



(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)



1-0032378

(51)^{2006.01} F27B 1/16; C21B 7/00; C21B 7/16;
F27D 7/02; F27D 17/00; C21B 5/00;
F23L 15/04

(13) B

(21) 1-2017-03268

(22) 22/02/2016

(86) PCT/JP2016/000930 22/02/2016

(87) WO 2016/139912 A1 09/09/2016

(30) 2015-039967 02/03/2015 JP

(45) 25/06/2022 411

(43) 27/11/2017 356A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

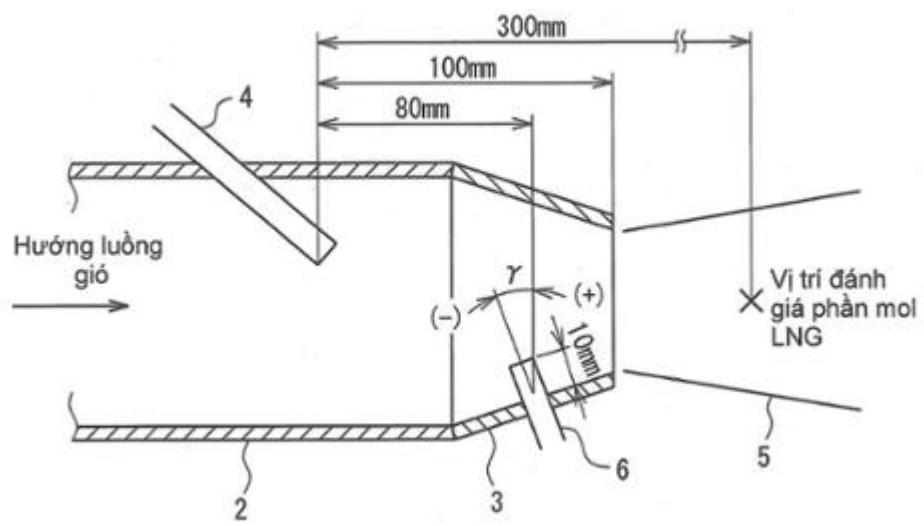
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) MURAO, Akinori (JP); YAMAMOTO, Naoki (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 với lò này 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 oxy được thổi từ ống nhỏ phía đầu dòng (4) được tạo kết cấu bởi ống kép, và LNG (Liquefied Natural Gas-khí tự nhiên hóa lỏng) 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 của LNG được cấp từ ống nhỏ phía đầu dòng (4), 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 hoặc oxy trong luồng không khí. Khi hướng vuông góc với hướng luồng không khí nóng được 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 LNG từ ống nhỏ phía cuối dòng (6) đối với hướng luồng gió nằm trong khoảng từ -30° đến +45°, và vị trí thổi của LNG 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 các lượng 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 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 ống 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 đưa vào tiếp xúc với oxy nóng vài trăm độ C, để 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 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 như một kết quả.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

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 mà với lò này 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.

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, bằng cách 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 hỗ trợ sự 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 hỗ trợ sự cháy từ ống còn lại của ống bên trong và khe hở giữa ống bên trong và ống bên ngoài; bố trí ống nhỏ phía cuối dòng về phía cuối dòng theo hướng luồng gió của không khí nóng từ phần đầu thổi của ống nhỏ phía đầu dòng; và thổi khí dễ 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 có lợi của sáng chế

Theo một phương pháp vận hành lò cao của sáng chế, nhiên liệu rắn và khí hỗ trợ sự cháy được thổi từ ống nhỏ phía đầu dòng được tạo kết cấu bởi ống kép, và khí dễ 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 hỗ trợ sự 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 hoặc oxy trong lúc thổi không khí. Do đó, hiệu suất đốt cháy của nhiên liệu rắn được cải thiện, và theo đó, có thể cải thiện năng suất hiệu quả 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 phần mol LNG;

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

Fig.7 là sơ đồ minh họa hướng thổi của khí dễ cháy được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng về hướng thổi;

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

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

Fig.10 là sơ đồ minh họa phần mol của LNG khi hướng thổi của khí dễ cháy được thay đổi về hướng thổi;

Fig.11 là sơ đồ minh họa của phần mol LNG 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 LNG khi tốc độ thổi của khí dễ 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, khó chèn ống nhỏ kiểu ống ba nhánh vào phần chèn ống nhỏ theo sáng chế thông qua lỗ của đường ống dẫn gió 2. 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, 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, 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 cửa 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 nghiền 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 oxy (oxy tinh khiết) làm khí hỗ trợ sự 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 oxy 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

oxy 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 oxy có thể được thổi từ khe hở giữa ống bên trong và ống bên ngoài, hoặc oxy 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. 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 oxy được thổi từ khe hở giữa ống bên trong và ống bên ngoài.

Theo phương án của sáng chế, 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 LNG làm khí dễ cháy được thổi từ ống nhỏ phía đầu 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 oxy $100 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$, 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 LNG, 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 oxy 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. Để đảm bảo hiệu quả làm tăng nhiệt độ bởi sự đốt cháy của LNG cho than đá được nghiền thành bột ra khỏi luồng chính của than đá được nghiền thành bột theo phương pháp này, thì vị trí của ống nhỏ phía cuối dòng 6 tương đối với vị trí của ống nhỏ phía đầu dòng 4 được thiết lập nằm 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 LNG 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 LNG 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 ở ống bảo vệ 5 là 200mm từ phần cuối 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 LNG trong khí của lưới trong đó các hạt than đá được nghiền thành bột được xác định là phần mol của LNG tiếp xúc với các hạt than đá được nghiền thành bột. Việc đánh giá được thực hiện bằng trị số trung bình của phần mol LNG 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.

Fig.6 minh họa phần mol LNG 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 LNG được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 được thiết lập 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 Nm³/giờ của LNG được bổ sung vào được thổi gió mà không thổi LNG từ ống nhỏ phía cuối dòng, do đó phần mol LNG trong khí tiếp xúc với các hạt than đá được nghiền thành bột không đổi, cũng được minh họa trong hình vẽ, khi không thổi LNG từ ống nhỏ phía cuối dòng 6. Như rõ ràng trong hình vẽ, phần mol LNG 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 cực đại 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, do đó LNG 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 bao gồm than đá được nghiền thành bột ra khỏi luồng chính, và được cho rằng tính dễ cháy của than đá được nghiền thành bột trong ống bảo vệ 5 được cải thiện như là một kết quả.

Ngoài ra, được cho rằng hướng thổi của LNG được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 đối với hướng luồng gió cũng ảnh hưởng đến phần mol LNG 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 LNG 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 định là 0° , và các hướng thổi của LNG (góc γ trong Fig.2) mà là hướng cuối dòng và hướng đầu dòng từ đó theo hướng luồng không khí nóng được xác định lần lượt là thuận và nghịch, khi hướng thổi của LNG đối với hướng luồng gió là nghịch, tức là, hướng đầu dòng như được minh họa trong Fig.7, dòng LNG bị cuốn đi bởi luồng không khí nóng và có thể không tiếp cận dòng than đá được nghiền thành bột được thổi từ ống nhỏ phía đầu dòng 4. Ngoài ra, cũng như khi hướng thổi của LNG được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 đối với hướng luồng gió là thuận, tức là, hướng

cuối dòng như được minh họa trong Fig.8, dòng LNG bị cuốn đi bởi luồng không khí nóng và có thể không tiếp cận dòng than đá được nghiền thành bột được thổi từ ống nhỏ phía đầu dòng 4. Do đó, khi hướng thổi của LNG 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 LNG 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 LNG 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 LNG xung quanh than đá được nghiền thành bột được đánh giá bằng cách thay đổi theo cách khác nhau hướng thổi của LNG 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 LNG 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 LNG trong khí của lưới trong đó các hạt than đá được nghiền thành bột tồn tại được xác định là phần mol của LNG 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 LNG trong khí tiếp xúc với tất cả các hạt than đá được nghiền thành bột ở điểm đánh giá 300mm từ vị trí giữa của phần đầu thổi của ống nhỏ phía đầu dòng 4 theo hướng luồng gió.

Fig.10 minh họa phần mol LNG trong khí tiếp xúc với các hạt than đá được nghiền thành bột khi hướng thổi của LNG 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, LNG 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 Nm³/giờ của LNG được bổ sung vào được thổi gió mà không thổi LNG từ ống nhỏ phía cuối dòng, để phân mol LNG trong khí tiếp xúc với các hạt than đá được nghiền thành bột không đổi, cũng được minh họa trong hình vẽ, khi không thổi LNG từ ống nhỏ phía cuối dòng 6. Như rõ ràng từ hình vẽ, phân mol LNG 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 LNG 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 LNG 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 LNG được thiết lập theo hướng vuông góc với hướng luồng không khí nóng hoặc vùng lân cận của nó, để LNG 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 được cải thiện như là một kết quả.

Tiếp theo, để khẳng định tính trộn lẫn của dòng than đá được nghiền thành bột và dòng LNG, mà được xem xét trong Fig.4, thì phân mol LNG 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 phân mol LNG là giống như ở trên, vị trí của ống nhỏ phía cuối dòng 6 đối với ống nhỏ phía đầu dòng 4 là 180° theo góc hướng chu vi đường ống dẫn gió, hướng thổi của LNG 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°, 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 Nm³/giờ của LNG được bổ sung vào được thổi gió mà không thổi LNG từ ống nhỏ phía cuối dòng, do đó phân mol LNG trong khí tiếp xúc với các hạt than đá được nghiền thành bột không đổi, cũng được minh họa trong hình vẽ, khi không thổi LNG 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 LNG khi LNG được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 vượt quá phần mol LNG khi LNG không được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6, và phần mol LNG 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 LNG 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 đầu dòng 6, do đó trở nên không có khả năng thổi LNG 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 LNG xung quanh than đá được nghiền thành bột được đánh giá bằng cách thay đổi theo cách khác nhau tốc độ thổi khí dễ 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 LNG là giống như ở trên, vị trí của ống nhỏ phía cuối dòng 6 đối với ống nhỏ phía đầu dòng 4 là 180° theo góc hướng chu vi đường ống dẫn gió, hướng thổi của LNG 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° , và các điều kiện khác giống như ở trên. Fig.12 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 LNG được bổ sung vào được thổi gió mà không thổi LNG từ ống nhỏ phía cuối dòng, do đó phần mol LNG trong khí tiếp xúc với các hạt than đá được nghiền thành bột không đổi, cũng được minh họa trong hình vẽ, khi không thổi LNG từ ống nhỏ phía cuối dòng 6. Như rõ ràng từ hình vẽ, khi tốc độ thổi của khí dễ cháy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 là 50 m/giây hoặc lớn hơn, phần mol LNG khi LNG được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 vượt

quá phần mol LNG khi LNG không được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6, và phần mol LNG được tăng lên tuyến tính khi tốc độ thổi khí dễ cháy được tăng lên và được bão hòa ở tốc độ thổi khí dễ 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 LNG 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 dễ cháy từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 lớn đến một mức độ nào đó. Tuy nhiên, khi tốc độ thổi khí dễ 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 dễ 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, than đá được nghiền thành bột tiếp xúc với oxy ở đầu của ống nhỏ, để sự đốt cháy tiếp diễn đến một mức độ nào đó, hơn nữa, than đá được nghiền thành bột tiếp xúc với LNG bởi LNG thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6, để sự tăng nhiệt độ của than đá được nghiền thành bột trở nên nhanh, 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 m³, 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 dễ 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 oxy được thiết lập, việc vận hành được thực hiện trong khoảng thời gian ba ngày theo hai cách, trường hợp là LNG được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 và trường hợp mà ống nhỏ phía cuối dòng không được sử dụng (LNG được bổ sung vào 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 LNG được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 đối với hướng luồng không khí nóng là 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 LNG được thổi từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 là 368 kg/t-kim loại nóng. Theo đó, bằng cách thổi LNG 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 oxy làm khí hỗ trợ sự cháy được thổi từ ống nhỏ phía đầu dòng 4 được tạo kết cấu bởi ống kép, và LNG làm khí dễ 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 của LNG được cấp từ ống nhỏ phía đầu dòng 4, 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 hoặc oxy trong luồng không khí. 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 CO_2 .

Ngoài ra, khi hướng vuông góc với hướng luồng không khí nóng được 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 LNG từ ống nhỏ phía cuối dòng 6 đối với hướng luồng gió nằm trong khoảng từ -30° đến $+45^\circ$. Theo đó, hiệu suất đốt cháy của than đá được nghiền thành bột được cải thiện chắc chắn.

Ngoài ra, vị trí thổi của LNG 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 được cải thiện chắc chắn.

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 dễ 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.

Danh sách ký hiệu trích 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), 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);

bước thổi một trong số nhiên liệu rắn và khí hỗ trợ sự 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 hỗ trợ sự cháy từ cái còn lại trong số ống bên trong và khe hở giữa ống bên trong và ống bên ngoài;

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

bước thổi khí dễ cháy từ ống nhỏ phía cuối dòng (6),

trong đó, khi hướng vuông góc với hướng luồng gió của không khí nóng được 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 dễ cháy từ ống nhỏ phía cuối dòng (6) 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 dễ 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 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 khí dễ cháy từ ống nhỏ phía cuối dòng (6) được thiết lập nằm trong khoảng từ 50 m/giây đến 146 m/giây.

FIG. 1

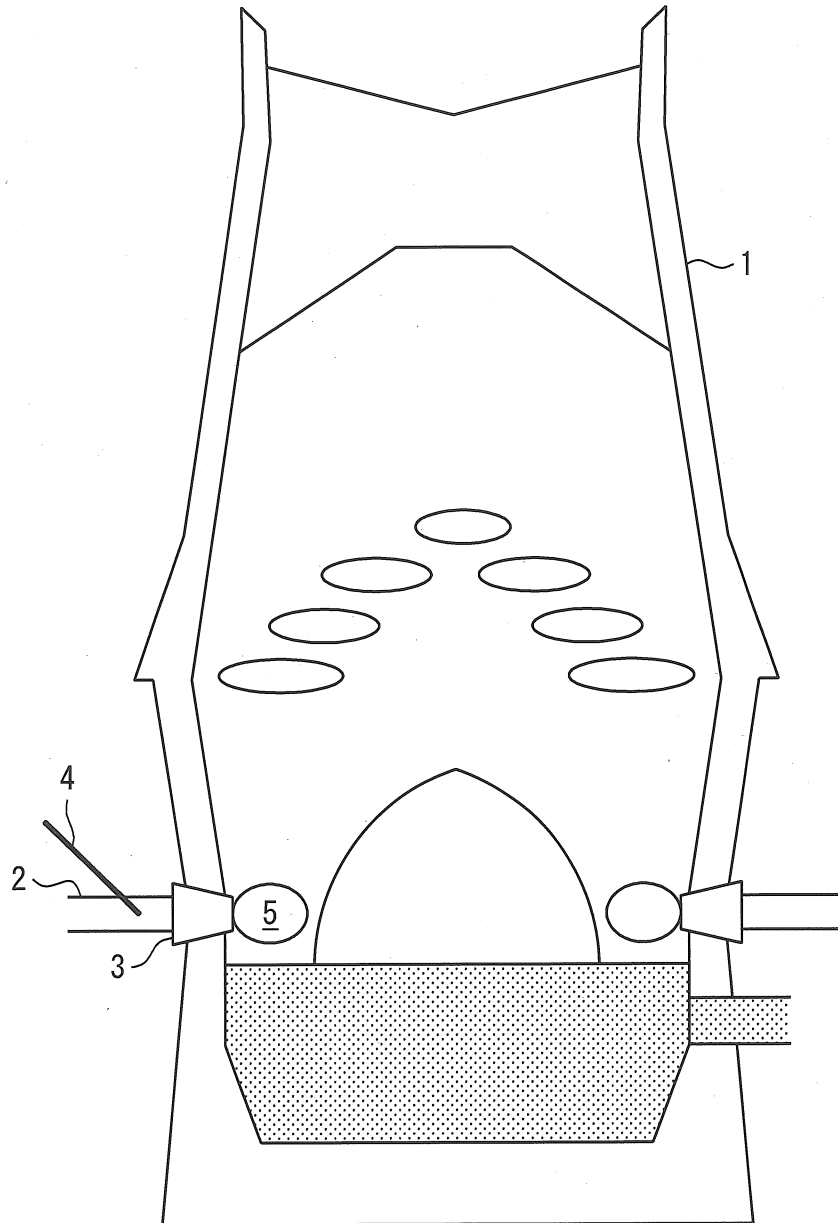


FIG. 2

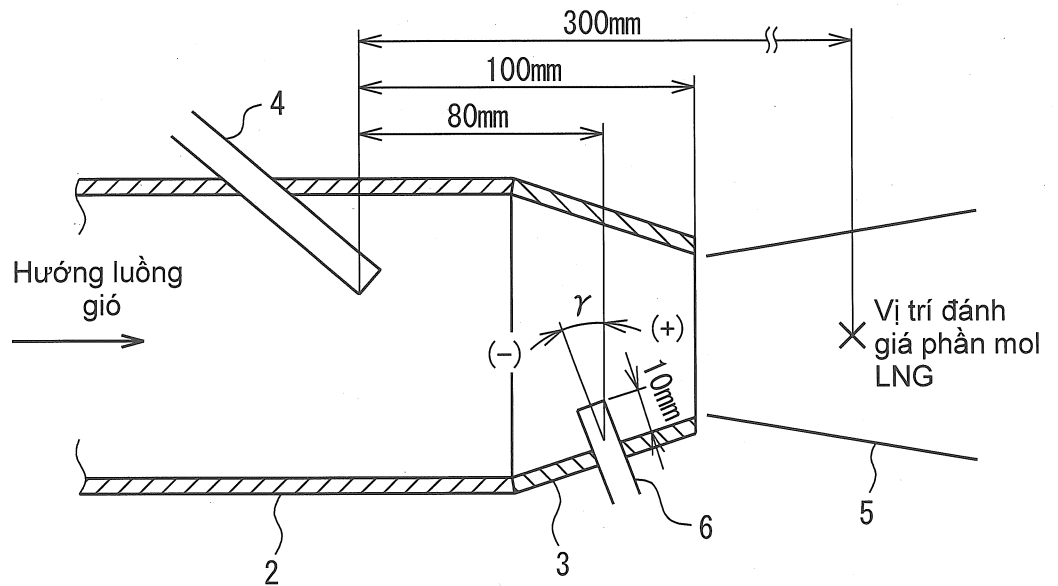


FIG. 3

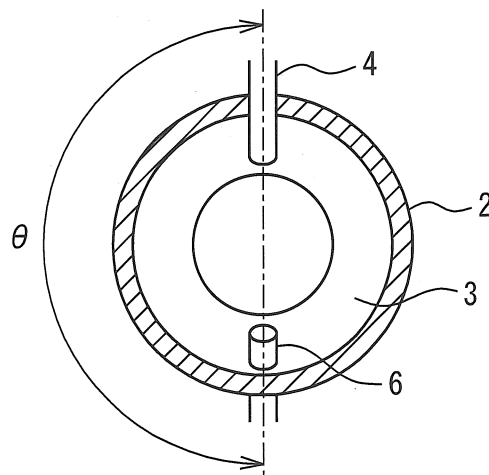


FIG. 4

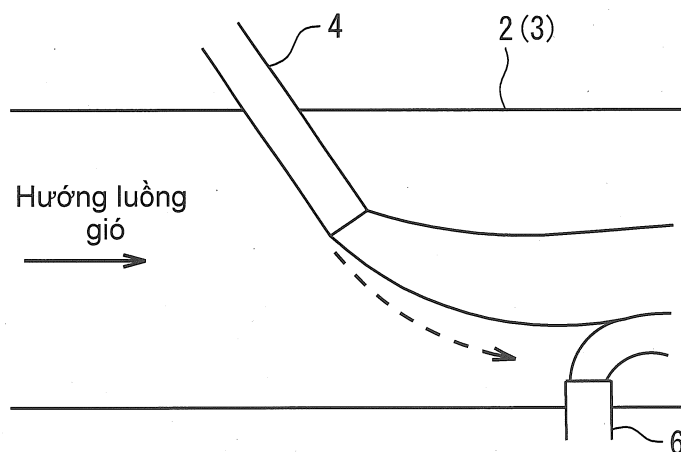


FIG. 5

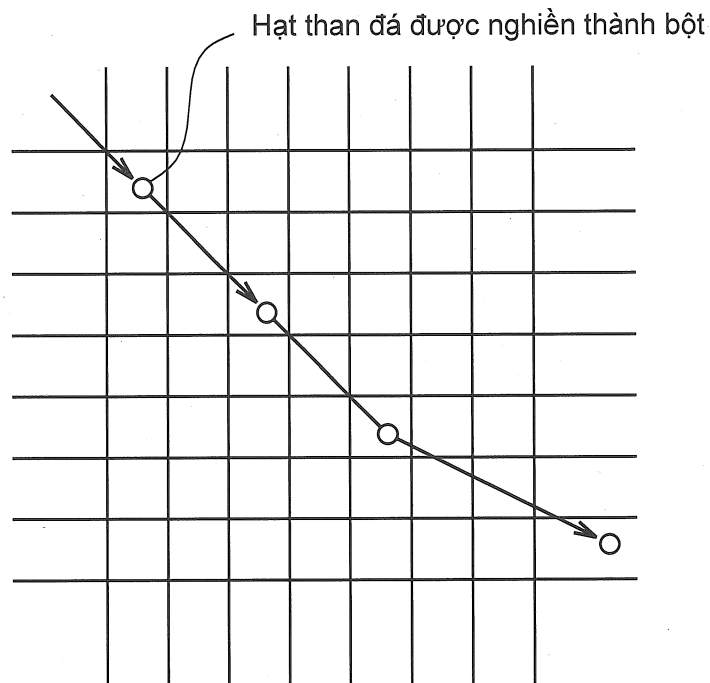


FIG. 6

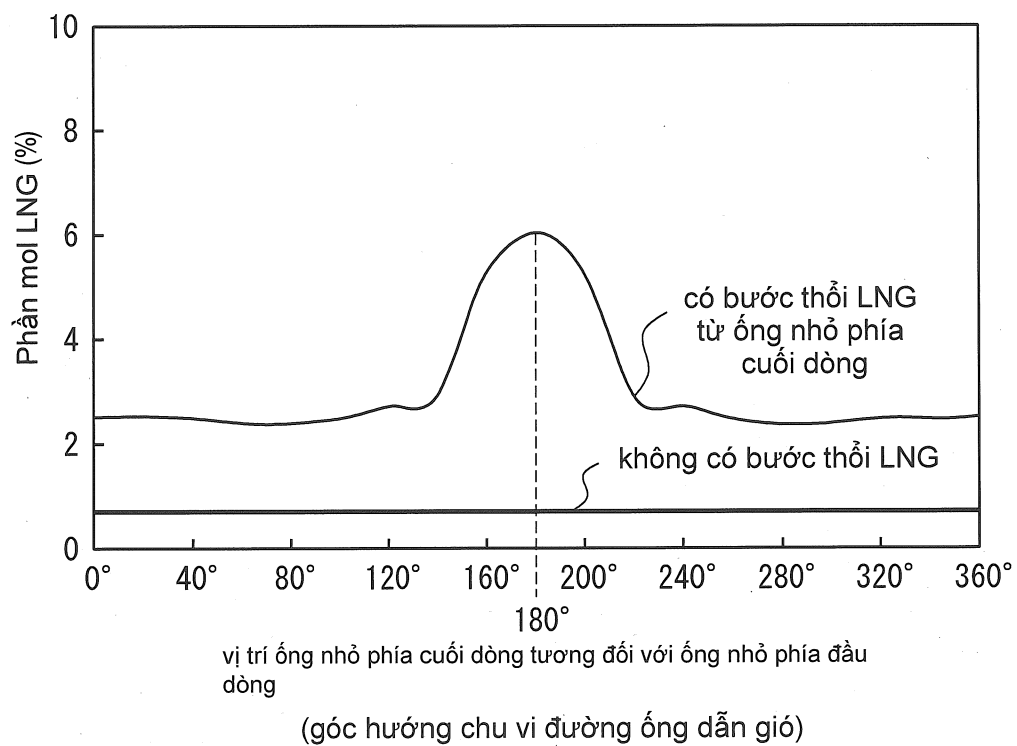


FIG. 7

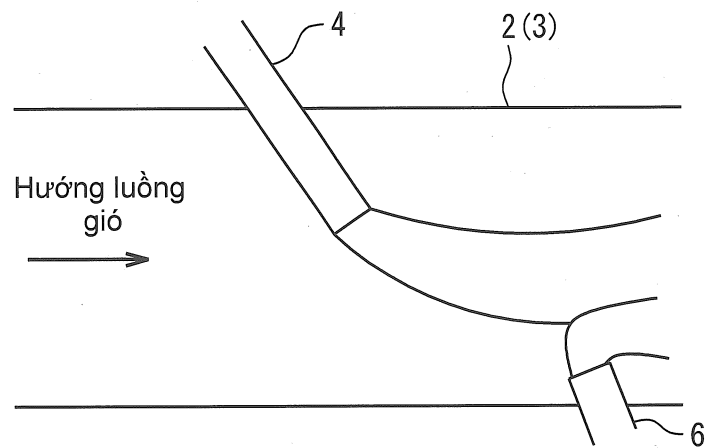


FIG. 8

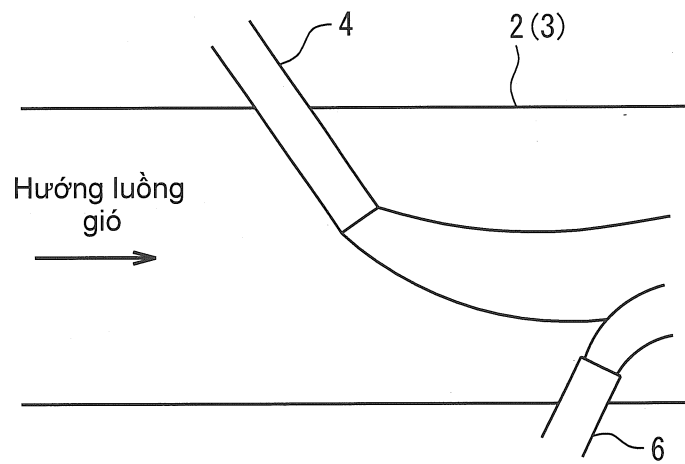


FIG. 9

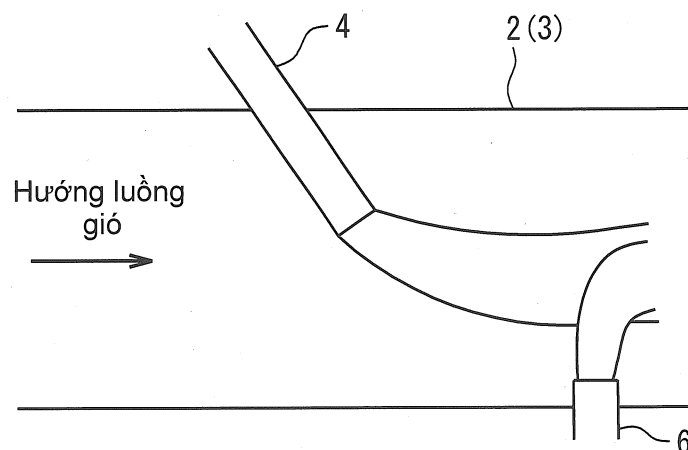


FIG. 10

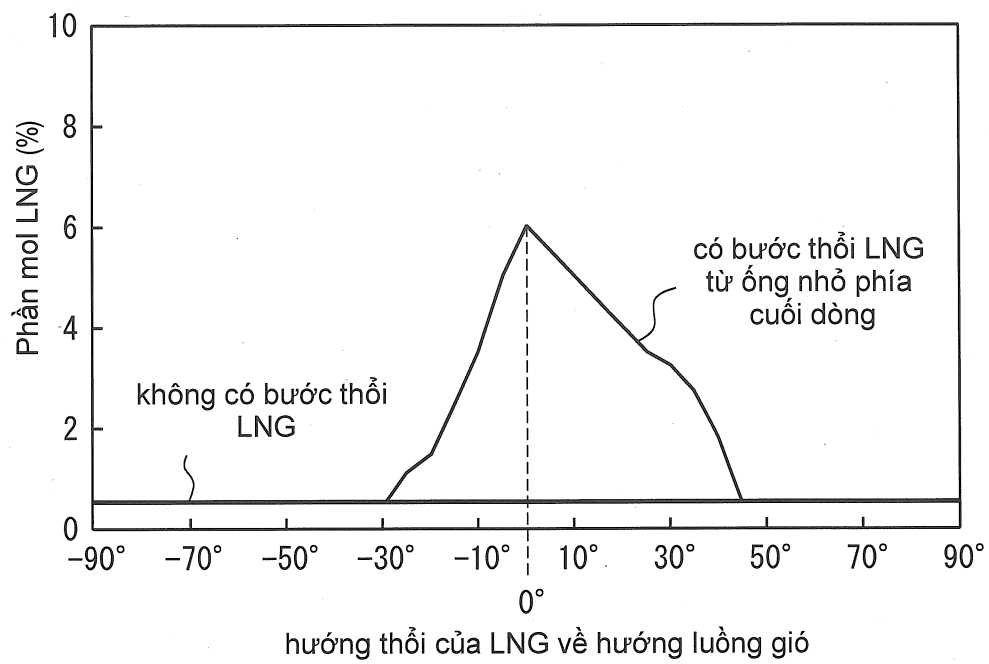


FIG. 11

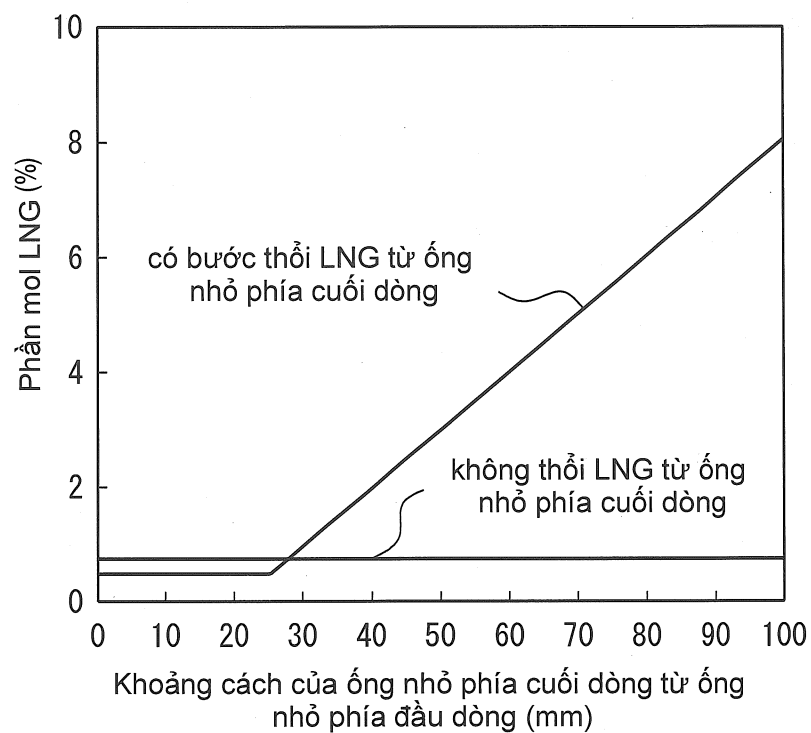


FIG. 12

