



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) 
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
(51)^{2020.01} C22B 1/243 (13) B
1-0047391

(21) 1-2021-04425 (22) 08/11/2019
(86) PCT/BR2019/050485 08/11/2019 (87) WO 2021/087582 14/05/2021
(30) BR1020190231955 05/11/2019 BR
(45) 25/06/2025 447 (43) 25/08/2022 413A
(73) VALE S.A. (BR)
Torre Oscar Niemeyer - Praia de Botafogo nº 186, sala 701 a sala 1901, Botafogo,
22250-145 Rio de Janeiro - RJ, Brazil
(72) DUTRA, Flávio, de Castro (BR); DE RESENDE, Valdirene, Gonzaga (BR);
PARREIRA, Fabrício, Vilela (BR).
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) QUY TRÌNH SẢN XUẤT KHÔI KẾT TỤ QUẶNG SẮT MỊN VÀ SẢN PHẨM
KẾT TỤ

(21) 1-2021-04425

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất khối kết tụ quặng sắt mịn, chống chịu được với việc xử lý, vận chuyển, tiếp xúc với nước. Quy trình này bao gồm bước trộn quặng sắt mịn với natri silicat, các vật liệu dạng nano, chất xúc tác, chất trợ dung và chất dẻo hóa; điều chỉnh độ ẩm của hỗn hợp này; làm kết tụ hỗn hợp này bằng cách tạo viên, đóng bánh hoặc ép đùn; thực hiện hóa rắn ở nhiệt độ trong phòng. Quy trình này không yêu cầu đầu vào năng lượng để xử lý nhiệt và cho phép thu được sản phẩm đã kết tụ với đặc tính lý học và luyện kim cao để thay thế chất nạp liệu kim loại, kể cả thiêu kết, trong các lò khử mà không thải ra các khí độc hại như CO_2 , dioxin, furan, và SO_x .

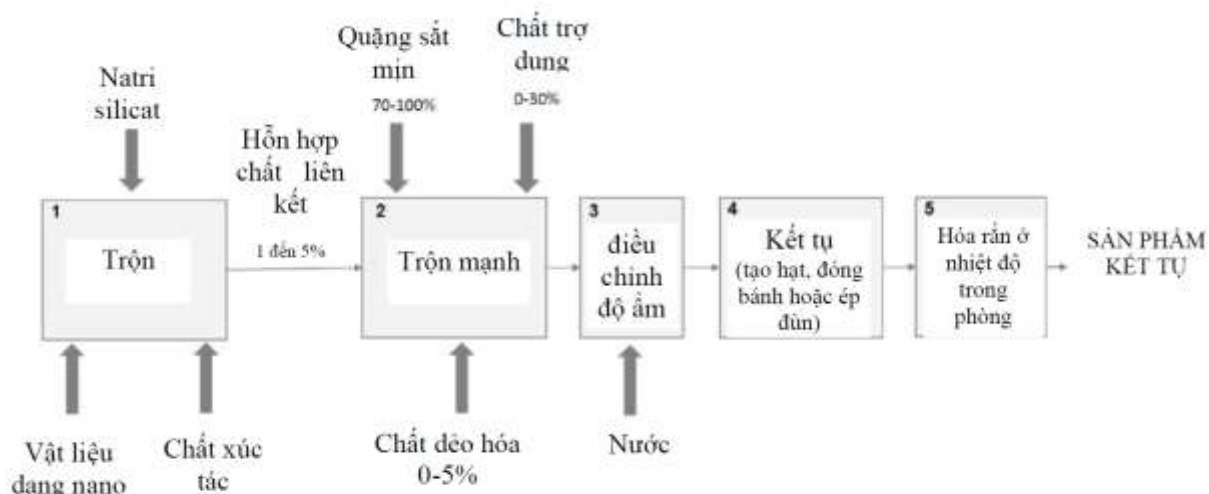


FIG. 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế thuộc về lĩnh vực công nghệ khoáng sản-luyện kim và đề cập đến quy trình sản xuất khối kết tụ quặng sắt mịn, chống chịu được với việc xử lý, vận chuyển và tiếp xúc với nước. Quy trình này không yêu cầu đầu vào năng lượng để xử lý nhiệt và cho phép thu được sản phẩm kết tụ hiệu suất cao để thay thế chất nạp liệu kim loại, bao gồm cả thiêu kết, trong các lò khử mà không thải ra các khí độc hại như CO₂, dioxin, furan, và SO_x.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sự phát triển của các công nghệ kết tụ bắt nguồn từ nhu cầu thu hồi các hạt mịn, đem lại việc sử dụng thương mại các hạt này, cũng như làm giảm thiểu tác động môi trường do việc sản xuất vật liệu mịn hoặc hạt gây ra.

Các ứng dụng thông thường nhất của quá trình kết tụ đều liên quan đến việc sử dụng của:

- các quặng và tinh quặng hạt mịn, mà không gây hại đến khả năng thấm tải và các điều kiện phản ứng khí-rắn trong các lò luyện kim;
- các chất thải, hoặc các sản phẩm phụ mịn của các quá trình khai thác mỏ-luyện kim khác để tái sử dụng hoặc tái chế chúng, theo cách thích hợp; và
- chất thải kim loại (đồng, sắt, titan) và các vật liệu khác (giấy, bông, gỗ) để vận chuyển hoặc tái chế.

Các hoạt động kết tụ quặng sắt được thiết kế để cung cấp cho các chất nạp liệu được nạp vào lò khử có hình dạng phù hợp và sức chống chịu cơ học thích hợp đối với đường đi xuống của chất nạp liệu đó trong lò cao, có sự thấm khí qua chất nạp liệu. Các quy trình kết tụ phổ biến nhất đối với các quặng sắt được dùng làm chất nạp liệu trong lò khử luyện thép là thiêu kết, tạo viên và đóng bánh.

Việc thiêu kết quặng sắt chuyển các quặng sắt mịn, thường là có sự phân bố cỡ hạt nằm trong khoảng từ 0,15 mm đến 6,3 mm, được gọi là cấp liệu thiêu kết, thành khối kết tụ lớn hơn, được gọi là sự thiêu kết. Khoảng đo cỡ hạt của nó có cỡ hạt nằm

trong khoảng từ 5 mm đến 25 mm, thể hiện các đặc tính vật lý, luyện kim và độ thấm đạt yêu cầu để vận hành lò cao hiệu quả. Việc thiêu kết là một quá trình dựa trên sự dung hợp bắt đầu của các thành phần của hỗn hợp bao gồm thành phần chính và bổ sung các chất trợ dung, làm thúc đẩy liên kết cứng vững của các hạt, cùng với sự hóa rắn của pha lỏng. Quá trình thiêu kết quặng sắt được thực hiện theo ba giai đoạn: chuẩn bị các vật liệu thô, môi, và đốt ở mức nhiệt là 1300°C, ngoài việc làm mát.

Quá trình thiêu kết thường là một quá trình có quy mô lớn đòi hỏi đầu tư lớn vào CAPEX.

Vì thiêu kết có tốc độ phân hủy xử lý tương đối cao, nên nó không thích hợp để vận chuyển trong một quãng đường dài, cụ thể là trên tàu. Đây là một trong các lý do vì sao mà việc thiêu kết được lắp đặt gần lò cao của khách hàng.

Quá trình tạo hạt là quá trình kết tụ gần nhất và nó là kết quả của nhu cầu sử dụng các chất cô đặc mịn của quặng sắt từ tính từ một số quặng sắt nhất định. Các viên quặng sắt được sản xuất bằng cách kết tụ các hạt có kích thước nhỏ hơn 45 μm , tạo thành các viên nhỏ có kích cỡ nằm trong khoảng từ 8 đến 16 mm, trong đĩa hoặc trống quay. Vật liệu kết tụ cần phải có bề mặt riêng cao (2.000 cm^2/g), ngoài độ ẩm không đổi. Các viên này thường được làm cứng bằng phương pháp xử lý nhiệt và được dùng làm vật liệu nạp liệu trong lò cao hoặc trong quá trình khử trực tiếp. Quá trình hóa cứng này ngoài việc tiêu tốn nhiều năng lượng còn có chi phí vốn cao.

Việc đóng bánh bao gồm việc kết tụ của các hạt mịn bằng cách nén, được hỗ trợ bởi các chất liên kết, để thu được sản phẩm được nén có hình dạng, kích cỡ, và các thông số cơ học thích hợp. Hỗn hợp giữa các hạt mịn và khối kết tụ được ép để thu được các khối kết tụ được gọi là các bánh, các bánh này cần phải có sức chống chịu thích hợp để chất thành đồng, xử lý thêm (hóa rắn, làm khô, hoặc nung nóng), vận chuyển, xử lý và sử dụng trong các lò phản ứng luyện kim. Việc giảm khối lượng của vật liệu, ngoài các lợi ích về công nghệ, cho phép các vật liệu mịn được vận chuyển và được bảo quản một cách kinh tế hơn.

Liên quan đến các vấn đề về môi trường, do luật pháp nghiêm ngặt hơn, ngoài nhu cầu thu lợi về mặt kinh tế, các chất thải và các hạt mịn được tạo ra trong quá trình xử lý quặng, tạo bánh, đã khiến cho việc đóng bánh trở thành một giải pháp thay thế quan trọng cho việc kết tụ các vật liệu mịn mang lại cho chúng giá trị kinh tế.

Việc đóng bánh được tiến hành với các chất liên kết khi vật liệu được kết tụ không có khả năng chịu nén và chịu va đập, sau khi được nén chặt. Áp lực được áp dụng thường là thấp để tránh được sự phân mảnh thêm nữa của các hạt. Tuy nhiên, khi các bánh được tạo ra mà không có chất kết dính, thì sự thành công của quy trình này phụ thuộc vào quá trình nghiền hoặc vào biến dạng đàn hồi của các hạt để đưa chúng càng gần nhau càng tốt. Trong những trường hợp này, các lực chịu trách nhiệm cho sự gắn kết của các hạt sau khi nén chỉ cần đảm bảo rằng khoảng cách giữa các tinh thể trở nên càng nhỏ càng tốt. Thường sử dụng chất bôi trơn, như nước, graphite và các vật liệu khác để làm giảm độ ma sát trong quá trình hoạt động.

Khi chất liên kết ở dạng lỏng, việc bổ sung nước vào quá trình đóng bánh là không cần thiết. Hỗn hợp của các hạt mịn và chất liên kết sau đó được ép lạnh hoặc nóng, nhờ đó thu được các bánh. Việc sử dụng các chất gắn kết trong quá trình đóng bánh bao hàm sự cần thiết phải có quy trình đóng bánh. Quá trình đóng bánh bao gồm các phản ứng xảy ra giữa các hạt và chất liên kết, điều này sẽ đem lại cho khối kết tụ khả năng chống chịu cơ học mong muốn. Bước này có thể được thực hiện ở nhiệt độ trong phòng, trong nhà kính và các máy sấy (400°C), hoặc trong lò nung (ở nhiệt độ trên 1.000°C).

Các khối kết tụ được xử lý lạnh, tức là, các khối kết tụ mà hóa rắn ở nhiệt độ trong phòng, có chi phí thấp hơn khi so với quá trình hóa rắn thông thường khi mà các khối kết tụ cần có nhiệt đầu vào để đạt được khả năng chống chịu.

Một vài đặc điểm kỹ thuật trước đây có một số công nghệ kết tụ quặng lạnh. Các công nghệ này chủ yếu dựa vào sự kết tụ của các hạt quặng mịn bằng cách sử dụng các tác nhân gắn kết như xi măng, vữa, chất kết dính hữu cơ, và các chất cặn chứa cacbon.

Khả năng chống chịu lý học của các sản phẩm quặng được kết tụ là một trong những yêu cầu chất lượng chính để sử dụng trong các lò phản ứng luyện kim và có tác động trực tiếp đến sản lượng và chi phí của quy trình. Công nghệ vật liệu dạng nano tạo ra khả năng kết tụ của các hạt mịn quặng. Vật liệu nano hoạt động như là một mạng composit đem lại cho các sản phẩm kết tụ, trong số các đặc tính khác, là khả năng chống chịu cơ học cao.

Patent Bắc Mỹ US 8,999,032, thay mặt Vale S.A., chẳng hạn, mô tả ứng dụng

ống nano cacbon trong các khối kết tụ quặng sắt, niken, và magan để làm tăng khả năng chống chịu cơ học của chúng. Sáng chế còn đề cập đến quy trình điều chế các khối kết tụ quặng bao gồm sự phân tán của các ống nano cacbon trong một chất nền để tạo thành hỗn hợp, quá trình tạo viên, đóng bánh, hoặc ép đùn, và làm khô khối kết tụ của nó ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 150 đến 200°C.

Sáng chế được trình bày trong đơn khác với sáng chế được bộc lộ trong tài liệu trước đây, vì nó không cần công đoạn làm khô và do các vật liệu thô được sử dụng trong việc sản xuất khối kết tụ. Tài liệu trước đây không sử dụng các chất xúc tác và chất trợ dung.

Giải pháp kỹ thuật đã biết còn bao gồm các tài liệu công bố khác liên quan đến quy trình sản xuất của các khối kết tụ tinh quặng, như được minh họa dưới đây.

Bằng sáng chế đầu tiên liên quan đến việc đóng bánh đã được cấp cho William Easby, năm 1848, ở Mỹ cho các tinh quặng than. Quá trình phát triển cho phép hình thành các khối kết tụ rắn thay đổi kích cỡ và hình dạng, từ các phần chiết mịn của loại than bất kỳ do áp lực tác động lên vật liệu này. Các công đoạn xử lý này ban đầu liên quan đến việc làm khô than, sau đó là nghiền và sàng. Tiếp theo, các hạt mịn được trộn với 6% nhựa đường đúc, và hỗn hợp này được đóng bánh trên máy cán tạo ra các khối kết tụ rắn.

Patent Mỹ số 9,175,364, cũng thay mặt Vale S.A., mô tả phương pháp sản xuất các khối kết tụ từ hỗn hợp của các tinh quặng, có số đo cỡ hạt nhỏ hơn 0,150 mm, với natri silicat, bột sắt, và vi hạt silic oxit. Nước được bổ sung vào quá trình kết tụ, quá trình này có thể xảy ra trong đĩa, trống tạo hạt, hoặc trong lò nung tầng sôi. Các khối kết tụ này phải trải qua quá trình làm khô ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 100 đến 150°C.

Sáng chế này khác với sáng chế được bộc lộ trong tài liệu trước đây, vì nó không cần công đoạn làm khô và do các vật liệu thô được sử dụng trong quá trình sản xuất khối kết tụ này. Tài liệu trước đây có giới hạn để chỉ sử dụng các tinh quặng với số đo cỡ hạt nhỏ hơn 0,150 mm và không sử dụng các chất xúc tác và chất trợ dung.

Đơn sáng chế BR 10 2019 009592 0, thay mặt Vale S.A. và Universidade Federal de Ouro Preto, đề cập đến việc tái sử dụng các quặng thải mỏ sắt để sản xuất các bánh bằng cách nén có sử dụng các hỗn hợp của các quặng thải này với quặng sắt

mịn và natri silicat lỏng, làm chất liên kết. Các bánh này phải qua hóa rắn ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 250 đến 550°C trong khoảng thời gian từ 20 đến 40 phút.

Sáng chế này khác với sáng chế được bộc lộ trong tài liệu trước đây, vì nó không cần công đoạn làm khô và do các vật liệu thô được sử dụng trong quá trình sản xuất khối kết tụ này.

Patent Mỹ số 6,921,427, được nộp vào năm 2002 thay mặt Council of Scientific & Industrial Research, đề cập đến quy trình đóng bánh nguội và tạo viên tinh quặng chứa sắt hoặc không chứa sắt, sử dụng chất liên kết khoáng chứa sắt, cho các ứng dụng luyện kim.

Quy trình này bao gồm các công đoạn trộn vật liệu mịn với lượng khoảng 80 đến 95% với chất kết dính khoáng chất chứa sắt với lượng nằm trong khoảng từ 3 đến 10% và, tùy ý là, nước với lượng từ 2 đến 6% và tác nhân hoạt động bề mặt (trietanolamin) với lượng từ 0,05 đến 0,20% có thể được bổ sung vào để tạo thành hỗn hợp khô đồng nhất. Tiếp theo, hỗn hợp này được kết tụ để hình thành khối được nén, khối này sau đó phải qua giai đoạn hóa rắn trong khoảng thời gian từ 3 đến 20 ngày bằng cách cho tiếp xúc với không khí trong khoảng thời gian từ 10 đến 14 giờ. Trong quá trình hóa rắn, các khối kết tụ được tạo ra được cho tiếp xúc với môi trường không khí được phun nước cứ 12 giờ một lần để phát triển khả năng chống chịu lạnh.

Trong patent này, được mô tả rằng tác nhân gắn kết có vai trò quan trọng trong việc phát triển khả năng chống chịu lạnh bằng cách hydrat hóa trong sản phẩm kết tụ. Hợp phần hóa học của chất liên kết có 25-45% trọng lượng của FeO, 40-60% trọng lượng của Cao+MgO và 12-18% trọng lượng của SiO₂+Al₂O₃.

Tiến hành các thử nghiệm tạo ra các khối kết tụ ở dạng bánh, dạng khối, và viên, bằng cách sử dụng các hỗn hợp khác nhau của sắt oxit, kim loại và các khoáng chất khác như bột và huyền phù đặc của lò cao, của các lò thổi oxy (BOF), vảy cán, quặng bụi và các huyền phù đặc bị nhiễm bẩn bởi dầu và than đá, vôi, đá vôi, dolomit, đunit, thạch anh, than cốc và các vật liệu chứa cacbon sử dụng chất kết dính khoáng thủy lực chứa sắt.

Quy trình được thể hiện trong US 6,921,427 khác với sáng chế liên quan đến chất liên kết và các sản phẩm đầu vào khác được sử dụng. Trong khi tài liệu được trình bày báo cáo việc sử dụng chất gắn kết khoáng chất chứa sắt và trietanolamin, là hợp

chất hữu cơ, đơn sáng chế này đề xuất việc sử dụng natri silicat làm tác nhân liên kết. Ngoài ra, US 6,921,427 sử dụng các vật liệu chứa cacbon và có công đoạn hóa rắn khác nhau nhiều.

Mohanty, M.K. et al (2016), ấn phẩm có tên "*A novel technique for making cold briquettes for charging in blast furnace*" mô tả việc sản xuất các khối kết tụ được ép đùn trong đó trình bày khái niệm về khối kết tụ lạnh. Quặng sắt mịn và vật liệu có chứa cacbon (như quặng bụi than cốc và bột lò cao) được trộn với xi măng Portland, mà được sử dụng làm chất liên kết, và cả với khoáng vật đất sét, tác dụng như là chất biến đổi lưu biến. Hỗn hợp này phải qua quá trình ép đùn cứng ở áp suất cao (100 kg/cm^2) và trong điều kiện chân không ($0,5 \times 10^{-3} \text{ Bar}$) và không cần xử lý nhiệt các khối kết tụ được ép đùn tạo ra. Các đặc tính của các khối kết tụ được tạo ra và đánh giá về tác động luyện kim của chúng (khả năng khử) được trình bày, so sánh chúng với quặng sắt.

Sáng chế này khác với sáng chế được bộc lộ trong tài liệu trước đây do các vật liệu thô được sử dụng trong quá trình sản xuất khối kết tụ. Sáng chế không sử dụng vật liệu có chứa cacbon và không sử dụng xi măng Portland làm chất liên kết.

Sáng chế liên quan đến quy trình sản xuất khối kết tụ quặng sắt mịn có tính năng lý học và luyện kim cao để thay thế chất nạp liệu kim loại, bao gồm cả thiêu kết, trong các lò khử. Các khối kết tụ được tạo ra từ hỗn hợp của quặng sắt mịn (chất nạp liệu thiêu kết, chất nạp liệu dạng viên, và quặng thải siêu mịn), với sự phân bố cỡ hạt nhỏ hơn 10 mm, với chất liên kết (natri silicat) và các chất phụ gia như các vật liệu dạng nano, các chất xúc tác, chất trợ dung, và các chất dẻo hóa. Quy trình kết tụ có thể xảy ra bằng cách tạo viên trong đĩa hoặc trong trống quay, bằng cách đóng bánh, hoặc bằng cách ép đùn. Các khối kết tụ phải qua hóa rắn ở nhiệt độ trong phòng trong 2 ngày ở nơi có mái che cho đến khi chúng đạt đến mức chống chịu nước đủ khi tiếp xúc với thời tiết và vận chuyển. Quá trình hóa rắn hoàn toàn diễn ra trong 10 ngày.

Sáng chế có ưu điểm khi so sánh với các quy trình kết tụ các quặng sắt đã biết từ các giải pháp kỹ thuật đã biết, như: (i) hóa rắn ở nhiệt độ trong phòng – không yêu cầu đầu vào năng lượng để xử lý nhiệt và không có sự phát xạ của các khí có hại như CO_2 , dioxin, furan, và SO_x , (ii) khả năng sử dụng quặng thải khai thác sắt, (iii) không sử dụng than hoặc vật liệu có chứa cacbon khác, (iv) thu được khối kết tụ với đặc tính

lý học cao, khả năng chống chịu được với việc xử lý và vận chuyển trên quãng đường dài, ngoài khả năng chống chịu nước trong thời gian ngắn, làm tối ưu việc cung ứng dòng chảy sản xuất.

Mục đích của sáng chế

Mục đích của sáng chế là tạo ra quy trình sản xuất khối kết tụ mịn mới từ quặng sắt được dùng để thay thế chất nạp liệu kim loại trong các lò khử (hạt, viên, thiêu kết) với đặc tính lý học và luyện kim mỹ mãn.

Mục đích khác nữa của sáng chế bao gồm việc thu được sản phẩm kết tụ có khả năng chống chịu vật lý cao với việc xử lý và vận chuyển trên quãng đường dài, ngoài khả năng chống chịu nước trong thời gian ngắn, là tối ưu hóa việc cung ứng dòng chảy sản xuất.

Mục đích khác nữa của sáng chế là làm giảm tác động môi trường tạo ra do không sử dụng nhiên liệu hóa thạch trong thành phần cấu thành khối kết tụ. Ngoài ra, việc hóa rắn được tiến hành ở nhiệt độ trong phòng không cần năng lượng đầu vào và làm cho quá trình sản xuất không có khí thải (các hạt, SO_x, dioxin, furan, CO₂) và các hợp chất dễ bay hơi khác.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế, theo phương án được ưu tiên của nó, đề xuất quy trình sản xuất khối kết tụ quặng sắt mịn để thay thế chất nạp liệu kim loại trong các lò khử bao gồm các bước sau:

- a) trộn vật liệu nano và chất xúc tác vào natri silicat để điều chế hỗn hợp chất liên kết;
- b) trộn 1-5% hỗn hợp chất liên kết từ bước a) với 70-100% quặng sắt mịn, 0-30% chất trợ dung mịn và 0-5% chất dẻo hóa trong máy trộn mạnh;
- c) điều chỉnh độ ẩm theo cách để thu được lượng nước trong hỗn hợp này nằm trong khoảng từ 0 đến 30%;
- d) tiến hành kết tụ bằng cách tạo viên, đóng bánh hoặc ép đùn;
- e) giữ các khối kết tụ ở nhiệt độ trong phòng trong khoảng thời gian từ 2 đến 10 ngày để hóa rắn;

trong đó các liều lượng dưới đây được sử dụng:

0,05 đến 2% khối lượng vật liệu nano liên quan đến natri silicat;

0,05 đến 5% khối lượng chất xúc tác liên quan đến natri silicat.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế được mô tả chi tiết dựa vào các hình vẽ tương ứng:

Fig. 1 minh họa sơ đồ khối đơn giản hóa của quy trình sản xuất khối kết tụ từ quặng sắt mịn.

Fig. 2 minh họa sơ đồ thể hiện việc giảm thời gian hóa rắn ở nhiệt độ trong phòng như một chức năng của việc sử dụng chất xúc tác.

Fig. 3 thể hiện sự phân bố số đo cỡ hạt của mẫu chất nạp liệu thiêu kết được sử dụng trong thử nghiệm thí điểm.

Mô tả chi tiết sáng chế

Mặc dù sáng chế có thể có các phương án khác nhau, các phương án được ưu tiên được thể hiện trên các hình vẽ và trong phần thảo luận chi tiết sau đây, với việc hiểu rằng bản mô tả sáng chế cần được xem là minh họa các nguyên tắc của sáng chế, và chúng không dự định làm giới hạn sáng chế ở những phương án được minh họa và được mô tả.

Đối tượng của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết sau đây bằng ví dụ thực hiện và không giới hạn, vì các vật liệu và các phương pháp được mô tả ở đây có thể bao gồm các chi tiết và các quy trình khác nhau mà không vượt ra khỏi tinh thần của sáng chế. Trừ khi có quy định trái ngược hẳn, tất cả các phần và tỷ lệ phần trăm thể hiện dưới đây là theo phần trăm khối lượng.

Mục đích chính của sáng chế là liên quan đến quy trình sản xuất khối kết tụ quặng sắt mịn bao gồm các bước sau:

- a) trộn vật liệu nano và chất xúc tác vào natri silicat để điều chế hỗn hợp chất liên kết;
- b) trộn 1-5% hỗn hợp chất liên kết từ bước a) với 70-100% quặng sắt mịn, 0-30% chất trợ dung mịn và 0-5% chất dẻo hóa trong máy trộn mạnh;
- c) điều chỉnh độ ẩm theo cách để thu được lượng khối lượng nước trong hỗn

hợp này nằm trong khoảng từ 0 đến 30%;

d) tiến hành kết tụ bằng cách tạo viên, đóng bánh hoặc ép đùn;

e) giữ các khối kết tụ ở nhiệt độ trong phòng trong khoảng thời gian từ 2 đến 10 ngày để hóa rắn;

trong đó các liều lượng dưới đây được sử dụng:

0,05 đến 2% khối lượng vật liệu nano liên quan đến natri silicat;

0,05 đến 5% khối lượng chất xúc tác liên quan đến natri silicat.

Quy trình sản xuất khối kết tụ, được thể hiện bằng sơ đồ khối của Fig. 1, tốt hơn là bắt đầu với việc trộn và phân tán các chất phụ gia trong natri silicat, là chất liên kết được áp dụng trong quy trình này.

Natri silicat được sử dụng trong quy trình này tốt hơn là có tỷ lệ mol giữa $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ là nằm trong khoảng từ 1,8 đến 4,5, 36 đến 48% chất rắn, và hợp phần sau: 5 – 14,6% Na_2O ; 22 – 33,2% SiO_2 ; 54,0-73,0% H_2O .

Là chất phụ gia natri silicat, có sự bổ sung vật liệu nano trong quá trình khuấy cơ học, ở liều lượng nằm trong khoảng từ 0,05 đến 2% trọng lượng so với khối lượng của natri silicat được sử dụng trong hỗn hợp này. Vật liệu nano được chọn từ nhóm bao gồm: ống nano cacbon, graphite được bóc tách, vi silicat được tạo chức, silic oxit nano hình ống, haloysit dạng ống, sợi nano cacbon, và graphen.

Vì chất xúc tác làm tăng tốc quá trình hóa rắn ở nhiệt độ trong phòng, natri pyrophosphat, magie hydroxit, propylen cacbonat, glycerin cacbonat, canxi hydroxit, canxi oxit, glyxerol triaxetat, nhôm clorua, nhôm hydroxit, triaxetin, diaxetin, và nhôm kim loại có thể được sử dụng. Trong điều kiện khuấy cơ học, bổ sung 0,05 đến 5% trọng lượng chất xúc tác cân xứng với khối lượng của natri silicat được sử dụng trong hỗn hợp này.

Bước thứ hai của quy trình sản xuất khối kết tụ bao gồm việc bổ sung 1 đến 5% hỗn hợp làm kết tụ (được tạo thành bởi natri silicat, vật liệu nano, và chất xúc tác), vào quặng sắt mịn với lượng từ 70 đến 100% trọng lượng, chất trợ dung với lượng từ 0 đến 30% trọng lượng và chất dẻo hóa với lượng từ 0 đến 5% trọng lượng. Việc trộn tốt hơn là cần được tiến hành trong máy trộn mạnh trong khoảng thời gian từ 10 đến 80 giây.

Quặng sắt mịn được sử dụng trong quy trình này cần phải có sự phân bố cỡ hạt nhỏ hơn 10mm, d_{90} nằm trong khoảng từ 1 đến 8mm, và độ ẩm tối đa là 25%. Chất nạp liệu thiêu kết, chất nạp liệu dạng viên, và quặng sắt thải siêu mịn có thể được sử dụng, mà, trong giải pháp kỹ thuật đã biết, được lắng xuống trong quặng thải. Chế phẩm hóa học được ưu tiên của quặng sắt mịn bao gồm 30 đến 68% $Fe_{\text{Tổng cộng}}$, 0,5 đến 15% SiO_2 , 0,1 đến 5,0% Al_2O_3 , 0,001 đến 0,1% P, 0,1 đến 2% Mn và 0,1 đến 8% PPC (mất khi môi).

Các chất trợ dung được sử dụng trong quy trình sản xuất khối kết tụ được chọn từ nhóm bao gồm canxi hydroxit, đá vôi canxi, đá vôi dolomit, magie oxit nung, secpentin, bột talc, đunit, và olivin.

Tác nhân dẻo hóa được sử dụng trong quy trình sản xuất khối kết tụ được chọn từ nhóm bao gồm bentonit, bột ngô, bột sắn, glycerin, và CMC (carboxymetyl xenluloza).

Bước thứ ba của quy trình sản xuất khối kết tụ là để điều chỉnh độ ẩm bằng cách bổ sung nước theo cách sao cho hỗn hợp này có độ ẩm tối ưu (0 đến 30%) cho quy trình kết tụ tiếp theo.

Bước thứ tư của quy trình sản xuất khối kết tụ bao gồm bước tiến hành kết tụ bằng cách tạo viên, đóng bánh, hoặc ép đùn.

Nếu lựa chọn phương pháp kết tụ bằng cách đóng bánh, thì hỗn hợp này tốt hơn là cần phải chứa độ ẩm nằm trong khoảng từ 2 đến 10%. Việc đóng bánh có thể được thực hiện bằng cách ép bằng con lăn chứa các hốc thích hợp để thu được các bánh với các kích thước 20-40 mm x 10-30 mm x 5-20 mm, và với điều chỉnh áp lực cần thiết để thu được mật độ khối nằm trong khoảng từ 2,5 đến 3,5 g/cm³. Việc kiểm soát mật độ khối là cần thiết để thu được các bánh với độ xốp thích hợp.

Nếu lựa chọn phương pháp kết tụ bằng cách tạo viên, thì hỗn hợp này tốt hơn là cần phải chứa độ ẩm nằm trong khoảng từ 8-11%. Quy trình tạo viên có thể được tiến hành trong đĩa quay hoặc trống quay, tạo thành các hạt hình cầu có đường kính 10-30 mm.

Nếu lựa chọn phương pháp kết tụ bằng cách ép đùn, thì hỗn hợp này tốt hơn là cần phải chứa độ ẩm nằm trong khoảng từ 10 đến 30%. Quy trình ép đùn này có thể

được tiến hành trên máy ép đùn mà, tốt hơn là, cho phép tạo thành các khối kết tụ dạng hình trụ có đường kính bằng 530 mm và độ cao 5-30 mm.

Bước thứ năm của quy trình sản xuất khối kết tụ bao gồm bước hóa rắn ở nhiệt độ trong phòng.

Sử dụng các chất xúc tác để thúc đẩy việc hóa rắn của natri silicat là đủ trong việc làm giảm thời gian hóa rắn nằm trong khoảng từ 15 ngày xuống 2 ngày, nhờ đó cho phép vận chuyển và xử lý sản phẩm này trong các điều kiện có mưa (thời tiết xấu). Chất xúc tác thúc đẩy sự hình thành của các hợp chất không tan và polyme hóa natri silicat, làm cho sản phẩm có khả năng chống chịu tốt hơn với nước trong thời gian hóa rắn ngắn hơn, như được thể hiện trong Fig. 2.

Hóa rắn hoàn toàn ở nhiệt độ trong phòng, diễn ra từ 2 đến 10 ngày, cho phép độ ẩm cuối cùng của các khối kết tụ nhỏ hơn 3%.

Tùy ý là, nếu cần thiết rằng các khối kết tụ trở nên có sức chống chịu trong thời gian ngắn nhất có thể, có thể được chọn để tiến hành làm khô trong lò nằm ngang trong khoảng thời gian từ 10 đến 30 phút ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 100 đến 550°C. Tuy nhiên, lựa chọn này không được khuyến nghị do nó không được coi là giải pháp bền vững với môi trường.

Khối kết tụ quặng sắt thu được theo phương pháp của sáng chế được trình bày như là một giải pháp thay thế cho chất nạp liệu kim loại trong các lò khử vì nó thể hiện chất lượng hóa học, vật lý và luyện kim đầy đủ, như được thể hiện trong các Bảng 1, Bảng 2 và Bảng 3 dưới đây.

Bảng 1 - Chất lượng hóa học của các khối kết tụ thu được bằng các quy trình của sáng chế

Bánh

FeT (30-68%); SiO₂ (0,5-15%); Al₂O₃ (0,1-5%); P (0,001 đến 0,1%);
Mn (0,1-2%); CaO (0-15%), MgO (0-5%); PPC (0,1 đến 8%).

Viên

FeT (30-68%); SiO₂ (0,5-15%); Al₂O₃ (0,1-5%); P (0,001 đến 0,1%);
Mn (0,1-2%); CaO (0-15%), MgO (0-5%); PPC (0,1 đến 8%).

Ép đùn

FeT (30-68%); SiO₂ (0,5-15%); Al₂O₃ (0,1-5%); P (0,001 đến 0,1%);
Mn (0,1-2%); CaO (0-15%), MgO (0-5%); PPC (0,1 đến 8%).

Bảng 2 - Chất lượng luyện kim của các khối kết tụ thu được bằng các quy trình của sáng chế

Bánh

ISO 7215 khả năng khử: >60%

ISO 4696-2 RDI: %-2,8 mm: < 25%

ISO 4698 trương nở: < 25%

Viên

ISO 7215 khả năng khử: >60%

ISO 4696-2 RDI: %-2,8 mm: < 25%

ISO 4698 trương nở: < 25%

Ép đùn

ISO 7215 khả năng khử: >60%

ISO 4696-2 RDI: %-2,8 mm: < 25%

ISO 4698 trương nở: < 25%

Bảng 3 – Chất lượng vật lý của các khối kết tụ thu được bằng các quy trình của sáng chế

Bánh

JIS M8711 Thử nghiệm vỡ: % + 10mm: > 90%

ISO 3271 Thử nghiệm trống quay: % + 6,3mm: > 85%

ISO 3271 Độ mài mòn: % -0,5mm: < 10%

ISO 8371 Quá trình rạn nứt: % -6,3mm: < 5%

Thử nghiệm vỡ JIS M8711 *Thời tiết: %+10mm: > 80%

Khả năng chống chịu nén khô: daN/bánh > 200

Viên

JIS M8711 Thử nghiệm vỡ: %+10mm: > 90%

ISO 3271 Thử nghiệm trống quay: % + 6,3mm: > 85%

ISO 3271 Độ mài mòn: % -0,5mm: < 15%

ISO 8371 Quá trình rạn nứt: % -6,3mm: < 5%

JIS M8711 Thử nghiệm vỡ *Thời tiết: %+10mm: > 80%

Khả năng chống chịu nén khô: daN/bánh > 150

Ép đùn

JIS M8711 Thử nghiệm vỡ: %+10mm: > 90%

ISO 3271 Thử nghiệm trống quay: % + 6,3mm: > 85%

ISO 3271 Độ mài mòn: % -0,5mm: < 15%

ISO 8371 Quá trình rạn nứt: % -6,3mm: < 5%

Thử nghiệm vỡ JIS M8711 *Thời tiết: %+10mm: > 80%

*thời tiết: ngâm vào nước trong 1 giờ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Để đánh giá chất lượng, đặc tính, và tính năng của của các khối kết tụ được tạo ra bằng quy trình được mô tả bởi sáng chế, tiến hành các thử nghiệm ở quy mô thí điểm để sản xuất các bánh, bằng cách sử dụng chất nạp liệu thiêu kết là quặng sắt mịn.

Chất nạp liệu thiêu kết được sử dụng có độ ẩm nhỏ hơn 8% và d_{90} nằm trong khoảng từ 2 đến 8mm. Đường cong phân bố cỡ hạt được thể hiện trên Fig. 3, trong đó

mẫu được sử dụng được tìm thấy trong khoảng đo hạt được minh chứng bằng vùng được áp. Tiến hành các thử nghiệm trong các mẻ mỗi mẻ là 100 kg chất nạp liệu thiêu kết.

Dung dịch natri silicat được sử dụng được trình bày theo tỷ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ bằng 2,15, tỷ lệ phần trăm các chất rắn bằng 47%, bao gồm 14,6% Na_2O , 31,4% SiO_2 , và 54% H_2O . Mật độ thực được thể hiện trong dung dịch bằng 1,57 g/cm³ và độ nhớt bằng 1175 cP ở 25°C. Vi silicat được tạo chức được bổ sung ở liều bằng 0,1% so với khối lượng của natri silicat được sử dụng trong hỗn hợp này. Chất xúc tác canxi hydroxit được bổ sung ở liều bằng 2,5%. Tiến hành trộn cơ học trong 5 phút để thu được hỗn hợp chất liên kết cuối cùng.

3% hỗn hợp liên kết đã nêu được bổ sung vào 71,7% chất nạp liệu thiêu kết, 25% chất trợ dung mịn (đá vôi canxi và serpentinit) và 0,3% bentonit. Tiến hành trộn trong máy trộn mạnh *Eirich* trong 120 giây.

Các bánh được tạo ra bằng cách sử dụng máy ép bánh *Komarek*, ở áp lực 200 Bar, cho phép hình thành các bánh có hình thái dạng “cái gối”, có kích thước bằng 25 x 20 x 15 mm và độ ẩm <0,5%. Tiến hành hóa rắn ở nhiệt độ trong phòng trong 5 ngày.

Chất lượng của các bánh được đánh giá liên quan đến các đặc tính lý học, hóa học và luyện kim, theo các quy trình được mô tả theo tiêu chuẩn để đánh giá quặng sắt.

Khả năng chống chịu nén được đánh giá bằng cách sử dụng các bánh khô trong máy ép tự động với độ nhảy ± 5 daN, để đánh giá tải trọng nén gây ra sự phá vỡ của nó. Tiến hành thử nghiệm tương tự với các bánh sau khi ngâm trong nước trong 1 giờ. Kết quả trung bình thu được đối với các bánh khô là > 120 daN/bánh trong diện tích lớn nhất (25 x 20 mm), và đối với các bánh, sau khi ngâm, giảm 30% khả năng chống chịu.

Thử nghiệm về khả năng chống chịu mài mòn và các chỉ số xáo trộn được tiến hành bằng cách sử dụng 1,5 kg bánh khô cho qua 464 vòng quay trong trống. Ở cuối

của thử nghiệm, khối được sàng trong các sàng có các lỗ bằng 6,3 mm và 0,5 mm. Các chỉ số xáo trộn (ISO 3271), bao gồm tỷ lệ phần trăm của khối lượng được giữ lại ở 6,3 mm, là $> 85\%$. Chỉ số độ mài mòn (ISO 3271), bao gồm tỷ lệ phần trăm của khối đi qua trong 0,5 mm, là $< 15\%$.

Tiến hành thử nghiệm độ bền vỡ với mẫu 3 kg bánh khô cho qua bốn giọt liên tiếp ở độ cao ba mét. Khi kết thúc giọt cuối cùng, khối lượng được sàng bằng rây có lỗ bằng 10mm. Chỉ số độ bền vỡ (The Shatter Strength Index) (Shatter - JIS M8711), bao gồm tỷ lệ phần trăm khối lượng lớn hơn 10mm, là $> 95\%$.

Để xác định chỉ số rạn nứt (DI), khối lượng thử nghiệm được nhanh chóng làm nóng từ nhiệt độ trong phòng lên đến 700°C , duy trì ở nhiệt độ này và sau đó làm lạnh trong không khí cho đến khi đạt đến nhiệt độ trong phòng. Tiến hành sàng bằng sàng có kích cỡ lỗ vuông bằng 6,3mm. Chỉ số rạn nứt, bao gồm tỷ lệ phần trăm khối lượng của vật liệu có kích thước lớn hơn 6,3 mm, là $< 5\%$.

Chỉ số khử (RI) của các bánh đã được đánh giá theo ISO 7215, trong các điều kiện tương tự với các điều kiện phổ biến trong vùng khử của lò cao. Kết quả trung bình thu được là $> 60\%$.

Thử nghiệm khử-phân hủy ở nhiệt độ thấp (RDI) được tiến hành theo ISO 4696-2, sau khi khử bằng các khí CO và N trong các điều kiện tương tự với vùng khử ở nhiệt độ thấp của lò cao. Kết quả trung bình là $< 15\%$.

Bảng 4 thể hiện kết quả so sánh giữa chất lượng vật lý của bánh được tạo ra bằng quy trình của sáng chế liên quan đến các sản phẩm khác như thiêu kết (thu được bằng các quy trình của quy trình thiêu kết truyền thống), hạt (thu được bằng các quy trình của quy trình tạo hạt truyền thống), và các hạt thương mại từ Brazil và Úc. Có thể chứng minh được rằng bánh được sản xuất theo quy trình của sáng chế có hiệu suất vật lý và luyện kim cao và, vì lý do này, nó được xem như là một phương án thay thế để thay thế nạp liệu kim loại của lò khử với ít tác động tới môi trường hơn.

Lưu ý rằng trong Bảng 4, chữ viết tắt "RDI" đề cập đến thử nghiệm phân rã trong điều kiện khử ở nhiệt độ thấp, "S" tương ứng chỉ số thấm, " ΔP_{max} " tương ứng với mức giảm áp suất khí tối đa, " T_{s200} " tương ứng với nhiệt độ bắt đầu giảm, " T_d " tương ứng với nhiệt độ kết thúc làm mềm, và " ΔT " đề cập đến gradien nhiệt độ tương ứng với vùng làm mềm và nóng chảy ($T_d - T_{s200}$).

Bảng 4 - So sánh các thông số chất lượng bánh thu được bằng các quy trình của sáng chế

	Xáo trộn	Độ mài mòn	Sự rạn nứt	RDI	Khả năng khử	S	ΔP max	TS200	ΔT	Td	Quặng bụi của chất kết dính
	%>6,3	%<0,5 mm	>4,75 mm	%-2,8 mm	%	kg*C/cm ²	mmH ₂ O	°C	°C	°C	%
BÁNH Vale	85	10	0,1	15	60	30	3000	1150	200	1350	0,5
Thiêu kết Vale	65	NA	NA	25	65	30	3000	1150	200	1350	NA
Viên Vale	90	6	0	5	60	100	5000	1100	300	1400	NA
Hạt Vale 1	75	18	3	26	66	45	3247	1087	312	1427	2,8
Vale được tạo	79	15	2	15	58	41	3440	1104	250	1392	3
Vale được tạo	81	15	0,5	32	64	30	2363	1156	296	1457	2,02
Vale trung bình được tạo hạt	78	16	2	24	63	38	3017	1116	286	1425	3
AUS được tạo	85	10	6	26	56	56	4897	1111	282	1406	3,89
AUS được tạo	85	8	3	19	70	44	4897	1128	269	1429	0,96
AUS được tạo	85	9	4	23	60	34	3676	1146	228	1418	2
AUS trung bình được tạo hạt	85	9	4	23	62	45	4490	1128	260	1418	2

Như vậy, mặc dù chỉ một số phương án của sáng chế đã được thể hiện, sẽ nên hiểu rằng những loại bỏ, thay thế và thay đổi khác nhau có thể được thực hiện bởi người có trình độ trung bình trong lĩnh vực mà không vượt ra khỏi tinh thần và phạm vi của sáng chế. Các phương án được mô tả cần được xem xét trong tất cả các khía cạnh chỉ mang tính minh họa và không làm giới hạn phạm vi của sáng chế.

Rõ ràng với điều kiện là tất cả sự kết hợp của các yếu tố thực hiện cùng một chức năng về cơ bản theo cùng cách thức để đạt được các kết quả giống nhau là trong phạm vi của sáng chế. Việc thay thế các yếu tố từ một phương án thực hiện được mô tả sang một phương án khác cũng được dự kiến và dự kiến đầy đủ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình sản xuất khối kết tụ quặng sắt mịn để thay thế chất nạp liệu kim loại trong các lò khử, khác biệt ở chỗ, quy trình này được thực hiện mà không sử dụng các vật liệu chứa cacbon và quy trình này bao gồm các bước sau:

- a) trộn vật liệu dạng nano, chất xúc tác và natri silicat để điều chế hỗn hợp chất liên kết;
- b) trộn 1-5% hỗn hợp chất liên kết từ bước a) với 70-99% quặng sắt mịn, 0-30% chất trợ dung mịn và 0-5% chất dẻo hóa trong máy trộn mạnh;
- c) điều chỉnh độ ẩm theo cách sao cho thu được lượng nước trong hỗn hợp nằm trong khoảng từ 0 đến 30%;
- d) tiến hành kết tụ bằng cách tạo viên, đóng bánh hoặc ép đùn;
- e) giữ các khối kết tụ ở nhiệt độ trong phòng trong khoảng thời gian từ 2 đến 10 ngày để hóa rắn;

trong đó

liều lượng vật liệu nano nằm trong khoảng từ 0,05 đến 2% khối lượng liên quan đến natri silicat được sử dụng; và

liều lượng chất xúc tác nằm trong khoảng từ 1,5 đến 3,5% khối lượng liên quan đến natri silicat được sử dụng;

chất xúc tác được sử dụng trong quy trình này bao gồm canxi hydroxit hoặc natri pyrophosphat hoặc propylen cacbonat; và

trong đó các chất trợ dung được sử dụng trong quy trình này bao gồm đá vôi canxi hoặc đá vôi dolomit hoặc serpentinit hoặc canxi hydroxit.

2. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, vật liệu nano được sử dụng trong bước a) được chọn từ nhóm bao gồm ống nano cacbon, graphit được bóc tách, vi silicat được tạo chức, silic oxit nano dạng ống, haloysit dạng ống, sợi nano cacbon, và graphen.

3. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, natri silicat được sử dụng trong bước a) có tỷ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ nằm trong khoảng từ 1,8 đến 4,5 và tỷ lệ phần trăm các chất rắn nằm trong khoảng từ 36 đến 48%.

4. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, quặng sắt mịn được sử dụng trong bước b) có phép đo cỡ hạt nhỏ hơn 10mm, hàm lượng sắt ($Fe_{\text{Tổng cộng}}$) nằm trong khoảng từ 30 đến 68%, và được chọn từ nhóm bao gồm chất nạp liệu thiêu kết, chất nạp liệu dạng viên, và chất thải quặng sắt siêu mịn.
5. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, chất dẻo hóa được sử dụng trong bước b) được chọn từ nhóm bao gồm bentonit, bột ngô, bột sắn, glycerin, và CMC (carboxymethyl xenluloza).
6. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, trộn bước b) được tiến hành trong máy trộn mạnh trong khoảng thời gian từ 10 đến 180 giây.
7. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, bước hóa rắn e) được tiến hành ở nơi được che phủ trong 2 ngày đầu tiên.
8. Quy trình theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, trong bước e), việc làm khô có thể được thực hiện theo lò ngang trong khoảng thời gian từ 10 đến 30 phút ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 100 đến 550°C.
9. Khối kết tụ quặng sắt mịn được tạo ra bằng quy trình như được xác định trong điểm 1, khác biệt ở chỗ, khối này có các chất lượng hóa học, lý học và luyện kim thích hợp để thay thế chất nạp liệu kim loại trong các lò khử, cụ thể là: 30 đến 68% $Fe_{\text{Tổng cộng}}$, 0,5 đến 15% SiO_2 , 0,1 đến 5,0% Al_2O_3 , 0,001 đến 0,1% P, 0,1 đến 2% Mn; 0 đến 15% CaO và 0,1 đến 8% PPC (mất khi môi); ISO 7215 khả năng khử >60%; phân hủy trong điều kiện khử ở nhiệt độ thấp (RDI) ISO 4696-2 <25%; ISO 4698 trương nở <25%; Chỉ số chịu va đập (Shatter - JIS M8711, bao gồm tỷ lệ phần trăm khối lượng lớn hơn 10mm) >90%; Chỉ số trống quay (Thử nghiệm trống quay ISO 3271, bao gồm tỷ lệ phần trăm của khối lượng được giữ trong 6,3 mm) >85%; Chỉ số mài mòn (ISO 3271, bao gồm tỷ lệ phần trăm thông qua khối lượng tính theo 0,5 mm) <15%; và Chỉ số rạn nứt (ISO 8371, bao gồm tỷ lệ phần trăm khối lượng của vật liệu lớn hơn 6,3 mm) <5%.
10. Khối kết tụ quặng sắt mịn theo điểm 9, khác biệt ở chỗ, khối này có các đặc tính là có khả năng chống chịu đối với việc xử lý, vận chuyển, nước và thời tiết, cụ thể là: Chỉ số chống chịu giảm (Shatter - JIS M8711, bao gồm tỷ lệ phần trăm khối lượng lớn hơn 10mm) > 80% sau 1 giờ ngâm trong nước; và sức bền nén khô > 150 daN / bánh.

11. Khối kết tụ quặng sắt mịn theo điểm 9, khác biệt ở chỗ, khối này có dạng bánh loại “gỏi” mà kích cỡ của nó nằm trong khoảng từ 20-40 mm x 10-30 mm x 5x20 mm.
12. Khối kết tụ quặng sắt mịn theo điểm 9, khác biệt ở chỗ, khối này có hình dạng của một viên hình cầu mà có đường kính của nó nằm trong khoảng từ 10-30mm.
13. Khối kết tụ quặng sắt mịn theo điểm 9, khác biệt ở chỗ, khối này có dạng hình trụ có đường kính nằm trong khoảng từ 5 đến 30 mm và độ cao sau khi ép đùn nằm trong khoảng từ 5 đến 30 mm.

1/2

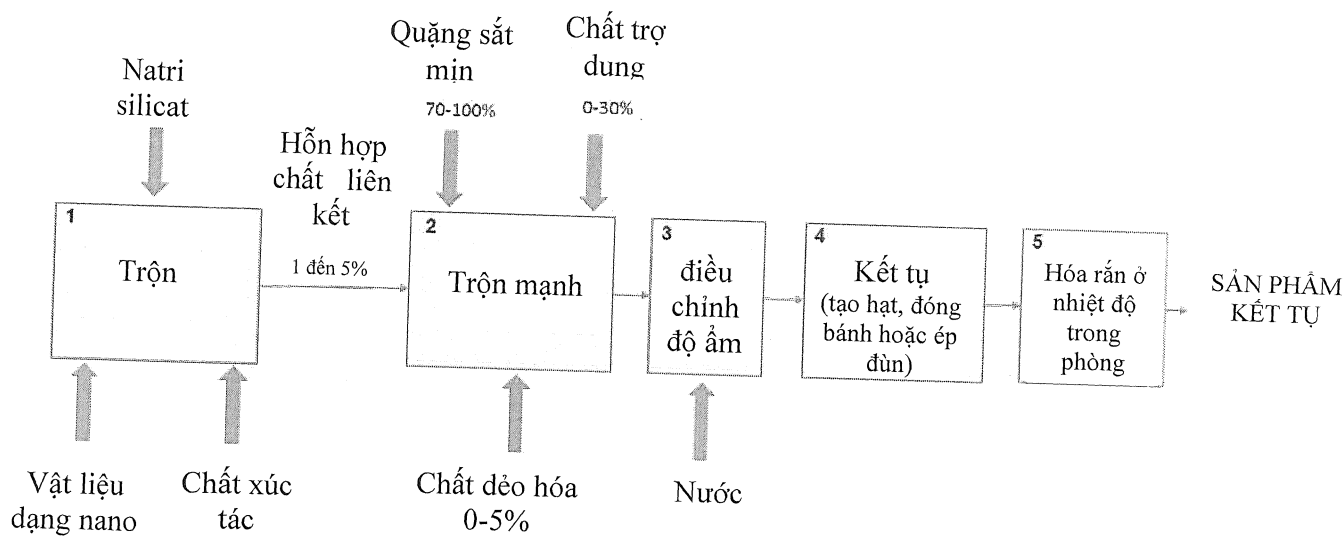


FIG. 1

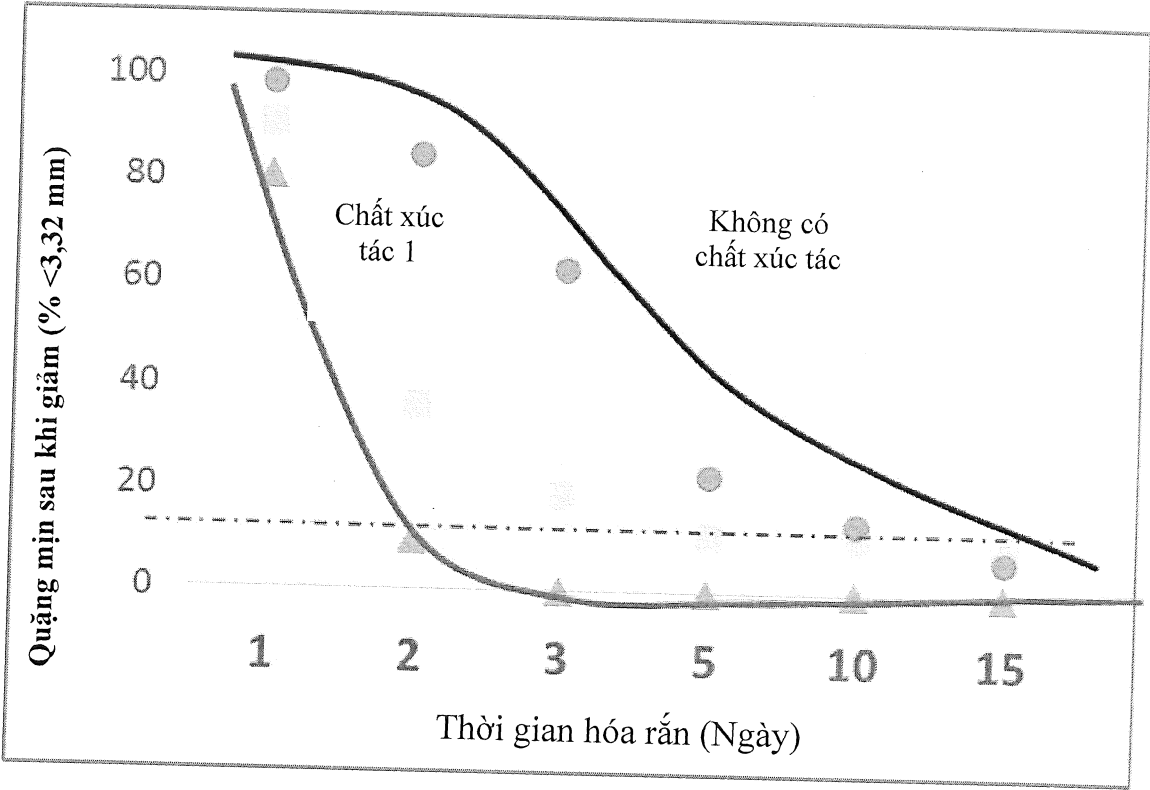


FIG. 2

2/2

Sự phân bố cỡ hạt

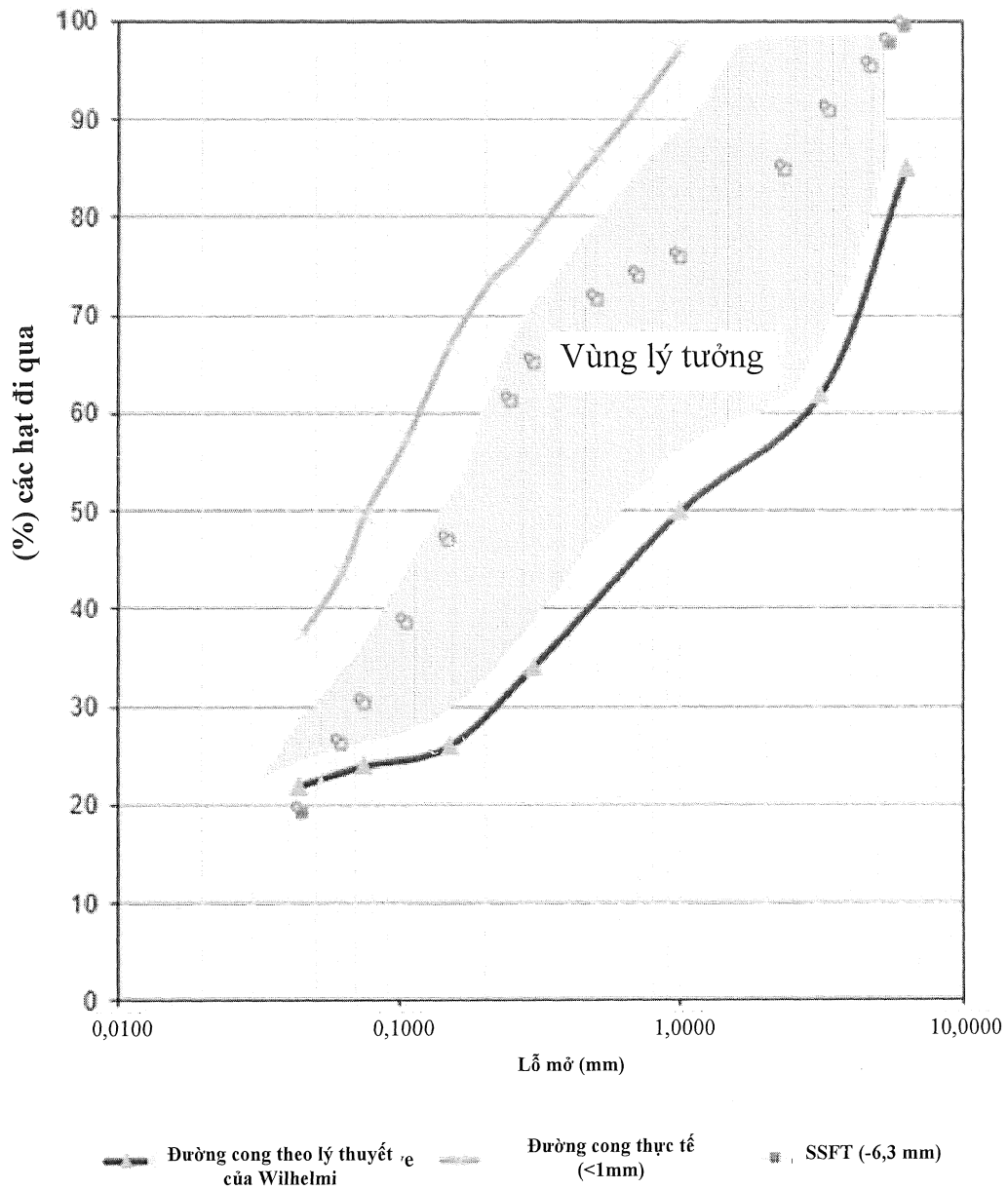


FIG. 3