề mặt của các ống thép không gỉ nhỏ được chôn trong vật liệu chịu lửa chứa cacbon, chẳng hạn như manhêdi-cacbon, để hạn chế sự thấm cacbon của các ống nhỏ. Các lò nấu luyện được sử dụng trong thời gian dài (ví dụ, từ hai đến sáu tháng), chẳng hạn như các lò chuyển, tuy nhiên, có vấn đề là lớp oxit có độ dày không đủ và có hiệu quả ngăn chặn sự thấm cacbon nhỏ.

Tài liệu sáng chế 4 bộc lộ rằng khối mộc được thiêu kết của vật liệu chịu lửa được đặt ở giữa ống kim loại cỡ nhỏ và vật liệu chịu lửa chứa cacbon để hạn chế sự thấm cacbon của ống kim loại cỡ nhỏ. Mặc dù kỹ thuật này có hiệu quả ngăn chặn sự thấm cacbon, trong các vòi phun với số lượng lớn ống kim loại cỡ nhỏ được chôn ở bên trong, khó đặt khối mộc được thiêu kết của vật liệu chịu lửa trong không gian hẹp ở giữa các ống kim loại cỡ nhỏ. Do đó khó áp dụng kỹ thuật này vào sử dụng thực tế.

Ngoài ra, phương pháp tạm thời đưa vật liệu chịu lửa chứa cacbon vào nung kết khử và sau đó ngâm tẩm vật liệu chịu lửa chứa cacbon với chất hữu cơ được chấp nhận theo các đề xuất sau. Tài liệu sáng chế 5 bộc lộ rằng cường độ nóng và khả năng chống ăn mòn của gạch manhêdi-cacbon mà được bổ sung bột Al kim loại có thể được cải thiện bằng cách nung kết gạch manhêdi-cacbon ở 500°C đến 1000°C và sau đó ngâm tẩm các lỗ xốp của gạch với chất hữu cơ với hiệu suất cacbon hóa là 25% hoặc lớn hơn. Tài liệu sáng chế 6 bộc lộ rằng khả năng chống nứt vỡ do nhiệt của gạch manhêdi-cacbon mà có bổ sung từ 0,5% đến 10% theo trọng lượng là antraxit nung có thể được cải thiện bằng cách đưa gạch manhêdi-cacbon vào nung kết khử ở 600°C đến 1500°C để làm giảm modun đàn hồi của gạch manhêdi-cacbon. Tài liệu này cũng bộc lộ rằng gạch manhêdi-cacbon được nung kết có thể được ngâm tẩm với nhựa đường, mà có thể cải thiện việc bít kín các lỗ xốp và cải thiện cường độ và khả năng chống vỡ vụn của gạch manhêdi-cacbon. Tuy nhiên, các kỹ thuật này không đủ hiệu quả và không thể là các biện pháp hiệu quả.

Danh sách tài liệu viện dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 59-31810

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 63-24008

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2000-212634

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2003-231912

Tài liệu sáng chế 5: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 58-15072

Tài liệu sáng chế 6: Đơn sáng chế Nhật Bản số 3201678

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Để cải thiện độ bền của các vòi phun khí (các MHP, v.v.) với các ống kim loại cỡ nhỏ được chôn trong các vật liệu chịu lửa chứa cacbon, nhiều nghiên cứu đã được thực hiện lên vật liệu và cấu trúc của các vật liệu chịu lửa, nhưng chưa đạt được đủ các hiệu quả cải thiện. Theo đó, mục đích của sáng chế là để giải quyết các vấn đề của tình trạng kỹ thuật hiện có như này và đề xuất vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí có độ bền cao với một hoặc nhiều ống kim loại cỡ nhỏ phun khí được chôn trong vật liệu chịu lửa chứa cacbon.

Giải pháp cho vấn đề

Các tác giả sáng chế cho rằng nguyên nhân gây hư hỏng cho các MHP được sử dụng trong các lò chuyển và các lò hồ quang điện chủ yếu xói mòn và mài mòn do thép nóng chảy chảy gần bề mặt làm việc của các vòi phun, bởi vì khí được phun vào trong các MHP từ các ống kim loại cỡ nhỏ. Biện pháp được nêu trong tài liệu sáng chế 2 được dựa trên giả định này. Các tác giả sáng chế cũng cho rằng sự hao mòn trước đây của các ống kim loại cỡ nhỏ do sự thấm cacbon hoặc tương tự làm tăng các hư hỏng. Nhờ đó, sự thấm cacbon của các ống kim loại cỡ nhỏ đã được ngăn chặn bằng các phương pháp như được mô tả trong tài liệu sáng chế 3 và tài liệu sáng chế 4. Các tác giả sáng chế cũng cho rằng được thổi mạnh trong khi thổi sẽ làm nguội vật liệu chịu lửa, và sự chênh lệch nhiệt độ giữa việc thổi và không thổi gây ra hư hỏng nứt vỡ. Các tác giả sáng chế cũng cho rằng các vật liệu chịu lửa chứa cacbon có cường độ thấp nhất ở xấp xỉ 600°C, nơi mà bề mặt làm việc bị nứt và bị hư hỏng. Do nhiều giả định như vậy, nên không có

kết luận nào được đưa ra. Do đó, các biện pháp đầy đủ đã không được thực hiện, và độ bền không phải lúc nào cũng đạt yêu cầu, như đã mô tả ở trên.

Để nghiên cứu các nguyên nhân thực sự gây ra hư hỏng cho các MHP, các tác giả sáng chế thu thập các MHP mà đã được sử dụng trong các lò thực tế và kiểm tra chi tiết cấu trúc tế vi của vật liệu chịu lửa ở gần bề mặt làm việc của các vòi phun. Các kết quả thể hiện rằng sự thay đổi nhiệt độ rất lớn nằm trong phạm vi từ 500°C đến 600°C xảy ra ở bên trong vật liệu chịu lửa ở độ sâu trong phạm vi xấp xỉ từ 10 đến 20mm từ bề mặt làm việc, và vết nứt song song với bề mặt làm việc đã xuất hiện ở phần này. Từ các nghiên cứu chi tiết lặp đi lặp lại ở vùng lân cận bề mặt làm việc của các MHP được sử dụng trong các lò thực tế, điều được kết luận là các MHP không bị hư hỏng do xói mòn hoặc mài mòn mà chủ yếu bị hư hỏng do sốc nhiệt gây ra bởi gradien nhiệt độ dốc đứng ở gần bề mặt làm việc.

Nhờ các nghiên cứu chuyên sâu nhằm cải thiện vật liệu để làm giảm ứng suất nhiệt trong các vật liệu chịu lửa dùng làm ống cấp khí, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc sử dụng các vật liệu chịu lửa với độ dẫn nhiệt cao (độ dẫn nhiệt cao dẫn đến gradien nhiệt độ giảm xuống) bởi hàm lượng C cao và với hệ số giãn nở nhiệt thấp là có hiệu quả. Tuy nhiên, hàm lượng C cao, dẫn đến sự giảm đáng kể về khả năng chống mài mòn hoặc khả năng chống xói mòn, và mài mòn hoặc xói mòn bởi kim loại nóng chảy rút ngắn đáng kể tuổi thọ của các vật liệu chịu lửa. Các nghiên cứu chuyên sâu hơn nữa đã cho thấy rằng các vấn đề có thể được giải quyết bằng cách đề xuất vật liệu MgO-C với hàm lượng C cao trong phần lân cận (phần trung tâm ở trong vùng được xác định trước) của ống kim loại cỡ nhỏ được làm nguội nhiều nhất và đề xuất ra vật liệu MgO-C với hàm lượng C thông thường ở ngoại vi (phần ngoại vi) của phần lân cận.

Cụ thể hơn, vật liệu chịu lửa (vật liệu MgO-C) với hàm lượng C thông thường trong phần ngoại vi làm giảm sự suy giảm về khả năng chống mài mòn và khả năng chống xói mòn. Mặt khác, vật liệu chịu lửa (vật liệu MgO-C) với hàm lượng C cao, độ dẫn nhiệt cao, và hệ số giãn nở nhiệt thấp trong phần lân cận của ống kim loại cỡ nhỏ làm giảm sự xuất hiện các vết nứt gây ra bởi sốc nhiệt. Các tác giả sáng chế cũng phát hiện ra rằng vật liệu chịu lửa với độ dẫn nhiệt cao được làm nguội bằng khí chảy qua

các ống kim loại cỡ nhỏ, và lớp đồng đặc hoặc thân đồng đặc của xỉ hoặc kim loại (mà thường được gọi là "nấm" và sau đây cũng được gọi là "nấm") được tạo ra ở trên phía bề mặt làm việc. Mũ nấm ngăn cách (bảo vệ) bề mặt vật liệu chịu lửa khỏi thép nóng chảy và làm giảm một cách hiệu quả sự hao mòn do mài mòn và xói mòn.

Sáng chế được dựa trên các phát hiện như này và được tổng kết lại như sau:

[1] Vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí với một hoặc nhiều ống kim loại cỡ nhỏ phun khí được chôn trong vật liệu chịu lửa chứa cacbon, bao gồm: vật liệu chịu lửa trung tâm với các ống kim loại cỡ nhỏ được chôn ở bên trong; và vật liệu chịu lửa ngoại vi bao xung quanh vật liệu chịu lửa trung tâm, trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm ở trên mặt phẳng của vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí có hình dạng bên ngoài là hình tròn với bán kính nằm trong phạm vi từ $R + 10$ đến $R + 150\text{mm}$ đồng tâm với hình tròn ảo với bán kính nhỏ nhất bao xung quanh tất cả các ống kim loại cỡ nhỏ được chôn, R mm là bán kính của hình tròn ảo, vật liệu chịu lửa trung tâm là vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng cacbon nằm trong phạm vi từ 40% đến 80% theo khối lượng, hàm lượng Al kim loại nằm trong phạm vi từ 3% đến 8% theo khối lượng, và tỷ số khối lượng của hàm lượng Si kim loại trên hàm lượng Al kim loại nằm trong phạm vi từ 0,30 đến 1,0, và vật liệu chịu lửa ngoại vi là vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng cacbon nằm trong phạm vi từ 10% đến 25% theo khối lượng.

[2] Vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí theo [1], trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm có hình dạng bên ngoài là hình tròn với bán kính nằm trong phạm vi từ $R + 40$ đến $R + 70\text{mm}$ đồng tâm với hình tròn ảo.

[3] Vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí theo [1] hoặc [2], trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm là vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng cacbon nằm trong phạm vi từ 40% đến 80% theo khối lượng, hàm lượng Al kim loại nằm trong phạm vi từ 5% đến 7% theo khối lượng, và tỷ số khối lượng của hàm lượng Si kim loại trên hàm lượng Al kim loại nằm trong phạm vi từ 0,30 đến 1,0.

[4] Vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí theo mục [1] hoặc [2], trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm là vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng cacbon nằm trong phạm vi từ 40% đến 80% theo khối lượng, hàm lượng Al kim loại nằm trong phạm vi từ

5% đến 7% theo khối lượng, và tỷ số khối lượng của hàm lượng Si kim loại trên hàm lượng Al kim loại nằm trong phạm vi từ 0,30 đến 0,45.

[5] Vòi phun khí bao gồm vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [4].

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí theo sáng chế có ít vết nứt do sốc nhiệt và có độ bền cao. Nhờ đó, vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí theo sáng chế có thể tạo ra vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí có tuổi thọ dài với tỷ lệ hư hỏng thấp.

Mô tả vắn tắt hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ bằng vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí 10 theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí theo sáng chế là vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí 10 với một hoặc nhiều ống kim loại cỡ nhỏ phun khí 20 được chôn trong vật liệu chịu lửa chứa cacbon. Vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí 10 bao gồm vật liệu chịu lửa trung tâm 12 với các ống kim loại cỡ nhỏ 20 được chôn ở bên trong và vật liệu chịu lửa ngoại vi 14 bao xung quanh vật liệu chịu lửa trung tâm 12.

Như được mô tả ở trên, nguyên nhân chính của sự hao mòn của các ống cấp khí MHP là sốc nhiệt. Cụ thể, phần lân cận của các ống kim loại cỡ nhỏ 20 của ống cấp khí MHP được làm nguội bằng khí chảy qua các ống kim loại cỡ nhỏ 20 và do đó có ứng suất nhiệt cao. Việc làm tăng hàm lượng C của vật liệu chịu lửa MgO-C để làm giảm sốc nhiệt hoặc ứng suất nhiệt là có hiệu quả. Vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng C được làm tăng lên, tuy nhiên, được hòa tan một cách dễ dàng trong thép nóng chảy và có khả năng chống mài mòn và khả năng chống xói mòn thấp hơn. Về mặt này, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng phần lân cận của các ống kim loại cỡ nhỏ 20 với hàm lượng C được làm tăng lên được làm nguội bằng khí chảy qua các ống kim loại cỡ nhỏ 20 do độ dẫn nhiệt cao của nó, do đó nấm xỉ hoặc kim loại được tạo ra ở trên phía bề mặt làm việc, và nấm bảo vệ bề mặt vật liệu chịu lửa khỏi thép nóng chảy và làm giảm

một cách hiệu quả sự hao mòn do mài mòn hoặc xói mòn.

Nhờ đó, theo sáng chế, vật liệu chịu lửa dùng làm vôi phun khí 10 bao gồm vật liệu chịu lửa trung tâm 12 với các ống kim loại cỡ nhỏ 20 được chôn ở bên trong và vật liệu chịu lửa ngoại vi 14 bao xung quanh vật liệu chịu lửa trung tâm 12, và vật liệu chịu lửa trung tâm 12 bao gồm vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng C cao. Tuy nhiên, trong các lò chuyển mà sản xuất các mác thép khác nhau, nấm thường co lại hoặc biến mất, ví dụ, trong quá trình sản xuất liên tục thép ở nhiệt độ cao. Trong trường hợp này, thép nóng chảy tiếp xúc với phần trung tâm của ống cấp khí. Các biện pháp để ngăn chặn sự gia tăng về tốc độ hao mòn ngay cả trong các trường hợp như này đã được nghiên cứu. Kết quả là, các tác giả đã phát hiện ra rằng sự bổ sung 3% hoặc lớn hơn theo khối lượng của Al kim loại, mà thường là 1,5% hoặc nhỏ hơn theo khối lượng (tối đa là 2,5% hoặc nhỏ hơn theo khối lượng) như chất chống oxy hóa, và sự bổ sung Si kim loại ở tỷ số khối lượng của kim loại Si trên Al kim loại nằm trong phạm vi từ 0,30 đến 1,0 để ngăn chặn sự bở vụn có thể cải thiện đáng kể khả năng chịu thép nóng chảy của vật liệu chịu lửa MgO-C và cũng ngăn chặn sự bở vụn.

Để tạo ra các hiệu quả nêu trên, vật liệu chịu lửa trung tâm 12 bao gồm vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng C cao cần phải có kích cỡ được xác định trước (hình dạng bên ngoài) được mô tả dưới đây.

Fig.1 là hình vẽ bằng vật liệu chịu lửa dùng làm vôi phun khí 10 theo phương án của sáng chế. Như được minh họa trên Fig.1, vật liệu chịu lửa trung tâm 12 ở trên mặt phẳng (bề mặt làm việc) của vật liệu chịu lửa dùng làm vôi phun khí 10 có hình dạng bên ngoài là hình tròn 18 với bán kính nằm trong phạm vi từ $R + 10$ đến $R + 150\text{mm}$ đồng tâm với hình tròn ảo 16 với bán kính nhỏ nhất bao xung quanh tất cả các ống kim loại cỡ nhỏ được chôn 20, R (mm) là bán kính của hình tròn ảo 16. Nói cách khác, trên Fig.1, hình tròn 18 tạo thành hình dạng bên ngoài của vật liệu chịu lửa trung tâm 12 có bán kính là $R + r$, trong đó r nằm trong phạm vi từ 10 đến 150mm. Khi hình tròn 18 tạo thành hình dạng bên ngoài của vật liệu chịu lửa trung tâm 12 có bán kính nhỏ hơn $R + 10\text{mm}$, các ống kim loại cỡ nhỏ 20 quá gần với phần biên ở giữa vật liệu chịu lửa ngoại vi 14 và vật liệu chịu lửa trung tâm 12, và các ống kim loại cỡ nhỏ 20 có thể bị biến

dạng khi vật liệu chịu lửa được tạo ra. Nhờ đó, hình tròn 18 tạo thành hình dạng bên ngoài của vật liệu chịu lửa trung tâm 12 cần phải có bán kính là $R + 10\text{mm}$ hoặc lớn hơn. Hình tròn 18 tạo thành hình dạng bên ngoài của vật liệu chịu lửa trung tâm 12 tốt hơn là có bán kính là $R + 40\text{mm}$ hoặc lớn hơn. Khi hình tròn 18 tạo thành hình dạng bên ngoài của vật liệu chịu lửa trung tâm 12 có bán kính lớn hơn $R + 150\text{mm}$, tuy nhiên, phần không được bọc với nắm được tạo ra ở trên bề mặt làm việc của vật liệu chịu lửa trung tâm 12 và bị hư hỏng khi tiếp xúc với thép nóng chảy. Nhờ đó, hình tròn 18 tạo thành hình dạng bên ngoài của vật liệu chịu lửa trung tâm 12 cần phải có bán kính là $R + 150\text{mm}$ hoặc nhỏ hơn. Hình tròn 18 tạo thành hình dạng bên ngoài của vật liệu chịu lửa trung tâm 12 tốt hơn là có bán kính là $R + 70\text{mm}$ hoặc nhỏ hơn. Nói cách khác, trên Fig.1, hình tròn 18 tạo thành hình dạng bên ngoài của vật liệu chịu lửa trung tâm 12 tốt hơn là có bán kính là $R + r$, trong đó r nằm trong phạm vi từ 40 đến 70mm. Mặt phẳng của vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí 10 ở đây dùng để chỉ bề mặt của vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí 10 mà vuông góc với các trục của các ống kim loại cỡ nhỏ 20.

Vật liệu chịu lửa MgO-C cấu thành nên vật liệu chịu lửa trung tâm 12 có hàm lượng cacbon nằm trong phạm vi từ 40% đến 80% theo khối lượng. Vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng cacbon là nhỏ hơn 40% theo khối lượng không có đủ khả năng chịu sốc nhiệt. Vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng cacbon là lớn hơn 80% theo khối lượng has khả năng chịu thép nóng chảy thấp và độ tin cậy thấp. Nhờ đó, vật liệu chịu lửa MgO-C cấu thành nên vật liệu chịu lửa trung tâm 12 cần phải có hàm lượng cacbon nằm trong phạm vi từ 40% đến 80% theo khối lượng.

Vật liệu chịu lửa MgO-C cấu thành nên vật liệu chịu lửa trung tâm 12 có hàm lượng Al kim loại nằm trong phạm vi từ 3% đến 8% theo khối lượng. Vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng Al kim loại nhỏ hơn 3% theo khối lượng có khả năng chịu thép nóng chảy thấp. Các hiệu quả này không thay đổi ngay cả khi nếu hàm lượng Al kim loại của vật liệu chịu lửa MgO-C vượt quá 8% theo khối lượng. Nhờ đó, vật liệu chịu lửa MgO-C cấu thành nên vật liệu chịu lửa trung tâm 12 cần phải có hàm lượng Al kim loại nằm trong phạm vi từ 3% đến 8% theo khối lượng xét về chi phí và độ an toàn.

Tỷ số khối lượng của hàm lượng Si kim loại trên hàm lượng Al kim loại của vật liệu chịu lửa MgO-C nằm trong phạm vi từ 0,30 đến 1,0. Khi tỷ số khối lượng của hàm lượng Si kim loại trên hàm lượng Al kim loại của vật liệu chịu lửa MgO-C nhỏ hơn 0,30, vật liệu chịu lửa MgO-C có khả năng chống bở vụn thấp. Khi tỷ số khối lượng của hàm lượng Si kim loại trên hàm lượng Al kim loại của vật liệu chịu lửa MgO-C vượt quá 1,0, khả năng chịu thép nóng chảy giảm xuống. Nhờ đó, tỷ số khối lượng của hàm lượng Si kim loại trên hàm lượng Al kim loại của vật liệu chịu lửa MgO-C cấu thành nên vật liệu chịu lửa trung tâm 12 cần nằm trong phạm vi từ 0,30 đến 1,0. Si kim loại được oxy hóa thành SiO_2 khi vật liệu chịu lửa tiếp xúc với không khí trong thời gian dài, ví dụ, do sự cố tắt trang thiết bị. Khi Si trở thành SiO_2 , cường độ của vật liệu chịu lửa bị giảm xuống do chất có điểm nóng chảy thấp được tạo ra giữa SiO_2 và MgO hoặc Al_2O_3 . Nhờ đó, hàm lượng Si kim loại tốt hơn là được giảm xuống, với điều kiện là khả năng chống bở vụn được thể hiện. Tỷ số khối lượng của hàm lượng Si kim loại trên hàm lượng Al kim loại của vật liệu chịu lửa MgO-C tốt hơn là nằm trong phạm vi từ 0,30 đến 0,45. Vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng Al kim loại nằm trong phạm vi từ 5% đến 7% theo khối lượng có thể cải thiện hơn nữa Khả năng chịu thép nóng chảy.

Vật liệu chịu lửa MgO-C cấu thành nên vật liệu chịu lửa ngoại vi 14 có hàm lượng cacbon nằm trong phạm vi từ 10% đến 25% theo khối lượng. Vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng cacbon là nhỏ hơn 10% theo khối lượng làm tăng hư hỏng do sốc nhiệt. Nhờ đó, vật liệu chịu lửa MgO-C cấu thành nên vật liệu chịu lửa ngoại vi 14 cần phải có hàm lượng cacbon là 10% hoặc lớn hơn theo khối lượng. Vật liệu chịu lửa MgO-C cấu thành nên vật liệu chịu lửa ngoại vi 14 tốt hơn là có hàm lượng cacbon là 15% hoặc lớn hơn theo khối lượng. Vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng cacbon là lớn hơn 25% theo khối lượng, tuy nhiên, có khả năng chống mài mòn hoặc khả năng chống xói mòn thấp và không thể có độ bền thỏa đáng. Nhờ đó, vật liệu chịu lửa MgO-C cấu thành nên vật liệu chịu lửa ngoại vi 14 cần phải có hàm lượng cacbon là 25% hoặc nhỏ hơn theo khối lượng.

Các ống kim loại cỡ nhỏ 20 có thể được làm bằng vật liệu bất kỳ và tốt hơn là được làm bằng vật liệu kim loại với điểm nóng chảy là 1300°C hoặc lớn hơn. Các ví dụ

về vật liệu kim loại với điểm nóng chảy là 1300°C hoặc lớn hơn bao gồm các vật liệu kim loại (các nguyên tố kim loại và các hợp kim) chứa một hoặc nhiều nguyên tố trong số trong số sắt, crom, coban, và nickel. Vật liệu kim loại thường được sử dụng cho các ống kim loại cỡ nhỏ 20 có thể là thép không gỉ (ferrit, mactensit, hoặc austenit), thép trơn, hoặc thép chịu nhiệt. Các ống kim loại cỡ nhỏ 20 tốt hơn là có đường kính trong nằm trong phạm vi từ 1 đến 4mm. Khó có thể cung cấp đủ khí để khuấy kim loại nóng chảy trong lò qua các ống kim loại cỡ nhỏ 20 với đường kính trong nhỏ hơn 1mm. Mặt khác, kim loại nóng chảy có thể chảy vào trong và bít kín các ống kim loại cỡ nhỏ 20 với đường kính trong lớn hơn 4mm. Các ống kim loại cỡ nhỏ 20 có độ dày thành trong phạm vi xấp xỉ từ 1 đến 2mm.

Số lượng các ống kim loại cỡ nhỏ 20 được chôn trong vật liệu chịu lửa chứa cacbon không bị giới hạn cụ thể và được xác định một cách thích hợp theo tốc độ phun khí yêu cầu và diện tích của phần hoạt động. Trong các lò mà yêu cầu tốc độ dòng chảy cao, chẳng hạn như các lò chuyển, xấp xỉ 60 đến 250 của các ống kim loại cỡ nhỏ 20 được chôn. Đối với tốc độ phun khí thấp trong các lò hồ quang điện, lò thùng tinh luyện, và tương tự, từ một đến mười ống kim loại cỡ nhỏ 20 được chôn.

Tiếp theo, phương pháp sản xuất vật liệu chịu lửa dùng làm vôi phun khí theo sáng chế được mô tả dưới đây. Các vật liệu chịu lửa chứa cacbon (vật liệu chịu lửa trung tâm 12 và vật liệu chịu lửa ngoại vi 14), mà chủ yếu bao gồm kết tập, nguồn cacbon, Al kim loại, và Si kim loại, có thể chứa các nguyên liệu phụ gia khác và các chất kết dính.

Kết tập trong các vật liệu chịu lửa chứa cacbon có thể là manhêdi, alumin, dolomit, zirconia, cromia, hoặc spinel (alumin-manhêdi hoặc cromia-manhêdi). Theo sáng chế, manhêdi được sử dụng như kết tập chính từ quan điểm về khả năng chịu kim loại nóng chảy và xỉ nóng chảy.

Nguồn cacbon trong các vật liệu chịu lửa chứa cacbon không bị giới hạn cụ thể và có thể là graphit vảy, graphit tróc nở, graphit đất, antraxit nung, dầu hắc ín có nguồn gốc từ dầu mỏ, hoặc muội than. Lượng của nguồn cacbon được bổ sung được xác định theo các hàm lượng cacbon của vật liệu chịu lửa trung tâm 12 và vật liệu chịu lửa ngoại vi 14. Các ví dụ về các nguyên liệu phụ gia khác với kết tập, nguồn cacbon, Al kim loại,

và Si kim loại bao gồm các loại kim loại, chẳng hạn như các hợp kim Al-Mg, và các cacbua, chẳng hạn như SiC và B₄C. Một hoặc nhiều phụ gia này có thể được sử dụng. Các lượng của các nguyên liệu phụ gia này thường là 3,0% hoặc nhỏ hơn theo khối lượng.

Các nguyên liệu thô của các vật liệu chịu lửa chứa cacbon thường bao gồm chất kết dính. Chất kết dính có thể là chất kết dính điển hình dùng cho các vật liệu chịu lửa định hình, chẳng hạn như nhựa phenolic hoặc dầu hắc ín lỏng. Lượng chất kết dính nằm trong phạm vi từ xấp xỉ 1% đến 5% theo khối lượng (đối với 100% của mỗi vật liệu chịu lửa ngoại trừ chất kết dính).

Vật liệu chịu lửa dùng làm vôi phun khí 10 theo sáng chế có thể được tạo ra bằng phương pháp đã biết. Mặc dù một phương pháp sản xuất ví dụ được mô tả dưới đây, sáng chế không bị giới hạn ở phương pháp này. Trước tiên, các nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa của vật liệu chịu lửa trung tâm 12 và các nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa của vật liệu chịu lửa ngoại vi 14 được trộn một cách độc lập trong máy trộn để chuẩn bị các hỗn hợp. Sau khi các ống kim loại cỡ nhỏ 20 được đặt tại các vị trí được xác định trước trong hỗn hợp dùng cho vật liệu chịu lửa trung tâm 12, hỗn hợp được tạo hình bằng cách ép đơn trục để tạo ra vật liệu chịu lửa trung tâm 12 với các ống kim loại cỡ nhỏ 20 được chôn ở bên trong. Sau đó, vật liệu chịu lửa trung tâm 12 được bao quanh với và được làm liền khối bằng cách ép đẳng tĩnh (CIP) với hỗn hợp dùng cho vật liệu chịu lửa ngoại vi 14 để tạo ra vật liệu cơ sở dùng cho vật liệu chịu lửa dùng làm vôi phun khí 10. Vật liệu cơ sở được đưa vào được quá trình xử lý nhiệt được xác định trước, chẳng hạn như làm khô, bằng phương pháp thông thường. Nếu cần thiết, hình dạng bên ngoài có thể được điều chỉnh một cách phù hợp.

Phương pháp đúc áp lực dùng cho vật liệu chịu lửa trung tâm 12 có thể là phương pháp đúc áp lực nhiều giai đoạn bao gồm trước tiên ép lượng nhỏ hỗn hợp trong khung, đặt các ống kim loại cỡ nhỏ 20 tại các vị trí được xác định trước trên hỗn hợp, nạp vào khung với lượng hỗn hợp được xác định trước, ép hỗn hợp, và thực hiện lặp lại việc đặt, nạp, và ép, hoặc phương pháp đúc áp lực đơn bao gồm ép toàn bộ lượng hỗn hợp chỉ trong một lần trong khi giữ mỗi đầu của các ống kim loại cỡ nhỏ 20 sao cho các ống kim

loại cỡ nhỏ 20 di chuyển với hỗn hợp trong khi ép. Các ống kim loại cỡ nhỏ 20 có thể được nối phần tích trữ khí bằng cách hàn sau khi hình thành vật liệu chịu lửa trung tâm 12, sau khi đúc vật liệu cơ sở, hoặc sau khi xử lý nhiệt vật liệu cơ sở, hoặc bằng cách đặt các ống kim loại cỡ nhỏ 20 với tấm bề mặt trên cùng của phần tích trữ khí được hàn trước trong hỗn hợp dùng cho vật liệu chịu lửa trung tâm 12 khi vật liệu chịu lửa trung tâm 12 được đúc. Các nguyên liệu thô của các vật liệu chịu lửa chứa cacbon có thể được nhào trộn theo phương pháp bất kỳ, ví dụ, bằng phương tiện nhào trộn được sử dụng như thiết bị nhào trộn dùng cho các vật liệu chịu lửa định hình, chẳng hạn như máy trộn tốc độ cao, tire máy trộn (máy trộn Corner), hoặc máy trộn Eirich. Hỗn hợp có thể được đúc bằng máy đúc một trục, chẳng hạn như ép thủy lực hoặc ép ma sát, hoặc máy ép được sử dụng đúc vật liệu chịu lửa, chẳng hạn như ép đẳng tĩnh (CIP). Các vật liệu chịu lửa chứa cacbon được đúc có thể được làm khô ở nhiệt độ nằm trong phạm vi từ 180°C đến 350°C trong xấp xỉ 5 đến 30 giờ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Phần dưới đây là các kết quả đánh giá về khả năng chịu thép nóng chảy của vật liệu chịu lửa MgO-C được sử dụng như vật liệu chịu lửa trung tâm trong vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí theo sáng chế. Các bảng 1 và 2 liệt kê nguyên liệu thô hợp phần của các mẫu vật liệu chịu lửa. Các mẫu vật liệu chịu lửa hình vuông cỡ 30mm và dài 160mm (các mẫu theo sáng chế và các mẫu so sánh) được chuẩn bị từ các hợp phần nguyên liệu thô được liệt kê trong các bảng 1 và 2. Các mẫu vật liệu chịu lửa này được ngâm trong thép nóng chảy (SS400) trong lò điện cao tần ở 1650°C trong 30 phút, và độ dày còn lại được đo. Lượng của sự hao mòn được xác định từ độ chênh lệch giữa độ dày trước khi thử nghiệm và độ dày sau khi thử nghiệm.

Để đánh giá khả năng chống bờ vụn, các mẫu vật liệu chịu lửa cỡ 25mm x 25mm x 25mm (các mẫu theo sáng chế và các mẫu so sánh) được chuẩn bị từ các hợp phần nguyên liệu thô được liệt kê trong các bảng 1 và 2. Sau khi xử lý nhiệt ở 1000°C trong 3 giờ trong bụi than cốc và xử lý trong khí quyển hơi nước ở 100°C trong 3 giờ, các mẫu vật liệu chịu lửa này được kiểm tra xem có vết nứt không. Sự hiện diện của các vết nứt

được đánh giá bằng kiểm tra trực quan. Các bảng 1 và 2 cũng thể hiện các kết quả này. Sự so sánh giữa các ví dụ từ 3 đến 5 và ví dụ so sánh 9 thể hiện rằng các mẫu theo sáng chế (các vật liệu chịu lửa MgO-C mà thỏa mãn các điều kiện cho vật liệu chịu lửa trung tâm theo sáng chế) đã cải thiện đáng kể khả năng chịu thép nóng chảy nhờ bổ sung Al kim loại. Các mẫu theo sáng chế được xác nhận là cũng có khả năng chống bờ vụn cao và không có vết nứt như trong vật liệu chịu lửa (Ví dụ so sánh 1) thường được sử dụng cho các vật liệu chịu lửa dùng làm ống cấp khí.

Bảng 1

Số mẫu theo sáng chế		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Các thành phần nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa (% theo khối lượng)	MgO	30	30	30	30	30	30	60	50	20	20
	Dolomit										
	Spinel (Al_2O_3 -MgO)										
	Graphit vảy	70	70	70	70	70	70	40	50	80	80
	Graphit tróc nở										
	Antraxit nung										
	Nhựa phenolic *1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Al kim loại *1	3,0	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	5,0	5,0	5,0	6,0
	Si kim loại *1	1,5	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,0	1,6	1,6	2,0
	Si kim loại/Al kim loại (tỷ số khối lượng)	0,50	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,80	0,32	0,32	0,33
Khả năng chịu thép nóng chảy	Độ hao mòn (mm)	1,7	1,6	1,4	1,2	1,5	1,0	1,6	1,4	1,9	1,8
Khả năng chống bờ vụn	Có vết nứt	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không

*1 Đối với 100% của vật liệu chịu lửa không bao gồm thành phần này

Bảng 2

Mẫu so sánh số		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Các thành phần nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa (% theo khối lượng)	MgO	80	80	30	30	30	30	10	60	30
	Dolomit									
	Spinel (Al_2O_3 -MgO)									
	Graphit vảy	20	20	70	70	70	70	90	40	70
	Graphit tróc nở									
	Antraxit nung									
	Nhựa phenolic *1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Al kim loại *1	0	3,0	5,0	4,5	4,5	3,0	6,0	0	0
	Si kim loại *1	0	0,5	1,0	0	1,0	0	1,5	0	0
	Si kim loại/Al kim loại (tỷ số khối lượng)	-	0,17	0,20	0	0,22	0	0,25	-	-
Khả năng chịu thép nóng chảy	Độ hao mòn (mm)	1,1	1,5	1,3	1,6	1,7	1,2	1,4	4,5	10,7
Khả năng chống bờ vụn	Có vết nứt	Không	Có	Có	Có	Có	Có	Có	Không	Không

*1 Đối với 100% của vật liệu chịu lửa không bao gồm thành phần này

Ví dụ 2

Như được minh họa trên Fig.1, vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí với 81 ống kim loại cỡ nhỏ đồng tâm được sản xuất ra. Các bảng từ 3 đến 6 liệt kê các điều kiện sản xuất cho các vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí.

Trên mặt phẳng của các vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí, hình tròn ảo với bán kính nhỏ nhất bao xung quanh tất cả các ống kim loại cỡ nhỏ được chôn có bán kính R là 50mm. Bán kính $R + r$ của vật liệu chịu lửa trung tâm được thay đổi nằm trong phạm vi từ $r = 5$ đến 200mm.

Các ống kim loại cỡ nhỏ được chôn trong vật liệu chịu lửa chứa cacbon là các ống thép trơn hoặc ống thép không gỉ cỡ nhỏ (SUS304) với đường kính ngoài là 3,5mm và đường kính trong là 2,0mm.

Các nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa của vật liệu chịu lửa được trộn theo các tỷ lệ được liệt kê trong các bảng từ 3 đến 6 và được nhào trộn trong máy trộn. Các ống kim loại cỡ nhỏ được đặt trong hỗn hợp cho vật liệu chịu lửa trung tâm. Vật liệu chịu

lửa trung tâm được đúc bằng cách ép đơn trực. Vật liệu chịu lửa trung tâm được bao quanh với hỗn hợp cho vật liệu chịu lửa ngoại vi, và vật liệu cơ sở được tạo hình bằng CIP. Sau đó, vật liệu cơ sở được làm khô theo phương pháp thông thường để thu được sản phẩm.

Các vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí được chuẩn bị theo các ví dụ và các ví dụ so sánh được sử dụng cho các gạch đáy lò xung quanh ống cấp khí thổi từ đáy của lò chuyển 250-tấn. Sau khi 2500 lần nạp liệu, tốc độ hao mòn (mm/giờ) được xác định từ độ dày còn lại của vật liệu chịu lửa, và tỷ số (chỉ số) tốc độ hao mòn được tính toán tương đối so với tốc độ hao mòn của ví dụ so sánh 1, mà được đặt là "1". Khả năng chống bờ vụn được xác định bằng cách kiểm tra trực quan các vết nứt ở thời điểm một tuần sau khi sử dụng.

Các bảng từ 3 đến 6 cũng thể hiện các kết quả sau. Các bảng từ 3 đến 6 thể hiện rằng trong lò chuyển thực tế mà nhận cú sốc nhiệt lớn, các vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí theo các ví dụ có tốc độ hao mòn thấp hơn và độ bền cao hơn so với các vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí theo các ví dụ so sánh. Không có vết nứt được tạo ra như trong ví dụ so sánh 1 ban đầu, cho thấy rằng sự bổ sung Al kim loại không có các ảnh hưởng xấu lên khả năng chống bờ vụn. Trong số các ví dụ, các vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí với vật liệu chịu lửa trung tâm bán kính nằm trong phạm vi từ R + 40 đến R + 70mm có độ bền đặc biệt cao. Trong ví dụ so sánh 18, lượng Al kim loại được bổ sung được tăng lên. Mặc dù ví dụ so sánh 18 có tốc độ hao mòn và khả năng chống bờ vụn gần giống như các ví dụ, vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí là đắt tiền do lượng lớn Al kim loại được bổ sung và có thể tạo ra amoniac, mà gây ra vấn đề về an toàn.

Bảng 3

Ví dụ số		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Các thành phần nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa trung tâm (a) (% theo khối lượng)	MgO	50	50	50	50	50	40	30	25	30	30
	Dolomit								5		
	Spinel (Al_2O_3 -MgO)						10				
	Graphit vảy	40	40	50	48	48	50	70	70	70	70
	Graphit tróc nở				2						
	Antraxit nung					2					
	Nhựa phenolic *1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Al kim loại *1	3,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	6,0
	Si kim loại *1	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,6
	Si kim loại/Al kim loại (tỷ số khối lượng)	0,43	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50	0,43
Các thành phần nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa ngoại vi (b) (% theo khối lượng)	MgO	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	Graphit vảy	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Graphit tróc nở										
	Nhựa phenolic *1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Số lượng ống kim loại cỡ nhỏ (-)	Thép tron nguyên liệu	-	-	81	81	81	-	-	-	-	-
	SUS304 nguyên liệu	126	126	-	-	-	81	126	168	126	126
r (mm)		50	50	50	50	50	60	60	70	60	60
Tỷ số tốc độ hao mòn (so với ví dụ so sánh 1)		0,65	0,54	0,57	0,56	0,58	0,57	0,55	0,59	0,57	0,54
Khả năng chống bỏ vụn (có vết nứt)		Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không

*1 Đối với 100% của vật liệu chịu lửa không bao gồm thành phần này

Bảng 4

Ví dụ số		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Các thành phần nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa trung tâm (a) (% theo khối lượng)	MgO	30	20	50	50	50	50	50	50	40	50
	Dolomit										
	Spinel (Al_2O_3 -MgO)										
	Graphit vảy	70	80	50	50	50	50	50	50	60	50
	Graphit tróc nở										
	Antraxit nung										
	Nhựa phenolic *1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Al kim loại *1	7,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	Si kim loại *1	3,6	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	5,0
Các thành phần nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa ngoại vi (b) (% theo khối lượng)	Si kim loại/Al kim loại (tỷ số khối lượng)	0,51	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	1,00
	MgO	80	80	80	80	80	88	85	75	80	80
	Graphit vảy	20	20	20	20	20	10	15	25	20	20
	Graphit tróc nở						2				
Số lượng ống kim loại cỡ nhỏ (-)	Nhựa phenolic *1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Thép tron nguyên liệu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SUS304 nguyên liệu	81	81	126	81	81	126	126	126	126	126
	r (mm)	40	40	10	100	150	10	10	10	40	10
Tỷ số tốc độ hao mòn (so với ví dụ so sánh 1)		0,55	0,59	0,58	0,54	0,58	0,59	0,57	0,57	0,58	0,59
Khả năng chống bờ vụn (có vết nứt)		Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không

*1 Đối với 100% của vật liệu chịu lửa không bao gồm thành phần này

Bảng 5

Ví dụ so sánh số		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Các thành phần nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa trung tâm (a) (% theo khối lượng)	MgO	80	80	75	10	10	80	10	80	80	80
	Dolomit										
	Spinel (Al_2O_3 -MgO)										
	Graphit vảy	20	20	20	85	90	20	85	20	20	20
	Graphit tróc nở			5				5			
	Antraxit nung				5						
	Nhựa phenolic *1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Al kim loại *1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	Si kim loại *1	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Si kim loại/Al kim loại (tỷ số khối lượng)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Các thành phần nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa ngoại vi (b) (% theo khối lượng)	MgO	80	80	80	80	80	80	80	93	91	65
	Graphit vảy	20	20	20	20	20	20	20	7	7	35
	Graphit tróc nở									2	
	Nhựa phenolic *1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Số lượng ống kim loại cỡ nhỏ (-)	Thép trơn nguyên liệu	81	-	-	-	126	126	126	-	-	-
	SUS304 nguyên liệu	-	81	126	126	-	-	-	126	126	126
r (mm)		50	50	50	8	8	180	200	50	50	50
Tỷ số tốc độ hao mòn (so với ví dụ so sánh 1)		1,00	0,98	0,95	1,41	1,50	1,22	1,43	1,38	1,25	1,18
Khả năng chống bờ vụn (có vết nứt)		Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không

*1 Đối với 100% của vật liệu chịu lửa không bao gồm thành phần này

Bảng 6

Ví dụ so sánh số		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Các thành phần nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa trung tâm (a) (% theo khối lượng)	MgO	50	50	50	10	50	50	50	30	30	30
	Dolomit										
	Spinel (Al_2O_3 -MgO)										
	Graphit vảy	50	50	50	90	50	50	50	70	70	70
	Graphit tróc nở										
	Antraxit nung										
	Nhựa phenolic *1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Al kim loại *1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3,0	8,5	4,0	5,0
	Si kim loại *1	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,80	4,80	5,00	6,00
	Si kim loại/Al kim loại (tỷ số khối lượng)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,27	0,56	1,25	1,20
Các thành phần nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa ngoại vi (b) (% theo khối lượng)	MgO	70	70	70	70	95	80	80	80	80	80
	Graphit vảy	30	30	30	30	5	20	20	20	20	20
	Graphit tróc nở										
	Nhựa phenolic *1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Số lượng ống kim loại cỡ nhỏ (-)	Thép trơn nguyên liệu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SUS304 nguyên liệu	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126
r (mm)		50	160	5	50	50	50	50	50	50	50
Tỷ số tốc độ hao mòn (so với ví dụ so sánh 1)		0,90	1,07	1,06	1,40	1,27	1,42	0,95	0,66	1,10	1,07
Khả năng chống bờ vụn (có vết nứt)		Không	Không	Không	Không	Không	Không	Có	Không	Không	Không

*1 Đối với 100% của vật liệu chịu lửa không bao gồm thành phần này

Danh sách số chỉ dẫn

10 vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí

12 vật liệu chịu lửa trung tâm

14 vật liệu chịu lửa ngoại vi

16 hình tròn ảo

18 hình tròn

20 ống kim loại cỡ nhỏ

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí với một hoặc nhiều ống kim loại cỡ nhỏ phun khí được chôn trong vật liệu chịu lửa chứa cacbon, bao gồm:

vật liệu chịu lửa trung tâm với các ống kim loại cỡ nhỏ được chôn ở bên trong; và vật liệu chịu lửa ngoại vi bao xung quanh vật liệu chịu lửa trung tâm,

trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm ở trên mặt phẳng của vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí có hình dạng bên ngoài là hình tròn với bán kính nằm trong phạm vi từ $R + 10$ đến $R + 150\text{mm}$ đồng tâm với hình tròn ảo với bán kính nhỏ nhất bao xung quanh tất cả các ống kim loại cỡ nhỏ được chôn, R mm là bán kính của hình tròn ảo,

vật liệu chịu lửa trung tâm là vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng cacbon nằm trong phạm vi từ 40% đến 80% theo khối lượng, hàm lượng Al kim loại nằm trong phạm vi từ 3% đến 8% theo khối lượng, và tỷ số khối lượng của hàm lượng Si kim loại trên hàm lượng Al kim loại nằm trong phạm vi từ 0,30 đến 1,0, và

vật liệu chịu lửa ngoại vi là vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng cacbon nằm trong phạm vi từ 10% đến 25% theo khối lượng.

2. Vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí theo điểm 1, trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm có hình dạng bên ngoài là hình tròn với bán kính nằm trong phạm vi từ $R + 40$ đến $R + 70\text{mm}$ đồng tâm với hình tròn ảo.

3. Vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí theo điểm 1 hoặc 2, trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm là vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng cacbon nằm trong phạm vi từ 40% đến 80% theo khối lượng, hàm lượng Al kim loại nằm trong phạm vi từ 5% đến 7% theo khối lượng, và tỷ số khối lượng của hàm lượng Si kim loại trên hàm lượng Al kim loại nằm trong phạm vi từ 0,30 đến 1,0.

4. Vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí theo điểm 1 hoặc 2, trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm là vật liệu chịu lửa MgO-C với hàm lượng cacbon nằm trong phạm vi từ 40% đến 80% theo khối lượng, hàm lượng Al kim loại nằm trong phạm vi từ 5% đến 7% theo khối lượng, và tỷ số khối lượng của hàm lượng Si kim loại trên hàm lượng Al kim loại nằm trong phạm vi từ 0,30 đến 0,45.

5. Vòi phun khí bao gồm vật liệu chịu lửa dùng làm vòi phun khí theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4.

1 / 1

FIG. 1

