



(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)



1-0047517

(51)^{2020.01} C21B 5/00; C21B 7/00

(13) B

(21) 1-2022-02301

(22) 11/11/2020

(86) PCT/JP2020/042144 11/11/2020

(87) WO 2021/106578 03/06/2021

(30) 2019-212514 25/11/2019 JP

(45) 25/06/2025 447

(43) 25/08/2022 413A

(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).

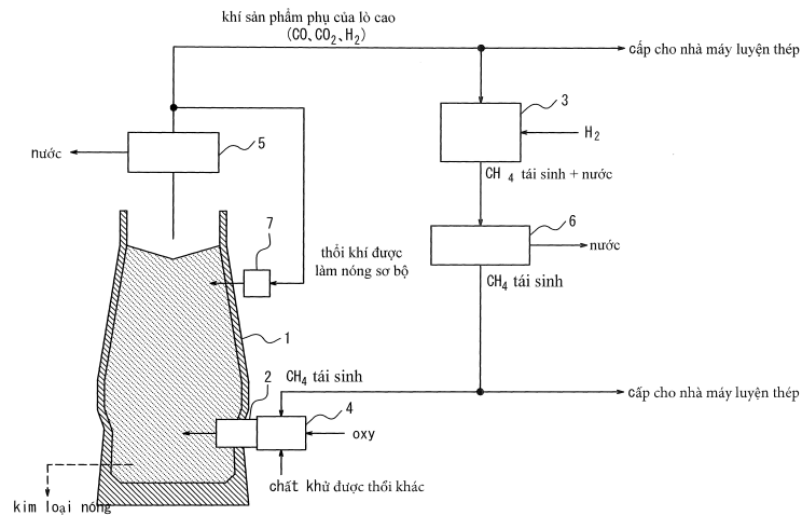
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

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

(21) 1-2022-02301

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp vận hành lò cao, tạo ra khí metan tái sinh từ khí sản phẩm phụ thải ra từ lò cao và thổi khí thổi và chất khử vào lò cao từ ống gió của lò cao trong đó khí thổi là khí oxy và khí metan tái sinh được sử dụng là ít nhất một phần của chất khử.

FIG. 1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

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

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, nhu cầu mạnh làm giảm cacbon dioxit (CO_2) phát thải 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 làm nóng đến khoảng 1200°C) được thổi vào lò cao dưới dạng khí thổi từ ống gió. Kết quả là, oxy trong các phản ứng luồng khí nóng với than cốc hoặc than bột là chất khử để tạo ra các chất khí cacbon monoxit (CO) và hydro (H_2). Các khí cacbon monoxit và hydro này làm giảm quặng sắt nạp vào lò cao. Ngoài ra, cacbon dioxit được tạo ra trong quá trình phản ứng khử quặng sắt.

Khí thổi là khí mà được thổi vào lò cao từ ống gió. Khí thổi cũng đóng một vai trò trong việc khí hóa than bột và than cốc trong lò cao.

Như kỹ thuật để giảm lượng khí thải cacbon dioxit trong hoạt động của lò cao, kỹ thuật đã được đề xuất để cải cách cacbon monoxit và cacbon dioxit có trong khí sản phẩm phụ thải ra từ lò cao, v.v., để tạo ra hydrocacbon như metan và etanol, và để đưa các hydrocacbon được tạo ra trở lại lò cao làm chất khử.

Ví dụ, JP2011-225969A (PTL 1) mô tả:

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

JP2014-005510A (PTL 2) mô tả:

“phương pháp vận hành lò cao bao gồm tách CO_2 từ khí thải của lò đốt sử dụng khí sản phẩm của lò cao làm toàn bộ hoặc một phần nhiên liệu, làm biến đổi khí CO_2 được tách ra thành metan để thu được khí khử, và thổi khí khử vào lò cao”.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

PTL 1: JP 2011-225969A

PTL 2: JP 2014-005510A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, với kỹ thuật của PTL 1 và 2, khi lượng khí metan thổi vào lò cao là chất khử vượt quá mức nhất định, có thể gây ra các vấn đề vận hành như không đủ làm nóng cho đáy lò cao, giảm áp suất, và bước tháo hồng.

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

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

Cũng có thể hữu ích nếu cung cấp dây chuyền hỗ trợ lò cao để sử dụng trong phương pháp vận hành lò cao được mô tả ở trên.

(Giải quyết vấn đề)

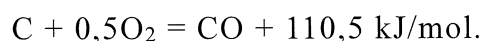
Các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu chuyên sâu để đạt được các vấn đề đã nêu ở trên.

Trước tiên, các tác giả sáng chế đã xem xét nguyên nhân của các sự cố vận hành xảy ra khi lượng khí metan thổi vào lò cao làm chất khử vượt quá mức nhất định trong các kỹ thuật của PTL 1 và 2.

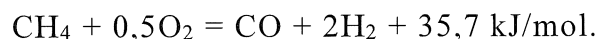
Kết quả là, đã phát hiện ra các vấn đề sau đây.

Khi lượng khí metan được thổi vào lò cao làm chất khử vượt quá mức nhất định, nhiệt độ ngọn lửa (sau đây gọi là nhiệt độ đầu ra) được tạo ra bởi sự đốt cháy của chất khử thổi và than cốc trong khu vực đốt (ống dẫn nước) gần đầu ra của ống gió giảm đáng kể. Nhiệt độ đầu ra của ống gió giảm xuống trở thành nguyên nhân của các vấn đề vận hành như không đủ nhiệt cho đáy lò cao, tăng giảm áp suất, và bước tháo hồng.

Cụ thể, khi than bột được thổi vào lò cao từ ống gió làm chất khử, vì thành phần chính của than bột là cacbon, phản ứng sau xảy ra trong ống dẫn nước:



Mặt khác, khi metan được thổi làm chất khử vào lò cao từ ống gió, phản ứng sau xảy ra trong ống dẫn nước:



Lượng nhiệt được tạo ra trong quá trình phản ứng, khi chuyển thành

một mol tổng của tổng lượng CO và H₂, là 11,9 kJ/mol.

Để lò cao hoạt động ổn định cần điều chỉnh nhiệt độ đầu ra của ống gió trong khoảng 2000°C đến 2400°C. Tuy nhiên, nếu phần lớn chất khử được thổi vào lò cao bị thay đổi thành khí metan từ than bột, nhiệt độ đầu ra của ống gió sẽ giảm do sự chênh lệch nhiệt phản ứng đã mô tả ở trên. Do đó, không thể điều chỉnh nhiệt độ đầu ra của ống gió 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 vì luồng khí nóng (không khí được làm nóng đến khoảng 1200°C) vì khí thổi đã ngăn chặn hiệu quả sự giảm nhiệt độ đầu ra của ống gió ngay cả khi lượng lớn khí metan được sử dụng làm chất khử được thổi vào lò cao. Hơn nữa, bằng cách tái tạo khí metan như vậy từ khí sản phẩm phụ xả ra từ lò cao và thổi khí metan tái sinh (khí metan tái sinh) trở lại lò cao làm chất khử, có thể đạt việc vận hành lò cao ổn định đồng thời giảm thêm lượng khí thải cacbon dioxit từ lò cao.

Ngoài ra, lượng nitơ có trong khí sản phẩm phụ thải ra từ lò cao được giảm đáng kể do sử dụng khí oxy có nồng độ oxy đặc biệt cao làm khí thổi. Do đó, quá trình tách cacbon monoxit và cacbon dioxit khỏi khí sản phẩm phụ không còn cần thiết nữa, điều này cực kỳ thuận lợi về tính gọn nhẹ của dây chuyền.

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

Cụ thể, khi luồng khí nóng (không khí nóng lên khoảng 1200°C) được dùng làm khí thổi, 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 ống dẫn nước hầu như không cao. Do đó, khi phần lớn chất khử được thổi vào lò cao được biến đổi thành khí metan từ than bột, sự chênh lệch giữa nhiệt phản ứng trong phản ứng oxy-than bột và nhiệt phản ứng trong phản ứng oxy - khí metan được mô tả ở trên sẽ gây ra nhiệt độ đầu ra của ống gió giảm, và cuối cùng nhiệt độ đầu ra của ống gió sẽ giảm xuống dưới 2000°C, là giới hạn dưới của nhiệt độ thích hợp.

Mặt khác, việc sử dụng khí oxy làm khí thổi có thể ngăn chặn sự trộn lẫn khí nitơ, mà không góp phần vào phản ứng cháy, do đó nhiệt độ đầu ra của ống gió có thể được nâng lên đến nhiệt độ đủ. Cụ thể, nhiệt độ ngọn lửa trong

ống dẫn nước có thể được tạo ra cao hơn so với khi sử dụng luồng khí nóng, do đó ngay cả khi lượng lớn khí metan được thổi vào làm chất khử từ ống gió, nhiệt độ đầu ra của ống gió có thể được điều chỉnh trong phạm vi 2000°C đến 2400°C, là phạm vi thích hợp.

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

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

1. Phương pháp vận hành lò cao, bao gồm

bước tạo ra khí metan tái sinh từ khí sản phẩm phụ được xả từ lò cao, và

bước thổi khí thổi và chất khử vào lò cao từ ống gió,

trong đó khí thổi là khí oxy và khí metan tái sinh được sử dụng ít nhất một phần là chất khử.

2. Phương pháp vận hành lò cao theo mục 1, trong đó tốc độ tiêu thụ các nguyên tử cacbon tuần hoàn trong chất khử là 60 kg/tấn 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 lò cao làm chất khử để tạo ra 1 tấn kim loại nóng, và thu được theo phương trình sau:

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

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 metan tái sinh được tạo ra từ một phần khí sản phẩm phụ và phần dư khí sản phẩm phụ được cấp cho nhà máy luyện thép.

5. Phương pháp vận hành lò cao theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1 đến 4, trong đó lượng dư khí metan tái sinh được cấp cho các nhà máy luyện thép.

6. Dây chuyền 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 5, bao gồm

thiết bị tạo khí metan mà tạo ra khí metan tái sinh từ khí sản phẩm phụ, và

thiết bị thổi khí có bộ phận cấp khí metan mà đưa khí metan tái sinh vào ống gió của lò cao và bộ phận cấp khí oxy mà đưa khí oxy vào ống gió của lò cao.

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Sáng chế cho phép giảm thêm khí thải cacbon dioxit (CO₂) từ lò cao theo vận hành ổn định. Việc sử dụng khí metan tạo ra từ khí sản phẩm phụ của

lò cao cũng có thể làm giảm lượng than cốc và than bột được sử dụng, tức là lượng than đá được sử dụng làm nhiên liệu hóa thạch hữu hạn.

Ngoài ra, do lượng nitơ trong khí sản phẩm phụ thải ra từ lò cao bị giảm đáng kể, nên quá trình tách cacbon monoxit và cacbon đioxit ra khỏi khí sản phẩm phụ, hay nói cách khác, sự tách hấp thụ áp suất chuyển đổi (pressure swing adsorption - PSA) rất lớn hoặc tương tự là không cần thiết, điều này cực kỳ thuận lợi về mặt làm cho dây chuyền nhỏ gọn hơn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Trong các hình vẽ đi kèm:

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

Fig.4 minh họa bằng sơ đồ ví dụ về lò cao và dây chuyền hỗ trợ lò cao được sử dụng trong phương pháp vận hành lò cao theo một trong các phương án được bộc lộ;

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

Fig.6 minh họa bằng sơ đồ lò cao và dây chuyền hỗ trợ lò cao được sử dụng trong ví dụ so sánh;

Fig.7 minh họa bằng sơ đồ lò cao và dây chuyền hỗ trợ lò cao được sử dụng trong ví dụ so sánh; và

Fig.8 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

Sáng chế này sẽ được mô tả bên dưới dựa trên các phương án sau.

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

bước tạo ra khí metan tái sinh từ khí sản phẩm phụ được xả từ lò cao, và

bước thổi khí thổi và chất khử vào lò cao từ ống gió, trong đó khí thổi là khí oxy và khí metan tái sinh được sử dụng ít nhất một phần là chất khử.

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

Trên hình vẽ này, ký hiệu tham chiếu 1 là lò cao, 2 là ống gió, 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, và 7 là mỏ đốt.

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 thổi và chất khử được thổi vào lò cao 1 từ ống gió 2 được cung cấp ở đáy lò cao. Chất khử mà được thổi vào lò cao 1 từ ống gió 2 còn được gọi là "chất khử thổi" để phân biệt với than cốc.

Khí cacbon monoxit và khí hydro được tạo ra từ phản ứng giữa khí thổi và chất khử làm giảm 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 được xả ra từ đầu lò cao (sau đây gọi là khí sản phẩm phụ của 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, ít nhất một phần khí sản phẩm phụ của lò cao được đưa vào thiết bị tạo khí metan 3. Sau đó, trong thiết bị tạo khí metan 3, cacbon monoxit và cacbon dioxit có trong khí sản phẩm phụ của lò cao được phản ứng với khí hydro để tạo ra khí metan (CH_4). Ở đây, khí metan thu được từ phản ứng khí sản phẩm phụ của lò cao được gọi là khí metan tái sinh.

Hydro được sử dụng để tạo ra khí metan tái sinh có thể được cung cấp từ bên ngoài nhưng tốt hơn là được sản xuất bằng phương pháp tạo ra càng ít cacbon dioxit càng tốt. Ví dụ, điện phân nước có thể được sử dụng. Khí hydro 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 ngoài hydro bao gồm, ví dụ, CO, CO₂, H₂S, CH₄, và N₂.

Sau đó, bằng cách làm mát khí metan tái sinh đến 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 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 mà đưa khí metan tái sinh, mà đóng vai trò là chất khử thổi, vào ống gió 2 của lò cao 1, và bộ phận cấp khí oxy mà đưa khí oxy, đóng vai trò như khí thổi, vào ống gió 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).

Chất khử thổi khác, ví dụ, than bột, nhựa phế thải, hoặc khí khử như khí hydro hoặc khí cacbon monoxit, có thể được sử dụng cùng nhau. Tổng lượng thổi của chất khử thổi khác vào lò cao tốt hơn là 150 kg/tấn hoặc nhỏ hơn. Ở đây, đơn vị "kg/tấn" là lượng chất khử thổi khác được thổi vào lò cao để tạo ra 1 tấn kim loại nóng.

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

Vì việc sử dụng khí oxy ở nhiệt độ phòng như khí thổi gây ra khả năng

bắt cháy kém, 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 chất khử thổi.

Không nhất thiết phải sử dụng khí metan tái sinh cho toàn bộ khí metan được thổi vào lò cao từ ống gió (sau đây gọi là "khí metan thổi"), mà là khí metan được cung cấp từ dây chuyền 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 chất khử khác như đã 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, chất khử thổi như khí metan được thổi và khí oxi được đưa vào từ thiết bị thổi khí 4 được trộn lẫn trong ống gió 2. Ngay sau khi khí hỗn hợp này được thổi vào lò cao 1 từ ống gió 2, xảy ra hiện tượng bắt cháy nhanh và cháy nhanh. Sau đó, ống dẫn nước 8 là khu vực mà khí oxy phản ứng với chất khử thổi như khí metan thổi và than cốc được hình thành trong lò cao bên ngoài ống gió 2.

Khi nồng độ oxy trong khí thổi tăng, lượng khí trong lò giảm, và độ tăng nhiệt độ của tải trọng ở phần trên của lò cao có thể không đủ. Trong trường hợp này, như được minh họa trên Fig. 1, tốt hơn là thực hiện thổi khí đốt nóng sơ bộ, trong đó một phần khí sản phẩm phụ của lò cao ở dòng ra của thiết bị khử nước thứ nhất 5 được đốt cháy một phần bởi mỏ đốt 7 để đạt đến nhiệt độ khoảng 800°C đến 1000°C, và sau đó được thổi vào bộ phận trực 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 vì luồng khí nóng (không khí được làm nóng đến khoảng 1200°C) như khí thổi, như đã mô tả ở trên.

Cụ thể, khi luồng khí nóng (không khí nóng lên khoảng 1200°C) được dùng làm khí thổi, 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 ống dẫn nước hầu như không cao. Do đó, khi phần lớn chất khử được thổi vào lò cao được biến đổi thành khí metan từ than bột, sự chênh lệch giữa nhiệt phản ứng trong phản ứng oxy-than bột và nhiệt phản ứng trong phản ứng oxy - khí metan được mô tả ở trên sẽ gây ra nhiệt độ đầu ra của ống gió giảm, và cuối cùng nhiệt độ

đầu ra của ống gió sẽ giảm xuống dưới 2000°C , 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 có chứa lượng lớn nitơ, nên cần phải tách nitơ khỏi cacbon monoxit và cacbon dioxit trong quá trình trước khi tạo ra khí metan từ khí sản phẩm phụ của lò cao.

Mặt khác, việc sử dụng khí oxy làm khí thổi có thể ngăn chặn sự trộn lẫn khí nitơ, mà không góp phần vào phản ứng cháy, do đó nhiệt độ đầu ra của ống gió có thể được nâng lên đến nhiệt độ đủ. Điều này có nghĩa là nhiệt độ của ngọn lửa trong ống dẫn nước có thể cao hơn so với khi sử dụng luồng khí nóng. Do đó, ngay cả khi lượng lớn khí metan được thổi vào từ ống gió làm chất khử, nhiệt độ đầu ra của ống gió có thể được điều chỉnh trong phạm vi thích hợp 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. 8 minh họa, đối với các điều kiện có luồng khí nóng (không khí được làm nóng đến khoảng 1200°C) được sử dụng làm luồng khí nóng (sau đây gọi là điều kiện thổi luồng khí nóng) và khí oxy (nồng độ oxy: 100 %) được sử dụng làm khí thổi (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 chất 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 gió. Trong cả hai điều kiện, toàn bộ chất khử được thổi là khí metan tái sinh (nồng độ metan: 99,5 %).

Như minh họa trên Fig. 8, trong điều kiện thổi luồng khí nóng, khi tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn là 52 kg/tấn hoặc lớn hơn (tức là lượng thổi khí metan tái sinh là $97 \text{ Nm}^3/\text{tấn}$ hoặc lớn hơn), nhiệt độ đầu ra của ống gió giảm xuống dưới 2000°C , là giới hạn dưới của nhiệt độ thích hợp. Do đó, trong điều kiện thổi luồng khí nóng được sử dụng, tốc độ tiêu thụ các nguyên tử cacbon tuần hoàn từ 55 kg/tấn hoặc lớn hơn, đặc biệt là 60 kg/tấn hoặc lớn hơn làm giảm nhiệt độ đầu ra của ống gió, khiến cho hoạt động ổn định không thể thực hiện được.

Mặt khác, trong điều kiện thổi khí oxy, nhiệt độ đầu ra của ống gió 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/tấn hoặc cao hơn, hoặc thậm chí 60 kg/tấn hoặc cao hơn.

Trong điều kiện thổi khí oxy được minh họa trên Fig. 8, nhiệt độ đầu

ra của ống gió 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 55 kg/tấn đến 80 kg/tấn. Điều này là do toàn bộ chất khử thổi là metan tái sinh. Khi khí metan bên ngoài được sử dụng làm một phần của chất khử thổi, nhiệt độ đầu ra của ống gió có thể được điều chỉnh trong phạm vi 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/tấn đến 80 kg/tấn. Ngay cả khi toàn bộ chất khử thổi là metan tái sinh, nhiệt độ đầu ra của ống gió có thể được điều chỉnh trong phạm vi 2000°C đến 2400°C bằng cách điều chỉnh nồng độ oxy của khí oxy.

Nồng độ oxy trong khí oxy tốt hơn là 80 % hoặc lớn hơn theo thể tích. Cụ thể, khi nồng độ oxy trong khí oxy thấp, lượng khí đưa vào lò cao và do đó áp suất giảm áp 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 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. 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 thổi 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 khí 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 thổi tốt hơn nữa là 90 % hoặc lớn hơn theo thể tích, và tốt hơn nữa là 95 % 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 là 90 % hoặc lớn hơn theo thể tích, và tốt hơn nữa là 95 % 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 thổi có thể được giữ ở mức cao, ví dụ, bằng cách làm giảm tỷ lệ khí metan tái sinh trong khí metan thổi trong khi tăng tỷ lệ khí metan bên ngoài có 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 chất khử tốt hơn là từ 55 kg/tấn hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là từ 60 kg/tấn 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 lò cao làm chất khử để tạo ra 1 tấn kim loại nóng, và thu được theo phương trình sau:

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

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

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 gió 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 chất khử có thể được tăng lên đến 55 kg/tấn hoặc lớn hơn, và thậm chí 60 kg/tấn 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, giảm hơn nữa lượng khí thải cacbon dioxit từ lò cao. Tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn trong chất khử tốt hơn là 80 kg/tấn hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 90 kg/tấn 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 chất khử, nhưng giới hạn trên tốt hơn là 110 kg/tấn hoặc nhỏ hơn.

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

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.

Như minh họa trên Fig. 3, khí metan tái sinh có thể được tạo ra từ một phần khí sản phẩm phụ của lò cao và lượng dư của khí sản phẩm phụ của lò cao có thể được cung cấp cho các nhà máy luyện thép. Hơn nữa, như được minh họa trên Fig. 4, nếu có lượng dư của khí metan tái sinh, lượng dư này có thể được cung cấp cho các nhà máy luyện thép.

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

[Dây chuyền hỗ trợ lò cao]

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

thiết bị tạo khí metan mà tạo ra khí metan tái sinh từ khí sản phẩm phụ, và

thiết bị thổi khí có bộ phận cấp khí metan mà đưa khí metan tái sinh vào ống gió của lò cao và bộ phận cấp khí oxy mà đưa khí oxy vào ống gió của lò cao.

Ở đây, thiết bị tạo khí metan có, ví dụ, bộ phận nạp khí sản phẩm phụ của lò cao, bộ phận nạp khí hydro, và bộ phận phản ứng. Trong bộ phận phản ứng, khí sản phẩm phụ của lò cao được lấy từ bộ phận nạp khí sản phẩm phụ của lò cao và khí hydro được lấy từ bộ phận nạp khí hydro được phản ứng để tạo ra khí metan tái sinh. Vì phản ứng tạo ra khí metan tạo ra nhiệt, nên bộ phận phản ứng tốt hơn là được trang bị cơ cấu làm mát.

Như đã mô tả ở trên, chẳng hạn, 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, đóng vai trò như bộ phận cấp khí metan (đoạn), và khí ô-xy được đưa vào đoạn ống hình khuyên giữa ống trung tâm 4-1 và ống ngoài 4-3, đóng vai trò như bộ phận cấp khí oxy (đoạn).

Chất khử thổi khác, ví dụ, than bột, nhựa phế thải, hoặc khí khử như khí hydro hoặc khí cacbon monoxit, có thể được sử dụng cùng nhau.

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

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sử dụng lò cao và dây chuyền hỗ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên các Fig.1 và từ Fig.3 đến Fig.7, hoạt động của lò cao được tiến hành trong các điều kiện được liệt kê trong Bảng 1, và nhiệt độ đầu ra của ống gió và lượng khí thải cacbon dioxit từ lò cao trong quá trình vận hành đã được đánh giá. Kết quả đánh giá cũng được liệt kê trong Bảng 1.

Trên các Fig.5-7, ký hiệu tham chiếu 9 là lò điều nhiệt không khí nóng, 10 là thiết bị tách khí, và 11 là thiết bị khử nước dùng cho khí xả lò điều nhiệt không khí nóng.

Trong Ví dụ 1, lò cao và dây chuyền hỗ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig. 1 đã được sử dụng để tạo ra khí metan tái sinh từ một phần khí sản phẩm phụ của lò cao, và lượng dư của khí sản phẩm phụ của lò cao được cung cấp cho các nhà máy luyện thép. Toàn bộ chất khử thổi là khí metan tái sinh, và lượng dư của khí metan tái sinh được cung cấp cho các nhà máy luyện thép.

Trong Ví dụ 2, lò cao và dây chuyền hỗ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig. 3 đã được sử dụng để tạo ra khí metan tái sinh từ một phần khí sản phẩm phụ của lò cao, và lượng dư của khí sản phẩm phụ của lò cao được cung cấp cho các nhà máy luyện thép. Toàn bộ chất khử thổi là khí metan tái sinh, và lượng khí metan tái sinh được tạo ra đã được điều chỉnh để không tạo ra lượng dư khí metan tái sinh.

Trong Ví dụ 3, lò cao và dây chuyền hỗ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig. 4 được sử dụng để tạo ra khí metan tái sinh từ toàn bộ khí sản phẩm phụ của lò cao. Toàn bộ chất khử thổi là khí metan tái sinh, và lượng dư

của khí metan tái sinh được cung cấp cho các nhà máy luyện thép.

Trong các Ví dụ 4 và 5, lò cao và dây chuyền hỗ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig. 3 đã được sử dụng để tạo ra khí metan tái sinh từ một phần khí sản phẩm phụ của lò cao, và lượng dư của khí sản phẩm phụ của lò cao được cung cấp cho các nhà máy luyện thép. Như chất khử thổi, ngoài khí metan tái sinh, khí metan bên ngoài có nguồn gốc từ nhiên liệu hóa thạch cũng được sử dụng.

Mặt khác, trong Ví dụ so sánh 1, lò cao và dây chuyền hỗ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig. 5 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 làm nóng đến khoảng 1200°C (nồng độ oxy: khoảng 21 % đến 25 % theo thể tích)) như khí thổi và than bột làm chất khử thổi. 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 dây chuyền hỗ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig. 6 đã được sử dụng. Luồng khí nóng (không khí được làm nóng đến khoảng 1200°C (nồng độ oxy: khoảng 21 % đến 25 % theo thể tích)) được sử dụng làm khí thổi và khí metan tái sinh được sử dụng làm chất khử thổi. 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 dây chuyền hỗ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig. 7 đã được sử dụng. Luồng khí nóng (không khí được làm nóng đến khoảng 1200°C (nồng độ oxy: khoảng 21 % đến 25 % theo thể tích)) được sử dụng làm khí thổi và khí metan tái sinh được sử dụng làm chất khử thổi. 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 dây chuyền hỗ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig. 1 đã được sử dụng để tạo ra khí metan tái sinh từ một phần khí sản phẩm phụ của lò cao, và lượng dư của khí sản phẩm phụ của lò cao được cung cấp cho các nhà máy luyện thép. Như chất khử thổi, ngoài khí metan tái sinh, khí metan bên ngoài có nguồn gốc từ nhiên liệu hóa thạch cũng được sử dụng.

Trong Ví dụ So sánh 5, cũng như với Ví dụ So sánh 2, lò cao và dây chuyền hỗ trợ lò cao được minh họa bằng sơ đồ trên Fig. 6 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/tấn.

Đơn vị "kcal/tấn" dùng để chỉ lượng nhiệt mất đi (kcal) sinh ra khi sản xuất 1 tấn kim loại nóng. Tương tự, đơn vị "kg/tấn" 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/tấn" được sử dụng cho tỷ lệ khí metan thổi ra đề cập đến lượng metan (Nm³) trong khí metan đã thổi được thổi vào lò cao để tạo ra 1 tấn kim loại nóng (tỷ lệ metan thổi 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 thổi liệt kê trong Bảng 1 đôi khi khác với tổng tỷ lệ metan tái sinh và tỷ lệ metan bên ngoài tương ứng).

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 (đặc biệt chứa trong than cốc, than bột, và khí metan bên ngoài) được sử dụng để sản xuất 1 tấn kim loại nóng.

Bảng 1-1

			Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3	Ví dụ 4	Ví dụ 5
Mô tả lò cao	Hiệu suất trực	-	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
	Tổn thất nhiệt	kcal/t	150000	150000	150000	150000	150000
	Tỷ lệ than cốc	kg/t	338	338	338	338	338
	Chất khử (Chất khử nâu)	Tỷ lệ than bột	0	0	0	0	0
		Tỷ lệ metan thổi	Nm ³ /t	200	200	200	200
		Tỷ lệ metan tái sinh	Nm ³ /t	200	200	200	103
		Tỷ lệ metan ngoài	Nm ³ /t	0	0	0	98
	Khí thổi	Lượng cấp	Nm ³ /t	321	321	321	321
		Nhiệt độ cấp	°C	25	25	25	25
		Loại	-	khí oxy	khí oxy	khí oxy	khí oxy
		Nồng độ oxy	% theo thể tích	100	100	100	100
	Lượng tạo khí sản phẩm phụ của lò cao		Nm ³ /t	1034	1034	1034	1034
Quy trình tách khí	Có/không quy trình tách	-	không có	không có	không có	không có	không có
	Loại khí trước khi tách	-	-	-	-	-	-
	Lượng khí trước khi tách	Nm ³ /t	-	-	-	-	-
	Loại khí sau khi tách-	-	-	-	-	-	-
	Lượng khí sau khi tách	Nm ³ /t	-	-	-	-	-

Bảng 1-1(tiếp)

			Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3	Ví dụ 4	Ví dụ 5
Quy trình tách khí metan	Loại khí vật liệu thô	-	Khí sản phẩm phụ của lò cao	Khí sản phẩm phụ của lò cao	Khí sản phẩm phụ của lò cao	Khí sản phẩm phụ của lò cao	Khí sản phẩm phụ của lò cao
	Lượng khí vật liệu thô	Nm ³ /t	527	264	1034	135	147
	Lượng cấp khí hydro	Nm ³ /t	1301	651	2554	334	364
	Lượng tạo khí metan tái sinh	Nm ³ /t	402	201	788	103	112
	Nồng độ metan của khí metan tái sinh	% theo thể tích	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6
Phân bố khí	Lượng khí metan tái sinh trong khí metan thổi	Nm ³ /t	201	201	201	103	112
	Lượng dư khí metan tái sinh (lượng cấp đối với nhà máy luyện thép)	Nm ³ /t	201	0	587	0	0
	Lượng dư của khí sản phẩm phụ của lò cao (lượng cấp đối với nhà máy luyện thép)	Nm ³ /t	507	770	0	899	886
Phần còn lại C	Tỷ lệ tiêu thụ khí tính nguyên tử cacbon	kg/t	107	107	107	55	60
	Đầu vào lò cao C	kg/t	290	290	290	343	338
Kết quả đánh giá	Lượng CO ₂ thải ra từ lò cao ra bên ngoài	kg/t	1064	1064	1064	1256	1238
	Nhiệt độ đầu ra của ống gió	°C	2046	2046	2046	2046	2046

Bảng 1-2

			Ví dụ so sánh 1	Ví dụ so sánh 2	Ví dụ so sánh 3	Ví dụ so sánh 4	Ví dụ so sánh 5	
Mô tả lò cao	Hiệu suất trực	-	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	
	Tổn thất nhiệt	kcal/t	150000	150000	150000	150000	150000	
	Tỷ lệ than cốc	kg/t	331	410	410	338	406	
	Chất khử (Chất khử nâu)	Tỷ lệ than bột	kg/t	170	0	0	0	0
		Tỷ lệ metan thổi	Nm ³ /t	0	97	97	200	103
		Tỷ lệ metan tái sinh	Nm ³ /t	0	97	97	75	103
		Tỷ lệ metan ngoài	Nm ³ /t	0	0	0	126	0
	Khí thổi	Lượng cấp	Nm ³ /t	1006	1053	1053	321	1057
		Nhiệt độ cấp	°C	1200	1200	1200	25	1200
		Loại	-	luồng khí nóng	luồng khí nóng	luồng khí nóng	khí oxy	luồng khí nóng
Lượng tạo khí sản phẩm phụ của lò cao	Nm ³ /t	1517	1587	1587	1034	1594		
Quy trình tách khí	Có không quy trình tách	-	Không có	Có	Có	Không có	Có	
	Loại khí trước khi tách	-	-	Khí sản phẩm phụ của lò cao	Khí xả lò điều nhiệt không khí nóng	-	Khí sản phẩm phụ của lò cao	
	Lượng khí trước khi tách	Nm ³ /t	-	232	704	-	246	
	Loại khí sau khi tách	-	-	CO, CO ₂	CO ₂	-	CO, CO ₂	
	Lượng khí sau khi tách	Nm ³ /t	-	97	179	-	103	

Bảng 1-2 (tiếp)

			Ví dụ so sánh 1	Ví dụ so sánh 2	Ví dụ so sánh 3	Ví dụ so sánh 4	Ví dụ so sánh 5
Quy trình tách khí metan	Loại khí vật liệu thô	-	-	CO, CO ₂	CO ₂	Khí sản phẩm phụ của lò cao	CO, CO ₂
	Lượng khí vật liệu thô	Nm ³ /t	-	97	179	98	103
	Lượng cấp khí hydro	Nm ³ /t	-	342	715	243	360
	Lượng tạo khí metan tái sinh	Nm ³ /t	-	97	179	75	103
	Nồng độ metan của khí metan tái sinh	% theo thể tích	-	100,0	100,0	99,6	100,0
Phân bố khí	Lượng khí metan tái sinh trong khí metan thổi	Nm ³ /t	-	97	97	75	103
	Lượng dư khí metan tái sinh (lượng cấp đối với nhà máy luyện thép)	Nm ³ /t	-	0	81	0	0
	Lượng dư của khí sản phẩm phụ của lò cao (lượng cấp đối với nhà máy luyện thép)	Nm ³ /t	1144	960	1192	935	951
Phân còn lại C	Tỷ lệ tiêu thụ khí tính nguyên từ cacbon	kg/t	0	52	52	40	55
	Đầu vào lò cao C	kg/t	420	353	353	358	349
Kết quả đánh giá	Lượng CO ₂ thải ra từ lò cao ra bên ngoài	kg/t	1539	1293	1293	1311	1279
	Nhiệt độ đầu ra của ống gió	°C	2179	2000	2000	2046	1978

Như đã chỉ ra trong Bảng 1, trong tất cả các ví dụ, lượng cacbon dioxit thải ra từ lò cao ra bên ngoài có thể được giảm bớt trong khi vẫn duy trì hoạt động ổn định của lò cao bằng cách kiểm soát nhiệt độ đầu ra của ống gió trong khoảng 2000°C đến 2400°C. Đặc biệt, trong các Ví dụ 1 đến 3, lượng cacbon dioxit thải ra từ lò cao ra bên ngoài có thể giảm 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 gió thấp hơn 2000°C do lượng khí metan thổi ra tăng lên.

Danh sách ký hiệu viện dẫn

- 1: lò cao
- 2: ống gió
- 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: mỏ đốt

8: ống dẫn nước

9: lò điều nhiệt không khí nóng

10: thiết bị tách khí

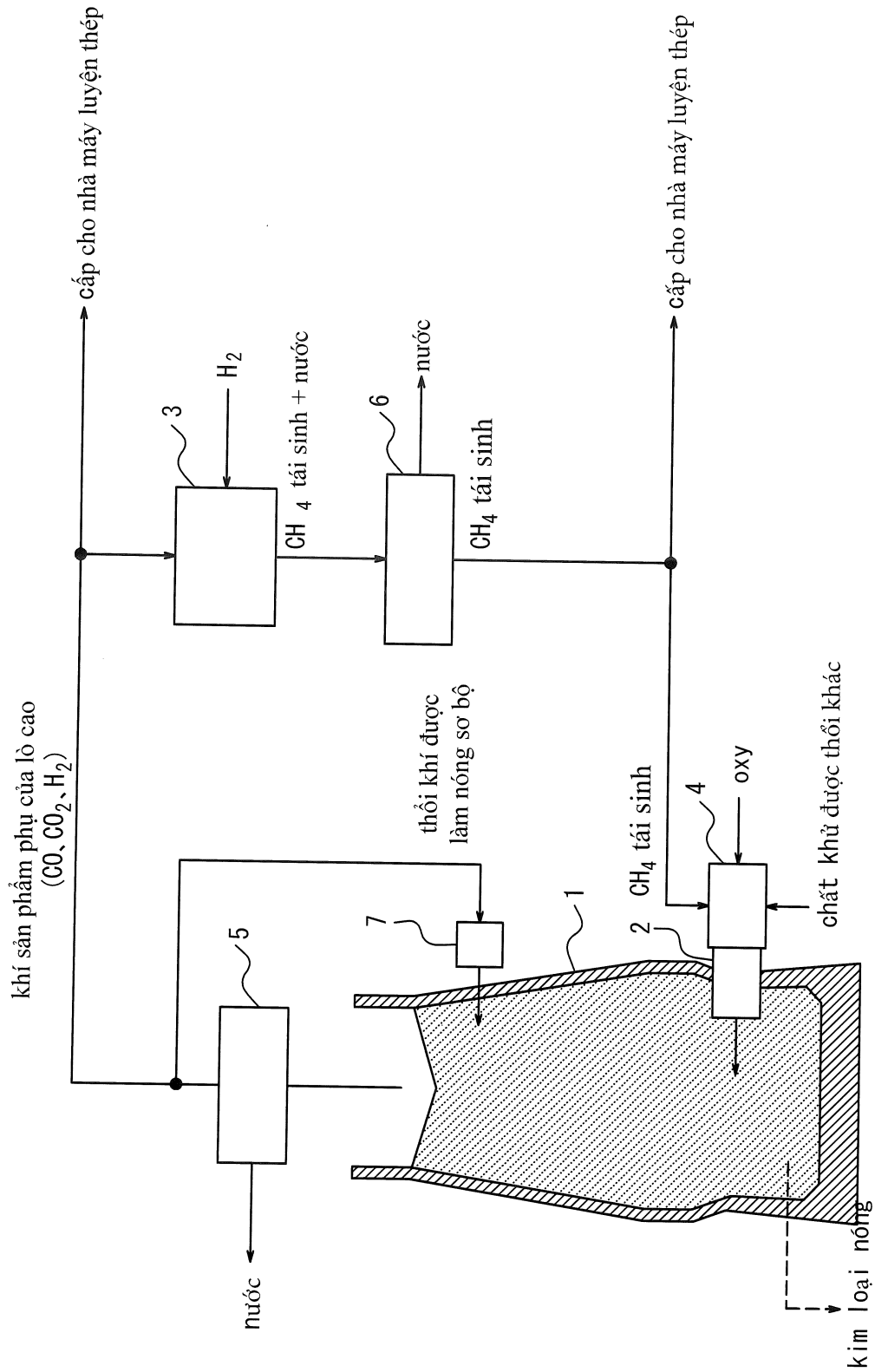
11: thiết bị khử nước cho khí thải lò điều nhiệt không khí nóng

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp vận hành lò cao, bao gồm
bước tạo ra khí metan tái sinh từ khí sản phẩm phụ được xả từ lò cao,
và
bước thổi khí thổi và chất khử vào lò cao từ ống gió,
trong đó khí thổi là khí oxy và khí metan tái sinh được sử dụng ít nhất
một phần là chất khử, và
tốc độ tiêu thụ các nguyên tử cacbon tuần hoàn trong chất khử là 55
kg/tấn hoặc lớn hơn, tốc độ tiêu thụ các nguyên tử cacbon tuần hoàn là khối
lượng đương lượng cacbon của khí metan tái sinh mà được thổi vào lò cao làm
chất khử để sản xuất 1 tấn kim loại nóng chảy.
2. Phương pháp vận hành lò cao theo điểm 1, trong đó tốc độ tiêu
thụ các nguyên tử cacbon tuần hoàn trong chất khử là 60 kg/tấn hoặc lớn hơn,
trong đó tốc độ tiêu thụ của các nguyên tử cacbon tuần hoàn thu được
bằng phương trình sau:

$$[\text{Tỷ lệ tiêu thụ nguyên tử cacbon tuần hoàn (kg/tấn)}] = [\text{Khối lượng metan trong khí metan tái sinh được thổi vào lò cao làm chất khử (kg)}] \times (12/16) \div [\text{Lượng sản xuất kim loại nóng chảy (tấn)}].$$
3. Phương pháp vận hành lò cao theo điểm 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 điểm bất kỳ trong số các điểm
từ 1 đến 3, trong đó khí metan tái sinh được tạo ra từ một phần khí sản phẩm
phụ và phần dư khí sản phẩm phụ được cấp cho nhà máy luyện thép.
5. Phương pháp vận hành lò cao theo điểm bất kỳ trong số các điểm
từ 1 đến 4, trong đó lượng dư khí metan tái sinh được cấp cho các nhà máy
luyện thép.
6. Dây chuyền 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 5, bao gồm
thiết bị tạo khí metan mà tạo ra khí metan tái sinh từ khí sản phẩm phụ,
và
thiết bị thổi khí có bộ phận cấp khí metan mà đưa khí metan tái sinh
vào ống gió của lò cao và bộ phận cấp khí oxy mà đưa khí oxy vào ống gió của
lò cao.

FIG. 1



2 / 8

FIG. 2A

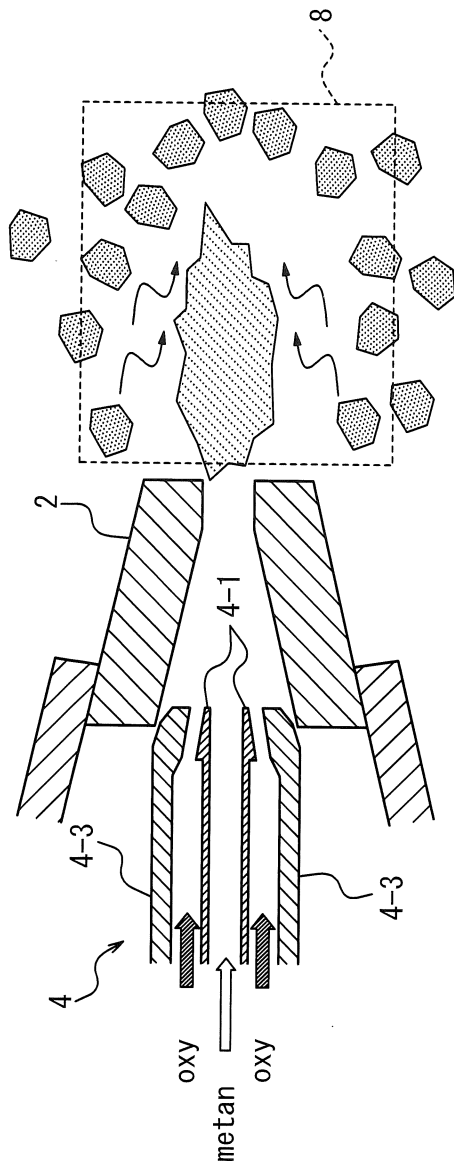
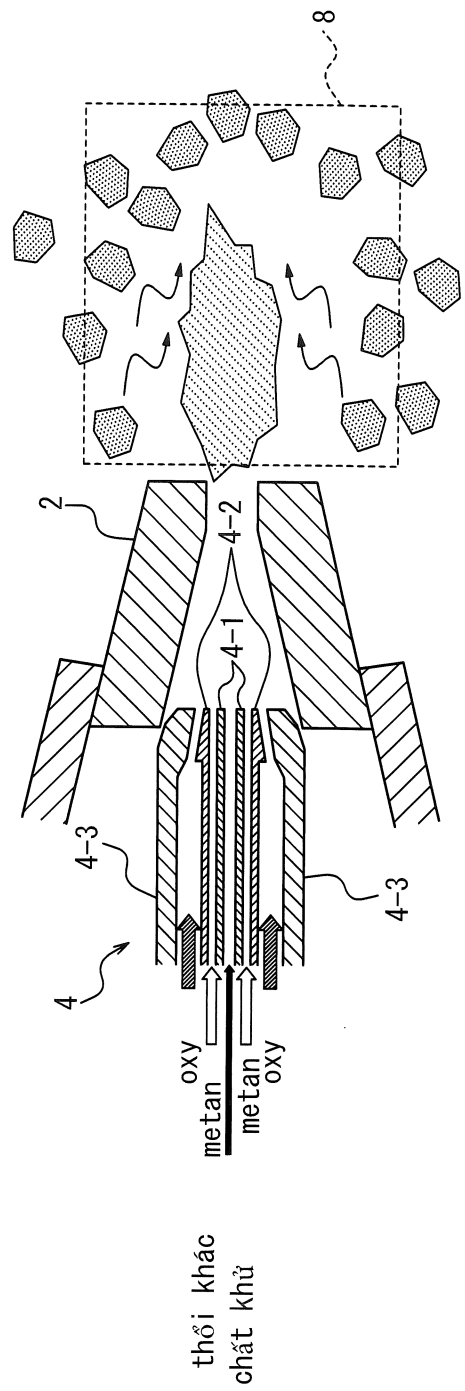
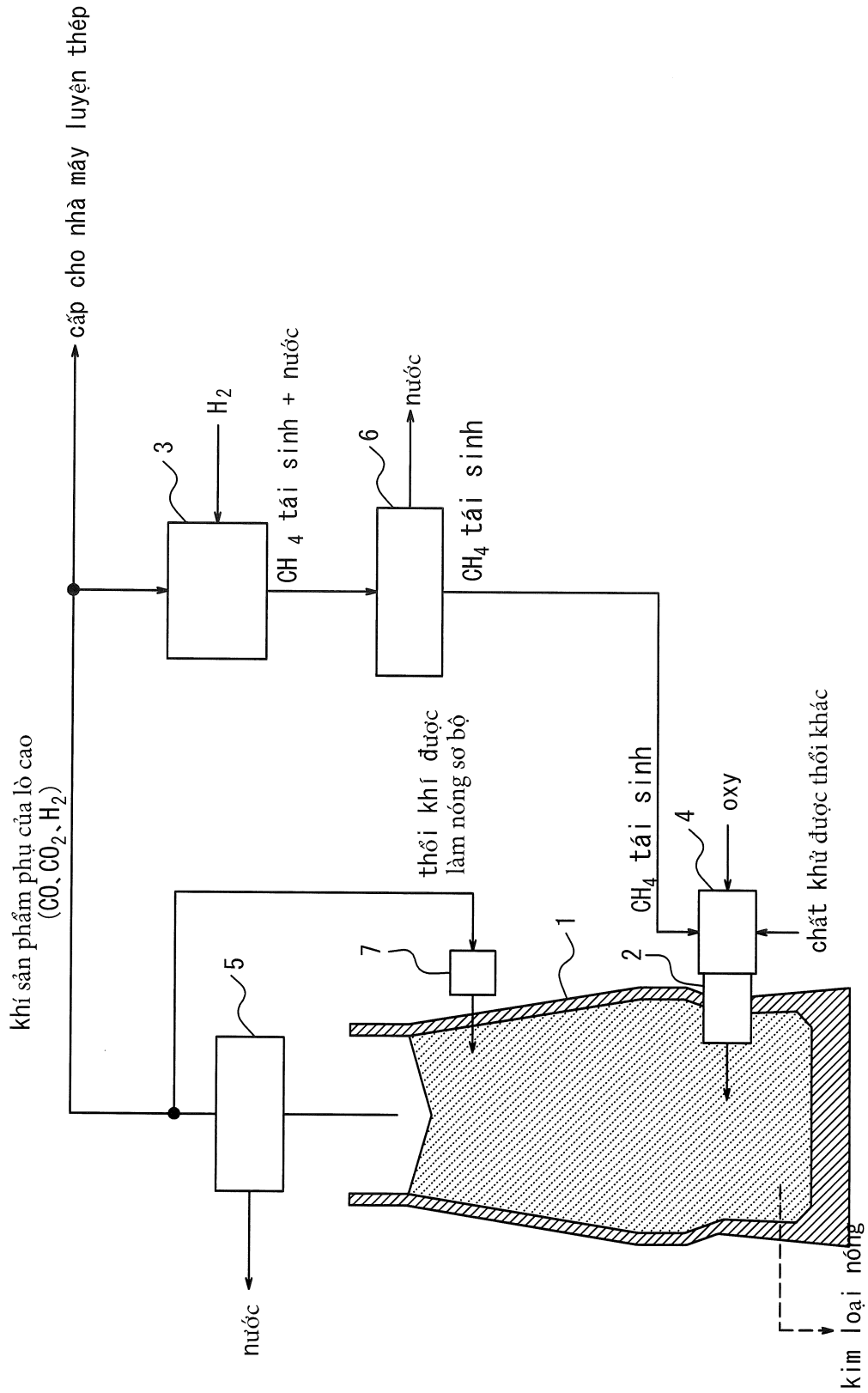


FIG. 2B



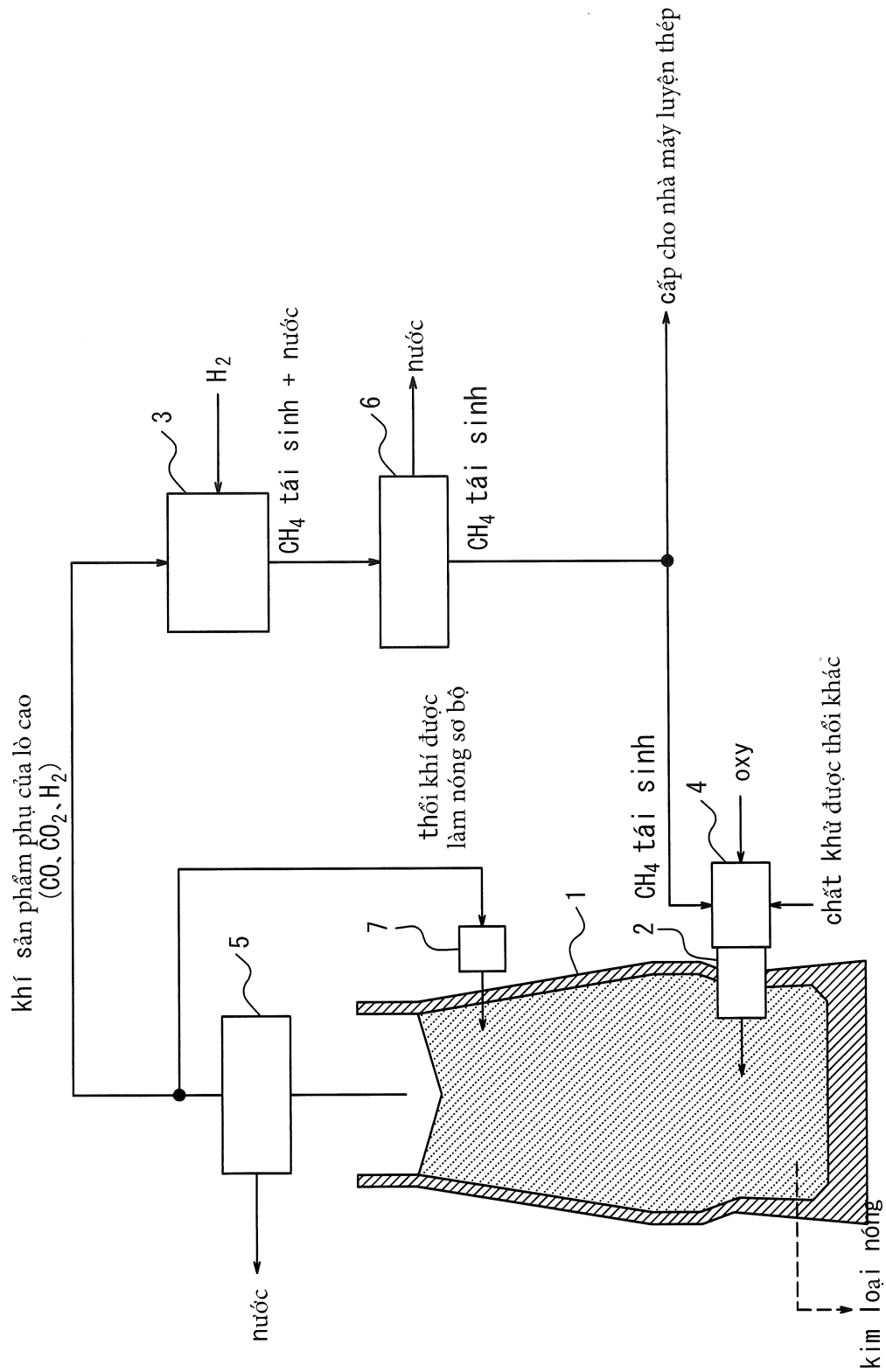
3 / 8

FIG. 3



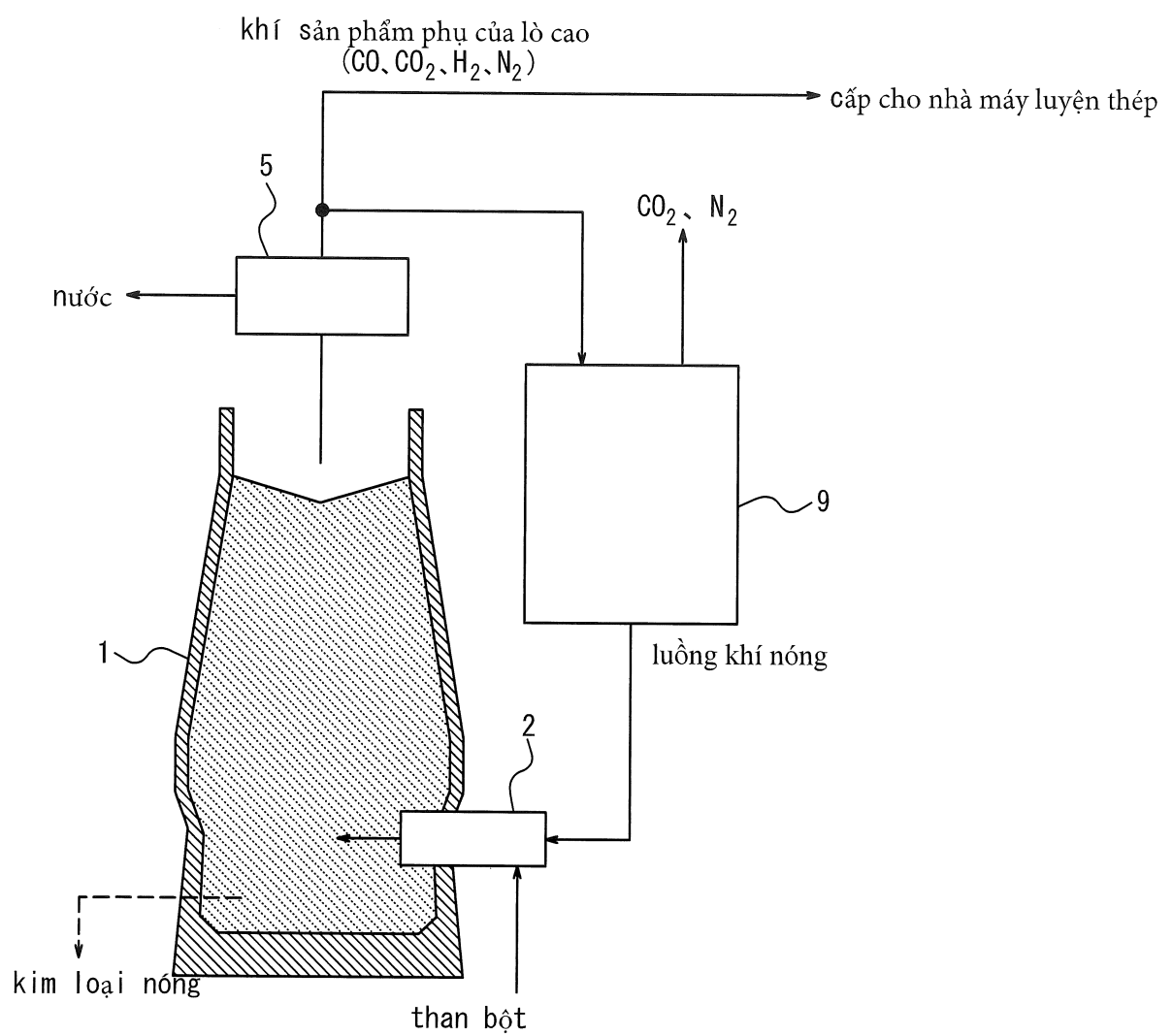
4 / 8

FIG. 4



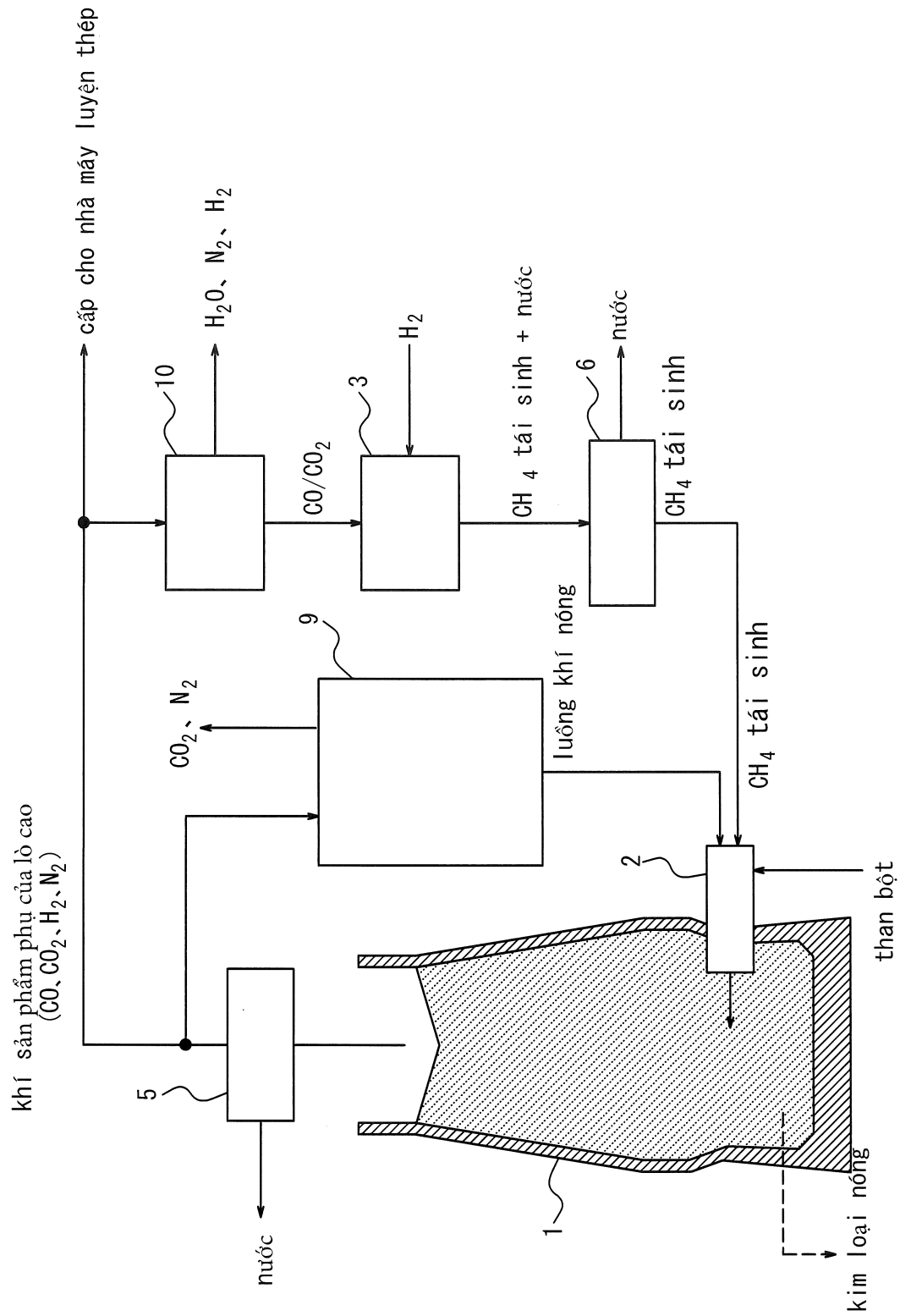
5/8

FIG. 5



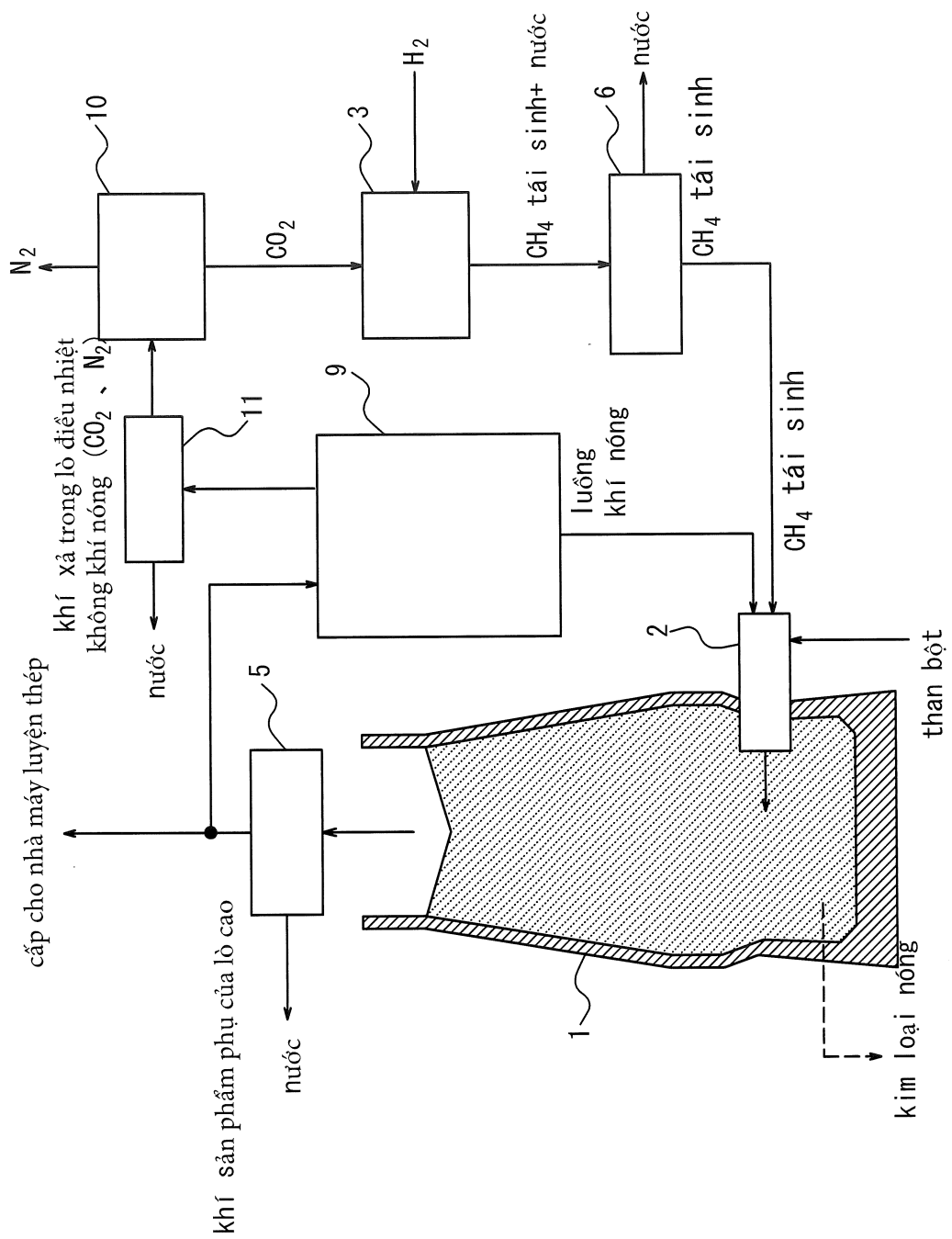
6/8

FIG. 6



7/8

FIG. 7



8/8

FIG. 8

