



(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)



1-0032026

(51)⁷ F27D 1/00; C04B 41/87

(13) B

(21) 1-2016-02897

(22) 06/01/2015

(86) PCT/JP2015/000016 06/01/2015

(87) WO 2015/105039 A1 16/07/2015

(30) 2014-002878 10/01/2014 JP

(45) 25/05/2022 410

(43) 25/11/2016 344A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

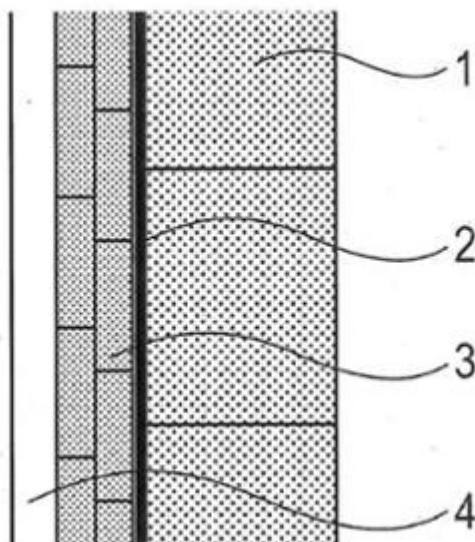
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) INOUE, Akihiko (JP); KIYOTA, Yoshisato (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP NGĂN CHẶN SỰ OXY HÓA MẶT SAU CỦA VẬT LIỆU CHỊU LỬA CHỨA CACBON, KẾT CẤU LỚP LÓT VÀ VẬT LIỆU CHỊU LỬA CHỨA CACBON

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau và kết cấu lớp lót, mà nhờ đó thu được độ kín khí cao và hiệu quả ưu việt trong việc ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau. Phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon theo sáng chế bao gồm việc tạo ra lớp bám dính trên mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon bằng cách phủ dung dịch nước silicat kim loại kiềm lên mặt sau và hóa rắn dung dịch nước silicat kim loại kiềm. Dung dịch nước silicat kim loại kiềm chứa oxit kim loại kiềm R_2O (R là nguyên tố kim loại kiềm) và SiO_2 và có tỷ lệ mol của SiO_2 so với oxit kim loại kiềm là 2,3 hoặc lớn hơn. Mặt sau nằm đối diện mặt làm việc. Vật liệu chịu lửa chứa cacbon được sử dụng ở nhiệt độ cao từ 400°C trở lên và chứa cacbon hoặc hợp chất cacbon với lượng là 1% theo khối lượng hoặc lớn hơn. Lớp bám dính dạng rắn của kim loại kiềm silicat được tạo thành trên mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon và các kết cấu lớp lót, cả hai được sử dụng trong các thiết bị như lò nấu chảy và lò gia nhiệt.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Ở các thiết bị, như lò nấu chảy và lò gia nhiệt, trong đó nhiệt độ bên trong đạt đến các nhiệt độ cao từ 400°C trở lên, các thành trong của các thiết bị bao gồm các tấm làm mát hoặc các vật liệu chịu lửa. Các thành trong của các thiết bị nơi mà tập trung vào việc ngăn chặn sự tiêu tán nhiệt bao gồm các vật liệu chịu lửa.

Về kết cấu lớp lót thành trong của lò nấu chảy, lò gia nhiệt, và lò tương tự, ví dụ, gàu rót thép nóng chảy có vật liệu chịu lửa chịu mòn trên mặt làm việc đóng vai trò làm bề mặt gia nhiệt của vật liệu chịu lửa tiếp xúc với thép nóng chảy. Mặt của vật liệu chịu lửa chịu mòn đối diện mặt làm việc được gọi là mặt sau. Vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu được tạo ra ở phía mặt sau của vật liệu chịu lửa chịu mòn. Phía vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu đối diện vật liệu chịu lửa chịu mòn có thêm vỏ thép bên ngoài.

Khi có sự lo ngại về hư hại do sốc nhiệt do thay đổi nhiệt độ lớn, khi có sự lo ngại về ăn mòn do khí phản ứng hoặc sản phẩm nóng chảy, hoặc khi vật liệu chịu lửa được sử dụng cho các ứng dụng trong môi trường khử, cacbon, như graphit hoặc cacbon đen, hoặc hợp chất cacbon, như silic cacbua, dầu hắc ín, hoặc nhựa phenol, thường được bổ sung vào vật liệu chịu lửa với tỷ lệ 1% theo khối lượng hoặc lớn hơn như một biện pháp để cải thiện độ bền của vật liệu chịu lửa. Trong bản mô tả này, vật liệu chịu lửa chứa cacbon như vậy hoặc hợp chất cacbon như vậy thường được gọi là vật liệu chịu lửa chứa cacbon. Việc bổ sung cacbon và/hoặc hợp chất cacbon vào vật liệu chịu lửa có thể cải thiện độ bền của vật liệu chịu lửa bằng cách tận dụng độ dẫn nhiệt cao của cacbon và hợp chất cacbon, góc tiếp xúc với oxit nóng chảy lớn, tính

chất lấp đầy cao, và tác dụng kết dính lên thành phần vật liệu chịu lửa.

Khi vật liệu chịu lửa chứa cacbon được sử dụng, mặt sau bị oxy hóa và lớp bị oxy hóa được tạo thành ở phía mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon. Sau đây, sự oxy hóa ở phía mặt sau được gọi là sự oxy hóa mặt sau, và lớp bị oxy hóa được tạo thành ở phía mặt sau được gọi là lớp bị oxy hóa mặt sau. Mặt làm việc của vật liệu chịu lửa mòn do tiếp xúc với xỉ ở phía mặt làm việc của vật liệu chịu lửa. Tại thời điểm này, trong vật liệu chịu lửa chứa cacbon hoặc hợp chất cacbon, cacbon hoặc hợp chất cacbon bị oxy hóa và bị loại bỏ ngay cả bên trong mặt sau và, kết quả là, độ xốp của lớp bị oxy hóa tăng lên theo lượng cacbon giảm xuống. Khi sự mòn tiếp diễn và mặt làm việc của vật liệu chịu lửa chạm đến lớp bị oxy hóa ở phía mặt sau, vật liệu chịu lửa mòn nhanh chóng, điều này có thể gây ra sự cố.

Ngược lại, trong Tài liệu sáng chế 1, một biện pháp đã được thực hiện bằng cách tạo ra sự khác nhau giữa tỷ lệ của chất chống oxy hóa ở phía mặt làm việc và ở phía mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon, cụ thể là, làm thay đổi hợp phần của vật liệu chịu lửa theo hướng chiều dày lớp lót. Trong Tài liệu sáng chế 2, phương pháp ức chế sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon đã được đề xuất. Phương pháp này bao gồm việc đặt tấm bảo vệ vật liệu chịu lửa được tạo thành từ tấm kim loại giữa vỏ thép bên ngoài và vật liệu chịu lửa.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 03-242369

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn yêu cầu cấp Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2001-317880

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Phương pháp thay đổi hợp phần của vật liệu chịu lửa chứa cacbon theo hướng

chiều dày lớp lót trong Tài liệu sáng chế 1 không dễ dàng đạt được trong bối cảnh công nghiệp. Ngoài ra, sự mòn sẽ tiếp diễn theo hướng chiều dày của lớp lót vật liệu chịu lửa khi thời gian hoạt động tăng lên. Để tránh phần được thiết kế để có hợp phần dành cho việc sử dụng ở các nhiệt độ thấp khỏi việc đóng vai trò làm mất làm việc, độ dày dư của vật liệu chịu lửa cần phải lớn hơn ở thời điểm cuối tuổi thọ sử dụng của vật liệu chịu lửa hơn là ở thời điểm cuối tuổi thọ sử dụng của vật liệu chịu lửa thông thường, hợp phần của vật liệu này không thay đổi theo hướng chiều dày lớp lót. Tức là, phần dành cho việc sử dụng ở các nhiệt độ thấp không thể chịu được các nhiệt độ cao, và do đó vật liệu chịu lửa cần phải được sửa chữa. Do đó, trong Tài liệu sáng chế 1, có các vấn đề về các chi phí tăng lên trong quá trình sản xuất vật liệu chịu lửa và các chi phí tăng lên trong quá trình sử dụng.

Phương pháp đặt tấm bảo vệ vật liệu chịu lửa được tạo thành từ tấm kim loại hoặc được tạo thành từ tấm kim loại được kết dính vào tấm dẻo ở phía mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon trong Tài liệu sáng chế 2 có vấn đề là có hiệu quả không đủ để ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau. Điều này là vì lý do sau đây: nếu ngay cả khi chỉ có các khe hở nhỏ giữa mặt sau của vật liệu chịu lửa và tấm bảo vệ vật liệu chịu lửa, không khí bên ngoài vẫn dễ dàng đi vào được các khe hở này; hoặc tấm dẻo mà với tấm này thì các khe hở cần được lấp đầy có đặc tính không đạt yêu cầu.

Sáng chế đã được thực hiện khi xét đến các vấn đề này, và mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon và đề xuất kết cấu lớp lót, mà với cả phương pháp và kết cấu lớp lót thì sẽ thu được đủ hiệu quả ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau.

Giải quyết vấn đề

Sáng chế có các dấu hiệu sau đây để đạt được mục đích nêu trên.

[1] Phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon bao gồm việc tạo ra lớp bám dính trên mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon bằng cách phủ dung dịch nước silicat kim loại kiềm lên mặt sau và sau đó hóa rắn dung dịch nước silicat kim loại kiềm, dung dịch nước silicat kim loại kiềm chứa

oxit kim loại kiềm R_2O (R là nguyên tố kim loại kiềm) và SiO_2 và có tỷ lệ mol của SiO_2 so với oxit kim loại kiềm là 2,3 hoặc lớn hơn, mặt sau nằm đối diện với mặt làm việc, vật liệu chịu lửa chứa cacbon được sử dụng ở nhiệt độ cao từ $400^\circ C$ trở lên và chứa cacbon hoặc hợp chất cacbon với lượng là 1% theo khối lượng hoặc lớn hơn.

[2] Trong phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon theo mục [1], dung dịch nước silicat kim loại kiềm có độ nhớt là 10 mPa.s hoặc nhỏ hơn.

[3] Phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon theo mục [1] hoặc mục [2] còn bao gồm việc lắp đặt vật liệu chịu lửa vào thiết bị 30 phút hoặc lâu hơn sau khi hoàn thành việc phủ dung dịch nước silicat kim loại kiềm, vật liệu chịu lửa có dung dịch nước silicat kim loại kiềm được hóa rắn.

[4] Trong phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến mục [3], dung dịch nước silicat kim loại kiềm bao gồm ít nhất một trong các natri silicat số 2 và số 3 được quy định theo Tiêu chuẩn công nghiệp Nhật bản JIS K1408-1966, và natri silicat số 4.

[5] Trong phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến mục [3], dung dịch nước silicat kim loại kiềm là dung dịch nước kali silicat.

[6] Trong phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến mục [5], việc phủ dung dịch nước silicat kim loại kiềm được tiến hành bằng cách phủ lên mặt sau của vật liệu chịu lửa hai hoặc nhiều lần.

[7] Trong phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến mục [6], lớp bám dính của kim loại kiềm silicat sau khi hóa rắn có độ dày là 0,1mm hoặc lớn hơn và 0,4mm hoặc nhỏ hơn.

[8] Kết cấu lớp lót bao gồm vật liệu chịu lửa chứa cacbon được sử dụng ở nhiệt độ cao từ $400^\circ C$ trở lên và chứa cacbon hoặc hợp chất cacbon với lượng là 1% theo

khối lượng hoặc lớn hơn, trong đó vật liệu chịu lửa chứa cacbon có, trên mặt sau của nó, lớp bám dính dạng rắn của kim loại kiềm silicat, mặt sau nằm đối diện mặt làm việc, trong đó tỷ lệ mol của SiO_2 có mặt trong kim loại kiềm silicat so với oxit kim loại kiềm R_2O (R là nguyên tố kim loại kiềm) có mặt trong kim loại kiềm silicat là 2,3 hoặc lớn hơn.

[9] Ở kết cấu lớp lót theo mục [8], lớp bám dính dạng rắn của kim loại kiềm silicat có độ dày là 0,1mm hoặc lớn hơn và 0,4mm hoặc nhỏ hơn.

[10] Vật liệu chịu lửa chứa cacbon bao gồm cacbon hoặc hợp chất cacbon với lượng là 1% theo khối lượng hoặc lớn hơn và có lớp bám dính dạng rắn của kim loại kiềm silicat trên ít nhất một mặt mà là mặt sau, mặt này nằm đối diện với mặt làm việc trong quá trình sử dụng, trong đó tỷ lệ mol của SiO_2 có mặt trong kim loại kiềm silicat so với oxit kim loại kiềm R_2O (R là nguyên tố kim loại kiềm) có mặt trong kim loại kiềm silicat là 2,3 hoặc lớn hơn.

[11] Ở vật liệu chịu lửa chứa cacbon theo mục [10], lớp bám dính dạng rắn của kim loại kiềm silicat có độ dày là 0,1mm hoặc lớn hơn và 0,4mm hoặc nhỏ hơn.

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Theo sáng chế, phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau và kết cấu lớp lót được đề xuất, mà nhờ đó thu được cả độ kín khí cao và hiệu quả ưu việt trong việc ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ thể hiện kết cấu lớp lót của gàu rót thép nóng chảy trong nhà máy luyện kim, kết cấu lớp lót được tạo ra bằng phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau theo một phương án của sáng chế.

Fig.2 là ảnh chụp thể hiện phần đầu của phía mặt sau của vật liệu chịu lửa được tạo ra bởi sáng chế trong Ví dụ 1 sau ba tháng sử dụng.

Fig.3 là ảnh chụp thể hiện phần đầu của phía mặt sau của vật liệu chịu lửa làm ví dụ theo tình trạng kỹ thuật liên quan sau ba tháng sử dụng.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện kết cấu lớp lót của gàu rót thép nóng chảy trong nhà máy luyện kim ở Ví dụ 2.

Fig.5 là ảnh chụp thể hiện phần đầu của phía mặt sau của vật liệu chịu lửa được tạo ra bởi sáng chế trong Ví dụ 2 sau ba tháng sử dụng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây có dựa trên các hình vẽ kèm theo.

Trước hết, phương pháp sáng chế được hoàn thành sẽ được mô tả. Như một nỗ lực để ngăn chặn sự oxy hóa phía mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon, điều gì kiểm soát được tốc độ oxy hóa của vật liệu chịu lửa chứa cacbon đã được nghiên cứu. Điều này là do tốc độ oxy hóa của vật liệu chịu lửa chứa cacbon, cụ thể là, tốc độ oxy hóa của cacbon trong vật liệu chịu lửa, thường được coi là được kiểm soát bởi tốc độ phản ứng oxy hóa cacbon hoặc tốc độ cấp oxy. Tốc độ phản ứng oxy hóa cacbon tăng lên khi nhiệt độ tăng lên. Tốc độ cấp oxy đã được biết đến là tăng lên ở mặt tiếp xúc với không khí bên ngoài. Trong bản mô tả này, mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon là mặt của vật liệu chịu lửa gắn sát vỏ thép bên ngoài.

Vật liệu chịu lửa của gàu rót thép nóng chảy đã qua sử dụng trong nhà máy luyện kim được thu gom và được đánh giá. Vật liệu chịu lửa chứa cacbon bị oxy hóa đến độ sâu khoảng 1mm từ mặt làm việc về phía mặt sau và đến độ sâu khoảng vài chục milimet từ mặt sau về phía mặt làm việc. Điều đã được quan sát thấy là tỷ trọng của vật liệu chịu lửa được tăng lên và khả năng chống oxy hóa được tăng lên do sự nóng chảy một phần của thành phần vật liệu chịu lửa gốc oxit trong lớp bị oxy hóa ở phía mặt làm việc và vùng xung quanh, ngược lại độ xốp được tăng lên trong lớp bị oxy hóa ở phía mặt sau.

Tức là, ở phía mặt làm việc của vật liệu chịu lửa chứa cacbon, sự oxy hóa cacbon trong vật liệu chịu lửa được ngăn chặn bằng cách làm tăng sức cản dòng không khí do sự nóng chảy một phần của thành phần vật liệu chịu lửa gốc oxit. Tuy nhiên, ở phía mặt sau (mặt vỏ thép bên ngoài) có nhiệt độ thấp, sự nóng chảy một phần của

thành phần vật liệu chịu lửa gốc oxit không xảy ra, do đó cacbon bị oxy hóa dễ dàng và sự oxy hóa được tiếp diễn đến vùng sâu.

Do đó, phần sau đây được xem xét: ở phía mặt sau, sự cô đặc của vật liệu chịu lửa không tiếp diễn do nhiệt độ thấp, và độ xốp được tăng lên do sự oxy hóa cacbon trong vật liệu chịu lửa làm giảm sức cản dòng không khí và tiếp tục làm cho oxy đi vào vùng sâu, dẫn đến sự mở rộng lớp bị oxy hóa. Tức là, ngay cả trên mặt làm việc có nhiệt độ cao mà tại nhiệt độ này tốc độ phản ứng oxy hóa cacbon là cao, vật liệu chịu lửa không bị oxy hóa tương đối khi vật liệu chịu lửa được làm đặc, điều này cho thấy rằng tốc độ cấp oxy hơn là tốc độ phản ứng oxy hóa cacbon đã kiểm soát tốc độ oxy hóa cacbon.

Các kết quả nghiên cứu đã dẫn đến kết luận rằng, việc làm tăng độ kín khí của mặt sẽ tiếp xúc với oxy (không khí bên ngoài), cụ thể là, việc làm tăng sức cản dòng oxy (không khí bên ngoài) bằng cách thực hiện việc tạo lớp phủ hoặc tương tự có hiệu quả ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa mà không có bất kỳ sự thay đổi về hợp phần, như trong Tài liệu sáng chế 1, mà làm suy giảm chất lượng đặc tính của vật liệu chịu lửa trên mặt làm việc.

Mặc dù phương pháp che mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon bằng tấm bảo vệ vật liệu chịu lửa đã được biết đến (Tài liệu sáng chế 2), nhưng không thể thu được đặc tính thỏa mãn giống như được đề cập ở trên. Do đó, để thu được đủ đặc tính và tìm ra phương pháp dễ dàng hơn và ít tốn kém hơn phương pháp được bộc lộ trong Tài liệu sáng chế 2, vừa, mà thường được sử dụng để làm đầy các khe nứt trong vật liệu chịu lửa, được phủ lên mặt sau bằng dụng cụ trát vữa trong quá trình lắp đặt vật liệu chịu lửa trong gàu rót thép nóng chảy trong nhà máy luyện kim và các điều kiện của sự oxy hóa mặt sau được xác định, ví dụ, khi việc sửa chữa một phần được thực hiện.

Sau một tháng sử dụng, một phần của vật liệu chịu lửa có mặt sau mà vừa được phủ lên mặt này bằng dụng cụ trát vữa được thu gom và được đánh giá khi việc sửa chữa một phần được thực hiện trên vùng bị ăn mòn sâu (sửa chữa một phần lần thứ

nhất). Vùng vật liệu chịu lửa mà không được phủ vữa bị oxy hóa từ mặt sau đến độ sâu là 20mm, ngược lại độ sâu của sự oxy hóa mặt sau ở vùng mà được phủ vữa đã giảm một nửa xuống khoảng 10mm.

Tuy nhiên, khi nghiên cứu tương tự được thực hiện sau một tháng sử dụng nữa (khi sửa chữa một phần lần thứ hai), vùng vật liệu chịu lửa mà không được phủ vữa bị oxy hóa từ mặt sau đến độ sâu 30mm, ngược lại sự oxy hóa độ sâu trong vùng mà được phủ vữa là 25mm. Các độ sâu oxy hóa về cơ bản là giống nhau. Tại thời điểm này, vữa, mà được phủ lên mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon, bám dính vào vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu giữa vật liệu chịu lửa chứa cacbon và vỏ thép bên ngoài, và các khoảng trống ở giữa được tạo thành giữa vữa và mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon. Lý giải cho điều này có thể là như sau: vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu, mà có độ xốp cao hơn và độ nhám bề mặt lớn hơn so với độ xốp và độ nhám bề mặt của vật liệu chịu lửa chứa cacbon, có độ bám dính vào vữa mạnh và, khi vật liệu chịu lửa chứa cacbon bị co ngót do làm nguội để sửa chữa một phần sau khi hoạt động, vữa bị tách ra khỏi mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon với vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu mà được kết dính vữa.

Như được mô tả ở trên, sau khi sửa chữa một phần lần thứ nhất, hiệu quả kín khí của vữa trên mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon có thể bị mất, và sự oxy hóa mặt sau có thể được tiếp diễn.

Tiếp theo, một nỗ lực đã được thực hiện để làm tăng độ bền kết dính giữa vật liệu chịu lửa chứa cacbon và vữa bằng cách phủ trước với cùng một loại vữa ba ngày trước khi lắp đặt vật liệu chịu lửa thay vì phủ vữa bằng dụng cụ trát vữa lên mặt sau trong quá trình lắp đặt vật liệu chịu lửa chứa cacbon chồng lên nhau. Tuy nhiên, ngược lại với trường hợp mà vữa được phủ trong quá trình lắp đặt vật liệu chịu lửa mà vữa được ép và trải ra giữa vật liệu chịu lửa và vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu, việc phủ trước vữa lên mặt sau của vật liệu chịu lửa đã tạo ra độ dày không đồng đều và thừa hoặc thiếu vữa ở các phần góc và, kết quả là, việc lắp đặt dày đặc là khó khăn. Khi sửa chữa một phần lần thứ hai sau sử dụng tiếp một tháng, trong vùng mà không được phủ vữa, một phần kéo dài từ mặt sau đến độ sâu là 30mm bị oxy hóa, ngược lại độ sâu

oxy hóa mặt sau trong vùng mà được phủ vữa đã giảm một nửa xuống khoảng 15mm. Tuy nhiên, nhu cầu giảm hơn nữa tốc độ oxy hóa mặt sau và sự khó khăn trong việc lắp đặt đã cản trở việc sử dụng thực tế của phương pháp ức chế sự oxy hóa mặt sau bằng cách phủ vữa như được mô tả ở trên trong hoạt động thực tế.

Trường hợp sử dụng việc phủ vữa đã cho thấy rằng, trong quá trình phủ vật liệu mà tạo ra bất kỳ độ kín khí nào với mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon, vật liệu này được bám dính mạnh hơn với vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu có độ nhám bề mặt lớn hơn khi vật liệu được phủ trong quá trình lắp đặt vật liệu chịu lửa, và vật liệu này bị tách ra khỏi mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon khi vật liệu chịu lửa bị co ngót do làm nguội sau khi sử dụng. Do đó, việc phủ vật liệu lên mặt sau của vật liệu chịu lửa trước khi lắp đặt xếp chồng lên nhau và thực hiện việc lắp đặt xếp chồng lên nhau sau một mức độ hóa rắn nhất định được coi là có hiệu quả. Bên cạnh đó, ngay cả khi nếu vật liệu được phủ lên mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon vẫn bám dính vào mặt sau, việc sử dụng vữa khi phủ vật liệu chỉ làm giảm sự oxy hóa xuống một nửa. Do đó, đã có nhu cầu phải tìm vật liệu đặc hơn mà cung cấp độ kín khí tốt hơn.

Độ xốp của vật liệu chịu lửa chứa cacbon mà sự oxy hóa mặt sau của nó cần được ngăn chặn là, ví dụ, 12% trước khi cacbon bị oxy hóa, và 18% sau khi cacbon bị oxy hóa. Do đó, vật liệu cần được phủ để ngăn chặn sự oxy hóa cần có độ xốp thấp hơn nhiều và cung cấp độ kín khí cao hơn so với vật liệu chịu lửa chứa cacbon. Tuy nhiên, vật liệu, như vữa được mô tả ở trên, mà có độ dẻo thu được bằng cách bổ sung nước vào các hạt thành phần vật liệu chịu lửa có cường độ cao và độ đàn hồi cao có nhược điểm ở chỗ độ xốp tăng lên khi nước bám vào và nước kết tinh bị phân hủy và bay hơi trong quá trình sử dụng ở nhiệt độ cao.

Tức là, bốn chức năng sau đây được coi là quan trọng trong việc lựa chọn vật liệu cần được phủ để ngăn chặn sự oxy hóa: (1) để làm tăng độ bám dính vào bề mặt của vật liệu chịu lửa chứa cacbon, vật liệu có tính lưu động và tính bám dính tốt ở thời điểm phủ; (2) để làm tăng độ bám dính vào vật liệu chịu lửa chứa cacbon so với độ bám dính vào vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu, vật liệu được hóa rắn đến mức độ nhất định và khả năng trải ra và độ bám dính giảm xuống trước khi lắp đặt vật liệu chịu lửa

xếp chồng lên nhau sau khi phủ vật liệu; (3) để duy trì độ kín khí cao ngay cả trong quá trình sử dụng ở nhiệt độ cao, không có các lỗ xốp được hình thành và độ đặc và độ kín khí được duy trì ngay cả khi nếu dung môi bay hơi hoặc phân hủy ở nhiệt độ cao; và (4) để không làm giảm sút đáng kể đặc tính của vật liệu chịu lửa trong quá trình sử dụng ở nhiệt độ cao, vật liệu không làm suy giảm chất lượng vật liệu chịu lửa, hoặc vật liệu mà làm suy giảm chất lượng được sử dụng với lượng vết sao cho về cơ bản không gây ra cho các ảnh hưởng xấu.

Do đó, về các tính chất của vật liệu cần được phủ để ngăn chặn sự oxy hóa, vật liệu chứa các hạt rắn có cường độ cao và độ đàn hồi cao được coi là không thích hợp, và vật liệu vô định hình mà giữ độ dẻo của nó cho đến khi hoàn thành quá trình hóa rắn ở nhiệt độ cao được coi là thích hợp để thỏa mãn chức năng (3) được đề cập ở trên. Tuy nhiên, các vật liệu phủ và các chất kết dính để sử dụng ở nhiệt độ cao mà thường được phân phối trong thị trường là các vật liệu gốc nhựa và chứa hợp chất hữu cơ làm tác nhân chính hoặc dung môi. Các vật liệu phủ và các chất kết dính này là vô định hình nhưng được phát hiện là biến chất và trở nên giòn giống cacbon ở nhiệt độ từ 400°C trở lên mà tại nhiệt độ này vấn đề về sự oxy hóa cacbon phát sinh, mà gây ra các vết nứt và sự phân tách và do đó dẫn đến mất độ kín khí.

Ở đây, các vật liệu vô định hình gốc oxit được coi là các vật liệu vô định hình mà ổn định ngay cả ở nhiệt độ cao, và các oxit của Si, Al, B, và P, mà đã được biết đến là các chất tạo thành mạng thủy tinh, được liệt kê là các oxit tiêu biểu. Đối với các dung môi mà thuận lợi tạo ra dung dịch keo hóa của các oxit vô định hình này và tạo ra tính lưu động, nước hoặc các ancol như etanol và etylen glycol được coi là thích hợp vì chúng không tạo ra cặn ở nhiệt độ cao trong môi trường oxy hóa hoặc trong môi trường khử.

Các ví dụ về các vật liệu mà thỏa mãn các yêu cầu này bao gồm các dung dịch nước silicat kim loại kiềm. Dung dịch nước natri silicat, mà là dung dịch nước silicat kim loại kiềm, thường được bổ sung làm chất kết dính vào vữa hoặc các khuôn cát để đúc. Tuy nhiên, SiO_2 và Na_2O có mặt trong natri silicat đã được biết đến là các thành phần mà làm suy giảm đáng kể đặc tính của vật liệu chịu lửa vì SiO_2 và Na_2O gây ra

các sự thay đổi về các tính chất, như hạ thấp điểm nóng chảy hoặc gây giãn nở, của vật liệu chịu lửa mà cần có tính chịu lửa cao hơn, ví dụ, giống vật liệu chịu lửa chịu mòn để sử dụng trong việc vận chuyển sắt nóng chảy và thép nóng chảy trong ngành công nghiệp thép.

Tuy nhiên, vì đã phát hiện ra là chỉ cần làm tăng độ kín khí của mặt của vật liệu chịu lửa cần tiếp xúc với oxy là đủ để ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa như được mô tả ở trên, nên phải hiểu rằng các sự bất lợi của SiO_2 và Na_2O có mặt trong natri silicat có thể là không đáng kể nếu đạt được việc phủ rất mỏng với độ dày đồng đều bằng cách làm giảm lượng natri silicat được sử dụng càng ít càng tốt cho đến khi SiO_2 và Na_2O về cơ bản không gây ra ảnh hưởng xấu trên vật liệu chịu lửa, và lớp phủ này tạo ra độ kín khí.

Ở đây, nỗ lực để ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau được thực hiện bằng cách phủ dung dịch nước natri silicat lên mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon. Mỗi dung dịch nước có bán trên thị trường của natri silicat số 3 (29% theo khối lượng là SiO_2 , 9,5% theo khối lượng là Na_2O (dựa trên khối lượng của dung dịch nước, cũng áp dụng cho phần mô tả dưới đây)) và dung dịch nước natri silicat số 4 (24,5% theo khối lượng là SiO_2 , 7,5% theo khối lượng là Na_2O) được phủ lên mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon bằng cách sử dụng chổi. Dung dịch nước natri silicat số 3 là dung dịch nước chứa từ 28 đến 30% theo khối lượng là SiO_2 , từ 9,0 đến 10,0% theo khối lượng là Na_2O , và các tạp chất không tránh được dựa trên khối lượng của dung dịch nước, như được quy định theo Tiêu chuẩn công nghiệp Nhật bản JIS K1408-1966. Dung dịch nước natri silicat số 4 là phù hợp với các thông số kỹ thuật của nhà sản xuất và thường là dung dịch nước chứa từ 23,5 đến 25,5% theo khối lượng là SiO_2 , từ 7,0 đến 8,0% theo khối lượng là Na_2O , và các tạp chất không tránh được dựa trên khối lượng của dung dịch nước và có tỷ lệ mol của SiO_2 so với Na_2O nằm trong khoảng từ 3,3 đến 3,5.

Đối với vật liệu chịu lửa chứa cacbon, 284 viên gạch có chiều dài là 230mm, chiều rộng là 100mm, và chiều cao là 81mm được sử dụng. Dung dịch nước natri silicat số 3 (1,0 lít) và dung dịch nước natri silicat số 4 (1,0 lít) được phủ lên mặt sau

(tổng diện tích: $2,3\text{m}^2$) của vật liệu chịu lửa. Độ dày tính toán ở thời điểm phủ là $0,4\text{mm}$ (độ dày tính toán ở đây là trị số thu được bằng cách chia thể tích của dung dịch nước được phủ cho diện tích phủ).

Tại thời điểm phủ, natri silicat chảy từ mặt đối diện hướng lên có chiều rộng 100mm và chiều cao 81mm , mà là mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon, đến các mặt gần kề. Do đó, natri silicat được lau sạch một cách thích hợp bằng vải, nhưng lượng natri silicat lau đi là nhỏ không đáng kể so với tổng số lượng. Mặt được phủ về cơ bản được hóa rắn 30 phút sau khi phủ, và ngay cả khi nếu mặt được phủ được cho tiếp xúc với các mặt được phủ của các viên gạch gần kề, nó không bị dính vào các mặt được phủ này. Mặc dù độ dày của lớp bám dính được giảm xuống do làm khô và độ dày cho cả hai dung dịch nước natri silicat được giảm xuống một nửa khoảng $0,2\text{mm}$, lớp bám dính natri silicat (màng phủ natri silicat) mà đã phủ toàn bộ mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon được hình thành. Vật liệu chịu lửa mà có mặt sau được phủ natri silicat được lắp đặt thành công vào gàu rót thép nóng chảy theo cách giống với các vật liệu chịu lửa thông thường.

Sau khi gàu rót thép nóng chảy được sử dụng khoảng một tháng, việc sửa chữa một phần được thực hiện trên vùng bị ăn mòn sâu. Tại thời điểm này, một phần của vật liệu chịu lửa trong vùng mà trong đó natri silicat được phủ lên mặt sau và một phần của vật liệu chịu lửa trong vùng mà trong đó natri silicat không được phủ lên mặt sau được thu gom và được đánh giá. Ở vật liệu chịu lửa chứa cacbon trong vùng mà không được phủ natri silicat bị oxy hóa từ mặt sau đến độ sâu là 20mm , ngược lại sự oxy hóa độ sâu từ mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon trong vùng mà được phủ natri silicat là nhỏ hơn 1mm . Tức là, đã phát hiện ra rằng, so với vùng mà không được phủ natri silicat, sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon hầu như không được tiếp diễn trong vùng mà được phủ natri silicat.

Sau khi gàu rót thép nóng chảy được sử dụng khoảng một tháng nữa, các nghiên cứu tương tự được thực hiện. Kết quả là, vật liệu chịu lửa chứa cacbon trong vùng mà không được phủ natri silicat bị oxy hóa từ mặt sau đến độ sâu là 30mm , ngược lại sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon trong vùng mà được

phủ natri silicat có độ sâu nhỏ hơn 1mm, cụ thể là, sự oxy hóa hầu như không được tiếp diễn.

Sau một tháng sử dụng nữa, các nghiên cứu tương tự được thực hiện. Kết quả là, vật liệu chịu lửa chứa cacbon trong vùng mà không được phủ natri silicat bị oxy hóa từ mặt sau đến độ sâu là 40mm, ngược lại độ sâu oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon ở khoảng ba phần tư diện tích của vùng mà được phủ natri silicat là nhỏ hơn 1mm, và độ sâu oxy hóa mặt sau là 10mm trong khoảng một phần tư diện tích còn lại. Ở phần mà độ sâu oxy hóa mặt sau là 10mm, các vết nứt được tạo thành trong lớp bám dính natri silicat. Các vết nứt này thường được quan sát trong các phần trong đó độ dày phủ tương đối nhỏ. Các vết nứt này có thể là do sự khác biệt về hệ số giãn nở giữa vật liệu chịu lửa chứa cacbon và natri silicat khi gàu rót thép nóng chảy được làm nguội và được gia nhiệt lại khi sửa chữa một phần lần thứ hai.

Thông thường, ngay cả khi nếu các vết nứt được tạo ra trong lớp natri silicat, độ bền không kém đi khi độ sâu oxy hóa mặt sau là khoảng 10mm sau ba tháng sử dụng. Tuy nhiên, ở lớp lót mà có lớp cách nhiệt giữa vật liệu chịu lửa và vỏ thép bên ngoài để làm giảm sự tổn hao năng lượng, nhiệt độ của mặt sau của vật liệu chịu lửa tăng lên so với ở lớp lót mà không có lớp cách nhiệt, và do đó độ sâu oxy hóa mặt sau có thể tăng lên khoảng 20mm và độ bền có thể kém đi. Do đó, thực nghiệm mà trong đó độ dày phủ của natri silicat nói chung là lớn được thực hiện. Mỗi dung dịch nước natri silicat số 3 và dung dịch nước natri silicat số 4 được phủ theo lượng là 2,0 lít, mà lớn gấp hai lần 1,0 lít lên diện tích 2,3 m² trong ví dụ nêu trên. Độ dày phủ tính toán cho lượng này là 0,8mm.

Sau một tháng sử dụng, một phần của vật liệu chịu lửa được thu gom và được đánh giá. Kết quả là, lớp bám dính natri silicat mà được tạo thành bằng cách phủ dung dịch nước natri silicat số 3 và dung dịch nước natri silicat số 4 như được mô tả ở trên bị tách ra khỏi vật liệu chịu lửa trong một vùng rộng, và độ sâu oxy hóa mặt sau là khoảng 10mm. Lý giải cho điều này có thể là lớp natri silicat quá dày mà sự khác biệt về hệ số giãn nở giữa vật liệu chịu lửa chứa cacbon và lớp bám dính natri silicat không được hấp thụ bởi sự biến dạng dẻo đàn hồi của lớp bám dính natri silicat và, do đó, các

mặt tiếp xúc bị tách ra khỏi nhau. Do đó, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng độ dày của lớp bám dính natri silicat tốt hơn là 0,4mm hoặc nhỏ hơn sau khi làm khô, và tốt hơn nữa là khoảng 0,2mm sau khi làm khô.

Để làm cho độ dày của lớp bám dính natri silicat đồng đều, dung dịch nước natri silicat số 3 (29% theo khối lượng là SiO_2 , 9,5% theo khối lượng là Na_2O) có bán trên thị trường và dung dịch nước natri silicat số 4 (24,5% theo khối lượng là SiO_2 , 7,5% theo khối lượng là Na_2O) có bán trên thị trường được pha loãng 1,2 lần với nước để làm giảm độ nhớt và cho phép phủ mỏng và mỗi dung dịch được phủ hai lần. Tính lưu động trên mặt được phủ biến mất 10 phút sau khi phủ lần thứ nhất và do đó việc phủ lần thứ hai được thực hiện. Mặt được phủ về cơ bản được hóa rắn 30 phút sau khi phủ lần thứ hai. Việc tạo ra lớp phủ không đồng đều mà được quan sát ngay cả bằng mắt thường trong lần phủ duy nhất được giảm đáng kể bởi việc phủ hai lần.

Theo phương pháp giống như trong thử nghiệm nêu trên, tổng số 1,2 lít của dung dịch nước natri silicat bao gồm 1,0 lít dung dịch nước natri silicat số 3 hoặc dung dịch nước natri silicat số 4 và 0,2 lít nước được phủ hai lần lên mặt sau (tổng diện tích: $2,3\text{m}^2$) của vật liệu chịu lửa chứa cacbon. Độ dày phủ tính toán là 0,5mm, và độ dày sau khi làm khô khoảng 0,2mm cho cả hai dung dịch nước natri silicat. Ngay cả sau tổng cộng ba tháng mà trong quá trình đó việc sửa chữa một phần của vật liệu chịu lửa được thực hiện hai lần sau khi bắt đầu sử dụng, độ sâu oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon là khoảng 1mm, và sự oxy hóa mặt sau được ngăn chặn tốt.

Một nghiên cứu được thực hiện về sự ảnh hưởng của SiO_2 và Na_2O có mặt trong natri silicat, mà đã được biết đến là các thành phần gây ra các sự thay đổi về các đặc tính, như hạ thấp điểm nóng chảy hoặc gây giãn nở và do đó làm suy giảm đáng kể tính chất, trên vật liệu chịu lửa để sử dụng trong các ứng dụng đòi hỏi tính chịu lửa cao. Kết quả là, không có sự xâm nhập của SiO_2 và Na_2O vào vật liệu chịu lửa được quan sát, mà chỉ ra rằng đặc tính chịu lửa không suy giảm.

Dựa trên cơ sở đã nêu trên, điều đã được bộc lộ là sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon mà được sử dụng ở nhiệt độ cao từ 400°C trở lên và chứa

cacbon hoặc hợp chất cacbon với lượng là 1% theo khối lượng có thể được ngăn chặn đáng kể mà không làm tăng các chi phí và làm suy giảm khả năng chịu lửa bằng cách phủ dung dịch nước silicat kim loại kiềm lên mặt sau của vật liệu chịu lửa theo lượng thích hợp sao cho dung dịch nước silicat kim loại kiềm về cơ bản không gây ra các ảnh hưởng xấu lên vật liệu chịu lửa và không tạo ra lớp phủ không đồng đều rõ rệt, để từ đó hoàn thành sáng chế.

Phương án

Tiếp theo, phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon theo một phương án của sáng chế sẽ được mô tả dựa trên các phát hiện nêu trên.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện kết cấu lớp lót của gàu rót thép nóng chảy trong nhà máy luyện kim, kết cấu lớp lót được tạo ra bằng phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau theo một phương án của sáng chế. Trong kết cấu lớp lót này, lớp bám dính natri silicat 2 được tạo thành ở phía mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1. Vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 là vật liệu chịu lửa chịu mòn. Mặt làm việc của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 trên phía bên phải của hình vẽ được tiếp xúc với thép nóng chảy (không được thể hiện). Vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 được sử dụng ở nhiệt độ cao từ 400°C trở lên. Cụ thể, mặt làm việc của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 được tiếp xúc với thép nóng chảy nằm trong khoảng nhiệt độ từ 1550°C đến 1650°C. Hai lớp vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu chứa nhôm oxit 3 được tạo ra trên phía (phía bên trái của hình vẽ) của lớp bám dính natri silicat 2, phía đối diện với vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1. Ngoài ra, vỏ thép bên ngoài 4 được tạo ra trên phía của vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu 3 đối diện vật liệu chịu lửa 1 và lớp bám dính natri silicat 2. Tám cách nhiệt có thể được tạo ra giữa vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu 3 và vỏ thép bên ngoài 4.

Lớp bám dính natri silicat 2 có thể là lớp bám dính của kim loại kiềm silicat khác (ví dụ, kali silicat hoặc liti silicat) và có thể được tạo thành bằng cách, ví dụ, phủ dung dịch nước silicat kim loại kiềm lên mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 bằng cách sử dụng chổi quét hoặc phương pháp tương tự. Dung dịch nước silicat kim

loại kiềm tốt hơn là có độ nhớt thích hợp để phủ với độ dày đồng đều cho toàn bộ mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1. Cụ thể, dung dịch nước silicat kim loại kiềm tốt hơn là có độ nhớt là 10 mPa.s hoặc nhỏ hơn. Khi độ nhớt của dung dịch nước tăng lên lớn hơn 10 mPa.s, việc tạo ra lớp phủ không đồng đều trở nên đáng kể, điều này có thể gây ra việc không có lớp bám dính ở một số vùng hoặc có thể gây ra sự hình thành lớp bám dính với độ dày quá lớn và do đó dễ dàng phân tách lớp bám dính ở một số vùng.

Dung dịch nước silicat kim loại kiềm được sử dụng chứa oxit kim loại kiềm R_2O (R là nguyên tố kim loại kiềm) và SiO_2 sao cho tỷ lệ mol của SiO_2 so với oxit kim loại kiềm là 2,3 hoặc lớn hơn. Khi tỷ lệ mol là 2,3 hoặc lớn hơn, dung dịch nước silicat kim loại kiềm có thể giữ độ nhớt đàn hồi thích hợp của nó cho đến khi nó khô và rắn lại, và do đó lớp phủ dạng lỏng mà mỏng và có độ dày đồng đều có thể được duy trì. Ví dụ, do tỷ lệ mol của natri silicat số 1 thấp khoảng 2,1, lớp phủ dạng lỏng không có đủ độ nhớt đàn hồi và màng mỏng được tạo thành từ lớp phủ dạng lỏng là không ổn định và, kết quả là, lớp bám dính natri silicat 2 có thể có các khuyết tật.

Đối với dung dịch nước silicat kim loại kiềm, ví dụ, ít nhất một trong các dung dịch nước của các natri silicat số 2 và số 3, mà được quy định theo JIS K1408-1966, và natri silicat số 4 như đã giải thích trước đó, và dung dịch nước kali silicat có thể được sử dụng riêng hoặc ở dưới dạng hỗn hợp. Nếu cần thiết, độ nhớt của các dung dịch nước này được điều chỉnh bằng cách, ví dụ, pha loãng với nước trước khi sử dụng. Trị số điển hình của tỷ lệ mol đối với mỗi natri silicat là khoảng 2,4 đối với natri silicat số 2, khoảng 3,2 đối với natri silicat số 3, và khoảng 3,4 đối với natri silicat số 4.

Vật liệu chịu lửa chứa cacbon theo phương án của sáng chế có lớp bám dính được tạo thành bằng cách phủ dung dịch nước silicat kim loại kiềm có tỷ lệ mol nêu trên vào vật liệu chịu lửa chứa cacbon và hóa rắn dung dịch nước silicat kim loại kiềm có lớp bám dính dạng rắn của kim loại kiềm silicat trên ít nhất một mặt mà là mặt sau, mặt này nằm đối diện mặt làm việc trong quá trình sử dụng. Lớp bám dính chứa oxit kim loại kiềm R_2O (R là nguyên tố kim loại kiềm) và SiO_2 ở tỷ lệ mol của SiO_2 so với

oxit kim loại kiềm là 2,3 hoặc lớn hơn.

Lớp bám dính natri silicat 2 được tạo thành do sự hóa rắn khoảng 30 phút sau khi phủ dung dịch nước. Tốt hơn là, vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 được lắp đặt vào gàu rót thép nóng chảy sau khi lớp bám dính của dung dịch nước natri silicat hóa rắn và mất tính lưu động. Điều tương tự cũng áp dụng với trường hợp sử dụng dung dịch nước của kim loại kiềm silicat khác với natri silicat. Nhờ đó, lớp bám dính của kim loại kiềm silicat có thể được ngăn ngừa khỏi việc bị tách ra khỏi vật liệu chịu lửa với lớp bám dính được kết dính vào vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu ở phía mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon. Dung dịch nước silicat kim loại kiềm có thể bao gồm ít nhất một trong các dung dịch nước của các natri silicat số 2, số 3, và số 4, và kali silicat và có thể bao gồm hỗn hợp của hai hoặc nhiều dung dịch nước này.

Tốt hơn là, lớp bám dính natri silicat 2 có độ dày khô là 0,1mm hoặc lớn hơn và 0,4mm hoặc nhỏ hơn. Khi độ dày khô là 0,1mm hoặc lớn hơn, có thể thu được đủ hiệu quả ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau. Khi độ dày khô là 0,4mm hoặc nhỏ hơn, sự ảnh hưởng của SiO_2 và Na_2O có mặt trong natri silicat, cụ thể là, các sự thay đổi về các tính chất, như hạ thấp điểm nóng chảy hoặc gây giãn nở, có thể được giảm xuống và nguy cơ dễ tách lớp bám dính trong trường hợp có sự thay đổi nhiệt độ lớn cũng có thể được giảm xuống. Do việc phủ natri silicat một lần tạo ra lớp phủ không đều, nên lần phủ thứ hai tốt hơn là được thực hiện sau khi làm khô tự nhiên trong khoảng thời gian 30 phút sau khi phủ lần thứ nhất. Dung dịch nước silicat kim loại kiềm có thể được phủ ba lần hoặc nhiều lần. Đối với phương pháp phủ dung dịch nước silicat kim loại kiềm lên vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1, ngoài việc phủ bằng chổi, ví dụ, phương pháp phun dung dịch nước bằng máy phun, phương pháp truyền dung dịch nước bằng con lăn, và phương pháp tạo ra độ dày phủ đồng đều bằng phương pháp phủ trải có thể được sử dụng riêng hoặc kết hợp với nhau để phủ. Phương pháp phủ dung dịch nước silicat kim loại kiềm lên vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 không bị giới hạn ở các phương pháp này.

Theo sáng chế, dung dịch nước silicat kim loại kiềm được sử dụng làm vật liệu được phủ lên mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 mà được sử dụng ở nhiệt độ

cao từ 400°C trở lên và chứa cacbon hoặc hợp chất cacbon với lượng là 1% theo khối lượng hoặc lớn hơn. Khi dung dịch nước silicat kim loại kiềm được phủ lên mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 và được làm khô (được hóa rắn), lớp bám dính, cụ thể là, lớp phủ vô định hình, và có ít vết nứt và lỗ xốp trong vùng nhiệt độ từ nhiệt độ thường đến nhiệt độ cao, có thể được tạo thành, tạo ra hiệu quả ưu việt trong việc ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau.

Dung dịch nước silicat kim loại kiềm, mà là chất lỏng, dễ dàng thu được và phủ và khô tự nhiên và hóa rắn ở nhiệt độ thường. Do đó, không cần quy trình đặc biệt để sử dụng sáng chế và các chi phí có thể được giảm xuống so với các phương pháp trong tình trạng kỹ thuật liên quan.

Bằng cách phủ dung dịch nước silicat kim loại kiềm lên mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 30 phút hoặc lâu hơn trước khi lắp đặt vật liệu chịu lửa vào thiết bị, như gàu rót thép nóng chảy, lớp bám dính (lớp phủ) của kim loại kiềm silicat hóa rắn tốt trên mặt sau và bám dính vào mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon. Kết quả là, lớp bám dính (lớp phủ) của kim loại kiềm silicat có thể ngăn ngừa việc bám dính mạnh hơn vào vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu và vữa hoặc tương tự mà lấp đầy các khe nứt trong vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu, so với vật liệu chịu lửa chứa cacbon. Do đó, ngay cả khi vật liệu chịu lửa co lại do làm nguội mà có liên quan đến việc gián đoạn hoạt động sau khi bắt đầu sử dụng, việc mất độ kín khí do sự phân tách lớp bám dính (lớp phủ) của kim loại kiềm silicat khỏi vật liệu chịu lửa có thể được ngăn ngừa.

Trong vùng của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 nơi mà mặt sau bị oxy hóa (lớp bị oxy hóa mặt sau), cacbon bị loại bỏ do sự oxy hóa gây ra hiện tượng xâm nhập xỉ và đã làm giảm cường độ của thành phần vật liệu chịu lửa, dẫn đến làm giảm đáng kể về độ bền. Do đó, việc sửa chữa bằng cách thực hiện việc tháo dỡ và lắp đặt lại được yêu cầu trước khi vùng mà mặt sau bị oxy hóa (lớp bị oxy hóa mặt sau) bị lộ ra như là mặt làm việc. Thông thường, việc tháo dỡ được thực hiện khi phía mặt sau của vật liệu chịu lửa bị oxy hóa đến độ sâu khoảng 40mm, cụ thể là, khi độ dày là lớp bị oxy hóa mặt sau là 40mm và độ dày dư của toàn bộ vật liệu chịu lửa nằm trong khoảng từ 50 đến 60mm. Tuy nhiên, khi biện pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau theo sáng chế

được thực hiện, vật liệu chịu lửa có thể được sử dụng cho đến khi độ dày của vật liệu chịu lửa giảm xuống khoảng 20mm, mà là giới hạn kết cấu, và số lần sử dụng cho đến khi vật liệu chịu lửa mòn có thể tăng lên khoảng 30 phần trăm.

Dung dịch nước silicat kim loại kiềm tạo ra lớp bám dính vô định hình (lớp phủ) trong vùng nhiệt độ từ nhiệt độ thường đến nhiệt độ cao và do đó tạo ra độ kín khí cao và hiệu quả ưu việt trong việc ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau. Hơn nữa, vì không cần phải có các tiện ích như khí để làm sạch trong quá trình sử dụng, nên chi phí sử dụng là thấp và có thể phủ lên vật liệu chịu lửa của thùng chứa chuyên chở chuyên động được.

Bằng cách phủ dung dịch nước silicat kim loại kiềm lên mặt sau của vật liệu chịu lửa 30 phút hoặc lâu hơn trước khi lắp đặt vật liệu chịu lửa vào thiết bị, lớp bám dính (lớp phủ) của kim loại kiềm silicat có thể được ngăn ngừa khỏi việc bị tách ra khỏi vật liệu chịu lửa với lớp bám dính được kết dính vào vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu và vật liệu tương tự.

Dung dịch nước silicat kim loại kiềm được phủ lên mặt sau của vật liệu chịu lửa sao cho lớp bám dính (lớp phủ) của kim loại kiềm silicat thu được bằng cách phủ hai lần có độ dày khô là 0,1mm hoặc lớn hơn và 0,4mm hoặc nhỏ hơn. Việc phủ như này giúp tránh làm giảm độ kín khí do các vết nứt, ngay cả khi nhiệt độ của mặt sau tăng lên do sự cách nhiệt ở phía mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1, hoặc ngay cả khi sử dụng trong thời gian dài, và có thể duy trì tốt hiệu quả ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau. Dung dịch nước silicat kim loại kiềm có thể được phủ ba lần hoặc nhiều lần.

Mặc dù ví dụ mà trong đó sáng chế được phủ lên kết cấu lớp lót của gàu rót thép nóng chảy được mô tả ở trên, sáng chế không bị giới hạn ở ví dụ này. Vật liệu chịu lửa chứa cacbon bất kỳ để sử dụng trong các thiết bị trong đó nhiệt độ bên trong đạt đến nhiệt độ cao từ 400°C trở lên, như lò nấu chảy và lò gia nhiệt, có thể được lắp đặt vào thiết bị bất kỳ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Các nghiên cứu kiểm tra được thực hiện theo sáng chế này bằng cách sử dụng kết cấu lớp lót được thể hiện trong Fig.1. Mặt làm việc của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 trong kết cấu lớp lót được sử dụng trong Ví dụ 1 phải tiếp xúc với thép nóng chảy nằm trong khoảng từ 1550°C đến 1650°C. Vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 được sử dụng có độ dày là 150mm và có hợp phần sau đây: 80% theo khối lượng là nhôm oxit, 10% theo khối lượng là magiê cacbonat, và 7% theo khối lượng là vật liệu cacbon, với phần còn lại là chất kết dính, như nhựa, và các tạp chất không tránh được. Lớp bám dính natri silicat 2 được tạo thành bằng cách phủ dung dịch nước natri silicat số 3 có bán trên thị trường chứa 29% theo khối lượng là SiO_2 và 9,5% theo khối lượng là Na_2O lên vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 bằng cách sử dụng chổi quét.

Lớp bám dính natri silicat 2 được hóa rắn 30 phút sau khi phủ và mất tính lưu động. Ở trạng thái này, vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 được lắp đặt vào gàu rót thép nóng chảy. Độ dày của lớp bám dính natri silicat 2 là 0,4mm ở thời điểm phủ và 0,2mm sau khi làm khô. Hai lớp vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu chứa nhôm oxit 3 mỗi lớp có độ dày là 30mm được tạo ra trên mặt trong của vỏ thép bên ngoài 4, dày 38mm, của gàu rót thép nóng chảy, cụ thể là, trên mặt gần sát phần giữa của gàu rót thép nóng chảy. Ở mặt trong của vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu chứa nhôm oxit 3, vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 đóng vai trò làm vật liệu chịu lửa chịu mòn được lắp đặt theo cách xếp chồng, với lớp bám dính natri silicat 2 tiếp xúc với vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu chứa nhôm oxit 3.

Gàu rót thép nóng chảy có kết cấu lớp lót này được sử dụng trong khoảng ba tháng. Cụ thể, thép nóng chảy được lấy ra khỏi lò chuyển (không được thể hiện) được giữ trong gàu rót thép nóng chảy trong thời gian khoảng 3 giờ và sau đó tiếp tục chờ trong khoảng thời gian hai giờ. Hoạt động này được lặp lại. Sau khoảng một tháng, gàu rót thép nóng chảy được làm nguội để sửa chữa một phần của phần khác, và gàu rót thép nóng chảy được gia nhiệt lại sau khoảng bốn ngày và bắt đầu được sử dụng lại. Khi độ dày dư của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 bị giảm xuống, vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 được tháo dỡ và vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 được lắp đặt lại. Trong hoạt động này, kết cấu lớp lót được sử dụng trong khoảng thời gian ba tháng.

Fig.2 thể hiện ảnh chụp phần đầu của phía mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 sau ba tháng. Trong Fig.2, các phần màu trắng là các phần bị oxy hóa của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 (lớp bị oxy hóa mặt sau). Như được thể hiện trong Fig.2, sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 được đề xuất bởi sáng chế được ngăn chặn tốt.

Đối với ví dụ so sánh, kết cấu lớp lót không có lớp bám dính natri silicat 2 và thu được bằng cách lắp đặt vật liệu chịu lửa theo tình trạng kỹ thuật sử dụng liên quan được sử dụng trong khoảng thời gian ba tháng. Fig.3 thể hiện ảnh chụp mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 sau ba tháng trong kết cấu lớp lót của Ví dụ so sánh. Trong hình vẽ này, các phần màu trắng là các phần bị oxy hóa của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 (lớp bị oxy hóa mặt sau). Như được thể hiện trong Fig.3, sự oxy hóa mặt sau tiếp diễn đến độ sâu khoảng 40mm trong Ví dụ so sánh.

Điều này thể hiện rằng sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 có thể được giảm xuống hiệu quả bằng cách sử dụng sáng chế.

Ví dụ 2

Sau đó, nghiên cứu kiểm tra khác được thực hiện đối với sáng chế. Fig.4 là hình vẽ thể hiện kết cấu lớp lót của gàu rót thép nóng chảy trong nhà máy luyện kim trong ví dụ 2, kết cấu lớp lót được tạo ra bởi phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau theo sáng chế. Trong ví dụ 2, lớp bám dính natri silicat 2 được tạo thành trên mặt sau (trên mặt vỏ thép bên ngoài) của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 như trong phương án thứ nhất. Hai lớp vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu chứa nhôm oxit 3 được tạo ra trên mặt trong vỏ thép bên ngoài 4 của gàu rót thép nóng chảy, cụ thể là, trên mặt gần sát phần giữa của gàu rót thép nóng chảy, trong khi tấm cách nhiệt 5 được đặt xen giữa vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu chứa nhôm oxit 3 và vỏ thép bên ngoài 4. Trên mặt trong của vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu chứa nhôm oxit 3, vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 đóng vai trò làm vật liệu chịu lửa chịu mòn được lắp đặt theo cách xếp chồng, với lớp bám dính natri silicat 2 tiếp xúc với vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu chứa nhôm oxit 3.

Vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1 chứa 80% theo khối lượng là nhôm oxit, 10%

theo khối lượng là magiê cacbonat, và 7% theo khối lượng là vật liệu cacbon, và có độ dày là 150mm. Độ dày của lớp bám dính natri silicat 2 là 0,4mm ở thời điểm phủ và 0,2mm sau khi làm khô. Vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu 3 bao gồm hai lớp chứa nhôm oxit mỗi lớp có độ dày là 30mm. Độ dày của tấm cách nhiệt 5 là 5mm và độ dày của vỏ thép bên ngoài 4 là 38mm.

Trong ví dụ 2, natri silicat được phủ bằng phương pháp giống như trong ví dụ 1. Khoảng một tháng sau khi bắt đầu sử dụng, sự oxy hóa mặt sau một phần đến độ sâu khoảng 10mm như được thể hiện trong Fig.5 được quan sát trong khoảng phần thứ tư của vùng. Sự oxy hóa mặt sau xảy ra trong các vùng mà độ dày của lớp bám dính natri silicat không nhất quán, cụ thể là, không đều.

Do đó, dung dịch nước natri silicat có bán trên thị trường số 3 được pha loãng 1,2 lần bằng cách bổ sung nước, sao cho tính lưu động của dung dịch nước natri silicat số 3 tăng lên. Dung dịch nước được pha loãng này của natri silicat số 3 được phủ hai lần để tạo ra độ dày đồng đều. Tính lưu động trên mặt được phủ biến mất 10 phút sau lần phủ lần thứ nhất và do đó lần phủ thứ hai được thực hiện. Mặt được phủ về cơ bản được hóa rắn 30 phút sau khi phủ lần thứ hai và vật liệu chịu lửa do đó được lắp đặt vào gàu rót thép nóng chảy. Độ dày của lớp bám dính natri silicat 2 mà thu được cuối cùng bằng cách phủ hai lần và sự hóa rắn là 0,2mm. Về mặt sau của vật liệu chịu lửa sau ba tháng sử dụng, sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa hầu như không được tiếp diễn giống như trong Fig.2 của Ví dụ 1.

Điều này thể hiện rằng việc phủ hai lần của natri silicat đã làm giảm việc tạo ra lớp phủ không đồng đều và đã cải thiện hiệu quả ức chế sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon 1. Dung dịch nước natri silicat số 3 có độ nhớt tương đối cao là 22 mPa.s có xu hướng tạo ra lớp phủ không đều. Tuy nhiên, khi dung dịch nước natri silicat số 3 được pha loãng 1,2 lần pha loãng với nước, độ nhớt được giảm xuống 3 mPa.s và việc tạo ra lớp phủ không đồng đều bị giảm đáng kể. Do độ nhớt của dung dịch nước natri silicat được phát hiện là ảnh hưởng đến việc ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau, các tính chất lớp phủ và hiệu quả ức chế sự oxy hóa mặt sau được nghiên cứu cho các dung dịch nước của các loại natri silicat khác nhau.

Với dung dịch nước natri silicat số 4 có độ nhớt nhỏ là 2 mPa.s, không tạo ra lớp phủ không đều. Ngay cả với dung dịch nước natri silicat số 2 có độ nhớt là 13 mPa.s, mà nhỏ hơn dung dịch nước natri silicat số 3, lớp phủ không đều được tạo ra và sự oxy hóa mặt sau một phần đã xảy ra. Khi dung dịch nước natri silicat số 2 tiếp tục được pha loãng 1,03 lần với nước, độ nhớt được giảm xuống 10 mPa.s và lớp phủ không đều và sự oxy hóa mặt sau được ngăn chặn. Natri silicat số 1 có độ nhớt rất lớn là 1000mPa.s hoặc lớn hơn và nó rất khó để phủ chính natri silicat số 1. Khi natri silicat số 1 này được pha loãng 1,5 lần với nước, độ nhớt được giảm xuống 2 mPa.s và không tạo ra lớp phủ không đều, nhưng các vết nứt được tạo ra trong quá trình làm khô và sự oxy hóa mặt sau cũng xảy ra trong quá trình sử dụng.

Điều này có thể vì tỷ lệ mol của SiO_2 so với Na_2O trong natri silicat số 1 là 2,1, nhỏ hơn 2,4 đối với natri silicat số 2, 3,2 đối với natri silicat số 3, và 3,4 đối với natri silicat số 4, và trọng lượng phân tử của natri silicat số 1 là thấp dưới 200 và, do đó, độ nhớt đàn hồi là không đủ và màng mỏng là không ổn định. Các tác giả sáng chế đã phát hiện ra là đặc tính ức chế sự oxy hóa tốt có thể thu được khi tỷ lệ mol của SiO_2 so với alkali oxit R_2O (R là nguyên tố kim loại kiềm) là 2,3 hoặc lớn hơn và độ nhớt được giảm xuống 10 mPa.s hoặc nhỏ hơn bằng cách, ví dụ, pha loãng với nước.

Danh sách số chỉ dẫn

- 1 Vật liệu chịu lửa chứa cacbon
- 2 Lớp bám dính natri silicat
- 3 Vật liệu chịu lửa lót vĩnh cửu
- 4 Vỏ thép bên ngoài
- 5 Tấm cách nhiệt

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon, trong đó phương pháp này bao gồm việc tạo ra lớp bám dính trên mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon bằng cách phủ dung dịch nước silicat kim loại kiềm lên mặt sau và sau đó hóa rắn dung dịch nước silicat kim loại kiềm này, trong đó dung dịch nước silicat kim loại kiềm này chứa oxit kim loại kiềm R_2O , với R là nguyên tố kim loại kiềm, và SiO_2 và có tỷ lệ mol của SiO_2 so với oxit kim loại kiềm là 2,3 hoặc lớn hơn; mặt sau nằm đối diện với mặt làm việc, vật liệu chịu lửa chứa cacbon được sử dụng ở nhiệt độ cao từ $400^\circ C$ trở lên và chứa cacbon hoặc hợp chất cacbon với lượng là 1% theo khối lượng hoặc lớn hơn.
2. Phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon theo điểm 1, trong đó dung dịch nước silicat kim loại kiềm có độ nhớt là 10 mPa.s hoặc nhỏ hơn.
3. Phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon theo điểm 1 hoặc 2, trong đó phương pháp này còn bao gồm việc lắp đặt vật liệu chịu lửa chứa cacbon vào thiết bị 30 phút hoặc lâu hơn sau khi hoàn thành việc phủ dung dịch nước silicat kim loại kiềm, vật liệu chịu lửa chứa cacbon có dung dịch nước silicat kim loại kiềm được hóa rắn.
4. Phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó dung dịch nước silicat kim loại kiềm bao gồm ít nhất một trong các natri silicat số 2 và số 3 được quy định trong Tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản JIS K1408-1966, và natri silicat số 4.
5. Phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó dung dịch nước silicat kim loại kiềm là dung dịch nước kali silicat.
6. Phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó việc phủ dung dịch nước silicat kim loại kiềm được tiến hành bằng cách phủ lên mặt sau của vật liệu chịu lửa

chứa cacbon hai hoặc nhiều lần.

7. Phương pháp ngăn chặn sự oxy hóa mặt sau của vật liệu chịu lửa chứa cacbon theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó lớp bám dính của kim loại kiềm silicat sau khi hóa rắn có độ dày là 0,1mm hoặc lớn hơn và 0,4mm hoặc nhỏ hơn.

8. Kết cấu lớp lót bao gồm vật liệu chịu lửa chứa cacbon mà được sử dụng ở nhiệt độ cao từ 400°C trở lên và chứa cacbon hoặc hợp chất cacbon với lượng là 1% theo khối lượng hoặc lớn hơn, trong đó vật liệu chịu lửa chứa cacbon bao gồm, trên mặt sau của nó, lớp bám dính dạng rắn của kim loại kiềm silicat, mặt sau nằm đối diện mặt làm việc, và tỷ lệ mol của SiO_2 có mặt trong kim loại kiềm silicat so với oxit kim loại kiềm R_2O , với R là nguyên tố kim loại kiềm, có mặt trong kim loại kiềm silicat là 2,3 hoặc lớn hơn.

9. Kết cấu lớp lót theo điểm 8, trong đó lớp bám dính dạng rắn của kim loại kiềm silicat có độ dày là 0,1mm hoặc lớn hơn và 0,4mm hoặc nhỏ hơn.

10. Vật liệu chịu lửa chứa cacbon bao gồm cacbon hoặc hợp chất cacbon với lượng là 1% theo khối lượng hoặc lớn hơn và có lớp bám dính dạng rắn của kim loại kiềm silicat trên ít nhất một mặt mà là mặt sau, mặt sau này nằm đối diện với mặt làm việc trong quá trình sử dụng, trong đó tỷ lệ mol của SiO_2 có mặt trong kim loại kiềm silicat so với oxit kim loại kiềm R_2O , với R là nguyên tố kim loại kiềm, có mặt trong kim loại kiềm silicat là 2,3 hoặc lớn hơn.

11. Vật liệu chịu lửa chứa cacbon theo điểm 10, trong đó lớp bám dính dạng rắn của kim loại kiềm silicat có độ dày là 0,1mm hoặc lớn hơn và 0,4mm hoặc nhỏ hơn.

FIG. 1

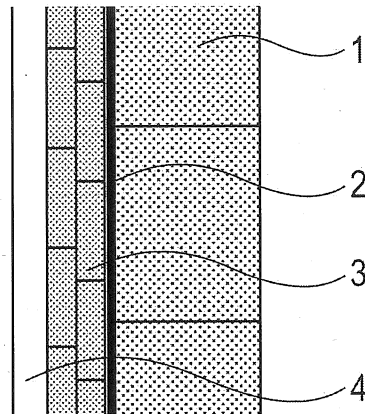


FIG. 2

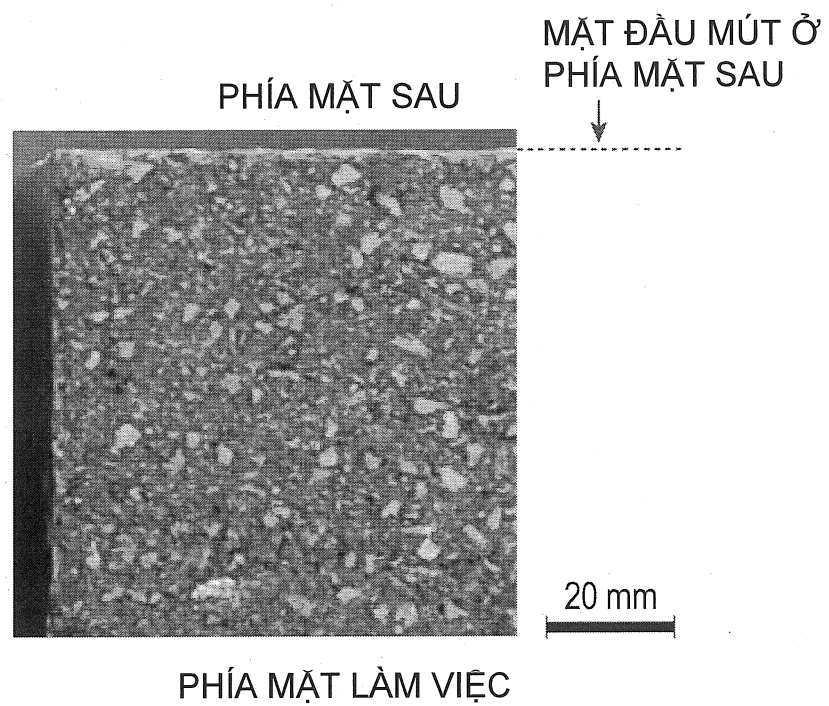


FIG. 3

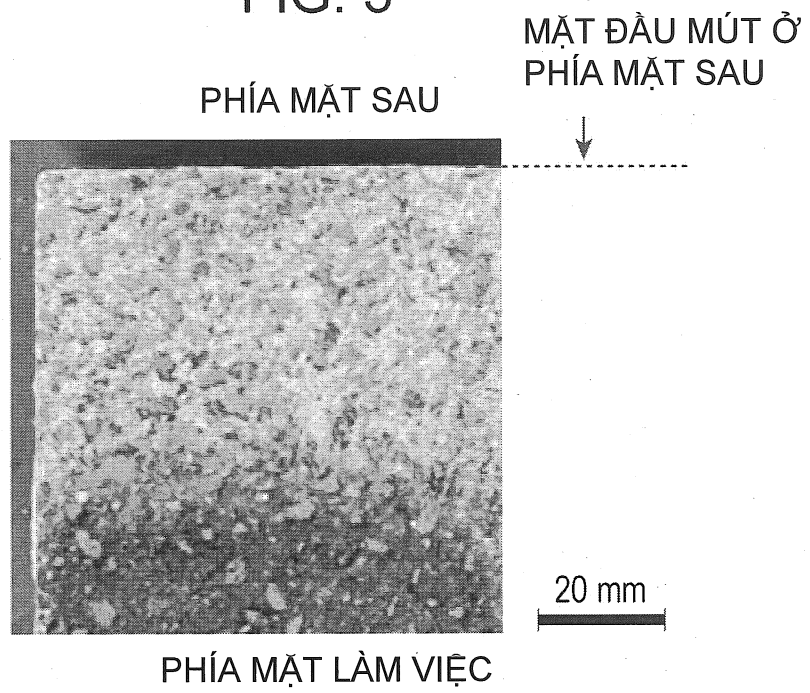


FIG. 4

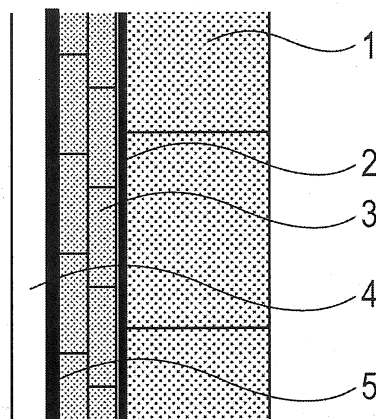


FIG. 5

