



(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)



1-0050348

(51)^{2022.01} C21B 13/14; C21C 5/28

(13) B

(21) 1-2023-02759

(22) 28/10/2021

(86) PCT/EP2021/079977 28/10/2021

(87) WO2022/090390 05/05/2022

(30) 20204857.5 30/10/2020 EP

(45) 25/08/2025 449

(43) 25/08/2023 425A

(73) PRIMETALS TECHNOLOGIES AUSTRIA GMBH (AT)

Turmstraße 44, 4031 Linz, AUSTRIA

(72) WURM, Johann (AT); MILLNER, Robert (AT); REIN, Norbert (AT).

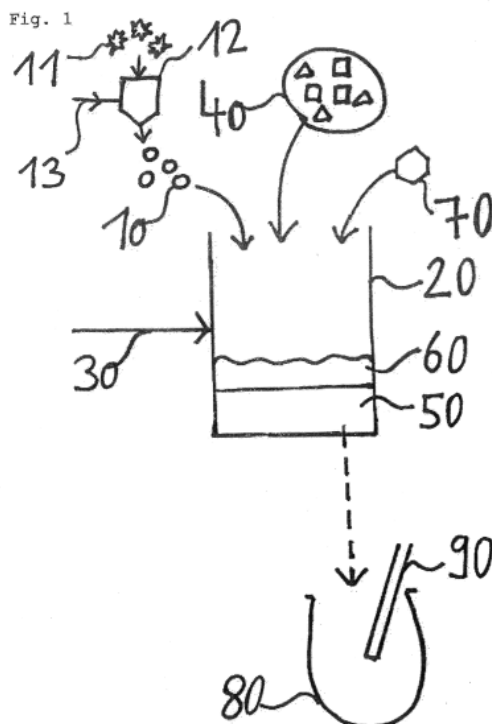
(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) QUY TRÌNH SẢN XUẤT THÉP

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất thép bao gồm bước sản xuất sắt xốp (10) từ nguyên liệu ban đầu chứa sắt oxit (11) bằng cách hoàn nguyên trực tiếp với khí hoàn nguyên (13), trong đó khí hoàn nguyên (13) chứa ít nhất 20% thể tích là hydro H_2 , và bước sản xuất sắt lỏng có hàm lượng cacbon nằm trong khoảng 1-5% khối lượng từ sắt xốp thu được. Sắt xốp sau đó được xử lý bằng cách:

- điều chỉnh hàm lượng cacbon trong sắt lỏng,
- hoàn nguyên ít nhất một lượng các oxit sắt chứa trong sắt xốp.

Sắt lỏng thu được được sử dụng để sản xuất thép.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất thép bao gồm bước sản xuất sắt lỏng dùng sắt xộp thu được bằng cách hoàn nguyên trực tiếp với khí hoàn nguyên.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phần lớn việc sản xuất thép hiện nay được thực hiện theo phương pháp lò cao với việc tạo ra thép tiếp theo dựa trên quy trình oxy cơ bản (LD/BOF). Phương pháp này có thể xử lý nhiều loại quặng sắt do các khoáng vật không có giá trị ở dạng xỉ có thể được loại ra với tổn thất sắt thấp trong lò cao và quy trình BOF sau đó có thể tạo ra thép thô chất lượng cao, có thể sử dụng phổ biến.

Một tỷ lệ nhỏ hơn việc sản xuất thép dựa trên phương pháp hoàn nguyên trực tiếp bằng cách dùng khí hoàn nguyên để tạo ra sắt xộp, còn được gọi là sắt hoàn nguyên trực tiếp (direct reduced iron, DRI), với việc sản xuất thép tiếp theo sử dụng lò hồ quang điện (electric arc furnace, EAF). So với phương pháp lò cao, phương pháp này cần sử dụng nguyên liệu thô có chất lượng cao hơn chứa ít hơn các khoáng vật không có giá trị để hạn chế lượng xỉ/tổn thất sắt cũng như chi phí năng lượng và nguyên liệu thô tạo ra trong lò EAF thông thường. Lò EAF thông thường cũng yêu cầu mức độ kim loại hóa cao của sắt xộp. Kết quả là chất lượng thép thô thu được cũng thấp hơn hoặc cần phải tiến hành một quy trình tốn kém để hậu xử lý thép thô thu được trong lò EAF nhằm có được chất lượng thép tương đương.

Để giảm lượng khí thải CO₂ công nghiệp, cần giảm tỷ lệ sản xuất thép theo phương pháp lò cao trên toàn thế giới, do phương pháp này dựa trên việc sử dụng than hoặc than cốc. Việc tăng tỷ lệ sản xuất thép bằng phương pháp hoàn nguyên trực tiếp trên toàn thế giới là một cách bù đắp khả thi do nó có thể được thực hiện theo cách tạo ra ít khí thải CO₂ hơn, ví dụ bằng cách sử dụng khí hoàn nguyên trên cơ sở khí tự nhiên hoặc hydro. Tuy nhiên, do còn nhiều nhược điểm so với phương

pháp lò cao nên khả năng chuyển hướng việc sản xuất thép theo phương pháp hoàn nguyên trực tiếp vẫn bị hạn chế.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Vấn đề cần giải quyết bởi sáng chế là đưa ra quy trình và thiết bị giúp có thể tránh được các nhược điểm nêu trên hoặc ít nhất là giảm được mức độ của chúng.

Giải pháp kỹ thuật

Vấn đề này được giải quyết bằng quy trình sản xuất thép bao gồm các bước:

- sản xuất sắt xốp từ nguyên liệu ban đầu chứa sắt oxit bằng cách hoàn nguyên trực tiếp với khí hoàn nguyên, trong đó khí hoàn nguyên này chứa ít nhất 20% thể tích là hydro H_2 ,

và

- sản xuất sắt lỏng có hàm lượng cacbon nằm trong khoảng 1-5% khối lượng, trong đó ít nhất một lượng sắt xốp thu được từ nguyên liệu ban đầu chứa sắt oxit bằng cách hoàn nguyên trực tiếp với khí hoàn nguyên được xử lý,

trong việc xử lý này bao gồm các bước:

- cung cấp năng lượng và bổ sung chất phụ gia để tạo ra sắt lỏng và xỉ, trong đó việc cung cấp năng lượng được thực hiện chủ yếu bằng điện và trong đó xỉ này có độ bazơ B2 nhỏ hơn 1,3, tốt hơn nếu nhỏ hơn 1,25, đặc biệt tốt hơn nếu nhỏ hơn 1,2,

- điều chỉnh hàm lượng cacbon trong sắt lỏng,

- hoàn nguyên ít nhất một lượng các oxit sắt chứa trong sắt xốp,

và trong đó xỉ tạo thành được tách ra trong khi và/hoặc sau khi xử lý

và

- sản xuất thép từ sắt lỏng thu được.

Quy trình này bao gồm quá trình hoàn nguyên trực tiếp được thực hiện bằng cách sử dụng khí hoàn nguyên chứa 20% thể tích là hydro. Điều này cho phép sản xuất thép với lượng thải CO₂ thấp hơn so với khi sử dụng lò hồ quang để hoàn nguyên nguyên liệu ban đầu chứa sắt oxit hoặc thực hiện quá trình hoàn nguyên trực tiếp với tỷ lệ hydro thấp hơn. Quá trình hoàn nguyên trực tiếp được thực hiện mà không cần bổ sung cacbon rắn hoặc các chất chứa cacbon rắn làm chất hoàn nguyên.

Quá trình hoàn nguyên trực tiếp được thực hiện trong lò hoàn nguyên trực tiếp mà có thể có cấu hình, ví dụ, như lò phản ứng tầng cố định hoặc lò phản ứng tầng sôi hoặc lò phản ứng tầng di động.

Trong quá trình hoàn nguyên trực tiếp, tỷ lệ hydro trong khí hoàn nguyên càng cao, thì hàm lượng cacbon trong sắt xộp càng thấp.

Điều này ảnh hưởng đến khoảng nhiệt độ nấu chảy trong quá trình xử lý. Nó cũng ảnh hưởng đến lượng khí thải chứa cacbon tạo thành trong quá trình sản xuất thép theo quy trình này và có thể ảnh hưởng đến hàm lượng cacbon của thép thu được.

Quy trình xử lý theo sáng chế là quy trình từng mẻ, không phải quy trình tầng cố định. Nó dùng để tạo ra sản phẩm giống như sản phẩm của lò cao - gang lỏng - trên cơ sở sắt xộp từ bước hoàn nguyên trực tiếp. Sản phẩm lỏng này phải có hàm lượng cacbon nằm trong khoảng 1-5% khối lượng. Phần trăm khối lượng hoặc % khối lượng có nghĩa là tỷ lệ tính theo khối lượng.

Nhằm mục đích này, năng lượng được cung cấp và chất phụ gia được bổ sung vào sắt xộp, nhờ đó dẫn đến sự tạo thành khối nóng chảy trên cơ sở sắt và sự tạo thành xỉ trên cơ sở các khoáng vật của quặng chứa trong sắt xộp. Chất phụ gia bao gồm, ví dụ, đá vôi và/hoặc dolomite, cả hai chất này có thể là loại chưa nung, hoặc tốt hơn nếu là loại đã nung, và thạch anh. Xỉ này có độ bazơ B2 nhỏ hơn 1,3, tốt hơn nếu nhỏ hơn 1,25, đặc biệt tốt hơn nếu nhỏ hơn 1,2. Xỉ như vậy giống như xỉ lò cao và có thể được sử dụng, ví dụ, trong công nghiệp xi măng. Độ bazơ càng thấp, thì lượng xỉ tạo thành càng nhỏ, do đó cũng làm cho việc vận hành quy trình theo sáng chế thuận lợi hơn về mặt năng lượng.

Độ bazơ B2 là tỷ lệ giữa canxi oxit và silic đioxit CaO/SiO_2 tính theo % khối lượng.

Trong quá trình sản xuất sắt lỏng, sắt xốp được xử lý.

Nguồn sắt trong sắt lỏng có thể là sắt xốp kết hợp với các chất mang sắt khác - ví dụ sắt vụn hoặc gang - hoặc sắt xốp có thể được sử dụng làm nguồn sắt duy nhất trong sắt lỏng.

Hàm lượng cacbon trong sắt lỏng được điều chỉnh đến mức mong muốn - sắt lỏng thu được từ quá trình này phải có hàm lượng cacbon nằm trong khoảng 1-5% khối lượng và việc điều chỉnh được thực hiện, ví dụ, thông qua việc cấp thêm các chất mang cacbon vào sắt lỏng và/hoặc đưa thêm các chất làm giảm hàm lượng cacbon, ví dụ oxy, vào sắt lỏng.

Quá trình xử lý này cũng bao gồm việc hoàn nguyên ít nhất một lượng oxit sắt chứa trong sắt xốp, kết quả là lượng sắt kim loại trong sắt lỏng lớn hơn lượng sắt kim loại trong sắt xốp mà từ đó nó được tạo ra. Điều này xảy ra trong khi và/hoặc sau khi cung cấp năng lượng.

Việc cung cấp năng lượng được thực hiện chủ yếu bằng điện. Về cơ bản, điều này được hiểu là ít nhất nhiều hơn 50% năng lượng được cung cấp, tốt hơn nếu nhiều hơn 65% năng lượng được cung cấp, đặc biệt tốt hơn nếu nhiều hơn 80% năng lượng được cung cấp bằng điện.

Đặc biệt, nhờ việc tăng tỷ lệ điện được tạo ra từ các nguồn năng lượng tái tạo, có thể cải thiện được sự cân bằng CO_2 của quy trình và của thép được sản xuất từ sản phẩm giống như gang lỏng này.

Trong phương pháp lò cao, xỉ tạo thành được tách ra khỏi gang, ví dụ khi gang và xỉ được tháo ra và đưa qua quá trình phân tách nhờ trọng lực do chúng không hòa tan lẫn nhau và khác nhau về tỷ trọng. Như đã nêu trên, xỉ tạo thành được tách ra trong khi và/hoặc sau khi xử lý. Sắt lỏng thu được như vậy là sản phẩm ở dạng lỏng, giống gang, có hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 1% khối lượng đến 5% khối lượng. Việc loại bỏ xỉ được thực hiện ví dụ bằng cách gạt nó ra.

Việc phân tách xỉ, có nguồn gốc từ các khoáng vật chứa trong sắt xộp và các chất phụ gia, sẽ loại bỏ các khoáng vật có mặt trong nguyên liệu ban đầu chứa sắt oxit.

Sắt lỏng được tạo ra theo sáng chế có hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 1,0% khối lượng đến 5% khối lượng, cấu thành chủ yếu gồm sắt - ở dạng sản phẩm lỏng, giống gang; thuật ngữ “sản phẩm dạng lỏng, giống gang” trong sáng chế này được sử dụng đồng nghĩa với thuật ngữ “sắt lỏng” để chỉ trạng thái sắt nóng chảy được tạo ra theo sáng chế. Sản phẩm dạng lỏng, giống gang này có hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 1,0% khối lượng đến 5% khối lượng là từ góc độ của quy trình sản xuất thép - ví dụ LD/BOF - “giống như” gang thu được từ lò cao, nghĩa là nó có thể được xử lý theo cách giống như gang thu được từ lò cao, tức là theo phương pháp lò cao để của sản xuất thép mà không dùng lò cao. Hàm lượng cacbon càng cao thì càng nhiều sắt vụn làm nguội có thể được dùng trong quá trình xử lý tiếp theo thành thép; lượng sắt vụn làm nguội cao hơn sẽ làm giảm lượng khí thải CO₂ trên mỗi đơn vị thép được sản xuất từ sản phẩm dạng lỏng, giống gang tạo thành trong sáng chế.

Tốt hơn nếu hàm lượng cacbon trong sản phẩm dạng lỏng, giống gang này chiếm ít nhất 1,25% khối lượng, đặc biệt tốt hơn nếu ít nhất 1,5% khối lượng. Còn tốt hơn nữa nếu hàm lượng cacbon trong sản phẩm dạng lỏng, giống gang này lên đến 4% khối lượng, đặc biệt tốt hơn nếu lên đến 3,5% khối lượng, đặc biệt tốt hơn nữa nếu lên đến 3% khối lượng.

Khi thực hiện quy trình theo sáng chế, sẽ có lợi nếu nạp sắt xộp vào lò phản ứng trong đó đã có sẵn một lượng nhỏ sắt nóng chảy dưới dạng khối chất lỏng; khối chất lỏng này có thể ví dụ được giữ lại trong lò phản ứng khi tháo lò phản ứng sau khi tiến hành quy trình trước đó theo sáng chế nhưng cũng có thể có nguồn gốc từ một nguồn khác, ví dụ như gang lấy từ lò cao chẳng hạn.

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Sáng chế cho phép đạt được quy trình sản xuất thép công nghiệp một cách hiệu quả và kinh tế từ sắt xộp mà không cần sử dụng các công đoạn EAF thông thường. Các phương pháp sản xuất thép từ gang đã biết có thể được sử dụng.

Các công đoạn EAF thông thường để sản xuất thép được vận hành dưới điều kiện oxy hóa để làm giảm mức cacbon bằng nhiệt độ cao và độ bazơ cao. Mức độ kim loại hóa cao và tỷ lệ khoáng vật thấp trong sắt xộp là cần thiết để giảm thiểu tổn thất sắt qua các oxit sắt trong xỉ. Do đó, cần phải sử dụng các chất mang sắt chất lượng cao trong quá trình sản xuất sắt xộp để cung cấp cho các công đoạn EAF thông thường - chất lượng cao ở đây có nghĩa là có ít khoáng vật trong chất mang sắt; càng ít khoáng vật được đưa vào EAF qua sắt xộp, thì lượng xỉ trong EAF càng thấp. Lượng xỉ càng thấp thì càng ít sắt có thể bị thất thoát trong xỉ dưới dạng sắt oxit. Mức độ kim loại hóa càng cao, thì lượng các oxit sắt chứa trong sắt xộp càng thấp, nhờ đó giảm được nguy cơ thất thoát oxit sắt qua xỉ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Dưới đây, sáng chế sẽ được minh họa cụ thể hơn bằng các phương án được lấy làm ví dụ. Hình vẽ kèm theo được lấy làm ví dụ và được dự định để minh họa chứ không được dự định để hạn chế sáng chế.

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện trình tự của quy trình theo sáng chế.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Cacbon có mặt trong trình tự của quy trình theo sáng chế; do đó ít nhất một lượng các oxit sắt chứa trong sắt xộp có thể bị giảm bởi cacbon, nó cũng cho phép sắt xộp được sử dụng có mức độ kim loại hóa thấp hơn so với trong các EAF thông thường. Do có sự giảm sắt oxit này nên tổn thất sắt qua phân đoạn sắt oxit trong xỉ cũng thấp hơn so với khi xử lý sắt xộp trong EAF thông thường.

Sự có mặt của cacbon trong sắt lỏng cũng làm giảm khoảng nhiệt độ của công đoạn nấu chảy, tức là khoảng nhiệt độ trong đó sản phẩm giống gang được chuyển hóa từ trạng thái rắn sang trạng thái lỏng, do vậy cần cung cấp ít năng lượng hơn cho việc hóa lỏng. Điều này có nghĩa là việc sản xuất thép từ sắt xộp bằng quy trình theo sáng chế có chi phí năng lượng thấp hơn đáng kể so với các quy trình dùng EAF thông thường.

Quá trình sản xuất sản phẩm giống gang không yêu cầu độ bazơ của xỉ phải cao như trong các công đoạn EAF thông thường do, không giống như trong trường hợp các công đoạn EAF thông thường, quy trình này không tập trung vào việc sản xuất thép. Do đó, việc sản xuất thép từ sắt xộp bằng quy trình theo sáng chế cũng tạo ra ít xỉ hơn so với quy trình EAF thông thường hoặc sắt xộp có tỷ lệ khoáng vật cao hơn từ nguyên liệu thô có chất lượng thấp hơn có thể được xử lý với lượng xỉ tương đương với quy trình EAF thông thường. Lượng xỉ ít hơn so với quy trình EAF thông thường cũng có nguyên nhân là quy trình theo sáng chế được thực hiện với độ bazơ thấp hơn của xỉ và do vậy với lượng ít hơn chất phụ gia do, so với quy trình EAF, quy trình này tập trung vào việc loại bỏ khoáng vật hơn là cải thiện chất lượng của thép. Lượng xỉ ít hơn cũng kéo theo nhu cầu năng lượng thấp hơn để nung nóng/nấu chảy, do có nguyên liệu hơn cần gia nhiệt. Tốt hơn nếu quy trình theo sáng chế được vận hành ở độ bazơ B2 nhỏ hơn 1,3, tốt hơn nữa nếu ở độ bazơ B2 nhỏ hơn 1,25, và đặc biệt tốt hơn nếu ở độ bazơ B2 nhỏ hơn 1,2.

Quy trình theo sáng chế có thể được sử dụng để xử lý nhiều loại quặng sắt do các khoáng vật không có giá trị đã được loại ra dưới dạng xỉ với tổn thất sắt thấp khi sản xuất sản phẩm giống gang lỏng có hàm lượng cacbon nằm trong khoảng từ 1,0% đến 5%. Các bước xử lý sản phẩm giống gang lỏng trong quá trình sản xuất thép do vậy không bị ảnh hưởng bởi xỉ đã được loại bỏ. Trái lại, các quy trình EAF thông thường để xử lý sắt xộp thường bị ảnh hưởng bởi lượng xỉ cao hơn rõ rệt.

Do từ góc độ của quy trình sản xuất thép - ví dụ LD/BOF - sản phẩm dạng lỏng giống gang có hàm lượng cacbon từ 1,0% khối lượng đến 5% khối lượng có thể được xử lý phần lớn theo cách giống như gang từ lò cao, nên có thể sản xuất được thép với chất lượng tương đương và có khả năng ứng dụng rộng rãi; các hạn chế của việc sử dụng phương pháp EAF thông thường do vậy có thể được khắc phục và/hoặc các công đoạn xử lý tốn kém có thể được bỏ qua.

Theo một phương án thực hiện được ưu tiên, quy trình hoàn nguyên trực tiếp theo sáng chế được thực hiện bằng cách sử dụng khí hoàn nguyên chứa hydro H_2 với lượng lớn hơn 45% thể tích.

Tỷ lệ khí hydro càng cao, thì cân bằng CO_2 của quy trình theo sáng chế càng thấp hoặc thép được tạo ra từ sản phẩm dạng lỏng giống gang.

Theo một phương án ưu tiên, bước hoàn nguyên trực tiếp được thực hiện trong lò hoàn nguyên trực tiếp và bước xử lý được thực hiện trong lò phản ứng xử lý, trong đó lò hoàn nguyên trực tiếp và lò phản ứng xử lý được phân cách với nhau về mặt không gian. Thiết bị vận chuyển có thể được sử dụng để vận chuyển sắt xốp từ lò hoàn nguyên trực tiếp đến lò phản ứng xử lý.

Cũng có thể bố trí lò hoàn nguyên trực tiếp và lò phản ứng xử lý trong một thiết bị chung, tức là không phân cách với nhau về mặt không gian mà liền kề trực tiếp với nhau.

Theo một phương án ưu tiên, việc cung cấp năng lượng được thực hiện bằng hồ quang điện.

Theo một phương án ưu tiên, việc cung cấp năng lượng được thực hiện thông qua việc nung nóng bằng điện trở. Đây có thể là tính năng quá trình điện phân chẳng hạn.

Theo một phương án ưu tiên, việc cung cấp năng lượng được thực hiện thông qua plasma hydro tạo ra bằng điện.

Theo một phương án ưu tiên, việc cung cấp năng lượng được thực hiện một phần thông qua việc nạp oxy để khí hóa cacbon cấp vào sắt lỏng ở trạng thái rắn hoặc lỏng hoặc cacbon hòa tan trong sắt lỏng. Trên thực tế, điều này được thực hiện chẳng hạn như thông qua đầu đốt hoặc sử dụng vòi phun.

Tốt hơn nếu đưa vào oxy mà ít nhất có độ tinh khiết kỹ thuật.

Theo một phương án ưu tiên, việc điều chỉnh hàm lượng cacbon trong sắt lỏng được thực hiện bằng cách đưa vào các chất mang cacbon.

Các chất mang này có thể là các chất mang cacbon rắn và/hoặc các chất mang cacbon lỏng và/hoặc các chất mang cacbon khí. Các chất mang cacbon này có thể bao gồm ví dụ bụi than, khí than cốc, bụi graphit hoặc khí tự nhiên. Các chất mang cacbon này cũng có thể được lấy một phần hoặc toàn bộ từ các nguồn trung hòa cacbon, ví dụ từ sinh khối, như than củi; điều này giúp cải thiện sự cân bằng

CO₂ của quy trình. Các chất mang cacbon này có thể được đưa vào thông qua các vòi phun hoặc ống phun đặt dưới khối chất lỏng.

Theo một phương án ưu tiên, việc điều chỉnh hàm lượng cacbon trong sắt lỏng được thực hiện bằng cách sử dụng oxy cấp vào. Nếu hàm lượng cacbon cao hơn giá trị mong muốn đối với sắt lỏng, thì việc cung cấp oxy có thể được sử dụng để oxy hóa làm giảm hàm lượng cacbon, ví dụ bằng phản ứng với cacbon trong sắt lỏng để tạo ra CO thoát ra khỏi sắt lỏng ở dạng khí.

Theo một phương án ưu tiên, việc hoàn nguyên ít nhất một lượng các oxit sắt chứa trong sắt xốp được thực hiện bằng cách sử dụng các chất mang cacbon cấp vào.

Các chất mang này có thể là các chất mang cacbon rắn và/hoặc các chất mang cacbon lỏng và/hoặc các chất mang cacbon khí. Các chất mang cacbon này có thể bao gồm ví dụ bụi than, khí than cốc, bụi graphit hoặc khí tự nhiên. Các chất mang cacbon này cũng có thể được lấy một phần hoặc toàn bộ từ các nguồn trung hòa cacbon, ví dụ từ sinh khối, như than củi; điều này giúp cải thiện sự cân bằng CO₂ của quy trình.

Theo một phương án ưu tiên, việc hoàn nguyên ít nhất một lượng các oxit sắt chứa trong sắt xốp được thực hiện bằng cách sử dụng cacbon chứa trong sắt xốp.

Trong sắt xốp, cacbon có thể ở dạng liên kết và/hoặc hòa tan, ví dụ ở dạng xementit (Fe₃C) và/hoặc ở dạng cacbon nguyên tố.

Theo một phương án ưu tiên, việc hoàn nguyên ít nhất một lượng các oxit sắt chứa trong sắt xốp được thực hiện ít nhất một phần bằng cách sử dụng dòng điện.

Việc này có thể được thực hiện ví dụ bằng cách sử dụng điện phân hoặc plasma hydro.

Theo một phương án ưu tiên, việc xử lý này có tác dụng hạ thấp phạm vi nấu chảy bằng cách sử dụng các chất mang cacbon rắn và/hoặc các chất mang cacbon lỏng và/hoặc các chất mang cacbon khí cấp vào. Chúng có thể là bụi than, khí than

cốc, bụi graphit hoặc khí tự nhiên chẳng hạn. Các chất mang cacbon này cũng có thể được lấy một phần hoặc toàn bộ từ các nguồn trung hòa cacbon, ví dụ từ sinh khối, như than củi; điều này giúp cải thiện sự cân bằng CO₂ của quy trình. Việc hạ thấp này được hiểu là so với điểm nóng chảy của sắt. Tốt hơn nếu quy trình theo sáng chế được vận hành ở nhiệt độ thấp hơn 1550°C, tốt hơn nếu ở nhiệt độ thấp hơn 1500°C, đặc biệt tốt nếu ở nhiệt độ thấp hơn 1450°C.

Theo một phương án ưu tiên, việc sản xuất của thép được thực hiện bằng quy trình LD/BOF.

Tốt hơn nếu quy trình này được thực hiện với việc sử dụng ít nhất 10% khối lượng sắt vụn, tốt hơn nữa nếu sử dụng ít nhất 15% khối lượng sắt vụn, đặc biệt tốt nếu sử dụng ít nhất 20% khối lượng sắt vụn.

Sáng chế cũng đề xuất phương tiện xử lý tín hiệu với mã chương trình có thể đọc được bằng máy bao gồm các lệnh điều khiển để thực hiện quy trình theo sáng chế. Sáng chế cũng đề cập đến mã chương trình có thể đọc được bằng máy dùng cho phương tiện xử lý tín hiệu như vậy, trong đó mã chương trình này bao gồm các lệnh điều khiển nhắc phương tiện xử lý tín hiệu thực hiện quy trình theo sáng chế. Tiếp theo, sáng chế đề xuất phương tiện lưu trữ có mã chương trình có thể đọc được bằng máy được lưu trữ trên đó.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện trình tự của quy trình sản xuất sắt lỏng theo sáng chế.

Sắt xộp 10 được tạo ra từ nguyên liệu ban đầu chứa sắt oxit 11 bằng cách hoàn nguyên trực tiếp trong lò hoàn nguyên trực tiếp 12 với khí hoàn nguyên 13. Khí hoàn nguyên 13 chứa ít nhất 20% thể tích là hydro H₂. Sắt xộp 10 được chuyển vào lò phản ứng xử lý 20. Trong lò phản ứng xử lý 20, sắt xộp được xử lý. Công đoạn xử lý này bao gồm việc cung cấp năng lượng được đại diện bằng mũi tên 30. Việc cung cấp năng lượng được thực hiện chủ yếu bằng điện.

Công đoạn xử lý này còn bao gồm việc bổ sung chất phụ gia 40.

Công đoạn xử lý này tạo ra sắt lỏng 50 và xỉ 60. Xỉ này có độ bazơ B2 nhỏ hơn 1,3.

Công đoạn xử lý còn bao gồm việc điều chỉnh hàm lượng cacbon trong sắt lỏng 50; được đại diện ví dụ bằng cách bổ sung các chất mang cacbon 70.

Công đoạn xử lý còn bao gồm việc hoàn nguyên ít nhất một lượng các oxit sắt chứa trong sắt xộp 10.

Xỉ 60 được tách ra trong khi và/hoặc sau khi xử lý (không được thể hiện). Sắt lỏng 50 là sắt lỏng có hàm lượng cacbon nằm trong khoảng 1-5% khối lượng. Sắt lỏng này có thể được cấp ví dụ bằng vòi phun thổi 90 vào lò chuyển 80 để sản xuất thép bằng quy trình LD như được biểu thị bằng mũi tên đứt nét.

Sắt xộp 10 được tạo ra từ nguyên liệu ban đầu chứa sắt oxit bằng cách hoàn nguyên trực tiếp với khí hoàn nguyên; khí hoàn nguyên này có thể chứa ít nhất 20% thể tích là hydro H_2 .

Công đoạn hoàn nguyên trực tiếp được thực hiện trong lò hoàn nguyên trực tiếp và công đoạn xử lý được thực hiện trong lò phản ứng xử lý 20. Lò hoàn nguyên trực tiếp và lò phản ứng xử lý 20 có thể được bố trí phân cách với nhau về mặt không gian, trong đó sắt xộp có thể được vận chuyển từ lò hoàn nguyên trực tiếp đến lò phản ứng xử lý bằng cách sử dụng thiết bị vận chuyển.

Lò hoàn nguyên trực tiếp và lò phản ứng xử lý 20 cũng có thể được bố trí trong một thiết bị chung, tức là không bị phân cách với nhau về mặt không gian mà liền kề trực tiếp với nhau.

Danh sách các số chỉ dẫn

10	Sắt xốp
11	Nguyên liệu ban đầu chứa sắt oxit.
12	Lò hoàn nguyên trực tiếp
13	Khí hoàn nguyên
20	Lò phản ứng xử lý
30	Cung cấp năng lượng
40	Chất phụ gia
50	Sắt lỏng
60	Xi
70	Chất mang cacbon
80	Lò chuyển
90	Vòi phun thổi

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình sản xuất thép, bao gồm các bước:

- sản xuất sắt xốp (10) từ nguyên liệu ban đầu chứa sắt oxit (11) bằng cách hoàn nguyên trực tiếp với khí hoàn nguyên (13), trong đó khí hoàn nguyên (13) chứa ít nhất 20% thể tích là hydro H_2 ,

và

- sản xuất sắt lỏng có hàm lượng cacbon nằm trong khoảng 1-5% khối lượng, trong đó ít nhất một lượng sắt xốp (10) thu được từ nguyên liệu ban đầu chứa sắt oxit (11) bằng cách hoàn nguyên trực tiếp với khí hoàn nguyên (13) được xử lý,

trong việc xử lý này bao gồm:

- cung cấp năng lượng và bổ sung chất phụ gia để tạo ra sắt lỏng (50) và xỉ (60), trong đó việc cung cấp năng lượng này được thực hiện chủ yếu bằng điện và việc cung cấp năng lượng bằng điện này được thực hiện thông qua hồ quang điện và thông qua việc nung nóng bằng điện trở và trong đó xỉ (60) có độ bazơ B2, mà là tỷ lệ % khối lượng giữa canxi oxit và silic đioxit CaO/SiO_2 , nhỏ hơn 1,3, tốt hơn nếu nhỏ hơn 1,25, đặc biệt tốt hơn nếu nhỏ hơn 1,2,
- điều chỉnh hàm lượng cacbon trong sắt lỏng (50),
- hoàn nguyên ít nhất một lượng các oxit sắt chứa trong sắt xốp (10),

và trong đó xỉ (60) được tách ra trong khi và/hoặc sau khi xử lý,

và

- sản xuất thép từ sắt lỏng thu được.

2. Quy trình theo điểm 1, đặc trưng ở chỗ việc hoàn nguyên trực tiếp được thực hiện bằng cách sử dụng khí hoàn nguyên (13) chứa nhiều hơn 45% thể tích là hydro H_2 .

3. Quy trình theo điểm 1 hoặc 2, đặc trưng ở chỗ việc hoàn nguyên trực tiếp được thực hiện trong lò hoàn nguyên trực tiếp (12), việc xử lý được thực hiện trong lò phản ứng xử lý (20) và lò hoàn nguyên trực tiếp (12) và lò phản ứng xử lý (20) được bố trí phân cách với nhau về mặt không gian.
4. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, đặc trưng ở chỗ việc cung cấp năng lượng được thực hiện thông qua plasma hydro tạo ra bằng điện.
5. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, đặc trưng ở chỗ việc cung cấp năng lượng được thực hiện một phần thông qua việc nạp oxy để khí hóa cacbon cấp vào sắt lỏng (50) ở trạng thái rắn hoặc lỏng hoặc cacbon hòa tan trong sắt lỏng.
6. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, đặc trưng ở chỗ việc điều chỉnh hàm lượng cacbon trong sắt lỏng (50) được thực hiện bằng cách sử dụng các chất mang cacbon cấp vào (70).
7. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, đặc trưng ở chỗ việc điều chỉnh hàm lượng cacbon trong sắt lỏng (50) được thực hiện bằng cách sử dụng oxy cấp vào.
8. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, đặc trưng ở chỗ việc hoàn nguyên ít nhất một lượng các oxit sắt chứa trong sắt xốp (10) được thực hiện bằng cách sử dụng các chất mang cacbon cấp vào (70).

9. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, đặc trưng ở chỗ việc hoàn nguyên ít nhất một lượng các oxit sắt chứa trong sắt xốp (10) được thực hiện bằng cách sử dụng cacbon chứa trong sắt xốp (10).
10. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, đặc trưng ở chỗ việc hoàn nguyên ít nhất một lượng các oxit sắt chứa trong sắt xốp (10) được thực hiện ít nhất một phần bằng cách sử dụng dòng điện.
11. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, đặc trưng ở chỗ việc xử lý có tác dụng hạ thấp phạm vi nấu chảy nấu chảy bằng cách sử dụng các chất mang cacbon rắn cấp vào (70) và/hoặc các chất mang cacbon lỏng cấp vào (70) và/hoặc các chất mang cacbon khí cấp vào (70).
12. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11, trong đó việc sản xuất thép được thực hiện bằng quy trình LD/BOF.

1/1

Fig. 1

