



(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)



1-0050364

(51)^{2022.01} C21B 13/00; C22B 5/12

(13) B

(21) 1-2023-06639

(22) 03/12/2021

(86) PCT/JP2021/044585 03/12/2021

(87) WO 2022/209015 06/10/2022

(30) 2021-062160 31/03/2021 JP

(45) 25/08/2025 449

(43) 25/03/2024 432

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

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

(72) YAMAMOTO Tetsuya (JP); HIGUCHI Takahide (JP); TERUI Koki (JP).

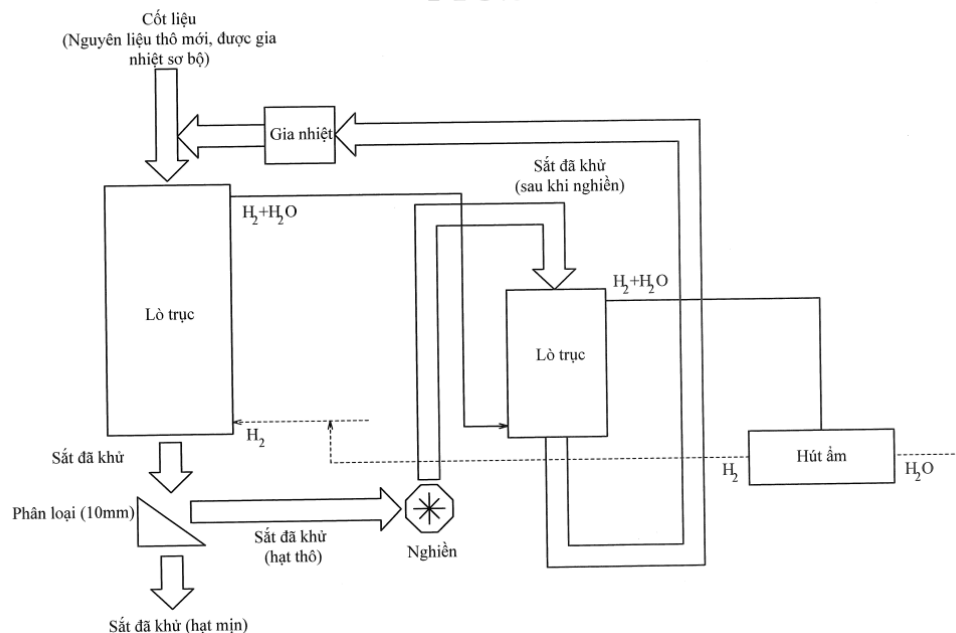
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH Lò KHỬ

(21) 1-2023-06639

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp vận hành lò khử mà với phương pháp này thì oxit sắt có trong nguyên liệu thô có thể được khử hiệu quả hơn so với các phương pháp thông thường. Phương pháp vận hành lò khử bao gồm các bước nạp nguyên liệu thô chứa oxit sắt vào trong lò khử đồng thời đưa khí khử mà đi kèm với phản ứng thu nhiệt trong quá trình khử vào trong lò khử, và khử oxit sắt để thu được sắt đã khử, mà trong đó nguyên liệu thô chứa cốt liệu thứ nhất với kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất và cốt liệu thứ hai với kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ hai mà giới hạn dưới của nó bằng hoặc lớn hơn giới hạn trên của phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất, và nguyên liệu thô được gia nhiệt sơ bộ trước khi được nạp vào trong lò khử hoặc được gia nhiệt bên trong lò khử, và sắt đã khử được xả ra từ lò khử được sàng và được phân loại thành sắt đã khử có phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt mịn và sắt đã khử có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt của hạt thô, và sắt đã khử có phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt mịn được thu hồi.

FIG.3



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

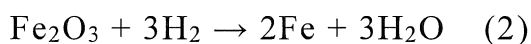
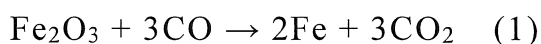
Sáng chế đề cập đến phương pháp vận hành lò khử.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đã biết đến các phương pháp sản xuất sắt bằng cách khử nguyên liệu thô chứa oxit sắt bao gồm phương pháp lò cao trong đó than cốc được sử dụng làm tác nhân khử để tạo ra kim loại nóng chảy, phương pháp mà trong đó khí khử được sử dụng làm tác nhân khử và được thổi vào trong lò thẳng đứng (sau đây được gọi là “lò trực”), phương pháp mà cũng sử dụng khí khử mà trong đó khí khử quặng tinh trong tầng sôi, phương pháp mà trong đó kết hợp quá trình kết tụ và khử nguyên liệu thô (phương pháp lò quay), và các phương pháp khác.

Các phương pháp sản xuất sắt đã khử này, ngoại trừ phương pháp lò cao, sử dụng khí khử chủ yếu là bao gồm cacbon monoxit (CO) hoặc hydro (H₂) được tạo ra bằng cách cải tạo khí tự nhiên hoặc than làm tác nhân khử. các nguyên liệu thô được nạp vào trong lò được gia nhiệt bằng truyền nhiệt đối lưu với khí khử, được khử, và sau đó được xả ra ngoài lò. Các khí bị oxy hóa chẳng hạn như nước (H₂O) và cacbon dioxit (CO₂), cũng như khí H₂ và khí CO mà không góp phần vào phản ứng khử, được xả ra ngoài lò.

Các nguyên liệu thô (chủ yếu là Fe₂O₃) được nạp vào trong lò trải qua các phản ứng khử được biểu diễn bằng các phương trình (1) và (2) sau đây với khí CO và khí H₂, mà là các khí khử.



Nghĩa là, trong quá trình khử bằng khí CO được biểu diễn bằng phương trình (1), khí CO₂ được xả ra dưới dạng khí thải sau quá trình khử. Mặt khác, trong quá trình khử bằng khí H₂ biểu diễn bằng phương trình (2), khí H₂O được xả ra dưới dạng khí thải sau quá trình khử.

Fig.1 minh họa mối quan hệ giữa tỷ lệ thể tích x của H₂ trong khí khử và nhiệt phản ứng ΔrH trong phản ứng khử oxit sắt bằng khí khử chứa khí CO và khí H₂. Trong Fig.1, nhiệt phản ứng âm ΔrH biểu thị phản ứng tỏa nhiệt, và giá trị dương biểu thị phản ứng thu nhiệt. Như thấy rõ từ Fig.1, khi tỷ lệ thể tích

x của H_2 là 0,4 hoặc lớn hơn, phản ứng khử là phản ứng thu nhiệt.

Trong những năm gần đây, do vấn đề nóng lên toàn cầu, cần phải giảm lượng phản ứng khử bằng khí CO được biểu diễn bằng phương trình (1) và tăng lượng phản ứng khử bằng khí H_2 được biểu diễn bằng phương trình (2) để kiểm soát lượng khí thải CO_2 , mà là một trong những khí nhà kính mà gây ra sự nóng lên toàn cầu. Để tăng lượng phản ứng khử bằng khí H_2 , cần tăng nồng độ của H_2 trong khí khử được sử dụng.

Tuy nhiên, các phản ứng khử bằng khí CO và khí H_2 khác nhau về lượng nhiệt kèm theo mỗi phản ứng. Nghĩa là, lượng nhiệt của phản ứng khử bằng khí CO là +6710 kcal/kmol (Fe_2O_3), trong khi lượng nhiệt của phản ứng khử bằng khí H_2 là -22800 kcal/kmol (Fe_2O_3). Nói cách khác, phản ứng đầu là phản ứng tỏa nhiệt, trong khi phản ứng sau là phản ứng thu nhiệt. Do đó, khi tăng nồng độ H_2 trong khí khử tăng lượng phản ứng của phương trình (2), phản ứng thu nhiệt đáng chú ý xảy ra làm giảm nhiệt độ bên trong lò, và phản ứng khử bị ngưng trệ. Do đó, cần phải bù đắp cho việc thiếu nhiệt bằng một số biện pháp.

Một cách khả thi để bù đắp cho việc thiếu nhiệt là cung cấp nhiệt bằng cách nâng nhiệt độ của khí khử đến nhiệt độ cao và tăng lượng khí. Tuy nhiên, so với trường hợp tái tạo khí tự nhiên thành CO và H_2 thông thường, ví dụ, trường hợp chỉ sử dụng H_2 ở cùng nhiệt độ yêu cầu khoảng 1,5 lần lượng khí do cân bằng nhiệt. Lượng khí sử dụng tăng đòi hỏi phải có các thiết bị gia nhiệt khí và các thiết bị tái tạo để tạo ra khí nóng và tăng quá trình xử lý trong các thiết bị xử lý khí để loại bỏ khí CO_2 và H_2O sau phản ứng, điều này làm tăng đáng kể chi phí thiết bị.

Do đó, tài liệu JP 2012-102371 A (tài liệu sáng chế 1) bộc lộ kỹ thuật gia nhiệt sơ bộ nguyên liệu thô và sau đó nạp nguyên liệu thô vào trong lò trực mà sử dụng lượng lớn H_2 làm khí khử.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP 2012-102371 A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

(Vấn đề kỹ thuật)

Phương pháp gia nhiệt sơ bộ nguyên liệu thô được mô tả trong tài liệu sáng chế 1 là phương pháp ưu việt mà trong đó nhiệt được cung cấp không chỉ từ khí khử nóng mà còn từ cốt liệu làm nguyên liệu thô, điều này có thể giảm lượng khí khử được sử dụng. Tuy nhiên, lượng nhiệt được hấp thụ bởi phản ứng khử giữa oxit sắt có trong nguyên liệu thô và H_2 lớn hơn nhiệt hiện được sở hữu bởi nguyên liệu thô nóng mà đã được gia nhiệt sơ bộ. Do đó, hiệu quả của việc gia nhiệt sơ bộ nguyên liệu thô đơn thuần bị hạn chế, và các tác giả sáng chế mong muốn phát triển phương pháp mà với phương pháp này thì oxit sắt có trong nguyên liệu thô có thể được khử hiệu quả hơn.

Do đó có thể có lợi khi đề xuất phương pháp vận hành lò khử mà với phương pháp này thì oxit sắt có trong nguyên liệu thô có thể được khử hiệu quả hơn so với các phương pháp thông thường.

(Giải pháp cho vấn đề)

Do đó, các tác giả sáng chế đề xuất.

[1] Phương pháp vận hành lò khử, bao gồm các bước nạp nguyên liệu thô chứa oxit sắt vào trong lò khử đồng thời đưa khí khử mà đi kèm với phản ứng thu nhiệt trong quá trình khử vào trong lò khử, và khử oxit sắt để thu được sắt đã khử, trong đó

nguyên liệu thô chứa cốt liệu thứ nhất với kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất và cốt liệu thứ hai với kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ hai mà giới hạn dưới của nó bằng hoặc lớn hơn giới hạn trên của phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất, và nguyên liệu thô được gia nhiệt sơ bộ trước khi được nạp vào trong lò khử hoặc được gia nhiệt bên trong lò khử, và

sắt đã khử được xả ra từ lò khử được sàng và được phân loại thành sắt đã khử có phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt mịn và sắt đã khử có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt thô, và sắt đã khử có phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt mịn được thu hồi.

[2] Phương pháp vận hành lò khử theo khía cạnh [1], trong đó sau khi nghiền sắt đã khử có kích cỡ hạt gồm hạt thô, sắt đã khử được nghiền được gia nhiệt sơ bộ và sau đó được nạp vào trong lò khử, hoặc sắt đã khử được nghiền được nạp vào trong lò khử và được gia nhiệt.

[3] Phương pháp vận hành lò khử theo khía cạnh [1] hoặc [2], trong đó cốt liệu thứ nhất có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất được lựa chọn từ phạm vi 0,1 mm hoặc lớn hơn và 20 mm hoặc nhỏ hơn, cốt liệu thứ hai có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ hai được lựa chọn từ phạm vi 1 mm hoặc lớn hơn và 100 mm hoặc nhỏ hơn, và sàng với kích cỡ mắt sàng là 1 mm hoặc lớn hơn và 20 mm hoặc nhỏ hơn được sử dụng để sàng sắt đã khử được xả ra từ lò khử.

[4] Phương pháp vận hành lò khử theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ [1] đến [3], trong đó phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt mịn là 20 mm hoặc nhỏ hơn.

[5] Phương pháp vận hành lò khử theo khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh từ [1] đến [4], trong đó nguyên liệu thô được gia nhiệt sơ bộ đến 500 °C hoặc cao hơn và 1200 °C hoặc thấp hơn trước khi được nạp vào trong lò khử, hoặc nguyên liệu thô được gia nhiệt đến 500 °C hoặc cao hơn và 1200 °C hoặc thấp hơn bên trong lò khử.

(Hiệu quả đạt được của sáng chế)

Theo sáng chế, có thể đề xuất ra phương pháp vận hành lò khử mà với phương pháp này thì oxit sắt có trong nguyên liệu thô có thể được khử hiệu quả hơn so với các phương pháp thông thường.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Trên các hình vẽ đính kèm:

Fig.1 minh họa mối quan hệ giữa tỷ lệ thể tích của H_2 trong khí khử và nhiệt phản ứng trong phản ứng khử oxit sắt bằng khí khử chứa khí CO và khí H_2 ;

Fig.2 minh họa sự phân bố nhiệt độ của các cốt liệu bên trong lò trực khi tỷ lệ khử của sản phẩm (sắt đã khử) được xả ra từ đáy của lò trực là 60 % và khi tỷ lệ khử là 20 %;

Fig.3 minh họa ví dụ phù hợp về phương pháp vận hành lò khử của sáng chế;

Fig.4 minh họa phần chính của ví dụ phù hợp về phương pháp vận hành lò khử của sáng chế; và

Fig.5 minh họa thí bị thí nghiệm được sử dụng trong các ví dụ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần sau mô tả các phương án của sáng chế có tham chiếu đến các hình vẽ. Phương pháp vận hành lò khử của sáng chế bao gồm các bước nạp nguyên liệu thô chứa oxit sắt vào trong lò khử đồng thời đưa khí khử mà đi kèm với phản ứng thu nhiệt trong quá trình khử vào trong lò khử, và khử oxit sắt để thu được sắt đã khử, mà trong đó nguyên liệu thô chứa cốt liệu thứ nhất với kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất và cốt liệu thứ hai với kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ hai mà giới hạn dưới của nó bằng hoặc lớn hơn giới hạn trên của phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất, nguyên liệu thô được gia nhiệt sơ bộ trước khi được nạp vào trong lò khử hoặc được gia nhiệt bên trong lò khử, sắt đã khử được xả ra từ lò khử được sàng và được phân loại thành sắt đã khử có phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt mịn và sắt đã khử có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt của hạt thô, và sắt đã khử có phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt mịn được thu hồi.

Các tác giả sáng chế đã nghiên cứu một cách rộng rãi các cách để khử oxit sắt có trong nguyên liệu thô hiệu quả hơn so với các phương pháp thông thường. Kết quả là, các tác giả đã khám phá ra rằng sẽ cực kỳ hiệu quả khi sử dụng nguyên liệu thô chứa cốt liệu thứ nhất mà trong đó hạt tương đối mịn và kích cỡ hạt nằm trong phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất, và cốt liệu thứ hai mà trong đó hạt tương đối thô và kích cỡ hạt nằm trong phạm vi kích cỡ hạt thứ hai mà giới hạn dưới của nó bằng hoặc lớn hơn giới hạn trên của phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất. Phần sau đây mô tả các thí nghiệm mà đã dẫn đến sáng chế này.

Các tác giả đã thực hiện tính toán truyền nhiệt một chiều theo hướng chiều cao để mô phỏng phản ứng khử của cốt liệu trong lò trực. Quá trình tính toán được thực hiện với giả định rằng lò trực cao 8 mét được sử dụng, và các cốt liệu mà đã được gia nhiệt sơ bộ đến 1000 °C được nạp vào làm nguyên liệu thô từ đỉnh của lò với tốc độ là 1,6 tấn trên giờ trong khi cung cấp khí H₂ với lượng là 800 Nm³/giờ từ đáy của lò ở 25 °C để khử oxit sắt có trong các cốt liệu. Hơn nữa, các tác giả sáng chế giả định rằng phản ứng khử xảy ra ở các nhiệt độ là 500 °C hoặc cao hơn và diễn ra với tốc độ không đổi.

Fig.2 minh họa sự phân bố nhiệt độ của các cốt liệu bên trong lò khi tỷ

lệ khử của sản phẩm (sắt đã khử) được xả ra từ đáy của lò trực là 60 % và khi tỷ lệ khử là 20 %. Như thấy rõ từ Fig.2, khi tỷ lệ khử của sản phẩm cuối cùng thấp tới 20 %, lượng nhiệt được hấp thụ khi phản ứng khử diễn ra tương đối nhỏ. Do đó, sắt đã khử ở 500 °C hoặc cao hơn được phân bố trong vùng từ 1 m đến 8 mm tính từ đáy của lò trực, điều này biểu thị rằng các cốt liệu được nạp vào trong lò được giữ ở 500 °C hoặc cao hơn trong một thời gian dài.

Mặt khác, khi tỷ lệ khử của sản phẩm là 60 %, lượng nhiệt được hấp thụ khi phản ứng khử diễn ra tương đối lớn. Do đó, sắt đã khử ở 500 °C hoặc cao hơn được phân bố trong vùng từ 4 m đến 8 mm tính từ đáy của lò trực, điều này biểu thị rằng các cốt liệu được nạp vào trong lò được giữ ở 500 °C hoặc cao hơn trong một thời gian ngắn.

Dựa trên các kết quả trên, các tác giả sáng chế đã nghĩ rằng cốt liệu, mà phản ứng khử diễn ra chậm, chẳng hạn như cốt liệu với kích cỡ hạt tương đối thô, có thể được sử dụng làm nguồn cung cấp nhiệt để giữ nhiệt độ cao bên trong lò. Hơn nữa, các tác giả sáng chế đã khám phá ra rằng nguyên liệu thô chứa cốt liệu với tương đối lớn kích cỡ hạt mà được sử dụng làm nguồn cung cấp nhiệt và cốt liệu với tỷ lệ khử cao và kích cỡ hạt tương đối nhỏ mà phản ứng khử diễn ra nhanh được sử dụng, sắt đã khử được xả ra từ lò khử được sàng và được phân loại thành sắt đã khử có phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt mịn và sắt đã khử có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt của hạt thô, và sắt đã khử có phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt mịn được thu hồi, có thể thu hồi sắt đã khử với tỷ lệ khử cao và để khử oxit sắt có trong nguyên liệu thô một cách hiệu quả, từ đó đã hoàn thành sáng chế này. Phần sau đây mô tả từng phần của phương pháp vận hành lò khử của sáng chế.

Trước tiên, lò khử của phương pháp vận hành lò khử theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể, và phương pháp sử dụng khí khử làm tác nhân khử và thổi khí khử vào trong lò trực, phương pháp sử dụng khí khử để khử quặng tinh trong tầng sôi, phương pháp mà trong đó quá trình kết tụ và khử nguyên liệu thô được kết hợp (phương pháp lò quay), và các phương pháp khác có thể được sử dụng. Trong số những phương pháp này, tốt hơn là sử dụng lò trực làm lò khử. Lò trực là loại lò thẳng đứng, mà trong đó cốt liệu chứa oxit sắt, mà là nguyên liệu thô của sắt đã khử, được nạp từ đỉnh của lò trực trong khi đưa khí khử từ phần phía

dưới của lò, oxit sắt có trong cốt liệu được khử bằng khí khử để thu được sắt đã khử, và sắt đã khử được xả ra từ phần phía dưới của lò.

Trong bản mô tả này, “cốt liệu” là thuật ngữ chung cho các chất có khối lượng lớn chứa oxit sắt, chẳng hạn như quặng thiêu kết, quặng cục (quặng sắt có khối lượng lớn), viên nung, bánh nóng, bánh lạnh, và viên liên kết lạnh. Sáng chế sử dụng nguyên liệu thô chứa cốt liệu thứ nhất mà trong đó hạt tương đối mịn và kích cỡ hạt nằm trong phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất, và cốt liệu thứ hai mà trong đó hạt tương đối thô và kích cỡ hạt nằm trong phạm vi kích cỡ hạt thứ hai mà giới hạn dưới của nó bằng hoặc lớn hơn giới hạn trên của phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất làm nguyên liệu thô của sắt đã khử. Nguyên liệu thô có thể chứa các cốt liệu có kích cỡ hạt nằm ngoài phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất và phạm vi kích cỡ hạt thứ hai. Kích cỡ hạt của cốt liệu được đo theo tiêu chuẩn JIS Z 8815.

Nguyên liệu thô có thể chứa ít nhất một trong số viên, quặng thiêu kết, và quặng cục được đề cập ở trên. Cụ thể, nguyên liệu thô có thể chứa pellets với sự phân bố kích cỡ hạt tương đối hẹp (ví dụ, khoảng rộng của sự phân bố kích cỡ hạt là 7 mm), hoặc tổ hợp gồm nhiều loại viên với các sự phân bố kích cỡ hạt khác nhau mà khoảng rộng của nó tương đối hẹp. Ví dụ, khi nguyên liệu thô chứa cốt liệu thứ nhất có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất là 5 mm hoặc lớn hơn và 7 mm hoặc nhỏ hơn và cốt liệu thứ hai có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ hai là 10 mm hoặc lớn hơn và 12 mm hoặc nhỏ hơn, các viên có sự phân bố kích cỡ hạt là 5 mm hoặc lớn hơn và 12 mm hoặc nhỏ hơn có thể được sử dụng làm nguyên liệu thô. Hơn nữa, khi nguyên liệu thô chứa cốt liệu thứ nhất có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất là 5 mm hoặc lớn hơn và 12 mm hoặc nhỏ hơn và cốt liệu thứ hai có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ hai là 17 mm hoặc lớn hơn và 23 mm hoặc nhỏ hơn, tổ hợp các viên có sự phân bố kích cỡ hạt là 5 mm hoặc lớn hơn và 12 mm hoặc nhỏ hơn và các viên có sự phân bố kích cỡ hạt là 17 mm hoặc lớn hơn và 23 mm hoặc nhỏ hơn có thể được sử dụng làm nguyên liệu thô.

Nguyên liệu thô có thể chứa quặng thiêu kết với sự phân bố kích cỡ hạt tương đối rộng (ví dụ, khoảng rộng của sự phân bố kích cỡ hạt là 100 mm) hoặc quặng cục với sự phân bố kích cỡ hạt tương đối rộng (ví dụ, khoảng rộng của sự phân bố kích cỡ hạt là 20 mm). Ví dụ, khi nguyên liệu thô chứa cốt liệu thứ

nhất có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất là 1 mm hoặc lớn hơn và 10 mm hoặc nhỏ hơn và cốt liệu thứ hai có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ hai là 10 mm hoặc lớn hơn và 100 mm hoặc nhỏ hơn, quặng thiêu kết có sự phân bố kích cỡ hạt là 1 mm hoặc lớn hơn và 100 mm hoặc nhỏ hơn có thể được sử dụng làm nguyên liệu thô.

Hơn nữa, khi nguyên liệu thô chứa cốt liệu thứ nhất có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất là 0,1 mm hoặc lớn hơn và 10 mm hoặc nhỏ hơn và cốt liệu thứ hai có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ hai là 10 mm hoặc lớn hơn và 100 mm hoặc nhỏ hơn, nó có thể, ví dụ, chứa tổ hợp gồm quặng cục có sự phân bố kích cỡ hạt là 0,1 mm hoặc lớn hơn và 20 mm hoặc nhỏ hơn và quặng thiêu kết có sự phân bố kích cỡ hạt là 1 mm hoặc lớn hơn và 100 mm hoặc nhỏ hơn, mà trong đó cốt liệu thứ nhất chứa quặng cục thứ nhất và quặng thiêu kết có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất, và cốt liệu thứ hai chứa quặng cục và quặng thiêu kết có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ hai.

Tốt hơn là cốt liệu thứ nhất có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất được lựa chọn từ phạm vi 0,1 mm hoặc lớn hơn và 20 mm hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn là cốt liệu thứ hai có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ hai được lựa chọn từ phạm vi 1 mm hoặc lớn hơn và 100 mm hoặc nhỏ hơn. Khi cốt liệu thứ nhất có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất là 0,1 mm hoặc lớn hơn và 20 mm hoặc nhỏ hơn, có thể thu được sắt đã khử với tỷ lệ khử cao hơn so với các kích cỡ khác. Hơn nữa, khi cốt liệu thứ hai có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ hai là 1 mm hoặc lớn hơn và 100 mm hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là cốt liệu thứ hai có thể được sử dụng làm nguồn cung cấp nhiệt trong lò so với các cách khác.

Tốt hơn là sử dụng sàng với kích cỡ mắt sàng là 1 mm hoặc lớn hơn và 20 mm hoặc nhỏ hơn để sàng sắt đã khử được xả ra từ lò khử. Bằng cách sử dụng sàng với kích cỡ mắt sàng là 1 mm hoặc lớn hơn và 20 mm hoặc nhỏ hơn để sàng sắt đã khử, sắt đã khử với quá trình khử khác có thể dễ dàng được phân tách.

Theo sáng chế, trong số nhiều phạm vi kích cỡ hạt được mô tả ở trên, cốt liệu thứ hai với tương đối lớn kích cỡ hạt được sử dụng làm nguồn cung cấp

nhiệt để giữ nhiệt độ cao bên trong lò, và oxit sắt có trong cốt liệu thứ nhất với kích cỡ hạt tương đối nhỏ được khử một cách hiệu quả.

Nguyên liệu thô được gia nhiệt sơ bộ trước khi được nạp vào trong lò khử hoặc được gia nhiệt bên trong lò khử. Điều này có thể bù cho nhiệt được hấp thụ bởi phản ứng khử oxit sắt có trong cốt liệu làm nguyên liệu thô.

Khi nguyên liệu thô được gia nhiệt sơ bộ trước khi được nạp vào trong lò khử, nguyên liệu thô có thể được gia nhiệt sơ bộ bằng cách, ví dụ, nạp nguyên liệu thô vào trong lò gia nhiệt được duy trì ở nhiệt độ cao, hoặc bằng cách giữ nguyên liệu thô ở nhiệt độ cao. Khi nguyên liệu thô được gia nhiệt sơ bộ, nguyên liệu thô tốt hơn là được gia nhiệt sơ bộ đến 500 °C hoặc cao hơn. Nguyên liệu thô tốt hơn là được gia nhiệt sơ bộ đến 1200 °C hoặc thấp hơn. Việc gia nhiệt sơ bộ nguyên liệu thô đến 500 °C hoặc cao hơn có thể tăng tốc phản ứng khử. Khi nguyên liệu thô được gia nhiệt sơ bộ đến 1200 °C hoặc thấp hơn, có thể ngăn không cho các hạt nguyên liệu thô dính vào nhau và không bị thô hóa. Nguyên liệu thô tốt hơn nữa là được gia nhiệt sơ bộ đến 800 °C hoặc cao hơn. Nguyên liệu thô tốt hơn nữa là được gia nhiệt sơ bộ đến 1100 °C hoặc thấp hơn.

Khi nguyên liệu thô được gia nhiệt bên trong lò khử, nó có thể được gia nhiệt bằng, ví dụ, phương pháp đưa khí nóng từ đỉnh của lò trực và trao đổi nhiệt với khí nóng, phương pháp thực hiện gia nhiệt từ bên ngoài lò bằng sóng điện từ, hoặc phương pháp giữ vách lò ở nhiệt độ cao. Khi nguyên liệu thô được gia nhiệt bên trong lò khử, nguyên liệu thô tốt hơn là gia nhiệt đến 500 °C hoặc cao hơn. Nguyên liệu thô tốt hơn là gia nhiệt đến 1200 °C hoặc thấp hơn. Việc gia nhiệt nguyên liệu thô đến 500 °C hoặc cao hơn có thể tăng tốc phản ứng khử. Khi nguyên liệu thô được gia nhiệt đến 1200 °C hoặc thấp hơn, có thể ngăn không cho các hạt nguyên liệu thô dính vào nhau và không bị thô hóa. Nguyên liệu thô tốt hơn nữa là được gia nhiệt đến 800 °C hoặc cao hơn. Nguyên liệu thô tốt hơn nữa là được gia nhiệt đến 1100 °C hoặc thấp hơn.

Mặt khác, khí khử mà đi kèm với phản ứng thu nhiệt trong quá trình khử có thể được sử dụng làm khí khử. Ví dụ, trong trường hợp sử dụng khí hỗn hợp gồm khí CO và khí H₂ làm khí khử và thiết lập nhiệt độ phản ứng khử bên trong lò khử đến 1200 °C hoặc thấp hơn, hiệu quả của sáng chế là đáng chú ý nếu tỷ lệ thể tích của khí H₂ trong khí hỗn hợp là 0,4 hoặc lớn hơn, như được minh họa

trên Fig.1. Hơn nữa, khi tỷ lệ thể tích của khí H_2 là 0,8 hoặc lớn hơn, hiệu quả của sáng chế là đáng chú ý hơn nữa vì rất khó để bù nhiệt được hấp thụ bởi phản ứng chỉ bằng nhiệt hiện của khí, nghĩa là, chỉ bằng cách tăng lượng khí.

Nhiệt độ của khí khử tốt hơn là 1200 °C hoặc thấp hơn. Khi nhiệt độ của khí khử là 1200 °C hoặc thấp hơn, nguyên liệu thô có thể được gia nhiệt trong khi ngăn không cho các hạt dính vào nhau. Khi nguyên liệu thô được gia nhiệt sơ bộ hoặc khi phương pháp thực hiện gia nhiệt từ bên ngoài lò bằng sóng điện từ, phương pháp giữ vách lò ở nhiệt độ cao, hoặc tương tự được sử dụng, giới hạn dưới của nhiệt độ của khí khử không được quy định, và thậm chí có thể là nhiệt độ phòng. Tuy nhiên, khi khí khử được sử dụng để gia nhiệt nguyên liệu thô, nhiệt độ của khí khử tốt hơn là 500 °C hoặc cao hơn. Nhiệt độ của khí khử tốt hơn nữa là 800 °C hoặc cao hơn. Nhiệt độ của khí khử tốt hơn nữa là 1100 °C hoặc thấp hơn.

Sắt đã khử được xả ra từ lò khử được sàng và được phân loại thành sắt đã khử có phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt mịn và sắt đã khử có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt thô. Điều này là do tiến trình khử khác nhau tùy thuộc vào kích cỡ hạt. Như được sử dụng ở đây, tốt hơn là sử dụng sàng với kích cỡ mắt sàng là 1 mm hoặc lớn hơn và 20 mm hoặc nhỏ hơn để sàng sắt đã khử. Sắt đã khử có phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt mịn được thu hồi. Điều này cho phép chỉ có sắt đã khử với tỷ lệ khử tương đối cao được thu hồi.

Phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt mịn tốt hơn là 20 mm hoặc nhỏ hơn. Điều này cho phép chỉ có sắt đã khử với tỷ lệ khử cao hơn được thu hồi.

Mặt khác, có khả năng cao là nhiều phần chưa được khử vẫn còn ở bên trong sắt đã khử đã qua sàng mà có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt của hạt thô. Do đó, ví dụ, nó có thể được sử dụng làm nguyên liệu thô trong thiết bị khác với lò khử trong nhà máy luyện thép, hoặc nó có thể được nghiền và sau đó được khử lại dưới dạng cốt liệu của nguyên liệu thô. Trong trường hợp này, cốt liệu là nguyên liệu thô có thể được khử hiệu quả hơn. Sắt đã khử được nghiền có thể được sử dụng theo cách giống với cốt liệu của nguyên liệu thô mới. Để giảm lượng khí trong lò khử, tỷ lệ trọng lượng của sắt đã khử được nghiền được sử dụng trên sắt đã khử là sản phẩm tốt hơn là 0,2 hoặc lớn hơn. Tỷ lệ trọng lượng tốt hơn là 0,5 hoặc nhỏ hơn.

Fig.3 minh họa ví dụ phù hợp về phương pháp vận hành lò khử của sáng chế. Trước tiên, cốt liệu được gia nhiệt, mà là nguyên liệu thô mới, được đưa vào từ đỉnh của lò trực (lò trực thứ nhất) trong khi đưa khí H_2 làm khí khử từ phần phía dưới của mặt bên lò trực, và oxit sắt có trong cốt liệu được khử bằng khí H_2 .

Sắt đã khử thu được được xả ra từ phần phía dưới của lò trực thứ nhất, và nó được sàng và được phân loại thành sắt đã khử có phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt mịn và sắt đã khử có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt của hạt thô. Sắt đã khử có phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt mịn được thu hồi. Mặt khác, sắt đã khử có phạm vi kích cỡ hạt của hạt thô được nghiền và sau đó được nạp vào trong lò trực (lò trực thứ hai) khác với lò trực thứ nhất, và khí H_2 không được sử dụng trong phản ứng khử và khí H_2O tạo thành mà được xả ra từ lò trực thứ nhất được đưa vào làm khí khử để khử oxit sắt có trong sắt đã khử được nghiền có phạm vi kích cỡ hạt của hạt thô.

Khí H_2 không được sử dụng trong phản ứng khử và khí H_2O tạo ra được xả ra từ lò trực thứ nhất rất nóng, vì vậy sắt đã khử được nghiền có phạm vi kích cỡ hạt của hạt thô có thể được gia nhiệt thông qua sự trao đổi nhiệt. Sắt đã khử có phạm vi kích cỡ hạt của hạt thô được xả ra từ phần phía dưới của lò trực thứ hai được nghiền, được gia nhiệt, và sau đó được nạp vào trong lò trực thứ nhất cùng với nguyên liệu thô mới. Mặt khác, H_2 không được sử dụng trong phản ứng khử và khí H_2O tạo ra được xả ra từ lò trực thứ hai được khử ẩm và sau đó được đưa vào trong lò trực thứ nhất làm khí khử cùng với khí H_2 tươi.

Trong ví dụ được minh họa trên Fig.3, sắt đã khử được nghiền có phạm vi kích cỡ hạt của hạt thô được khử trong lò trực thứ hai. Cũng có thể chấp nhận gia nhiệt sắt đã khử được nghiền có phạm vi kích cỡ hạt của hạt thô và nạp nó vào trong lò trực thứ nhất. Trong trường hợp này, khí H_2 không được sử dụng trong phản ứng khử và khí H_2O tạo ra được xả ra từ lò trực thứ nhất có thể được sử dụng để gia nhiệt sắt đã khử được nghiền có phạm vi kích cỡ hạt của hạt thô.

Trong ví dụ được minh họa trên Fig.3, nguyên liệu thô đã gia nhiệt sơ bộ được nạp vào trong lò trực thứ nhất, và sắt đã khử có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt của hạt thô mà được xả ra từ lò trực thứ nhất và thu được bằng cách sàng được nghiền, được gia nhiệt, và sau đó được nạp vào trong lò trực

thứ nhất. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở ví dụ này. Ví dụ, cũng có thể chấp nhận rằng, như được minh họa trên Fig.4, cửa nạp khí để đưa các khí nóng chẳng hạn như H_2 , H_2O , và oxy (O_2) và cửa thoát khí để xả các khí nóng đã đưa vào được bố trí tại phần phía trên của mặt bên của lò trực thứ nhất, và nguyên liệu thô mà chưa được gia nhiệt sơ bộ và sắt đã khử được nghiền có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt của hạt thô được nạp vào trong lò trực thứ nhất và sau đó được gia nhiệt. Khí nóng có thể thu được bằng cách đốt cháy một phần ở bên ngoài lò, hoặc bằng cách đưa H_2O và/hoặc O_2 vào trong lò và đốt cháy một phần khí khử bay từ bên dưới lên. Bằng cách điều chỉnh lượng O_2 trong hợp phần khí bên trong lò sao cho $H_2O/(H_2O+H_2)$ là 0,5 hoặc lớn hơn, quá trình khử từ FeO thành Fe có thể được hạn chế. Kết quả là, có thể hạn chế phản ứng thu nhiệt và gia nhiệt sơ bộ nguyên liệu thô với lượng khí nhỏ, vốn là điều được ưu tiên.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Phần sau đây mô tả các ví dụ của sáng chế, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ sau.

<Chuẩn bị cốt liệu>

Để xác nhận ảnh hưởng của kích cỡ hạt của cốt liệu, cốt liệu A (hạt thô) và cốt liệu B (hạt mịn) được chuẩn bị bằng cách điều chỉnh kích cỡ hạt của các cốt liệu, và thí nghiệm quá trình khử được tiến hành. “Cốt liệu” là chất có khối lượng lớn chứa oxit sắt, và quặng thiêu kết, quặng cục (quặng sắt có khối lượng lớn), viên nung, bánh nóng, bánh lạnh, và viên liên kết lạnh có thể được sử dụng một cách phù hợp, ví dụ. Trong trường hợp này, quặng thiêu kết được sử dụng làm nguyên liệu thô cho lò cao, quặng thiêu kết được sàng bằng cách sử dụng sàng 30-mm, quặng thiêu kết dưới cỡ được sàng lại bằng cách sử dụng sàng cỡ 20-mm, và quặng thiêu kết quá cỡ được sử dụng làm cốt liệu A (hạt thô). Hơn nữa, quặng thiêu kết dưới cỡ 20 mm được sàng bằng cách sử dụng sàng cỡ 10-mm, quặng thiêu kết dưới cỡ 10 mm được sàng lại bằng cách sử dụng sàng 5-mm, và quặng thiêu kết quá cỡ được sử dụng làm cốt liệu B (hạt mịn).

(Ví dụ so sánh)

Thí nghiệm quá trình khử được tiến hành bằng cách sử dụng cốt liệu B (hạt mịn) mà đã được chuẩn bị như được mô tả ở trên. Các cốt liệu được đo

vào trong thùng chứa có thể tích được xác định trước để đo trước mật độ khối. Tiếp theo, bằng cách sử dụng thiết bị thí nghiệm được minh họa trên Fig.5, các cốt liệu được đổ vào với các lượng nhỏ sao cho sự phân tách kích cỡ hạt sẽ không xảy ra, và các cốt liệu được gia nhiệt bằng lò điện đến 1000 °C trong khí quyển nitơ và được giữ trong một khoảng thời gian nhất định. Nhiệt độ của các cốt liệu được nạp vào trong lò được xác nhận là đã được nâng lên đến xấp xỉ 1000 °C.

Sau đó, việc gia nhiệt bằng lò điện được dừng lại, và khí H₂ được cung cấp làm khí khử từ phần phía dưới của lò để bắt đầu quá trình khử oxit sắt có trong các cốt liệu. Thiết bị nâng được hạ xuống để hạ thấp bề mặt của cốt liệu ở tốc độ hạ xuống (không đổi) mà tại đó cốt liệu được xả 1,6 kg mỗi giờ trong trạng thái được khử sơ bộ bằng cảm biến mức độ ở trên cùng. Khí H₂ được cung cấp là 1200 NL trên mỗi giờ (thể tích dưới các điều kiện tiêu chuẩn (nhiệt độ 0 °C, áp suất khí quyển 1013 hPa, độ ẩm tương đối 0 %) ở nhiệt độ phòng (25 °C).

Khi phần đỉnh của cốt liệu chạm tới đáy của lò điện, khí được đưa vào trong thiết bị được chuyển từ khí khử sang khí nitơ, cốt liệu được làm mát, và sau đó thiết bị nâng được hạ thấp xuống để loại bỏ mẫu của cốt liệu ra khỏi phần phía dưới của lò. Tỷ lệ khử trung bình của sản phẩm từ mẫu của cốt liệu được xác định, và kết quả là 36 %. Các điều kiện khử, tỷ lệ khử của sản phẩm, và tỷ lệ khối lượng dưới cỡ được liệt kê trong bảng 1.

Bảng 1

	Nguyên liệu thô			Lò khử		Sản phẩm			
	Cốt liệu A (hạt thô) : cốt liệu B (hạt mịn) : cốt liệu C (hạt mịn) (tỷ lệ khối lượng)	Tỷ lệ khử trung bình (%)	Nhiệt độ khi bắt đầu quá trình khử (°C)	Tốc độ cung cấp nguyên liệu thô (kg/giờ)	Cung cấp khí khử (NL/giờ)	Tốc độ khử trung bình (%)	Tỷ lệ khử hạt mịn (-10mm) (%)	Tỷ lệ khử hạt thô (+10mm) (%)	Tỷ lệ khối lượng của hạt dưới cỡ (% theo khối lượng)
Ví dụ so sánh	0:1:0	0	1000	1,6	H ₂ 1200	36	36	-	100
Ví dụ 1	1:1:0	0	1000	1,6	H ₂ 1200	35	46	24	48
Ví dụ 2	1:1:1	8	1000	1,6	H ₂ 1200	45	54	27	64

(Ví dụ 1)

Oxit sắt có trong cốt liệu được khử theo cách giống như trong ví dụ so sánh. Tuy nhiên, cốt liệu thu được bằng cách trộn cốt liệu A (hạt thô) và cốt liệu B (hạt mịn) theo tỷ lệ khối lượng là 1:1 được sử dụng làm nguyên liệu thô. Tất cả các điều kiện khác giống như trong ví dụ so sánh. Kết quả là, tỷ lệ khử trung bình của sản phẩm là 35 %. Khi các hạt được sàng bằng cách sử dụng sàng cỡ 10-mm, tỷ lệ khử của các hạt mịn, mà ở dưới sàng, cao tới 46 %, trong khi tỷ lệ khử của các hạt thô, mà ở trên sàng, thấp đến 24 %. Các điều kiện khử, tỷ lệ khử của sản phẩm, và tỷ lệ khối lượng dưới cỡ được liệt kê trong bảng 1.

Khí khử là khí H_2 , mà có xu hướng làm cho phản ứng khử diễn ra tương đối đồng đều ở bên trong các hạt của cốt liệu. Tuy nhiên, vì thời gian phản ứng bị giới hạn, nên có sự khác biệt về tỷ lệ khử giữa bề mặt hạt và tâm. Nói cách khác, các tác giả sáng chế đã thấy rằng quá trình khử có nhiều khả năng diễn ra trên bề mặt của hạt hơn, và quá trình khử ít có khả năng diễn ra ở trung tâm của hạt.

Sự phân bố nhiệt độ của lớp cốt liệu được đo từ đỉnh lò theo hướng chiều cao lò trong suốt thí nghiệm quá trình khử. Khi nhiệt độ trong lò được đo dưới các điều kiện của ví dụ so sánh, nghĩa là, trong trường hợp của cốt liệu B (hạt mịn), nhiệt độ tụt mạnh ở một độ cao nhất định. Mặt khác, khi nhiệt độ trong lò được đo dưới các điều kiện của ví dụ 1, nghĩa là, trong trường hợp sử dụng hỗn hợp gồm cốt liệu A (hạt thô) và cốt liệu B (hạt mịn), nhiệt độ giảm dần ở xấp xỉ cùng chiều cao như trên, và phạm vi mà trong đó nhiệt độ được giữ ở mức cao được mở rộng như với các kết quả tính toán được minh họa trên Fig.2.

Dựa trên điều này, các tác giả sáng chế ước tính rằng vị trí vị trí mà tại đó phản ứng khử diễn ra là khác nhau giữa cốt liệu A (hạt thô) và cốt liệu B (hạt mịn) theo hướng chiều cao. Do đó, trong trường hợp sử dụng khí khử mà đi kèm với phản ứng thu nhiệt trong quá trình khử, bằng cách sử dụng nguyên liệu thô có cốt liệu với kích cỡ hạt tương đối nhỏ và cốt liệu với kích cỡ hạt tương đối lớn, có thể gây ra phản ứng khử tại các vị trí khác nhau trong lò trực và để điều hòa sự sụt nhiệt độ đi kèm với phản ứng khử. Kết quả là, nhiệt độ mà tại đó phản ứng khử xảy ra được giữ trong khoảng thời gian dài hơn bên trong lò trực, điều này tạo điều kiện thuận lợi cho việc diễn ra quá trình khử.. Các tác giả

sáng chế thấy rằng quá trình khử diễn ra chậm hơn đối với cốt liệu A (hạt thô), điều này có thể hạn chế sự hấp thụ nhiệt liên quan đến phản ứng, và cốt liệu A (hạt thô) có thể đóng vai trò là môi trường cung cấp nhiệt.

(Ví dụ 2)

Sắt đã khử thu được trong ví dụ 1 được sàng để thu hồi các hạt thô (20 mm đến 30 mm). Các hạt thô sau khi khử được nghiền đến kích cỡ hạt nhỏ hơn 10 mm để thu được cốt liệu C (hạt mịn). cốt liệu A (hạt thô), cốt liệu B (hạt mịn), và cốt liệu C (hạt mịn) được trộn lẫn với tỷ lệ là 1:1:1. Các cốt liệu đã trộn được sử dụng làm nguyên liệu thô để khử oxit sắt có trong các cốt liệu theo cách giống như trong ví dụ 1. Tất cả các điều kiện là giống như trong ví dụ 1. Kết quả thu được tỷ lệ khử trung bình của sản phẩm là 45 %, tỷ lệ khử của hạt thô (+10 mm) là 27 %, và tỷ lệ khử của hạt mịn (-10 mm) là 54 %. Khi sắt đã khử thu được được sàng bằng cách sử dụng sàng cỡ 10-mm, có thể thu hồi được 64 % sản phẩm có kích thước dưới cỡ. Các điều kiện khử, tỷ lệ khử của sản phẩm, và tỷ lệ khối lượng dưới cỡ được liệt kê trong bảng 1.

Do đó, bằng cách sàng sắt đã khử thu được, có thể dễ dàng phân tách các phần với tỷ lệ khử cao và tăng tỷ lệ khử của sản phẩm dưới cỡ mà có thể được sử dụng làm sắt đã khử.

Khả năng áp dụng công nghiệp

Theo sáng chế, có thể đề xuất ra phương pháp vận hành lò khử mà với phương pháp này thì oxit sắt có trong nguyên liệu thô có thể được khử hiệu quả hơn so với các phương pháp thông thường, điều này có lợi trong ngành công nghiệp thép.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp vận hành lò khử, bao gồm bước nạp nguyên liệu thô chứa oxit sắt vào trong lò khử đồng thời đưa khí khử mà đi kèm với phản ứng thu nhiệt trong quá trình khử vào trong lò khử, và khử oxit sắt để thu được sắt đã khử, trong đó

nguyên liệu thô chứa cốt liệu thứ nhất với kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất và cốt liệu thứ hai với kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ hai mà giới hạn dưới của nó bằng hoặc lớn hơn giới hạn trên của phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất, và nguyên liệu thô được gia nhiệt sơ bộ trước khi được nạp vào trong lò khử hoặc được gia nhiệt bên trong lò khử, và

sắt đã khử được xả ra từ lò khử được sàng và được phân loại thành sắt đã khử có phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt mịn và sắt đã khử có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt thô, và sắt đã khử có phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt mịn được thu hồi.

2. Phương pháp vận hành lò khử theo điểm 1, trong đó sau khi nghiền sắt đã khử có kích cỡ hạt của hạt thô, sắt đã khử được nghiền được gia nhiệt sơ bộ và sau đó được nạp vào trong lò khử, hoặc sắt đã khử được nghiền được nạp vào trong lò khử và được gia nhiệt.

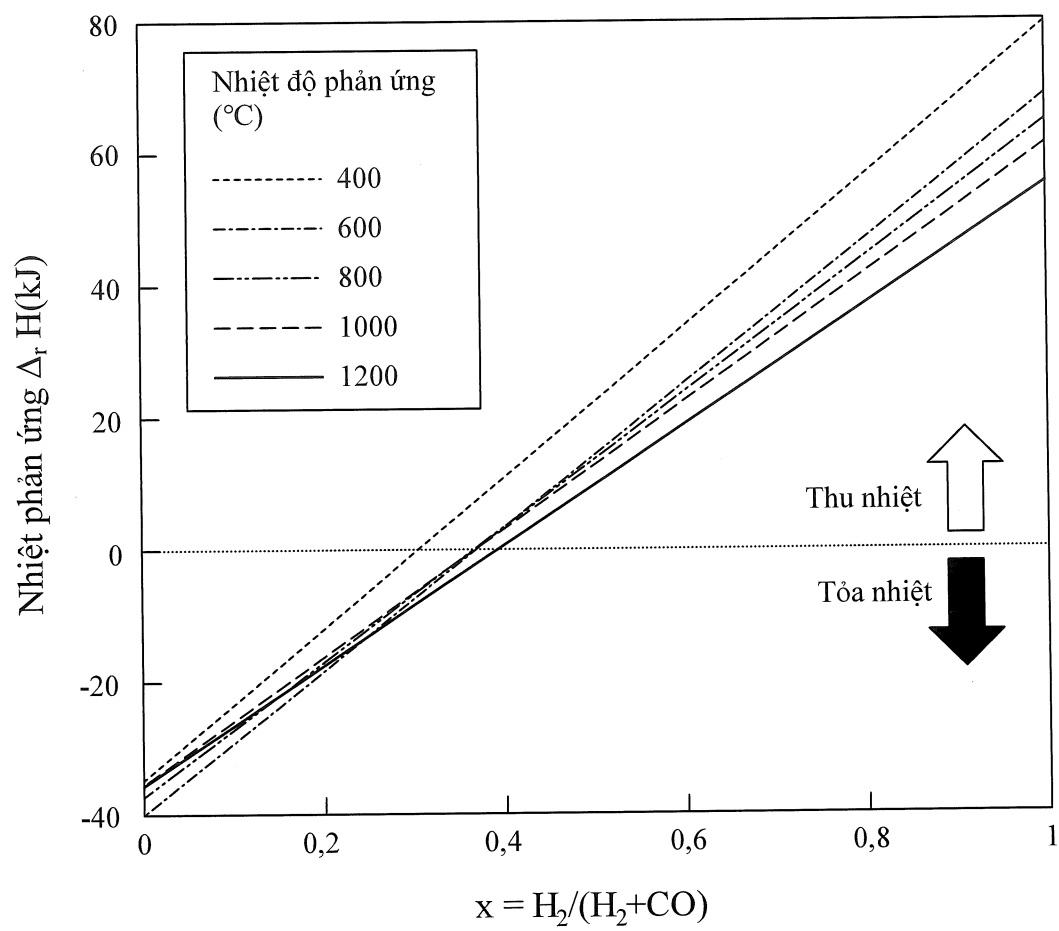
3. Phương pháp vận hành lò khử theo điểm 1 hoặc 2, trong đó cốt liệu thứ nhất có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ nhất được lựa chọn từ phạm vi 0,1 mm hoặc lớn hơn và 20 mm hoặc nhỏ hơn, cốt liệu thứ hai có kích cỡ hạt trong phạm vi kích cỡ hạt thứ hai được lựa chọn từ phạm vi 1 mm hoặc lớn hơn và 100 mm hoặc nhỏ hơn, và sàng với kích cỡ mắt sàng là 1 mm hoặc lớn hơn và 20 mm hoặc nhỏ hơn được sử dụng để sàng sắt đã khử được xả ra từ lò khử.

4. Phương pháp vận hành lò khử theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó phạm vi kích cỡ hạt gồm hạt mịn là 0,1 mm hoặc lớn hơn và 20 mm hoặc nhỏ hơn.

5. Phương pháp vận hành lò khử theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó nguyên liệu thô được gia nhiệt sơ bộ đến 500 °C hoặc cao hơn và 1200 °C hoặc thấp hơn trước khi được nạp vào trong lò khử, hoặc nguyên liệu thô được gia nhiệt đến 500 °C hoặc cao hơn và 1200 °C hoặc thấp hơn bên trong lò khử.

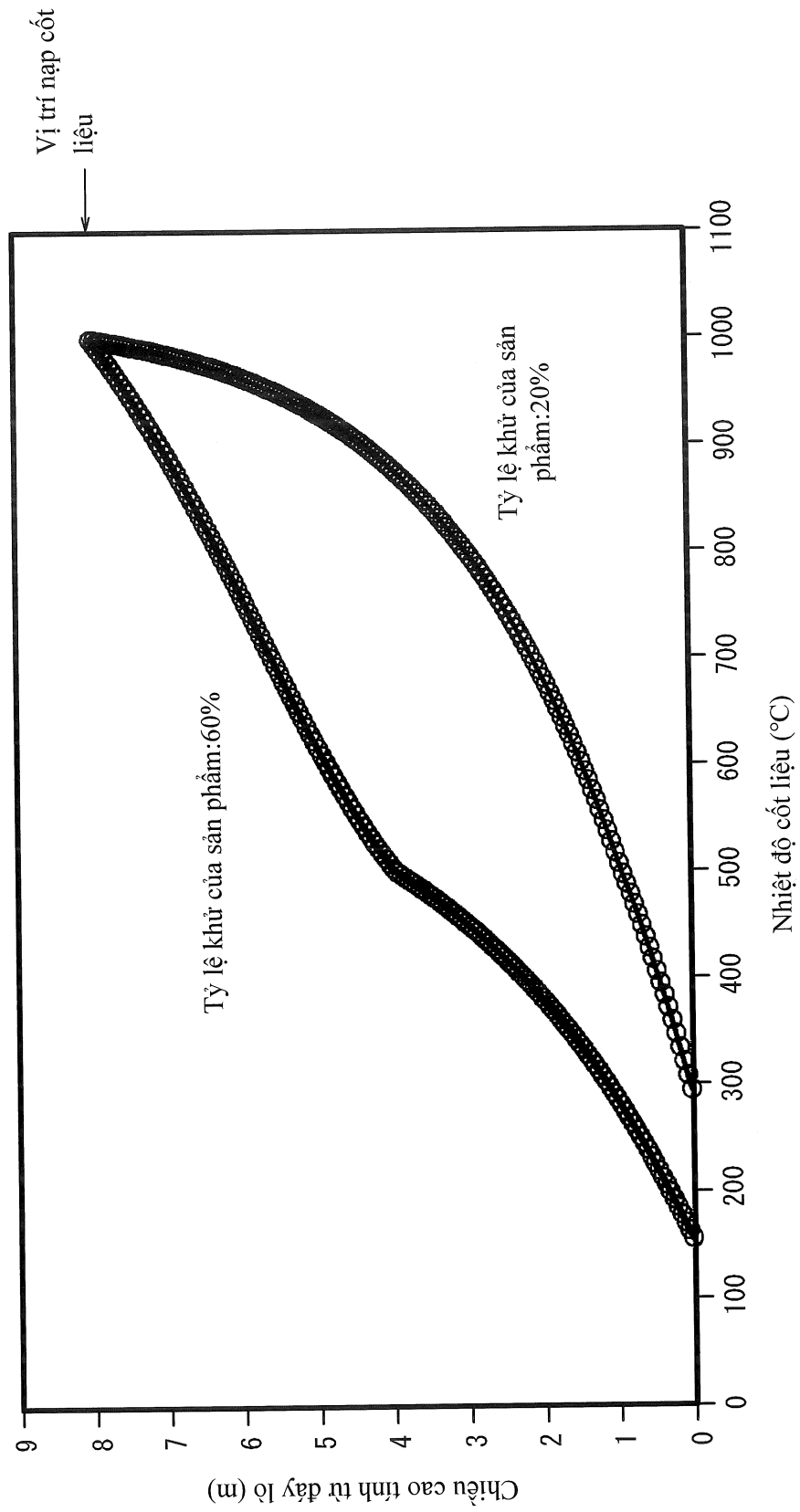
1 / 5

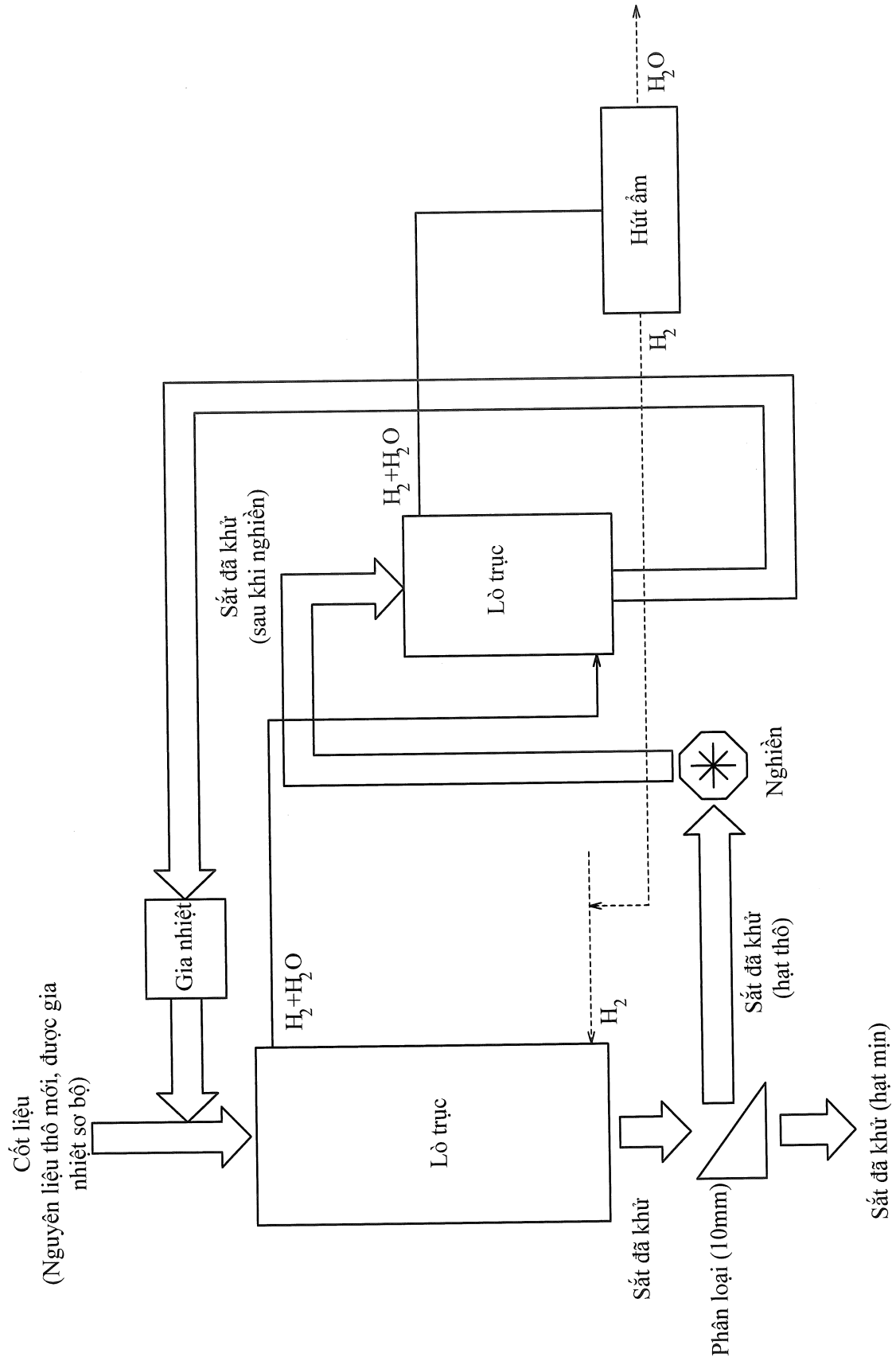
FIG.1



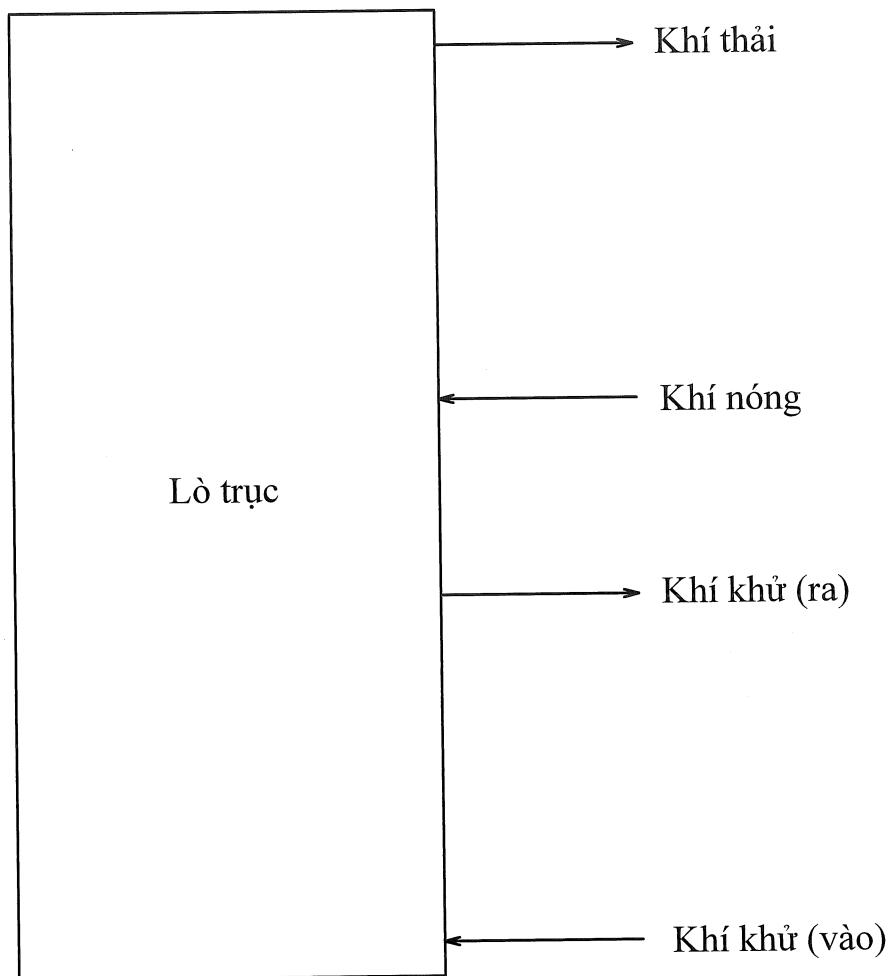
2 / 5

FIG.2





4 / 5

FIG.4

5 / 5

FIG.5

