



(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)



1-0050523

(51)<sup>2021.01</sup> B01D 39/20; C04B 38/00

(13) B

(21) 1-2022-03308

(22) 29/10/2020

(86) PCT/EP2020/080461 29/10/2020

(87) WO 2021/084042 06/05/2021

(30) 19206498.8 31/10/2019 EP

(45) 25/08/2025 449

(43) 27/01/2023 418A

(73) FOSECO INTERNATIONAL LIMITED (GB)

1 Midland Way, Central Park, Barlborough Links, Derbyshire, S43 4XA, United Kingdom

(72) BELL, David (GB).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) CHẾ PHẨM DẠNG BỘT, BỘ LỘC CHỊU LỬA VÀ PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO

(21) 1-2022-03308

(57) Sáng chế đề cập đến bộ lọc chịu lửa thích hợp để lọc kim loại nóng chảy, như thép, và phương pháp và chế phẩm dạng bột để chế tạo bộ lọc này. Bộ lọc bao gồm vật liệu chịu lửa, vật liệu chịu lửa chứa: khoảng từ 60 đến 90% khối lượng nhôm oxit; khoảng từ 8 đến 30% khối lượng ziricon oxit; và khoảng từ 3 đến 20% khối lượng magie oxit. Chế phẩm dạng bột chứa: khoảng từ 60 đến 90% khối lượng nhôm oxit; khoảng từ 8 đến 30% khối lượng ziricon oxit; và khoảng từ 3 đến 20% khối lượng magie oxit, trong đó chế phẩm dạng bột bao gồm ít hơn 12,5% khối lượng nhôm oxit hoạt tính, nhôm oxit được nung hoặc hỗn hợp của nó, và trong đó phần còn lại của nhôm oxit là nhôm oxit lớp mỏng. Phương pháp bao gồm các bước: cung cấp chế phẩm dạng bột phù hợp với sáng chế; tạo ra tiền chất lọc từ chế phẩm dạng bột và thành phần chất lỏng; và đốt tiền chất lọc để tạo ra bộ lọc chịu lửa.

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến bộ lọc thích hợp để lọc kim loại nóng chảy, như thép, và đến phương pháp chế tạo bộ lọc này.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Các kim loại nóng chảy thường chứa các chất rắn như các oxit kim loại và các tạp chất khác mà có thể khiến cho sản phẩm đúc thành phẩm có các đặc tính không mong muốn. Các bộ lọc đã được đề xuất để loại bỏ các tạp chất này ra khỏi kim loại nóng chảy trong quá trình đúc. Thông theo cách thông thường, các bộ lọc này được làm bằng các vật liệu chịu lửa, như các vật liệu gốm, để chịu được các nhiệt độ cao được kết hợp với các kim loại nóng chảy.

Nhiều loại bộ lọc chịu lửa khác nhau bao gồm các bộ lọc nén và dạng tổ ong. Các bộ lọc dạng tổ ong được tạo bởi các kỹ thuật ép đùn, chẳng hạn bằng cách ép đùn khối nhựa gốm qua khuôn, trước khi sấy khô, cắt và đốt kết cấu tạo thành trong lò. Các bộ lọc dạng tổ ong thường bao gồm các ô song song hình vuông kéo dài qua chiều sâu của bộ lọc. Các bộ lọc ép được tạo ra bằng cách cưỡng bức các chốt định hình qua khối nhựa gốm trong khuôn định hình, và thường có các lỗ song song tròn kéo dài qua thân bộ lọc. Cả hai loại bộ lọc này đưa ra đường dẫn uốn khúc của kim loại nóng chảy qua kết cấu.

Các bộ lọc chịu lửa được ưu tiên có vẻ bề ngoài dạng xốp và được dùng để chỉ trong công nghiệp lọc kim loại như các bộ lọc xốp, mà thường là các bộ lọc gốm xốp. Việc chế tạo các bộ lọc gốm xốp được mô tả trong công bố đơn sáng chế châu Âu số EP0 412673 A2 và EP0649334 A1. Theo cách thông thường, bọt dạng tổ ong hở (chẳng hạn bọt polyuretan dạng lưới) được ngâm tẩm với bùn chứa nước gồm các hạt chịu lửa và chất dính kết. Bọt đã được ngâm tẩm được ép để đẩy huyền phù dư và khi đó được sấy khô và đun nóng để đốt hết bọt hữu cơ và thiêu kết các hạt chịu lửa và chất dính kết trong lớp phủ bùn. Nhờ đó, bọt gốm rắn được hình thành có nhiều lỗ rỗng nối liên động có dạng kết cấu về cơ bản giống với bọt ban đầu.

Gần đây hơn, đã có thể tạo ra các kết cấu gồm phức tạp, như các bộ lọc, có sử dụng in 3D (cũng được biết là chế tạo đắp lớp). Theo cách thông thường, các lớp vật liệu liên tục được tạo ra dưới sự điều khiển của máy tính, chẳng hạn dựa trên mô hình 3D ảo hoặc CAD. Để tạo ra vật thể gồm bằng cách in 3D, kết cấu ban đầu được tạo bởi máy in 3D phải được đốt ở nhiệt độ cao (chẳng hạn khoảng từ 1500 đến 1700°C) để thiêu kết hoặc làm nóng chảy vật liệu gồm.

Các bộ lọc dạng bột dựa trên zircon oxit được sử dụng rộng rãi trong đúc thép do chúng có thể chịu được các nhiệt độ cao theo yêu cầu. Các bộ lọc dựa trên zircon oxit thường có mức zircon oxit rất cao, chẳng hạn lên tới 95% khối lượng zircon oxit. Tuy nhiên, zircon oxit rất đắt, và tính vỡ vụn của các bộ lọc dạng bột dựa trên zircon oxit có thể dẫn đến các mảnh nhỏ làm đứt gãy bộ lọc, gây ra sự nhiễm bẩn quá trình đúc. Các bộ lọc zircon oxit cũng nặng và khó đưa vào hoạt động, khiến kim loại nóng chảy phải được nung nóng đến nhiệt độ cao hơn trước khi lọc.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Sáng chế được đề xuất có xem xét đến các vấn đề này và có mục đích là giảm tính vỡ vụn, độ nặng và chi phí của bộ lọc bằng cách giảm lượng zircon oxit trong bộ lọc.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế đã đề xuất bộ lọc chịu lửa để lọc thép nóng chảy, bộ lọc chịu lửa bao gồm vật liệu chịu lửa và vật liệu chịu lửa này chứa: khoảng từ 60 đến 90% khối lượng nhôm oxit ; khoảng từ 8 đến 30% khối lượng zircon oxit; và khoảng từ 3 đến 20% khối lượng magie oxit.

Theo một vài phương án, vật liệu chịu lửa chứa khoảng từ 65 đến 80% khối lượng nhôm oxit , hoặc khoảng từ 70 đến 75% khối lượng nhôm oxit .

Theo một vài phương án, vật liệu chịu lửa chứa khoảng từ 10 đến 25% khối lượng zircon oxit hoặc khoảng từ 15 đến 20% khối lượng zircon oxit.

Theo một vài phương án, vật liệu chịu lửa chứa khoảng từ 5 đến 15% khối lượng magie oxit hoặc khoảng từ 7,5 đến 10% khối lượng magie oxit.

Theo một vài phương án, vật liệu chịu lửa chứa khoảng từ 70 đến 75% khối lượng nhôm oxit , khoảng từ 15 đến 20% khối lượng zircon oxit, và khoảng

từ 5 đến 12,5% khối lượng magie oxit.

Theo một vài phương án, vật liệu chịu lửa chứa 75% khối lượng nhôm oxit, 20% khối lượng ziricon oxit, và 5% khối lượng magie oxit.

Theo một vài phương án, magie oxit được thể một phần hoặc hoàn toàn bởi xeri oxit.

Theo một vài phương án, vật liệu chịu lửa còn chứa titan oxit. Theo một vài phương án, vật liệu chịu lửa chứa lên tới 0,5% khối lượng titan oxit, lên tới 1% khối lượng titan oxit, lên tới 1,5% khối lượng titan oxit, lên tới 2% titan oxit tính theo khối lượng, lên tới 3% khối lượng titan oxit, lên tới 4% khối lượng titan oxit hoặc lên tới 5% khối lượng titan oxit.

Theo một vài phương án, bộ lọc chịu lửa là bộ lọc dạng bột xốp có mạng hoặc lưới gồm các danh liên kết mà xác định các lỗ rỗng liên kết hoặc các lỗ trống giữa chúng sao cho nhiều đường dẫn uốn khúc hình thành qua bộ lọc. Theo các phương án khác, bộ lọc chịu lửa là bộ lọc nén hoặc dạng tổ ong.

Bộ lọc chịu lửa là bộ lọc có khả năng chịu các nhiệt độ cao. Bộ lọc chịu lửa theo sáng chế phải có khả năng chịu sốc nhiệt được nung nóng đến các nhiệt độ cao theo yêu cầu với kim loại nóng chảy, và chịu về mặt vật lý sốc cơ học từ sự va đập của kim loại nóng chảy, cụ thể là thép nóng chảy. Các thử nghiệm được thiết kế để xác định các đặc tính này, gồm độ bền nén của bộ lọc và khả năng chịu sự va đập của kim loại nóng chảy, như được mô tả ở đây.

Cụ thể là, bộ lọc chịu lửa theo sáng chế có thể là thích hợp để lọc thép nóng chảy, mà có thể có nhiệt độ, chẳng hạn, bằng hoặc cao hơn 1500°C. Bộ lọc cũng có thể là thích hợp để lọc các kim loại nóng chảy khác, như titan và các hợp kim của nó.

Bộ lọc chịu lửa có thể có độ bền nén ít nhất bằng 4, ít nhất bằng 4,5 hoặc ít nhất bằng 5 MPa. Theo một vài phương án độ bền nén không lớn hơn 8, không lớn hơn 7 hoặc không lớn hơn 6 MPa. “Độ bền nén” cũng có thể ở đây được dùng để chỉ “cường độ chịu nén” của bộ lọc.

Bộ lọc chịu lửa có thể là thích hợp để lọc ít nhất 30 kg thép nóng chảy, ít nhất 40 kg thép nóng chảy, ít nhất 50 kg thép nóng chảy, ít nhất 70 kg thép nóng chảy, ít nhất 100

kg thép nóng chảy, ít nhất 200 kg thép nóng chảy, ít nhất 400 kg thép nóng chảy hoặc ít nhất 600 kg thép nóng chảy, phù hợp với phương pháp được mô tả ở đây.

Theo một vài phương án vật liệu chịu lửa chứa ít hơn 1% khối lượng silic oxit, ít hơn 0,8% khối lượng silic oxit, ít hơn 0,5% khối lượng silic oxit, ít hơn 0,3% khối lượng silic oxit, ít hơn 0,2% khối lượng silic oxit hoặc ít hơn 0,1% khối lượng silic oxit. Theo một vài phương án, vật liệu chịu lửa về cơ bản không có silic oxit, tiết kiệm cho các tạp chất không thể tránh được mà có thể thường có mặt trong các vật liệu chịu lửa. Việc giảm hay loại trừ silic oxit là có lợi, do sự có mặt của silic oxit có thể dẫn đến hình thành các loại nóng chảy thấp mà có thể làm giảm độ bền ở trạng thái nóng của bộ lọc, mà tiếp đó có thể gây ra biến dạng và làm vỡ bộ lọc. Điều này rất quan trọng với việc lọc các kim loại có các điểm nóng chảy cao, như thép và titan.

Bộ lọc chịu lửa có ít nhất một bề mặt thứ nhất tạo ra mặt bên của bộ lọc và hai bề mặt thứ hai đối nhau tạo ra các mặt cho dòng qua của bộ lọc. Bộ lọc có thể có mặt cắt ngang hình tròn, hình vuông hoặc hình chữ nhật. Bộ lọc có mặt cắt ngang hình tròn sẽ chỉ có một bề mặt thứ nhất trong khi bộ lọc có mặt cắt ngang hình vuông hoặc hình chữ nhật sẽ có bốn bề mặt thứ nhất.

Theo một vài phương án, mỗi bề mặt trong số các bề mặt thứ hai có diện tích không lớn hơn 200 cm<sup>2</sup>, không lớn hơn 300 cm<sup>2</sup>, không lớn hơn 400 cm<sup>2</sup>, hoặc không lớn hơn 500 cm<sup>2</sup>. Tốt hơn nếu, mỗi bề mặt trong số các bề mặt thứ hai có diện tích ít nhất bằng 10 cm<sup>2</sup>, ít nhất bằng 25 cm<sup>2</sup> hoặc ít nhất bằng 50 cm<sup>2</sup>.

Theo một vài phương án, mỗi bề mặt trong số các bề mặt thứ hai có diện tích không lớn hơn 100 cm<sup>2</sup>. Theo các phương án như vậy, bộ lọc chịu lửa có thể có khối lượng không lớn hơn 170 g, không lớn hơn 160 g hoặc không lớn hơn 150 g. Theo một vài phương án, bộ lọc có khối lượng nằm trong khoảng từ 140 đến 170 g hoặc nằm trong khoảng từ 140 đến 150 g.

Theo một vài phương án, mỗi bề mặt trong số các bề mặt thứ hai có diện tích không lớn hơn 70 cm<sup>2</sup>. Theo các phương án như vậy, bộ lọc chịu lửa có thể có khối lượng không lớn hơn 100 g, không lớn hơn 90 g, hoặc không lớn hơn 80 g. Theo một vài phương án, bộ lọc có khối lượng nằm trong khoảng từ 70 đến 100 g hoặc trong khoảng từ

70 đến 80 g.

Do vậy, tỷ trọng của gốm trong bộ lọc theo sáng chế là thấp hơn các bộ lọc dựa trên ziricon oxit, và sáng chế tạo ra bộ lọc nhẹ và đủ bền để lọc thép nóng chảy.

Bộ lọc chịu lửa theo sáng chế có thể là bộ lọc dạng bọt xốp chịu lửa. Việc chế tạo các bộ lọc dạng bọt xốp chịu lửa được mô tả trong công bố đơn châu Âu số EP 0412673 A2 và EP 0649334 A1. Theo cách thông thường, bọt dạng tổ ong hờ (chẳng hạn bọt polyuretan dạng lưới) được ngâm tẩm với bùn chứa nước gồm các hạt chịu lửa và chất dính kết. Bọt đã được ngâm tẩm được ép để đẩy huyền phù dư và khi đó được sấy khô và đun nóng đốt hết bọt hữu cơ và thiêu kết các hạt chịu lửa và chất dính kết trong lớp phủ bùn. Nhờ đó, bọt gốm rắn được tạo ra có nhiều lỗ rỗng nối liên động có dạng kết cấu về cơ bản giống với bọt ban đầu.

Theo cách lựa chọn khác, bộ lọc chịu lửa có thể được bắt nguồn từ tiền chất lọc được tạo ra bằng cách in 3D (cũng được biết là chế tạo đắp lớp).

Theo một vài phương án bộ lọc có ít nhất một mép kín. Nhờ “mép kín”, sẽ được hiểu là phần lớn các lỗ rỗng trong ít nhất một bề mặt trong số các bề mặt thứ nhất được đóng kín hoặc được chặn, chẳng hạn bởi lớp phủ. Theo các phương án trong đó bộ lọc bao gồm nhiều hơn một bề mặt thứ nhất, các lỗ rỗng trong một số hoặc tất cả các bề mặt thứ nhất có thể được đóng kín. Theo các phương án trong đó bề mặt thứ nhất (trong trường hợp của bộ lọc hình tròn chỉ có một bề mặt thứ nhất) hoặc tất cả các bề mặt thứ nhất (trong trường hợp của các bộ lọc hình vuông hoặc hình chữ nhật) được đóng kín, bộ lọc có thể được mô tả dưới dạng “có khung”. Mép kín hoặc khung có thể giúp tăng độ bền của bộ lọc. Các patent Hoa Kỳ số US4568595, US4331621 và công bố đơn quốc tế số WO2011/114080 mô tả các ví dụ tạo ra các bộ lọc mép kín. Việc sử dụng các bộ lọc có khung có thể nâng cao hiệu suất nhờ tăng đáng kể khối lượng kim loại mà bộ lọc có thể chịu. Trong một số trường hợp, các bộ lọc có khung đã được phát hiện là tăng sức chứa của bộ lọc từ 30 kg đến 100 kg trước khi hỏng. Theo một vài phương án mà ở đó bộ lọc đã có sức chứa vốn có hơn 100 kg kim loại, bộ lọc dạng khung không nhất thiết phải cần cho độ bền nhưng có thể giúp tăng cường hơn nữa đặc tính vỡ vụn được cải thiện đạt được bởi hỗn hợp theo sáng chế.

Theo khía cạnh thứ hai của sáng chế, đã đề xuất chế phẩm dạng bột chứa khoảng từ 60 đến 90% khối lượng nhôm oxit ; khoảng từ 8 đến 30% khối lượng ziricon oxit; và khoảng từ 3 đến 20% khối lượng magie oxit, trong đó chế phẩm dạng bột bao gồm ít hơn 12,5% nhôm oxit hoạt tính, nhôm oxit được nung hoặc hỗn hợp của nó.

Theo một vài phương án, chế phẩm dạng bột chứa khoảng từ 65 đến 80% khối lượng nhôm oxit hoặc trong khoảng từ 70 đến 75% khối lượng nhôm oxit .

Theo một vài phương án, chế phẩm dạng bột chứa khoảng từ 10 đến 25% khối lượng ziricon oxit hoặc trong khoảng từ 15 đến 20% khối lượng ziricon oxit.

Theo một vài phương án, chế phẩm dạng bột chứa khoảng từ 5 đến 12,5% khối lượng magie oxit hoặc trong khoảng từ 7,5 đến 10% khối lượng magie oxit.

Theo một vài phương án, chế phẩm dạng bột chứa khoảng từ 70 đến 75% khối lượng nhôm oxit , khoảng từ 15 đến 20% khối lượng ziricon oxit, và khoảng từ 5 đến 12,5% khối lượng magie oxit.

Theo một vài phương án, chế phẩm dạng bột chứa 75% khối lượng nhôm oxit , 20% khối lượng ziricon oxit, và 5% khối lượng magie oxit.

Theo một vài phương án, magie oxit được thể một phần hoặc hoàn toàn bởi xeri oxit.

Chế phẩm dạng bột bao gồm ít hơn 12,5% khối lượng nhôm oxit hoạt tính, nhôm oxit được nung hoặc hỗn hợp của nó, phần còn lại của nhôm oxit là nhôm oxit lớp mỏng. Theo một vài phương án, chế phẩm dạng bột bao gồm không lớn hơn 10% khối lượng nhôm oxit và/hoặc hoạt tính được nung, hoặc không lớn hơn 5% nhôm oxit và/hoặc hoạt tính được nung. Theo một vài phương án, chế phẩm dạng bột chỉ bao gồm nhôm oxit lớp mỏng và không có nhôm oxit hoặc hoạt tính được nung. Chế phẩm dạng bột có thể chứa khoảng từ 0 đến 10% tính theo khối lượng, khoảng từ 1 đến 9% tính theo khối lượng hoặc khoảng từ 2 đến 8% tính theo khối lượng (chẳng hạn 5% tính theo khối lượng) nhôm oxit hoạt tính, nhôm oxit được nung hoặc hỗn hợp của nó. Chế phẩm dạng bột có thể chứa ít nhất 60% nhôm oxit lớp mỏng tính theo khối lượng, ít nhất 65% nhôm oxit lớp mỏng tính theo khối lượng, ít nhất 70% nhôm oxit lớp mỏng tính theo khối lượng, hoặc ít nhất bằng 75% nhôm oxit lớp mỏng.

Theo thuật ngữ chung, nhôm oxit hoạt tính có cấu trúc “mịn” hoặc “mượt” hơn do các kỹ thuật lắng được sử dụng để tạo nó. Do vậy, nhôm oxit hoạt tính hút nhiều nước hơn nhôm oxit lớp mỏng (được gọi là yêu cầu nước cao hơn), mà dẫn đến sự co ngót lớn hơn sau khi đốt. Điều này, đến lượt, có thể giảm độ bền của bộ lọc tạo thành. Khi được tạo thành huyền phù, các lượng cao hơn nhôm oxit hoạt tính trong chế phẩm dạng bột cũng có thể khiến huyền phù khó bơm và xử lý hơn, do dòng giảm.

Theo một vài phương án chế phẩm dạng bột bao gồm ít hơn 1% khối lượng silic oxit, ít hơn 0,8% khối lượng silic oxit hoặc ít hơn 0,5% khối lượng silic oxit. Theo một vài phương án, chế phẩm dạng bột về cơ bản không có silic oxit.

Theo một vài phương án, zircon oxit zircon oxit hoạt tính.

Theo một vài phương án, chế phẩm dạng bột bao gồm 70% nhôm oxit lớp mỏng tính theo khối lượng, 5% nhôm oxit được nung hoặc hoạt tính tính theo khối lượng, 20% khối lượng zircon oxit, và 5% khối lượng magie oxit.

Nhôm oxit lớp mỏng có mặt trong chế phẩm dạng bột có thể có cỡ hạt D50 nhỏ hơn 500  $\mu\text{m}$ , nhỏ hơn 400  $\mu\text{m}$ , nhỏ hơn 300  $\mu\text{m}$ , nhỏ hơn 200  $\mu\text{m}$ , nhỏ hơn 100  $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn 50  $\mu\text{m}$ . Theo một vài phương án, nhôm oxit lớp mỏng có cỡ hạt D50 ít nhất bằng 20  $\mu\text{m}$ , ít nhất bằng 30  $\mu\text{m}$ , ít nhất bằng 40  $\mu\text{m}$ , ít nhất bằng 50  $\mu\text{m}$ , ít nhất bằng 100  $\mu\text{m}$  hoặc ít nhất bằng 200  $\mu\text{m}$ . Theo một vài phương án, nhôm oxit lớp mỏng có cỡ hạt D50 nằm trong khoảng từ 20 đến 500  $\mu\text{m}$ , nằm trong khoảng từ 40 đến 400  $\mu\text{m}$  hoặc nằm trong khoảng từ 40 đến 300  $\mu\text{m}$ .

Theo một vài phương án, nhôm oxit lớp mỏng bao gồm hỗn hợp của các loại nhôm oxit khác nhau. Theo một vài phương án, nhôm oxit lớp mỏng bao gồm hỗn hợp của các nhôm oxit lớp mỏng loại mịn hơn (chẳng hạn có cỡ hạt D50 nhỏ hơn 50  $\mu\text{m}$ , hoặc nằm trong khoảng từ 20 đến 50  $\mu\text{m}$ ) và nhôm oxit lớp mỏng loại thô hơn (chẳng hạn có cỡ hạt D50 nằm trong khoảng từ 100 đến 500  $\mu\text{m}$ ). Theo một vài phương án, các nhôm oxit lớp mỏng loại mịn hơn có cỡ hạt D50 bằng khoảng 40  $\mu\text{m}$  và nhôm oxit lớp mỏng loại thô hơn có cỡ hạt D50 bằng khoảng 200  $\mu\text{m}$ . Theo một vài phương án, tỷ lệ các nhôm oxit lớp mỏng loại mịn hơn với loại thô hơn nằm trong khoảng từ 20:80 đến 80:20, từ 30:70 đến 70:30, từ 40:60 đến 60:40, hoặc 50:50.

Các chế phẩm bao gồm nhôm oxit lớp mỏng loại thô hơn (chẳng hạn các cỡ hạt D50 nằm trong khoảng từ 100 đến 500  $\mu\text{m}$ , hoặc khoảng 200  $\mu\text{m}$ ) có thể có yêu cầu nước hết sức thấp và tạo ra các bộ lọc bền hơn có các khả năng kim loại nóng chảy cao hơn đáng kể 100 kg kim loại, chẳng hạn 600 kg kim loại. Do vậy, các chế phẩm bao gồm nhôm oxit lớp mỏng loại thô hơn có thể được sử dụng để tạo ra các bộ lọc lớn hơn (chẳng hạn các bộ lọc mà trong đó các bề mặt thứ nhất có đường kính bằng khoảng 150 mm hoặc có diện tích lên tới 500  $\text{cm}^2$ ).

Nhôm oxit lớp mỏng có thể có diện tích bề mặt cụ thể (specific surface area, SSA) không lớn hơn 1,0, không lớn hơn 0,8, không lớn hơn 0,5 hoặc không lớn hơn 0,3  $\text{m}^2/\text{g}$ . Diện tích bề mặt cụ thể có thể được khác biệt bởi các phương pháp tiêu chuẩn, chẳng hạn phương pháp hấp thụ nitơ Brunauer-Emmett-Teller (ISO 9277:2010).

Nhôm oxit được nung và/hoặc hoạt tính, khi có mặt trong chế phẩm dạng bột, có thể có cỡ hạt D50 nhỏ hơn 20  $\mu\text{m}$ , nhỏ hơn 10  $\mu\text{m}$ , nhỏ hơn 5  $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn 3  $\mu\text{m}$ , nhỏ hơn 2  $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn 1  $\mu\text{m}$ .

Nhôm oxit được nung và/hoặc hoạt tính có thể có diện tích bề mặt cụ thể (SSA) không lớn hơn 5, không lớn hơn 3, không lớn hơn 2 hoặc không lớn hơn 1  $\text{m}^2/\text{g}$ .

Magie oxit có mặt trong chế phẩm dạng bột có thể có cỡ hạt D50 nhỏ hơn 50  $\mu\text{m}$ , hoặc nhỏ hơn 30  $\mu\text{m}$ , chẳng hạn 20  $\mu\text{m}$ .

Magie oxit có thể có diện tích bề mặt cụ thể (SSA) không lớn hơn 10, không lớn hơn 5, không lớn hơn 3 hoặc không lớn hơn 2  $\text{m}^2/\text{g}$ .

Ziricon oxit có mặt trong chế phẩm dạng bột có thể có cỡ hạt D50 nhỏ hơn 10  $\mu\text{m}$ , nhỏ hơn 5  $\mu\text{m}$ , nhỏ hơn 3  $\mu\text{m}$ , nhỏ hơn 1  $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn 0,5  $\mu\text{m}$ .

Ziricon oxit có thể có diện tích bề mặt cụ thể (SSA) không lớn hơn 10, không lớn hơn 8, không lớn hơn 6, hoặc không lớn hơn 3  $\text{m}^2/\text{g}$ .

Có thể có lợi ích với chế phẩm dạng bột có khoảng rộng các cỡ hạt. Chẳng hạn, chế phẩm dạng bột có thể chứa các hạt tương đối thô của nhôm oxit lớp mỏng (chẳng hạn D50 nằm trong khoảng từ 40  $\mu\text{m}$  đến 200  $\mu\text{m}$ ) và các hạt tương đối mịn của ziricon oxit (chẳng hạn D50 bằng 0,4  $\mu\text{m}$ ). Các hạt ziricon oxit nện hoạt động như một sự liên kết và tạo ra sự phức tạp với nhôm oxit. Theo một vài phương án, loại thô hơn của ziricon oxit

có thể được sử dụng (chẳng hạn có cỡ hạt D50 bằng từ 5 đến 20  $\mu\text{m}$ ), hoặc trên chính bề mặt của nó hoặc kết hợp với các zircon oxit loại mịn hơn (chẳng hạn D50 nhỏ hơn 1  $\mu\text{m}$ ). Tuy nhiên, theo các phương án như vậy, tốt hơn nếu lượng zircon oxit loại thô hơn trong chế phẩm dạng bột cần nhỏ hơn 15% tính theo khối lượng.

Theo một vài phương án, chế phẩm dạng bột bao gồm titan oxit. Theo một vài phương án, chế phẩm dạng bột bao gồm lên tới 0,5% tính theo khối lượng, lên tới 1% tính theo khối lượng, lên tới 1,5% tính theo khối lượng, lên tới 2% tính theo khối lượng, lên tới 3% tính theo khối lượng, lên tới 4% tính theo khối lượng hoặc lên tới 5% khối lượng titan oxit. Việc thêm titan oxit vào chế phẩm dạng bột có thể còn tăng độ bền nguội, khả năng của kim loại và hiệu suất vỡ vụn của bộ lọc.

Titan oxit cũng có thể gây hơi tăng độ co ngót của bộ lọc trong quá trình đốt, nhưng không kèm theo giảm độ bền. Hiệu quả này có thể đặc biệt hữu ích trong các chế phẩm bao gồm các loại thô hơn của nhôm oxit lớp mỏng (chẳng hạn 200  $\mu\text{m}$ ), mà có sự co ngót rất nhỏ sau khi đốt và vì vậy không thể tạo ra bộ lọc thành phẩm có các kích thước chính xác hoặc kích thước lỗ rỗng theo yêu cầu khi chế tạo có sử dụng tiền chất tạo bột cỡ tiêu chuẩn. Do vậy, việc thêm titan oxit vào các chế phẩm bao gồm các loại thô hơn của nhôm oxit lớp mỏng có thể cho phép các kích thước của bộ lọc thành phẩm sẽ được điều chỉnh theo các yêu cầu, loại trừ nhu cầu dự trữ các tiền chất tạo bột có kích cỡ chuyên biệt và cho phép các tiền chất tạo bột cỡ tiêu chuẩn được sử dụng để tạo ra bộ lọc.

Theo khía cạnh thứ ba của sáng chế, đã đề xuất việc sử dụng chế phẩm dạng bột theo khía cạnh thứ hai để tạo ra bộ lọc chịu lửa.

Theo khía cạnh thứ tư của sáng chế, đã đề xuất phương pháp chế tạo bộ lọc chịu lửa, bao gồm các bước:

- cung cấp chế phẩm dạng bột theo khía cạnh thứ hai theo sáng chế;
- tạo ra tiền chất lọc từ chế phẩm dạng bột và thành phần chất lỏng; và
- đốt tiền chất lọc để tạo ra bộ lọc chịu lửa.

Theo một vài phương án, bước tạo ra tiền chất lọc bao gồm tấm nền bột dạng lưới với huyền phù bao gồm chế phẩm dạng bột và thành phần chất lỏng để tạo ra tiền chất lọc.

Việc tẩm các nền bột bởi huyền phù chịu lửa đã được biết phổ biến trong lĩnh vực. Nền bột dạng lưới có thể được tẩm bởi huyền phù bằng cách phun, tẩm con lăn, nhỏ giọt, ly tâm, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Huyền phù dư có thể được loại bỏ bằng cách ép và/hoặc cán và/hoặc ly tâm.

Theo một vài phương án, huyền phù được cấp bởi sự kết hợp của lăn (chẳng hạn 60% huyền phù tính theo khối lượng có thể được cấp bởi lăn) và phun (chẳng hạn 40% huyền phù tính theo khối lượng có thể được cấp bằng cách phun).

Điều sẽ được nhận thấy là độ nhớt của huyền phù có thể cần được điều chỉnh theo phương pháp tẩm, và người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ có khả năng điều chỉnh độ nhớt như yêu cầu. Chẳng hạn, với việc tẩm lăn, huyền phù có thể có độ nhớt nằm trong khoảng từ 25 đến 100, trong khoảng từ 35 đến 60, nằm trong khoảng từ 40 đến 55 hoặc nằm trong khoảng từ 45 đến 49 Pa.S. Để cấp huyền phù bằng cách phun hoặc nhỏ giọt, huyền phù có thể có độ nhớt nằm trong khoảng từ 1 đến 5, nằm trong khoảng từ 1,5 đến 4 hoặc nằm trong khoảng từ 2 đến 3,1 Pa.S. Với việc ly tâm, huyền phù có thể có độ nhớt nằm trong khoảng từ 2 đến 50 Pa.S.

Huyền phù có thể được tạo ra bằng cách trộn chế phẩm dạng bột với ít nhất một thành phần chất lỏng. Vì vậy, phương pháp có thể còn bao gồm kết hợp chế phẩm dạng bột và ít nhất một thành phần chất lỏng để tạo ra huyền phù.

Thành phần chất lỏng trong huyền phù có thể bao gồm chất pha loãng dạng lỏng thích hợp bất kỳ, chẳng hạn nước, metanol, etanol hoặc dầu mỏ nhẹ. Tuy nhiên, nước thường được sử dụng do nó tạo ra các chất vẫn có các đặc tính phủ cao và an toàn về mặt môi trường.

Một hoặc nhiều phụ gia cũng có thể được thêm vào huyền phù để cải biến các đặc tính lưu biến của nó. Việc sử dụng các phụ gia như vậy khi chuẩn bị các bộ lọc đã được biết phổ biến trong lĩnh vực, và chúng bao gồm: các chất trợ giúp lơ lửng, như đất sét; các chất chống tạo bọt, như các chất lỏng trên cơ sở silicon; các chất liên kết, như poly(vinyl axetat) (PVA); các chất phân phối, như lignosunphonat và/hoặc cachêpilic axit; các chất cải biến độ nhớt, như xanthan gum; và chất làm ẩm, như propylen glycol.

Nền bọt dạng lưới có thể là bọt polyme, như polyete, polyuretan (gồm có polyete-polyuretan và polyeste-polyuretan), hoặc bọt xenluloza. Nền bọt dạng lưới có tác dụng như mẫu tạm thời cho bộ lọc tạo thành sao cho độ xốp của nó tạo ra sự chỉ thị độ xốp của bộ lọc tạo thành. Độ xốp có thể được xác định xét về số lượng các lỗ rỗng và tỷ lệ phần trăm thể tích của các khoảng trống (các lỗ rỗng) trên nền. Độ xốp của bộ lọc dạng bọt xốp thường được quy định xét về số lượng các lỗ rỗng trên một inơ dài (2,54 cm) (ppi) và với các ứng dụng luyện kim, độ xốp thường nằm trong khoảng từ 5 ppi đến 60 ppi, thường nằm trong khoảng từ 10 ppi đến 30 ppi cho hầu hết các ứng dụng đúc. Trong công nghiệp đúc, sự viển dẫn đến ppi của bộ lọc nói đúng ra là sự viển dẫn đến ppi của nền bọt mà nó được tạo ra từ đó.

Nền bọt dạng lưới được sử dụng theo các phương án của sáng chế có thể có độ xốp nằm trong khoảng từ 5 ppi đến 40 ppi, nằm trong khoảng từ 8 đến 30 ppi hoặc trong khoảng từ 10 đến 20 ppi, chẳng hạn 15 ppi.

Giống như được sử dụng để tạo ra bộ lọc chịu lửa, nền bọt dạng lưới có ít nhất một bề mặt thứ nhất, mà cuối cùng tạo ra mặt bên của bộ lọc, và hai bề mặt thứ hai đối nhau, mà tạo ra các mặt cho dòng qua của bộ lọc.

Theo một vài phương án, phương pháp còn bao gồm bước tạo ra mép kín trên nền bọt dạng lưới. Mép kín có thể được tạo bằng cách phủ lớp phủ hữu cơ lên ít nhất một bề mặt thứ nhất của nền bọt dạng lưới, trước khi tẩm nền bọt bởi huyền phù. Vào lúc đốt, vật liệu hữu cơ được đốt cháy hết, chừa lại ở đằng sau mép kín. Lớp phủ hữu cơ có thể được cấp, chẳng hạn, bằng cách phun các sợi hữu cơ (chẳng hạn polyuretan) lên ít nhất một bề mặt thứ nhất của nền bọt dạng lưới. Theo cách lựa chọn khác, lớp phủ có thể được cấp bởi sự ngâm tẩm, bằng cách quán ít nhất bằng một bề mặt thứ nhất trên dải bằng vật liệu lớp phủ hữu cơ, hoặc bằng cách làm nóng chảy mép của nền bọt dạng lưới. Điều này dẫn đến hình thành mép kín đơn nhất mà phân biệt được với thân của bộ lọc.

Theo một vài phương án, bước tạo ra tiền chất lọc bao gồm in 3D.

In 3D là công nghệ đã biết phổ biến bao gồm nhiều kỹ thuật và quy trình khác nhau để chế tạo các vật 3D, có sử dụng các vật liệu khác nhau. Thuật ngữ “in 3D” thường được sử dụng đồng nghĩa với “chế tạo đắp lớp”. Theo cách thông thường, trong quá trình

in 3D, các lớp vật liệu liên tục được tạo ra dưới sự điều khiển của máy tính, chẳng hạn dựa trên thiết kế ảo hoặc CAD, mà có thể cho phép tạo ra phản đối hầu hết hình dạng và hình học bất kỳ. Việc sử dụng in 3D để tạo ra các kết cấu phức tạp, như các bộ lọc chịu lửa, là mong muốn do kỹ thuật cho phép điều khiển chính xác về kích thước và hình dạng lỗ rỗng, và các đường dẫn dòng của bộ lọc. In 3D cũng có thể được sử dụng để tạo ra các hình dạng đều nhất quán.

Tiền chất lọc có thể được tạo ra nhờ sử dụng kỹ thuật in 3D/chế tạo đắp lớp thích hợp bất kỳ. Các ví dụ về các phương pháp thích hợp bao gồm kết tủa ép đùn, nóng chảy nền bột, mô hình hóa kết tủa nóng chảy và in phun mực gồm.

Theo một vài phương án, chẳng hạn trong mô hình hóa kết tủa nóng chảy và in phun mực gồm, việc in 3D được thực hiện bằng cách trộn sơ bộ chế phẩm dạng bột và thành phần chất lỏng trước khi kết tủa. Theo các phương án như vậy, phương pháp có thể bao gồm bước trộn chế phẩm dạng bột và thành phần chất lỏng để tạo ra bột nhão hoặc huyền phù, và sau đó tạo hình bột nhão hoặc huyền phù có sử dụng máy in 3D để tạo ra tiền chất lọc.

Theo một số phương án lựa chọn, chẳng hạn khi làm nóng chảy nền bột, việc in 3D được thực hiện bằng cách kết tủa chế phẩm dạng bột, và sau đó phủ thành phần chất lỏng nhờ sử dụng máy in 3D lên các vùng đã chọn của chế phẩm dạng bột đã kết tủa. Thành phần chất lỏng (mà có thể là dung môi hoặc chất liên kết dạng lỏng) có thể liên kết theo cách lựa chọn một lớp chế phẩm dạng bột, trong các vùng mà thành phần chất lỏng được cấp lên đó. Bột rời có thể được loại bỏ bằng cách thổi hoặc hút chân không. Quá trình sau đó có thể được lặp lại để tạo nên tiền chất lọc 3D.

Theo một vài phương án, phương pháp còn bao gồm bước khử liên kết tiền chất lọc. Khử liên kết có thể được thực hiện theo các phương án trong đó tiền chất lọc đã được tạo ra nhờ sử dụng chất liên kết hữu cơ, như có thể được yêu cầu bởi một số quá trình in 3D.

Khử liên kết có thể được thực hiện bằng cách nung nóng tiền chất lọc ở nhiệt độ lên tới 400°C. Sự biến đổi ổn định về nhiệt độ có thể được cấp trong khoảng thời gian trong khoảng từ 2 đến 10 hoặc trong khoảng từ 3 đến 8 giờ, chẳng hạn 5 giờ. Quá trình

khử liên kết có thể được kết hợp vào trong bước đốt, hoặc có thể là bước riêng biệt của phương pháp tạo ra bộ lọc chịu lửa. Bước khử liên kết riêng biệt có thể là hữu ích cho các bộ lọc cỡ lớn.

Theo một vài phương án, phương pháp còn bao gồm bước sấy khô tiền chất lọc trước khi đốt. Bước sấy khô là có lợi ở nơi tiền chất lọc được tạo ra từ hỗn hợp chứa nước. Việc sấy khô có thể được thực hiện (chẳng hạn trong lò) ở nhiệt độ trong khoảng từ 110°C đến 200°C. Các chất hữu cơ bất kỳ có mặt ở nhiệt độ cao hơn 180°C, như nền bột dạng lưới và các chất liên kết hữu cơ, sẽ được đốt cháy hết. Do vậy, việc sấy khô ở các nhiệt độ cao hơn được thực hiện trong khoảng thời gian ngắn hơn ở các nhiệt độ thấp hơn. Chẳng hạn, ở nhiệt độ 110°C, việc sấy khô có thể được thực hiện trong thời gian 60 phút, trong khi ở nhiệt độ 180°C, có thể chỉ mất 5 phút.

Tiền chất lọc có thể được đốt cháy ở nhiệt độ trong khoảng từ 1500 đến 1700°C. Theo một vài phương án, tiền chất lọc được đốt cháy ở nhiệt độ lớn hơn 1500°C, ở nhiệt độ lớn hơn 1550°C, hoặc ở nhiệt độ trong khoảng từ 1550 đến 1650°C, chẳng hạn 1600°C. Việc đốt cháy có thể được thực hiện trong thời gian ít nhất bằng 30 phút, chẳng hạn trong khoảng từ 0,5 đến 5 giờ hoặc trong khoảng từ 1 đến 3 giờ, chẳng hạn trong khoảng 2 giờ. Theo một vài phương án, tiền chất lọc được đốt cháy trong môi trường oxi hóa, chẳng hạn môi trường có lớn hơn 0,5% oxi.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Các phương án của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây nhờ ví dụ và có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là đồ thị thể hiện độ vỡ vụn của các bộ lọc chịu lửa, như được xác định bởi mức hạt nứt vỡ của vật liệu bộ lọc theo sự dao động.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

#### **Ví dụ 1**

#### **Chuẩn bị bộ lọc chịu lửa**

Phân bột polyuretan dạng lưới được ngâm tẩm với huyền phù nhờ sử dụng sự kết

hợp của các con lăn và việc phun cho đến khi khối lượng mong muốn thu được. Huyền phù chứa xấp xỉ 90% chế phẩm dạng bột và 10% chất cải biến lưu biến (chất chống tạo bọt, các chất phân phối, chất làm ẩm, chất liên kết và các chất cải biến độ nhớt). Nước được thêm để tạo ra độ nhớt huyền phù theo yêu cầu.

Phân bột đã được ngâm tẩm sau đó được sấy khô trong lò được thiết lập ở nhiệt độ 150°C trước khi được đốt cháy. Việc đốt được thực hiện trong lò nung kiểu đường hầm (liên tục) được thiết lập ở nhiệt độ 1620°C.

Cường độ chịu nén ở trạng thái nguội

Thử nghiệm cường độ chịu nén ở trạng thái nguội được sử dụng để đánh giá độ bền nén của bộ lọc ở nhiệt độ phòng. Cường độ chịu nén ở trạng thái nguội được xác định nhờ sử dụng phương pháp thử nghiệm như được qui định bởi German Foundry Association (BDG (Bundesverband der Deutschen Giesserei-Industrie) Directive P100, Phát hành Tháng chín 2012), phù hợp với DIN EN 993-5: Các phương pháp thử nghiệm các sản phẩm chịu lửa có hình dạng dày đặc - Phần 5: Xác định độ bền nghiền. Tóm lại, bộ lọc chịu lửa (100 x 100 x 25 mm, 10 ppi, không có khung), được chuẩn bị như được mô tả, được định vị trên phần đỡ có đường kính 25 mm. Nhờ sử dụng búa đập có cùng đường kính, bộ lọc được đặt dưới tải ở tốc độ bằng 20 mm/min cho đến khi sự đứt gãy xuất hiện. Lực lớn nhất tạo thành được sử dụng để xác định cường độ chịu nén ở trạng thái nguội.

Thử nghiệm rót kim loại

Thép không gỉ nóng chảy ở nhiệt độ trong khoảng từ 1610 đến 1620°C được rót qua bộ lọc chịu lửa (100 x 100 x 25 mm, 10 ppi, không có khung), được chuẩn bị như được mô tả. Bộ lọc được giữ trong phần đỡ có hai mặt và được định vị 700 mm bên dưới gàu rót ở đáy có vòi phun 30 mm. Bộ lọc được như đạt thử nghiệm này nếu như vẫn nguyên vẹn và không bị vỡ khi lượng tối thiểu 30 kg thép không gỉ nóng chảy được rót qua bộ lọc.

Các kết quả

Các bộ lọc (không có khung) có các kích thước 100 x 100 x 25 mm được chuẩn bị từ các phân bột polyuretan dạng lưới 8 ppi nhờ sử dụng phương pháp được mô tả trên đây.

Các bộ lọc được tạo ra nhờ sử dụng các chế phẩm bột khác nhau theo các công thức pha chế trong Bảng 1 dưới đây.

Độ bền nén của các bộ lọc và của chúng khả năng chịu thử nghiệm rót thép nóng chảy được thử nghiệm như được mô tả. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1

| Chế phẩm | Nhôm oxit<br>(% tính theo khối lượng)      |                                           | Ziricon oxit<br>(% tính theo khối lượng) |                          | Magie oxit (%<br>tính theo khối lượng) | Khác<br>(% tính theo khối lượng) | Thử nghiệm<br>thép nóng chảy | Độ bền<br>nén<br>(MPa) |
|----------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------|
|          | Lớp<br>mỏng<br>(D50:<br>40 $\mu\text{m}$ ) | Hoạt tính<br>(D50:<br>2,5 $\mu\text{m}$ ) | D50:<br>0,4 $\mu\text{m}$                | D50:<br>15 $\mu\text{m}$ |                                        |                                  |                              |                        |
| A        | 70                                         | 0                                         | 30                                       | 0                        | 0                                      | 0                                | Không đạt                    | 4,5                    |
| B        | 70                                         | 29                                        | 0                                        | 0                        | 0                                      | 1 <sup>b</sup>                   | Không đạt                    | 6,3                    |
| C        | 70                                         | 20                                        | 10                                       | 0                        | 0                                      | 0                                | Không đạt                    | 2,3                    |
| D        | 72                                         | 5                                         | 20                                       | 0                        | 3                                      | 0                                | Đạt<br>(30 kg)               | 3,6                    |
| E        | 70                                         | 5                                         | 20                                       | 0                        | 5                                      | 0                                | Đạt<br>(150 kg)              | 4,6                    |
| F        | 75                                         | 0                                         | 20                                       | 0                        | 5                                      | 0                                | Đạt (50 kg)                  | 4,5                    |
| G        | 67,5                                       | 5                                         | 20                                       | 0                        | 7,5                                    | 0                                | Đạt<br>(30 kg)               | 4,4                    |
| H        | 62,5                                       | 5                                         | 20                                       | 0                        | 12,5                                   | 0                                | Đạt<br>(50 kg)               | 4,0                    |
| O        | 65                                         | 5                                         | 16                                       | 0                        | 14                                     | 0                                | Đạt<br>(50 kg)               | 4,6                    |

|   |      |                |    |    |     |                  |                 |     |
|---|------|----------------|----|----|-----|------------------|-----------------|-----|
| J | 65   | 5              | 10 | 0  | 20  | 0                | Đạt<br>(30 kg)  | 3,1 |
| K | 82   | 5              | 8  | 0  | 5   | 0                | Đạt<br>(50 kg)  | 6,3 |
| L | 74   | 5              | 16 | 0  | 5   | 0                | Đạt<br>(50 kg)  | 5,4 |
| M | 55   | 5              | 20 | 0  | 20  | 0                | Đạt<br>(50 kg)  | 4,4 |
| N | 66   | 5              | 24 | 0  | 5   | 0                | Đạt<br>(50 kg)  | 4,9 |
| O | 65   | 5              | 25 | 0  | 5   | 0                | Đạt<br>(30 kg)  | 4,1 |
| P | 60   | 0              | 30 | 0  | 10  | 0                | Đạt<br>(50 kg)  | 4,9 |
| Q | 70   | 5 <sup>a</sup> | 20 | 0  | 5   | 0                | Đạt<br>(100 kg) | 4,7 |
| R | 72,5 | 0              | 20 | 0  | 7,5 | 0                | Đạt<br>(50 kg)  | 5,4 |
| S | 62   | 5              | 20 | 8  | 5   | 0                | Đạt<br>(30 kg)  | 4,5 |
| T | 60   | 9              | 10 | 15 | 6   | 0                | Không<br>đạt    | 3,6 |
| U | 65   | 10             | 10 | 10 | 5   | 0                | Đạt<br>(30 kg)  | 4,8 |
| V | 62,5 | 12,5           | 0  | 20 | 5   | 0                | Không<br>đạt    | 2,1 |
| W | 67   | 15             | 15 | 0  | 3   | 0                | Không<br>đạt    | 2,3 |
| X | 70   | 5              | 20 | 0  | 1.7 | 3,3 <sup>c</sup> | Đạt<br>(50 kg)  | 2.6 |
| Y | 70   | 5              | 20 | 0  | 1.7 | 3,3 <sup>d</sup> | Không<br>đạt    | 5.9 |

<sup>a</sup> D50: 0,4  $\mu\text{m}$ ; <sup>b</sup> Silic oxit; <sup>c</sup> Xeri oxit; <sup>d</sup> Yttri oxit

Các bộ lọc được tạo ra nhờ sử dụng các chế phẩm A-C, mà không chứa magie oxit, không đạt thử nghiệm thép nóng chảy và bị nứt gãy khi va đập. Các chế phẩm D-J, mà chứa khoảng từ 3 đến 20% khối lượng magie oxit và khoảng từ 67,5 đến 77 % khối lượng nhôm oxit, đạt thử nghiệm thép nóng chảy. Các chế phẩm K-P, mà chứa khoảng từ 8 đến 30% khối lượng ziricon oxit (D50 0,4  $\mu\text{m}$ ), cũng đạt thử nghiệm thép nóng chảy.

Chế phẩm E, mà chứa 5% khối lượng magie oxit, 20% khối lượng ziricon oxit (D50 0,4  $\mu\text{m}$ ), 70% nhôm oxit lớp mỏng tính theo khối lượng và 5% nhôm oxit hoạt tính tính theo khối lượng, được tìm thấy là bộ lọc bền mà có thể chịu tới 150 kg thép nóng chảy. Chế phẩm Q, mà chứa nhôm oxit hoạt tính có cỡ hạt nhỏ hơn D50 (0,4  $\mu\text{m}$  với 2,5  $\mu\text{m}$  cho chế phẩm E), cũng thể hiện độ bền cao trong thử nghiệm rót kim loại.

Các chế phẩm R-W cho thấy là các bộ lọc bao gồm các mức nhôm oxit hoạt tính cao hơn (chẳng hạn 12,5% tính theo khối lượng hoặc cao hơn) và/hoặc các mức cao hơn của của ziricon oxit với cỡ hạt D50 bằng 15  $\mu\text{m}$  (chẳng hạn 15% tính theo khối lượng hoặc cao hơn) là yếu hơn và không đạt thử nghiệm thép nóng chảy, mặc dù các bộ lọc gồm hỗn hợp của ziricon oxit có các cỡ hạt nhỏ hơn và lớn hơn (chẳng hạn các chế phẩm S và U) đã đạt thử nghiệm thép nóng chảy.

Chế phẩm X, trong đó magie oxit được thế một phần bởi xeri oxit, đạt thử nghiệm rót thép nóng chảy, trong khi chế phẩm Y, trong đó magie oxit được thế một phần bởi Yttri oxit, không đạt.

## Ví dụ 2

Chế phẩm dạng bột E được chọn để thử nghiệm tiếp.

## Thử nghiệm độ vỡ vụn

Tính vỡ vụn của bộ lọc được chuẩn bị từ chế phẩm dạng bột E (được gọi là “Bộ lọc E”) được so sánh với ba bộ lọc dựa trên ziricon oxit có khung và không có khung bán sẵn trên thị trường có cùng các kích thước (75 x 75 x 25 mm, được chuẩn bị từ bột polyuretan dạng lưới 10 ppi), có các mức ziricon oxit >90%. 117 của mỗi loại bộ lọc được bao gói trong hộp, đứng trên mép trong ba lớp. Hộp được rung trên bàn trong thời

gian 20 phút. Theo sự dao động, các mẫu vụn gây ra bởi sự đứt gãy của các bộ lọc được cân.

Đã quan sát được rằng bộ lọc E có độ vỡ vụn thấp hơn đáng kể so với các bộ lọc bán sẵn trên thị trường (các ví dụ so sánh X, Y, Z) (xem Fig.1).

Việc so sánh kết cấu của bộ lọc E với bộ lọc zircon oxit tiêu chuẩn theo phép phân tích SEM đã cho thấy rằng sự thiêu kết vật liệu chịu lửa hoàn thiện hơn trong bộ lọc E. Điều này được cho là lý do tại sao bộ lọc theo sáng chế có độ vỡ vụn thấp hơn các bộ lọc zircon oxit tiêu chuẩn.

#### Thử nghiệm biến dạng

Bộ lọc chịu lửa có mặt cắt ngang hình tròn (đường kính 150 mm, sâu 30 mm) được chuẩn bị từ bột polyuretan dạng lưới 10ppi được ngâm tẩm với huyền phù được tạo ra từ chế phẩm dạng bột E (Bộ lọc E'). Sự biến dạng của bộ lọc E' được so sánh với sự biến dạng của bộ lọc bán sẵn trên thị trường có cùng các kích thước nhưng mức zircon oxit lớn hơn 90%. Các bộ lọc được đỡ qua khẩu độ 110 mm. Khối lượng 170 g được đặt trên đỉnh của mỗi bộ lọc, ở giữa bề mặt trên. Các bộ lọc được cho tiếp xúc với nhiệt độ bằng 1620°C trong thời gian 2,5 giờ.

Theo tiến trình thử nghiệm, biến dạng (nghĩa là độ võng) của bộ lọc E' được xác định là bằng 3 mm, trong khi biến dạng của bộ lọc bán sẵn trên thị trường bằng 5 mm.

#### Ví dụ 3

Chế phẩm khác (Chế phẩm Z) dựa trên chế phẩm E được công thức hóa, với một nửa nhôm oxit lớp mỏng loại 40  $\mu\text{m}$  được thay thế bằng loại thô hơn của nhôm oxit lớp mỏng có cỡ hạt D50 bằng 200  $\mu\text{m}$ . Yêu cầu nước của chế phẩm Z được tìm thấy bằng 15% ít hơn chế phẩm E và chế phẩm Z cho thấy độ co ngót thậm chí nhỏ hơn sau khi đốt (độ co ngót xấp xỉ 4,5% so với độ co ngót 6% với chế phẩm E).

Các bộ lọc được tạo bởi chế phẩm Z (các kích thước: 75 x 75 x 25 mm) được thử nghiệm nhờ sử dụng cường độ chịu nén ở trạng thái nguội và các thử nghiệm rót kim loại được mô tả trong Ví dụ 1. Các bộ lọc được tìm thấy có cường độ chịu nén cao hơn các bộ

lọc được tạo ra nhờ sử dụng chế phẩm E, và dễ dàng có thể chịu 100 kg thép nóng chảy được rót ở nhiệt độ  $\sim 1640^{\circ}\text{C}$  mà không có bất cứ dấu hiệu rạn nứt nào.

#### Ví dụ 4

Chế phẩm Z được thử nghiệm với việc thêm các lượng nhỏ titan đioxit. Việc thêm 0,5% khối lượng titan oxit vào chế phẩm Z được phát hiện tăng độ co ngót thêm 1,5%, tổng cộng độ co ngót đến 6% (phù hợp với các bộ lọc ziricon oxit đã biết). Việc thêm 2% titan oxit tính theo khối lượng được phát hiện tăng độ co ngót thêm 4%.

Khả năng của kim loại của các bộ lọc với chế phẩm Z và bao gồm 0,5% khối lượng titan oxit được cải thiện đáng kể so với các bộ lọc được tạo ra nhờ sử dụng chế phẩm E. Các bộ lọc hình tròn có đường kính bằng 150 mm có thể chịu 600 kg thép nóng chảy mà không nứt gãy. Cường độ chịu nén ở trạng thái nguội và hiệu suất vỡ vụn của bộ lọc cũng được phát hiện là được cải thiện.

Bộ lọc được tạo ra nhờ sử dụng chế phẩm bao gồm 10% khối lượng ziricon oxit, 5% khối lượng magie oxit và 1% khối lượng titan oxit, với phần còn lại được tạo ra từ hỗn hợp 50:50 của 40  $\mu\text{m}$  và 200  $\mu\text{m}$  nhôm oxit lớp mỏng, cũng được thực hiện thích hợp và huyền phù được tìm thấy dễ bơm hơn.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Chế phẩm dạng bột để chế tạo bộ lọc chịu lửa bao gồm:

khoảng từ 60 đến 90% khối lượng nhôm oxit; khoảng từ 8 đến 30% khối lượng zircon oxit; và khoảng từ 3 đến 20% khối lượng magie oxit, trong đó

chế phẩm dạng bột bao gồm ít hơn 12,5% khối lượng nhôm oxit hoạt tính, nhôm oxit được nung hoặc hỗn hợp của nó, và trong đó phần còn lại của nhôm oxit là nhôm oxit lớp mỏng, và

trong đó zircon oxit có cỡ hạt D50 nhỏ hơn 3  $\mu\text{m}$ .

2. Chế phẩm dạng bột theo điểm 1, trong đó zircon oxit có cỡ hạt D50 nhỏ hơn 1  $\mu\text{m}$ .
3. Chế phẩm dạng bột theo điểm 2, trong đó zircon oxit có cỡ hạt D50 nhỏ hơn 0,5  $\mu\text{m}$ .
4. Chế phẩm dạng bột theo điểm 1, trong đó chế phẩm dạng bột chứa từ 0 đến 10% khối lượng nhôm oxit hoạt tính, nhôm oxit được nung hoặc hỗn hợp của nó.
5. Chế phẩm dạng bột theo điểm 1, trong đó chế phẩm dạng bột chứa ít nhất bằng 60% khối lượng nhôm oxit lớp mỏng.
6. Chế phẩm dạng bột theo điểm 1, trong đó nhôm oxit lớp mỏng có cỡ hạt D50 nhỏ hơn 500  $\mu\text{m}$ .
7. Chế phẩm dạng bột theo điểm 1, trong đó nhôm oxit lớp mỏng bao gồm hỗn hợp của các loại nhôm oxit lớp mỏng mịn hơn có cỡ hạt D50 nằm trong khoảng từ 20 đến 50  $\mu\text{m}$  và nhôm oxit lớp mỏng loại thô hơn có cỡ hạt D50 nằm trong khoảng từ 100 đến 500  $\mu\text{m}$ .

8. Chế phẩm dạng bột theo điểm 7, trong đó tỷ lệ các loại nhôm oxit lớp mỏng mịn hơn với nhôm oxit lớp mỏng loại thô hơn nằm trong khoảng từ 40:60 đến 60:40.
9. Chế phẩm dạng bột theo điểm 1, trong đó nhôm oxit hoạt tính, khi có mặt, có cỡ hạt D50 nhỏ hơn 10  $\mu\text{m}$ .
10. Chế phẩm dạng bột theo điểm 1, trong đó magie oxit có cỡ hạt D50 nhỏ hơn 30  $\mu\text{m}$ .
11. Chế phẩm dạng bột theo điểm 1, trong đó chế phẩm dạng bột chứa ít hơn 1% khối lượng silic oxit.
12. Chế phẩm dạng bột theo điểm 11, trong đó chế phẩm dạng bột về cơ bản không có silic oxit.
13. Chế phẩm dạng bột theo điểm 1, trong đó magie oxit ít nhất được thay thế một phần bởi xeri oxit.
14. Chế phẩm dạng bột theo điểm 1, trong đó chế phẩm còn chứa lên tới 5% khối lượng titan oxit.
15. Chế phẩm dạng bột theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 14, trong đó chế phẩm dạng bột được sử dụng để tạo ra bộ lọc chịu lửa.
16. Bộ lọc chịu lửa để lọc kim loại nóng chảy bao gồm vật liệu chịu lửa, vật liệu chịu lửa bao gồm chế phẩm dạng bột theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 14.
17. Bộ lọc chịu lửa theo điểm 16, trong đó bộ lọc chịu lửa có độ bền nén ít nhất bằng 4 Mpa.

18. Bộ lọc chịu lửa theo điểm 16, trong đó bộ lọc chịu lửa có ít nhất một bề mặt thứ nhất tạo thành mặt bên của bộ lọc và hai bề mặt thứ hai đối nhau tạo thành các mặt cho dòng qua của bộ lọc, các bề mặt thứ hai có diện tích không lớn hơn  $500 \text{ cm}^2$ .
19. Bộ lọc chịu lửa theo điểm 16, trong đó bộ lọc là bộ lọc có khung.
20. Bộ lọc chịu lửa theo điểm 16, trong đó bộ lọc hoặc là bộ lọc xếp, bộ lọc dạng tổ ong hoặc bộ lọc nén.
21. Phương pháp chế tạo bộ lọc chịu lửa, bao gồm các bước:  
cung cấp chế phẩm dạng bột theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 14;  
tạo ra tiền chất lọc từ chế phẩm dạng bột và thành phần chất lỏng; và  
đốt tiền chất lọc để tạo ra bộ lọc chịu lửa.
22. Phương pháp theo điểm 21, trong đó tiền chất lọc được sấy khô trước khi đốt.
23. Phương pháp theo điểm 21, trong đó bước tạo ra tiền chất lọc bao gồm in 3D.
24. Phương pháp theo điểm 21, trong đó bước tạo ra tiền chất lọc bao gồm:  
kết hợp chế phẩm dạng bột và thành phần chất lỏng để tạo ra huyền phù, và  
tẩm nền bột dạng lưới với huyền phù để tạo ra tiền chất lọc.
25. Phương pháp theo điểm 24, trong đó nền bột dạng lưới được tẩm bởi huyền phù bằng cách phun, tẩm con lăn, nhỏ giọt, ly tâm, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng.
26. Phương pháp theo điểm 21, trong đó tiền chất lọc được đốt cháy ở nhiệt độ lớn hơn  $1500^\circ\text{C}$ .

27. Phương pháp theo điểm 21, trong đó tiền chất lọc được đốt cháy trong thời gian ít nhất bằng 30 phút.
28. Phương pháp theo điểm 21, trong đó tiền chất lọc được đốt cháy trong môi trường oxi hóa.

1/1

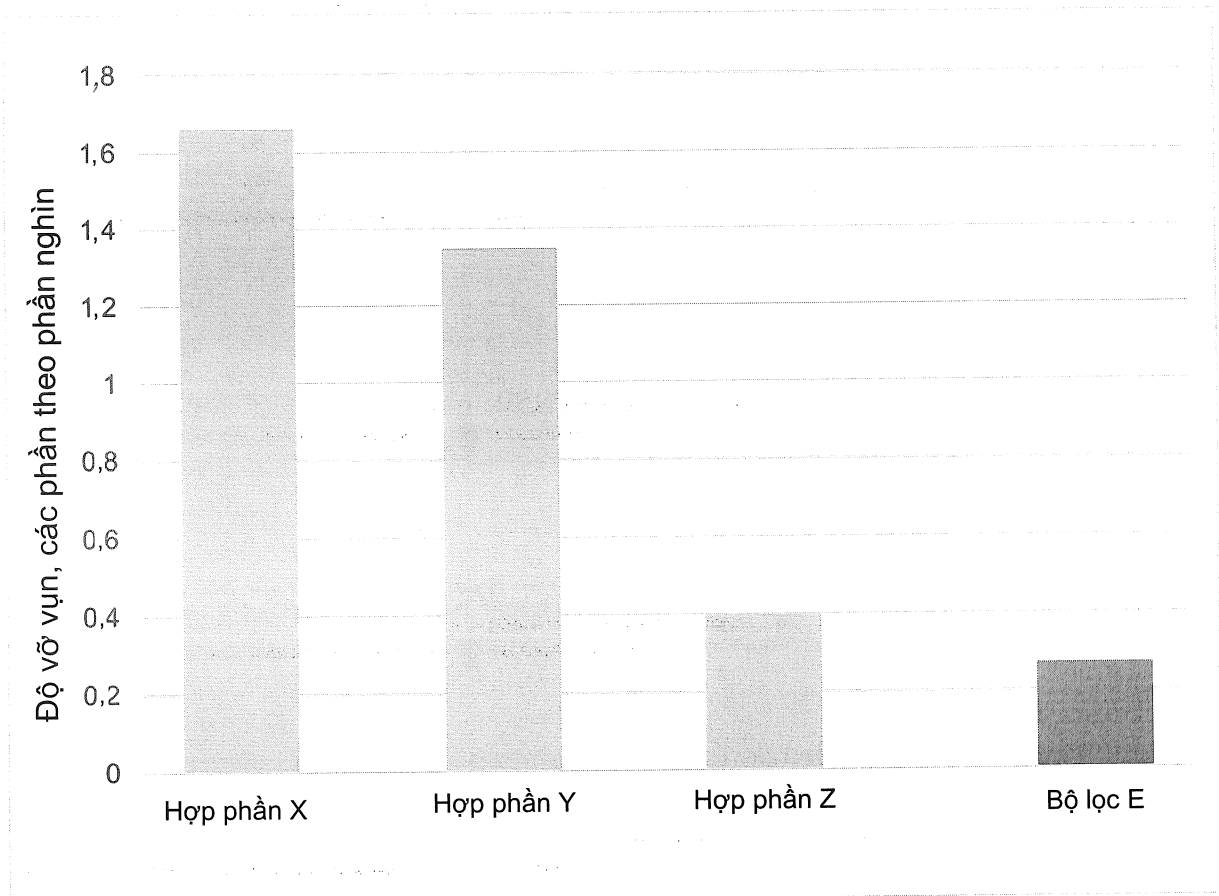


Fig.1