



(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)



1-0031432

(51)^{2006.01} C21B 9/10; C21B 7/00; C21B 7/16;
F27D 7/02; F27B 1/16; F27B 7/02;
C21B 5/00

(13) B

(21) 1-2017-03267

(22) 22/02/2016

(86) PCT/JP2016/000931 22/02/2016

(87) WO 2016/139913 09/09/2016

(30) JP2015-39968 02/03/2015 JP

(45) 25/03/2022 408

(43) 27/11/2017 356A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

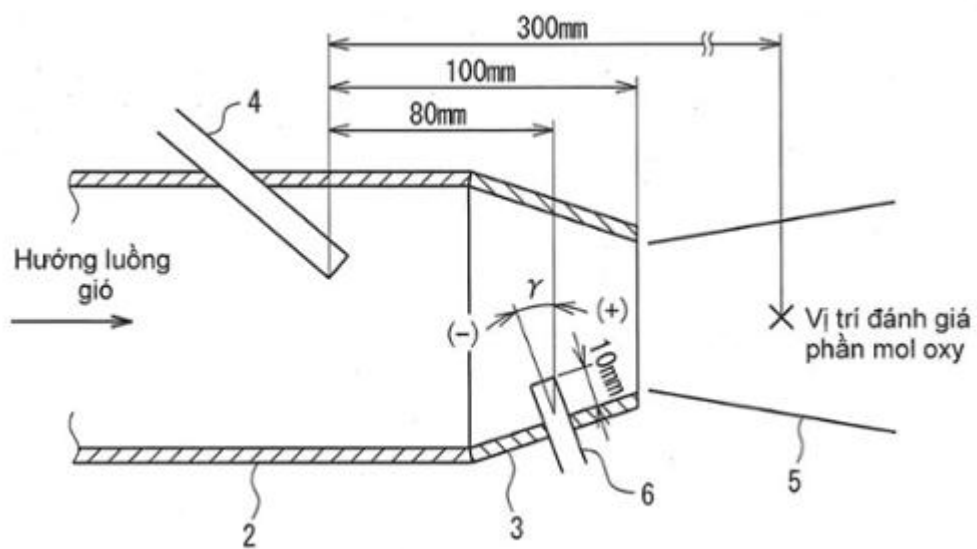
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) YAMAMOTO, Naoki (JP); MURAO, Akinori (JP); KAWASHIMA, Tomoyuki (JP);
OOYAMA, Nobuyuki (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH Lò CAO

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp vận hành lò cao mà có hiệu suất đốt cháy của nhiên liệu rắn, như than đá được nghiền thành bột, được cải thiện, nhờ đó có thể cải thiện năng suất và làm giảm các lượng phát thải CO₂. Than đá được nghiền thành bột và LNG (Liquefied Natural Gas - khí tự nhiên hóa lỏng) được thổi từ ống nhỏ phía đầu dòng (4) được tạo kết cấu bởi ống kép, và oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng (6) về phía cuối dòng theo hướng luồng không khí nóng, do đó oxy được sử dụng cho sự đốt cháy trước của LNG được cấp từ ống nhỏ phía cuối dòng (6), và than đá được nghiền thành bột mà có nhiệt độ được tăng lên bởi sự đốt cháy của LNG được đốt cháy cùng với oxy được cấp. Khi hướng vuông góc với hướng luồng không khí nóng được xác định là 0°, và hướng cuối dòng và hướng đầu dòng từ đó theo hướng luồng không khí nóng được xác định lần lượt là thuận và nghịch, thì hướng thổi của oxy từ ống nhỏ phía cuối dòng (6) đối với hướng luồng gió nằm trong khoảng từ -30° đến +45°, và vị trí thổi của oxy từ ống nhỏ phía cuối dòng (6) liên quan đến vị trí mà ở đó ống nhỏ phía đầu dòng (4) được chèn vào đường ống dẫn gió (2) nằm trong khoảng từ 160° đến 200° theo góc hướng chu vi đường ống dẫn gió.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp vận hành lò cao mà với lò cao này nhiệt độ đốt cháy được tăng lên bằng cách thổi than đá được nghiền thành bột từ ống gió của lò cao, do đó đạt được sự cải thiện năng suất và giảm sự phát thải CO₂.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, sự nóng lên toàn cầu do sự tăng lên của các lượng phát thải cacbon dioxit đã trở thành một vấn đề, và việc kiểm soát các lượng phát thải CO₂ cũng là vấn đề quan trọng trong ngành công nghiệp thép. Để đối phó với vấn đề này, việc vận hành với tỷ lệ chất khử thấp (viết tắt là RAR thấp, tổng lượng chất khử được thổi từ ống gió và than cốc được nạp từ đỉnh của lò cho mỗi lần sản xuất một tấn gang) đã được thúc đẩy mạnh mẽ trong việc vận hành lò cao gần đây. Vì than cốc được nạp từ đỉnh lò và than đá được nghiền thành bột được thổi từ ống gió được sử dụng chủ yếu làm chất khử trong lò cao, và để đạt được tỷ lệ chất khử thấp, và cuối cùng, kiểm soát các lượng phát thải cacbon dioxit, thì biện pháp để thay thế than cốc hoặc các loại tương tự bằng chất khử có tỷ lệ hàm lượng hydro cao, như LNG (Liquefied Natural Gas - khí tự nhiên hóa lỏng) và dầu nặng, là có hiệu quả. Trong Tài liệu Patent 1 được mô tả dưới đây, ống nhỏ mà từ đó nhiên liệu được thổi qua ống gió được tạo kết cấu bởi ống ba nhánh, than đá được nghiền thành bột được thổi từ ống bên trong của ống nhỏ kiểu ống ba nhánh, LNG được thổi từ khe hở giữa ống bên trong và ống trung gian, oxy được thổi từ khe hở giữa ống trung gian và ống bên ngoài, và LNG được đốt cháy về phía trước, để nhiệt độ của than đá được nghiền thành bột được tăng lên, và hiệu suất đốt cháy của than đá được nghiền thành bột được cải thiện. Ngoài ra, trong Tài liệu Patent 2 được mô tả dưới đây, oxy được thổi từ ống nhỏ kiểu một ống được bố trí trong đường ống dẫn gió (ống thổi) vào phần

giữa của không khí có nhiệt độ cao trong đường ống dẫn gió, và nhiệt độ của oxy được tăng lên đến vài trăm độ C, và hơn nữa, than đá được nghiền thành bột được thổi từ ống nhỏ được bố trí để xuyên qua ống gió, và than đá được nghiền thành bột được thổi được đưa vào tiếp xúc với oxy nóng vài trăm độ C, do đó sự tăng nhiệt độ của than đá được nghiền thành bột được cải thiện, và hiệu suất đốt cháy của than đá được nghiền thành bột được cải thiện.

Danh sách Tài liệu trích dẫn

Tài liệu Patent

Tài liệu Patent 1: JP 2011-174171 A

Tài liệu Patent 2: JP 2013-531732 A

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, như được mô tả trong Tài liệu Patent 1, khi than đá được nghiền thành bột, LNG, và oxy được thổi từ ống nhỏ kiểu ống ba nhánh, LNG được đốt trước than đá được nghiền thành bột bởi vì LNG dễ bị đốt cháy, vì nó được gọi là dễ bắt cháy, oxy được thổi từ ống nhỏ được sử dụng bởi sự đốt cháy của LNG, đặc tính tiếp xúc giữa oxy và than đá được nghiền thành bột bị suy giảm, và hiệu suất đốt cháy có thể bị giảm xuống. Hơn nữa, do đường kính bên ngoài của ống nhỏ kiểu ống ba nhánh là lớn, nên ống nhỏ kiểu ống ba nhánh đôi khi không thể được chèn vào phần chèn ống nhỏ có sẵn qua lỗ, và trong trường hợp này, đường kính bên trong của phần chèn ống nhỏ qua lỗ cần được chế tạo lớn hơn. Hơn nữa, vì LNG dễ bắt cháy và được đốt cháy nhanh chóng, khi LNG được đốt cháy nhanh chóng ở một đầu của ống nhỏ, nhiệt độ của đầu ống nhỏ được tăng lên, và sự hư hại do ăn mòn, như vết nứt và sự xói mòn, có thể được tạo ra ở đầu của ống nhỏ. Khi sự hư hại do ăn mòn này được tạo ra ở đầu của ống nhỏ, có thể gây ra sự nổ ngược, tắc nghẽn của ống nhỏ, hoặc các loại tương tự. Ngoài ra, như được mô tả trong Tài liệu Patent 2, khi than đá được nghiền thành

bột được thổi từ đầu của ống gió, và than đá được nghiền thành bột được đưa vào tiếp xúc với oxy nóng, thì sự tăng nhiệt độ của than đá được nghiền thành bột được cải thiện, nhưng than đá được nghiền thành bột được thổi vào ống bảo vệ nhanh chóng, và do đó, không có thời gian để than đá được nghiền thành bột được đốt cháy trong đường ống dẫn gió và ống gió, và kết quả là hiệu suất đốt cháy của than đá được nghiền thành bột không được cải thiện.

Sáng chế được thực hiện theo quan điểm về các vấn đề như được mô tả ở trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp vận hành lò cao có hiệu suất đốt cháy của nhiên liệu rắn, như than đá được nghiền thành bột, được cải thiện, nhờ đó có thể cải thiện năng suất và làm giảm các lượng phát thải CO₂.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Giải quyết vấn đề

Để giải quyết các vấn đề được mô tả ở trên, theo một phương pháp của sáng chế, phương pháp vận hành lò cao bao gồm: khi không khí nóng được thổi vào lò cao từ đường ống dẫn gió thông qua ống gió, sử dụng ống kép làm ống nhỏ phía đầu dòng để thổi nhiên liệu rắn vào đường ống dẫn gió; thổi một trong số nhiên liệu rắn và khí dễ cháy từ một trong số ống bên trong của ống nhỏ phía đầu dòng và khe hở giữa ống bên trong và ống bên ngoài, và thổi cái còn lại trong số nhiên liệu rắn và khí dễ cháy từ cái còn lại trong số ống bên trong và khe hở giữa ống bên trong và ống bên ngoài; bố trí ống nhỏ phía cuối dòng trên phía cuối dòng theo hướng luồng không khí nóng từ phần đầu thổi của ống nhỏ phía đầu dòng; và thổi khí hỗ trợ sự cháy từ ống nhỏ phía cuối dòng được cung cấp.

Các ví dụ về nhiên liệu rắn theo sáng chế bao gồm than đá được nghiền thành bột.

Ngoài ra, khí hỗ trợ sự cháy theo sáng chế được xác định là khí có nồng độ oxy ít nhất là 50% thể tích hoặc lớn hơn.

Ngoài ra, khí dễ cháy được sử dụng theo sáng chế là khí có tính dễ cháy cao hơn than đá được nghiền thành bột, và, ngoài hydro, khí thành phố, LNG, và khí propan chứa hydro là thành phần chính, khí lò chuyển, khí lò cao, khí lò luyện than cốc, và các khí tương tự được tạo ra trong nhà máy thép có thể được áp dụng. Hơn nữa, khí đá phiến tương đương với LNG cũng có thể được sử dụng. Khí đá phiến là khí tự nhiên thu được từ vỉa đá phiến, và được gọi là nguồn khí tự nhiên độc đáo bởi vì được tạo ra ở nơi không phải là mỏ khí thông thường. Khí dễ cháy, như khí thành phố, được làm bắt lửa/bốc cháy rất nhanh, khí dễ cháy có hàm lượng hydro cao có lượng calo đốt cháy cao, và hơn nữa, khí dễ cháy có ưu điểm về tính thấm khí và sự cân bằng nhiệt của lò cao do không chứa tro không giống như than đá được nghiền thành bột.

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Theo một phương pháp vận hành lò cao của sáng chế, nhiên liệu rắn và khí dễ cháy được thổi từ ống nhỏ phía đầu dòng được tạo kết cấu bởi ống kép, và khí hỗ trợ sự cháy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng về phía cuối dòng theo hướng luồng không khí nóng, để oxy được sử dụng đốt cháy khí dễ cháy được cấp từ ống nhỏ phía đầu dòng, và nhiên liệu rắn mà có nhiệt độ được tăng lên bởi sự đốt cháy của khí dễ cháy được đốt cháy cùng với oxy được cấp. Do đó, hiệu suất đốt cháy của nhiên liệu rắn được cải thiện, và theo đó, có thể cải thiện một cách hiệu quả năng suất và làm giảm các lượng phát thải CO₂.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ mặt cắt ngang theo chiều dọc minh họa một phương án của lò cao mà phương pháp vận hành lò cao theo sáng chế được áp dụng cho lò cao này;

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt ngang theo chiều dọc minh họa các trạng thái góc của ống nhỏ phía đầu dòng và ống nhỏ phía cuối dòng trong đường ống dẫn gió và ống gió ở Fig.1;

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt ngang theo chiều dọc minh họa các vị trí của ống nhỏ phía đầu dòng và ống nhỏ phía cuối dòng trong đường ống dẫn gió và ống gió ở Fig.1;

Fig.4 sơ đồ minh họa hoạt động của ống nhỏ phía đầu dòng và ống nhỏ phía cuối dòng ở Fig.2;

Fig.5 là sơ đồ minh họa của phần mol oxy;

Fig.6 là sơ đồ minh họa của phần mol oxy khi vị trí thổi của khí hỗ trợ sự cháy được thay đổi theo hướng góc chu vi đường ống dẫn gió;

Fig.7 là sơ đồ minh họa hướng thổi của khí hỗ trợ sự cháy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng về hướng luồng gió;

Fig.8 là sơ đồ minh họa hướng thổi của khí hỗ trợ sự cháy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng về hướng luồng gió;

Fig.9 là sơ đồ minh họa hướng thổi của khí hỗ trợ sự cháy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng về hướng luồng gió;

Fig.10 là sơ đồ minh họa của phần mol oxy khi hướng thổi của khí hỗ trợ sự cháy được thay đổi về hướng luồng gió;

Fig.11 là sơ đồ minh họa của phần mol oxy khi khoảng cách của ống nhỏ phía cuối dòng từ ống nhỏ phía đầu dòng được thay đổi; và

Fig.12 là sơ đồ minh họa của phần mol oxy khi tốc độ thổi của khí hỗ trợ sự cháy từ ống nhỏ phía cuối dòng được thay đổi.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tiếp theo, một phương án của phương pháp vận hành lò cao theo sáng chế sẽ được mô tả có đề cập đến các hình vẽ. Fig.1 là hình vẽ tổng thể của lò cao mà phương pháp vận hành lò cao theo sáng chế được áp dụng cho lò cao này. Như được minh họa trong hình vẽ, đường ống dẫn gió 2 để thổi không khí nóng được nối với ống gió 3 của lò cao 1, và ống nhỏ 4 được bố trí để xuyên qua đường ống dẫn gió 2. Khi không khí nóng, thì không khí được sử dụng. Không gian đốt cháy được gọi là ống bảo vệ 5 có sẵn ở lớp đặt than cốc trước ống gió 3 theo hướng luồng không khí nóng, và sự giảm của quãng sát, tức là, việc chế tạo gang được thực hiện chủ yếu trong không gian đốt cháy. Mặc dù, trong hình vẽ, chỉ một ống nhỏ 4 được chèn vào đường ống dẫn gió 2 ở phía trái trong hình vẽ, như đã biết, ống nhỏ 4 có thể được thiết lập để được chèn vào đường ống dẫn gió 2 và các ống gió 3 bất kỳ được bố trí theo chu vi dọc theo thành lò. Ngoài ra, số lượng các ống nhỏ cho mỗi ống gió không bị giới hạn ở một cái, và hai hoặc nhiều ống nhỏ có thể được chèn vào. Ngoài ra, để làm các loại ống nhỏ, bắt đầu với ống nhỏ kiểu một ống, ống nhỏ kiểu hai ống và bó gồm nhiều ống nhỏ có thể được áp dụng. Tuy nhiên, việc chèn ống nhỏ kiểu ống ba nhánh vào phần chèn ống nhỏ theo sáng chế thông qua lỗ của đường ống dẫn gió 2 là khó khăn. Hơn nữa, trong phần mô tả dưới đây, ống nhỏ 4 mà xuyên qua đường ống dẫn gió 2 cũng được gọi là ống nhỏ phía đầu dòng.

Ví dụ, khi than đá được nghiền thành bột làm nhiên liệu rắn được thổi từ ống nhỏ 4, thì than đá được nghiền thành bột được thổi cùng với khí mang, như N_2 . Khi chỉ có than đá được nghiền thành bột làm nhiên liệu rắn được thổi từ ống nhỏ 4, thì chất bay hơi và cacbon không bay hơi của than đá được nghiền thành bột mà đã đi qua ống gió 3 từ ống nhỏ 4 và đã được thổi vào ống bảo vệ 5 được đốt cháy cùng với than cốc, và sự kết hợp của cacbon và tro thường được gọi là than, mà đã được đốt cháy và được bỏ lại, được xả từ ống bảo vệ 5 vì than không bị đốt cháy. Vì than không cháy

được được tích tụ trong lò, do đó làm suy giảm tính thấm khí trong lò, cần thiết rằng than đá được nghiền thành bột được đốt cháy trong ống bảo vệ 5 càng nhiều càng tốt, tức là, tính dễ cháy của than đá được nghiền thành bột được cải thiện. Vì tốc độ không khí nóng phía trước ống nhỏ 3 theo hướng luồng không khí nóng là khoảng 200 m/giây và vùng tồn tại của oxy trong ống bảo vệ 5 từ một đầu của ống nhỏ 4 nằm trong khoảng từ 0,3 đến 0,5m, cần tăng nhiệt độ và cải thiện hiệu suất tiếp xúc với oxy (độ khuếch tán) của các hạt than đá được nghiền thành bột gần như ở mức độ 1/1000 giây.

Than đá được nghiền thành bột mà đã được thổi vào ống bảo vệ 5 từ ống gió 3 được nung nóng trước tiên bằng cách truyền nhiệt nhờ sự đối lưu từ luồng không khí nóng, và hơn nữa, nhiệt độ hạt được tăng lên đáng kể bởi sự truyền nhiệt bằng bức xạ và dẫn nhiệt từ ngọn lửa trong ống bảo vệ 5, sự phân hủy nhiệt được bắt đầu từ thời gian khi nhiệt độ đã được tăng lên đến 300°C hoặc lớn hơn, chất bay hơi được làm bắt lửa để tạo ra ngọn lửa, và nhiệt độ đốt cháy đạt từ 1400 đến 1700°C. Khi chất bay hơi thoát ra, than đá được nghiền thành bột trở thành than được mô tả ở trên. Than chủ yếu là cacbon không bay hơi, và do đó, phản ứng được gọi là phản ứng hòa tan cacbon cũng xảy ra cùng với phản ứng đốt cháy. Ở thời điểm này, sự tăng lên về chất bay hơi của than đá được nghiền thành bột được thổi vào đường ống dẫn gió 2 từ ống nhỏ 4 có lợi cho sự bắt lửa của than đá được nghiền thành bột, sự tăng lên về lượng chất bay hơi đốt cháy làm tăng tốc độ tăng nhiệt độ và nhiệt độ tối đa của than đá được nghiền thành bột, và sự tăng lên về độ khuếch tán và nhiệt độ của than đá được nghiền thành bột làm tăng tốc độ phản ứng của than. Cụ thể hơn, cho rằng, khi chất bay hơi giãn nở bởi sự khí hóa, than đá được nghiền thành bột khuếch tán và chất bay hơi được đốt cháy, và than đá được nghiền thành bột được nung nóng nhanh và nhiệt độ của nó tăng lên nhanh chóng bởi nhiệt đốt cháy của chúng. Ngược lại, khi, ví dụ, LNG làm khí dễ cháy được thổi vào đường ống dẫn gió 2 từ ống nhỏ 4 cùng với than đá được

nghiên thành bột, cho rằng LNG tiếp xúc với oxy trong luồng không khí, LNG được đốt cháy, và than đá được nghiền thành bột được nung nóng nhanh và nhiệt độ của nó được tăng lên nhanh bởi nhiệt đốt cháy của chúng, nhờ đó tạo điều kiện cho sự bắt lửa của than đá được nghiền thành bột.

Theo phương án của sáng chế, than đá được nghiền thành bột làm nhiên liệu rắn và LNG làm khí dễ cháy được sử dụng. Ngoài ra, ống nhỏ kiểu ống kép được sử dụng cho ống nhỏ phía đầu dòng 4, một trong số than đá được nghiền thành bột và LNG được thổi từ ống bên trong của ống nhỏ phía đầu dòng 4 được tạo kết cấu bởi ống nhỏ kiểu ống kép, và cái còn lại trong số than đá được nghiền thành bột và LNG được thổi từ khe hở giữa ống bên trong và ống bên ngoài. Về việc thổi từ ống nhỏ kiểu ống kép, than đá được nghiền thành bột có thể được thổi từ ống bên trong và LNG có thể được thổi từ khe hở giữa ống bên trong và ống bên ngoài, hoặc LNG có thể được thổi từ ống bên trong và than đá được nghiền thành bột có thể được thổi từ khe hở giữa ống bên trong và ống bên ngoài. Ví dụ, khi than đá được nghiền thành bột được thổi từ ống bên trong và LNG được thổi từ khe hở giữa ống bên trong và ống bên ngoài, một hiệu quả là LNG được đặt bên ngoài dòng thổi trong đường ống dẫn gió 2 được đốt cháy trước và nhiệt độ của than đá được nghiền thành bột bên trong được tăng lên đạt được. Ngược lại, khi LNG được thổi từ ống bên trong và than đá được nghiền thành bột được thổi từ khe hở giữa ống bên trong và ống bên ngoài, một hiệu quả là than đá được nghiền thành bột được đặt bên ngoài dòng thổi trong đường ống dẫn gió 2 được khuếch tán cùng với sự khuếch tán khí của LNG được đặt bên trong đạt được. Trong cả hai trường hợp, LNG được đốt cháy trước, và oxy trong luồng không khí được tiêu thụ cùng với sự đốt cháy của LNG. Ở đây, than đá được nghiền thành bột được thổi từ ống bên trong của ống nhỏ phía đầu dòng 4 được tạo kết cấu bởi ống nhỏ kiểu ống kép, và LNG được thổi từ khe hở giữa ống bên trong và ống bên ngoài.

Theo phương án sáng chế, để làm cho oxy được tiêu thụ bởi sự đốt cháy trước của LNG được thổi từ ống nhỏ phía đầu dòng 4 cùng với than đá được nghiền thành bột, như được minh họa trong Fig.2, ống nhỏ phía cuối dòng 6 được bố trí về phía cuối dòng theo hướng luồng không khí nóng đối với ống nhỏ phía đầu dòng 4, và oxy làm khí hỗ trợ sự cháy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6. Cụ thể, ống nhỏ phía cuối dòng 6 được bố trí để xuyên qua ống gió (bộ phận) 3. Vị trí giữa của phần đầu thổi của ống nhỏ phía đầu dòng 4 được mô tả ở trên được thiết lập ở vị trí, ví dụ, 100mm từ phần đầu của ống gió 3 theo hướng luồng gió theo hướng ngược của hướng luồng gió, và khoảng cách từ vị trí giữa của phần đầu thổi của ống nhỏ phía đầu dòng 4 đến vị trí giữa của phần xuyên qua ống gió của ống nhỏ phía cuối dòng 6 được thiết lập là, ví dụ, 80mm. Ngoài ra, như được minh họa trong Fig.2 và Fig.3, ống nhỏ phía đầu dòng 4 theo phương án của sáng chế được bố trí để đâm xuyên phần trên cùng của đường ống dẫn gió 2 về phía trục giữa của đường ống dẫn gió 2. Ngược lại, như được minh họa rõ ràng trong Fig.3, ống nhỏ phía cuối dòng 6 được chế tạo để xuyên qua ống gió 3 ở vị trí từ 160° đến 200° theo góc hướng chu vi θ của đường ống dẫn gió 2 từ vị trí mà ống nhỏ phía đầu dòng 4 được bố trí. Nói cách khác, ống nhỏ phía cuối dòng 6 được bố trí ở vị trí đối diện với ống nhỏ phía đầu dòng 4. Cần lưu ý rằng chiều dài chèn từ vị trí giữa của phần xuyên qua ống gió của ống nhỏ phía cuối dòng 6 là 10mm.

Ở đây, mật độ của than đá được nghiền thành bột là 1400 kg/m^3 , N_2 được sử dụng làm khí mang, và điều kiện thổi than đá được nghiền thành bột là 1100 kg/giờ. Ngoài ra, điều kiện thổi LNG là $100 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$, và, về điều kiện luồng gió từ đường ống dẫn gió 2, nhiệt độ luồng gió 1200°C , thể tích dòng chảy là $12000 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$, tốc độ dòng chảy là 150 m/giây, và không khí được sử dụng. Về điều kiện thổi oxy, thể tích dòng chảy là $350 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$ và tốc độ dòng chảy là 146 m/giây.

Luồng chính của than đá được nghiền thành bột (bao gồm LNG và khí mang) được thổi từ ống nhỏ phía đầu dòng 4 bắt nguồn bởi luồng gió không khí nóng, như được thể hiện bởi đường liền nét trong Fig.4. Tuy nhiên, các hạt bột có khối lượng lớn, tức là, có lực quán tính lớn cũng có trong than đá được nghiền thành bột, và than đá được nghiền thành bột này có khối lượng lớn chảy về phía trước theo hướng thổi ra khỏi luồng chính của than đá được nghiền thành bột, như được chỉ ra bởi đường nét đứt (mũi tên nét đứt) trong Fig.4. Khi than đá được nghiền thành bột ra khỏi luồng chính của than đá được nghiền thành bột theo cách này, thì hiệu quả làm tăng nhiệt độ do sự đốt cháy trước nêu trên của LNG là nhỏ, và do đó, trạng thái khó bị đốt cháy được tiếp tục. Do đó, cho rằng oxy tốt hơn là được cấp đầy đủ vào than đá được nghiền thành bột ra khỏi luồng chính của than đá được nghiền thành bột theo cách này, và theo đó, vị trí của ống nhỏ phía cuối dòng 6 tương đối với ống nhỏ phía đầu dòng 4 được thiết lập trong khoảng từ 160° đến 200° theo góc hướng chu vi đường ống dẫn gió θ sao cho ống nhỏ phía cuối dòng 6 được đặt đối diện với ống nhỏ phía đầu dòng 4.

Để chứng minh điều này, phần mol oxy xung quanh than đá được nghiền thành bột được đánh giá bằng cách thay đổi theo cách khác nhau góc hướng chu vi đường ống dẫn gió của ống nhỏ phía cuối dòng 6 tương đối với ống nhỏ phía đầu dòng 4 và thực hiện phân tích chất lưu trong ống bảo vệ 5 bằng máy tính cá nhân sử dụng phần mềm phân tích chất lưu đa dụng. Như được minh họa trong Fig.2, vị trí đánh giá của phần mol oxy được thiết lập ở vị trí 300mm từ vị trí giữa của phần đầu thổi của ống nhỏ phía đầu dòng 4 theo hướng luồng không khí nóng, tức là vị trí trong ống bảo vệ 5 là 200mm từ phần đầu của ống gió 3 theo hướng luồng gió. Khi phân tích chất lưu bằng máy tính cá nhân, như được minh họa trong Fig.5, các lưới được tạo ra để mô phỏng chất lưu và phần mol của oxy trong khí của lưới trong đó các hạt than đá được nghiền thành bột được xác định là phần mol của oxy tiếp xúc với các hạt than đá được

nghiên thành bột. Việc đánh giá được thực hiện bằng trị số trung bình của phần mol oxy trong khí tiếp xúc với tất cả các hạt than đá được nghiền thành bột ở điểm đánh giá là 300mm từ vị trí giữa của phần đầu thổi của ống nhỏ phía đầu dòng 4 theo hướng luồng gió. Cần lưu ý rằng, mặc dù không khí được sử dụng cho luồng không khí như được mô tả ở trên, khi oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6, chỉ với oxy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6, phần mol oxy trong không khí tiếp xúc với các hạt than đá được nghiền thành bột được đánh giá mà không cần xem xét oxy trong không khí. Cụ thể hơn, trị số của phần mol oxy trong khí tiếp xúc với các hạt than đá được nghiền thành bột khi oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 không chứa oxy trong luồng không khí, tức là không khí.

Fig.6 minh họa phần mol oxy trong khí tiếp xúc với các hạt than đá được nghiền thành bột khi góc hướng chu vi đường ống dẫn gió của ống nhỏ phía cuối dòng 6 tương đối với ống nhỏ phía đầu dòng 4 được thay đổi. Ở thời điểm này, hướng thổi của oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 được thiết lập hướng về phía phần giữa của ống gió 3 (hoặc đường ống dẫn gió 2) theo hướng xuyên tâm và vuông góc với hướng luồng không khí nóng (0° đối với hướng luồng không khí nóng, được mô tả dưới đây). Cần lưu ý rằng, là ví dụ so sánh, đường cong (đường thẳng) khi không khí mà $350 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$ của oxy được bổ sung vào được thổi gió mà không thổi oxy từ ống nhỏ phía cuối dòng, do đó phần mol oxy trong khí tiếp xúc với các hạt than đá được nghiền thành bột không đổi ở 2,7%, cũng được minh họa trong hình vẽ, khi không thổi oxy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6. Như rõ ràng trong hình vẽ, phần mol oxy trong khí tiếp xúc với các hạt than đá được nghiền thành bột được tăng lên trong phạm vi mà vị trí của ống gió phía cuối dòng 6 tương đối với ống nhỏ phía đầu dòng 4 nằm trong khoảng từ 160° đến 200° theo góc hướng chu vi đường ống dẫn gió θ , và trở nên tối đa khi vị trí của ống nhỏ phía cuối dòng 6 tương đối với ống nhỏ phía đầu dòng 4 là 180° theo góc hướng chu vi đường ống dẫn gió θ . Như được mô tả ở trên, điều này

nghĩa là ống nhỏ phía cuối dòng 6 được bố trí đối diện với ống nhỏ phía đầu dòng 4, để việc thổi oxy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 được cung cấp đầy đủ cho than đá được nghiền thành bột được thổi từ ống nhỏ phía đầu dòng 4 bao gồm than đá được nghiền thành bột ra khỏi luồng chính, và kết quả là tính dễ cháy của than đá được nghiền thành bột trong ống bảo vệ 5 được cải thiện.

Ngoài ra, được cho rằng hướng thổi của oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 đối với hướng luồng gió cũng ảnh hưởng đến phần mol oxy trong khí tiếp xúc với các hạt than đá được nghiền thành bột, tức là tính dễ cháy của than đá được nghiền thành bột trong ống bảo vệ 5. Ví dụ, khi hướng thổi của oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 đối với hướng luồng không khí nóng, mà vuông góc với hướng luồng không khí nóng, được xác định là 0° , và các hướng thổi của oxy (góc γ trong Fig.2) mà là hướng cuối dòng và đầu dòng từ đó theo hướng luồng không khí nóng được xác định lần lượt là thuận và nghịch, khi hướng thổi của oxy đối với hướng luồng gió là nghịch, tức là, hướng đầu dòng như được minh họa trong Fig.7, dòng oxy bị cuốn đi bởi luồng không khí nóng và có thể không thể đi đến dòng than đá được nghiền thành bột được thổi từ ống nhỏ phía đầu dòng 4. Ngoài ra, cũng như khi hướng thổi của oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 đối với hướng luồng gió là thuận, tức là, hướng dòng ra như được minh họa trong Fig.8, dòng oxy bị cuốn đi bởi luồng không khí nóng và có thể không đi đến dòng than đá được nghiền thành bột được thổi từ ống nhỏ phía đầu dòng 4. Do đó, khi hướng thổi của oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 đối với hướng luồng gió là 0° , tức là, vuông góc với hướng luồng không khí nóng hoặc vùng lân cận của nó như được minh họa trong Fig.9, dòng oxy có thể tiếp cận dòng than đá được nghiền thành bột được thổi từ ống nhỏ phía đầu dòng 4 tránh luồng không khí nóng. Do đó, được cho rằng hướng thổi của oxy đối với hướng luồng không khí nóng có thể hơi bị nghiêng theo các hướng thuận và nghịch bất kỳ nào vuông góc với hướng luồng gió như là trung tâm.

Để chứng minh điều này, phần mol oxy xung quanh than đá được nghiền thành bột được đánh giá bằng cách thay đổi theo cách khác nhau hướng thổi của oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 đối với hướng luồng gió không khí nóng và thực hiện, theo cách tương tự như ở trên, việc phân tích chất lưu trong ống bảo vệ 5 bằng máy tính cá nhân sử dụng phần mềm phân tích chất lưu đa dụng. Tương tự, vị trí đánh giá của phần mol oxy được thiết lập ở vị trí 300mm từ vị trí giữa của phần đầu thổi của ống nhỏ phía đầu dòng 4 theo hướng luồng không khí nóng, tức là vị trí trong ống bảo vệ 5 là 200mm từ phần đầu của ống gió 3 theo hướng luồng gió. Ngoài ra, cũng trong việc phân tích chất lưu bằng máy tính, theo cách giống như ở trên, phần mol của oxy trong khí của lưới trong đó các hạt than đá được nghiền thành bột tồn tại được xác định là phần mol của oxy tiếp xúc với các hạt than đá được nghiền thành bột, và việc đánh giá được thực hiện bằng trị số trung bình của phần mol oxy trong khí tiếp xúc với tất cả các hạt than đá được nghiền thành bột ở điểm đánh giá là 300mm từ vị trí giữa của phần đầu thổi của ống nhỏ phía đầu dòng 4 theo hướng luồng gió. Ngoài ra, oxy trong không khí được sử dụng cho luồng không khí không được xem xét, và trị số của phần mol oxy trong khí tiếp xúc với các hạt than đá được nghiền thành bột không bao gồm trị số của phần mol oxy trong không khí.

Fig.10 minh họa phần mol oxy trong khí tiếp xúc với các hạt than đá được nghiền thành bột khi hướng thổi của oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 đối với hướng luồng không khí nóng được thay đổi. Ở thời điểm này, vị trí của ống nhỏ phía cuối dòng 6 tương đối với ống nhỏ phía đầu dòng 4 là 180° theo góc hướng chu vi đường ống dẫn gió, tức là, ống nhỏ phía đầu dòng 4 và ống nhỏ phía cuối dòng 6 được bố trí đối diện với nhau. Ngoài ra, oxy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 được thổi về phía phần giữa của ống gió 3 (hoặc đường ống dẫn gió 2) theo hướng xuyên tâm. Cần lưu ý rằng, là ví dụ so sánh, đường cong (đường thẳng) khi không khí mà $350 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$ của oxy được bổ sung vào được thổi gió mà không thổi oxy từ ống nhỏ phía

cuối dòng, do đó phần mol oxy trong khí tiếp xúc với các hạt than đá được nghiền thành bột không đổi ở 2,7% cũng được minh họa trong hình vẽ, khi không thổi oxy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6. Như rõ ràng từ hình vẽ, phần mol oxy của các hạt than đá được nghiền thành bột được tăng lên trong khoảng từ -30° về phía ngược, tức là theo hướng đầu dòng theo hướng luồng gió đến 45° về phía thuận, tức là theo hướng cuối dòng theo hướng luồng gió theo hướng thổi của oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 đối với hướng luồng không khí nóng, và trở nên cực đại khi hướng thổi của oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 đối với hướng luồng không khí nóng vuông góc với hướng luồng gió, tức là 0° . Như được mô tả ở trên, điều này nghĩa là hướng thổi của oxy được thiết lập theo hướng vuông góc với hướng luồng không khí nóng hoặc vùng lân cận của nó, để oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 được cung cấp đầy đủ cho than đá được nghiền thành bột được thổi từ ống nhỏ phía đầu dòng 4, và được cho rằng tính dễ cháy của than đá được nghiền thành bột trong ống bảo vệ 5 do đó được cải thiện.

Tiếp theo, để khẳng định tính trộn lẫn của dòng than đá được nghiền thành bột và dòng oxy, mà được xem xét trong Fig.4, phần mol oxy xung quanh than đá được nghiền thành bột được đánh giá bằng cách thay đổi theo cách khác nhau của ống nhỏ phía cuối dòng 6 từ ống nhỏ phía đầu dòng 4 và thực hiện, theo cách tương tự như ở trên, việc phân tích chất lưu trong ống bảo vệ 5 bằng máy tính cá nhân sử dụng phần mềm phân tích chất lưu đa dụng. Việc đánh giá phần mol oxy là giống như ở trên, vị trí của ống nhỏ phía cuối dòng 6 tương đối với ống nhỏ phía đầu dòng 4 là 180° theo góc hướng chu vi đường ống dẫn gió, hướng thổi của oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 đối với hướng luồng không khí nóng là vuông góc với hướng luồng gió, tức là 0° , và các điều kiện khác giống như ở trên. Fig.11 minh họa kết quả thử nghiệm. Trong hình vẽ, là ví dụ so sánh, đường cong (đường thẳng) khi không khí mà $350 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$ của oxy được bổ sung vào được thổi gió mà không thổi oxy từ ống nhỏ

phía cuối dòng, để phần mol oxy trong khí tiếp xúc với các hạt than đá được nghiền thành bột không đổi ở 2,7%, cũng được minh họa trong hình vẽ, khi không thổi oxy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6. Như rõ ràng từ hình vẽ, khi khoảng cách của ống nhỏ phía cuối dòng 6 từ ống nhỏ phía đầu dòng 4 là 27mm hoặc lớn hơn, phần mol oxy khi oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 vượt quá phần mol oxy khi oxy không được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6, và phần mol oxy được tăng lên tuyến tính khi khoảng cách được tăng lên. Được cho rằng điều này là vì dòng than đá được nghiền thành bột từ ống nhỏ phía đầu dòng 4 và dòng oxy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 được trộn bằng cách giữ ống nhỏ phía cuối dòng 6 xa ống nhỏ phía đầu dòng 4 ở một mức độ nào đó. Tuy nhiên, trong lúc vận hành, khi khoảng cách của ống nhỏ phía cuối dòng 6 từ ống nhỏ phía đầu dòng 4 vượt quá 80mm, thì các vấn đề phát sinh, ví dụ, ống nhỏ phía cuối dòng 6 sẽ gần với ống gió gây ra sự xói mòn, và áp suất trong đường ống dẫn gió 2 được tăng lên bởi vì than đá được nghiền thành bột được đốt cháy trước khi đạt đến vị trí của ống nhỏ phía cuối dòng 6, do đó trở nên không có khả năng thổi oxy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6. Do đó, khoảng cách của ống nhỏ phía cuối dòng từ ống nhỏ phía đầu dòng 6 từ ống nhỏ phía đầu dòng 4 tốt hơn là nằm trong khoảng từ 27mm đến 80mm, và trị số tối ưu là 80mm.

Theo cùng một cách, phần mol oxy xung quanh than đá được nghiền thành bột được đánh giá bằng cách thay đổi theo cách khác nhau tốc độ thổi khí hỗ trợ sự cháy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 và thực hiện, theo cách giống như ở trên, việc phân tích chất lưu trong ống bảo vệ 5 bằng máy tính cá nhân sử dụng phần mềm phân tích chất lưu đa dụng. Việc đánh giá phần mol oxy là giống như ở trên, vị trí của ống nhỏ phía cuối dòng 6 tương đối với ống nhỏ phía đầu dòng 4 là 180° theo góc hướng chu vi đường ống dẫn gió, hướng thổi của oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 đối với hướng luồng không khí nóng là vuông góc với hướng luồng gió, tức là 0° , và các điều kiện khác giống như ở trên. Fig.12 minh họa kết quả thử nghiệm. Trong hình vẽ, là ví

dự so sánh, đường cong (đường thẳng) khi không khí mà $350 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$ của oxy được bổ sung vào được thổi gió mà không thổi oxy từ ống nhỏ phía cuối dòng, để phần mol oxy trong khí tiếp xúc với các hạt than đá được nghiền thành bột không đổi ở 2,7%, cũng được minh họa trong hình vẽ, khi không thổi oxy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6. Như rõ ràng từ hình vẽ, khi tốc độ thổi của khí hỗ trợ sự cháy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 là 50 m/giây hoặc lớn hơn, thì phần mol oxy khi oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 vượt quá phần mol oxy khi oxy không được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6, và phần mol oxy được tăng lên tuyến tính khi tốc độ thổi của khí hỗ trợ sự cháy được tăng lên và được bão hòa ở tốc độ thổi của khí hỗ trợ sự cháy là 146 m/giây hoặc lớn hơn. Được cho rằng điều này là vì dòng than đá được nghiền thành bột từ ống nhỏ phía đầu dòng 4 và dòng oxy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 được trộn lẫn ở vùng lân cận phần giữa của đường ống dẫn gió bằng cách làm cho tốc độ thổi khí hỗ trợ sự cháy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 lớn đến một mức độ nào đó. Tuy nhiên, khi tốc độ thổi khí hỗ trợ sự cháy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 trở nên lớn, sự sụt áp suất, tăng chi phí, và các loại tương tự không thích hợp trong lúc vận hành, và do đó, tốc độ thổi khí hỗ trợ sự cháy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 tốt hơn là nằm trong khoảng từ 50 m/giây đến 146 m/giây , và trị số tối ưu là 146 m/giây .

Do đó, bằng cách thỏa mãn các điều kiện này, LNG được đốt cháy ở đầu của ống nhỏ, để sự tăng nhiệt độ của than đá được nghiền thành bột tiếp diễn đến một mức độ nhất định, hơn nữa, than đá được nghiền thành bột tiếp xúc với oxy bởi oxy thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6, do đó sự thiếu oxy được loại bỏ, và tính dễ cháy của than đá được nghiền thành bột có thể được cải thiện. Ngoài ra, sự đốt cháy nhanh chóng của than đá được nghiền thành bột ở đầu của ống nhỏ được kiểm soát, và do đó, vết nứt và sự xói mòn đầu của ống nhỏ do nhiệt có thể tránh được.

Để khẳng định hiệu quả của phương pháp vận hành lò cao, trong một lò cao có 38 ống gió và thể tích bên trong là 5000 m^3 , theo các điều kiện mà số lượng sản xuất

mong muốn của kim loại nóng là 11500 t/ngày, tỷ lệ than đá được nghiền thành bột là 150 kg/t-kim loại nóng, khoảng cách của ống nhỏ phía cuối dòng 6 từ ống nhỏ phía đầu dòng 4 là 80mm, và tốc độ thổi khí hỗ trợ sự cháy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 là 146 m/giây, và điều kiện thổi được mô tả ở trên, điều kiện thổi than đá được nghiền thành bột, và điều kiện thổi LNG được thiết lập, việc vận hành được thực hiện trong khoảng thời gian ba ngày theo hai cách, trường hợp là oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 và trường hợp mà ống nhỏ phía cuối dòng không được sử dụng (oxy được làm giàu trong không khí được thổi gió), lần lượt, và hiệu quả được khẳng định bằng cách ghi nhận các thay đổi về các tỷ lệ than cốc trung bình (kg/t-kim loại nóng). Cần lưu ý rằng hướng thổi của oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 đối với hướng luồng không khí nóng vuông góc với hướng luồng không khí nóng, và vị trí của ống nhỏ phía cuối dòng 6 tương đối với ống nhỏ phía đầu dòng 4 là 180° theo góc hướng chu vi đường ống dẫn gió. Kết quả là, tỷ lệ than cốc khi ống nhỏ phía cuối dòng không được sử dụng là 370 kg/t-kim loại nóng, trong khi tỷ lệ than cốc khi oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 là 366 kg/t-kim loại nóng. Theo đó, bằng cách thổi oxy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6, hiệu suất đốt cháy của than đá được nghiền thành bột được cải thiện, và tỷ lệ than cốc có thể được giảm xuống. Ngoài ra, đã được khẳng định rằng không có sự hư hại do ăn mòn, như vết nứt và sự xói mòn, ở phần đầu của ống nhỏ phía đầu dòng 4 được tạo kết cấu bằng ống nhỏ kiểu ống kép.

Như đã mô tả, theo phương pháp vận hành lò cao của phương án theo sáng chế, than đá được nghiền thành bột làm nhiên liệu rắn và LNG làm khí dễ cháy được thổi từ ống nhỏ phía đầu dòng 4 được tạo kết cấu bởi ống kép, và oxy làm khí hỗ trợ sự cháy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 về phía cuối dòng theo hướng luồng không khí nóng, để oxy được sử dụng cho sự đốt cháy trước của LNG được cấp từ ống nhỏ phía cuối dòng 6, và than đá được nghiền thành bột mà có nhiệt độ được tăng lên bởi sự đốt cháy của LNG được đốt cháy cùng với oxy được cấp. Do đó, hiệu suất

đốt cháy của than đá được nghiền thành bột được cải thiện, và theo đó, có thể cải thiện một cách hiệu quả năng suất và làm giảm các lượng phát thải CO₂.

Ngoài ra, khi hướng vuông góc với hướng luồng không khí nóng được xác định là 0°, và hướng cuối dòng và hướng đầu dòng từ đó theo hướng luồng không khí nóng được xác định lần lượt là thuận và nghịch, thì hướng thổi của oxy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 đối với hướng luồng gió nằm trong khoảng từ -30° đến +45°. Theo đó, hiệu suất đốt cháy của than đá được nghiền thành bột chắc chắn được cải thiện.

Ngoài ra, vị trí thổi của oxy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 liên quan đến vị trí mà ở đó ống nhỏ phía đầu dòng 4 được chèn vào đường ống dẫn gió 2 nằm trong khoảng từ 160° đến 200° theo góc hướng chu vi đường ống dẫn gió. Theo đó, hiệu suất đốt cháy của than đá được nghiền thành bột chắc chắn được cải thiện.

Ngoài ra, khoảng cách của ống nhỏ phía cuối dòng từ ống nhỏ phía đầu dòng được thiết lập nằm trong khoảng từ 27mm đến 80 mm, do đó hiệu suất đốt cháy của than đá được nghiền thành bột chắc chắn được cải thiện.

Ngoài ra, tốc độ thổi khí hỗ trợ sự cháy từ ống nhỏ phía cuối dòng được thiết lập nằm trong khoảng từ 50 m/giây đến 146 m/giây, do đó hiệu suất đốt cháy của than đá được nghiền thành bột chắc chắn được cải thiện.

Cần lưu ý rằng phương thức trong đó than đá được nghiền thành bột và oxy được thổi từ ống nhỏ phía đầu dòng được tạo kết cấu bởi ống nhỏ kiểu ống kép và LNG được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng cũng được xem xét. Tuy nhiên, trong trường hợp này, than đá được nghiền thành bột và oxy bắt đầu phản ứng trong phần đầu thổi của ống nhỏ phía đầu dòng, và sự đốt cháy của than đá được nghiền thành bột tiếp diễn đến một mức độ nào đó, và do đó, hiệu quả làm tăng nhiệt độ do sự đốt cháy của LNG bị giới hạn ngay cả nếu LNG được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng. Ngoài ra, phản ứng với oxy giới hạn tốc độ sau khi than đá được nghiền thành bột được đốt

cháy, và do đó, sự đốt cháy của than đá được nghiền thành bột có thể được tạo điều kiện thuận lợi khi oxy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng.

Danh sách ký hiệu chỉ dẫn

- 1 lò cao
- 2 đường ống dẫn gió
- 3 ống gió
- 4 ống nhỏ phía đầu dòng
- 5 ống bảo vệ
- 6 ống nhỏ phía cuối dòng

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp vận hành lò cao (1), trong đó không khí nóng được thổi vào lò cao (1) từ đường ống dẫn gió (2) thông qua ống gió (3),

trong đó phương pháp này bao gồm:

bước sử dụng ống kép làm ống nhỏ phía đầu dòng (4) để thổi nhiên liệu rắn vào đường ống dẫn gió (2); và

bước bố trí ống nhỏ phía cuối dòng (6) về phía cuối dòng theo hướng luồng không khí nóng từ phần đầu thổi của ống nhỏ phía đầu dòng (4); khác biệt ở chỗ:

bước thổi một trong số nhiên liệu rắn và khí dễ cháy từ một trong số ống bên trong của ống nhỏ phía đầu dòng (4) và khe hở giữa ống bên trong và ống bên ngoài, và thổi cái còn lại trong số nhiên liệu rắn và khí dễ cháy từ cái còn lại trong số ống bên trong và khe hở giữa ống bên trong và ống bên ngoài; và

bước thổi khí hỗ trợ sự cháy từ ống nhỏ phía cuối dòng (6),

trong đó, khi hướng vuông góc với hướng luồng không khí nóng được xác định là $\gamma = 0^\circ$, và hướng cuối dòng và hướng đầu dòng từ đó theo hướng luồng không khí nóng được xác định lần lượt là thuận và nghịch, thì hướng thổi khí hỗ trợ sự cháy từ ống nhỏ phía cuối dòng (6) đối với hướng vuông góc với hướng luồng không khí nóng ($\gamma = 0^\circ$) nằm trong khoảng từ $\gamma = -30^\circ$ đến $\gamma = +45^\circ$.

2. Phương pháp vận hành lò cao (1) theo điểm 1, khác biệt ở chỗ:

vị trí thổi khí hỗ trợ sự cháy từ ống nhỏ phía cuối dòng (6) liên quan đến vị trí mà ở đó ống nhỏ phía đầu dòng (4) được chèn vào đường ống dẫn gió (2) nằm trong khoảng từ 160° đến 200° theo góc hướng chu vi (θ) của đường ống dẫn gió (2).

3. Phương pháp vận hành lò cao (1) theo điểm 1 hoặc 2, khác biệt ở chỗ:

khoảng cách của ống nhỏ phía cuối dòng (6) từ ống nhỏ phía đầu dòng (4) được thiết lập nằm trong khoảng từ 27mm đến 80mm.

4. Phương pháp vận hành lò cao (1) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, khác biệt ở chỗ:

tốc độ thổi của khí hỗ trợ sự cháy từ ống nhỏ phía cuối dòng (6) được thiết lập nằm trong khoảng từ 50 m/giây đến 146 m/giây.

FIG. 1

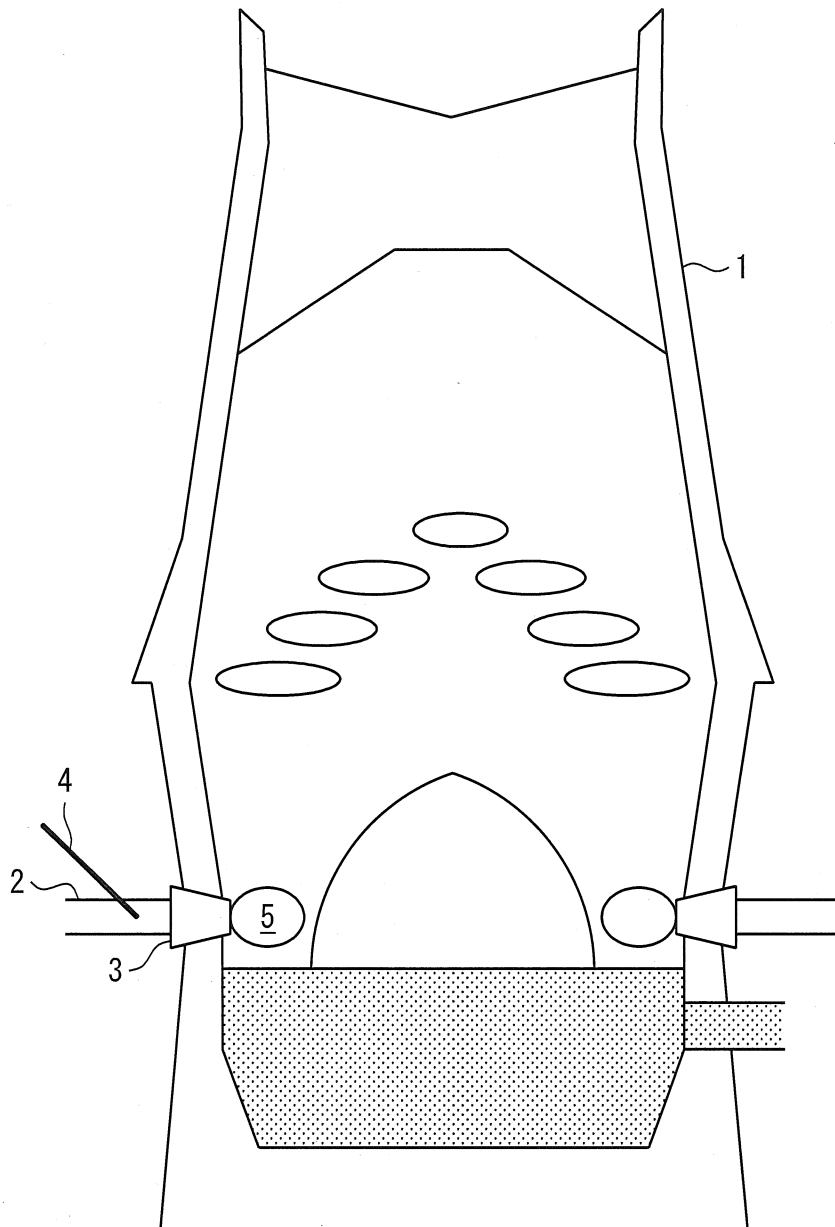


FIG. 2

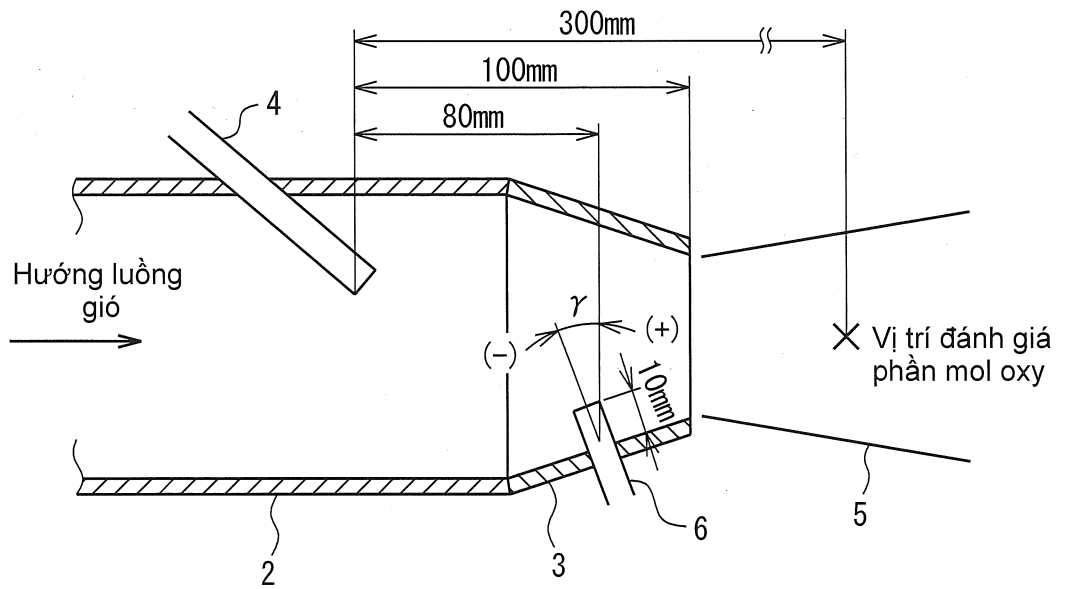


FIG. 3

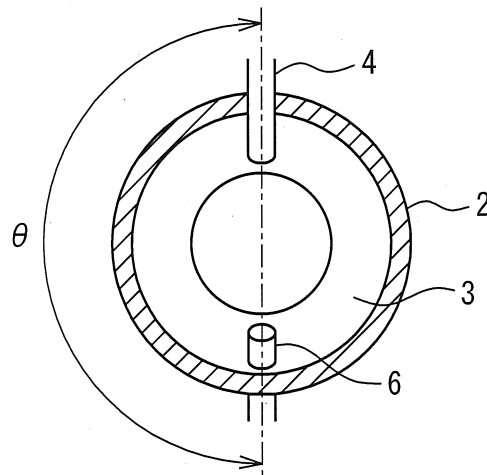


FIG. 4

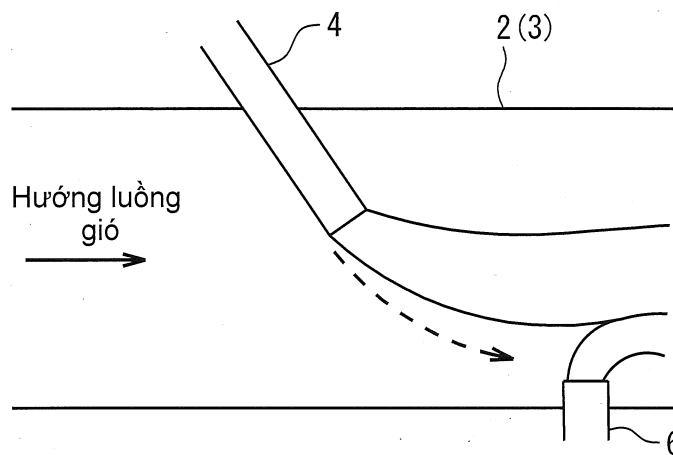


FIG. 5

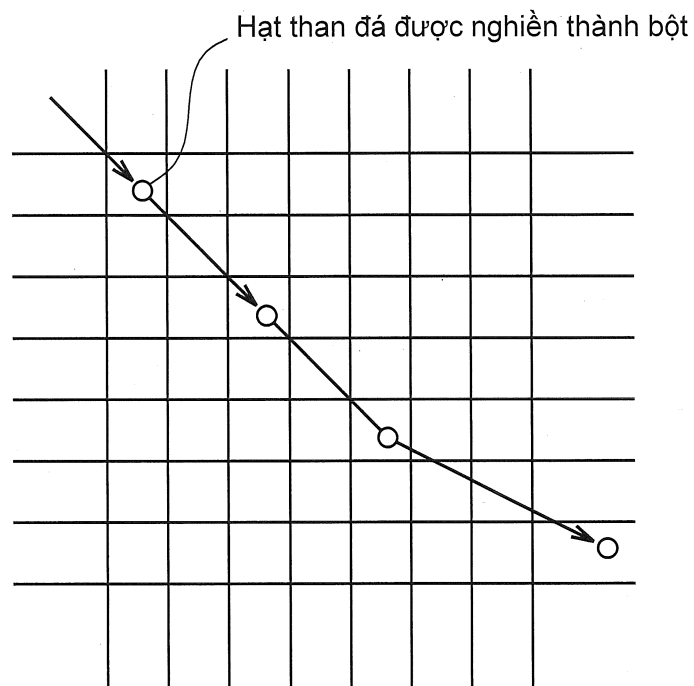


FIG. 6

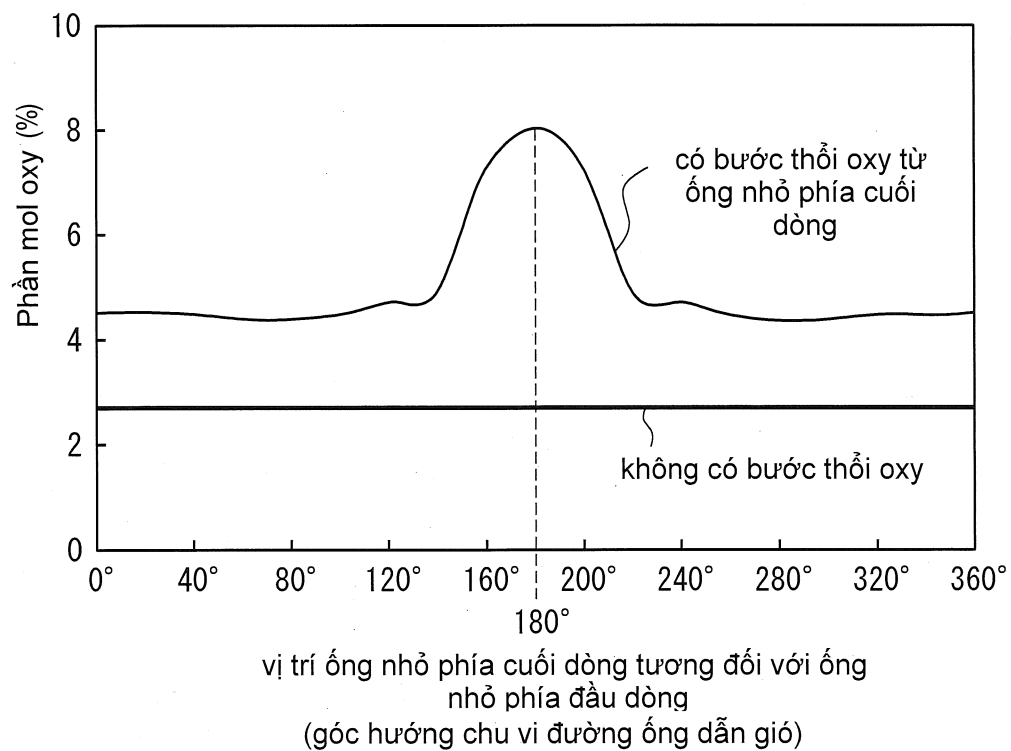


FIG. 7

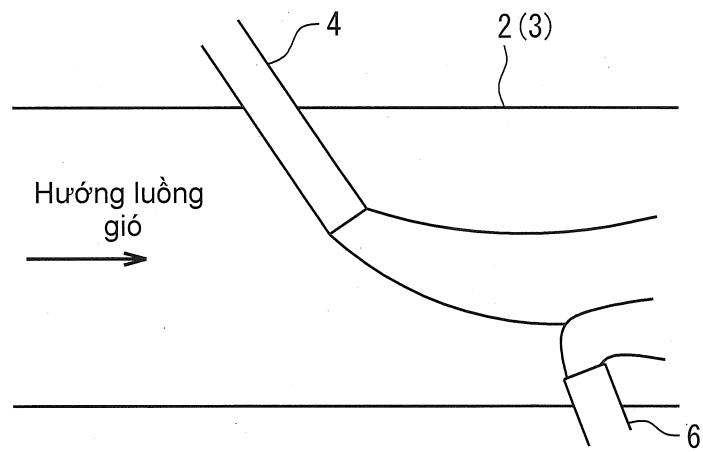


FIG. 8

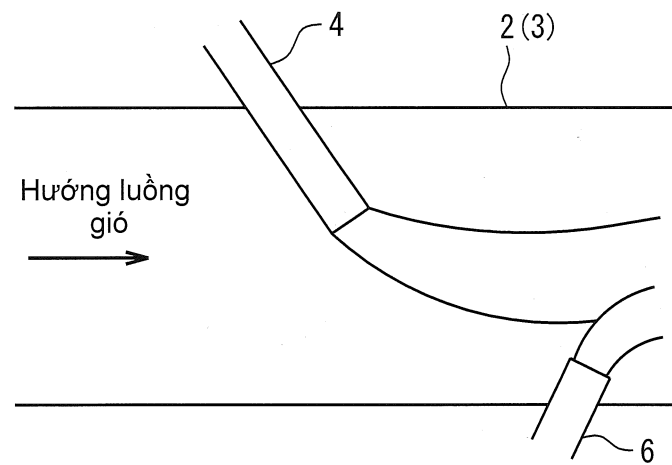


FIG. 9

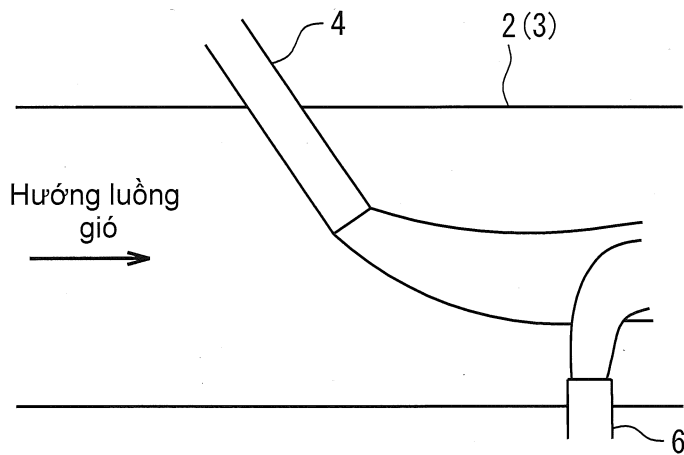


FIG. 10

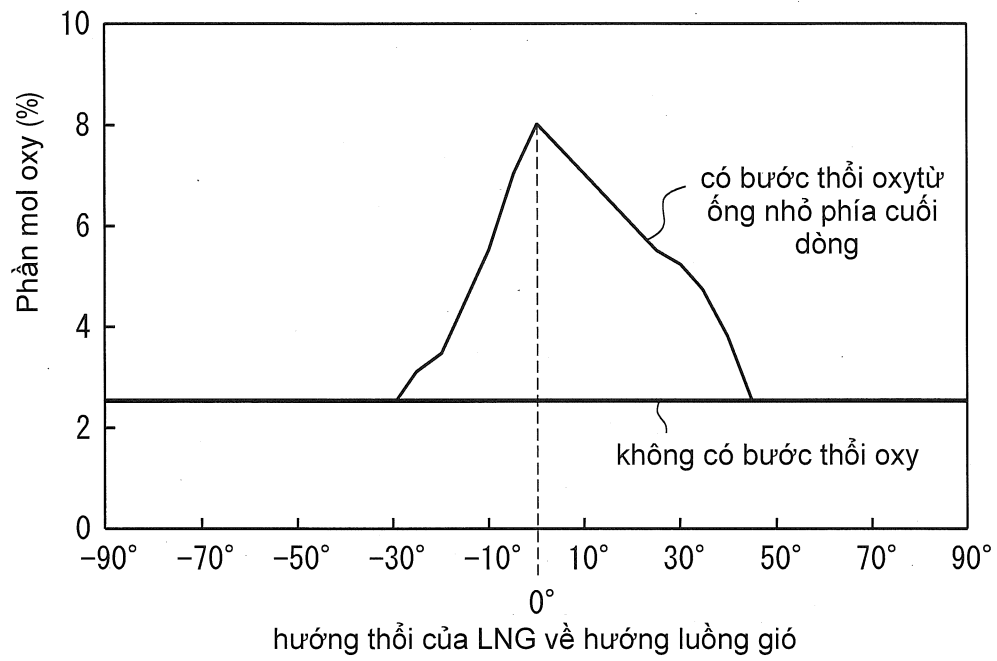


FIG. 11

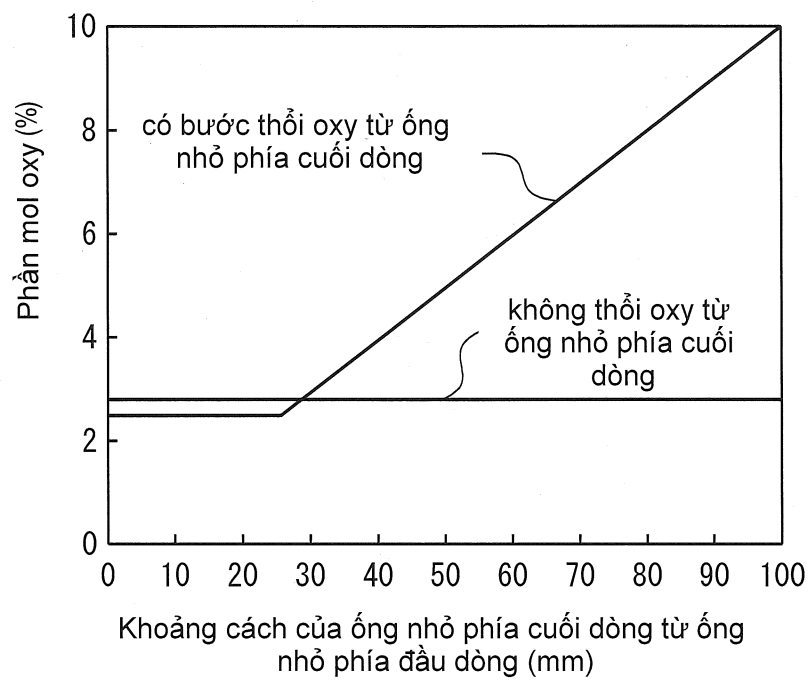


FIG. 12

