



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

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

(11)



1-0045914

(51)^{2020.01} C21C 5/48; F27D 3/16; F27D 27/00;
F27B 3/22; F27D 1/10

(13) B

(21) 1-2021-06148

(22) 24/03/2020

(86) PCT/JP2020/013057 24/03/2020

(87) WO2020/203471 08/10/2020

(30) 2019-073097 05/04/2019 JP

(45) 26/05/2025 446

(43) 25/01/2022 406A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011, Japan

(72) HOSOHARA Seiji (JP); TORIGOE Atsushi (JP); FUJIYOSHI Ryoma (JP).

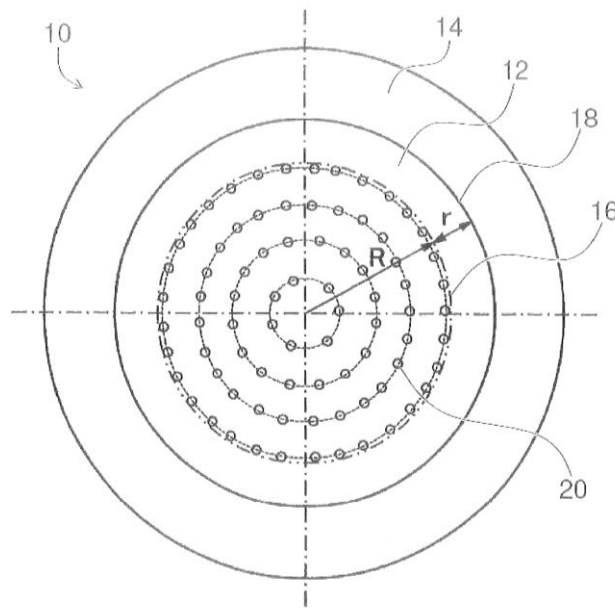
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) THÙNG TÍNH LUYỆN ĐỂ NẤU CHÁY Ở NHIỆT ĐỘ CAO

(21) 1-2021-06148

(57) Sáng chế đề cập đến thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao có vòi thổi khí với độ bền cao. Thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao bao gồm vật liệu chịu lửa cho vòi thổi khí bao gồm vật liệu chịu lửa trung tâm nhúng với các ống kim loại mỏng, và vật liệu chịu lửa bên ngoài bao xung quanh vật liệu chịu lửa trung tâm. Vật liệu chịu lửa cho vòi thổi khí có hình chiếu ngang trong đó bán kính tối thiểu của đường tròn tương đương bao trùm tất cả các ống kim loại mỏng nhúng trong vật liệu chịu lửa trung tâm là R (mm), trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm có rìa ngoài nằm giữa một đường tròn đồng tâm với đường tròn tương đương và có bán kính là $R+10$ mm, và một đường tròn khác đồng tâm với đường tròn tương đương và có bán kính là $R+150$ mm. Vật liệu chịu lửa trung tâm được tạo thành từ vật liệu chịu lửa MgO-C có hàm lượng cacbon từ 30 đến 80% khối lượng, và vật liệu chịu lửa bên ngoài được tạo thành từ vật liệu chịu lửa MgO-C có hàm lượng cacbon từ 10 đến 25% khối lượng.

[FIG. 1]



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lò chuyển, lò nung điện, và các loại thùng để tinh luyện nấu chảy ở nhiệt độ cao, đặc biệt, thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao được trang bị vòi thổi khí ở đáy lò.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các lò chuyển và lò nung điện liên quan đến thổi từ đáy, quy trình mà khí khuấy (thường là khí trơ như nitơ hoặc argon) và khí tinh luyện được thổi vào kim loại nóng chảy qua đáy lò để cải thiện hiệu quả tinh luyện và hiệu suất hợp kim. Ví dụ, các phương pháp (1) đến (3) sau đây là khả dụng cho thổi từ đáy.

(1) Phương pháp đường ống đôi mà oxy được thổi qua đường ống bên trong cho mục đích khử cacbon, trong khi khí hydrocacbon (như propan) được thổi qua đường ống bên ngoài để làm mát các khu vực tiếp xúc với thép nóng chảy.

(2) Phương pháp thổi khí trơ qua khe mở được tạo ra từ khoảng trống giữa đường ống kim loại và viên gạch (phương pháp khe).

(3) Phương pháp sử dụng số lượng lớn các ống kim loại mỏng (vài đến vài trăm) nhúng trong viên gạch có chứa cacbon, và thổi khí trơ qua các ống kim loại mỏng bằng cách cung cấp nó vào các ống kim loại mỏng từ đáy gạch thông qua đường ống dẫn khí và bình chứa khí.

Thông thường, các phương pháp (1) và (2) sử dụng viên gạch ống bể được làm trước bằng phương pháp thông thường, và là phương pháp phổ biến mà một phần gạch được xử lý để lắp đặt đường ống đôi hoặc đường ống kim loại tạo thành khe, hoặc chia viên gạch ống bể thành hai hoặc bốn phần để cung cấp không gian để lắp đặt đường ống kim loại. Để lắp đặt, các viên gạch ống bể được đặt quanh đường ống kim loại thiết lập trước đó được dùng để thổi khí.

Phương pháp (3) sử dụng phích cắm thổi khí (vòi) gọi là phích cắm nhiều lỗ (sau đây, được gọi là "MHP" - multiple-hole plug). Ví dụ, Tài liệu sáng chế 1 hướng

dẫn rằng MHP có thể điều khiển lưu lượng khí trong phạm vi từ 0,01 đến 0,20 Nm³/phút.t. Điều này khiến MHP dễ dàng áp dụng hơn phương pháp đường ống đôi và phương pháp khe.

MHP được cấu trúc để bao gồm số lượng lớn các ống kim loại mỏng nối với bình chứa khí và nhúng trong vật liệu chịu lửa có chứa cacbon như viên gạch magie-cacbon. Bởi vì cấu tạo này, MHP được sản xuất bằng cách sử dụng các phương pháp khác với các phương pháp được dùng để chế tạo các vòi sử dụng phương pháp đường ống đôi và phương pháp khe.

Đặc biệt, nguyên liệu thô được chế biến từ chất tổng hợp như magie nguyên liệu thô với sự bổ sung nguồn cacbon (ví dụ, graphit dạng vảy), nhựa đường, các loại kim loại, và chất kết dính như nhựa phenolic được nhào trộn sử dụng các phương thức nhào trộn phân tán cao như máy trộn tốc độ cao để thu được vật liệu được nhào trộn được dùng để làm vật liệu chịu lửa có chứa cacbon để nhúng với các ống kim loại mỏng.

Để sản xuất MHP, ví dụ, các ống kim loại mỏng được nhúng theo kiểu nhiều lớp trong khi được đặt trên vật liệu được nhào trộn, và tiếp nối bởi đúc dưới áp suất xác định trước sử dụng máy ép, trước khi xử lý nhiệt xác định trước như sấy khô và nung (các ống kim loại mỏng được hàn vào bộ phận bình chứa khí sau khi sản xuất). Ngoài ra, các ống kim loại mỏng được hàn trước vào bộ phận bình chứa khí, và vật liệu được nhào trộn, đổ đầy khu vực xung quanh, được đúc dưới áp suất xác định trước sử dụng máy ép trước khi sấy khô xác định trước.

Vòi thổi từ đáy trải qua lượng hư hỏng (mài mòn) lớn hơn vật liệu chịu lửa như thành lò, và, bởi vì nó là bộ phận quan trọng quyết định tuổi thọ của lò, các đề xuất khác nhau đã được đưa ra để giảm thiệt hại. Đối với các MHP, những cải tiến sau đã được đề xuất, ví dụ.

Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ MHP với phần vòi thổi khí liền khối với ống bể xung quanh, và MHP như vậy có thể ít bị xói mòn và mài mòn từ các phần khớp nối. Tuy

vậy, kỹ thuật này chỉ có tác dụng hạn chế, và không thể cung cấp biện pháp hữu hiệu.

Các đề xuất sau đã được đưa ra như là các biện pháp đối phó đối với sự suy giảm của điểm nóng chảy do sự thấm cacbon của các ống kim loại mỏng nhúng trong vật liệu chịu lửa (hư hỏng sớm của các ống kim loại mỏng).

Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ việc hình thành lớp oxit trên các bề mặt của các ống kim loại mỏng bởi phun nhiệt, để làm giảm sự thấm cacbon của các ống kim loại thép không gỉ mỏng nhúng trong vật liệu chịu lửa có chứa cacbon như magie-cacbon. Tuy vậy, vấn đề với kỹ thuật này là lớp oxit, bởi vì không đủ độ dày, hiệu quả ngăn chặn sự thấm cacbon là nhỏ trong lò tinh luyện thiết kế để sử dụng lâu dài (ví dụ, 2 đến 6 tháng), như trong lò luyện thép.

Tài liệu sáng chế 4 bộc lộ việc lắp đặt thân thiêu kết vật liệu chịu lửa giữa các ống kim loại mỏng và vật liệu chịu lửa có chứa cacbon, để làm giảm sự thấm cacbon của các ống kim loại mỏng. Trong khi kỹ thuật này có hiệu quả ngăn chặn sự thấm cacbon, ứng dụng thực tế khó đạt được tại vì khoảng cách giữa các ống kim loại mỏng là quá hẹp để cho phép lắp đặt dễ dàng thân thiêu kết vật liệu chịu lửa trong vò nhúng với số lượng lớn ống kim loại mỏng.

Các kỹ thuật khác sử dụng phương pháp nhò đó vật liệu chịu lửa có chứa cacbon sau khi khử và nung được ngâm tẩm với vật liệu hữu cơ.

Tài liệu sáng chế 5 bộc lộ quy trình làm nóng viên gạch magie-cacbon với bột kim loại Al được thêm vào bằng cách nung nó từ 500 đến 1000°C, và ngâm tẩm các lỗ gạch với vật liệu hữu cơ có hiệu suất cacbon hóa từ 25% trở lên. Tài liệu sáng chế 5 tuyên bố rằng điều này cải thiện độ bền nóng của gạch magie-cacbon trong khi đồng thời cải thiện khả năng chống ăn mòn. Tài liệu sáng chế 6 bộc lộ khử và nung viên gạch magie-cacbon từ 600 đến 1500°C sau khi thêm 0,5 đến 10% trọng lượng antraxit được nung để giảm mô đun đàn hồi của gạch magie-cacbon. Nó được tuyên bố rằng khả năng chống nứt vỡ nhiệt có thể cải thiện với kỹ thuật này. Tài liệu kỹ thuật liên quan này cũng mô tả việc ngâm tẩm hắc ín sau khi nung. Nó được tuyên bố rằng sự

ngâm tẩm hắc ín đảm bảo việc bịt kín các lỗ, gia tăng độ bền, và cải thiện khả năng chống trượt. Tuy vậy, các kỹ thuật này chỉ tạo ra tác dụng hạn chế, và không thể cung cấp các biện pháp hữu hiệu.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP-A-S59-31810

Tài liệu sáng chế 2: JP-A-S63-24008

Tài liệu sáng chế 3: JP-A-2000-212634

Tài liệu sáng chế 4: JP-A-2003-231912

Tài liệu sáng chế 5: JP-A-S58-15072

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

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Như đã thảo luận ở trên, các vòi thổi khí (như các MHP) thuộc loại sử dụng vật liệu chịu lửa có chứa cacbon nhúng ống kim loại mỏng đã được nghiên cứu liên quan đến nguyên liệu vật liệu chịu lửa và cấu trúc để đạt được độ bền cao. Tuy vậy, những cải tiến trước đó vẫn không đạt yêu cầu. Theo đó mục đích của sáng chế là đề xuất một giải pháp cho các vấn đề ở phần tình trạng kỹ thuật, và đề xuất thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao được trang bị vòi thổi khí, trong khi có độ bền cao, có ít nhất một ống kim loại mỏng thổi khí nhúng trong vật liệu chịu lửa có chứa cacbon.

Giải pháp kỹ thuật

Do các ống kim loại mỏng phun dòng khí, xói mòn và mài mòn do dòng chảy của thép nóng chảy trong vùng lân cận của bề mặt vận hành của vòi đã được coi là nguyên nhân chính của hư hỏng trong các MHP dùng trong lò luyện thép và lò nung điện. Các biện pháp được thực hiện trong Tài liệu sáng chế 2 được dựa trên ý tưởng này. Các biện pháp khác chỉ ra khả năng thấm cacbon hoặc các yếu tố khác gây gia tăng thiệt hại là kết quả của việc các ống kim loại mỏng bị mài mòn trước so với bề

mặt vận hành. Các kỹ thuật trong Tài liệu sáng chế 3 và Tài liệu sáng chế 4 sử dụng ý tưởng này để ngăn chặn việc thấm cacbon của các ống kim loại mỏng. Một giả thuyết khác là, do vật liệu chịu lửa được làm mát bởi dòng khí tro trong lúc thổi, chênh lệch nhiệt độ khi khí được thổi và không được thổi có thể gây ra hư hỏng nứt vỡ. Các giả thuyết khác suy đoán rằng hư hỏng có thể xảy ra như là kết quả của nứt bề mặt vận hành xuất hiện khi nhiệt độ đạt tới gần 600°C , quanh đó vật liệu chịu lửa có chứa cacbon trở nên yếu nhất. Có những giả thuyết khác nhưng tất cả đều không đi đến kết quả. Do đó, không có biện pháp hữu hiệu nào được thực hiện, và mức độ bền hiện tại có thể đạt được không nhất thiết thỏa đáng, như đã thảo luận ở trên.

Để điều tra nguyên nhân thực tế của hư hỏng trong các MHP, các tác giả đã thu thập các sản phẩm (các MHP) thực sự được dùng trong các lò thực tế, và kiểm tra chặt chẽ cấu trúc vi mô của vật liệu chịu lửa trong vùng lân cận của bề mặt vận hành của vôi. Nghiên cứu cho thấy sự thay đổi nhiệt độ lớn đáng kể trong phạm vi từ 500 đến 600°C đã xảy ra trong vật liệu chịu lửa ở độ sâu khoảng 10 đến 20 mm từ bề mặt vận hành, và vết nứt, song song với bề mặt vận hành, đã được quan sát trong các phần này. Từ các kết quả của những bài kiểm tra chặt chẽ trong vùng lân cận của bề mặt vận hành của các sản phẩm thực sự được dùng trong các lò thực tế, các nhà sáng chế đã kết luận rằng dạng hư hỏng của các MHP được gây ra không phải bởi xói mòn hay mài mòn mà chủ yếu bởi sốc nhiệt do gradien nhiệt độ đột ngột xảy ra ở vùng lân cận của bề mặt vận hành.

Sau phát hiện này, các tác giả đã tiến hành các cuộc điều tra chi tiết hơn liên quan đến cải tiến vật liệu giảm ứng suất nhiệt tạo ra trong vật liệu chịu lửa cho các ống bể, và phát hiện ra rằng vật liệu chịu lửa giàu cacbon có độ dẫn nhiệt cao (độ dẫn nhiệt cao làm cho gradien nhiệt độ nhỏ hơn) và hệ số giãn nở nhiệt thấp có hiệu quả với mục đích này. Tuy vậy, việc tăng hàm lượng cacbon có xu hướng gây ra suy giảm nghiêm trọng khả năng chống mài mòn và khả năng chống xói mòn, và tuổi thọ giảm đáng kể là kết quả của mài mòn và xói mòn do kim loại nóng chảy. Sau khi nghiên cứu sâu hơn,

người ta nhận thấy rằng vấn đề này có thể được giải quyết với cấu trúc sử dụng vật liệu MgO-C giàu cacbon quanh các ống kim loại mỏng (phần trung tâm với diện tích xác định trước), nơi vật liệu chịu lửa trở nên mát nhất, và bằng cách bố trí vật liệu MgO-C hàm lượng cacbon thông thường quanh khu vực này (ở phần bên ngoài).

[0020]

Đặc biệt, vật liệu chịu lửa (vật liệu MgO-C) có hàm lượng cacbon thông thường được dùng ở phần bên ngoài để làm giảm sự suy giảm khả năng chống mài mòn và khả năng chống xói mòn. Quanh các ống kim loại mỏng, vật liệu chịu lửa giàu cacbon (vật liệu MgO-C) có độ dẫn nhiệt cao và hệ số giãn nở nhiệt thấp được sử dụng để làm giảm sự hình thành các vết nứt do sốc nhiệt. Bởi độ dẫn nhiệt cao, vật liệu chịu lửa này được làm mát bởi khí chảy vào các ống kim loại mỏng, và xỉ hoặc màng rắn bằng kim loại (còn được gọi là nham) được hình thành trên bên bề mặt vận hành. Màng rắn có tác dụng chặn (bảo vệ) bề mặt vật liệu chịu lửa khỏi thép nóng chảy, và có hiệu quả giảm hao mòn do mài mòn.

Sáng chế được thực hiện trên cơ sở những phát hiện này, và ý chính của sáng chế như sau.

[1] Thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao bao gồm vòi thổi khí được tạo cấu hình từ vật liệu chịu lửa cho vòi thổi khí với ít nhất một ống kim loại mỏng thổi khí nhúng trong vật liệu chịu lửa có chứa cacbon,

vật liệu chịu lửa cho vòi thổi khí bao gồm vật liệu chịu lửa trung tâm nhúng với ít nhất một ống kim loại mỏng, và vật liệu chịu lửa bên ngoài bao xung quanh vật liệu chịu lửa trung tâm,

vật liệu chịu lửa cho vòi thổi khí có hình chiếu ngang trong đó bán kính tối thiểu của đường tròn tương tượng bao trùm tất cả các ống kim loại mỏng nhúng trong vật liệu chịu lửa trung tâm là R (mm), trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm có rìa ngoài nằm giữa một đường tròn đồng tâm với đường tròn tương tượng và có bán kính là $R+10$ mm, và một đường tròn khác đồng tâm với đường tròn tương tượng và có bán kính là

R+150 mm, trong đó,

vật liệu chịu lửa trung tâm được tạo thành từ vật liệu chịu lửa MgO-C có hàm lượng cacbon từ 30 đến 80% khối lượng, và vật liệu chịu lửa bên ngoài được tạo thành từ vật liệu chịu lửa MgO-C có hàm lượng cacbon từ 10 đến 25% khối lượng.

[2] Thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao theo mục [1], trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm có rìa ngoài nằm giữa một đường tròn đồng tâm với đường tròn tường tượng và có bán kính là R+40 mm, và một đường tròn khác đồng tâm với đường tròn tường tượng và có bán kính là R+70 mm.

[3] Thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao theo mục [1] hoặc [2], trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm có rìa ngoài hình tròn đồng tâm với đường tròn tường tượng.

[4] Thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao theo mục bất kỳ từ [1] đến [3], trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm được tạo thành từ vật liệu chịu lửa MgO-C có hàm lượng cacbon từ 50 đến 70% khối lượng, và vật liệu chịu lửa bên ngoài được tạo thành từ vật liệu chịu lửa MgO-C có hàm lượng cacbon từ 15 đến 25% khối lượng.

[5] Thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao theo mục bất kỳ từ [1] đến [4], trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm chứa ít hơn 3,0% khối lượng của ít nhất một trong số các kim loại nhôm, silic kim loại, Al-Mg, SiC, và B₄C.

[6] Thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao theo mục bất kỳ từ [1] đến [5], trong đó vật liệu chịu lửa bên ngoài có rìa ngoài nằm giữa một đường tròn đồng tâm với đường tròn tường tượng và có bán kính là $R \times 2$, và một đường tròn khác đồng tâm với đường tròn tường tượng và có bán kính là $R \times 8$.

[7] Thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao theo mục bất kỳ từ [1] đến [6], trong đó thùng tinh luyện bao gồm vòi thổi khí ở phần đáy lõ.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao theo sáng chế có độ bền cao tại vì giảm được nứt vòi thổi khí do sốc nhiệt. Điều này cho phép thùng tinh luyện có tuổi

thọ kéo dài.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ nhìn từ trên xuống thể hiện phương án của vật liệu chịu lửa 10 cho vòi thổi khí, thể hiện vật liệu chịu lửa 10 cấu thành vòi thổi khí của thùng tinh luyện theo sáng chế.

Mô tả chi tiết bản sáng chế

Thùng tinh luyện theo sáng chế bao gồm vòi thổi khí được tạo cấu hình từ vật liệu chịu lửa 10 cho vòi thổi khí với ít nhất một ống kim loại mỏng thổi khí 20 nhúng trong vật liệu chịu lửa có chứa cacbon. Vật liệu chịu lửa 10 cho vòi thổi khí bao gồm vật liệu chịu lửa trung tâm 12 nhúng với các ống kim loại mỏng 20, và vật liệu chịu lửa bên ngoài 14 bao xung quanh vật liệu chịu lửa trung tâm 12.

Như đã thảo luận ở trên, sốc nhiệt là nguyên nhân chính gây mài mòn các ống bể MHP. Bởi vì các ngoại vi của các ống kim loại mỏng 20 trong ống bể MHP được làm mát bởi khí chảy vào các ống kim loại mỏng 20, những phần này của vật liệu chịu lửa trải qua ứng suất nhiệt lớn. Gia tăng hàm lượng cacbon của vật liệu chịu lửa MgO-C là cách hiệu quả để giảm sốc nhiệt và ứng suất nhiệt. Tuy vậy, vật liệu chịu lửa MgO-C có hàm lượng cacbon tăng dễ dàng hòa tan hơn trong thép nóng chảy, và khả năng chống mài mòn và khả năng chống xói mòn giảm. Liên quan đến vấn đề này, các nhà sáng chế phát hiện ra rằng, bởi độ dẫn nhiệt cao, các ngoại vi của các ống kim loại mỏng 20 với hàm lượng cacbon tăng sẽ được làm mát bởi khí chảy vào các ống kim loại mỏng 20, và điều này tạo thành xỉ hoặc màng kim loại rắn (nấm) trên bên bề mặt vận hành. Màng rắn có tác dụng bảo vệ bề mặt vật liệu chịu lửa khỏi thép nóng chảy, và có hiệu quả giảm hao mòn do mài mòn.

Do đó, trong sáng chế, vật liệu chịu lửa 10 cho vòi thổi khí cấu thành vòi thổi khí của thùng tinh luyện được tạo cấu hình từ vật liệu chịu lửa trung tâm 12 nhúng với các ống kim loại mỏng 20, và vật liệu chịu lửa bên ngoài 14 bao xung quanh vật liệu chịu lửa trung tâm 12, và vật liệu chịu lửa trung tâm 12 được tạo thành từ vật liệu chịu

lửa MgO-C giàu cacbon. Ví dụ, vật liệu chịu lửa tạo thành vật liệu chịu lửa trung tâm 12 và vật liệu chịu lửa bên ngoài 14 là viên gạch.

Vật liệu chịu lửa trung tâm 12 được tạo thành từ vật liệu chịu lửa MgO-C giàu cacbon cần phải có kích thước xác định trước (hình dạng bên ngoài) để thu được hiệu ứng được mô tả ở trên, như sau.

Fig.1 là hình vẽ nhìn từ trên xuống biểu diễn phương án của vật liệu chịu lửa 10 cho vòi thổi khí, thể hiện vật liệu chịu lửa 10 cấu thành vòi thổi khí của thùng tinh luyện theo sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.1, vật liệu chịu lửa 10 cho vòi thổi khí có hình chiếu ngang (bề mặt vận hành) trong đó bán kính tối thiểu của đường tròn tương tượng bao trùm tất cả các ống kim loại mỏng 20 nhúng trong vật liệu chịu lửa trung tâm 12 là R (mm) (khi được xem như mặt phẳng), trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm 12 có rìa ngoài nằm giữa một đường tròn đồng tâm với đường tròn tương tượng 16 và có bán kính là $R+10$ mm, và một đường tròn khác đồng tâm với đường tròn tương tượng 16 và có bán kính là $R+150$ mm. Nghĩa là, trên Fig.1, vật liệu chịu lửa trung tâm 12 có rìa ngoài lựa chọn tùy ý nằm trong phạm vi bán kính $R+r$, trong đó r là 10 mm trở lên và 150 mm trở xuống. Khi vật liệu chịu lửa trung tâm 12 có rìa ngoài với bán kính nhỏ hơn $R+10$ mm, các ống kim loại mỏng 20 quá gần với ranh giới giữa vật liệu chịu lửa bên ngoài 14 và vật liệu chịu lửa trung tâm 12, và các ống kim loại mỏng có thể trải qua biến dạng hoặc các khuyết tật khác trong khi đúc vật liệu chịu lửa. Do đó, vật liệu chịu lửa trung tâm 12 cần phải có rìa ngoài ít nhất lớn bằng đường tròn có bán kính là $R+10$ mm. Tốt hơn là, vật liệu chịu lửa trung tâm 12 có rìa ngoài ít nhất lớn bằng đường tròn đồng tâm với đường tròn tương tượng 16 và có bán kính là $R+40$ mm.

Khi vật liệu chịu lửa trung tâm 12 có rìa ngoài lớn hơn đường tròn đồng tâm với đường tròn tương tượng 16 và có bán kính là $R+150$ mm, bề mặt vận hành của vật liệu chịu lửa trung tâm 12 có những phần không được bao phủ bởi nắm, và hư hỏng xảy ra khi tiếp xúc với thép nóng chảy. Do đó, vật liệu chịu lửa trung tâm 12 cần phải có rìa ngoài không lớn hơn đường tròn đồng tâm với đường tròn tương tượng 16 và có

bán kính là $R+150$ mm. Tốt hơn là, vật liệu chịu lửa trung tâm 12 có rìa ngoài không lớn hơn đường tròn đồng tâm với đường tròn tường tượng 16 và có bán kính là $R+70$ mm. Trên FIG. 1, vật liệu chịu lửa trung tâm 12 tốt hơn là có rìa ngoài lựa chọn tùy ý nằm trong phạm vi bán kính $R+r$, trong đó r là 40 mm trở lên và 70 mm trở xuống. Tốt hơn là, vật liệu chịu lửa trung tâm 12 có rìa ngoài là đường tròn đồng tâm với đường tròn tường tượng 16. Ở đây, mặt phẳng của vật liệu chịu lửa 10 cho vòi thổi khí đồng thời biểu diễn mặt phẳng vuông góc với đường trục của các ống kim loại mỏng 20.

Vật liệu chịu lửa MgO-C tạo thành vật liệu chịu lửa trung tâm 12 có hàm lượng cacbon từ 30% khối lượng trở lên và 80% khối lượng trở xuống. Khả năng chống sốc nhiệt trở nên không đủ khi hàm lượng cacbon của vật liệu chịu lửa MgO-C tạo thành vật liệu chịu lửa trung tâm 12 nhỏ hơn 30% khối lượng, ngược lại vật liệu chịu lửa trung tâm 12 thể hiện khả năng chống ăn mòn kém đối với thép nóng chảy và thiếu độ tin cậy khi hàm lượng cacbon vượt quá 80% khối lượng. Do đó, hàm lượng cacbon của vật liệu chịu lửa MgO-C tạo thành vật liệu chịu lửa trung tâm 12 cần phải từ 30% khối lượng trở lên và 80% khối lượng trở xuống, tốt hơn là từ 50% khối lượng trở lên và 70% khối lượng trở xuống.

Vật liệu chịu lửa MgO-C tạo thành vật liệu chịu lửa bên ngoài 14 có hàm lượng cacbon từ 10% khối lượng trở lên và 25% khối lượng trở xuống. Hư hỏng do sốc nhiệt gia tăng khi hàm lượng cacbon của vật liệu chịu lửa MgO-C tạo thành vật liệu chịu lửa bên ngoài 14 nhỏ hơn 10% khối lượng, ngược lại vật liệu chịu lửa bên ngoài 14 thể hiện khả năng chống mài mòn và khả năng chống xói mòn kém và không thể cung cấp độ bền thỏa đáng khi hàm lượng cacbon vượt quá 25% khối lượng. Do đó, hàm lượng cacbon của vật liệu chịu lửa MgO-C tạo thành vật liệu chịu lửa bên ngoài 14 cần phải từ 10% khối lượng trở lên và 25% khối lượng trở xuống, tốt hơn là từ 15% khối lượng trở lên và 25% khối lượng trở xuống.

Tốt hơn là, vật liệu chịu lửa bên ngoài 14 có rìa ngoài lựa chọn tùy ý nằm giữa một đường tròn đồng tâm với đường tròn tường tượng 16 và có bán kính là $R \times 2$, và

một đường tròn khác đồng tâm với đường tròn tường tượng 16 và có bán kính là $R \times 8$. Với vật liệu chịu lửa bên ngoài 14 có rìa ngoài ít nhất lớn bằng đường tròn đồng tâm với đường tròn tường tượng 16 và có bán kính là $R \times 2$, để làm giảm sự suy giảm khả năng chống mài mòn và khả năng chống xói mòn của vật liệu chịu lửa 10 cho vòi thổi khí là có thể. Với vật liệu chịu lửa bên ngoài 14 có rìa ngoài không lớn hơn đường tròn đồng tâm với đường tròn tường tượng 16 và có bán kính là $R \times 8$, để làm giảm sự suy giảm khả năng chống sốc nhiệt của vật liệu chịu lửa 10 cho vòi thổi khí là có thể. Tại vì vật liệu chịu lửa bên ngoài 14 được bố trí bao xung quanh vật liệu chịu lửa trung tâm 12, các ống kim loại mỏng 20 được bố trí trong vật liệu chịu lửa trung tâm 12 trong khi đảm bảo rằng đường tròn tường tượng 16 có bán kính R lớn hơn 10 mm.

Nguyên liệu của các ống kim loại mỏng 20 tốt hơn là vật liệu kim loại có điểm nóng chảy từ 1300°C trở lên, dù vậy nguyên liệu này không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ về các vật liệu kim loại như vậy bao gồm các vật liệu kim loại (kim loại hoặc hợp kim) chứa ít nhất một trong số các chất sắt, crôm, coban và niken. Ví dụ điển hình về các vật liệu kim loại thường được sử dụng cho các ống kim loại mỏng 20 bao gồm thép không gỉ (ferit, mactensit, và austenit), thép thông thường, và thép chịu nhiệt. Các ống kim loại mỏng 20 có đường kính trong tốt hơn là từ 1 mm trở lên và 4 mm trở xuống. Khi các ống kim loại mỏng 20 có đường kính trong nhỏ hơn 1 mm, nó có thể không cung cấp suôn sẻ đủ lượng khí để khuấy kim loại nóng chảy trong lò. Với các ống kim loại mỏng 20 có đường kính trong lớn hơn 4 mm, sự tắc nghẽn có thể xảy ra là kết quả của kim loại nóng chảy đi vào các ống kim loại mỏng 20. Các ống kim loại mỏng 20 có độ dày ống mỏng khoảng từ 1 đến 2 mm.

Số lượng ống kim loại mỏng 20 nhúng trong vật liệu chịu lửa có chứa cacbon không bị giới hạn cụ thể, và được lựa chọn thích hợp theo tốc độ dòng chảy yêu cầu của khí thổi, hoặc diện tích của phần vận hành. Trong các ứng dụng yêu cầu tốc độ dòng chảy cao như trong lò luyện thép, thường có khoảng từ 60 đến 250 ống kim loại mỏng 20 được nhúng. Mặt khác, thường có khoảng một đến vài chục ống kim loại

mỏng 20 được nhúng trong các ứng dụng mà khí thổi có tốc độ dòng chảy thấp, như trong các lò nung điện và thùng rót.

Sau đây mô tả phương pháp sản xuất vật liệu chịu lửa cho vòi thổi khí tạo thành vòi thổi khí được bố trí trong thùng tinh luyện theo sáng chế.

Các nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa có chứa cacbon (vật liệu chịu lửa trung tâm 12, vật liệu chịu lửa bên ngoài 14) chủ yếu là chất tổng hợp và các nguồn cacbon. Tuy vậy, các nguyên liệu thô có thể chứa cả các nguyên liệu và chất kết dính khác, ví dụ.

Vật liệu chịu lửa có chứa cacbon có thể sử dụng các chất tổng hợp như magie, oxit nhôm, dolomit, zirconia, chromia, và spinel (oxit nhôm-magie, chromia-magie). Từ quan điểm về khả năng chống ăn mòn đối với kim loại nóng chảy và xỉ nóng chảy, chất tổng hợp được dùng trong sáng chế chủ yếu magie.

Nguồn cacbon của vật liệu chịu lửa có chứa cacbon không bị giới hạn cụ thể, và có thể là, ví dụ, graphit dạng vảy, graphit giãn nở, graphit vô định hình, antraxit được nung, dầu nhựa đường, hoặc muội than. Nguồn cacbon được bổ sung với lượng phụ thuộc vào hàm lượng cacbon của vật liệu chịu lửa trung tâm 12 và vật liệu chịu lửa bên ngoài 14.

Ví dụ về các nguyên liệu bổ sung không phải là những chất tổng hợp và nguồn cacbon bao gồm các loại kim loại như kim loại nhôm, silic kim loại, và các hợp kim Al-Mg, và các cacbua như SiC và B₄C. Nguyên liệu thô có thể chứa ít nhất một trong những nguyên liệu này. Thông thường, hàm lượng của nguyên liệu bổ sung là từ 3,0% khối lượng trở xuống. Các nguyên liệu thô bổ sung này được thêm vào, ví dụ, là để giảm quá trình oxy hóa cacbon. Tuy vậy, tại vì những nguyên liệu này kém hơn MgO và cacbon về khả năng chống xói mòn, nên tốt hơn là chứa ít nhất một trong số các kim loại nhôm, silic kim loại, Al-Mg, SiC, và B₄C với lượng nhỏ hơn 3,0% khối lượng. Hàm lượng nguyên liệu thô bổ sung có thể nhỏ bằng 0% khối lượng.

Nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa có chứa cacbon thường chứa chất kết

dính. Chất kết dính có thể được chọn từ những chất thường được sử dụng như chất kết dính cho các vật liệu chịu lửa tiêu chuẩn, như nhựa phenolic và nhựa đường lỏng. Thông thường, hàm lượng chất kết dính là khoảng 1 đến 5% khối lượng (không bao gồm trong tổng).

Vật liệu chịu lửa 10 cho vòi thổi khí có thể được sản xuất bằng các phương pháp đã biết. Sau đây mô tả ví dụ về các phương pháp như vậy, nhưng không giới hạn tại đó. Đầu tiên, các nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa trung tâm 12 được trộn, và được nhào trộn thành sản phẩm nhào trộn sử dụng máy trộn. Các nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa bên ngoài 14 được trộn và nhào trộn riêng biệt theo cùng một kiểu. Sau đó, các ống kim loại mỏng 20 được bố trí tại các vị trí xác định trước trong sản phẩm nhào trộn của vật liệu chịu lửa trung tâm 12, và nguyên liệu được đúc bằng cách ép đơn trục để tạo thành vật liệu chịu lửa trung tâm 12 nhúng với các ống kim loại mỏng 20. Sau khi đổ đầy sản phẩm nhào trộn của vật liệu chịu lửa bên ngoài 14 quanh vật liệu chịu lửa trung tâm 12, hai vật liệu được đúc thành một bằng cách ép đẳng hướng lạnh (sau đây được gọi là "CIP"- cold isotropic pressing) để tạo thành vật liệu để trở thành vật liệu chịu lửa 10 cho vòi thổi khí. Vật liệu để sau đó trải qua xử lý nhiệt xác định trước như sấy khô, sử dụng phương pháp thông thường. Tùy chọn, điều này có thể được tiếp nối bởi các quy trình hậu kỳ như tạo hình.

Việc ép vật liệu chịu lửa trung tâm 12 có thể đạt được bằng quy trình đúc áp lực nhiều tầng nhờ đó áp lực được áp dụng trong một chu kỳ lặp lại cho lượng nhỏ sản phẩm nhào trộn được đổ đầy trong khung khuôn, và sau đó đến lượng xác định trước của sản phẩm nhào trộn được đổ đầy khuôn sau khi các ống kim loại mỏng 20 được bố trí tại các vị trí xác định trước. Ngoài ra, sản phẩm nhào trộn có thể được đúc hoàn toàn bằng cách áp dụng áp lực một lần với các ống kim loại mỏng 20 nằm ở cả hai đầu để chuyển vị xảy ra với chuyển động của sản phẩm nhào trộn dưới áp lực áp dụng.

Các ống kim loại mỏng 20 có thể được nối với đơn vị bình chứa khí sau khi đúc vật liệu chịu lửa trung tâm 12 hoặc sau khi tạo thành vật liệu để, hoặc sau khi xử

lý nhiệt vật liệu để. Ngoài ra, các ống kim loại mỏng 20 có thể được hàn trước vào tấm trên cùng đơn vị bình chứa khí, và được bố trí trong sản phẩm nhào trộn của vật liệu chịu lửa trung tâm 12 trong quá trình đúc vật liệu chịu lửa trung tâm 12.

Phương pháp được dùng để nhào trộn các nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa có chứa cacbon không bị giới hạn cụ thể, và các nguyên liệu thô có thể được nhào trộn bằng cách sử dụng các phương thức được dùng để nhào trộn các vật liệu chịu lửa tiêu chuẩn trong các thiết bị như máy trộn tốc độ cao, máy trộn Tyre (máy trộn Koner), hay máy trộn Einrich.

Các máy ép thông thường sử dụng để đúc of các vật liệu chịu lửa có thể được sử dụng để đúc được các sản phẩm nhào trộn, bao gồm, ví dụ, các máy đúc đơn trục như máy ép thủy lực và máy ép ma sát, và các máy đúc CIP. Vật liệu chịu lửa có chứa cacbon được đúc có thể được sấy khô tại nhiệt độ sấy từ 180°C đến 350°C trong khoảng 5 đến 30 giờ.

Vật liệu chịu lửa 10 cho vôi thổi khí được sản xuất theo cách được mô tả ở trên được gắn vào thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao (như lò luyện thép lò nung điện) để tạo thành vôi thổi khí. Thông thường, vôi thổi khí được đặt ở đáy lò; tuy vậy, vị trí của vôi thổi khí không bị giới hạn ở đó. Trong trường hợp mà vôi thổi khí được đặt ở đáy lò, vật liệu chịu lửa 10 cho vôi thổi khí được gắn như là viên gạch đáy lò gần ống bể thổi từ đáy để tạo thành vôi thổi khí.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Vật liệu chịu lửa cho vôi thổi khí với 81 ống kim loại mỏng được bố trí đồng tâm (Fig.1) được chuẩn bị với các điều kiện nêu trong Bảng 1 đến Bảng 4.

Bán kính $R+r$ của vật liệu chịu lửa trung tâm được thay đổi trong phạm vi giá trị r từ 8 đến 200 mm, với R , là đại diện cho bán kính nhỏ nhất của đường tròn tương tượng bao trùm tất cả các ống kim loại mỏng 20 nhúng trong vật liệu chịu lửa trung tâm, có giá trị 50 mm trên hình chiếu ngang của vật liệu chịu lửa 10 cho vôi thổi khí.

Thép thông thường hoặc thép không gỉ (SUS304) có đường kính ngoài 3,5 mm

và đường kính trong 2,0 mm được sử dụng làm các ống kim loại mỏng 20 nhúng trong vật liệu chịu lửa có chứa cacbon.

Các nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa được trộn theo tỷ lệ được thể hiện trong các Bảng 1 đến 4, và được nhào trộn bằng máy trộn. Với các ống kim loại mỏng 20 được bố trí trong sản phẩm nhào trộn của vật liệu chịu lửa trung tâm 12, sản phẩm nhào trộn được đúc thành vật liệu chịu lửa trung tâm 12 bằng cách ép đơn trực. Vật liệu để được tạo thành từ quá trình đúc CIP sau khi đổ đầy sản phẩm nhào trộn của vật liệu chịu lửa bên ngoài 14 quanh vật liệu chịu lửa trung tâm 12. Vật liệu để sau đó được sấy khô thành sản phẩm vật liệu chịu lửa bằng phương pháp thông thường.

Vật liệu chịu lửa cho vòi thổi khí 10 được sản xuất theo kiểu này được sử dụng làm viên gạch đáy lò gần ống bể thổi từ đáy của một lò luyện thép 250 tấn để tạo thành vòi thổi khí. Điều này tạo ra các thùng tinh luyện cho các Ví dụ sáng chế và các Ví dụ so sánh. Sau 2500 lần sử dụng (ch), tốc độ mài mòn (mm/ch) được xác định từ độ dày còn lại của vật liệu chịu lửa, và tốc độ mài mòn được dùng để xác định tỷ lệ (chỉ số) tốc độ mài mòn như một tỷ lệ so với tốc độ mài mòn, 1, của Ví dụ so sánh 1. Các kết quả được trình bày trong Bảng 1 đến 4.

Như được thể hiện trong các Bảng 1 đến 4, các vật liệu chịu lửa cho vòi thổi khí ở các Ví dụ sáng chế có tốc độ mài mòn nhỏ hơn các vật liệu chịu lửa cho vòi thổi khí ở các Ví dụ so sánh, thể hiện độ bền ưu việt. Độ bền đặc được mong muốn trong các vật liệu chịu lửa ở các Ví dụ sáng chế trong đó các vòi thổi khí có hàm lượng cacbon từ 50 đến 70% khối lượng đối với vật liệu chịu lửa MgO-C của vật liệu chịu lửa trung tâm 12, và hàm lượng cacbon từ 15 đến 25% khối lượng đối với vật liệu chịu lửa MgO-C của vật liệu chịu lửa bên ngoài. Độ bền còn được mong muốn hơn trong các vật liệu chịu lửa cho vòi thổi khí ở các Ví dụ sáng chế trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm 12 có bán kính là R+40 mm trở lên và R+70 mm trở xuống.

Bảng 1

Ví dụ sáng chế số		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Điều kiện của hỗn hợp các nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa trung tâm (% khối lượng)	MgO	70	70	50	50	50	50	50	40	30	25
	Dolomit										5
	Spinel (Al ₂ O ₃ -MgO)								10		
	Graphit dạng vảy	30	28	50	50	50	48	48	50	70	70
	Graphit giãn nở		2				2				
	Antraxit được nung							2			
Điều kiện của hỗn hợp các nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa bên ngoài (% khối lượng)	Nhựa phenolic *1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	MgO	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
	Graphit dạng vảy	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Graphit giãn nở										
Số lượng ống kim loại mỏng	Nhựa phenolic *1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Nguyên liệu: Thép thông thường	81	-	-	-	81	81	81	-	-	-
	Nguyên liệu: SUS304	-	81	126	168	-	-	-	81	126	168
r (mm)		50	50	50	50	50	50	50	60	60	70
Tỷ lệ tốc độ mài mòn (so với Ví dụ so sánh 1)		0,73	0,71	0,63	0,61	0,65	0,64	0,66	0,65	0,63	0,67

*1 % Khối lượng, không bao gồm trong tổng

Bảng 2

Ví dụ sáng chế số		11	12	13	14	15	16	17	18	19
Điều kiện của hỗn hợp các nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa trung tâm (% khối lượng)	MgO	20	50	60	50	50	50	50	50	40
	Dolomit									
	Spinel (Al ₂ O ₃ -MgO)									
	Graphit dạng vảy	80	50	40	50	50	50	50	50	60
	Graphit giãn nở									
	Antraxit được nung									
Điều kiện của hỗn hợp các nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa bên ngoài (% khối lượng)	Nhựa phenolic *1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	MgO	80	80	80	80	80	88	85	75	80
	Graphit dạng vảy	20	20	20	20	20	10	15	25	20
	Graphit giãn nở						2			
	Nhựa phenolic *1	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Nguyên liệu: Thép thông thường	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Số lượng ống kim loại mỏng	Nguyên liệu: SUS304	81	126	126	81	81	126	126	126	126
r (mm)		40	10	10	100	150	10	10	10	40
Tỷ lệ tốc độ mài mòn (so với Ví dụ so sánh 1)		0,75	0,74	0,73	0,72	0,78	0,85	0,69	0,70	0,71

*1 % Khối lượng, không bao gồm trong tổng

Bảng 3

Ví dụ so sánh số		1	2	3	4	5	6	7	8
Điều kiện của hỗn hợp các nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa trung tâm (% khối lượng)	MgO	80	80	75	10	10	80	10	80
	Dolomit								
	Spinel ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$)								
	Graphit dạng vảy	20	20	20	85	90	20	85	20
	Graphit giãn nở			5				5	
	Antraxit được nung				5				
Điều kiện của hỗn hợp các nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa bên ngoài (% khối lượng)	Nhựa phenolic *1	3	3	3	3	3	3	3	3
	MgO	80	80	80	80	80	80	80	93
	Graphit dạng vảy	20	20	20	20	20	20	20	7
	Graphit giãn nở								
	Nhựa phenolic *1	3	3	3	3	3	3	3	3
Số lượng ống kim loại mỏng	Nguyên liệu: Thép thông thường	81	-	-	-	126	126	126	-
	Nguyên liệu: SUS304	-	81	126	126	-	-	-	126
	r (mm)	50	50	50	8	8	180	200	50
Tỷ lệ tốc độ mài 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 % Khối lượng, không bao gồm trong tổng

Bảng 4

Ví dụ so sánh số		9	10	11	12	13	14	15
Điều kiện của hỗn hợp các nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa trung tâm (% khối lượng)	MgO	80	80	50	50	50	10	50
	Dolomit							
	Spinel ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$)							
	Graphit dạng vảy	20	20	50	50	50	90	50
	Graphit giãn nở							
	Antraxit được nung							
	Nhựa phenolic *1	3	3	3	3	3	3	3
Điều kiện của hỗn hợp các nguyên liệu thô của vật liệu chịu lửa bên ngoài (% khối lượng)	MgO	91	65	70	70	70	70	95
	Graphit dạng vảy	7	35	30	30	30	30	5
	Graphit giãn nở	2						
	Nhựa phenolic *1	3	3	3	3	3	3	3
Số lượng ống kim loại mỏng	Nguyên liệu: Thép thông thường	-	-	-	-	-	-	-
	Nguyên liệu: SUS304	126	126	126	126	126	126	126
r (mm)		50	50	50	160	5	50	50
Tỷ lệ tốc độ mài mòn (so với Ví dụ so sánh 1)		1,25	1,18	0,90	1,07	1,06	1,40	1,27

*1 % Khối lượng, không bao gồm trong tổng

Danh sách số chỉ dẫn

- 10 Vật liệu chịu lửa cho vòi thổi khí
- 12 Vật liệu chịu lửa trung tâm
- 14 Vật liệu chịu lửa bên ngoài
- 16 Đường tròn tưởng tượng
- 18 Đường tròn
- 20 Các ống kim loại mỏng

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao bao gồm vòi thổi khí được tạo cấu hình từ vật liệu chịu lửa cho vòi thổi khí với ít nhất một ống kim loại mỏng thổi khí được nhúng trong vật liệu chịu lửa có chứa cacbon,

vật liệu chịu lửa cho vòi thổi khí bao gồm vật liệu chịu lửa trung tâm được nhúng với ít nhất một ống kim loại mỏng, và vật liệu chịu lửa bên ngoài bao xung quanh vật liệu chịu lửa trung tâm,

vật liệu chịu lửa cho vòi thổi khí có hình chiếu ngang trong đó bán kính tối thiểu của đường tròn tương tượng bao trùm tất cả các ống kim loại mỏng nhúng trong vật liệu chịu lửa trung tâm là R (mm), trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm có rìa ngoài nằm giữa một đường tròn đồng tâm với đường tròn tương tượng và có bán kính là $R+10$ mm, và một đường tròn khác đồng tâm với đường tròn tương tượng và có bán kính là $R+150$ mm, trong đó,

vật liệu chịu lửa trung tâm được tạo thành từ vật liệu chịu lửa $MgO-C$ có hàm lượng cacbon từ 30 đến 80% khối lượng, và vật liệu chịu lửa bên ngoài được tạo thành từ vật liệu chịu lửa $MgO-C$ có hàm lượng cacbon từ 10 đến 25% khối lượng.

2. Thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao theo điểm 1, trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm có rìa ngoài nằm giữa một đường tròn đồng tâm với đường tròn tương tượng và có bán kính là $R+40$ mm, và một đường tròn khác đồng tâm với đường tròn tương tượng và có bán kính là $R+70$ mm.

3. Thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao theo điểm 1 hoặc 2, trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm có rìa ngoài hình tròn đồng tâm với đường tròn tương tượng.

4. Thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm được tạo thành từ vật liệu chịu lửa $MgO-C$ có hàm lượng cacbon từ 50 đến 70% khối lượng, và vật liệu chịu lửa bên ngoài được tạo thành từ vật liệu chịu lửa $MgO-C$ có hàm lượng cacbon từ 15 đến 25% khối lượng.

5. Thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ

- 1 đến 4, trong đó vật liệu chịu lửa trung tâm chứa ít hơn 3,0% khối lượng của ít nhất một trong số các kim loại nhôm, silic kim loại, Al-Mg, SiC, và B₄C.
6. Thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó vật liệu chịu lửa bên ngoài có rìa ngoài nằm giữa một đường tròn đồng tâm với đường tròn tường tượng và có bán kính là $R \times 2$, và một đường tròn khác đồng tâm với đường tròn tường tượng và có bán kính là $R \times 8$.
7. Thùng tinh luyện để nấu chảy ở nhiệt độ cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó thùng tinh luyện bao gồm vòi thổi khí ở phần đáy lò.

1/1

[FIG. 1]

