



(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)



1-0042921

(51)^{2021.01} C21B 5/00; F27D 17/00; C21B 7/00

(13) B

(21) 1-2022-03772

(22) 14/12/2020

(86) PCT/JP2020/046608 14/12/2020

(87) WO 2021/149401 29/07/2021

(30) 2020-009187 23/01/2020 JP

(45) 27/01/2025 442

(43) 25/10/2022 415

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

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

(72) TAKAHASHI Koichi (JP); NOUCHI Taihei (JP); OZAWA Sumito (JP);
KAWASHIRI Yuki (JP); MORITA Yuya (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH Lò CAO VÀ PHƯƠNG TIỆN HỖ TRỢ Lò CAO

(21) 1-2022-03772

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp vận hành lò cao, bao gồm các bước: đốt cháy, với việc sử dụng khí hỗ trợ đốt cháy, ít nhất một phần của khí sản phẩm phụ của lò cao trong phương tiện đốt cháy, tạo ra khí metan tái sinh bằng cách sử dụng khí thải đốt cháy được xả ra từ phương tiện đốt cháy, và thổi khí phun và tác nhân khử vào trong lò cao từ ống bể, mà trong đó khí phun là khí oxy, khí metan tái sinh được sử dụng làm ít nhất một phần của tác nhân khử, và khí oxy được sử dụng làm khí hỗ trợ đốt cháy cho phương tiện đốt cháy.

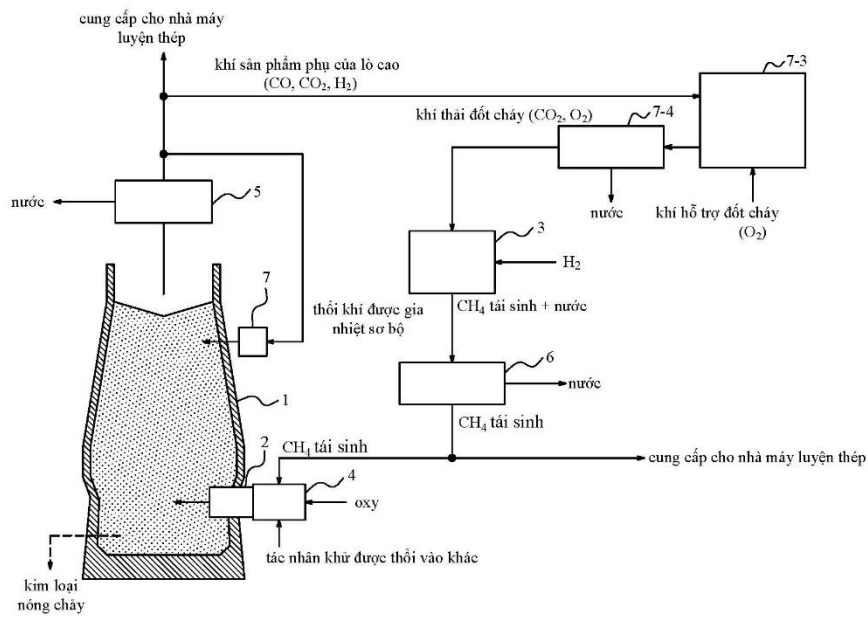


FIG. 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp vận hành lò cao và phương tiện hỗ trợ lò cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, nhu cầu giảm phát thải cacbon dioxit (CO_2) trở nên mạnh mẽ trong bối cảnh các vấn đề môi trường toàn cầu. Do đó, việc vận hành với tỷ lệ tác nhân khử thấp (RAR thấp) là bắt buộc khi vận hành lò cao được lắp đặt trong nhà máy luyện thép.

Trong lò cao điển hình, luồng khí nóng (không khí được gia nhiệt đến khoảng 1200°C) được thổi vào trong lò cao dưới dạng khí phun từ ống bể. Kết quả là, oxy trong luồng khí nóng phản ứng với than cốc hoặc than cám là tác nhân khử để tạo ra các khí cacbon monoxit (CO) và hydro (H_2). Các khí cacbon monoxit và hydro này khử quặng sắt được nạp vào trong lò cao. Ngoài ra, cacbon dioxit được tạo ra trong quá trình phản ứng khử quặng sắt.

Khí phun là khí mà được thổi vào trong lò cao từ ống bể. Khí sản phẩm phụ của lò cao đóng vai trò khí hóa than cám và than cốc trong lò cao.

Là kỹ thuật để giảm sự phát thải cacbon dioxit trong các hoạt động của lò cao, kỹ thuật cải tạo cacbon monoxit và cacbon dioxit có trong khí sản phẩm phụ được phát thải từ lò cao, v.v., để tạo ra hydrocacbon chẳng hạn như metan và etanol, và để đưa các hydrocacbon được tạo ra trở lại lò cao làm tác nhân khử đã được đề xuất.

Ví dụ, Tài liệu JP2011-225969A (Tài liệu sáng chế 1) mô tả:

“phương pháp vận hành lò cao bao gồm bước (A) phân tách và thu hồi CO_2 và/hoặc CO từ khí hỗn hợp chứa CO_2 và/hoặc CO , bước (B) bổ sung hydro vào CO_2 và/hoặc CO được phân tách và được phục hồi trong bước (A) và chuyển hóa CO_2 và/hoặc CO thành CH_4 , bước (C) phân tách và loại bỏ H_2O khỏi khí đã được trải qua bước (B), và bước (D) thổi khí mà đã trải qua bước (C) vào trong lò cao”.

JP2014-005510A (Tài liệu sáng chế 2) mô tả:

“phương pháp vận hành lò cao bao gồm bước phân tách CO₂ khỏi khí thải của lò đốt mà sử dụng khí sản phẩm của lò cao làm toàn bộ hoặc một phần nhiên liệu, cải tạo khí CO₂ được phân tách thành metan để thu được khí khử, và thổi khí khử vào trong lò cao”.

Danh sách tài liệu viện dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP 2011-225969 A

Tài liệu sáng chế 2: JP 2014-005510 A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

(Vấn đề kỹ thuật)

Tuy nhiên, với kỹ thuật của các tài liệu sáng chế 1 và 2, khi lượng khí metan được thổi vào trong lò cao làm tác nhân khử vượt quá mức nhất định, thì có thể gây ra các vấn đề vận hành chẳng hạn như không đủ nhiệt cho đáy lò cao, tăng hiện tượng tụt áp suất, và không xả được.

Do đó, cần phải phát triển phương pháp vận hành lò cao mà có thể giảm thiểu hơn nữa sự phát thải cacbon dioxit từ lò cao dưới điều kiện vận hành ổn định.

Theo tình hình hiện tại được mô tả ở trên, có thể hữu ích nếu đề xuất phương pháp vận hành lò cao mà có thể làm giảm hơn nữa sự phát thải cacbon dioxit từ lò cao trong điều kiện hoạt động ổn định.

Cũng có thể hữu ích nếu đề xuất phương tiện hỗ trợ lò cao để sử dụng trong phương pháp vận hành lò cao được mô tả ở trên.

(Giải quyết vấn đề)

Các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu chuyên sâu để đạt được các mục đích đã nêu ở trên.

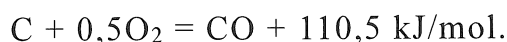
Trước tiên, các tác giả sáng chế đã xem xét các nguyên nhân của các sự cố vận hành xảy ra khi lượng khí metan được thổi vào trong lò cao làm tác nhân khử vượt quá mức nhất định trong các kỹ thuật của các tài liệu sáng chế

1 và 2.

Kết quả là, đã phát hiện ra các vấn đề sau đây.

Khi lượng khí metan được thổi vào trong lò cao làm tác nhân khử vượt quá một mức nhất định, nhiệt độ ngọn lửa (sau đây gọi là nhiệt độ đầu ra của ống bể) được tạo ra bởi sự đốt cháy của tác nhân khử được thổi vào và than cốc trong khu vực đốt (khu vực xoáy cuộn) ở gần đầu ra của ống bể giảm đáng kể. Sự suy giảm nhiệt độ đầu ra của ống bể trở thành nguyên nhân của các sự cố vận hành chẳng hạn như không đủ nhiệt cho đáy lò cao, tăng hiện tượng tụt áp suất, và không xả được.

Cụ thể, khi than cám được thổi vào trong lò cao từ ống bể làm tác nhân khử, bởi vì thành phần chính của than cám là cacbon, nên phản ứng sau đây xảy ra trong khu vực xoáy cuộn:



Mặt khác, khi metan được thổi làm tác nhân khử vào trong lò cao từ ống bể, phản ứng sau đây xảy ra trong khu vực xoáy cuộn:



Lượng nhiệt được tạo ra trong quá trình phản ứng, khi đã chuyển hóa thành một mol tổng của tổng lượng CO và H₂, là 11,9 kJ/mol.

Để lò cao hoạt động ổn định, cần phải điều chỉnh nhiệt độ đầu ra của ống bể trong phạm vi từ 2000 °C đến 2400 °C. Tuy nhiên, nếu phần lớn tác nhân khử được thổi vào trong lò cao được chuyển thành khí metan từ than cám, thì nhiệt độ đầu ra của ống bể sẽ giảm do sự chênh lệch về nhiệt phản ứng được mô tả ở trên. Do đó, không thể kiểm soát nhiệt độ đầu ra của ống bể ở trong phạm vi trên, và các sự cố vận hành khác nhau xảy ra.

Dựa trên các vấn đề trên, các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu chuyên sâu.

Kết quả là, đã phát hiện ra các vấn đề sau đây. Sử dụng khí oxy thay cho luồng khí nóng (không khí được gia nhiệt đến khoảng 1200 °C) do khí phun đã ngăn chặn hiệu quả sự suy giảm nhiệt độ đầu ra của ống bể ngay cả khi lượng lớn khí metan được sử dụng làm tác nhân khử được thổi vào trong lò cao.

Các tác giả sáng chế tin tưởng rằng lý do tại sao nhiệt độ đầu ra của ống bể có thể được kiểm soát trong phạm vi từ 2000 °C đến 2400 °C bằng cách sử dụng khí oxy làm khí phun ngay cả khi lượng lớn khí metan được sử dụng làm tác nhân khử được thổi vào trong lò cao là như sau.

Cụ thể, khi luồng khí nóng (không khí được gia nhiệt đến khoảng 1200 °C) được dùng làm khí phun, khí cháy chứa nitơ khoảng 50 % theo thể tích, mà không đóng góp vào phản ứng cháy, và do đó nhiệt độ ngọn lửa trong khu vực xoáy cuộn hầu như không cao. Do đó, khi phần lớn tác nhân khử được thổi vào trong lò cao được chuyển thành khí metan từ than cám, sự chênh lệch giữa nhiệt phản ứng trong phản ứng oxy-than cám và nhiệt phản ứng trong phản ứng oxy-khí metan được mô tả ở trên sẽ làm cho nhiệt độ đầu ra của ống bể tụt xuống, và cuối cùng nhiệt độ đầu ra của ống bể sẽ giảm xuống dưới 2000 °C, đây là giới hạn dưới của nhiệt độ thích hợp.

Mặt khác, việc sử dụng khí oxy làm khí phun có thể ngăn chặn sự trộn lẫn khí nitơ, mà không đóng góp vào phản ứng cháy, vì vậy nhiệt độ đầu ra của ống bể có thể được nâng lên đến nhiệt độ vừa đủ. Cụ thể, nhiệt độ ngọn lửa trong khu vực xoáy cuộn có thể được tạo ra cao hơn so với khi sử dụng luồng khí nóng, vì vậy ngay cả khi lượng lớn khí metan được thổi vào làm tác nhân khử từ ống bể, nhiệt độ đầu ra của ống bể có thể được kiểm soát trong phạm vi 2000 °C đến 2400 °C, đây là phạm vi thích hợp.

Các tác giả đã nghiên cứu thêm và đưa ra những phát hiện sau đây.

Cụ thể, khí sản phẩm phụ của lò cao được sử dụng làm nhiên liệu trong phương tiện đốt cháy chẳng hạn như lò hơi phát điện, metan được tái sinh từ khí được xả ra từ phương tiện đốt cháy (sau đây được gọi là khí thải đốt cháy), và metan được tái sinh (khí metan tái sinh) được thổi trở lại vào trong lò cao làm tác nhân khử. Điều này sẽ giúp lò cao hoạt động ổn định đồng thời giảm hơn nữa lượng phát thải cacbon dioxit từ lò cao ra bên ngoài. Đồng thời, có thể xây dựng được hệ thống tái chế tài nguyên hiệu quả hơn bằng cách tận dụng một cách hiệu quả nhiệt năng của khí sản phẩm phụ của lò cao.

Các tác giả cũng đã đưa ra những phát hiện sau.

Cụ thể, khi vận hành lò cao, việc sử dụng khí oxy, đặc biệt là khí oxy

với nồng độ oxy cao, làm khí phun và khí hỗ trợ sự đốt cháy cho phương tiện đốt cháy giúp cho có thể làm giảm lượng nitơ trong khí thải đốt cháy. Điều này giúp cho có thể tạo ra khí metan tái sinh có chất lượng cao (nồng độ cao) mà không cần quá trình phân tách nitơ và cacbon dioxit ra khỏi khí thải đốt cháy trước khi tạo ra khí metan tái sinh. Cũng sẽ cực kỳ có lợi về hiệu quả tái chế tài nguyên và tính gọn nhẹ của phương tiện.

Sáng chế được dựa trên các phát hiện này và các nghiên cứu sâu hơn.

Các dấu hiệu kỹ thuật chính của sáng chế là như sau.

1. Phương pháp vận hành lò cao, bao gồm các bước

đốt cháy, với việc sử dụng khí hỗ trợ đốt cháy, ít nhất một phần của khí sản phẩm phụ của lò cao, mà là khí sản phẩm phụ được xả ra từ lò cao, trong phương tiện đốt cháy,

tạo ra khí metan tái sinh bằng cách sử dụng khí thải đốt cháy được xả ra từ phương tiện đốt cháy, và

thổi khí phun và tác nhân khử vào lò cao từ ống bể,

trong đó khí phun là khí oxy, khí metan tái sinh được sử dụng như ít nhất một phần của tác nhân khử, và khí oxy được sử dụng làm khí hỗ trợ đốt cháy.

2. Phương pháp vận hành lò cao theo mục 1, trong đó tốc độ tiêu thụ các nguyên tử cacbon tuần hoàn trong tác nhân khử là 60 kg/t hoặc lớn hơn,

trong đó tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn là khối lượng đương lượng cacbon của khí metan tái sinh mà được thổi vào trong lò cao làm tác nhân khử để tạo ra 1 tấn kim loại nóng chảy, và thu được theo phương trình sau:

$$[\text{Tỷ lệ tiêu thụ nguyên tử cacbon tuần hoàn (kg/t)}] = [\text{Khối lượng metan trong khí metan tái sinh được thổi vào trong lò cao làm tác nhân khử (kg)}] \times (12/16) \div [\text{Sản lượng kim loại nóng chảy (t)}].$$

3. Phương pháp vận hành lò cao theo mục 1 hoặc 2, trong đó khí oxy có nồng độ oxy là 80 % hoặc lớn hơn theo thể tích.

4. Phương pháp vận hành lò cao theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1 đến 3., trong đó khí oxy được sử dụng làm khí hỗ trợ đốt cháy có nồng độ oxy

là 80 % hoặc lớn hơn theo thể tích.

5. Phương pháp vận hành lò cao theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1 đến 3, trong đó khí oxy được sử dụng làm khí hỗ trợ đốt cháy có nồng độ oxy là 20 % hoặc lớn hơn theo thể tích và tổng nồng độ của oxy và cacbon dioxit là 80 % hoặc lớn hơn theo thể tích.

6. Phương pháp vận hành lò cao theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1 đến 5, trong đó một phần khí sản phẩm phụ của lò cao được đốt cháy trong phương tiện đốt cháy và phần dư của khí sản phẩm phụ của lò cao được cung cấp cho nhà máy luyện thép.

7. Phương pháp vận hành lò cao theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1 đến 6, trong đó phần dư của khí metan tái sinh được cấp cho các nhà máy luyện thép.

8. Phương tiện hỗ trợ lò cao được sử dụng trong phương pháp vận hành lò cao theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1 đến 7, bao gồm

phương tiện đốt cháy dùng để đốt cháy khí sản phẩm phụ của lò cao bằng cách sử dụng khí hỗ trợ đốt cháy,

thiết bị tạo khí metan dùng để tạo ra khí metan tái sinh bằng cách sử dụng khí thải đốt cháy, và

thiết bị thổi khí có bộ phận cấp khí metan dùng để đưa khí metan tái sinh vào trong ống bể của lò cao và bộ phận cấp khí oxy dùng để đưa khí oxy được sử dụng làm khí phun vào trong ống bể của lò cao.

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Sáng chế cho phép giảm hơn nữa sự phát thải cacbon dioxit (CO_2) từ lò cao ra bên ngoài dưới điều kiện vận hành ổn định. Hơn nữa, điều này sẽ giúp cho có thể xây dựng hệ thống tái chế tài nguyên có hiệu quả cao. Ngoài ra, việc sử dụng khí metan được tạo ra từ khí thải đốt cháy có nguồn gốc từ khí sản phẩm phụ của lò cao cũng có thể làm giảm lượng than cốc và than cám được sử dụng, tức là, làm giảm lượng than dưới dạng nhiên liệu hóa thạch hữu hạn được sử dụng.

Ngoài ra, lượng nitơ trong khí thải đốt cháy được giảm đáng kể, dẫn đến

hiệu quả tái chế tài nguyên cao hơn. Hơn nữa, quá trình phân tách cacbon monoxit và cacbon dioxit ra khỏi khí thải đốt cháy, hoặc nói cách khác, máy phân tách hấp phụ chuyển đổi áp suất (PSA-pressure swing adsorption) cỡ lớn hoặc thiết bị tương tự là không cần thiết, điều này cực kỳ có lợi xét về mặt làm cho phương tiện nhỏ gọn hơn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Trên các hình vẽ đính kèm:

Fig.1 minh họa bằng sơ đồ ví dụ về lò cao và phương tiện hỗ trợ lò cao được sử dụng trong phương pháp vận hành lò cao theo một trong các phương án được bộc lộ;

Các Fig.2A và 2B mỗi Fig minh họa bằng sơ đồ ví dụ về thiết bị thổi khí được sử dụng trong phương pháp vận hành lò cao theo một trong các phương án được bộc lộ;

Fig.3 minh họa bằng sơ đồ lò cao và phương tiện hỗ trợ lò cao được sử dụng trong ví dụ so sánh; và

Fig.4 minh họa bằng sơ đồ lò cao và phương tiện hỗ trợ lò cao được sử dụng trong ví dụ so sánh;

Fig.5 minh họa bằng sơ đồ lò cao và phương tiện hỗ trợ lò cao được sử dụng trong ví dụ so sánh; và

Fig.6 minh họa ví dụ về mối quan hệ giữa tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn và nhiệt độ đầu ra của ống gió đối với các điều kiện thổi khí oxy và luồng khí nóng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các kỹ thuật được bộc lộ bởi sáng chế sẽ được mô tả ở dưới đây theo các phương án.

Một trong các phương án được bộc lộ là phương pháp vận hành lò cao, bao gồm bước

đốt cháy, với việc sử dụng khí hỗ trợ đốt cháy, ít nhất một phần của khí sản phẩm phụ của lò cao, mà là khí sản phẩm phụ được xả ra từ lò cao, trong phương tiện đốt cháy,

tạo ra khí metan tái sinh bằng cách sử dụng khí thải đốt cháy được xả ra từ phương tiện đốt cháy, và

thổi khí phun và tác nhân khử vào lò cao từ ống bể,

trong đó khí phun là khí oxy, khí metan tái sinh ít nhất là được sử dụng như một phần của tác nhân khử, và khí oxy được sử dụng như khí hỗ trợ đốt cháy cho phương tiện đốt cháy.

Trước tiên, phương pháp vận hành lò cao theo một trong các phương án được bộc lộ sẽ được mô tả, ví dụ về trường hợp mà phương pháp này được áp dụng cho lò cao và phương tiện hỗ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig.1.

Trên hình vẽ, số chỉ dẫn 1 là lò cao, 2 là ống bể, 3 là thiết bị tạo khí metan, 4 là thiết bị thổi khí, 5 là thiết bị khử nước thứ nhất, 6 là thiết bị khử nước thứ hai 7 là vòi đốt, 7-3 là phương tiện đốt cháy, và 7-4 là thiết bị khử nước cho khí thải đốt cháy.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "lò cao" bao gồm các lò khử kiểu trực.

[Cách vận hành lò cao]

Trong phương pháp vận hành lò cao theo một trong các phương án được bộc lộ, thiêu kết, quặng cục, và viên (sau đây còn được gọi là nguyên liệu quặng), than cốc, v.v., là nguyên liệu thô, được nạp vào lò cao từ đầu lò (không được minh họa). Ngoài ra, khí phun và tác nhân khử được thổi vào trong lò cao 1 từ ống bể 2 được bố trí ở đáy lò cao. Tác nhân khử mà được thổi vào trong lò cao 1 từ ống bể 2 còn được gọi là "tác nhân khử được thổi vào" để phân biệt nó với than cốc.

Khí cacbon monoxit và khí hydro được tạo ra từ phản ứng giữa khí phun và tác nhân khử khử vật liệu quặng nạp vào lò cao 1. Trong phản ứng khử của vật liệu quặng, cacbon dioxit được tạo ra. Sau đó, cacbon dioxit được xả ra khỏi đầu lò cao dưới dạng khí sản phẩm phụ, cùng với cacbon monoxit và hydro chưa phản ứng với vật liệu quặng. Đầu lò cao trong điều kiện áp suất cao khoảng 2,5 atm. Do đó, hơi nước ngưng tụ do sự giãn nở và làm mát của khí sản phẩm phụ của lò cao mà là khí sản phẩm phụ được xả ra từ đầu lò cao

khi nó trở về áp suất bình thường. Sau đó, phần ngưng tụ được loại bỏ qua thiết bị khử nước thứ nhất 5.

Sau đó, khí sản phẩm phụ của lò cao được đưa vào trong phương tiện đốt cháy 7-3. Các ví dụ về phương tiện đốt cháy 7-3 bao gồm lò hơi phát điện, lò gia nhiệt, và lò ủ.

Không cần phải đưa tất cả khí sản phẩm phụ của lò cao vào trong phương tiện đốt cháy 7-3, nhưng một phần của khí sản phẩm phụ của lò cao có thể được đưa vào trong phương tiện đốt cháy 7-3 và phần dư của khí sản phẩm phụ của lò cao có thể được đưa vào trong phương tiện khác ở trong nhà máy luyện thép.

Sau đó, trong phương tiện đốt cháy 7-3, khí sản phẩm phụ của lò cao được đốt cháy bằng cách sử dụng khí hỗ trợ đốt cháy. Trong trường hợp này, điều quan trọng là sử dụng khí oxy mà chứa ít nitơ, cụ thể là khí oxy với nồng độ nitơ là 20 % hoặc nhỏ hơn theo thể tích, làm khí hỗ trợ đốt cháy. Nồng độ nitơ tốt hơn là 10 % hoặc nhỏ hơn theo thể tích, tốt hơn nữa là 5 % hoặc nhỏ hơn theo thể tích, và còn tốt hơn nữa là 2 % hoặc nhỏ hơn theo thể tích. Nồng độ nitơ có thể là 0 % theo thể tích. Điều tương tự cũng áp dụng cho nồng độ nitơ của khí phun, điều này sẽ được thảo luận sau.

Điều này là do việc sử dụng khí oxy, cụ thể là khí oxy mà chứa ít nitơ, làm khí hỗ trợ đốt cháy cho phương tiện đốt cháy và khí phun được mô tả sau, giúp cho có thể giảm đáng kể lượng nitơ trong khí thải đốt cháy.

Điều này giúp cho có thể tạo ra khí metan tái sinh có chất lượng cao (nồng độ cao) mà không cần quá trình phân tách nitơ và cacbon dioxit ra khỏi khí thải đốt cháy trước khi tạo ra khí metan tái sinh. Cũng sẽ cực kỳ có lợi về hiệu quả tái chế tài nguyên và tính gọn nhẹ của phương tiện.

Nồng độ oxy trong khí oxy được sử dụng làm khí hỗ trợ đốt cháy cho phương tiện đốt cháy tốt hơn là 80 % hoặc lớn hơn theo thể tích. Nồng độ oxy tốt hơn là 90 % hoặc lớn hơn theo thể tích, và tốt hơn nữa là 95 % hoặc lớn hơn theo thể tích, và thậm chí tốt hơn nữa là 98 % hoặc lớn hơn theo thể tích. Nồng độ oxy có thể là 100 % theo thể tích.

Ngoài ra, khí oxy được sử dụng làm khí hỗ trợ đốt cháy cho phương tiện

đốt cháy bao gồm khí thu được bằng cách pha loãng oxy nguyên chất với cacbon dioxit, cụ thể là khí với nồng độ oxy là 20 % hoặc lớn hơn theo thể tích và tổng nồng độ của oxy và cacbon dioxit là 80 % hoặc lớn hơn theo thể tích. ví dụ, cacbon dioxit có trong khí thải đốt cháy có thể được sử dụng. Tổng nồng độ của oxy và cacbon dioxit tốt hơn là 90 % hoặc lớn hơn theo thể tích, tốt hơn nữa là 95 % hoặc lớn hơn theo thể tích, và còn tốt hơn nữa là 98 % hoặc lớn hơn theo thể tích. Đặc biệt là, khi nồng độ oxy là 90 % hoặc lớn hơn theo thể tích, nồng độ khí metan trong khí metan tái sinh có thể được duy trì ở mức cao (khoảng 90 % theo thể tích) mà không cần cấp khí metan bên ngoài ngay cả khi lò cao vận hành vượt quá khoảng thời gian vận hành bình thường, điều này rất có lợi. Tổng nồng độ của oxy và cacbon dioxit có thể là 100 % theo thể tích.

Nồng độ của khí còn lại không phải là oxy và cacbon dioxit trong khí oxy tốt hơn là 20 % hoặc nhỏ hơn theo thể tích. Nồng độ của khí còn lại tốt hơn nữa là 10 % hoặc nhỏ hơn theo thể tích và còn tốt hơn nữa là 5 % hoặc nhỏ hơn theo thể tích. Nồng độ của khí còn lại có thể là 0 % theo thể tích. Các ví dụ khí còn lại bao gồm nitơ và argon, ví dụ, nhưng như được đề cập ở trên, nồng độ nitơ tốt hơn là 20 % hoặc nhỏ hơn theo thể tích. Nồng độ nitơ tốt hơn nữa là 10 % hoặc nhỏ hơn theo thể tích, còn tốt hơn là 5 % hoặc nhỏ hơn theo thể tích, và thậm chí tốt hơn nữa là 2 % hoặc nhỏ hơn theo thể tích. Nồng độ nitơ có thể là 0 % theo thể tích.

Sau đó, bằng cách làm mát khí thải đốt cháy được xả ra từ phương tiện đốt cháy 7-3 xuống nhiệt độ phòng, hơi nước trong khí thải đốt cháy được ngưng tụ. Sau đó, trong thiết bị khử nước dùng cho khí thải đốt cháy 7-4, nước ngưng được loại bỏ.

Sau đó khí thải đốt cháy được đưa vào trong thiết bị tạo khí metan 3. Sau đó, trong thiết bị tạo khí metan 3, cacbon dioxit có trong khí thải đốt cháy được phản ứng với hydro để tạo ra khí metan (CH_4). Khí metan thu được bằng phản ứng với khí thải đốt cháy được gọi là khí metan tái sinh. Khí thải đốt cháy được đưa vào trong thiết bị tạo khí metan 3 về cơ bản chỉ bao gồm cacbon dioxit và oxy. Nồng độ của khí còn lại không phải là cacbon dioxit và oxy trong khí thải đốt cháy tốt hơn là 20 % hoặc nhỏ hơn theo thể tích và tốt hơn

nữa là 10 % hoặc nhỏ hơn theo thể tích. Nồng độ của khí còn lại có thể là 0 % theo thể tích. Khí còn lại bao gồm các thành phần khí (chẳng hạn như N_2) có trong khí sản phẩm phụ của lò cao và khí hỗ trợ đốt cháy.

Khí hydro được sử dụng để tạo ra khí metan tái sinh có thể được cung cấp từ trong nhà máy luyện thép hoặc từ bên ngoài. Khi khí hydro được tạo ra trong nhà máy luyện thép, phương pháp mà tạo ra càng ít cacbon dioxit càng tốt sẽ được ưu tiên, ví dụ, phương pháp điện phân nước có thể được sử dụng. Ngoài ra, khí hydro được cung cấp từ bên ngoài bao gồm, ví dụ, khí hydro được tạo ra bằng cách cải tạo hydrocacbon chẳng hạn như khí thiên nhiên, bằng cách cải tạo hơi nước, v.v., khí hydro thu được bằng cách hóa hơi hydro lỏng và khí hydro được tạo ra bằng cách khử hydro hóa các hydrua hữu cơ.

Khí hydro được sử dụng trong quy trình tạo khí metan tái sinh không nhất thiết phải là khí có nồng độ hydro là 100 % theo thể tích, nhưng để đạt được nồng độ metan cao trong khí metan tái sinh, khí có nồng độ hydro cao, cụ thể là khí hydro có nồng độ hydro là 80 % hoặc lớn hơn theo thể tích được ưu tiên sử dụng. Nồng độ hydro tốt hơn là 90 % hoặc lớn hơn theo thể tích, và tốt hơn nữa là 95 % hoặc lớn hơn theo thể tích. Nồng độ hydro có thể là 100 % theo thể tích. Khí còn lại không phải là hydro bao gồm, ví dụ, CO , CO_2 , H_2S , CH_4 , và N_2 .

Sau đó, bằng cách làm mát khí metan tái sinh xuống nhiệt độ phòng, hơi nước trong khí metan tái sinh được ngưng tụ. Sau đó, trong thiết bị khử nước thứ hai 6, phần ngưng tụ được loại bỏ.

Sau đó, khí metan tái sinh được đưa vào trong thiết bị thổi khí 4. Thiết bị thổi khí 4 được nối với thiết bị tạo khí metan 3 qua thiết bị khử nước thứ hai 6. Thiết bị thổi khí 4 có bộ phận cấp khí metan dùng để đưa khí metan tái sinh, mà đóng vai trò là tác nhân khử được thổi vào, vào ống bể 2 của lò cao 1, và bộ phận cấp khí oxy dùng để đưa khí oxy, mà đóng vai trò như khí phun, vào trong ống bể của lò cao.

Ví dụ, như minh họa trên Fig.2A, thiết bị thổi khí 4 bao gồm ống nhiều đồng trục có ống trung tâm 4-1 và ống ngoài 4-3. Sau đó, khí metan (khí metan tái sinh và một cách thích hợp, khí metan bên ngoài như mô tả bên dưới) được đưa vào đoạn bên trong của ống trung tâm, mà đóng vai trò là bộ phận cấp khí

metan (đoạn), và khí oxy được đưa vào đường ống hình khuyên giữa ống trung tâm 4-1 và ống ngoài 4-3, đóng vai trò là bộ phận cấp khí oxy (đoạn).

Tác nhân khử được thổi vào khác, ví dụ, than cám, nhựa phế thải, hoặc khí khử chẳng hạn như khí hydro hoặc khí cacbon monoxit, có thể được sử dụng cùng nhau. Tổng lượng thổi của tác nhân khử được thổi vào khác vào trong lò cao tốt hơn là 150 kg/t hoặc nhỏ hơn. Ở đây, đơn vị "kg/t" là lượng tác nhân khử được thổi vào khác được thổi vào trong lò cao để tạo ra 1 tấn (tấn) kim loại nóng chảy.

Khi sử dụng tác nhân khử được thổi vào khác, nó cũng có thể được đưa vào bộ phận cấp khí metan. Khi sử dụng than cám hoặc nhựa phế thải làm tác nhân khử được thổi vào khác, tốt hơn là cung cấp, riêng biệt với bộ phận cấp khí metan, bộ phận (đường dẫn) cấp tác nhân khử khác mà than cám hoặc nhựa thải đi qua. Trong trường hợp này, như được minh họa trên Fig.2B, ví dụ, thiết bị thổi khí 3 bao gồm nhiều ống đồng trục, ngoài ống trung tâm 4-1 và ống ngoài 4-3, có ống trong 4-2 được bố trí giữa ống trung tâm 4-1 và ống ngoài 4-3. Sau đó, tác nhân khử được thổi vào khác chẳng hạn như than cám hoặc nhựa phế thải được đưa vào từ đường dẫn bên trong của ống trung tâm, mà đóng vai trò làm bộ phận cấp tác nhân khử khác. Hơn nữa, khí metan được đưa vào từ đường ống hình khuyên giữa ống trung tâm 4-1 và ống ngoài 4-3, mà là bộ phận cung cấp khí metan và oxy được đưa vào từ đường ống hình khuyên giữa ống trong 4-2 và ống ngoài 4-3, mà là bộ phận cung cấp khí oxy.

Vì việc sử dụng khí oxy ở nhiệt độ phòng làm khí phun gây ra khả năng bắt cháy kém, so với việc sử dụng luồng khí nóng, nên ưu tiên cung cấp phần xả của ống ngoài mà tạo thành bộ phận cấp khí oxy của thiết bị thổi khí 4 có cấu trúc xóp để thúc đẩy quá trình trộn của khí oxi và tác nhân khử được thổi vào.

Không nhất thiết phải sử dụng khí metan tái sinh cho toàn bộ khí metan được thổi vào trong lò cao từ ống bể (sau đây gọi là "khí metan được thổi vào"), mà là khí metan được cung cấp từ một đường riêng biệt (còn được gọi tắt là như "khí metan bên ngoài") có thể được sử dụng phù hợp với hoạt động của các nhà máy thép. Trong trường hợp này, đường cung cấp khí metan bên ngoài có thể được nối với bộ phận cấp khí metan của thiết bị thổi khí 4, hoặc

với bộ phận cấp tác nhân khử khác như được mô tả ở trên. Đường cấp khí metan bên ngoài cũng có thể được nối với đường dẫn dòng khí metan tái sinh giữa thiết bị tạo khí metan 3 và thiết bị thổi khí 4 (tốt hơn là giữa thiết bị khử nước thứ hai 6 và thiết bị thổi khí 4).

Khí metan bên ngoài bao gồm, ví dụ, khí metan có nguồn gốc từ nhiên liệu hóa thạch.

Sau đó, như được minh họa trên các Fig.2A và 2B, tác nhân khử được thổi vào chẳng hạn như khí metan được thổi vào và khí oxy được đưa vào từ thiết bị thổi khí 4 được trộn lẫn trong ống bể 2. Ngay sau khi khí hỗn hợp này được thổi vào trong lò cao 1 từ ống bể 2, hiện tượng bắt cháy nhanh và cháy nhanh xảy ra. Sau đó, khu vực xoáy cuộn 8 là khu vực mà khí oxy phản ứng với tác nhân khử được thổi vào chẳng hạn như khí metan được thổi vào và than cốc được hình thành trong lò cao bên ngoài ống bể 2.

Khi nồng độ oxy trong khí phun tăng lên, lượng khí trong lò giảm xuống, và sự gia tăng nhiệt độ của tải trọng tại phần phía trên của lò cao có thể không đủ. Trong trường hợp này, như được minh họa trên Fig.1, tốt hơn là thực hiện việc thổi khí đốt nóng sơ bộ, trong đó một phần khí sản phẩm phụ của lò cao ở phía xuôi dòng của thiết bị khử nước thứ nhất 5 được đốt cháy một phần bởi vòi đốt 7 để đạt đến nhiệt độ khoảng từ 800 °C đến 1000 °C, và sau đó được thổi vào trong bộ phận trục lò cao.

Và trong phương pháp vận hành lò cao theo một trong các phương án được bộc lộ, điều quan trọng là sử dụng khí oxy thay cho luồng khí nóng (không khí được gia nhiệt đến khoảng 1200 °C) làm khí phun, như được mô tả ở trên.

Cụ thể, khi luồng khí nóng (không khí được gia nhiệt đến khoảng 1200 °C) được dùng làm khí phun, khí cháy chứa nitơ khoảng 50 % theo thể tích, mà không đóng góp vào phản ứng cháy, và do đó nhiệt độ ngọn lửa trong khu vực xoáy cuộn hầu như không cao. Do đó, khi phần lớn tác nhân khử được thổi vào trong lò cao được chuyển thành khí metan từ than cám, sự chênh lệch giữa nhiệt phản ứng trong phản ứng oxy-than cám và nhiệt phản ứng trong phản ứng oxy-khí metan được mô tả ở trên sẽ làm cho nhiệt độ đầu ra của ống bể tụt xuống, và cuối cùng nhiệt độ đầu ra của ống bể sẽ giảm xuống dưới 2000

°C, đây là giới hạn dưới của nhiệt độ thích hợp. Điều này dẫn đến các vấn đề vận hành như không đủ nhiệt cho đáy lò cao, tăng giảm áp suất và bước tháo hồng. Hơn nữa, vì khí sản phẩm phụ của lò cao chứa lượng lớn nitơ, nên cần phải phân tách nitơ ra khỏi cacbon dioxit trong quá trình ở trước quá trình tạo ra khí metan từ khí thải đốt cháy có nguồn gốc từ khí sản phẩm phụ của lò cao.

Mặt khác, việc sử dụng khí oxy làm khí phun có thể ngăn chặn sự trộn lẫn khí nitơ, mà không đóng góp vào phản ứng cháy, vì vậy nhiệt độ đầu ra của ống bễ có thể được nâng lên đến nhiệt độ vừa đủ. Điều này có nghĩa là nhiệt độ của ngọn lửa trong khu vực xoáy cuộn có thể cao hơn so với khi sử dụng luồng khí nóng. Do đó, ngay cả khi lượng lớn metan được thổi vào từ ống bễ làm tác nhân khử, nhiệt độ đầu ra của ống bễ có thể được kiểm soát trong phạm vi thích hợp từ 2000 °C đến 2400 °C.

Dựa trên các vấn đề nêu trên, điều quan trọng là sử dụng khí oxy làm khí thổi trong phương pháp vận hành lò cao theo một trong các phương án được bộc lộ.

Fig.6 minh họa, đối với các điều kiện mà luồng khí nóng (không khí được gia nhiệt đến khoảng 1200 °C) được sử dụng làm khí phun (sau đây gọi là điều kiện thổi luồng khí nóng) và các điều kiện mà khí oxy (nồng độ oxy: 100 %) được sử dụng làm khí phun (sau đây gọi là điều kiện thổi khí oxy), ví dụ về mối quan hệ giữa tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn trong tác nhân khử (sau đây được gọi đơn giản là tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn) như được mô tả dưới đây và nhiệt độ đầu ra của ống bễ. Trong cả hai điều kiện, toàn bộ tác nhân khử được thổi vào là khí metan tái sinh (nồng độ metan: 99,5 %).

Như minh họa trên Fig.6, trong điều kiện thổi luồng khí nóng, khi tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn là 52 kg/t hoặc lớn hơn (tức là lượng thổi khí metan tái sinh là 97 Nm³/t hoặc lớn hơn), nhiệt độ đầu ra của ống bễ giảm xuống dưới 2000 °C, đây là giới hạn dưới của nhiệt độ thích hợp. Do đó, dưới điều kiện thổi luồng khí nóng thường được sử dụng, tốc độ tiêu thụ các nguyên tử cacbon tuần hoàn là 55 kg/t hoặc lớn hơn, đặc biệt là 60 kg/t hoặc lớn hơn làm giảm nhiệt độ đầu ra của ống bễ, điều này khiến cho không thể thực hiện hoạt động ổn định.

Mặt khác, dưới điều kiện thổi khí oxy, nhiệt độ đầu ra của ống bể được giữ ở mức 2000 °C hoặc cao hơn ngay cả khi tốc độ tiêu thụ các nguyên tử cacbon tuần hoàn là 55 kg/t hoặc nhiều hơn, hoặc thậm chí 60 kg/t hoặc nhiều hơn.

Trong điều kiện thổi khí oxy được minh họa trên Fig.6, nhiệt độ đầu ra của ống bể vượt quá 2400 °C, là giới hạn trên của nhiệt độ thích hợp, trong khoảng mà tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn là từ 55 kg/t đến 80 kg/t. Điều này là do toàn bộ tác nhân khử được thổi vào là metan tái sinh. Khi khí metan bên ngoài được sử dụng làm một phần của tác nhân khử được thổi vào, nhiệt độ đầu ra của ống bể có thể được điều chỉnh trong khoảng từ 2000 °C đến 2400 °C ngay cả khi tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn nằm trong khoảng từ 55 kg/t đến 80 kg/t. Ngay cả khi toàn bộ tác nhân khử được thổi vào là metan tái sinh, nhiệt độ đầu ra của ống bể có thể được kiểm soát trong khoảng từ 2000 °C đến 2400 °C bằng cách điều chỉnh nồng độ oxy của khí oxy.

Nồng độ oxy trong khí oxy được sử dụng làm khí phun tốt hơn là 80 % hoặc lớn hơn theo thể tích. Cụ thể, khi nồng độ oxy trong khí oxy được sử dụng làm khí phun thấp, lượng khí đưa vào trong lò cao, và do đó hiện tượng áp suất tụt xuống trong lò cao có thể tăng lên, dẫn đến năng suất thấp hơn. Hơn nữa, trong quá trình lặp lại tuần hoàn khí, nồng độ khí metan trong khí metan tái sinh giảm tương đối. Do đó, nồng độ oxy trong khí oxy được sử dụng làm khí phun tốt hơn là 80 % hoặc lớn hơn theo thể tích. Nồng độ oxy tốt hơn là 90 % hoặc lớn hơn theo thể tích, và tốt hơn nữa là 95 % hoặc lớn hơn theo thể tích, và thậm chí tốt hơn nữa là 98 % hoặc lớn hơn theo thể tích. Đặc biệt là, khi nồng độ oxy là 90 % hoặc lớn hơn theo thể tích, nồng độ khí metan trong khí metan tái sinh có thể được duy trì ở mức cao (khoảng 90 % theo thể tích) mà không cần cấp khí metan bên ngoài kể cả khi lò cao vận hành vượt quá thời hạn vận hành bình thường, điều này rất thuận lợi. Nồng độ oxy có thể là 100 % theo thể tích.

Khí còn lại ngoài oxy trong khí oxy có thể bao gồm, ví dụ, nitơ, cacbon dioxit, và argon.

Nồng độ metan của khí metan được thổi vào bao gồm khí metan tái sinh

hoặc khí metan tái sinh và khí metan bên ngoài tốt hơn là 80 % hoặc lớn hơn theo thể tích.

Cụ thể, khi nồng độ khí metan trong khí metan thổi thấp, lượng khí thổi vào lò cao, và do đó việc giảm áp suất trong lò cao có thể tăng lên, dẫn đến năng suất thấp hơn. Hơn nữa, trong quá trình lặp lại tuần hoàn khí, nồng độ metan trong khí metan tái sinh giảm tương đối. Do đó, nồng độ metan của khí metan thổi tốt hơn là 80 % hoặc lớn hơn theo phần trăm thể tích. Nồng độ metan của khí metan được thổi vào tốt hơn là 90 % hoặc lớn hơn theo thể tích, và tốt hơn nữa là 95 % hoặc lớn hơn theo thể tích, và thậm chí tốt hơn nữa là 98 % hoặc lớn hơn theo thể tích. Nồng độ metan của khí metan được thổi có thể là 100 % theo thể tích.

Vì lý do tương tự, nồng độ metan của mỗi khí metan tái sinh và khí metan bên ngoài tốt hơn là 80 % hoặc lớn hơn theo thể tích. Nồng độ metan của mỗi khí metan tái sinh và khí metan bên ngoài tốt hơn nữa là 90 % hoặc lớn hơn theo thể tích, còn tốt hơn nữa là 95 % hoặc lớn hơn theo thể tích, thậm chí tốt hơn nữa là 98 % hoặc lớn hơn theo thể tích. Nồng độ metan của mỗi khí metan tái sinh và khí metan bên ngoài có thể là 100 % theo thể tích.

Khí còn lại ngoài metan trong khí metan thổi, khí metan tái sinh và khí metan bên ngoài có thể bao gồm, ví dụ, cacbon monoxit, cacbon dioxit, hydro và hydrocacbon, và khí tạp chất như nitơ.

Khi nồng độ metan trong khí metan tái sinh giảm, nồng độ metan trong khí metan được thổi vào có thể được giữ ở mức cao, ví dụ, bằng cách làm giảm tỷ lệ khí metan tái sinh trong khí metan được thổi vào trong khi tăng tỷ lệ khí metan bên ngoài với nồng độ metan cao.

Trong phương pháp vận hành lò cao theo một trong các phương án được bộc lộ, tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn trong tác nhân khử tốt hơn là 55 kg/t hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là 60 kg/t hoặc lớn hơn.

Tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn là khối lượng đương lượng cacbon của khí metan tái sinh mà được thổi vào trong lò cao làm tác nhân khử để tạo ra 1 tấn kim loại nóng chảy, và thu được theo phương trình sau:

$$[\text{Tỷ lệ tiêu thụ nguyên tử cacbon tuần hoàn (kg/t)}] = [\text{Khối lượng metan trong khí metan tái sinh được thổi vào trong lò cao làm tác nhân khử (kg)}] \times (12/16) \div [\text{Sản lượng kim loại nóng chảy (t)}].$$

Để lò cao hoạt động ổn định, nói chung cần kiểm soát nhiệt độ đầu ra của ống bể trong phạm vi từ 2000 °C đến 2400 °C. Do đó, khi luồng khí nóng (không khí nóng lên khoảng 1200 °C) được sử dụng làm khí phun, khí metan chỉ có thể được thổi vào trong lò cao với khối lượng tương đương cacbon khoảng 52 kg/t để giữ cho nhiệt độ đầu ra của ống bể nằm trong phạm vi nêu trên. Cụ thể, ngay cả khi toàn bộ khí metan được thổi vào trong lò cao là khí metan tái sinh, tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn trong tác nhân khử chỉ khoảng 52 kg/t.

Mặt khác, trong phương pháp vận hành lò cao theo một trong các phương án được bộc lộ, ngay cả khi lượng khí metan thổi vào tăng lên đáng kể, nhiệt độ đầu ra của ống bể có thể được điều chỉnh trong phạm vi 2000 °C đến 2400 °C. Do đó, tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn trong tác nhân khử có thể được tăng lên đến 55 kg/t hoặc lớn hơn, và thậm chí 60 kg/t hoặc lớn hơn. Điều này sẽ làm tăng việc sử dụng khí metan tái sinh có nguồn gốc từ cacbon monoxit và cacbon dioxit có trong khí sản phẩm phụ của lò cao, làm giảm hơn nữa sự phát thải cacbon dioxit từ lò cao. Tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn trong tác nhân khử tốt hơn là 80 kg/t hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 90 kg/t hoặc lớn hơn. Không có giới hạn trên nào được đặt ra đối với tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn trong tác nhân khử, nhưng giới hạn trên tốt hơn là 110 kg/t hoặc nhỏ hơn.

Tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn trong tác nhân khử có thể được kiểm soát bằng cách điều chỉnh lượng khí metan tái sinh trong tác nhân khử được thổi vào mà được thổi vào trong ống bể.

Đặc biệt, bằng cách thiết lập tỷ lệ khí metan tái sinh trong khí metan thổi là 80 % hoặc lớn hơn theo thể tích, tốt hơn là 90 % hoặc lớn hơn theo thể tích, có thể đạt được hiệu quả giảm phát thải cacbon dioxit cao.

Hơn nữa, nếu có phần dư của khí metan tái sinh, phần dư này có thể được cung cấp cho các nhà máy luyện thép.

Lượng thổi khí oxy và tác nhân khử, cũng như các điều kiện vận hành khác, không bị giới hạn và có thể được xác định một cách thích hợp theo công suất của lò cao và tương tự.

[Phương tiện phụ trợ lò cao]

Phương tiện phụ trợ lò cao theo một trong các phương án được bộc lộ là phương tiện hỗ trợ lò cao được sử dụng trong phương pháp vận hành lò cao như được mô tả ở trên, bao gồm

phương tiện đốt cháy dùng để đốt cháy khí sản phẩm phụ của lò cao bằng cách sử dụng khí hỗ trợ đốt cháy,

thiết bị tạo khí metan dùng để tạo ra khí metan tái sinh bằng cách sử dụng khí thải đốt cháy, và

thiết bị thổi khí có bộ phận cấp khí metan dùng để đưa khí metan tái sinh vào trong ống bể của lò cao và bộ phận cấp khí oxy dùng để đưa khí oxy được sử dụng làm khí phun vào trong ống bể của lò cao.

Ở đây, phương tiện đốt cháy là phương tiện mà đốt cháy khí sản phẩm phụ của lò cao bằng cách sử dụng khí hỗ trợ đốt cháy, chẳng hạn như lò hơi phát điện, lò gia nhiệt, và lò ủ.

Ví dụ, thiết bị tạo khí metan có phần nạp khí thải đốt cháy, phần nạp khí hydro, và phần phản ứng. Trong phần phản ứng, khí thải đốt cháy được lấy từ phần nạp khí thải đốt cháy và khí hydro được lấy từ phần nạp khí hydro được phản ứng để tạo ra khí metan tái sinh.

Vì phản ứng tạo ra khí metan tạo ra nhiệt, nên phần phản ứng tốt hơn là được trang bị cơ cấu làm mát.

Như được mô tả ở trên, ví dụ, như được minh họa trên Fig.2A, thiết bị thổi khí bao gồm ống nhiều đồng trục có ống trung tâm 4-1 và ống ngoài 4-3. Sau đó, khí metan (khí metan tái sinh và một cách thích hợp, khí metan bên ngoài như mô tả bên dưới) được đưa vào đoạn bên trong của ống trung tâm, mà đóng vai trò là bộ phận cấp khí metan (đoạn), và khí oxy được đưa vào đường ống hình khuyên giữa ống trung tâm 4-1 và ống ngoài 4-3, đóng vai trò là bộ phận cấp khí oxy (đoạn).

Tác nhân khử được thổi vào khác, ví dụ, than cám, nhựa phế thải, hoặc khí khử chẳng hạn như khí hydro hoặc khí cacbon monoxit, có thể được sử dụng cùng nhau.

Khi sử dụng tác nhân khử được thổi vào khác, nó cũng có thể được đưa vào bộ phận cấp khí metan. Khi sử dụng than cám hoặc nhựa phế thải làm tác nhân khử được thổi vào khác, tốt hơn là cung cấp, riêng biệt với bộ phận cấp khí metan, bộ phận (đường dẫn) cấp tác nhân khử khác mà than cám hoặc nhựa phế thải đi qua. Trong trường hợp này, như được minh họa trên Fig.2B, ví dụ, thiết bị thổi khí bao gồm nhiều ống đồng trục, ngoài ống trung tâm 4-1 và ống ngoài 4-3, có ống trong 4-2 được bố trí giữa ống trung tâm 4-1 và ống ngoài 4-3. Sau đó, tác nhân khử được thổi vào khác chẳng hạn như than cám hoặc nhựa phế thải được đưa vào từ đường dẫn bên trong của ống trung tâm, mà đóng vai trò làm bộ phận cấp tác nhân khử khác. Hơn nữa, khí metan được đưa vào từ đường ống hình khuyên giữa ống trung tâm 4-1 và ống ngoài 4-3, mà là bộ phận cung cấp khí metan và oxy được đưa vào từ đường ống hình khuyên giữa ống trong 4-2 và ống ngoài 4-3, mà là bộ phận cung cấp khí oxy.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Việc sử dụng lò cao và phương tiện hỗ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên các Fig.1 và từ Fig.3 đến Fig.5, hoạt động của lò cao được tiến hành dưới các điều kiện được liệt kê trong Bảng 1, và nhiệt độ đầu ra của ống bể và sự phát thải cacbon dioxit từ lò cao trong quá trình vận hành đã được đánh giá. Kết quả đánh giá được chỉ ra trong Bảng 1.

Trên các hình vẽ từ Fig.3 đến Fig.5, ký hiệu tham chiếu 9 là lò điều nhiệt không khí nóng, 10 là thiết bị phân tách khí, và 11 là thiết bị khử nước dùng cho khí xả của lò điều nhiệt không khí nóng.

Trong ví dụ 1, lò cao và phương tiện phụ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig.1 được sử dụng để đưa một phần khí sản phẩm phụ của lò cao vào phương tiện đốt cháy. Sau đó, khí sản phẩm phụ của lò cao được đốt cháy trong phương tiện đốt cháy để tạo ra khí metan tái sinh từ khí thải đốt cháy. Phần dư của khí sản phẩm phụ của lò cao được cung cấp cho nhà máy luyện thép. Khí metan tái sinh được sử dụng làm toàn bộ tác nhân khử được thổi vào, và phần dư của khí metan tái sinh được cung cấp cho các nhà máy luyện thép.

Trong ví dụ 2, lò cao và phương tiện phụ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig.1 được sử dụng để đưa một phần khí sản phẩm phụ của lò cao vào phương tiện đốt cháy. Sau đó, khí sản phẩm phụ của lò cao được đốt cháy trong phương tiện đốt cháy để tạo ra khí metan tái sinh từ khí thải đốt cháy. Phần dư của khí sản phẩm phụ của lò cao được cung cấp cho nhà máy luyện thép. Khí metan tái sinh được sử dụng làm toàn bộ tác nhân khử được thổi vào, và lượng khí metan tái sinh đã tạo ra được điều chỉnh sao cho phần dư của khí metan tái sinh không được tạo ra.

Trong ví dụ 3, lò cao và phương tiện phụ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig.1 được sử dụng để đưa toàn bộ khí sản phẩm phụ của lò cao vào phương tiện đốt cháy. Sau đó, khí sản phẩm phụ của lò cao được đốt cháy trong phương tiện đốt cháy để tạo ra khí metan tái sinh từ khí thải đốt cháy. Khí metan tái sinh được sử dụng làm toàn bộ tác nhân khử được thổi vào, và phần dư của khí metan tái sinh được cung cấp cho các nhà máy luyện thép.

Trong ví dụ 4, lò cao và phương tiện phụ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig.1 được sử dụng để đưa một phần khí sản phẩm phụ của lò cao vào phương tiện đốt cháy. Sau đó, khí sản phẩm phụ của lò cao được đốt cháy trong phương tiện đốt cháy để tạo ra khí metan tái sinh từ khí thải đốt cháy. Phần dư của khí sản phẩm phụ của lò cao được cung cấp cho nhà máy luyện thép. Ngoài khí metan tái sinh, khí metan bên ngoài có nguồn gốc từ nhiên liệu hóa thạch cũng được sử dụng làm tác nhân khử thổi.

Trong ví dụ 5, lò cao và phương tiện phụ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig.1 được sử dụng để đưa một phần khí sản phẩm phụ của lò cao vào phương tiện đốt cháy. Sau đó, khí sản phẩm phụ của lò cao được đốt cháy trong phương tiện đốt cháy để tạo ra khí metan tái sinh từ khí thải đốt cháy. Là khí hỗ trợ đốt cháy được sử dụng trong phương tiện đốt cháy, khí thu được bằng cách pha loãng oxy nguyên chất với khí thải đốt cháy (chủ yếu gồm CO_2) được sử dụng. Phần dư của khí sản phẩm phụ của lò cao được cung cấp cho nhà máy luyện thép. Ngoài khí metan tái sinh, khí metan bên ngoài có nguồn gốc từ nhiên liệu hóa thạch cũng được sử dụng làm tác nhân khử thổi.

Mặt khác, trong ví dụ so sánh 1, lò cao và phương tiện phụ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig.3 đã được sử dụng. Cụ thể, ví dụ so sánh 1

là phương pháp vận hành chung của lò cao mà sử dụng luồng khí nóng (không khí được gia nhiệt đến khoảng 1200 °C (nồng độ oxy: khoảng 21 % đến 25 % theo thể tích)) làm khí phun và than cám làm tác nhân khử được thổi vào. Khí metan tái sinh không được sản xuất từ khí sản phẩm phụ của lò cao.

Trong ví dụ so sánh 2, lò cao và phương tiện hỗ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig.4 đã được sử dụng. Luồng khí nóng (không khí được gia nhiệt đến khoảng 1200 °C (nồng độ oxy: khoảng 21 % đến 25 % theo thể tích)) được sử dụng làm khí phun và khí metan tái sinh được sử dụng làm tác nhân khử được thổi vào. Trước khi tạo ra khí metan tái sinh, cacbon monoxit và cacbon dioxit được tách ra từ khí sản phẩm phụ của lò cao, và khí metan tái sinh được tạo ra từ cacbon monoxit và cacbon dioxit đã được tách riêng.

Trong ví dụ so sánh 3, lò cao và phương tiện hỗ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig.5 đã được sử dụng. Luồng khí nóng (không khí được gia nhiệt đến khoảng 1200 °C (nồng độ oxy: khoảng 21 % đến 25 % theo thể tích)) được sử dụng làm khí phun và khí metan tái sinh được sử dụng làm tác nhân khử được thổi vào. Trong quá trình tạo ra khí metan tái sinh, khí sản phẩm phụ của lò điều nhiệt không khí nóng (sau đây còn được gọi là khí xả lò điều nhiệt không khí nóng) đã được sử dụng thay cho khí sản phẩm phụ của lò cao. Sau đó, cacbon dioxit được tách ra khỏi khí xả của lò điều nhiệt không khí nóng, và khí metan tái sinh được tạo ra từ cacbon dioxit được tách ra.

Trong ví dụ so sánh 4, lò cao và phương tiện phụ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig.1 được sử dụng để đưa một phần khí sản phẩm phụ của lò cao vào phương tiện đốt cháy. Sau đó, khí sản phẩm phụ của lò cao được đốt cháy trong phương tiện đốt cháy để tạo ra khí metan tái sinh từ khí thải đốt cháy. Phần dư của khí sản phẩm phụ của lò cao được cung cấp cho nhà máy luyện thép. Ngoài khí metan tái sinh, khí metan bên ngoài có nguồn gốc từ nhiên liệu hóa thạch cũng được sử dụng làm tác nhân khử thổi.

Trong ví dụ So sánh 5, cũng như với ví dụ So sánh 2, lò cao và phương tiện hỗ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig.4 đã được sử dụng. ví dụ so sánh 5 có cùng điều kiện với ví dụ so sánh 2, ngoại trừ tỷ lệ khí metan thổi vào tăng lên.

Với mục đích so sánh, các thông số kỹ thuật của lò cao được tiêu chuẩn

hóa càng nhiều càng tốt. Cụ thể, hiệu suất trực là 94 % và tổn thất nhiệt là 150000 kcal/t.

Đơn vị "kcal/t" dùng để chỉ lượng tổn hao nhiệt (kcal) được tạo ra khi sản xuất 1 tấn kim loại nóng. Tương tự, đơn vị "kg/t" được sử dụng cho tỷ lệ than cốc, có nghĩa là lượng than cốc (kg) được sử dụng để sản xuất 1 tấn kim loại nóng, v.v. Hơn nữa, đơn vị "Nm³/t" được sử dụng làm tỷ lệ khí metan thổi ra dùng để chỉ lượng metan (Nm³) trong khí metan được thổi vào mà được thổi được thổi vào trong lò cao để tạo ra 1 tấn kim loại nóng chảy (tỷ lệ metan được thổi vào là tổng của tỷ lệ metan tái sinh và tỷ lệ metan bên ngoài, nhưng khí metan tái sinh chứa lượng nhỏ khí còn lại không phải metan. Các giá trị của tỷ lệ metan tái sinh và tỷ lệ metan bên ngoài liệt kê trong Bảng 1 đều là lượng metan không bao gồm lượng nhỏ khí còn lại không phải là metan và thu được bằng cách làm tròn số đến một chữ số thập phân. Do đó, mỗi tỷ lệ metan được thổi vào được liệt kê trong Bảng 1 đôi khi khác với tổng tỷ lệ metan tái sinh và tỷ lệ metan bên ngoài tương ứng. Có thể áp dụng tương tự đối với các trị số khác trên Bảng 1).

Ngoài ra, tên mục "Đầu vào lò cao C" trong Bảng 1 đề cập đến khối lượng (kg) nguyên tử cacbon có nguồn gốc bên ngoài (cụ thể được chứa trong than cốc, than cám, và khí metan bên ngoài) được sử dụng để sản xuất 1 tấn kim loại nóng chảy

Bảng 1

			Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3
Thông số kỹ thuật của lò cao	Hiệu suất của trục	-	0,94	0,94	0,94
	Tổn thất	kcal/t	150000	150000	150000
	Tỷ lệ than cốc	kg/t	338	338	338
		kg/t	0	0	0
	Tỷ lệ than cám	Nm ³ /t	200	200	200
	Tác nhân khử (Tác nhân khử được thổi vào)	Nm ³ /t	200	200	200
	Tỷ lệ metan tái sinh	Nm ³ /t	0	0	0
	Tỷ lệ metan bên ngoài	Nm ³ /t	321	321	321
	Lượng cung cấp	°C	25	25	25
	Nhiệt độ cung cấp	-	khí oxy	khí oxy	khí oxy
Quá trình đốt cháy	Loại	% theo thể tích	100	100	100
	Nồng độ oxy	Nm ³ /t	1034	1034	1034
	Lượng khí sản phẩm phụ của lò cao được tạo ra	-	khí sản phẩm phụ của lò cao	khí sản phẩm phụ của lò cao	khí sản phẩm phụ của lò cao
	Loại khí đốt cháy	Nm ³ /t	527	264	1034
	Lượng khí đốt cháy	Nm ³ /t	150	75	294
		-	khí oxy	khí oxy	khí oxy
	Khí hỗ trợ đốt cháy	% theo thể tích	100	100	100
		% theo thể tích	0	0	0
		% theo thể tích	0	0	0
	Khí còn lại (chẳng hạn như N ₂)	Nm ³ /t	402	201	788
Quá trình đốt cháy	Tổng lượng tạo ra	Nm ³ /t	0	0	0
	Lượng được sử dụng để pha loãng dùng cho việc điều chế khí hỗ trợ đốt cháy	Nm ³ /t	402	201	788
	Lượng phát thải	-	CO ₂	CO ₂	CO ₂
	Loại khí được chứa	% theo thể tích	0,4	0,4	0,4
	Khí còn lại (chẳng hạn như N ₂)				

Bảng 1 (tiếp)

Quá trình phân tách khí	Có/không có quá trình phân tách		Ví dụ 1		Ví dụ 2		Ví dụ 3	
			không có	không có	không có	không có	không có	không có
Quá trình tạo ra khí metan	Loại khí trước khi phân tách	-	-	-	-	-	-	-
	Lượng khí trước khi phân tách	Nm ³ /t	-	-	-	-	-	-
	Loại khí sau khi phân tách	-	-	-	-	-	-	-
	Lượng khí sau khi phân tách	Nm ³ /t	-	-	-	-	-	-
	Loại khí nguyên liệu thô	-	khí thải đốt cháy	khí thải đốt cháy	khí thải đốt cháy	khí thải đốt cháy	khí thải đốt cháy	khí thải đốt cháy
Phân phối khí	Lượng khí nguyên liệu thô	Nm ³ /t	402	201	201	788	788	788
	Lượng khí hydro được cung cấp	Nm ³ /t	1601	801	801	3141	3141	3141
	Lượng khí metan tái sinh được tạo ra	Nm ³ /t	402	201	201	788	788	788
	Nồng độ metan của khí metan tái sinh	% theo thể tích	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6
	Lượng khí metan tái sinh trong khí metan được thổi vào	Nm ³ /t	201	201	201	201	201	201
Cân bằng C	Lượng khí metan tái sinh trong khí metan dư (lượng cấp cho các nhà máy thép)	Nm ³ /t	201	0	0	587	587	587
	Lượng khí sản phẩm phụ của lò cao dư (lượng cấp cho các nhà máy thép)	Nm ³ /t	507	770	770	0	0	0
	Tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn	kg/t	107	107	107	107	107	107
	C được nạp vào lò cao	kg/t	290	290	290	290	290	290
	Lượng CO ₂ bị phát thải từ lò cao ra bên ngoài	kg/t	1064	1064	1064	1064	1064	1064
Kết quả đánh giá	Nhiệt độ đầu ra của ống bể	°C	2046	2046	2046	2046	2046	2046

Bảng 1 (tiếp tục)

			Ví dụ 4	Ví dụ 5	Ví dụ so sánh 1
Thông số kỹ thuật của lò cao	Hiệu suất của trục	-	0,94	0,94	0,94
	Tổn thất	kcal/t	150000	150000	150000
	Tỷ lệ than cốc	kg/t	338	338	331
	Tỷ lệ than cám	kg/t	0	0	170
	Tỷ lệ metan được thổi vào	Nm ³ /t	200	200	0
	Tỷ lệ metan tái sinh	Nm ³ /t	112	200	0
	Tỷ lệ metan bên ngoài	Nm ³ /t	88	0	0
	Lượng cung cấp	Nm ³ /t	321	321	1006
	Nhiệt độ cung cấp	°C	25	25	1200
	Loại	-	khí oxy	khí oxy	luồng khí nóng
Quá trình đốt cháy	Nồng độ oxy	% theo thể tích	100	100	25
	Lượng khí sản phẩm phụ của lò cao được tạo ra	Nm ³ /t	1034	1034	1517
	Loại khí đốt cháy	-	khí sản phẩm phụ của lò cao	khí sản phẩm phụ của lò cao	-
	Lượng khí đốt cháy	Nm ³ /t	147	527	-
	Lượng cung cấp	Nm ³ /t	42	748	-
	Loại	-	khí oxy	khí oxy (được pha loãng với khí thải đốt cháy)	-
	Nồng độ oxy	% theo thể tích	100	20	-
	Nồng độ cacbon dioxit	% theo thể tích	0	79,7	-
	Khí còn lại (chẳng hạn như N ₂)	% theo thể tích	0	0,3	-
	Tổng lượng tạo ra	Nm ³ /t	112	1001	-
Khí thải đốt cháy	Lượng được sử dụng để pha loãng dùng cho việc điều chế khí hỗ trợ đốt cháy	Nm ³ /t	0	599	-
	Lượng phát thải	Nm ³ /t	112	402	-
	Loại khí được chứa	-	CO ₂	CO ₂	-
	Khí còn lại (chẳng hạn như N ₂)	% theo thể tích	0,4	0,4	-

Bảng 1 (tiếp)

Quá trình phân tách khí			Ví dụ 4	Ví dụ 5	Ví dụ so sánh 1
	Có/không có quá trình phân tách	-	không có	không có	không có
Quá trình tạo ra khí metan	Loại khí trước khi phân tách	-	-	-	-
	Lượng khí trước khi phân tách	Nm ³ /t	-	-	-
	Loại khí sau khi phân tách	-	-	-	-
	Lượng khí sau khi phân tách	Nm ³ /t	-	-	-
	Loại khí nguyên liệu thô	-	khí thải đốt cháy	khí thải đốt cháy	-
Phân phối khí	Lượng khí nguyên liệu thô	Nm ³ /t	112	402	-
	Lượng khí hydro được cung cấp	Nm ³ /t	448	1601	-
	Lượng khí metan tái sinh được tạo ra	Nm ³ /t	112	402	-
	Nồng độ metan của khí metan tái sinh	% theo thể tích	99,6	99,6	-
	Lượng khí metan tái sinh trong khí metan được thổi vào	Nm ³ /t	112	201	-
Cân bằng C	Lượng khí metan tái sinh trong khí metan dư (lượng cấp cho các nhà máy thép)	Nm ³ /t	0	201	-
	Lượng khí sản phẩm phụ của lò cao dư (lượng cấp cho các nhà máy thép)	Nm ³ /t	886	507	1144
	Tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn	kg/t	60	107	0
Kết quả đánh giá	C được nạp vào lò cao	kg/t	338	290	420
	Lượng CO ₂ bị phát thải từ lò cao ra bên ngoài	kg/t	1238	1064	1539
	Nhiệt độ đầu ra của ống bể	°C	2046	2046	2179

Bảng 1 (tiếp tục)

		Ví dụ so sánh 2	Ví dụ so sánh 3	Ví dụ so sánh 4	Ví dụ so sánh 5
Thông số kỹ thuật của lò cao	Hiệu suất của trục	-	0,94	0,94	0,94
	Tổn thất	kcal/t	150000	150000	150000
	Tỷ lệ than cốc	kg/t	410	410	398
	Tác nhân	kg/t	0	0	0
	Tỷ lệ than cám				
	Tỷ lệ metan được thổi vào	Nm ³ /t	97	200	112
	Tỷ lệ metan tái sinh	Nm ³ /t	97	75	112
	Tỷ lệ metan bên ngoài (thổi vào)	Nm ³ /t	0	126	0
	Lượng cung cấp	Nm ³ /t	1053	321	1064
	Nhiệt độ cung cấp	°C	1200	25	1200
Quá trình đốt cháy	Loại khí phun		luồng khí nóng	khí oxy	luồng khí nóng
	Nồng độ oxy	% theo thể tích	25	100	25
	Lượng khí sản phẩm phụ của lò cao được tạo ra	Nm ³ /t	1587	1034	1607
	Loại khí đốt cháy	-	-	khí sản phẩm phụ của lò cao	-
	Lượng khí đốt cháy	Nm ³ /t	-	98	-
	Lượng cung cấp	Nm ³ /t	-	28	-
	Loại	-	-	khí oxy	-
	Nồng độ oxy	% theo thể tích	-	100	-
	Nồng độ cacbon dioxit	% theo thể tích	-	0	-
	Khí còn lại (chẳng hạn như N ₂)	% theo thể tích	-	0	-
Khí thải đốt cháy	Tổng lượng tạo ra	Nm ³ /t	-	75	-
	Lượng được sử dụng để pha loãng dùng cho việc điều chế khí hỗ trợ đốt cháy	Nm ³ /t	-	0	-
	Lượng phát thải	Nm ³ /t	-	75	-
	Loại khí được chứa	-	-	CO ₂	-
	Khí còn lại (chẳng hạn như N ₂)	% theo thể tích	-	0,4	-

Bảng 1 (tiếp tục)

			Ví dụ so sánh 2	Ví dụ so sánh 3	Ví dụ so sánh 4	Ví dụ so sánh 5
Quá trình phân tách khí	Có/không có quá trình phân tách	-	có	có	không có	có
	Loại khí trước khi phân tách	-	khí sản phẩm phụ của lò cao	khí thải của lò điều nhiệt không khí nóng	-	khí sản phẩm phụ của lò cao
	Lượng khí trước khi phân tách	Nm ³ /t	232	704	-	272
	Loại khí sau khi phân tách	-	CO, CO ₂	CO ₂	-	CO, CO ₂
	Lượng khí sau khi phân tách	Nm ³ /t	97	179	-	112
Quá trình tạo ra khí metan	Loại khí nguyên liệu thô	-	CO, CO ₂	CO ₂	khí thải đốt cháy	CO, CO ₂
	Lượng khí nguyên liệu thô	Nm ³ /t	97	179	75	112
	Lượng khí hydro được cung cấp	Nm ³ /t	342	715	299	393
	Lượng khí metan tái sinh được tạo ra	Nm ³ /t	97	179	75	112
	Nồng độ metan của khí metan tái sinh	% theo thể tích	100,0	100,0	99,6	100,0
Phân phối khí	Lượng khí metan tái sinh trong khí metan được thổi vào	Nm ³ /t	97	97	75	112
	Lượng khí metan tái sinh trong khí metan dư (lượng cấp cho các nhà máy thép)	Nm ³ /t	0	81	0	0
	Lượng khí sản phẩm phụ của lò cao dư (lượng cấp cho các nhà máy thép)	Nm ³ /t	960	1192	935	934
Cân bằng C	Tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn	kg/t	52	52	40	60
	C được nạp vào lò cao	kg/t	353	353	358	342
Kết quả đánh giá	Lượng CO ₂ bị phát thải từ lò cao ra bên ngoài	kg/t	1293	1293	1311	1255
	Nhiệt độ đầu ra của ống bể	°C	2000	2000	2046	1941

Như được chỉ ra trong bảng 1, trong tất cả các ví dụ, lượng cacbon dioxit được phát thải từ lò cao ra bên ngoài có thể được giảm xuống trong khi duy trì hoạt động ổn định của lò cao bằng cách kiểm soát nhiệt độ đầu ra của ống bễ trong phạm vi từ 2000 °C đến 2400 °C. cụ thể, trong các ví dụ từ 1 đến 3 và ví dụ 5, lượng cacbon dioxit được phát thải từ lò cao ra bên ngoài có thể được giảm xuống một cách đáng kể.

Mặt khác, các ví dụ so sánh 1 đến 4 không cung cấp đủ hiệu quả giảm phát thải cacbon dioxit. Trong ví dụ so sánh 5, lò cao không thể hoạt động ổn định vì nhiệt độ đầu ra của ống bễ thấp hơn 2000 °C do lượng khí metan thổi ra tăng lên.

Danh sách số chỉ dẫn

- 1: lò cao
- 2: ống bễ
- 3: thiết bị tạo khí metan
- 4: thiết bị thổi khí
 - 4-1: ống trung tâm
 - 4-2: ống trong
 - 4-3: ống ngoài
- 5: thiết bị khử nước thứ nhất
- 6: thiết bị khử nước thứ hai
- 7: vòi đốt
 - 7-3: phương tiện đốt cháy
 - 7-4: thiết bị khử nước cho khí thải đốt cháy
- 8: khu vực xoáy cuộn
- 9: lò điều nhiệt không khí nóng
- 10: thiết bị phân tách khí
- 11: thiết bị khử nước cho khí thải lò điều nhiệt không khí nóng

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp vận hành lò cao, bao gồm các bước

đốt cháy, với việc sử dụng khí hỗ trợ đốt cháy, ít nhất một phần của khí sản phẩm phụ của lò cao, mà là khí sản phẩm phụ được xả ra từ lò cao, trong phương tiện đốt cháy,

tạo ra khí metan tái sinh bằng cách sử dụng khí thải đốt cháy được xả ra từ phương tiện đốt cháy, và

thổi khí phun và tác nhân khử vào lò cao từ ống bể,

trong đó khí phun là khí oxy, khí metan tái sinh được sử dụng như ít nhất một phần của tác nhân khử, và khí oxy được sử dụng làm khí hỗ trợ đốt cháy,

tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn trong tác nhân khử là 55 kg/t hoặc lớn hơn, tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn là khối lượng đương lượng cacbon của khí metan tái sinh mà được thổi vào trong lò cao làm tác nhân khử để tạo ra 1 tấn kim loại nóng chảy và

khí oxy được sử dụng làm khí phun có nồng độ oxy là 80 % hoặc lớn hơn theo thể tích.

2. Phương pháp vận hành lò cao theo điểm 1, trong đó tốc độ tiêu thụ các nguyên tử cacbon tuần hoàn trong tác nhân khử là 60 kg/t hoặc lớn hơn,

trong đó tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần thu được theo phương trình sau:

$$[\text{Tỷ lệ tiêu thụ nguyên tử cacbon tuần hoàn (kg/t)}] = [\text{Khối lượng metan trong khí metan tái sinh được thổi vào trong lò cao làm tác nhân khử (kg)}] \times (12/16) \div [\text{Sản lượng kim loại nóng chảy (t)}].$$

3. Phương pháp vận hành lò cao theo điểm 1 hoặc 2, trong đó khí oxy được sử dụng làm khí hỗ trợ đốt cháy có nồng độ oxy là 80 % hoặc lớn hơn theo thể tích.

4. Phương pháp vận hành lò cao theo điểm 1 hoặc 2, trong đó khí oxy được sử dụng làm khí hỗ trợ đốt cháy có nồng độ oxy là 20 % hoặc lớn

hơn theo thể tích và tổng nồng độ của oxy và cacbon dioxit là 80 % hoặc lớn hơn theo thể tích.

5. Phương pháp vận hành lò cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó một phần khí sản phẩm phụ của lò cao được đốt cháy trong phương tiện đốt cháy và phần dư của khí sản phẩm phụ của lò cao được cung cấp cho nhà máy luyện thép.

6. Phương pháp vận hành lò cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó phần dư của khí metan tái sinh được cấp cho các nhà máy luyện thép.

7. Phương pháp vận hành lò cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó phương pháp này không bao gồm bước phân tách cacbon monoxit và cacbon dioxit từ khí thải đốt cháy.

8. Phương tiện hỗ trợ lò cao được sử dụng trong phương pháp vận hành lò cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, bao gồm

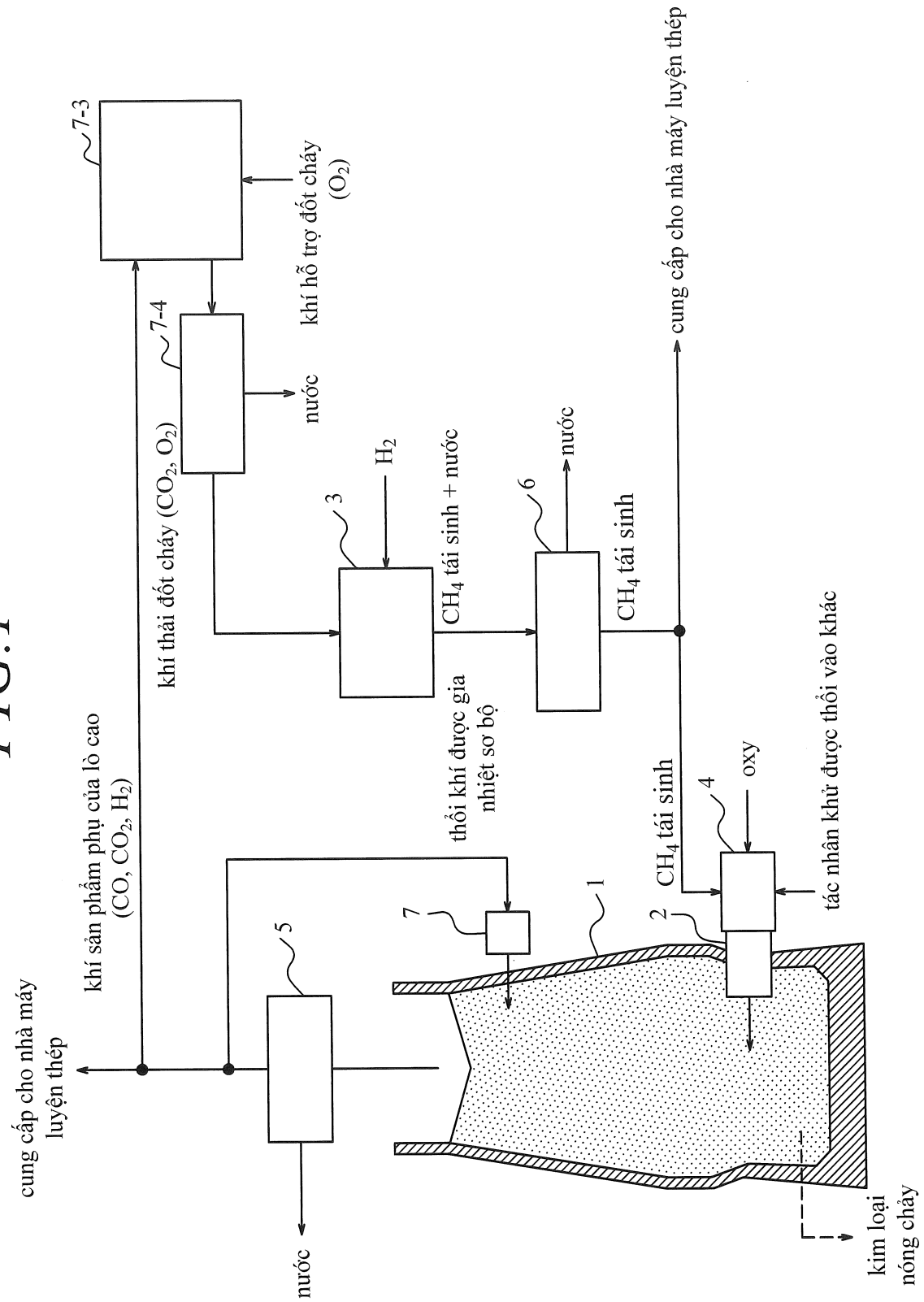
phương tiện đốt cháy dùng để đốt cháy khí sản phẩm phụ của lò cao bằng cách sử dụng khí hỗ trợ đốt cháy,

thiết bị tạo khí metan dùng để tạo ra khí metan tái sinh bằng cách sử dụng khí thải đốt cháy, và

thiết bị thổi khí có bộ phận cấp khí metan dùng để đưa khí metan tái sinh vào trong ống bể của lò cao và bộ phận cấp khí oxy dùng để đưa khí oxy được sử dụng làm khí phun vào trong ống bể của lò cao.

1/6

FIG. 1



2/6

FIG. 2A

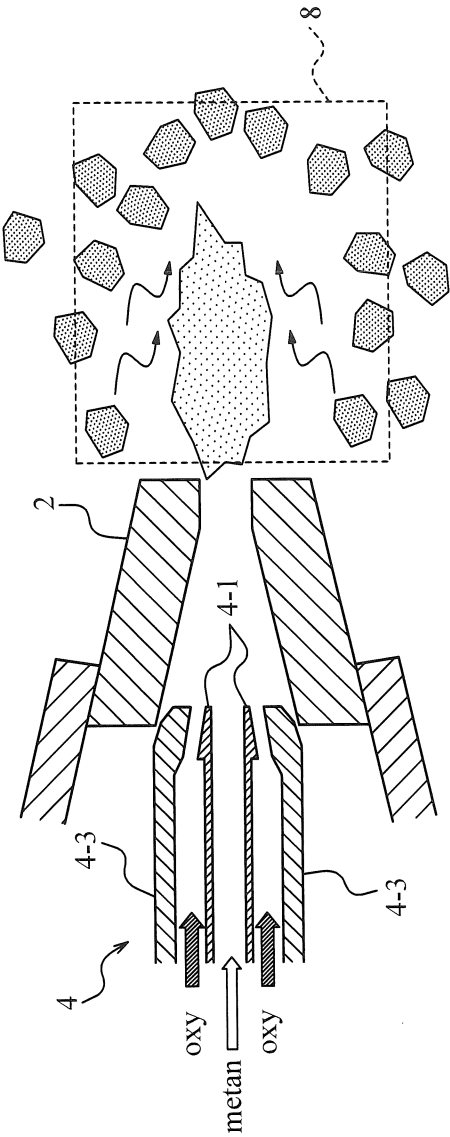
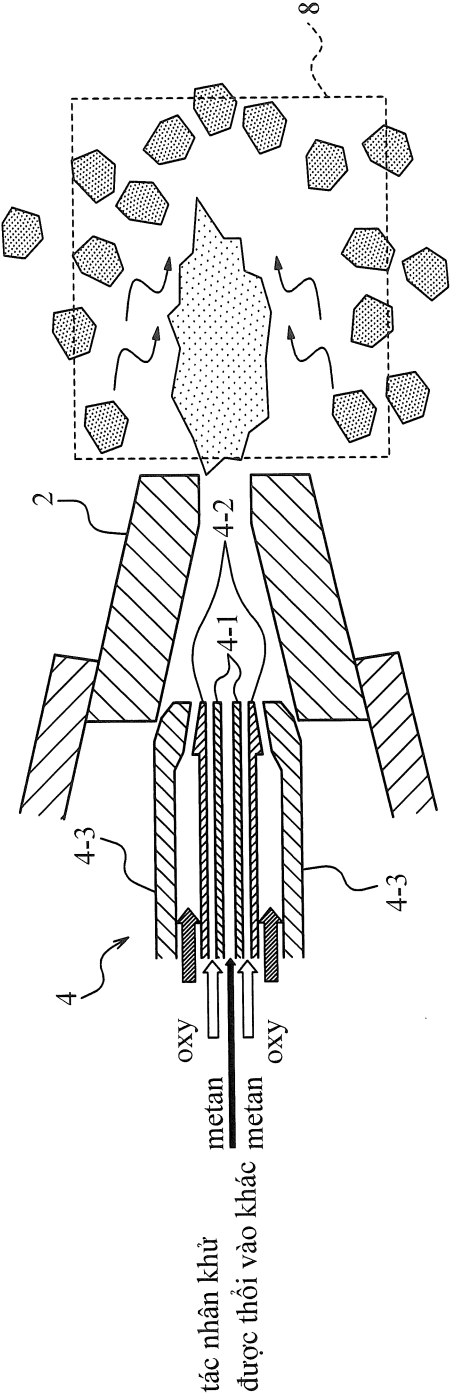
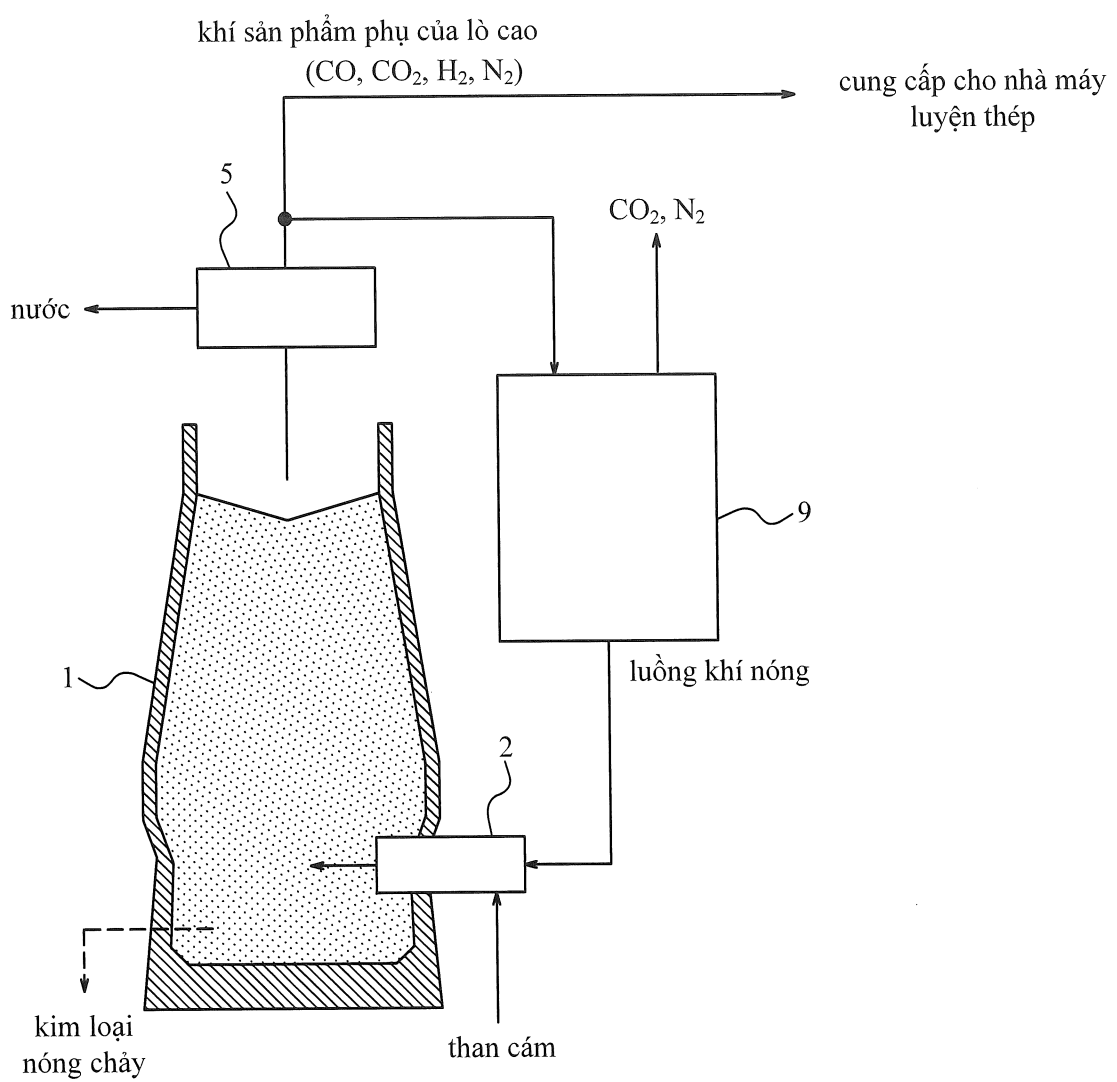


FIG. 2B



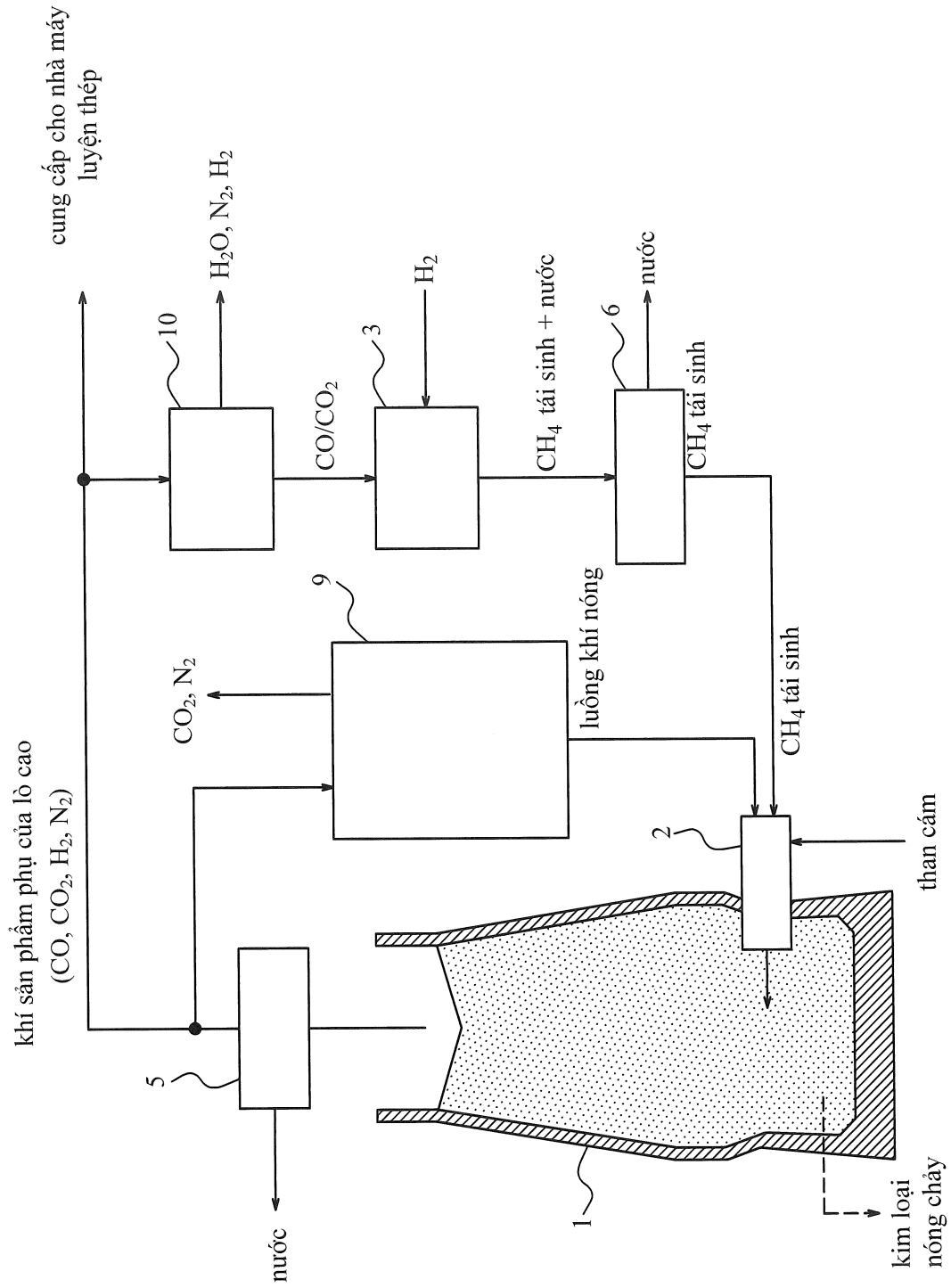
3/6

FIG.3



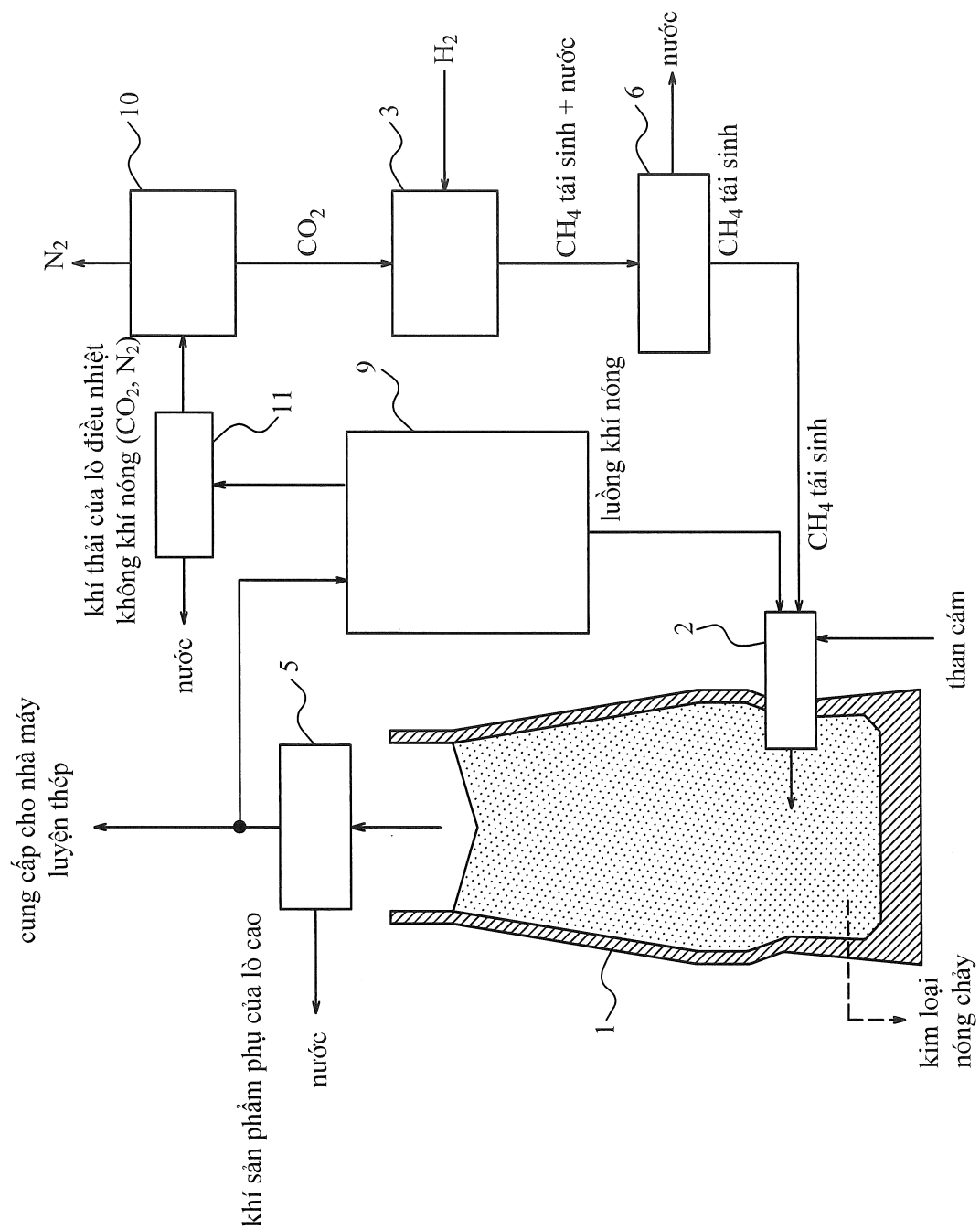
4/6

FIG. 4



5/6

FIG.5



6/6

FIG.6

