



(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)



1-0044139

(51)^{2020.01} C04B 2/10

(13) B

(21) 1-2021-05910

(22) 23/04/2020

(86) PCT/CN2020/086384 23/04/2020

(87) WO2020/216289 29/10/2020

(30) 201910340082.7 25/04/2019 CN

(45) 25/03/2025 444

(43) 25/01/2022 406A

(71) ZHONGYE CHANGTIAN INTERNATIONAL ENGINEERING CO., LTD (CN)
No. 7, Jieqing Road, Yuelu District, Changsha, Hunan 410000 (CN)

(72) ZHOU, Haoyu (CN); WANG, Saihui (CN); LIU, Qian (CN); PAN, Shaobing (CN);
WAN, Zhongyan (CN); ZENG, Wenbo (CN); LI, Qian (CN); WANG, Yefeng (CN);
CHEN, Simo (CN).

(74) Công ty TNHH Ban Ca (BANCA)

(54) Lò nung vôi và phương pháp cấp nhiệt của nó

(21) 1-2021-05910

(57) Sáng chế đề cập đến lò nung vôi và phương pháp cấp nhiệt của nó. Lò nung vôi bao gồm buồng nung (1), thiết bị cấp nhiệt và quạt đốt (2). Thiết bị cấp nhiệt bao gồm thiết bị cung cấp nhiên liệu và nhóm vòi phun (3). Thiết bị cung cấp nhiên liệu bao gồm thiết bị cung cấp khí than (4) và thiết bị cung cấp than nghiền (5). Thiết bị cung cấp khí than (4) còn bao gồm ống vòng khí than (401) và ống phân nhánh khí than (402). Thiết bị cung cấp than nghiền (5) bao gồm ống vòng than nghiền (501) và ống phân nhánh than nghiền (502). Thiết bị cung cấp khí than (4) và thiết bị cung cấp than nghiền (5) có chung nhóm vòi phun (3). Van điều chỉnh ống phân nhánh khí than (403) được bố trí trên mỗi ống phân nhánh khí than (402), và van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền (503) được bố trí trên mỗi ống phân nhánh than nghiền (502). Bộ dò dòng chảy (311) được đặt trên vòi phun (31). Thiết bị dò giá trị nhiệt thứ nhất (404) và thiết bị dò áp suất thứ nhất (405) được bố trí lần lượt trên ống vòng khí than (401). Thiết bị dò giá trị nhiệt thứ hai (504) được bố trí trên ống vòng than nghiền (501). Thiết bị dò áp suất thứ hai (11) được đặt bên trong buồng nung (1). Nhóm vòi phun (3) bao gồm nhiều băng vòi phun, và mỗi băng vòi phun bao gồm nhiều vòi phun (31) phân bố đồng đều dọc theo chu vi.

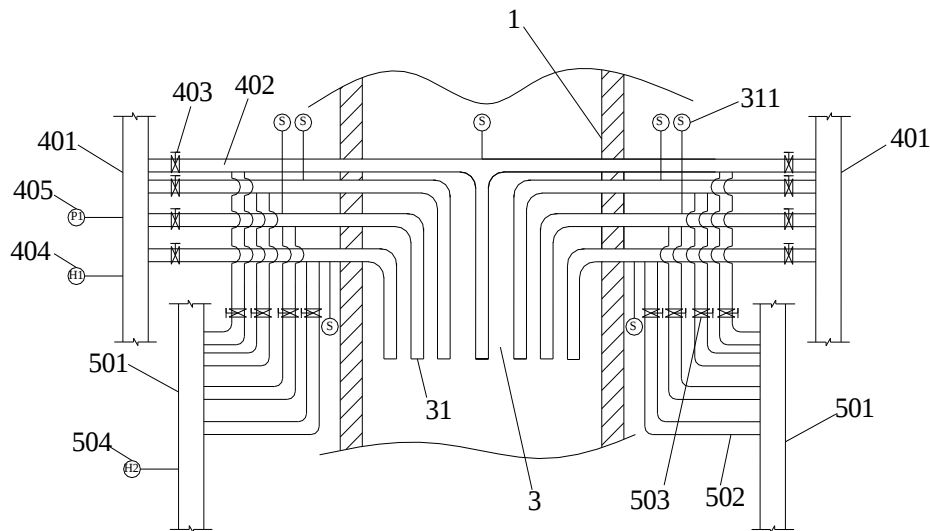


Fig. 3

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực lò nung vôi, cụ thể là lò nung vôi và phương pháp cấp nhiệt của nó.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Lò nung vôi là thiết bị cốt lõi trong quy trình sản xuất vôi. Nguyên liệu đá vôi thô được nung nóng đến 1100°C trong lò nung vôi và nung để tạo ra vôi thành phẩm. Nhiên liệu được sử dụng trong quá trình nung đá vôi thường bao gồm khí than và than nghiền. Do đặc tính cháy khác nhau của khí than và than nghiền, loại nhiên liệu được sử dụng thường cố định cho lò nung vôi cụ thể.

Fig. 1 là sơ đồ cấu trúc lò nung vôi thông thường, bao gồm buồng nung 1 và thiết bị cấp nhiệt bao gồm ống vòng nhiên liệu 2' và các vòi phun 31 được nối với ống vòng nhiên liệu 2'. Mỗi vòi phun 31 được phân bố đồng đều dọc theo một mặt cắt ngang của khoang nung của buồng nung 1 để tạo thành nhóm vòi phun 3. Mỗi vòi phun 31 trong nhóm vòi phun 3 được nối với bên trong của buồng nung 1. Nguyên liệu đá vôi thô được đưa vào từ phía trên của buồng nung 1, nhiên liệu được phân phối cho mỗi vòi phun 31 từ ống vòng nhiên liệu 2', nhiên liệu được phân phối đồng đều vào bên trong của buồng nung 1 theo mỗi vòi phun 31, và trong khi đó, gió đốt được chuyển đến bên trong của buồng nung 1. Nguyên liệu đá vôi thô được nung và phân hủy để tạo ra canxi oxit và khí thải cacbon dioxit dưới tác động của quá trình đốt cháy và tỏa nhiệt của khí than, và khí thải cacbon dioxit được thải ra từ bên trên của buồng nung 1. Dưới tác dụng của không khí làm mát ở bên dưới của buồng nung 1, nhiệt độ của canxi oxit thành phẩm được giảm xuống nhiệt độ thải nguyên liệu đặt trước, và sau đó canxi oxit thành phẩm được thải ra khỏi đáy của buồng nung 1 để hoàn thành quá trình sản xuất vôi

sống.

Do lò nung vôi thông thường chỉ có thể sử dụng một trong số các nhiên liệu khí than hoặc than nghiền, và nhiên liệu của môi trường gia nhiệt chỉ có một, khả năng thích ứng sản xuất của lò nung vôi là kém. Ngoài ra, mặc dù mỗi vôi phun 31 trong nhóm vôi phun 3 được phân bố đồng đều dọc theo mặt cắt ngang của khoang nung của buồng nung 1, lò nung vôi thông thường vẫn có vấn đề cung cấp nhiệt không đồng đều, để vôi cháy quá mức xảy ra ở nơi có nhiệt độ cao, và vôi cháy âm ỉ xảy ra ở nơi có nhiệt độ thấp, từ đó ảnh hưởng đến chất lượng của sản phẩm của lò nung vôi. Các yếu tố trên hạn chế lớn đến năng suất hoạt động của lò nung vôi.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất lò nung vôi và phương pháp cấp nhiệt của chúng để giải quyết vấn đề hiệu suất kém của lò nung vôi hiện nay.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất lò nung vôi, bao gồm buồng nung, thiết bị cấp nhiệt và quạt đốt, trong đó ống gió đốt được nối giữa quạt đốt và buồng nung, van chặn gió đốt được bố trí ở trên ống gió đốt, thiết bị cấp nhiệt bao gồm thiết bị cung cấp nhiên liệu và nhóm vôi phun, nhóm vôi phun được nối với bên trong của buồng nung, nhóm vôi phun có tổng cộng N vôi phun, thiết bị cung cấp nhiên liệu bao gồm thiết bị cung cấp khí than và thiết bị cung cấp than nghiền, thiết bị cung cấp khí còn bao gồm ống vòng khí than và N ống phân nhánh khí than nối với ống vòng khí than, mỗi ống phân nhánh khí than được nối với đầu vào vật liệu của một vôi phun, thiết bị cung cấp than nghiền bao gồm ống vòng than nghiền và N ống phân nhánh than nghiền được nối với ống vòng than nghiền, và mỗi ống phân nhánh than nghiền được nối với đầu vào vật liệu của một vôi phun để thiết bị cung cấp khí than và thiết bị cung cấp than nghiền có chung nhóm vôi phun; van điều chỉnh ống phân nhánh khí than được bố trí

trên mỗi ống phân nhánh khí than, và van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiêng được bố trí trên mỗi ống phân nhánh than nghiêng; bộ dò dòng chảy được đặt trên vòi phun; thiết bị dò giá trị nhiệt thứ nhất và thiết bị dò áp suất thứ nhất được bố trí lần lượt trên ống vòng khí than, thiết bị dò giá trị nhiệt thứ hai được bố trí trên ống vòng than nghiêng, và thiết bị dò áp suất thứ hai được đặt bên trong buồng nung; mặt cắt ngang của buồng nung được chia lần lượt thành nhiều khu vực cấp nhiệt hình khuyên dọc theo hướng xuyên tâm, nhóm vòi phun bao gồm nhiều bảng vòi phun, mỗi bảng vòi phun được bố trí tương ứng trong một khu vực cấp nhiệt hình khuyên, và mỗi bảng vòi phun bao gồm nhiều vòi phun phân bố đồng đều dọc theo chu vi.

Kết hợp với khía cạnh thứ nhất, theo cách vận hành đầu tiên có thể có của khía cạnh đầu tiên, vòi phun bao gồm thân vòi phun, hai đầu của thân vòi phun được cung cấp tương ứng với đầu vào vật liệu và đầu ra vật liệu, thân vòi phun bao gồm thân ống bên trong và thân ống bên ngoài được bọc ở ngoài thân ống bên trong, đường dẫn nhiên liệu bên trong được bố trí bên trong thân ống bên trong, đường dẫn nhiên liệu bên ngoài hình khuyên được tạo thành giữa thân ống bên trong và thân ống bên ngoài, một phần của thân ống bên ngoài gần với đầu ra vật liệu được bố trí nhiều nhóm lỗ thoát phụ ở các khoảng cách dọc theo hướng trục, nhóm lỗ thoát phụ gồm nhiều lỗ thoát phụ phân bố đồng đều dọc theo chu vi, và lỗ thoát phụ là lỗ thông nghiêng xuống phía dưới.

Kết hợp với khía cạnh thứ nhất hoặc lần thực hiện thứ nhất theo khía cạnh thứ nhất, trong lần thực hiện thứ hai theo khía cạnh thứ nhất, thiết bị cung cấp nhiên liệu còn bao gồm N bộ chuyển nhiên liệu, mỗi bộ chuyển nhiên liệu bao gồm đầu vào khí than, đầu vào than nghiêng và đầu ra nhiên liệu, trong đó đầu vào khí than được nối với ống phân nhánh khí than, đầu vào than nghiêng được nối với ống phân nhánh than nghiêng, đầu ra nhiên liệu được nối với đầu vào vật liệu của vòi phun, thân van được bố trí tương ứng ở đầu vào khí than và đầu vào than nghiêng; thiết bị cung cấp khí than còn

bao gồm quạt tản khí than, quạt tản khí than được nối với ống vòng khí than qua đường ống tản khí than, và đường ống tản khí than được lắp van chặn khí than; thiết bị cung cấp than nghiền còn bao gồm quạt tản than nghiền, quạt tản than nghiền được nối với ống vòng than nghiền qua đường ống tản than nghiền, và đường ống tản than nghiền được lắp van chặn than nghiền.

Kết hợp với lần thực hiện thứ hai theo khía cạnh thứ nhất, trong lần thực hiện thứ ba theo khía cạnh thứ nhất, thiết bị cung cấp nhiên liệu còn bao gồm thiết bị làm sạch nitơ bao gồm bể nén nitơ và ống vòng nitơ, trong đó ống vòng nitơ được nối với N ống phân nhánh nitơ, N ống phân nhánh nitơ được cung cấp tương ứng với van điều chỉnh ống phân nhánh nitơ, bể nén nitơ và ống vòng nitơ được nối qua đường ống tản nitơ, và đường ống tản nitơ được lắp van chặn nitơ; bộ chuyển nhiên liệu còn bao gồm đầu vào nitơ, đầu vào nitơ được nối với ống phân nhánh nitơ, thân van được đặt ở đầu vào nitơ, và chỉ một trong số đầu vào khí than, đầu vào than nghiền và đầu vào nitơ được nối với đầu ra nhiên liệu cùng lúc bằng cách điều chỉnh từng thân van; khi van chặn nitơ và thân van ở đầu vào nitơ được mở, khí than và than nghiền dư trong bộ chuyển nhiên liệu được thổi vào vòi phun bằng nitơ.

Kết hợp với lần thực hiện thứ ba theo khía cạnh thứ nhất, trong lần thực hiện thứ tư theo khía cạnh thứ nhất, thân van bao gồm vòng đệm cứng, nút đệm và lò xo đàn hồi; thân đỡ cố định bằng thép được đặt ở trung tâm bên trong bộ chuyển nhiên liệu; vòng đệm cứng được cố định tương ứng ở ngoại biên đầu mở ống của đầu vào khí than, đầu vào than nghiền và đầu vào nitơ; một đầu của lò xo đàn hồi được nối với thân đỡ bằng thép, và đầu còn lại của lò xo đàn hồi được nối với nút đệm; khi nút đệm phải chịu áp suất từ bên trong của bộ chuyển nhiên liệu, nút đệm được ép chặt với vòng đệm cứng, để thân van ở trạng thái đóng; khi nút đệm phải chịu áp suất từ bên ngoài bộ chuyển nhiên liệu, lò xo đàn hồi bị nén lại, và nút đệm và vòng đệm cứng tách ra, để

thân van ở trạng thái mở.

Kết hợp lần thực hiện thứ ba theo khía cạnh thứ nhất hoặc lần thực hiện thứ tư theo khía cạnh thứ nhất, trong lần thực hiện thứ năm theo khía cạnh thứ nhất, thiết bị cung cấp khí than còn bao gồm đường ống hồi lưu khí than trên đó van hồi lưu khí than được bố trí, trong đó đầu ra của đường ống hồi lưu khí than được nối với đầu vào của quạt tản khí than, đầu vào của đường ống hồi lưu khí than được nối với đường ống tản khí than, đầu vào của đường ống hồi lưu khí than được đặt giữa van chặn khí than và đầu ra của quạt tản khí than, và khi van hồi lưu khí than được mở, cuộn băng tải khí than chạy vòng quanh giữa đường ống hồi lưu khí than và quạt tản khí than để giải phóng áp suất của quạt tản khí than.

Kết hợp với lần thực hiện thứ năm theo khía cạnh thứ nhất, trong lần thực hiện thứ sáu theo khía cạnh thứ nhất, thiết bị cung cấp than nghiền còn bao gồm đường ống hồi lưu than nghiền trên đó van hồi lưu than nghiền được bố trí, trong đó đầu ra của đường ống hồi lưu than nghiền được nối với đầu vào của quạt tản than nghiền, đầu vào của đường ống hồi lưu than nghiền được nối với đường ống tản than nghiền, đầu vào của đường ống hồi lưu than nghiền được đặt giữa van chặn than nghiền và đầu ra của quạt tản than nghiền, và khi van hồi lưu than nghiền được mở, cuộn băng tải than nghiền chạy vòng quanh giữa đường ống hồi lưu than nghiền và quạt tản than nghiền để giải phóng áp suất của quạt tản than nghiền.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất phương pháp cấp nhiệt cho lò nung vôi, lò nung vôi theo khía cạnh thứ nhất hoặc lần thực hiện thứ nhất theo khía cạnh thứ nhất, phương pháp này bao gồm các bước sau:

khi độ chênh lệch áp suất giữa thiết bị dò áp suất thứ nhất và thiết bị dò áp suất thứ hai lớn hơn hoặc bằng với áp suất tối thiểu để nhập lò, N van điều chỉnh ống phân

nhánh than nghiền được đóng lại và N van điều chỉnh ống phân nhánh khí than được mở ra, để toàn bộ N vòi phun vẫn chuyển nhiên liệu khí than đến buồng nung;

lượng cung cấp khí than trung bình W_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính và độ mở của mỗi van điều chỉnh ống phân nhánh khí than được điều chỉnh để cho phép giá trị đo được S_{ij} của bộ dò lưu lượng được phù hợp với W_{ij} ;

khi độ chênh lệch áp suất nhỏ hơn áp suất tối thiểu để nhập lò, số chuyển đổi N_m được tính; N_m là số lượng vòi phun theo lý thuyết cần để chuyển đổi môi trường nhiên liệu;

N_x van điều chỉnh ống phân nhánh khí than được đóng lại và N_x van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền tương ứng được mở ra, để nhiên liệu được phân phối bằng N_x vòi phun trong nhóm vòi phun được chuyển đổi từ khí than thành than nghiền, N_x là số lượng thực tế của vòi phun cần để chuyển đổi môi trường nhiên liệu, và $N_m \leq N_x \leq N$;

lượng cấp nhiên liệu T_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính toán, và độ mở của N_x van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền và $N - N_x$ van điều chỉnh ống phân nhánh khí than khác được điều chỉnh để cho phép giá trị đo được S_{ij} của bộ dò lưu lượng được phù hợp với T_{ij} ; và

van chặn gió đốt được mở và tần số hoạt động của quạt đốt được tăng lên để cho phép lượng gió đốt đi vào lò nung được phù hợp với tổng lượng nhiên liệu, và giai đoạn chuyển đổi kết thúc.

Theo một số phương án, bước tính toán số chuyển đổi N_m bao gồm:

tính số vòi phun khí than tối đa N_q được phép trong nhóm vòi phun dưới áp suất ống vòng khí than hiện tại P_1 theo độ chênh lệch áp suất giữa thiết bị dò áp suất thứ nhất và thiết bị dò áp suất thứ hai; và

tính giá trị chênh lệch giữa tổng lượng vôi phun N và số vôi phun khí than tối đa N_q để thu được số chuyển đổi N_m .

Theo một số phương án, số vôi phun khí than tối đa N_q được tính theo công thức sau:

$$N_q = \left[\alpha \sqrt{\left(\frac{2|P_1 - P_2|}{\rho v_i^2} - h_i \right) / h_l} \right]$$

trong đó ρ là mật độ khí than, v_i là vận tốc dòng được thiết kế của vôi phun khí than, h_l là hệ số cản của ống vòng khí than, h_i là hệ số cản của ống phân nhánh khí than, P_1 là áp suất ống vòng khí than được đo bằng thiết bị dò áp suất thứ nhất, P_2 là áp suất bên trong buồng nung được đo bằng thiết bị dò áp suất thứ hai, và α là hệ số điều chỉnh liên quan đến kích thước hạt của hạt đá vôi trong buồng nung.

Theo một số phương án, phương pháp còn bao gồm:

thiết lập sẵn nhiều chế độ cấp nhiệt đồng đều theo tổng số vôi phun N có trong nhóm vôi phun và trạng thái phân phối của mỗi vôi phun trên mặt cắt ngang của buồng nung; chế độ cấp nhiệt đồng đều chỉ vị trí vôi phun cần để chuyển đổi môi trường nhiên liệu và số vôi phun N_x thực trong nhóm vôi phun khi N_m nằm trong khoảng giá trị được xác định.

Theo một số phương án, sau khi số chuyển đổi N_m được tính, phương pháp còn bao gồm:

xác định độ cấp nhiệt đồng đều mong muốn tương ứng với khoảng giá trị của N_m ;

và chuyển đổi môi trường nhiên liệu của N_x vôi phun ở vị trí tương ứng từ khí than thành than nghiền theo chỉ thị của chế độ cấp nhiệt đồng đều mong muốn.

Theo một số phương án, phương pháp còn bao gồm:

đánh dấu trước vào mỗi vòi phun trong nhóm vòi phun;

thiết lập mối quan hệ tương ứng giữa khoảng giá trị của N_m và bộ vòi phun để đạt được chế độ cấp nhiệt đồng đều; và chỉ thị chứa bộ vòi phun của N_x vòi phun trong bộ vòi phun cần phải chuyển đổi môi trường nhiên liệu.

Theo một số phương án, phương pháp còn bao gồm:

khi nhiều chế độ cấp nhiệt đồng đều được thiết lập sẵn, xác định ngưỡng cung cấp nhiệt đồng đều N_y ;

khi khoảng giá trị là $(N_y, N]$, N_x bằng với N , thì chế độ cấp nhiệt đồng đều là nguồn cấp nhiệt chỉ có than nghiền;

khi khoảng giá trị là $(0, N_y]$, tức là $0 < N_x \leq N_y$, thì độ cấp nhiệt đồng đều là nguồn cấp nhiệt kết hợp than nghiền và khí than;

và khi khoảng giá trị là 0, N_x bằng với 0, thì chế độ cấp nhiệt đồng đều là cấp nhiệt chỉ bằng khí than.

Theo một số phương án, tổng lượng cấp nhiệt Q_i của khu vực cấp nhiệt hình khuyên là:

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q \div \delta & i=1 \\ Q_i &= Q \times k_{1i} / \delta & 2 \leq i \leq Y \end{aligned}$$

trong đó Q_1 là tổng lượng cấp nhiệt của khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất, khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất được đặt ở trung tâm mặt cắt ngang của buồng nung; Q là lượng cấp nhiệt lý thuyết cần thiết khi nguyên liệu được nung ở độ cao nhất định trên mặt cắt ngang của buồng nung; δ là hiệu suất truyền nhiệt giữa khí thải và vật liệu trong lò nung vôi; k_{1i} là hệ số tỷ lệ cung cấp nhiệt giữa khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất và khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ i ; Y là số khu vực cấp nhiệt hình khuyên.

Theo một số phương án, lượng cung cấp khí than trung bình W_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính theo công thức sau:

$$W_{ij} = \frac{Q_i}{X_i \times h_1}$$

trong đó Q_i là tổng lượng cấp nhiệt của khu vực cấp nhiệt hình khuyên, X_i là số vòi phun có khu vực cấp nhiệt hình khuyên, h_1 là giá trị nhiệt đơn vị của khí than được đo bằng thiết bị dò giá trị nhiệt thứ nhất, $1 \leq j \leq X_i$, và $1 \leq i \leq Y$.

Theo một số phương án, lượng cấp nhiên liệu T_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính theo công thức sau:

$$T_{ij} = \frac{M_i}{h} = \frac{Q_i}{X_i \times h}$$

trong đó M_i là lượng cấp nhiệt trung bình của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên; Q_i là tổng lượng cấp nhiệt của khu vực cấp nhiệt hình khuyên; X_i là số vòi phun có trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên; $h=h_2$ đối với vòi phun tương ứng với N_x van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền ở trạng thái mở; $h=h_1$ đối với vòi phun tương ứng với $N-N_x$ van điều chỉnh ống phân nhánh khí than khác ở trạng thái mở; tại đó h_1 là giá trị nhiệt đơn vị của khí than được đo bằng thiết bị dò giá trị nhiệt thứ nhất, h_2 là giá trị nhiệt đơn vị của than nghiền được đo bằng thiết bị dò giá trị nhiệt thứ hai, $1 \leq j \leq X_i$, và $1 \leq i \leq Y$.

Liên quan đến sơ đồ của khía cạnh thứ hai, thiết bị cung cấp nhiên liệu bao gồm thiết bị cung cấp khí than và thiết bị cung cấp than nghiền, và thiết bị cung cấp khí than và thiết bị cung cấp than nghiền, chúng độc lập với nhau, có chung nhóm vòi phun, mỗi vòi phun trong nhóm vòi phun nối với một ống phân nhánh khí than và một ống phân nhánh than nghiền, tương ứng, để môi trường nhiên liệu được vận chuyển bằng từng vòi phun có thể được chuyển đổi giữa khí than và than nghiền. Trong quá trình cung cấp

hiệt ban đầu, thiết bị dò áp suất thứ nhất được sử dụng để đo áp suất của ống vòng khí than, và thiết bị dò áp suất thứ hai được sử dụng để đo áp suất bên trong buồng nung. Khi độ chênh lệch áp suất giữa hai áp suất này lớn hơn hoặc bằng với áp suất tối thiểu để nhập lò, điều này cho thấy rằng việc cấp bằng khí than là đủ và nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than ưu tiên được sử dụng. Lượng cung cấp khí than trung bình W_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính, và độ mở của mỗi van điều chỉnh ống phân nhánh khí than được điều chỉnh để cho phép giá trị đo được S_{ij} của bộ dò lưu lượng được phù hợp với W_{ij} , để độ đồng nhất và độ chính xác của việc cung cấp nhiệt của mặt cắt ngang của buồng nung được đảm bảo.

Trong quá trình cung cấp nhiệt, nếu độ chênh lệch áp suất giữa thiết bị dò áp suất thứ nhất và thiết bị dò áp suất thứ hai thấp hơn áp suất tối thiểu để nhập lò, điều này chỉ ra rằng áp suất khí than dao động, để áp suất của mạng lưới đường ống khí than là quá thấp, và áp suất khí than không đủ để hỗ trợ lối vào lò nung. Trong các điều kiện này, việc cấp nhiệt kết hợp của khí than và than nghiền cần thiết để khởi động, số chuyển đổi N_m theo lý thuyết được tính, sau đó N_x van điều chỉnh khí than trong thiết bị cung cấp khí than đóng lại, và N_x van điều chỉnh than nghiền trong thiết bị cung cấp than nghiền được mở ra, trong đó N_x lớn hơn hoặc bằng với N_m . Như vậy, môi trường nhiên liệu của ít nhất N_m vòi phun trong nhóm vòi phun được chuyển đổi từ khí than ban đầu thành than nghiền, trong khi nó được đảm bảo rằng khí than trong $N - N_x$ vòi phun khác trong nhóm vòi phun có thể được bơm vào bên trong của buồng nung ở vận tốc dòng không nhỏ hơn yêu cầu thiết kế, do đó tự động chuyển đổi môi trường nhiên liệu của vòi phun được thiết kế theo áp suất khí than. Do đó, trên tiền đề rằng việc cấp nhiệt chỉ bằng khí than là lựa chọn đầu tiên, theo sáng chế, hoạt động ổn định của lò nung vòi có thể được đảm bảo trong điều kiện áp suất khí than thấp, việc cấp đủ môi trường nhiên liệu trong buồng nung có thể được đảm bảo, và môi trường nhiên liệu của lò nung vòi có thể được

chuyển đổi mà không phải chỉ có một nhiên liệu, để sản xuất ổn định và khả năng thích ứng sản xuất của lò nung vôi được cải thiện, và sản xuất liên tục và hiệu quả cao của lò nung vôi được cải thiện. Hơn thế nữa, theo sơ đồ này, mặt cắt ngang của lò nung vôi được chia thành nhiều khu vực cung cấp nhiệt dọc theo hướng xuyên tâm, và tổng lượng cấp nhiệt cần thiết cho từng khu vực cấp nhiệt thu được theo độ chênh lệch lượng tỏa nhiệt của từng vùng cấp nhiệt, để lượng cấp nhiên liệu cần bởi mỗi vòi phun độc lập được tính toán chính xác và thực hiện, cung cấp nhiệt chính xác được thực hiện, vật liệu ở các vị trí khác nhau trên cùng mặt cắt ngang của buồng nung được gia nhiệt đồng đều, tránh được việc vôi bị cháy quá mức hoặc âm ỉ, và chất lượng của sản phẩm lò nung được cải thiện. Do đó, sáng chế có thể cải thiện đáng kể hiệu suất của lò nung vôi.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất phương pháp cấp nhiệt cho lò nung vôi, đối với lò nung vôi theo phương án thực hiện thứ sáu theo khía cạnh thứ nhất, phương pháp này bao gồm các bước sau:

khi độ chênh lệch áp suất giữa thiết bị dò áp suất thứ nhất và thiết bị dò áp suất thứ hai lớn hơn hoặc bằng với áp suất tối thiểu để nhập lò, chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than được ưu tiên bắt đầu để kích hoạt toàn bộ N vòi phun để vận chuyển nhiên liệu khí than đến buồng nung; chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than như sau: toàn bộ van chặn khí than, quạt tản khí than và thân van ở đầu vào khí than của N bộ chuyển đổi nhiên liệu ở trạng thái mở, toàn bộ van chặn than nghiền và thân van ở đầu vào than nghiền của N bộ chuyển đổi nhiên liệu ở trạng thái đóng, quạt tản than nghiền đang ở trạng thái chờ, và toàn bộ van chặn nitơ và thân van ở đầu vào nitơ của N bộ chuyển đổi nhiên liệu ở trạng thái đóng; van hồi lưu khí than ở trạng thái đóng, và van hồi lưu than nghiền ở trạng thái mở; và toàn bộ N van điều chỉnh ống phân nhánh khí than, N van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền, và N van điều chỉnh ống phân nhánh nitơ ở trạng thái mở;

lượng cung cấp khí than trung bình W_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính và độ mở của mỗi van điều chỉnh ống phân nhánh khí than được điều chỉnh để cho phép giá trị đo được S_{ij} của bộ dò lưu lượng được phù hợp với W_{ij} ;

khi độ chênh lệch áp suất nhỏ hơn áp suất tối thiểu để nhập lò, số chuyển đổi N_m được tính; N_m là số lượng vòi phun theo lý thuyết cần để chuyển đổi môi trường nhiên liệu;

chế độ cấp nhiệt đồng đều cần bật để được xác định, trong đó chế độ cấp nhiệt đồng đều được sử dụng để chỉ ra vị trí vòi phun cần để chuyển đổi môi trường nhiên liệu và số lượng vòi phun thực N_x trong nhóm vòi phun khi N_m nằm trong khoảng giá trị được xác định, và $N_m \leq N_x \leq N$;

sau khi chế độ cấp nhiệt đồng đều được khởi động, lượng cấp nhiên liệu T_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính;

độ mở của van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền tương ứng với N_x vòi phun ở các vị trí được điều chỉnh, và độ mở của van điều chỉnh ống phân nhánh khí than tương ứng với $N - N_x$ vòi phun khác được điều chỉnh, để giá trị đo được S_{ij} của bộ dò lưu lượng phù hợp với T_{ij} ; và

van chặn gió đốt được mở và tần số hoạt động của quạt đốt được tăng lên để cho phép lượng gió đốt đi vào lò nung được phù hợp với tổng lượng nhiên liệu, và giai đoạn chuyển đổi kết thúc.

Theo một số phương án, phương pháp còn bao gồm:

xác định ngưỡng cung cấp nhiệt đồng đều N_y theo tổng lượng vòi phun N có trong nhóm vòi phun và trạng thái phân phối của mỗi vòi phun trên mặt cắt ngang của buồng nung;

khi khoảng giá trị là $(N_y, N]$, N_x bằng với N , thì chế độ cấp nhiệt đồng đều là nguồn

cấp nhiệt chỉ có than nghiền;

khi khoảng giá trị là $(0, N_y]$, nghĩa là $0 < N_x \leq N_y$, thì chế độ cấp nhiệt đồng đều là nguồn cấp nhiệt kết hợp than nghiền và khí than;

và khi khoảng giá trị là 0, N_x bằng với 0, thì chế độ cấp nhiệt đồng đều là cấp nhiệt chỉ bằng khí than.

Theo một số phương án, khi chế độ cấp nhiệt đồng đều là cấp nhiệt chỉ bằng than nghiền, chế độ cấp nhiệt đồng đều được khởi động như sau:

thân van ở đầu vào khí than trong N bộ chuyển nhiên liệu và van chặn khí than lần lượt đóng lại, đồng thời van hồi lưu khí than được mở, và quạt tản khí than được điều chỉnh sang trạng thái chờ;

van chặn nitơ và thân van ở đầu vào nitơ của N bộ chuyển nhiên liệu lần lượt mở ra, và sau đó nitơ thổi vào than nghiền dư trong bộ chuyển nhiên liệu đến vòi phun, thân van ở đầu vào nitơ của N bộ chuyển nhiên liệu và van chặn nitơ lần lượt đóng lại; và

van hồi lưu than nghiền được đóng lại, tần số hoạt động của quạt tản than nghiền tăng lên, và khi áp suất than nghiền đạt yêu cầu để đi vào lò nung, van chặn than nghiền và thân van ở đầu vào than nghiền của N bộ chuyển nhiên liệu lần lượt mở ra, để than nghiền lần lượt đi qua đường ống tản than nghiền, ống vòng than nghiền, N ống phân nhánh than nghiền, đầu vào than nghiền và đầu ra nhiên liệu của N bộ chuyển nhiên liệu, và N vòi phun, và chảy vào bên trong của buồng nung để chế độ cấp nhiệt đồng đều được khởi động.

Theo một số phương án, khi chế độ cấp nhiệt đồng đều là nguồn cấp nhiệt kết hợp than nghiền và khí than, chế độ cấp nhiệt đồng đều được khởi động như sau:

van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền và van điều chỉnh ống phân nhánh nitơ tương ứng với $N-N_x$ vòi phun còn lại đóng lại, và cùng lúc đó, van điều chỉnh ống phân

nhánh khí than tương ứng với N_x vòi phun ở vị trí này được đóng lại, và thân van ở đầu vào khí than trong bộ chuyển nhiên liệu tương ứng với N_x vòi phun ở vị trí này được đóng lại;

van chặn nitơ và thân van ở đầu vào nitơ của bộ chuyển nhiên liệu tương ứng với N_x vòi phun ở vị trí này lần lượt mở ra, và sau đó thổi nitơ vào khí than dư trong bộ chuyển nhiên liệu đến vòi phun, thân van ở đầu vào nitơ của bộ chuyển nhiên liệu tương ứng với N_x vòi phun ở vị trí này và van chặn nitơ lần lượt đóng lại; và

van hồi lưu than nghiền được đóng lại, tần số hoạt động của quạt tản than nghiền tăng lên, và khi đó áp suất than nghiền đạt đến yêu cầu để nhập lò nung, van chặn than nghiền và thân van ở đầu vào than nghiền của bộ chuyển nhiên liệu tương ứng với N_x vòi phun ở vị trí này lần lượt mở ra, để than nghiền lần lượt đi qua đường ống tản than nghiền, ống vòng than nghiền, N_x ống phân nhánh than nghiền, đầu vào than nghiền và đầu ra nhiên liệu của N_x bộ chuyển đổi nhiên liệu, và N_x vòi phun, và chảy vào bên trong của buồng nung.

Theo một số phương án, bước tính số chuyển đổi N_m bao gồm:

tính số vòi phun khí than tối đa N_q được phép trong nhóm vòi phun trong áp suất ống vòng khí than hiện tại P_1 theo độ chênh lệch áp suất giữa thiết bị dò áp suất thứ nhất và thiết bị dò áp suất thứ hai; và

tính giá trị chênh lệch giữa tổng lượng vòi phun N và số vòi phun khí than tối đa N_q để thu được số chuyển đổi N_m .

Theo một số phương án, số vòi phun khí than tối đa N_q được tính theo công thức sau:

$$N_q = \left\lfloor \alpha \sqrt{\left(\frac{2|P_1 - P_2|}{\rho v_i^2} - h_i \right) / h_i} \right\rfloor$$

trong đó ρ là mật độ khí than, v_i là vận tốc dòng được thiết kế của vòi phun khí than, h_t là hệ số cản của ống vòng khí than, h_i là hệ số cản của ống phân nhánh khí than, P_1 là áp suất ống vòng khí than được đo bằng thiết bị dò áp suất thứ nhất, P_2 là áp suất bên trong buồng nung được đo bằng thiết bị dò áp suất thứ hai, và α là hệ số điều chỉnh liên quan đến kích thước hạt của hạt đá vôi trong buồng nung.

Theo một số phương án, tổng lượng cấp nhiệt Q_i của khu vực cấp nhiệt hình khuyên là:

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q \div \delta & i &= 1 \\ Q_i &= Q \times k_{li} / \delta & 2 \leq i &\leq Y \end{aligned}$$

trong đó Q_1 là tổng lượng cấp nhiệt của khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất, khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất được đặt ở giữa mặt cắt ngang của buồng nung; Q là lượng cấp nhiệt lý thuyết cần thiết khi vật liệu được nung ở độ cao nhất định trên mặt cắt ngang của buồng nung; δ là hiệu suất truyền nhiệt giữa khí thải và vật liệu trong lò nung vôi; k_{li} là hệ số tỷ lệ cung cấp nhiệt giữa khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất và khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ i ; Y là số khu vực cấp nhiệt hình khuyên.

Theo một số phương án, lượng cung cấp khí than trung bình W_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính theo công thức sau:

$$W_{ij} = \frac{Q_i}{X_i \times h_1}$$

trong đó Q_i là tổng lượng cấp nhiệt của khu vực cấp nhiệt hình khuyên, X_i là số vòi phun có trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên, h_1 là giá trị nhiệt đơn vị của khí than được đo bằng thiết bị dò giá trị nhiệt thứ nhất, $1 \leq j \leq X_i$, và $1 \leq i \leq Y$.

Theo một số phương án, lượng cấp nhiên liệu T_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính theo công thức sau:

$$T_{ij} = \frac{M_i}{h} = \frac{Q_i}{X_i \times h}$$

trong đó M_i là lượng cấp nhiệt trung bình của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên; Q_i là tổng lượng cấp nhiệt của khu vực cấp nhiệt hình khuyên; X_i là số vòi phun có trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên; $h=h_2$ đối với N_x vòi phun ở vị trí này và $h=h_1$ đối với $N-N_x$ vòi phun khác; trong đó h_1 là giá trị nhiệt đơn vị của khí than được đo bằng thiết bị dò giá trị nhiệt thứ nhất, h_2 là giá trị nhiệt đơn vị của than nghiền được đo bằng thiết bị dò giá trị nhiệt thứ hai, $1 \leq j \leq X_i$, và $1 \leq i \leq Y$.

Tương ứng với sơ đồ theo khía cạnh thứ ba, thiết bị cung cấp khí than và thiết bị cung cấp than nghiền được sử dụng song song, và việc kiểm soát chuyển đổi nhiên liệu của lò nung vôi được thực hiện thông qua một bộ chuyển đổi nhiên liệu. Trong khi cấp nhiệt ban đầu, thiết bị dò áp suất thứ nhất được sử dụng để đo áp suất của ống vòng khí than, và thiết bị dò áp suất thứ hai được sử dụng để đo áp suất bên trong buồng nung. Khi độ chênh lệch áp suất giữa hai áp suất lớn hơn hoặc bằng với áp suất tối thiểu để nhập lò, điều này chỉ ra rằng việc cấp khí than là đủ và chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than tốt hơn là được sử dụng. Lượng cung cấp khí than trung bình W_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính, và độ mở của mỗi van điều chỉnh ống phân nhánh khí than để cho giá trị đo được S_{ij} của bộ dò lưu lượng được phù hợp với W_{ij} , để độ đồng nhất và độ chính xác của việc cấp nhiệt ở mặt cắt ngang của buồng nung được đảm bảo.

Sau đó chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than được khởi động, nếu độ chênh lệch áp suất giữa thiết bị dò áp suất thứ nhất và thiết bị dò áp suất thứ hai thấp hơn áp suất tối thiểu để nhập lò, điều này chỉ ra rằng áp suất khí than dao động, để áp suất của hệ thống đường ống khí than là quá thấp, và áp suất khí than không đủ để hỗ trợ việc đưa vào lò nung. Trong các điều kiện này, chế độ cấp nhiệt được chuyển đổi. Số chuyển đổi

N_m lý thuyết được tính, và chế độ cấp nhiệt đồng đều được yêu cầu khởi động tiếp theo được xác định. Chế độ cấp nhiệt đồng đều được thiết lập sẵn theo tổng số vòi phun N có trong nhóm vòi phun và trạng thái phân bố của mỗi vòi phun trên mặt cắt ngang của buồng nung khi xem xét độ đồng nhất của việc cấp nhiệt đến buồng nung. Miễn là N_m được tính, vị trí của vòi phun được yêu cầu chuyển đổi môi trường nhiên liệu tương ứng với khoảng giá trị của N_m , và số thực của vòi phun N_x có thể được phát hiện. Đầu vào khí than, đầu vào than nghiền và đầu vào nitơ trong bộ chuyển nhiên liệu được bố trí lần lượt trên thân van. Đồng thời, chỉ một thân van ở đầu vào mở, và thân van còn lại ở trạng thái đóng, để khí than đi vào ống vòng than nghiền hoặc than nghiền đi vào ống vòng khí than do tránh được việc tiếp xúc lẫn nhau ở đầu vào, và đồng thời có thể tránh được việc trộn lẫn nhiên liệu do sự hồi lưu nhiên liệu trong buồng nung, từ đó nhận thấy việc chặn hiệu quả khí than và than nghiền. Thiết bị cung cấp than nghiền và thiết bị cung cấp khí than được hợp lại và tách ra thông qua bộ chuyển nhiên liệu. Bằng cách kiểm soát trạng thái đóng và mở của mỗi van trong lò nung vôi và trạng thái hoạt động của quạt, môi trường nhiên liệu của lò nung vôi có thể được chuyển đổi nhanh chóng, tự động và linh hoạt, các chế độ cung cấp nhiệt đa dạng được thực hiện, do đó các khuyết điểm của loại nhiên liệu cung cấp nhiệt và khả năng thích ứng sản xuất kém của lò nung vôi được khắc phục. Ngoài ra, theo sơ đồ, mặt cắt của lò nung vôi được chia thành nhiều khu vực cung cấp nhiệt dọc theo hướng xuyên tâm, và tổng lượng cấp nhiệt cần thiết của từng khu vực cung cấp nhiệt nhận được theo độ chênh lệch của khả năng tản nhiệt của từng khu vực cấp nhiệt, do đó lượng cấp nhiên liệu cần thiết cho mỗi vòi phun độc lập được tính toán và thực hiện chính xác, việc cung cấp nhiệt chính xác được thực hiện, vật liệu ở các vị trí khác nhau trên cùng một mặt cắt ngang của buồng nung được gia nhiệt đồng nhất, và tránh được việc vôi bị cháy quá mức hoặc cháy kém. Do đó, chất lượng của sản phẩm lò nung vôi được cải thiện, và do đó sáng chế có thể cải thiện đáng

kể hiệu suất của lò nung vôi.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để minh họa sơ đồ kỹ thuật của sáng chế rõ ràng hơn, sau đây sẽ mô tả ngắn gọn các hình vẽ cần thiết trong các phương án. Hiển nhiên là, đối với những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực, mà không cần phải có một nỗ lực sáng tạo, các hình vẽ khác cũng có thể được lấy từ các bản vẽ này.

Fig. 1 là sơ đồ minh họa cấu trúc của lò nung vôi hiện nay;

Fig. 2 là sơ đồ minh họa cấu trúc tổng thể của lò nung vôi được thể hiện trong Phương án 1 của sáng chế này;

Fig. 3 là sơ đồ cấu trúc của thiết bị cấp nhiệt của lò nung vôi được thể hiện trong phương án 1 của sáng chế này;

Fig. 4 là sơ đồ phân chia khu vực cấp nhiệt hình khuyên trên mặt cắt ngang của buồng nung được thể hiện trong phương án 1 của sáng chế này;

Fig. 5 là sơ đồ phân chia của mỗi vòi phun trong mặt cắt ngang của buồng nung trong nhóm vòi phun được thể hiện trong phương án 1 của sáng chế này;

Fig. 6 là sơ đồ phân chia của vòi phun khí than và vòi phun than nghiền trong mỗi chế độ cấp nhiệt đồng đều được thể hiện trong phương án 1 của sáng chế này;

Fig. 7 là sơ đồ minh họa cấu trúc tổng thể của lò nung vôi được thể hiện trong Phương án 3 của sáng chế này;

Fig. 8 là sơ đồ minh họa một phần cấu trúc của lò nung vôi được thể hiện trong phương án 3 của sáng chế này;

Fig. 9 là sơ đồ minh họa cấu trúc bộ chuyển nhiên liệu được thể hiện trong phương án 3 của sáng chế này;

Fig. 10 là sơ đồ minh họa cấu trúc bộ chuyển nhiên liệu khác được thể hiện trong phương án 3 của sáng chế này;

Fig. 11 là sơ đồ minh họa cấu trúc thân vòi phun được thể hiện trong phương án 5 của sáng chế này;

Fig. 12 là sơ đồ mặt cắt ngang chiều chu vi của mặt cắt của thân vòi phun gần đầu ra được thể hiện trong phương án 5 của sáng chế này;

Fig. 13 là sơ đồ khoảng lan của vòi phun được thể hiện trong phương án 5 của sáng chế này.

Mô tả chi tiết sáng chế

Để người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực có thể hiểu rõ hơn về sơ đồ kỹ thuật trong sáng chế, sơ đồ kỹ thuật trong các phương án của sáng chế sẽ được mô tả rõ ràng và đầy đủ cùng với các bản vẽ kèm theo.

Như được thể hiện trong Fig. 2 và Fig. 3, Phương án 1 của sáng chế đề xuất lò nung vôi, lò này bao gồm buồng nung 1, thiết bị cấp nhiệt, và quạt đốt 2. Thiết bị cấp nhiệt được sử dụng để cung cấp và vận chuyển nhiên liệu cần thiết để nung đá vôi vào buồng nung 1, và ống gió đốt 21 được nối giữa quạt đốt 2 và buồng nung 1. Ống gió đốt 21 được lắp van chặn gió đốt 22 để khi quạt đốt 2 được khởi động và khi van chặn gió đốt 22 mở, gió đốt đi vào bên trong của buồng nung 1 thông qua ống gió đốt 21, nhờ đó tạo ra gió đốt cho nhiên liệu đốt và giải phóng nhiệt.

Cụ thể là, theo phương án này, thiết bị cấp nhiệt bao gồm thiết bị cung cấp nhiên liệu và nhóm vòi phun 3 được nối với bên trong của buồng nung 1. Nhóm vòi phun 3 được sử dụng để vận chuyển nhiên liệu được cung cấp bởi thiết bị cung cấp nhiên liệu vào bên trong của buồng nung 1, nhóm vòi phun 3 có tổng N vòi phun 31, tức là, tổng số vòi phun 31 có trong nhóm vòi phun 3 là N. Thiết bị cung cấp nhiên liệu bao gồm

thiết bị cung cấp khí than 4 và thiết bị cung cấp than nghiền 5. Thiết bị cung cấp khí than 4 bao gồm ống vòng khí than 401 và N ống phân nhánh khí than 402 được nối với ống vòng khí than 401, mỗi ống phân nhánh khí than 402 được nối với đầu vào vật liệu của một vòi phun 31. Thiết bị cung cấp than nghiền 5 bao gồm ống vòng than nghiền 501 và N ống phân nhánh than nghiền 502 được nối với ống vòng than nghiền 501, mỗi ống phân nhánh than nghiền 502 được nối với đầu vào vật liệu của một vòi phun 31, để thiết bị cung cấp khí than 4 và thiết bị cung cấp than nghiền 5 có chung nhóm vòi phun 3. Mỗi ống phân nhánh khí than 402 được bố trí van điều chỉnh ống phân nhánh khí than 403, và mỗi ống phân nhánh than nghiền 502 được bố trí van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền 503. Bộ dò dòng chảy 311 được đặt trên vòi phun 31. Thiết bị dò giá trị nhiệt thứ nhất 404 và thiết bị dò áp suất thứ nhất 405 được bố trí lần lượt trên ống vòng khí than 401, thiết bị dò giá trị nhiệt thứ hai 504 được đặt trên ống vòng than nghiền 501, và thiết bị dò áp suất thứ hai 11 được bố trí bên trong buồng nung 1.

Lò nung vôi hiện nay chỉ có thể sử dụng một nhiên liệu duy nhất là khí than hoặc than nghiền. Nếu loại nhiên liệu này cần phải thay thế, hệ thống cấp nhiệt của lò nung vôi phải được thay đổi, và độ linh hoạt rất kém. Ngoài ra, đối với lò nung vôi được xây dựng trong nhà máy sắt thép, chi phí khí than, như là sản phẩm phụ của quá trình luyện gang và luyện thép và tương tự, là thấp, nhưng việc cung cấp không ổn định, và do đó lượng khí và giá trị nhiệt của khí than thường biến động lớn do đó khó đảm bảo sự ổn định sản xuất bằng cách sử dụng khí than làm nhiên liệu duy nhất. Tuy nhiên, chi phí sản xuất vôi tăng lên do sử dụng than nghiền làm nhiên liệu duy nhất. Do đó, lò nung vôi hiện nay chỉ có một nhiên liệu cấp nhiệt duy nhất, và loại nhiên liệu không thể được chuyển đổi linh hoạt và thích ứng theo điều kiện làm việc trong nhà máy gang thép, dẫn đến khả năng thích ứng sản xuất kém và hiệu suất thấp của lò nung vôi.

Theo phương án này, trên cơ sở cấu trúc của lò nung vôi được thể hiện trong Fig.

1, thiết bị cấp nhiệt bao gồm thiết bị cung cấp khí than và thiết bị cung cấp than nghiền song song, thiết bị cung cấp khí than và thiết bị cung cấp than nghiền chúng độc lập với nhau có chung nhóm vòi phun 3, và số vòi phun 31 có trong ống phân nhánh khí than 402, ống phân nhánh than nghiền 502 và nhóm vòi phun 3 là bằng nhau, đều là N. Ở đó, mỗi vòi phun 31 trong nhóm vòi phun 3 được nối tương ứng với một ống phân nhánh khí than 402 và một ống phân nhánh than nghiền 502, và van điều chỉnh ống phân nhánh khí than 403 và van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền 503 tương ứng với một vòi phun riêng lẻ 31 không được mở cùng lúc để tránh sự tiếp xúc ống phân nhánh khí than 402 và ống phân nhánh than nghiền 502, và đảm bảo rằng mỗi vòi phun 31 không phun nhiên liệu hỗn hợp gồm khí than và than nghiền.

Đối với một vòi phun riêng lẻ 31, khi van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền 503 được bố trí trên ống phân nhánh than nghiền 502 được nối với vòi phun riêng lẻ 31 được đóng lại, và van điều chỉnh ống phân nhánh khí than 403 trên ống phân nhánh khí than 402 được nối với vòi phun riêng lẻ 31 được mở, môi trường nhiên liệu được vận chuyển bởi vòi phun 31 là khí than; khi van điều chỉnh ống phân nhánh khí than 403 trên ống phân nhánh khí than 402 được nối với vòi phun riêng lẻ 31 được đóng lại và van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền 503 được bố trí trên ống phân nhánh than nghiền 502 được nối với vòi phun riêng lẻ 31 được mở, môi trường nhiên liệu được vận chuyển bằng vòi phun 31 là than nghiền. Theo phương án này, bằng cách điều chỉnh trạng thái đóng và mở của van điều chỉnh ống phân nhánh khí than 403 và van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền 503, việc chuyển đổi môi trường nhiên liệu, được chuyển bằng mỗi vòi phun 31, giữa khí than và than nghiền có thể được kiểm soát nhanh chóng, do đó giải quyết hiệu quả vấn đề về việc nguồn nhiên liệu là duy nhất của lò nung vôi hiện nay và cần phải có việc chuyển đổi linh hoạt môi trường nhiên liệu theo điều kiện làm việc sản xuất của lò nung vôi, và khả năng thích ứng sản xuất của lò nung vôi

được cải thiện.

So với nhiên liệu than nghiền, thì nhiên liệu khí than, như là sản phẩm phụ của quá trình luyện gang, luyện thép và các quá trình tương tự, có ưu điểm là chi phí thấp và thiết bị đốt đơn giản và tương tự. Do đó, theo sáng chế, khi áp suất khí than đáp ứng điều kiện đi vào lò, nhiên liệu khí than được sử dụng làm nhiên liệu được chọn số một và là nhiên liệu ưu tiên cho việc cấp nhiệt ban đầu của lò nung vôi. Trong quá trình cấp nhiệt ban đầu, áp suất ống vòng khí than P_1 được đo bằng thiết bị dò áp suất thứ nhất 405, và áp suất P_2 bên trong buồng nung được đo bằng thiết bị dò áp suất thứ hai 11. Khi độ chênh lệch áp suất ΔP giữa hai áp suất lớn hơn hoặc bằng với áp suất tối thiểu để nhập lò ΔP_{min} , điều này cho thấy rằng việc cấp bằng khí than là đủ và đáp ứng điều kiện đưa vào lò, vậy nên việc cấp nhiệt chỉ bằng khí than được ưu tiên. Trong quy trình cấp nhiệt chỉ có khí than, nếu phát hiện thấy độ chênh lệch áp suất ΔP thấp hơn áp suất tối thiểu để nhập lò ΔP_{min} , điều này cho thấy rằng áp suất khí than dao động, gây ra áp suất của hệ thống đường ống khí than quá thấp và áp suất khí than không đủ để hỗ trợ việc đưa vào lò. Như vậy, môi trường nhiên liệu được vận chuyển bởi một số hoặc tất cả của vôi phun 31 trong nhóm vôi phun 3 có thể được chuyển đổi từ khí than sang than nghiền, do đó đảm bảo hoạt động ổn định lò nung vôi.

So với lò nung vôi hiện nay được thể hiện trong Fig. 1, chủ đơn nhận thấy rằng trong thực tế sản xuất, một mặt, hệ số cản của mỗi vôi phun không nhất quán do sự khác biệt của mỗi vôi phun trong quy trình sản xuất và các vị trí gắn kết khác nhau của mỗi vôi phun, vậy nên nhiên liệu được phân phối không đồng đều giữa các vôi phun, và nhược điểm không đồng đều này không thể được khắc phục do thiếu thiếu các thiết bị phát hiện và điều chỉnh cần thiết, dẫn đến sự phân phối nhiên liệu không đồng đều trên mặt cắt được nung của buồng nung. Mặt khác, theo lý thuyết, khả năng tản nhiệt ở mỗi phần của mặt cắt ngang của buồng nung là khác nhau, và tương ứng, để duy trì cùng

một nhiệt độ, lượng cấp nhiệt lý thuyết cần cho mỗi phần của mặt cắt ngang của buồng nung là khác nhau. Tản nhiệt ở phần trung tâm của mặt cắt ngang của buồng nung là nhỏ nhất, và lượng cấp nhiệt cần thiết về mặt lý thuyết là nhỏ nhất; tuy nhiên, chu vi tản nhiệt lớn nhất và công suất tản nhiệt lớn nhất lại ở rìa của mặt cắt ngang của buồng nung, vì vậy lượng cấp nhiệt lý thuyết cũng là lớn nhất. Bởi sự hạn chế của các yếu tố ở hai khía cạnh, ngay cả khi nếu vòi phun 31 trong nhóm vòi phun 3 được phân bố đồng đều theo mặt cắt ngang của buồng nung 1, cung cấp nhiệt chính xác và đồng đều không thực sự được cung cấp cho lò nung vôi.

Vì lý do này, mặt cắt ngang của buồng nung 1 trong phương án được chia lần lượt thành nhiều khu vực cấp nhiệt hình khuyên dọc theo hướng xuyên tâm. Ví dụ, trong fig. 4, nó được chia lần lượt thành 4 khu vực cấp nhiệt hình khuyên từ trong ra ngoài, gọi là R1, R2, R3, và R4, trong đó R1 được đặt ở giữa mặt cắt ngang của buồng nung 1, và R4 được đặt ở rìa mặt cắt ngang của buồng nung 1. Như được thể hiện trong Fig. 5, nhóm vòi phun 3 bao gồm nhiều bảng vòi phun, mỗi bảng vòi phun được bố trí tương ứng trong một khu vực cấp nhiệt hình khuyên, và mỗi bảng vòi phun gồm nhiều vòi phun 31 phân bố đồng đều dọc theo chu vi. Ví dụ, trong Fig. 5, bảng vòi phun của khu vực cấp nhiệt hình khuyên R1 gồm 1 vòi phun 31, bảng vòi phun của khu vực cấp nhiệt hình khuyên R2 gồm 8 vòi phun 31, bảng vòi phun của khu vực cấp nhiệt hình khuyên R3 gồm 8 vòi phun 31, bảng vòi phun của khu vực cấp nhiệt hình khuyên R4 gồm 16 vòi phun 31, và có tổng là 33 vòi phun trong nhóm vòi phun 3, tức là, $N=33$.

Sau khi phân chia khu vực cấp nhiệt hình khuyên, tổng lượng cấp nhiệt Q_i cần thiết trong mỗi khu vực cấp nhiệt hình khuyên có thể xác định chính xác theo độ chênh lệch về khả năng tản nhiệt của từng khu vực. Lượng cấp nhiên liệu của mỗi vòi phun 31 có thể được điều chỉnh chính xác bằng cách phối hợp thiết bị dò giá trị nhiệt thứ nhất 404, thiết bị dò giá trị nhiệt thứ hai 504, van điều chỉnh ống phân nhánh khí than 403, van

điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền 503, và bộ dò lưu lượng 311. Mỗi vòi phun 31 trong nhóm vòi phun 3 có thể được đánh số trước, ví dụ, ở dạng qij , trong đó i là số đại diện cho khu vực cấp nhiệt hình khuyên, và j là số đại diện cho vòi phun trong bảng vòi phun trong khu vực, ví dụ, vòi phun được đánh số $q23$ trong R2, để xác định là ba vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ hai (R2) để cho việc nhận biết và kiểm soát chính xác mỗi vòi phun 31 được thuận lợi.

Lấy vòi phun được đánh số $q23$ trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên R2 làm ví dụ, tổng lượng cấp nhiệt của khu vực cấp nhiệt hình khuyên R2 là Q_2 , bảng vòi phun trong R2 gồm có 8 vòi phun 31, lượng cấp nhiệt trung bình của mỗi vòi phun 31 là $S_2=Q_2/8$. Thiết bị dò giá trị nhiệt thứ nhất 404 được sử dụng để đo giá trị nhiệt đơn vị của khí than h_1 , và thiết bị dò giá trị nhiệt thứ hai 504 được sử dụng để đo giá trị nhiệt đơn vị của than nghiền h_2 . Khi việc vận chuyển của vòi phun được đánh số $q23$ là nhiên liệu khí than, lượng cấp nhiên liệu là $T_{23}=S_2/h_1$ để độ mở của van điều chỉnh ống phân nhánh khí than 403 tương ứng với vòi phun $q23$ được điều chỉnh để giá trị đo được S_{23} của bộ dò dòng chảy 311 của vòi phun $q23$ được phù hợp với T_{23} . Nếu việc vận chuyển của vòi phun được đánh số $q23$ là nhiên liệu than nghiền, lượng cấp nhiên liệu là $T_{23}=S_2/h_2$, để độ mở của van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền 503 tương ứng với vòi phun $q23$ được điều chỉnh để cho giá trị đo được S_{23} của bộ dò lưu lượng 311 của vòi phun $q23$ được phù hợp với T_{23} . Từ đó có thể thấy rằng, theo sáng chế, lượng cấp nhiên liệu cần thiết cho mỗi vòi phun 31 có thể thu được chính xác theo độ chênh lệch của công suất tản nhiệt của mỗi khu vực cấp nhiệt hình khuyên để việc cấp nhiệt chính xác và đồng nhất của lò nung vôi được thực hiện, và hiệu suất của lò nung vôi được cải thiện. Thực tế là, lò nung vôi theo phương án này còn có thể bao gồm bộ điều khiển bằng máy tính được cấu hình để thực hiện các bước chương trình được mô tả trong Phương án 2 bên dưới.

Phương án 2 theo sáng chế đặc biệt đề xuất phương pháp cấp nhiệt của lò nung vôi, mà được sử dụng cho lò nung vôi trong Phương án 1. Phương pháp bao gồm các bước dưới đây.

Bước S101, khi độ chênh lệch áp suất giữa thiết bị dò áp suất thứ nhất và thiết bị dò áp suất thứ hai lớn hơn hoặc bằng với áp suất tối thiểu để nhập lò, N van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền đóng lại và N van điều chỉnh ống phân nhánh khí than mở ra, để cho toàn bộ N vòi phun vận chuyển chuyển nhiên liệu khí than đến buồng nung.

Áp suất ống vòng khí than P_1 thu được thông qua thiết bị dò áp suất thứ nhất 405, và áp suất bên trong buồng nung P_2 thu được thông qua thiết bị dò áp suất thứ hai 11, sau đó độ chênh lệch áp suất là $\Delta P = P_1 - P_2$. Độ chênh lệch áp suất ΔP là thông số chính để đánh giá liệu áp suất khí than đáp ứng điều kiện đầu vào của lò nung. Sau đó đánh giá liệu ΔP lớn hơn hoặc bằng với áp suất tối thiểu để nhập lò ΔP_{min} . Nếu ΔP lớn hơn hoặc bằng với ΔP_{min} , áp suất khí than đáp ứng điều kiện đầu vào của lò nung, và chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than có thể được ưu tiên bắt đầu. Chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than là: toàn bộ N van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền 503 ở trạng thái đóng, và toàn bộ N van điều chỉnh ống phân nhánh khí than 403 ở trạng thái mở.

Bước S102, tính lượng cung cấp khí than trung bình W_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên và điều chỉnh độ mở của mỗi van điều chỉnh ống phân nhánh khí than để cho giá trị đo được S_{ij} của bộ dò lưu lượng được phù hợp với W_{ij} .

Trong chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than, toàn bộ N vòi phun 31 chuyển khí than vào buồng nung 1, cụ thể là, môi trường nhiên liệu của mỗi vòi phun giống nhau. Lượng cung cấp khí than trung bình W_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính toán theo công thức sau:

$$W_{ij} = \frac{Q_i}{X_i \times h_i}$$

Q_i là tổng lượng cấp nhiệt của khu vực cấp nhiệt hình khuyên, X_i là số vòi phun có trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên, h_1 là giá trị nhiệt đơn vị của khí than được đo bằng thiết bị dò giá trị nhiệt thứ nhất, $1 \leq j \leq X_i$, $1 \leq i \leq Y$, và Y là số khu vực cấp nhiệt hình khuyên. Đối với việc phân chia khu vực cấp nhiệt như được thể hiện trong Fig. 5, khu vực R1 tương ứng với $X_1=1$, khu vực R2 tương ứng với $X_2=8$, khu vực R3 tương ứng với $X_3=8$, và khu vực R4 tương ứng với $X_4=16$.

Tổng lượng cấp nhiệt Q_i của khu vực cấp nhiệt hình khuyên là:

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q \div \delta & i &= 1 \\ Q_i &= Q \times k_{1i} / \delta & 2 \leq i \leq Y \end{aligned}$$

Trong công thức này, Q_1 là tổng lượng cấp nhiệt của khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất, và khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất được đặt ở giữa mặt cắt ngang của buồng nung; Q là lượng cấp nhiệt lý thuyết cần thiết khi vật liệu được nung ở độ cao nhất định trên mặt cắt ngang của buồng nung; δ là hiệu suất truyền nhiệt giữa khí thải và vật liệu trong lò nung vôi; k_{1i} là hệ số tỷ lệ cung cấp nhiệt giữa khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất và khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ i . Vì khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất (tức là, R1) được đặt ở giữa của mặt cắt ngang buồng nung 1 với khả năng tản nhiệt tối thiểu, tốt hơn là sử dụng nó như một vùng tham chiếu để tính toán tổng lượng cấp nhiệt Q_i của khu vực cấp nhiệt hình khuyên khác, và i lớn hơn 1.

Đối với bốn khu vực cấp nhiệt hình khuyên như được thể hiện trong Fig. 4, cụ thể là, R1-R4 được tính toán theo công thức sau, trong đó tổng lượng cấp nhiệt của mỗi vùng lần lượt như sau :

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q \div \delta & i &= 1 \\ Q_2 &= Q_1 \times k_{12} = Q \times k_{12} / \delta \\ Q_3 &= Q_1 \times k_{13} = Q \times k_{13} / \delta \\ Q_4 &= Q_1 \times k_{14} = Q \times k_{14} / \delta \end{aligned}$$

Trong công thức này, k_{12} là hệ số tỷ lệ cung cấp nhiệt giữa R1 và R2. Bởi vì R1 và

R2 khác nhau về vị trí và khác nhau về khả năng tản nhiệt trên mặt cắt ngang của buồng nung, tổng lượng cấp nhiệt cần thiết cho mỗi vùng là khác nhau. k_{12} là hệ số tỷ trọng được sử dụng để thể hiện những chênh lệch này, và khoảng giá trị là 1,15-1,3.

k_{13} là hệ số tỷ lệ cung cấp nhiệt từ R1 đến R3. Vì R1 và R3 khác nhau về vị trí và khác nhau về khả năng tản nhiệt trên mặt cắt ngang của buồng nung, tổng lượng cấp nhiệt cần thiết cho mỗi vùng là khác nhau. k_{13} là hệ số tỷ trọng được sử dụng để thể hiện những chênh lệch này, và khoảng giá trị là 1,3-1,5.

k_{14} là hệ số tỷ lệ cung cấp nhiệt từ R1 đến R4. Vì R1 và R4 khác nhau về vị trí và khác nhau về khả năng tản nhiệt trên mặt cắt ngang của buồng nung, tổng lượng cấp nhiệt cần thiết cho mỗi vùng là khác nhau. k_{14} là hệ số tỷ trọng được sử dụng để thể hiện những chênh lệch này, và khoảng giá trị là 1,5-1,75.

Sau khi lượng cung cấp khí than trung bình W_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính, độ mở của van điều chỉnh ống phân nhánh khí than 403 tương ứng với mỗi vòi phun 31 trong khu vực có thể được đồng bộ hóa để cho giá trị đo được S_{ij} của bộ dò lưu lượng của mỗi vòi phun 31 được phù hợp với W_{ij} để điều chỉnh việc cấp nhiệt chính xác trong chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than hoàn hành. Lưu ý rằng cách phân chia của khu vực cấp nhiệt hình khuyên để k_{1i} có thể được lựa chọn theo cách phân chia khu vực cụ thể không bị giới hạn ở phương án này và Fig. 4. Theo cách thực hiện khác, khu vực cấp nhiệt hình khuyên tương ứng ở giữa hoặc ở rìa mặt cắt ngang của buồng nung cũng có thể được sử dụng như vùng tham chiếu để thu được hệ số tỷ trọng khác giữa khu vực tham chiếu và khu vực cấp nhiệt hình khuyên khác.

Bước S103, khi độ chênh lệch áp suất nhỏ hơn áp suất tối thiểu để nhập lò, số chuyển đổi N_m được tính; N_m là số lý thuyết của vòi phun cần để chuyển đổi môi trường

nhiên liệu.

Sau khi chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than được khởi động, nếu độ chênh lệch áp suất ΔP lớn hơn hoặc bằng với áp suất tối thiểu để nhập lò ΔP_{min} vẫn cần được phát hiện trong thời gian thực. Như vậy, áp suất khí than đáp ứng điều kiện đầu vào của lò nung, và trạng thái cấp nhiệt chỉ bằng khí than hiện tại được duy trì; nếu độ chênh lệch áp suất ΔP thấp hơn áp suất tối thiểu để nhập lò ΔP_{min} , điều này cho thấy rằng áp suất hệ thống khí than không đủ để hỗ trợ việc đưa vào lò, và cần phải chuyển đổi một phần hoặc toàn bộ môi trường nhiên liệu của vòi phun 31 từ khí than thành than nghiền.

Ngoài ra, khi áp suất khí than không đáp ứng điều kiện đưa vào lò, số vòi phun khí than tối đa N_q được phép trong nhóm vòi phun 3 ở áp suất ống vòng khí than hiện tại P_1 có thể được tính theo độ chênh lệch áp suất ΔP , và giá trị chênh lệch giữa tổng số vòi phun N có trong nhóm vòi phun 3 và số vòi phun khí than tối đa N_q được tính để thu được số chuyển đổi N_m , tức là, $N_m = N - N_q$.

Theo lý thuyết thủy cơ học, giảm áp suất đường ống khí than được tính bằng công thức sau (a):

$$\Delta P = \frac{1}{2} h_t \rho v_t^2 + \frac{1}{2} h_i \rho v_i^2 \quad (a)$$

Trong công thức (a), ρ là mật độ khí than; v_t là vận tốc dòng của khí than trong ống vòng khí than; v_i là vận tốc dòng được thiết kế cho khí than của vòi phun; h_t là hệ số cản của ống vòng khí than; h_i là hệ số cản của ống phân nhánh khí than. Trong thiết bị cấp nhiệt của lò nung vôi, do vận tốc dòng khí than lớn, lớn hơn 20m/s, trong điều kiện làm việc, chất lỏng trong ống nằm trong khu vực có luồng xoáy quá mức. Lúc này, h_t và h_i là hai hằng số độc lập của vận tốc dòng khí than.

Vì các điều kiện chẳng hạn như kích thước hình học của mỗi vòi phun 31 và tương

tự là giống nhau, vận tốc dòng khí than của mỗi vòi phun 31 giống nhau. Vận tốc dòng v_i của khí than trong ống vòng khí than có thể được tính theo công thức (b):

$$v_t = N_q \cdot v_i(b)$$

Tóm lại, ngoài ra, công thức sau có thể thu được:

$$(P_1 - P_2) = (h_i \cdot N_q^2 + h_i) \cdot \frac{1}{2} \rho v_i^2 (c)$$

Số vòi phun khí than tối đa N_q được phép trong nhóm vòi phun 3 có thể thu được bằng công thức (c) sau:

$$N_q = \sqrt{\left(\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho v_i^2} - h_i \right) / h_i} (d)$$

Thực tế chủ đơn nhận thấy rằng, không giống như các thiết bị đốt khác, vòi phun 31 của lò nung vôi thường được sắp xếp để được nằm trong một lớp vật liệu đá vôi. Nhiên liệu được đốt cháy trực tiếp trong lớp vật liệu, dẫn đến tình trạng khi nhiên liệu bị đẩy ra khỏi vòi phun 31, không những cần phải chống lại sức cản của đường ống, mà còn phải chống lại sức cản của lớp vật liệu bổ sung. Sức cản của lớp vật liệu với nhiên liệu liên quan đến kích thước hạt và độ xốp của vật liệu bên dưới vòi phun 31. Đối với điều kiện làm việc của lò nung vôi, vật liệu ở vòi phun 31 là hỗn hợp nguyên liệu đá vôi thô và bột canxi oxit, do đó rất khó để tính toán chính xác độ lớn điện trở tương ứng. Để đảm bảo rằng vận tốc dòng mà tại đó nhiên liệu được phun vào vòi phun 31 không ít hơn yêu cầu thiết kế, một hệ số điều chỉnh α liên quan đến kích thước hạt của hạt vật liệu đá vôi được nhân trên cơ sở công thức (d) của phương án. Cụ thể là, như được thể hiện trong công thức (e) trong đó hệ số điều chỉnh α là chuỗi giá trị nhỏ hơn 1 có được bằng kinh nghiệm sản xuất thực tế.

$$N_q = \alpha \sqrt{\left(\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho v_i^2} - h_i \right) / h_i} \quad (e)$$

Trong đó hệ số điều chỉnh α liên quan đến kích thước hạt của hạt vật liệu đá vôi, và giá trị cụ thể của hệ số điều chỉnh α có thể được đề cập như được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1

Kích thước hạt trung bình của đá vôi	< 30mm	30mm-40mm	40mm-60mm	> 60mm
Hệ số điều chỉnh α	0,4	0,6	0,75	0,8

Do N_q chỉ có thể là số nguyên, và để đảm bảo rằng vận tốc dòng khí than của vòi phun không thấp hơn so với yêu cầu thiết kế, và N_q được tính bằng công thức (e) được làm tròn xuống để có được công thức (f):

$$N_q = \left\lfloor \alpha \sqrt{\left(\frac{2|P_1 - P_2|}{\rho v_i^2} - h_i \right) / h_i} \right\rfloor \quad (f)$$

Số vòi phun khí than tối đa N_q được phép trong nhóm vòi phun 3 được tính bằng công thức (f), và sau đó số chuyển đổi lý thuyết N_m được tính bằng cách sử dụng $N_m = N - N_q$.

Bước S104, N_x van điều chỉnh ống phân nhánh khí than được đóng lại và N_x van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền tương ứng được mở ra, để nhiên liệu được phân phối bằng N_x vòi phun trong nhóm vòi phun được chuyển đổi từ khí than thành than nghiền. N_x là số thực của vòi phun cần để chuyển đổi môi trường nhiên liệu, và $N_m \leq N_x \leq N$.

Trong quá trình hoạt động chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than, nếu phát hiện

thấy độ chênh lệch áp suất ΔP thấp hơn áp suất tối thiểu để nhập lò ΔP_{min} , số chuyển đổi lý thuyết N_m cần phải được tính toán, sau đó N_x van điều chỉnh ống phân nhánh khí than 403 trong thiết bị cung cấp khí than được đóng lại, và N_x van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền 503 trong thiết bị cung cấp than nghiền được mở ra, trong đó N_x lớn hơn hoặc bằng với N_m . Như vậy, môi trường nhiên liệu của ít nhất N_m vòi phun 31 trong nhóm vòi phun 3 được chuyển đổi từ khí than ban đầu thành than nghiền, trong khi đảm bảo rằng khí than trong $N-N_x$ vòi phun 31 khác trong nhóm vòi phun 3 có thể được bơm vào bên trong của buồng nung 1 ở vận tốc dòng không nhỏ hơn yêu cầu thiết kế, do đó tự động chuyển đổi môi trường nhiên liệu của vòi phun được thiết kế 31 theo áp suất khí than. Do đó, trên cơ sở tối ưu hóa việc cấp nhiệt chỉ bằng khí than, theo sáng chế việc vận hành ổn định của lò nung vôi có thể được đảm bảo trong điều kiện áp suất khí than thấp, việc cấp đủ môi trường nhiên liệu trong buồng nung được đảm bảo, sự ổn định sản xuất và khả năng thích ứng sản xuất của lò nung vôi được cải thiện, sản xuất liên tục hiệu quả cao của lò nung vôi được cải thiện, và hiệu suất của lò nung vôi được cải thiện.

Tuy nhiên, trong trường hợp mà các nhiên liệu khác nhau được sử dụng để thực hiện việc cấp nhiệt kết hợp, khi một phần của vòi phun trong nhóm vòi phun 3 chuyển khí than và phần còn lại của vòi phun chuyển than nghiền, do sự chênh lệch của các đặc tính cung cấp nhiệt chẳng hạn như cường độ nhiệt và khoảng hoạt động của các môi trường nhiên liệu khác nhau, sự chênh lệch lớn về nhiệt độ cấp nhiệt của vòi phun ở các vị trí khác nhau trong buồng nung 1 dễ xảy ra, và sự phân bố nhiệt độ bên trong buồng nung 1 không đồng nhất, nên chất lượng sản phẩm của lò nung vôi bị ảnh hưởng.

Về vấn đề này, theo phương án này, phương pháp còn bao gồm: thiết lập sẵn nhiều chế độ cấp nhiệt đồng đều theo tổng lượng vòi phun N có trong nhóm vòi phun 3 và trạng thái phân bố của mỗi vòi phun 31 trên mặt cắt ngang của buồng nung 1. Chế độ cấp nhiệt đồng đều để chỉ vị trí vòi phun cần để chuyển đổi môi trường nhiên liệu và số

vòi phun thực N_x trong nhóm vòi phun 3 khi N_m nằm trong khoảng giá trị được xác định. Chế độ cấp nhiệt đồng đều mong muốn tương ứng với khoảng giá trị trong đó vị trí đặt N_m được xác định, và sau đó môi trường nhiên liệu của N_x vòi phun ở các vị trí tương ứng được chuyển đổi từ khí than thành than nghiền theo chỉ thị của chế độ cấp nhiệt đồng đều mong muốn.

Khi hàng loạt chế độ cấp nhiệt đồng đều được thiết lập sẵn, ngưỡng cung cấp nhiệt đồng đều N_y cần được xác định đầu tiên. Ngưỡng cung cấp nhiệt đồng đều N_y có thể được xác định theo thông tin chẳng hạn như tổng số vòi phun N và trạng thái phân bố của mỗi vòi phun trên mặt cắt ngang của buồng nung, v.v.. Khi N_m lớn hơn N_y , sự phân bố đồng đều nhiệt độ trong buồng nung không thể được đảm bảo nếu việc cấp nhiệt kết hợp khí than và than nghiền được áp dụng.

Khi khoảng giá trị là $(N_y, N]$, N_x bằng với N , thì chế độ cấp nhiệt đồng đều là nguồn cấp nhiệt chỉ có than nghiền.

Khi khoảng giá trị là $(0, N_y]$, $0 < N_x \leq N_y$, thì chế độ cấp nhiệt đồng đều là nguồn cấp nhiệt kết hợp than nghiền và khí than.

Khi khoảng giá trị là 0 , N_x bằng 0 , thì chế độ cấp nhiệt đồng đều là nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than.

Ví dụ, Fig. 5 thể hiện nhóm vòi phun 3 gồm có ba mươi ba vòi phun 31 với bảng vòi phun tương ứng được sắp xếp trong bốn khu vực cấp nhiệt hình khuyên. Bảng vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất R1 gồm một vòi phun 31, bảng vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ hai R2 gồm tám vòi phun 31, bảng vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ ba R3 gồm tám vòi phun 31, bảng vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ tư R4 bao gồm mười sáu vòi phun 31, và cấu trúc này cho phép ba mươi ba vòi phun 31 được phân phối đồng đều trên mặt cắt

ngang của buồng nung 1, do đó tạo điều kiện cho việc phân phối đồng đều nhiệt độ buồng nung. Liên quan đến cấu trúc phân bố của nhóm vòi phun 3, phương án này thể hiện bay chế độ cấp nhiệt đồng đều, như được thể hiện trong bảng 2 dưới đây. Ngưỡng cung cấp nhiệt đồng đều N_y tương ứng với cấu trúc nhóm vòi phun bằng 9, trong đó chế độ cấp nhiệt đồng đều 1 là chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than, chế độ cấp nhiệt đồng đều 2-6 là chế độ cấp nhiệt kết hợp khí than và than nghiền, và chế độ cấp nhiệt đồng đều 7 là chế độ cấp nhiệt chỉ có than nghiền.

Bảng 2

Khoảng giá trị N_m	Chế độ cấp nhiệt đồng đều
$N_m=0$	1
$N_m=1$	2
$1 < N_m \leq 4$	3
$N_m=5$	4
$5 < N_m \leq 8$	5
$N_m=9$	6
$9 < N_m \leq 33$	7

Khi $N_m=0$, tương ứng với chế độ cấp nhiệt đồng đều 1, như được thể hiện trong 6 (a) của Fig. 6. Trong chế độ cấp nhiệt đồng đều 1, số vòi phun khí than là 33, và số vòi phun than nghiền là 0, tức là, $N_x=0$, do vậy sử dụng chế độ cấp nhiệt sử dụng khí than làm môi trường nhiên liệu duy nhất.

Khi $N_m=1$, tương ứng với chế độ cấp nhiệt đồng đều 2, như được thể hiện trong 6

(b) của Fig. 6. Trong chế độ cấp nhiệt đồng đều 2, số vòi phun khí than là 32, và số vòi phun than nghiền là 1, tức là $N_x=1$, do vậy vòi phun than nghiền là một vòi phun ở trung tâm của khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất (tức là, vị trí vòi phun trong đó môi trường nhiên liệu cần được chuyển đổi).

Khi $1 < N_m \leq 4$, tương ứng với chế độ cấp nhiệt đồng đều 3, như được thể hiện trong 6 (c) của Fig. 6. Trong chế độ cấp nhiệt đồng đều 3, số vòi phun khí than là 29, và số vòi phun than nghiền là 4, tức là $N_x=4$, do vậy vòi phun than nghiền được phân bố ở các khoảng trong bảng vòi phun của khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ hai.

Khi $N_m=5$, tương ứng với chế độ cấp nhiệt đồng đều 4, như được thể hiện trong 6 (d) của Fig. 6. Trong chế độ cấp nhiệt đồng đều 4, số vòi phun khí than là 28, và số vòi phun than nghiền là 5, tức là, $N_x=5$. Bốn vòi phun than nghiền được phân bố ở các khoảng trong bảng vòi phun của khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ ba, và một vòi phun than nghiền khác là vòi phun ở giữa khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất.

Khi $5 < N_m \leq 8$, tương ứng với chế độ cấp nhiệt đồng đều 5, như được thể hiện trong 6 (e) của Fig. 6. Trong chế độ cấp nhiệt đồng đều 5, số vòi phun khí than là 25, và số vòi phun than nghiền là 8, tức là, $N_x=8$. Vòi phun than nghiền là toàn bộ tám vòi phun của bảng vòi phun của khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ hai.

Khi $N_m=9$, tương ứng với chế độ cấp nhiệt đồng đều 6, như được thể hiện trong 6 (f) của Fig. 6. Trong chế độ cấp nhiệt đồng đều 6, số vòi phun khí than là 24, và số vòi phun than nghiền là 9, tức là, $N_x=9$. Tám vòi phun than nghiền trong số toàn bộ vòi phun của bảng vòi phun của khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ ba, và một vòi phun than nghiền khác là vòi phun ở trung tâm của khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất.

Khi $9 < N_m \leq 33$, nghĩa là, N_m lớn hơn ngưỡng cung cấp nhiệt đồng đều N_y , tương

ứng với chế độ cấp nhiệt đồng đều 7, như được thể hiện trong 6 (g) của Fig. 6. Trong chế độ cấp nhiệt đồng đều 7, số vòi phun khí than là 0, và số vòi phun than nghiền là 33, tức là, $N_x=33$. Khi đó áp suất khí than là quá thấp, số vòi phun khí than N_q tối đa được phép trong nhóm vòi phun 3 là ít, và nếu chế độ cấp nhiệt kết hợp khí than và than nghiền vẫn được áp dụng, sự đồng đều nhiệt độ trong buồng nung 1 không thể được đảm bảo, do đó chế độ cấp nhiệt bằng than nghiền là môi trường nhiên liệu duy nhất được lựa chọn.

Lưu ý rằng phương án và Fig. 6 thể hiện chế độ cấp nhiệt đồng đều thay thế khi 33 vòi phun được phân bố theo Fig. 5. Đối với cấu trúc phân bố nhóm vòi phun khác, ngưỡng cung cấp nhiệt đồng đều có thể được xác định một cách thích ứng theo điều kiện thực tế và chế độ cấp nhiệt đồng đều tương ứng có thể được thiết lập, mà không bị giới hạn ở sáng chế.

Để thuận tiện cho việc kiểm soát chế độ cấp nhiệt đồng đều, theo phương án khác, phương pháp còn bao gồm: đánh dấu trước vào mỗi vòi phun trong nhóm vòi phun; và thiết lập mối quan hệ tương ứng giữa khoảng giá trị của N_m và bộ vòi phun để thu được chế độ cấp nhiệt đồng đều, trong đó bộ vòi phun vào gồm các chỉ thị N_x vòi phun có trong nhóm vòi phun mà cần chuyển đổi môi trường nhiên liệu. Ví dụ, liên quan đến Fig. 5, mỗi vòi phun có thể được đánh dấu tuần tự theo sự phân bố của bảng vòi phun, bảng vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất được đánh số q11, vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ hai được đánh dấu q21-q28 theo chiều kim đồng hồ, vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ ba được đánh dấu q31-q38 theo chiều kim đồng hồ, và vòi phun in khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ tư được đánh dấu q41-q416 theo chiều kim đồng hồ.

Theo ví dụ về chế độ cấp nhiệt đồng đều trong Fig. 6, chế độ cấp nhiệt đồng đều có thể được biểu hiện như sau:

chế độ cấp nhiệt đồng đều 1 là mối liên hệ tương ứng giữa $N_m=0$ và {tập rỗng};

chế độ cấp nhiệt đồng đều 2 là mối liên hệ tương ứng giữa $N_m=1$ và {q11};

chế độ cấp nhiệt đồng đều 3 là mối liên hệ tương ứng giữa $1 < N_m \leq 4$ và {q21 , q23 , q25 , q27};

chế độ cấp nhiệt đồng đều 4 là mối liên hệ tương ứng giữa $N_m=5$ và {q11 , q31 , q33 , q35 , q37};

chế độ cấp nhiệt đồng đều 5 là mối liên hệ tương ứng giữa $5 < N_m \leq 8$ và {q21 , q22 , q23 , q24 , q25 , q26 , q27 , q28};

chế độ cấp nhiệt đồng đều 6 là mối liên hệ tương ứng giữa $N_m=9$ và {q11 , q31 , q32 , q33 , q34 , q35 , q36 , q37 , q38};

và chế độ cấp nhiệt đồng đều 7 là mối liên hệ tương ứng giữa $9 < N_m \leq 33$ và {không gian mẫu}.

Ví dụ, khi tính được $N_m=3$, nó được xác định là chế độ cấp nhiệt đồng đều 3. Bộ vòi phun tương ứng được xác định là {q21, q23, q25, q27}, van điều chỉnh ống phân nhánh khí than 403 tương ứng với vòi phun được đánh dấu q21, q23, q25, và q27 trong nhóm vòi phun 3 được đóng lại, và van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền 503 tương ứng với vòi phun được đánh dấu q21, q23, q25 và q27 trong nhóm vòi phun 3 được mở ra, để môi trường nhiên liệu của vòi phun được đánh dấu q21, q23, q25, và q27 được chuyển đổi từ khí than thành than nghiền, và vòi phun tương ứng với các chỉ thị không có trong bộ vòi phun { q21, q23, q25, q27} tiếp tục chuyển nhiên liệu khí than.

Bước S105, tính lượng cấp nhiên liệu T_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên, và điều chỉnh độ mở của N_x van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền và $N-N_x$ van điều chỉnh ống phân nhánh khí than khác để cho giá trị đo được S_{ij} của bộ dò lưu lượng được phù hợp với T_{ij} .

Liên quan đến phương pháp tính toán của tổng lượng cấp nhiệt Q_i của mỗi khu vực cấp nhiệt hình khuyên được thể hiện trong bước S102, và trên cơ sở đó, lượng cấp nhiên liệu T_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính toán theo công thức sau, trong đó nhiên liệu là khí than hoặc than nghiền:

$$T_{ij} = \frac{M_i}{h} = \frac{Q_i}{X_i \times h}$$

Trong công thức này, M_i là lượng cấp nhiệt trung bình của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên; Q_i là tổng lượng cấp nhiệt của khu vực cấp nhiệt hình khuyên; X_i là số vòi phun có trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên; $h=h_2$ đối với vòi phun tương ứng với N_x van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền ở trạng thái mở; $h=h_1$ đối với vòi phun tương ứng với $N-N_x$ van điều chỉnh ống phân nhánh khí than khác ở trạng thái mở; trong đó h_1 là giá trị nhiệt đơn vị của khí than được đo bằng thiết bị dò giá trị nhiệt thứ nhất, h_2 là giá trị nhiệt đơn vị của than nghiền được đo bằng thiết bị dò giá trị nhiệt thứ hai, $1 \leq j \leq X_i$, và $1 \leq i \leq Y$.

Lấy ví dụ chế độ cấp nhiệt đồng đều 4 ở trên để minh họa, chế độ cấp nhiệt đồng đều 4 xác định vị trí của vòi phun nơi mà môi trường nhiên liệu cần được chuyển đổi và số thực của vòi phun N_x , và $N_x=5$, trong đó 5 vòi phun cung cấp nhiên liệu than nghiền đến buồng nung. Lượng cấp nhiên liệu T_{ij} của 5 vòi phun (đánh số lần lượt q11, q31, q33, q35, q37) của các vị trí tương ứng được tính, nghĩa là, lượng cung cấp than nghiền. Khi lượng cấp nhiên liệu của vòi phun q11 là T_{11} , độ mở của van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền 503 tương ứng với vòi phun q11 được điều chỉnh, để giá trị đo được

S_{11} của bộ dò lưu lượng của vòi phun q11 được phù hợp với T_{11} . Tương tự như vậy, các dòng than nghiền trong vòi phun q31, q33, q35, và q37 được điều chỉnh. Trong khi đó, với $N-N_x$ vòi phun khác không được có trong bộ vòi phun $\{q11, q31, q33, q35, q37\}$, chẳng hạn như q32, nhiên liệu được phân phối vẫn là khí than. Lượng cấp nhiên liệu của nó được tính là T_{32} , cụ thể là lượng cấp khí than, và độ mở của van điều chỉnh ống phân nhánh khí than 403 tương ứng với vòi phun q32 được điều chỉnh để cho giá trị đo được S_{32} của bộ dò lưu lượng của vòi phun q32 được phù hợp với T_{32} . Tương tự như vậy, dòng khí than của $N-N_x-1$ vòi phun khác được điều chỉnh để toàn bộ nhóm vòi phun 3 đem lại việc cấp nhiệt chính xác cho buồng nung 1.

Bước S106, mở van chặn gió đốt và tăng tần số hoạt động của quạt đốt để cho lượng gió đốt đi vào lò nung được phù hợp với tổng lượng nhiên liệu, và kết thúc giai đoạn chuyển đổi.

Khi dòng nhiên liệu của mỗi vòi phun 31 trong nhóm vòi phun 3 được điều chỉnh xong, tần số hoạt động của quạt đốt 2 được tăng lên để khởi động quạt đốt 2. Van chặn gió đốt 22 được mở ra để gió đốt đi vào bên trong của buồng nung 1 thông qua ống gió đốt 21 để làm cho lượng lượng gió đốt được phù hợp với tổng lượng nhiên liệu được chuyển bởi N vòi phun trong nhóm vòi phun 3, và sau đó quy trình chuyển đổi nhiên liệu của nhóm vòi phun 3 hoàn thành. Đá vôi trong buồng nung 1 có thể được xử lý nung để thu được thành phẩm là vôi.

Theo phương án này, theo giả thuyết rằng việc cấp nhiệt chỉ bằng khí than được ưu tiên, theo sáng chế, việc vận hành ổn định lò nung vôi có thể được đảm bảo trong điều kiện áp suất khí than thấp, việc cấp đủ môi trường nhiên liệu trong buồng nung có thể được đảm bảo, và môi trường nhiên liệu của lò nung vôi có thể được chuyển đổi mà không phải là chỉ một nhiên liệu, để cho sự ổn định sản xuất và khả năng thích ứng sản xuất của lò nung vôi được cải thiện, và sản xuất liên tục và hiệu quả cao của lò nung vôi

được thuận tiện. Ngoài ra, theo sơ đồ, mặt cắt ngang của lò nung vôi được chia thành nhiều khu vực cung cấp nhiệt dọc theo hướng xuyên tâm, và tổng lượng cấp nhiệt cần thiết cho từng khu vực cấp nhiệt thu được theo độ chênh lệch lượng tỏa nhiệt của từng khu vực cung cấp nhiệt và tương tự, để lượng cấp nhiên liệu cần thiết bởi mỗi vòi phun được lập được tính và vận hành chính xác, việc cung cấp nhiệt chính xác được thực hiện, vật liệu ở các vị trí khác nhau trên cùng mặt cắt ngang của buồng nung được gia nhiệt đồng đều, tránh cho đá vôi bị cháy quá hoặc cháy âm ỉ, và chất lượng sản phẩm lò nung vôi được cải thiện. Do đó, sơ đồ này có thể cải thiện đáng kể hiệu suất của lò nung vôi.

Như được thể hiện trong Fig. 7-9, phương án 3 theo sáng chế đề xuất lò nung vôi khác, và dựa trên cấu trúc của lò nung vôi trong Phương án 1, thiết bị cung cấp nhiên liệu còn bao gồm N bộ chuyển đổi nhiên liệu 6, trong đó bộ chuyển đổi nhiên liệu 6 tương ứng vòi phun 31 ở chế độ một - một. Fig. 7-9 chỉ thể hiện cấu trúc kết nối của một nhóm bộ chuyển đổi nhiên liệu 6 và vòi phun 31, và cấu trúc kết nối của N-1 nhóm còn lại của bộ chuyển đổi nhiên liệu 6 và vòi phun 31 là giống nhau, vì vậy nó không được hiển thị trong bản vẽ. Bộ chuyển đổi nhiên liệu 6 được sử dụng để kết hợp và tách thiết bị cung cấp khí than 4 và thiết bị cung cấp than nghiền 5, đảm bảo rằng lò nung vôi có thể chuyển đổi nhiên liệu từ khí than thành than nghiền và từ than nghiền thành khí than, và đảm bảo rằng không tồn tại dòng hỗn hợp giữa khí than và than nghiền trong lò nung vôi. Nguyên liệu đá vôi thô được tải vào buồng nung 1 thông qua bộ phân phối 8, vòi phun 31 được sử dụng để phun nhiên liệu chuyển đổi (khí than hoặc than nghiền) vào buồng nung 1, và sau đó van chặn gió đốt 22 được mở ra, để khí đốt được chuyển bằng quạt đốt 2 đi vào buồng nung 1 thông qua ống gió đốt 21, và nhiên liệu được đốt cháy để cung cấp nhiệt để cung cấp nhiệt cho việc nung đá vôi để tạo ra thành phẩm vôi.

Mỗi bộ chuyển đổi nhiên liệu 6 bao gồm đầu vào khí than 61, đầu vào than nghiền 62 và đầu ra nhiên liệu 64, trong đó đầu vào khí than 61 được nối với ống phân nhánh khí

than 402, đầu vào than nghiền 62 được nối với ống phân nhánh than nghiền 502, đầu ra nhiên liệu 64 được nối với đầu vào vật liệu của vòi phun 31, và thân van 65 được bố trí tương ứng ở đầu vào khí than 61 và đầu vào than nghiền 62. Thiết bị cung cấp khí than 4 còn bao gồm quạt tản khí than 406, quạt tản khí than 406 được nối với ống vòng khí than 401 qua đường ống tản khí than 407, và đường ống tản khí than 407 được lắp van chặn khí than 408. Thiết bị cung cấp than nghiền 5 còn bao gồm quạt tản than nghiền 505, quạt tản than nghiền 505 được nối với ống vòng than nghiền 501 qua đường ống tản than nghiền 506, và đường ống tản than nghiền 506 được lắp van chặn than nghiền 507.

Trong ống cấp khí than, quạt tản khí than 406, đường ống tản khí than 407, và ống vòng khí than 401 tạo thành ống chính khí than. N ống phân nhánh khí than được tạo từ ống vòng khí than 401, và ống phân nhánh khí than bao gồm ống phân nhánh khí than 402, bộ chuyển nhiên liệu 6 và vòi phun 31 tương ứng với nhau theo thứ tự. Khi van chặn khí than 408 ở trạng thái mở và quạt tản khí than 406 hoạt động bình thường, ống chính khí than được dùng, và N ống phân nhánh khí than cũng được dùng, để nhiên liệu khí than được chuyển vào buồng nung 1. Khi van chặn khí than 408 ở trạng thái đóng và tần số hoạt động của quạt tản khí than 406 thấp so với trạng thái chờ, toàn bộ ống cấp khí than bị chặn, và như vậy, khí than không còn được cung cấp cho buồng nung 1.

Tương tự như vậy, trong ống cấp than nghiền, quạt tản than nghiền 505, đường ống tản than nghiền 506, và ống vòng than nghiền 501 tạo thành ống chính than nghiền. N ống phân nhánh than nghiền được tạo từ ống vòng than nghiền 501, và ống phân nhánh than nghiền bao gồm ống phân nhánh than nghiền 502, bộ chuyển nhiên liệu 6, và vòi phun 31 tương ứng với nhau theo trình tự. Khi van chặn than nghiền 507 ở trạng thái mở và quạt tản than nghiền 505 hoạt động bình thường, ống chính than nghiền được dùng, và N ống phân nhánh than nghiền cũng được dùng, để nhiên liệu than nghiền được

chuyển vào buồng nung 1. Khi van chặn than nghiền 507 ở trạng thái đóng và tần số hoạt động của quạt tản than nghiền 505 thấp so với trạng thái chờ, toàn bộ ống cấp than nghiền bị chặn, và than nghiền không được cấp cho buồng nung 1.

Liên quan đến Fig. 9, ví dụ than nghiền được chuyển từ vòi phun 31 đến buồng nung 1, nguyên tắc hoạt động của bộ chuyển nhiên liệu 6 được giải thích. Thân van 65 ở đầu vào than nghiền 62 được mở ra, và thân van 65 ở đầu vào khí than 61 được đóng lại, để nhiên liệu than nghiền từ ống phân nhánh than nghiền 502 bị ngăn không cho vào ống cấp khí than qua đầu vào khí than 61, nhờ đó ngăn than nghiền và khí than không bị trộn. Cùng lúc, chỉ có đầu vào than nghiền 62 nối với đầu ra nhiên liệu 64, và dòng than nghiền chảy vào từ đầu vào than nghiền 62, chảy ra từ đầu ra nhiên liệu 64, và đi vào vòi phun 31. Cùng lúc này, chỉ một đầu vào khí than 61 và đầu vào than nghiền 62 nối với đầu ra nhiên liệu 64, nhờ đó tách riêng than nghiền khỏi khí than. Thân van 65 có thể là van điện từ hoặc van điều khiển chất lỏng của các loại và cấu trúc khác, không bị giới hạn ở sáng chế.

Vì diện tích mặt cắt ngang của bộ chuyển nhiên liệu 6 lớn hơn đường kính của đầu vào tương ứng (đầu vào khí than 61, đầu vào than nghiền 62, và đầu vào nitơ 63), một phần nhỏ nhiên liệu có thể không được xả hết từ đầu ra nhiên liệu 64, dẫn đến dư lượng nhiên liệu có thể xảy ra trong bộ chuyển nhiên liệu 6. Ngoài ra, do đầu ra nhiên liệu 64, vòi phun 31, và buồng nung 1 được nối với nhau, cũng có thể là nhiên liệu trong buồng nung 1 chảy trở lại bộ chuyển nhiên liệu 6. Ví dụ, khi nó được yêu cầu chuyển đổi nhiên liệu lò nung vôi từ khí than thành than nghiền, vì có thể có khí than dư trong bộ chuyển nhiên liệu 6, khi thân van 65 ở đầu vào than nghiền 62 được mở ra, khí than dư có thể đi vào ống cấp than nghiền từ đầu vào than nghiền 62, dẫn đến một luồng hỗn hợp khí than và than nghiền, tức là, không có sự tách và chặn hiệu quả khí than và than nghiền. Một mặt, nếu dòng hỗn hợp của khí than và than nghiền đi vào buồng nung 1, do các

đặc tính cháy của khí than và than nghiền khác nhau, sự phân bố nhiệt độ đồng đều ở khoang nung trong buồng nung 1 sẽ bị ảnh hưởng, do đó chất lượng sản phẩm của lò nung vôi bị ảnh hưởng; mặt khác, nếu than nghiền và khí than bị trộn, một vụ nổ rất dễ xảy ra, dẫn đến mối nguy tiềm ẩn về an toàn tồn tại trong quá trình sản xuất lò nung vôi.

Về vấn đề này, trong sơ đồ ưu tiên của phương án, thiết bị cung cấp nhiên liệu còn bao gồm thiết bị làm sạch nitor 7 bao gồm bể nén nitor 71 và ống vòng nitor 72, ống vòng nitor 72 được nối với N ống phân nhánh nitor 73, N ống phân nhánh nitor 73 được lắp van chiều chỉnh ống phân nhánh nitor 74, theo lần lượt, bể nén nitor 71 và ống vòng nitor 72 được nối qua đường ống tản nitor 75, và van chặn nitor 76 được đặt trên đường ống tản nitor 75. Bộ chuyển nhiên liệu 6 còn bao gồm đầu vào nitor 63, đầu vào nitor 63 được nối với ống phân nhánh nitor 73, thân van 65 được đặt ở đầu vào nitor 63, và chỉ một trong số đầu vào khí than 61, đầu vào than nghiền 62 và đầu vào nitor 63 được nối với đầu ra nhiên liệu 64 cùng lúc bằng cách điều chỉnh từng thân van 65. Khi van chặn nitor 76 và thân van 65 ở đầu vào nitor 63 được mở, khí than dư hoặc than nghiền trong bộ chuyển nhiên liệu 6 được thổi vào vôi phun 31 bằng nitor.

Trong ống cấp nitor, bể nén nitor 71, đường ống tản nitor 75 và ống vòng nitor 72 tạo thành ống chính nitor, N ống phân nhánh nitor được tạo từ ống vòng nitor 72, và ống phân nhánh nitor bao gồm ống phân nhánh nitor 73, bộ chuyển nhiên liệu 6 và vôi phun 31 tương ứng với nhau theo trình tự. Khi van chặn nitor 76 ở trạng thái mở, ống chính nitor được sử dụng, N ống phân nhánh nitor cũng được sử dụng, thân van 65 ở đầu vào nitor 63 trong N bộ chuyển nhiên liệu 6 được mở ra, nhiên liệu dư trong bộ chuyển nhiên liệu 6 được súc vào vôi phun 31 bằng nitor, và nhiên liệu quay trở lại buồng nung 1 bằng vôi phun 31. Sau khi súc xong, van chặn nitor 76 và thân van 65 ở đầu vào nitor 63 đóng lại, toàn bộ ống cấp nitor bị chặn, việc chuẩn bị có quá trình chuyển đổi hoàn thành, và nhiên liệu có thể được chuyển đổi trên cơ sở ống cấp khí than hoặc ống cấp than nghiền. Bởi

vì nitơ là khí trơ và không có tính cháy, nhiên liệu được thổi vào buồng nung 1 bằng cách sử dụng nitơ để nhiên liệu cháy sẽ không bị ảnh hưởng và tránh được nguy cơ cháy nổ. Bằng cách sắp xếp thiết bị làm sạch nitơ 7, sự tách biệt hiệu quả của than nghiền và khí than được tiến hành và an toàn sản xuất của lò nung vôi được cải thiện.

Trong sơ đồ ưu tiên của phương án, như được thể hiện trong Fig. 10, phương án cũng đề xuất cấu trúc cụ thể của thân van 65. Không giống như van điều khiển điện tử, thân van 65 bao gồm vòng đệm cứng 651, nút đệm 652, và lò xo đàn hồi 653. Thân đỡ cố định bằng thép 66 được đặt ở trung tâm bên trong bộ chuyển nhiên liệu 6. Vòng đệm cứng 651 được cố định ở ngoại vi của các lỗ mở ống ở đầu vào khí than 61, đầu vào than nghiền 62 và đầu vào nitơ 63 theo lần lượt. Một đầu của lò xo đàn hồi 653 được nối với thân đỡ bằng thép 66, và đầu còn lại của lò xo đàn hồi 653 được nối với nút đệm 652. Khi nút đệm 652 chịu áp suất từ bên trong của bộ chuyển nhiên liệu 6, nút đệm 652 được ép chặt với vòng đệm cứng 651, để thân van 65 ở trạng thái đóng. Khi nút đệm 652 chịu áp suất từ bên ngoài của bộ chuyển nhiên liệu 6, lò xo đàn hồi 653 bị nén lại, và nút đệm 652 và vòng đệm cứng 651 được tách ra, để thân van 65 ở trạng thái mở.

Lấy than nghiền được chuyển từ vòi phun 31 vào buồng nung 1 làm ví dụ, cuộn băng tải than nghiền từ ống phân nhánh than nghiền 502 có áp suất nhất định, và khi nó đi qua đầu vào than nghiền 62, nút đệm 652 được đẩy từ bên ngoài, và lò xo đàn hồi 653 bị nén lại, để đầu vào than nghiền 62 được mở ra, và đầu vào than nghiền 62 được nối với đầu ra nhiên liệu 64. Có thể thấy rằng, đối với thân van 65 ở đầu vào than nghiền 62, nút đệm 652 được đưa vào áp suất cuộn băng tải than nghiền của ống phân nhánh than nghiền 502, trong đó áp suất thuộc về áp suất từ bên ngoài của bộ chuyển nhiên liệu 6. Khi cuộn băng tải than nghiền đi vào bên trong của bộ chuyển nhiên liệu 6 từ đầu vào than nghiền 62, áp suất gió của cuộn băng tải than nghiền sẽ làm cho nút đệm 652 ở đầu vào khí than 61 và đầu vào nitơ 63 ép chặt vào vòng đệm cứng 651, do đó đảm

bảo sự bịt kín ở đầu vào khí than 61 và đầu vào nitơ 63. Các nút đệm 652 ở đầu vào khí than 61 và đầu vào nitơ 63 phải chịu áp suất từ bên trong của bộ chuyển nhiên liệu 6.

Thân đỡ bằng thép 66 được sắp xếp ở trung tâm của bộ chuyển nhiên liệu 6 và được cố định ở vị trí này. Một đầu của lò xo đàn hồi 653 được nối với thân đỡ bằng thép 66, đầu còn lại của lò xo đàn hồi 653 được nối với nút đệm 652, và nút đệm 652 có thể di chuyển cùng với sự mở rộng và co lại của lò xo đàn hồi 653. Khi nhiên liệu được vận chuyển, lò xo đàn hồi 653 thiết lập lại để di chuyển nút đệm 652 ép chặt vào vòng đệm cứng 651, để việc mở và đóng đầu vào khí than 61, đầu vào than nghiền 62, và đầu vào nitơ 63 được kiểm soát để ngăn chặn sự tiếp xúc lẫn nhau giữa mỗi đầu vào. Vòng đệm cứng 651 được bố trí xung quanh mỗi đầu vào, đường kính của vòng đệm cứng 651 lớn hơn một chút so với đường kính của đầu vào, và kích thước của nút đệm 652 phải lớn hơn đường kính của vòng đệm cứng 651 để đảm bảo hiệu quả gấn kín ở mỗi đầu vào. Nếu vòng đệm cứng 651 không được bố trí, nút đệm 652 sẽ trực tiếp chặn đầu vào của bộ chuyển nhiên liệu 6 do đó hiệu quả của việc gấn kín tiếp xúc bề mặt là kém. Vòng đệm cứng 651 bị ép với nút đệm 652 để thân van 65 có sự gấn kín tốt và hiệu quả chuyển đổi nhiên liệu được đảm bảo. Thân van được thể hiện trong Fig. 10 có cấu trúc đơn giản nên chi phí thiết bị của lò nung vôi có thể được giảm. Việc mở và đóng của thân van 6 có thể được điều khiển tự động bằng cách cảm biến tự động áp suất từ bên trong và bên ngoài bộ chuyển nhiên liệu 6 mà không gửi tín hiệu điều kiện điện để điều khiển để hiệu suất gấn kín và hiệu quả điều khiển của thân van 65 được cải thiện.

Khi nhiên liệu trong buồng nung 1 chảy trở lại, nhiên liệu có thể đi vào bên trong của bộ chuyển nhiên liệu 6 từ đầu ra nhiên liệu 64, và tại thời điểm này toàn bộ nút đệm 652 của thân van 65 ở đầu vào khí than 61, đầu vào than nghiền 62 và đầu vào nitơ 63 chịu áp suất từ bên trong của bộ chuyển nhiên liệu 6. Cả ba thân van 65 có thể ở trạng thái đóng bằng cách kết hợp với lò xo đàn hồi 653, và ba đầu vào của bộ chuyển nhiên

liệu 6 có độ gắn kín tốt để đảm bảo rằng nhiên liệu không chảy ngược lại vào ống phân nhánh khí than 402, ống phân nhánh than nghiền 502 và ống phân nhánh nito 73. Khi nhiên liệu được chuyển đổi, nhiên liệu chảy ngược lại bên trong bộ chuyển nhiên liệu 6 được thổi lại vào vòi phun 31 bằng thiết bị làm sạch nito 7, và được bơm trở lại buồng nung 1 bằng vòi phun 31.

Ví dụ lấy trường hợp chuyển đổi nhiên liệu từ khí than thành than nghiền, khi chuyển đổi nhiên liệu đang được thực hiện, nghĩa là, khi van chặn khí than 408 được đóng lại, ống chính khí than bị chặn, và quạt tản khí than 406 không thể ngừng hoạt động đột ngột, và tần số hoạt động cần giảm dần về trạng thái chờ, để áp suất của đường ống tản khí than 407 giữa van chặn khí than 408 và quạt tản khí than 406 được tăng lên, do đó ảnh hưởng đến sự an toàn của ống cấp khí than. Tương tự, ống cấp than nghiền cũng có vấn đề này.

Về vấn đề này, trong sơ đồ ưu tiên của phương án, liên quan đến Fig. 7, thiết bị cung cấp khí than 4 còn bao gồm đường ống hồi lưu khí than 409 trên đó van hồi lưu khí than 410 được bố trí. Đầu ra của đường ống hồi lưu khí than 409 nối với đầu vào của quạt tản khí than 406, và đầu vào của đường ống hồi lưu khí than 409 nối với đường ống tản khí than 407, và đầu vào của đường ống hồi lưu khí than 409 được đặt giữa van chặn khí than 408 và đầu ra của quạt tản khí than 406. Khi van hồi lưu khí than 410 được mở ra, cuộn băng tải khí than có thể chạy vòng quanh giữa đường ống hồi lưu khí than 409 và quạt tản khí than 406 để giải phóng áp suất của quạt tản khí than 406, do đó đảm bảo sự an toàn của ống cấp khí than.

Thiết bị cung cấp than nghiền 5 còn bao gồm đường ống hồi lưu than nghiền 508, đường ống hồi lưu than nghiền 508 được bố trí van hồi lưu than nghiền 509, đầu ra của đường ống hồi lưu than nghiền 508 được nối với đầu vào của quạt tản than nghiền 505, đầu vào của đường ống hồi lưu than nghiền 508 được nối với đường ống tản than nghiền

506, và đầu vào của đường ống hồi lưu than nghiền 508 được đặt giữa van chặn than nghiền 507 và đầu ra của quạt tản than nghiền 505. Khi van hồi lưu than nghiền 509 được mở ra, cuộn băng tải than nghiền có thể chạy vòng quanh giữa đường ống hồi lưu than nghiền 508 và quạt tản than nghiền 505 để giải phóng áp suất của quạt tản than nghiền 505, do đó đảm bảo sự an toàn của ống cấp than nghiền. Lò nung vôi theo Phương án ba còn có thể bao gồm bộ điều khiển bằng máy tính được cấu hình để thực hiện các bước chương trình được mô tả trong Phương án bốn bên dưới.

Phương án bốn theo sáng chế đề xuất phương pháp cấp nhiệt của lò nung vôi, mà được sử dụng cho cấu trúc lò nung vôi trong Phương án ba. Phương pháp bao gồm các bước như sau.

1. Khi độ chênh lệch áp suất giữa thiết bị dò áp suất thứ nhất và thiết bị dò áp suất thứ hai lớn hơn hoặc bằng với áp suất tối thiểu để nhập lò, điều này cho thấy rằng áp suất khí than đáp ứng điều kiện đầu vào của lò nung, ưu tiên bắt đầu chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than, và làm cho toàn bộ N vôi phun chuyển nhiên liệu khí than đến buồng nung. Chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than như sau: toàn bộ van chặn khí than 408, quạt tản khí than 406 và thân van 65 ở đầu vào khí than 61 của N bộ chuyển nhiên liệu 6 ở trạng thái mở, toàn bộ van chặn than nghiền 507 và thân van 65 ở đầu vào than nghiền 62 N bộ chuyển nhiên liệu 6 ở trạng thái đóng, quạt tản than nghiền 505 ở trạng thái chờ, và toàn bộ van chặn nitơ 76 và thân van 65 ở đầu vào nitơ 63 của N bộ chuyển nhiên liệu 6 ở trạng thái đóng; van hồi lưu khí than 410 ở trạng thái đóng, và van hồi lưu than nghiền 509 ở trạng thái mở; và toàn bộ N van điều chỉnh ống phân nhánh khí than 403, N van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền 503, và N van điều chỉnh ống phân nhánh nitơ 74 ở trạng thái mở. Sau khi chế độ cung cấp nhiệt duy nhất được khởi động, mỗi thiết bị trong liên kết thiết bị cung cấp ở trạng thái như được mô tả ở trên, và trong trường hợp này, bước 2 được tiến hành để điều chỉnh dòng khí than của mỗi

vòi phun 31 trong nhóm vòi phun 3 để vận hành nguồn cung cấp nhiệt chính xác của lò nung vôi.

2. Tính lượng cung cấp khí than trung bình W_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên và điều chỉnh độ mở của mỗi van điều chỉnh ống phân nhánh khí than để thu được giá trị đo được S_{ij} của bộ dò lưu lượng được phù hợp với W_{ij} . Liên quan đến cách điều chỉnh lưu lượng cung cấp nhiệt chính xác được mô tả trong bước S202 và bước S206, có thể tham khảo phần mô tả liên quan và minh họa trong Phương án 2, mà sẽ không được mô tả chi tiết trong phương án này.

3. Khi độ chênh lệch áp suất nhỏ hơn áp suất tối thiểu để nhập lò, số chuyển đổi N_m được tính; N_m là số lý thuyết của vòi phun cần để chuyển đổi môi trường nhiên liệu. Đối với bước này, có thể tham khảo phần mô tả liên quan và minh họa trong Phương án 2, mà sẽ không được mô tả chi tiết trong phương án này.

4. Xác định chế độ cấp nhiệt đồng đều cần được khởi động, trong đó chế độ cấp nhiệt đồng đều được sử dụng để chỉ vị trí vòi phun cần để chuyển đổi môi trường nhiên liệu và số vòi phun thực N_x trong nhóm vòi phun khi N_m nằm trong khoảng giá trị được xác định, và $N_m \leq N_x \leq N$.

Ngưỡng cung cấp nhiệt đồng đều N_y được xác định theo tổng số N của vòi phun có trong nhóm vòi phun và trạng thái phân bố của mỗi vòi phun trên mặt cắt ngang của buồng nung. Trạng thái phân bố của mỗi vòi phun trên mặt cắt ngang của buồng nung được mô tả ở đây bao gồm cách phân chia của khu vực cấp nhiệt hình khuyên, và số vòi phun có trong bảng vòi phun và vị trí phân bố và trạng thái và tương tự của mỗi vòi phun trong mỗi khu vực cấp nhiệt hình khuyên.

Khi khoảng giá trị là $(N_y, N]$, N_x bằng với N , thì chế độ cấp nhiệt đồng đều là nguồn cấp nhiệt chỉ có than nghiền.

Khi khoảng giá trị là $(0, N_y]$, $0 < N_x \leq N_y$, thì chế độ cấp nhiệt đồng đều là nguồn cấp nhiệt kết hợp than nghiền và khí than.

Khi khoảng giá trị là $0, N_x$ bằng 0, thì chế độ cấp nhiệt đồng đều là nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than.

Cách thiết lập sẵn chế độ cấp nhiệt đồng đều và chế độ hoạt động của nó được tham chiếu đến phần mô tả liên quan và minh họa trong Phương án 2 của sáng chế, và sẽ không được mô tả chi tiết trong phương án này. Sau khi tính số chuyển đổi N_m , chế độ cấp nhiệt đồng đều được chấp nhận có thể được xác định theo khoảng giá trị của N_m .

Theo một phương án thực hiện, khi $N_m = N_x = 0$, chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than hiện đang được tiến hành trong lò nung vôi được duy trì không thay đổi, tức là, chế độ trạng thái được mô tả trong bước 1 được duy trì.

Theo phương án thực hiện khác, khi chế độ cấp nhiệt đồng đều được xác định là cấp nhiệt chỉ bằng than nghiền, nhiên liệu của toàn bộ N vôi phun cần được chuyển đổi đồng bộ từ khí than thành than nghiền, và trong trạng thái chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than được mô tả ở trên, chế độ cấp nhiệt đồng đều được khởi động như sau.

(A) Thân van 65 ở đầu vào khí than 61 trong N bộ chuyển nhiên liệu 6 và van chặn khí than 408 lần lượt đóng lại, đồng thời van hồi lưu khí than 410 được mở ra, và quạt tản khí than 406 được điều chỉnh sang trạng thái chờ. Lúc này, toàn bộ ống cấp khí than bị chặn, thiết bị cấp nhiệt không còn chuyển khí than vào buồng nung 1, và van hồi lưu khí than 410 được sử dụng để giải phóng áp suất của quạt tản khí than 406.

(B) Van chặn nitơ 76 và thân van 65 ở đầu vào nitơ 63 của N bộ chuyển nhiên liệu 6 lần lượt mở ra, và sau khi nitơ thổi vào than nghiền dư trong bộ chuyển nhiên liệu 6 vào vôi phun 31, quá trình sục nitơ kết thúc, và thân van 65 ở đầu vào nitơ 63 của N bộ chuyển nhiên liệu 6 và van chặn nitơ 76 lần lượt đóng lại. Lúc này, khí than dư trong N

bộ chuyển nhiên liệu 6 được loại bỏ, do đó tránh được một cách hiệu quả khả năng có dòng hỗn hợp của than nghiền và khí than trong quy trình chuyển đổi. Toàn bộ ống cấp nitor có thể được chặn lại, và quy trình sau được chuẩn bị để chuyển nhiên liệu than nghiền vào buồng nung 1.

(C) Van hồi lưu than nghiền 509 được đóng lại, tần số hoạt động của quạt tản than nghiền 505 được cải thiện. Khi áp suất than nghiền đạt đến yêu cầu để đi vào lò nung, nghĩa là, đảm bảo rằng than nghiền có thể được đưa vào buồng nung 1 thông qua vòi phun 31, van chặn than nghiền 507 và thân van 65 ở đầu vào than nghiền 62 của N bộ chuyển nhiên liệu 6 lần lượt mở ra, để than nghiền lần lượt đi qua đường ống tản than nghiền 506, ống vòng than nghiền 501, N ống phân nhánh than nghiền 502, đầu vào than nghiền 62 và đầu ra nhiên liệu 64 của N bộ chuyển nhiên liệu 6, và N vòi phun 31 và cuối cùng chảy vào bên trong của buồng nung 1 để chế độ cấp nhiệt đồng đều được khởi động. Theo cách này, nhiên liệu này trong N vòi phun 31 có thể được chuyển đổi đồng bộ từ khí than thành than nghiền.

Theo phương khác thực hiện khác, khi xác định được rằng chế độ cấp nhiệt đồng đều là nguồn cấp nhiệt kết hợp than nghiền và khí than, có thể nhận biết từ dấu hiệu của chế độ cấp nhiệt đồng đều rằng nhiên liệu của vòi phun trong đó vị trí của nhóm vòi phun 3 được chuyển đổi từ khí than thành than nghiền, và số thực của vòi phun N_x được yêu cầu chuyển đổi môi trường nhiên liệu có thể là đã biết, nghĩa là, nhiên liệu của một số N vòi phun được chuyển đổi từ khí than thành than nghiền. Trong trạng thái chế độ cấp nhiệt chỉ bằng khí than đã nêu, chế độ cấp nhiệt đồng đều được khởi động như sau.

(D) Van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền 503 và van điều chỉnh ống phân nhánh nitor 74 tương ứng với N- N_x vòi phun còn lại (tức là, vòi phun mà không phải là các vị trí được chỉ định trong chế độ cấp nhiệt đồng đều) được đóng lại, và ở cùng lúc, van điều chỉnh ống phân nhánh khí than 403 tương ứng với N_x vòi phun của vị trí này

(tức là, vị trí của vòi phun mà được thiết kế để yêu cầu chuyển đổi nhiên liệu trong chế độ cấp nhiệt đồng đều) được đóng lại, và thân van 65 ở đầu vào khí than 61 trong bộ chuyển nhiên liệu 6 tương ứng với N_x vòi phun ở vị trí này được đóng lại.

Đối với $N-N_x$ vòi phun 31 còn lại, sau khi điều chỉnh trong bước (D), ống phân nhánh than nghiền và ống phân nhánh nitơ tương ứng bị chặn, và chỉ ống phân nhánh khí than vẫn được sử dụng, để môi trường nhiên liệu được phun bằng $N-N_x$ vòi phun 31 vẫn là khí than và không thể bị ảnh hưởng bởi quá trình sục nitơ tiếp theo và chuyển đổi thành than nghiền, và khí than lần lượt đi qua đường ống tản khí than 407, ống vòng khí than 401, $N-N_x$ ống phân nhánh khí than 402, đầu vào khí than 61 và đầu ra nhiên liệu 64 của $N-N_x$ bộ chuyển đổi nhiên liệu 6, và $N-N_x$ vòi phun 31, và chảy vào bên trong của buồng nung 1. Đối với N_x vòi phun 31 ở vị trí này, ống phân nhánh khí than tương ứng bị chặn. Ống cấp nitơ có thể được khởi động theo bước (E) sau để sục khí than dư trong bộ chuyển nhiên liệu 6 để đảm bảo vòi phun 31 không thổi nhiên liệu bị trộn khí than và than nghiền.

(E) Van chặn nitơ 76 và thân van 65 ở đầu vào nitơ 63 của bộ chuyển nhiên liệu 6 tương ứng với N_x vòi phun ở vị trí này lần lượt mở ra, và sau khi thổi nitơ vào khí than dư trong bộ chuyển nhiên liệu 6 đến vòi phun 31, thân van 65 ở đầu vào nitơ 63 của bộ chuyển nhiên liệu 6 tương ứng với N_x vòi phun ở vị trí này và van chặn nitơ 76 lần lượt đóng lại. Khi van chặn nitơ 76 được mở ra, ống chính nitơ được dùng. Nitơ đi vào N_x ống phân nhánh nitơ tương ứng với N_x vòi phun 31 ở vị trí này từ ống vòng nitơ 72. Sau khi khí than dư trong N_x bộ chuyển đổi nhiên liệu 6 tương ứng được sục và chuyển đến vòi phun 31 tương ứng, ống phân nhánh nitơ có thể bị chặn, và bước (F) tiếp theo trong đó nhiên liệu của N_x vòi phun 31 ở vị trí này được chuyển đổi từ khí than thành than nghiền.

(F) Van hồi lưu than nghiền 509 được đóng lại, tần số hoạt động của quạt tản than

nghiên 505 được cải thiện, và khi áp suất than nghiền đạt đến yêu cầu đưa vào lò, van chặn than nghiền 507 và thân van 65 ở đầu vào than nghiền 62 của bộ chuyển nhiên liệu 6 tương ứng với N_x vòi phun ở vị trí này lần lượt mở ra, để than nghiền lần lượt đi qua đường ống tản than nghiền 506, ống vòng than nghiền 501, N_x ống phân nhánh than nghiền 502, đầu vào than nghiền 62 và đầu ra nhiên liệu 64 của N_x bộ chuyển đổi nhiên liệu 6, và N_x vòi phun 31, và cuối cùng chảy vào bên trong của buồng nung 1.

Trong phương án này, quạt tản khí than 406 và quạt tản than nghiền 505 có thể hoạt động bình thường cùng lúc, quạt tản than nghiền 505 được sử dụng để chuyển than nghiền đến N_x vòi phun 31 ở vị trí này, và quạt tản khí than 406 chuyển khí than đến N_x vòi phun 31 khác. Vì mỗi vòi phun 31 có van điều chỉnh ống phân nhánh khí than 403, van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền 503 và van điều chỉnh ống phân nhánh nitơ 74 tương ứng, đảm bảo rằng thiết bị cung cấp khí than 4 và thiết bị cung cấp than nghiền 5 có thể cung cấp nhiên liệu cùng lúc và không tiếp xúc với nhau, để việc cấp nhiệt kết hợp khí than và than nghiền được tiến hành.

Theo chế độ cấp nhiệt chỉ có khí than ở trên, chế độ cấp nhiệt kết hợp khí than và than nghiền, và chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có than nghiền, theo cách khởi động và phương pháp kiểm soát của ba chế độ, thân van 65 ở ba đầu vào trong bộ chuyển nhiên liệu 6 có thể chấp nhận cấu trúc thân van như được thể hiện trong Fig. 6, chẳng hạn như van solenoit truyền thống và tương tự, cũng có thể làm van điều chỉnh tự động loại cảm ứng áp suất với thiết kế đặc biệt như được thể hiện trong fig. 10, miễn là việc hàn kín và đóng mở của ba lối vào bên trong bộ chuyển nhiên liệu 6 có thể được thực hiện.

Thứ năm là, sau khi chế độ cấp nhiệt đồng đều được khởi động, tính lượng cấp nhiên liệu T_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên.

Thứ sáu là, điều chỉnh độ mở của van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền

tương ứng với N_x vòi phun ở vị trí này, và điều chỉnh độ mở của van điều chỉnh ống phân nhánh khí than tương ứng với $N-N_x$ vòi phun khác, để giá trị đo được S_{ij} của bộ dò lưu lượng được phù hợp với T_{ij} .

Thứ bảy là, mở van chặn gió đốt và tăng tần số hoạt động của quạt đốt để cho lượng gió đốt đi vào lò nung được phù hợp với tổng lượng nhiên liệu, và kết thúc quá trình chuyển đổi.

Lưu ý rằng sau khi nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than được ưu tiên khởi động, nếu độ chênh lệch áp suất giữa thiết bị dò áp suất thứ nhất và thiết bị dò áp suất thứ hai thấp hơn áp suất tối thiểu để nhập lò, chế độ cấp nhiệt kết hợp khí than và than nghiền được chuyển đổi thành, hoặc chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có than nghiền được chuyển đổi thành. Nếu độ chênh lệch áp suất lớn hơn hoặc bằng với áp suất tối thiểu để nhập lò vẫn cần được phát hiện trong thời gian thực khi đó chế độ cấp nhiệt không phải chỉ là khí than được khởi động. Sáng chế bộc lộ trạng thái hoạt động của các thiết bị và van khác nhau trong thiết bị cấp nhiệt trong chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than, và nếu áp suất khí than đáp ứng điều kiện đầu vào của lò nung trong chế độ cấp nhiệt không phải chỉ có khí than hiện tại, việc quay trở lại từ chế độ cấp nhiệt hiện tại về chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than có thể lựa chọn để giảm chi phí nhiên liệu cho lò nung vôi. Ngoài ra, bằng cách điều chỉnh trạng thái hoạt động của các thiết bị và van khác nhau trong thiết bị cấp nhiệt, sự chuyển đổi lẫn nhau giữa các chế độ cung cấp nhiệt khác nhau có thể được thực hiện, để đạt được hiệu quả cung cấp nhiệt thực sự cần thiết, và khả năng thích ứng sản xuất của lò nung vôi được cải thiện.

Theo phương án này, thiết bị cung cấp than nghiền và thiết bị cung cấp khí than được lắp ghép và tách nhau thông qua bộ chuyển nhiên liệu. Bằng cách kiểm soát trạng thái đóng mở của từng van trong lò nung vôi và trạng thái hoạt động của quạt, môi trường nhiên liệu của lò nung vôi có thể được chuyển đổi nhanh chóng, tự động và linh

hoạt, các chế độ cung cấp nhiệt đa dạng được thực hiện, do đó các nhược điểm của nhiên liệu cung cấp nhiệt và khả năng thích ứng sản xuất kém của lò nung vôi được khắc phục. Ngoài ra, theo sơ đồ này, mặt cắt ngang của lò nung vôi được chia thành nhiều khu vực cung cấp nhiệt dọc theo hướng xuyên tâm, và tổng lượng cấp nhiệt cần ở từng khu vực cung cấp nhiệt thu được theo độ chênh lệch của khả năng tản nhiệt của từng khu vực cấp nhiệt, để lượng cấp nhiên liệu cần ở mỗi vòi phun độc lập được tính toán và thực hiện chính xác, việc cấp nhiệt chính xác được thực hiện, các vật liệu ở các vị trí khác nhau trên cùng một mặt cắt ngang của buồng nung được gia nhiệt đồng đều, và tránh được việc đá vôi bị cháy quá hoặc cháy âm ỉ. Do đó, chất lượng của sản phẩm lò nung vôi được cải thiện, và do đó sáng chế có thể cải thiện đáng kể hiệu suất của lò nung vôi.

Như đối với vòi phun được đề cập trong các phương án nêu trên, do khoảng phân tán của mỗi vòi phun có giới hạn, nhiên liệu được phun từ vòi phun chủ yếu tập trung ở đầu ra của vòi phun. Nhưng khu vực giữa vòi phun không được phân phối nhiên liệu, tức là, nhiên liệu không được phân phối đồng đều trên mặt cắt ngang của buồng nung, dẫn đến nhiệt độ vật liệu cao ở đầu ra của vòi phun và nhiệt độ vật liệu tương đối thấp ở khu vực giữa vòi phun. Tốc độ nung của đá vôi trên cùng một mặt cắt của buồng nung là khác nhau, ảnh hưởng đến chất lượng của thành phẩm vôi sống.

Về vấn đề này, như được thể hiện trong Fig. 11 và 12, trên cơ sở các sơ đồ nêu trên của các phương án khác nhau, Phương án năm theo sáng chế đặc biệt đề xuất cấu trúc của vòi phun 31 bao gồm thân vòi phun 3101. Thân vòi phun 3101 lần lượt được lắp ở đầu vào 3102 và đầu ra 3103, thân vòi phun 3101 bao gồm thân ống bên trong 3104 và thân ống bên ngoài 3105, thân ống bên ngoài 3105 được bọc ở ngoài thân ống bên trong 3104, thân ống bên trong 3104 và thân ống bên ngoài 3105 để có cấu trúc ống rỗng, thân ống bên trong 3104 được bố trí bên trong bằng đường dẫn nhiên liệu bên trong 3106, và đường kính thân ống bên trong 3104 nhỏ hơn đường kính thân ống bên ngoài 3105, để

đường dẫn nhiên liệu bên ngoài hình khuyên 3107 được tạo thành giữa thân ống bên trong 3104 và thân ống bên ngoài 3105. Mặt cắt của thân ống bên ngoài 3105 gần với đầu ra 3103 được bố trí nhiều nhóm lỗ thoát phụ 3108 ở các khoảng cách dọc theo hướng trục. Nhóm lỗ thoát phụ 3108 bao gồm nhiều lỗ thoát phụ 3109 phân bố đồng đều dọc theo chu vi. Thông thường, nhiệt độ quá trình nung của lò nung vôi là khoảng 1100°C, và thân vôi phun 3101 có thể được tạo từ vật liệu chịu nhiệt cao và có thể được lựa chọn cụ thể tùy theo ứng dụng thực tế.

Vòi phun được đề xuất theo phương án này trên cơ sở cấu trúc hai đường dẫn trong đó nhiên liệu (bao gồm khí than, than nghiền, v.v.) chảy từ đầu vào 3102 và sau đó lần lượt đi vào đường dẫn nhiên liệu bên trong 3106 và đường dẫn nhiên liệu bên ngoài 3107, và cuối cùng là được phun ra từ cửa ra 3103 và mỗi lỗ thoát phụ 3109. Đầu ra 3103 là đầu ra chính của thân vòi phun 3101 qua đó phần lớn nhiên liệu được phun ra ngoài. Mỗi lỗ thoát phụ 3109 được bố trí trên thân ống bên ngoài 3105 tương đương với đầu ra phụ của thân vòi phun, và một phần nhỏ nhiên liệu chảy vào đường dẫn nhiên liệu bên ngoài 3107 được phun ra ngoài qua lỗ thoát phụ 3109, để khoảng phân tán của mỗi vòi phun tăng lên đáng kể, nhiên liệu được phân phối đến khu vực giữa vòi phun, sự đồng nhất của phân bố nhiệt độ trên cùng một mặt cắt của buồng nung được đảm bảo, và chất lượng của thành phẩm vôi sống được cải thiện.

Trong ứng dụng thực tế, để tạo điều kiện cho việc dẫn vật liệu của vòi phun, thân vòi phun có thể được chia thành phần ngang 3110, phần chuyển tiếp vòng cung 3111 và phần dọc 3112. Phần ngang 3110 và phần dọc 3112 được nối qua phần chuyển tiếp vòng cung 3111; đầu vào 3102 được bố trí ở đầu mở của phần ngang 3110, chẳng hạn như đầu bên trái của phần ngang 3110 trong Fig. 11; đầu ra 3103 được bố trí ở đầu mở của phần dọc 3112, chẳng hạn như đầu bên dưới của phần dọc 3112 trong Fig. 11, và nhiều nhóm lỗ thoát phụ 3108 được bố trí trên thân ống bên ngoài 3105 tương ứng với phần

dọc 3112. Trong ứng dụng thực tế, phần nagnng 3110, phần chuyển tiếp vòng cung 3111, và phần dọc 3112 có thể được bố trí trong cấu trúc nguyên khối, hoặc cách khác là, hàn từng đoạn hoặc tương tự có thể được chọn, mà không bị giới hạn.

Như được thể hiện trong Fig. 13, lò nung vôi vôi phun hiện nay có khoảng phân tán chỉ của khu vực S1 tương ứng bên dưới đầu ra, và nhiên liệu được phun rơi xuống khu vực mà S1 được đặt, do đó nhiên liệu không được phân phối đến khu vực giữa vôi phun, và sự phân bố nhiệt ở mặt cắt ngang của buồng nung không đồng đều. Theo sáng chế, sau khi nhiên liệu chảy vào đường dẫn nhiên liệu bên ngoài 3107 rơi vào khu vực của phần dọc 3112, nhiên liệu sẽ chảy ra từ mỗi lỗ thoát phụ 3109, để khoảng phân tán nhiên liệu được mở rộng, và khoảng phân tán lớn hơn S1. Theo cách thực hiện khác, trục trung tâm của thân ống bên trong 3104 trùng với trục trung tâm của thân ống bên ngoài 3105 để đảm bảo rằng nhiên liệu chảy ra ở mỗi lỗ thoát phụ 3109 được trải đều và đối xứng hơn. Lỗ thoát phụ 3109 là lỗ thông qua hướng xuống, nghĩa là, trục trung tâm của lỗ thoát phụ 3109 có góc nghiêng β với trục trung tâm của phần dọc 3112, để khoảng phân tán của vôi phun là $S1+S2$. S1 là cố định và S2 là khoảng phân tán tối đa của nhiều nhóm lỗ thoát phụ 3108, chẳng hạn như nhóm lỗ thoát phụ có chiều cao tối đa theo hướng thẳng đứng trong Fig. 13, có khoảng phân tán tối đa. Giá trị của S2 có liên quan đến chiều cao thiết kế và góc nghiêng β của nhóm lỗ thoát phụ 3108. nhóm lỗ thoát phụ 3108 càng cao thì góc nghiêng β càng rộng, S2 càng lớn, thì khoảng phân tán của mỗi vôi phun càng rộng. Do đó, trong ứng dụng thực tế, kích thước của thân vôi phun 3101, sự phân bố của nhóm lỗ thoát phụ 3108 trên phần dọc 3112, và độ lớn của góc nghiêng β có thể được thiết kế hợp lý theo các thông số chẳng hạn như số lượng của vôi phun, trạng thái phân bố của vôi phun, và kích thước buồng nung, và tương tự.

Theo vôi phun trên cơ sở hai đường dẫn được đề xuất ở phương án này, khoảng phân tán của vôi phun không còn bị giới hạn, khoảng phân tán của nhiên liệu được tăng

từ S1 đến S1+S2, mà không chỉ có thể được áp dụng cho đầu ra, còn có thể được áp dụng cho khu vực giữa vòi phun, để sự phân bố nhiên liệu đúng chỗ và đồng đều hơn, sự phân bố nhiệt độ ở mặt cắt ngang của buồng nung của lò nung vòi đồng đều hơn, chất lượng của thành phẩm vòi sống được cải thiện, và hơn thế nữa, hiệu suất của lò nung vòi được cải thiện.

Các phần giống hoặc tương tự trong các phương án khác nhau trong bản mô tả có thể tham chiếu đến nhau.

Các phương án ưu tiên nêu trên theo sáng chế không nhằm giới hạn phạm vi sáng chế.

Tham khảo chéo đến các đơn liên quan

Sáng chế hưởng quyền ưu tiên từ đơn sáng chế Trung Quốc số 201910340082.7, có tên “LÒ NUNG VÔI VÀ PHƯƠNG PHÁP CẤP NHIỆT CỦA NÓ”, nộp tại cơ quan Sáng chế Trung Quốc ngày 25/04/2019, toàn bộ nội dung của nó được kết hợp ở đây bằng cách tham chiếu.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Lò nung vôi, bao gồm buồng nung (1), thiết bị cấp nhiệt và quạt đốt (2), trong đó ống gió đốt (21) được nối giữa quạt đốt (2) và buồng nung (1), van chặn gió đốt (22) được đặt trên ống gió đốt (21), thiết bị cấp nhiệt này bao gồm thiết bị cung cấp nhiên liệu và nhóm vòi phun (3), nhóm vòi phun (3) được nối với bên trong buồng nung (1), nhóm vòi phun (3) có tổng cộng N vòi phun (31), và nó được đặc trưng ở chỗ thiết bị cung cấp nhiên liệu bao gồm thiết bị cung cấp khí than (4) và thiết bị cung cấp than nghiền (5), thiết bị cung cấp khí than (4) bao gồm ống vòng khí than (401) và N ống phân nhánh khí than (402) được nối với ống vòng khí than (401), mỗi ống phân nhánh khí than (402) được nối với đầu vào vật liệu của một vòi phun (31), thiết bị cung cấp than nghiền (5) bao gồm ống vòng than nghiền (501) và N ống phân nhánh than nghiền (502) được nối với ống vòng than nghiền (501), và mỗi ống phân nhánh than nghiền (502) được nối với đầu vào vật liệu của một vòi phun (31), để thiết bị cung cấp khí than (4) và thiết bị cung cấp than nghiền (5) có chung nhóm vòi phun (3); van điều chỉnh ống phân nhánh khí than (403) được bố trí trên mỗi ống phân nhánh khí than (402), và van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền (503) được bố trí trên mỗi ống phân nhánh than nghiền (502); bộ dò dòng chảy (311) được đặt trên vòi phun (31); thiết bị dò giá trị nhiệt thứ nhất (404) và thiết bị dò áp suất thứ nhất (405) được bố trí lần lượt trên ống vòng khí than (401), thiết bị dò giá trị nhiệt thứ hai (504) được bố trí trên ống vòng than nghiền (501), và thiết bị dò áp suất thứ hai (11) được đặt bên trong buồng nung (1); mặt cắt ngang của buồng nung được chia lần lượt thành nhiều khu vực cấp nhiệt hình khuyên dọc theo hướng xuyên tâm, và nhóm vòi phun (3) bao gồm nhiều bảng vòi phun, mỗi bảng vòi phun được bố trí tương ứng trong một khu vực cấp nhiệt hình khuyên, và mỗi bảng vòi phun bao gồm nhiều vòi phun (31) được phân bố đồng đều dọc theo chu vi, trong đó thiết bị cung cấp nhiên liệu còn bao gồm N bộ chuyển nhiên liệu (6), mỗi

bộ chuyển nhiên liệu (6) bao gồm đầu vào khí than (61), đầu vào than nghiền (62) và đầu ra nhiên liệu (64), trong đó đầu vào khí than (61) được nối với ống phân nhánh khí than (402), đầu vào than nghiền (62) được nối với ống phân nhánh than nghiền (502), đầu ra nhiên liệu (64) được nối với đầu vào vật liệu của vòi phun (31), thân van (65) được bố trí tương ứng ở đầu vào khí than (61) và đầu vào than nghiền (62); thiết bị cung cấp khí than (4) còn bao gồm quạt tản khí than (406), quạt tản khí than (406) được nối với ống vòng khí than (401) qua đường ống tản khí than (407), và đường ống tản khí than (407) được lắp van chặn khí than (408); thiết bị cung cấp than nghiền (5) còn bao gồm quạt tản than nghiền (505), quạt tản than nghiền (505) được nối với ống vòng than nghiền (501) qua đường ống tản than nghiền (506), và đường ống tản than nghiền (506) được lắp van chặn than nghiền (507).

2. Lò nung vôi theo điểm 1, đặc trưng ở chỗ vòi phun (31) bao gồm thân vòi phun (3101), hai đầu của thân vòi phun (3101) được lắp lần lượt ở đầu vào vật liệu (3102) và đầu ra vật liệu (3103), thân vòi phun (3101) bao gồm thân ống bên trong (3104) và thân ống bên ngoài (3105) được bọc ở ngoài thân ống bên trong (3104), đường dẫn nhiên liệu bên trong (3106) được bố trí bên trong thân ống bên trong (3104), đường dẫn nhiên liệu bên ngoài hình khuyên (3107) được tạo thành giữa thân ống bên trong (3104) và thân ống bên ngoài (3105), một phần của thân ống bên ngoài (3105) gần với đầu ra vật liệu (3103) được bố trí nhiều nhóm lỗ thoát phụ (3108) ở các khoảng cách dọc theo hướng trục, nhóm lỗ thoát phụ (3108) bao gồm nhiều lỗ thoát phụ (3109) phân bố đồng đều dọc theo chu vi, và lỗ thoát phụ (3109) là lỗ thoát nghiêng hướng xuống phía dưới.

3. Lò nung vôi theo điểm 1, đặc trưng ở chỗ thiết bị cung cấp nhiên liệu còn bao

gồm thiết bị làm sạch nitơ (7) bao gồm bể nén nitơ (71) và ống vòng nitơ (72), trong đó ống vòng nitơ (72) được nối với N ống phân nhánh nitơ (73), N ống phân nhánh nitơ (73) được cung cấp tương ứng với van điều chỉnh ống phân nhánh nitơ (74), bể nén nitơ (71) và ống vòng nitơ (72) được nối thông qua đường ống tản nitơ (75), và đường ống tản nitơ (75) được lắp van chặn nitơ (76); bộ chuyển nhiên liệu (6) còn bao gồm đầu vào nitơ (63), đầu vào nitơ (63) được nối với ống phân nhánh nitơ (73), thân van (65) được đặt ở đầu vào nitơ (63), và chỉ một trong số đầu vào khí than (61), đầu vào than nghiền (62) và đầu vào nitơ (63) được nối với đầu ra nhiên liệu (64) cùng lúc bằng cách điều chỉnh từng thân van (65); khi van chặn nitơ (76) và thân van (65) ở đầu vào nitơ (63) mở, khí than hoặc than nghiền dư trong bộ chuyển nhiên liệu (6) được thổi vào trong vòi phun (31) bằng nitơ.

4. Lò nung vôi theo điểm 3, đặc trưng ở chỗ thân van (65) bao gồm vòng đệm cứng (651), nút đệm (652) và lò xo đàn hồi (653); thân đỡ cố định bằng thép (66) được lắp ở trung tâm bên trong bộ chuyển nhiên liệu (6); các vòng đệm cứng (651) được cố định lần lượt ở ngoại vi các đầu ống của đầu vào khí than (61), đầu vào than nghiền (62) và đầu vào nitơ (63); một đầu của lò xo đàn hồi (653) được nối với thân đỡ bằng thép (66), và đầu còn lại của lò xo đàn hồi (653) được nối với nút đệm (652); khi nút đệm (652) phải chịu áp suất từ bên trong của bộ chuyển nhiên liệu (6), nút đệm (652) được ép chặt với vòng đệm cứng (651), để thân van (65) ở trạng thái đóng; khi nút đệm (652) phải chịu áp suất từ bên ngoài bộ chuyển nhiên liệu (6), lò xo đàn hồi (653) bị nén lại, và nút đệm (652) và vòng đệm cứng (651) được tách ra, để thân van (65) ở trạng thái mở.

5. Lò nung vôi theo điểm 3 hoặc 4, đặc trưng ở chỗ thiết bị cung cấp khí than (4)

còn bao gồm đường ống hồi lưu khí than (409) trên đó van hồi lưu khí than (410) được bố trí, trong đó đầu ra của đường ống hồi lưu khí than (409) được nối với đầu vào của quạt tản khí than (406), đầu vào của đường ống hồi lưu khí than (409) được nối với đường ống tản khí than (407), đầu vào của đường ống hồi lưu khí than (409) được đặt giữa van chặn khí than (408) và đầu ra của quạt tản khí than (406), và khi van hồi lưu khí than (410) mở, cuộn băng tải khí than chạy vòng quanh giữa đường ống hồi lưu khí than (409) và quạt tản khí than (406) để giải phóng áp suất của quạt tản khí than (406).

6. Lò nung vôi theo điểm 5, đặc trưng ở chỗ thiết bị cung cấp than nghiền (5) còn bao gồm đường ống hồi lưu than nghiền (508) trên đó van hồi lưu than nghiền (509) được bố trí, trong đó đầu ra của đường ống hồi lưu than nghiền (508) được nối với đầu vào của quạt tản than nghiền (505), đầu vào của đường ống hồi lưu than nghiền (508) được nối với đường ống tản than nghiền (506), đầu vào của đường ống hồi lưu than nghiền (508) được đặt giữa van chặn than nghiền (507) và đầu ra của quạt tản than nghiền (505), và khi van hồi lưu than nghiền (509) được mở, cuộn băng tải than nghiền chạy vòng quanh giữa đường ống hồi lưu than nghiền (508) và quạt tản than nghiền (505) để giải phóng áp suất của quạt tản than nghiền (505).

7. Phương pháp cấp nhiệt cho lò nung vôi theo điểm 1 hoặc 2, đặc trưng ở chỗ phương pháp này bao gồm các bước sau:

khi độ chênh lệch áp suất giữa thiết bị dò áp suất thứ nhất và thiết bị dò áp suất thứ hai lớn hơn hoặc bằng với áp suất tối thiểu để nhập lò, N van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền đóng lại và N van điều chỉnh ống phân nhánh khí than được mở ra, để cho toàn bộ N vôi phun chuyển nhiên liệu khí than đến buồng nung;

lượng cung cấp khí than trung bình W_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính toán và độ mở của mỗi van điều chỉnh ống phân nhánh khí than được điều chỉnh để cho phép giá trị đo được S_{ij} của bộ dò lưu lượng được phù hợp với W_{ij} ;

khi độ chênh lệch áp suất nhỏ hơn áp suất tối thiểu để nhập lò, số chuyển đổi N_m được tính toán; N_m là số lượng vòi phun theo lý thuyết cần để chuyển đổi môi trường nhiên liệu;

N_x van điều chỉnh ống phân nhánh khí than được đóng lại và N_x van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền được mở tương ứng, để nhiên liệu được vận chuyển bằng N_x vòi phun trong nhóm vòi phun được chuyển đổi từ khí than thành than nghiền, N_x là số lượng thực tế của vòi phun cần để chuyển đổi môi trường nhiên liệu, và $N_m \leq N_x \leq N$;

lượng cấp nhiên liệu T_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính toán, và độ mở của N_x van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền và $N - N_x$ van điều chỉnh ống phân nhánh khí than khác được điều chỉnh để làm cho giá trị đo được S_{ij} của bộ dò lưu lượng được phù hợp với T_{ij} ; và

van chặn gió đốt được mở và tần số hoạt động của quạt đốt được tăng lên để cho phép lượng gió đốt đi vào lò nung được phù hợp với tổng lượng nhiên liệu, và giai đoạn chuyển đổi kết thúc.

8. Phương pháp theo điểm 7, đặc trưng ở chỗ bước tính toán số chuyển đổi N_m bao gồm:

tính toán số vòi phun khí than tối đa N_q được phép trong nhóm vòi phun dưới áp suất ống vòng khí than hiện tại P_1 theo độ chênh lệch áp suất giữa thiết bị dò áp suất thứ nhất và thiết bị dò áp suất thứ hai; và

tính toán giá trị chênh lệch giữa tổng số vòi phun N và số vòi phun khí than tối đa N_q để đạt được số chuyển đổi N_m .

9. Phương pháp theo điểm 8, đặc trưng ở chỗ số vòi phun khí than tối đa N_q được tính theo công thức sau:

$$N_q = \left[\alpha \sqrt{\left(\frac{2|P_1 - P_2|}{\rho v_i^2} - h_i \right) / h_i} \right]$$

trong đó ρ là mật độ khí than, v_i là vận tốc dòng được thiết kế của vòi phun khí than, h_i là hệ số cản của ống vòng khí than, h_i là hệ số cản của ống phân nhánh khí than, P_1 là áp suất ống vòng khí than được đo bằng thiết bị dò áp suất thứ nhất, P_2 là áp suất bên trong buồng nung được đo bằng thiết bị dò áp suất thứ hai, và α là hệ số điều chỉnh liên quan đến kích thước hạt của hạt đá vôi trong buồng nung.

10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 9, đặc trưng ở chỗ phương pháp này còn bao gồm:

thiết lập sẵn nhiều chế độ cấp nhiệt đồng đều theo tổng lượng vòi phun N có trong nhóm vòi phun và trạng thái phân phối của mỗi vòi phun trên mặt cắt ngang của buồng nung; chế độ cấp nhiệt đồng đều này chỉ ra vị trí vòi phun cần để chuyển đổi môi trường nhiên liệu và số lượng vòi phun N_x thực tế trong nhóm vòi phun khí N_m nằm trong khoảng giá trị được xác định.

11. Phương pháp theo điểm 10, đặc trưng ở chỗ sau khi số chuyển đổi N_m được tính toán, phương pháp này còn bao gồm:

xác định chế độ cấp nhiệt đồng đều mong muốn tương ứng với khoảng giá trị của N_m ; và

chuyển đổi môi trường nhiên liệu của N_x vòi phun ở vị trí tương ứng từ khí than thành than nghiền theo chỉ thị của chế độ cấp nhiệt đồng đều mong muốn.

12. Phương pháp theo điểm 10, đặc trưng ở chỗ phương pháp này còn bao gồm:

đánh dấu trước vào mỗi vòi phun trong nhóm vòi phun; và

thiết lập mối quan hệ tương ứng giữa khoảng giá trị của N_m và bộ vòi phun để đạt được chế độ cấp nhiệt đồng đều; và bộ vòi phun có chứa các chỉ thị của N_x vòi phun trong bộ vòi phun mà cần chuyển đổi môi trường nhiên liệu.

13. Phương pháp theo điểm 10, đặc trưng ở chỗ phương pháp này còn bao gồm:

khi nhiều chế độ cấp nhiệt đồng đều được thiết lập sẵn, xác định ngưỡng cung cấp nhiệt đồng đều N_y ;

khi khoảng giá trị là $(N_y, N]$, N_x bằng với N , thì chế độ cấp nhiệt đồng đều là nguồn cấp nhiệt chỉ có than nghiền;

khi khoảng giá trị là $(0, N_y]$, nghĩa là $0 < N_x \leq N_y$, thì chế độ cấp nhiệt đồng đều là nguồn cấp nhiệt kết hợp than nghiền và khí than; và

khi khoảng giá trị là 0, N_x bằng với 0, thì chế độ cấp nhiệt đồng đều là nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than.

14. Phương pháp theo điểm 7, đặc trưng ở chỗ tổng lượng cấp nhiệt Q_i của khu vực cấp nhiệt hình khuyên là:

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q \div \delta & i=1 \\ Q_i &= Q \times k_{1i} / \delta & 2 \leq i \leq Y \end{aligned}$$

trong đó Q_1 là tổng lượng cấp nhiệt của khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất, khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất được đặt ở trung tâm của mặt cắt ngang của buồng nung; Q là lượng cấp nhiệt lý thuyết cần thiết khi nguyên liệu được nung ở độ cao nhất định trên mặt cắt buồng nung; δ là hiệu suất truyền nhiệt giữa khí thải và vật liệu trong lò nung vôi; k_{1i} là hệ số tỷ lệ cung cấp nhiệt giữa khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất và khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ i ; và Y là số khu vực cấp nhiệt hình khuyên.

15. Phương pháp theo điểm 14, đặc trưng ở chỗ lượng cung cấp khí than trung bình W_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính theo công thức sau:

$$W_{ij} = \frac{Q_i}{X_i \times h_1}$$

trong đó Q_i là tổng lượng cấp nhiệt của khu vực cấp nhiệt hình khuyên, X_i là số vòi phun có trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên, h_1 là giá trị nhiệt đơn vị của khí than được đo bằng thiết bị dò giá trị nhiệt thứ nhất, $1 \leq j \leq X_i$, và $1 \leq i \leq Y$.

16. Phương pháp theo điểm 14, đặc trưng ở chỗ lượng cấp nhiên liệu T_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính theo công thức sau:

$$T_{ij} = \frac{M_i}{h} = \frac{Q_i}{X_i \times h}$$

trong đó M_i là lượng cấp nhiệt trung bình của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên; Q_i là tổng lượng cấp nhiệt của khu vực cấp nhiệt hình khuyên; X_i là số vòi phun có trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên; $h=h_2$ đối với vòi phun tương ứng với N_x

van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền ở trạng thái mở; $h=h_1$ đối với vòi phun tương ứng với $N-N_x$ van điều chỉnh ống phân nhánh khí than khác ở trạng thái mở; trong đó h_1 là giá trị nhiệt đơn vị của khí than được đo bằng thiết bị dò giá trị nhiệt thứ nhất, h_2 là giá trị nhiệt đơn vị của than nghiền được đo bằng thiết bị dò giá trị nhiệt thứ hai, $1 \leq j \leq X_i$, và $1 \leq i \leq Y$.

17. Phương pháp cấp nhiệt cho lò nung vôi theo điểm 6, đặc trưng ở chỗ phương pháp này còn bao gồm bước sau:

khi độ chênh lệch áp suất giữa thiết bị dò áp suất thứ nhất và thiết bị dò áp suất thứ hai lớn hơn hoặc bằng với áp suất tối thiểu để nhập lò, chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than được khởi động để cho toàn bộ N vòi phun chuyển nhiên liệu khí than đến buồng nung; chế độ nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than là như sau: toàn bộ van chặn khí than, quạt tản khí than và thân van ở đầu vào khí than của N bộ chuyển đổi nhiên liệu ở trạng thái mở, toàn bộ van chặn than nghiền và thân van ở đầu vào than nghiền của N bộ chuyển đổi nhiên liệu ở trạng thái đóng, quạt tản than nghiền ở trạng thái chờ, và toàn bộ van chặn nitơ và thân van ở đầu vào nitơ của N bộ chuyển đổi nhiên liệu ở trạng thái đóng; van hồi lưu khí than ở trạng thái đóng, và van hồi lưu than nghiền ở trạng thái mở; và toàn bộ N van điều chỉnh ống phân nhánh khí than, N van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền, và N van điều chỉnh ống phân nhánh nitơ ở trạng thái mở;

lượng cung cấp khí than trung bình W_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính toán và độ mở của mỗi van điều chỉnh ống phân nhánh khí than được điều chỉnh để cho phép giá trị đo được S_{ij} của bộ dò lưu lượng được phù hợp với W_{ij} ;

khi độ chênh lệch áp suất nhỏ hơn áp suất tối thiểu để nhập lò, số chuyển đổi N_m

được tính toán; N_m là số lượng vòi phun theo lý thuyết cần để chuyển đổi môi trường nhiên liệu;

chế độ cấp nhiệt đồng đều cần bật để được xác định, trong đó chế độ cấp nhiệt đồng đều được sử dụng để chỉ ra vị trí vòi phun cần để chuyển đổi môi trường nhiên liệu và số lượng vòi phun thực N_x trong nhóm vòi phun khi N_m nằm trong khoảng giá trị được xác định, và $N_m \leq N_x \leq N$;

sau khi chế độ cấp nhiệt đồng đều được bật, lượng cấp nhiên liệu T_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính toán;

độ mở của van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền tương ứng với N_x vòi phun ở các vị trí được điều chỉnh, và độ mở của van điều chỉnh ống phân nhánh khí than tương ứng với $N - N_x$ vòi phun khác được điều chỉnh, để giá trị đo được S_{ij} của bộ dò lưu lượng được phù hợp với T_{ij} ; và

van chặn gió đốt được mở ra và tần số hoạt động của quạt đốt được tăng lên để cho phép lượng gió đốt đi vào lò nung được phù hợp với tổng lượng nhiên liệu, và giai đoạn chuyển đổi kết thúc.

18. Phương pháp theo điểm 17, đặc trưng ở chỗ phương pháp này còn bao gồm:

xác định ngưỡng cung cấp nhiệt đồng đều N_y theo tổng lượng vòi phun N có trong nhóm vòi phun và trạng thái phân phối của mỗi vòi phun trên mặt cắt ngang của buồng nung;

khi khoảng giá trị là $(N_y, N]$, N_x bằng với N , thì chế độ cấp nhiệt đồng đều là nguồn cấp nhiệt chỉ có than nghiền;

khi khoảng giá trị là $(0, N_y]$, nghĩa là $0 < N_x \leq N_y$, thì chế độ cấp nhiệt đồng đều là

nguồn cấp nhiệt kết hợp than nghiền và khí than; và

khi khoảng giá trị là 0, N_x bằng 0, thì chế độ cấp nhiệt đồng đều là nguồn cấp nhiệt chỉ có khí than.

19. Phương pháp theo điểm 18, đặc trưng ở chỗ khi chế độ cấp nhiệt đồng đều là nguồn cấp nhiệt chỉ có than nghiền, chế độ cấp nhiệt đồng đều được bắt đầu như sau:

thân van ở đầu vào khí than trong N bộ chuyển nhiên liệu và van chặn khí than lần lượt đóng lại, đồng thời van hồi lưu khí than được mở ra, và quạt tản khí than được điều chỉnh sang trạng thái chờ;

van chặn nitơ và thân van ở đầu vào nitơ của N bộ chuyển nhiên liệu lần lượt mở ra, và sau đó nitơ thổi vào than nghiền dư trong bộ chuyển nhiên liệu vào vòi phun, thân van ở đầu vào nitơ của N bộ chuyển nhiên liệu và van chặn nitơ lần lượt đóng lại; và

van hồi lưu than nghiền được đóng lại, tần số hoạt động của quạt tản than nghiền được tăng lên, và khi áp suất than nghiền đạt đến yêu cầu để đưa vào lò nung, van chặn than nghiền và thân van ở đầu vào than nghiền của N bộ chuyển nhiên liệu lần lượt mở ra, để than nghiền lần lượt đi qua đường ống tản than nghiền, ống vòng than nghiền, N ống phân nhánh than nghiền, đầu vào than nghiền và đầu ra nhiên liệu của N bộ chuyển nhiên liệu, và N vòi phun, và chảy vào bên trong của buồng nung nhờ vậy chế độ cấp nhiệt đồng đều được khởi động.

20. Phương pháp theo điểm 18, đặc trưng ở chỗ khi chế độ cấp nhiệt đồng đều là gia nhiệt kết hợp khí than và than nghiền, chế độ cấp nhiệt đồng đều này được bắt đầu như sau:

van điều chỉnh ống phân nhánh than nghiền và van điều chỉnh ống phân nhánh nitơ tương ứng với $N-N_x$ vòi phun còn lại được đóng lại, và cùng lúc đó, van điều chỉnh ống phân nhánh khí than tương ứng với N_x vòi phun ở vị trí này được đóng lại, và thân van ở đầu vào khí than trong bộ chuyển nhiên liệu tương ứng với N_x vòi phun ở vị trí này được đóng lại;

van chặn nitơ và thân van ở đầu vào nitơ của bộ chuyển nhiên liệu tương ứng với N_x vòi phun ở vị trí này lần lượt mở ra, và sau đó nitơ thổi vào khí than dư trong bộ chuyển nhiên liệu vào vòi phun, thân van ở đầu vào nitơ của bộ chuyển nhiên liệu tương ứng với N_x vòi phun ở vị trí này và van chặn nitơ lần lượt đóng lại; và

van hồi lưu than nghiền được đóng lại, tần số hoạt động của quạt tản than nghiền tăng lên, và khi áp suất than nghiền đạt đến yêu cầu để đưa vào lò nung, van chặn than nghiền và thân van ở đầu vào than nghiền của bộ chuyển nhiên liệu tương ứng với N_x vòi phun ở vị trí lần lượt mở ra, để than nghiền lần lượt đi qua đường ống tản than nghiền, ống vòng than nghiền, N_x ống phân nhánh than nghiền, đầu vào than nghiền và đầu ra nhiên liệu của N_x bộ chuyển đổi nhiên liệu, và N_x vòi phun, và chảy vào bên trong của buồng nung.

21. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 17 đến 20, đặc trưng ở chỗ số chuyển đổi N_m được tính như sau:

tính số vòi phun khí than tối đa N_q được phép trong nhóm vòi phun dưới áp suất ống vòng khí than hiện tại P_1 theo độ chênh lệch áp suất giữa thiết bị dò áp suất thứ nhất và thiết bị dò áp suất thứ hai; và

tính giá trị chênh lệch giữa tổng lượng vòi phun N và số vòi phun khí than tối đa N_q để đạt được số chuyển đổi N_m .

22. Phương pháp theo điểm 21, đặc trưng ở chỗ số vòi phun khí than tối đa N_q ước tính theo công thức sau:

$$N_q = \left[\alpha \sqrt{\left(\frac{2|P_1 - P_2|}{\rho v_i^2} - h_i \right) / h_i} \right]$$

trong đó ρ là mật độ khí than, v_i là vận tốc dòng được thiết kế của vòi phun khí than, h_i là hệ số cản của ống vòng khí than, h_i là hệ số cản của ống phân nhánh khí than, P_1 là áp suất ống vòng khí than được đo bằng thiết bị dò áp suất thứ nhất, P_2 là áp suất bên trong buồng nung được đo bằng thiết bị dò áp suất thứ hai, và α là hệ số điều chỉnh liên quan đến kích thước hạt của hạt đá vôi trong buồng nung.

23. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 17 đến 20, đặc trưng ở chỗ tổng lượng cấp nhiệt Q_i của khu vực cấp nhiệt hình khuyên là:

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q \div \delta & i &= 1 \\ Q_i &= Q \times k_{1i} / \delta & 2 \leq i &\leq Y \end{aligned}$$

trong đó Q_1 là tổng lượng cấp nhiệt của khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất, khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất được đặt ở trung tâm của mặt cắt ngang của buồng nung; Q là lượng cấp nhiệt lý thuyết cần thiết khi nguyên liệu được nung ở độ cao nhất định trên mặt cắt của buồng nung; δ là hiệu suất truyền nhiệt giữa khí thải và vật liệu trong lò nung vôi; k_{1i} là hệ số tỷ lệ cung cấp nhiệt giữa khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ nhất và khu vực cấp nhiệt hình khuyên thứ i ; và Y là số khu vực cấp nhiệt hình khuyên.

24. Phương pháp theo điểm 23, đặc trưng ở chỗ lượng cung cấp khí than trung bình

W_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính theo công thức sau:

$$W_{ij} = \frac{Q_i}{X_i \times h_1}$$

trong đó Q_i là tổng lượng cấp nhiệt của khu vực cấp nhiệt hình khuyên, X_i là số vòi phun có trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên, h_1 là giá trị nhiệt đơn vị của khí than được đo bằng thiết bị dò giá trị nhiệt thứ nhất, $1 \leq j \leq X_i$, và $1 \leq i \leq Y$.

25. Phương pháp theo điểm 23, đặc trưng ở chỗ lượng cấp nhiên liệu T_{ij} của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên được tính theo công thức sau:

$$T_{ij} = \frac{M_i}{h} = \frac{Q_i}{X_i \times h}$$

trong đó M_i là lượng cấp nhiệt trung bình của mỗi vòi phun trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên; Q_i là tổng lượng cấp nhiệt của khu vực cấp nhiệt hình khuyên; X_i là số vòi phun có trong khu vực cấp nhiệt hình khuyên; $h=h_2$ đối với N_x vòi phun ở vị trí này và $h=h_1$ đối với $N-N_x$ vòi phun khác; trong đó h_1 là giá trị nhiệt đơn vị của khí than được đo bằng thiết bị dò giá trị nhiệt thứ nhất, h_2 là giá trị nhiệt đơn vị của than nghiền được đo bằng thiết bị dò giá trị nhiệt thứ hai, $1 \leq j \leq X_i$, và $1 \leq i \leq Y$.

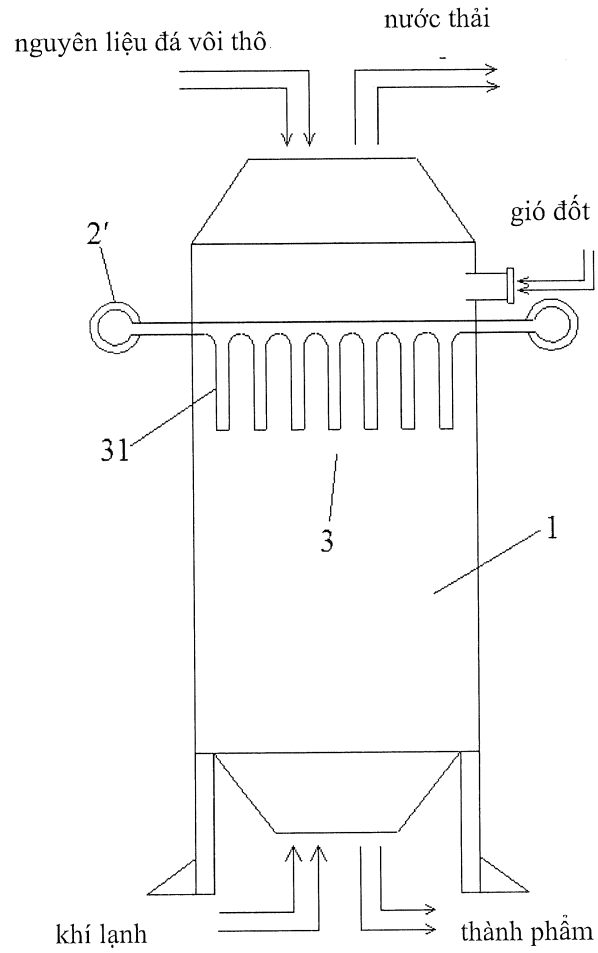


Fig. 1

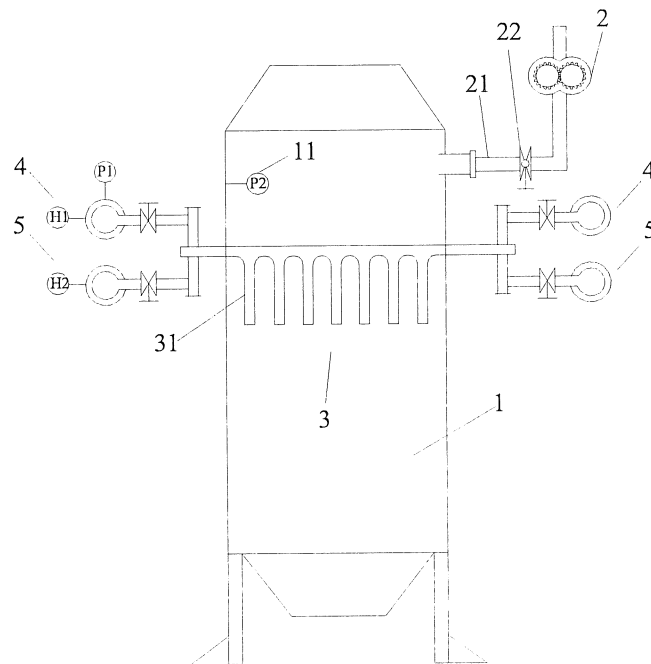


Fig. 2

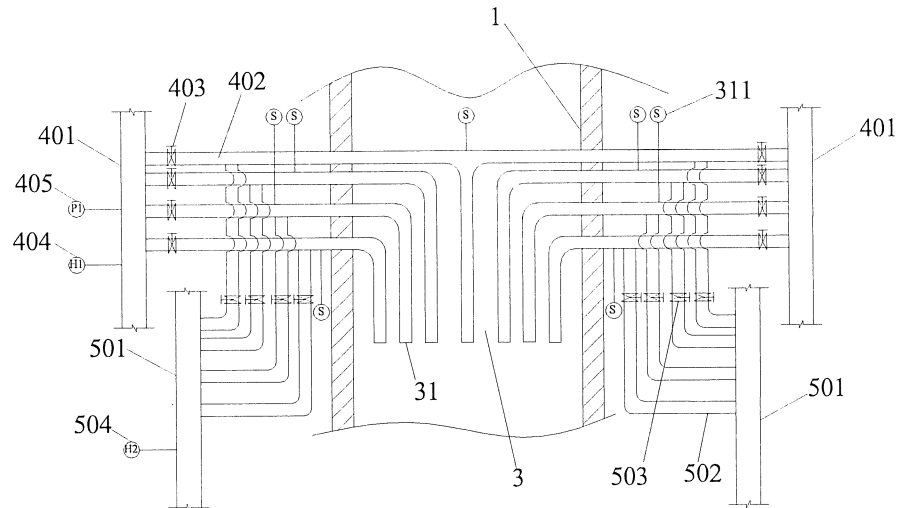


Fig. 3

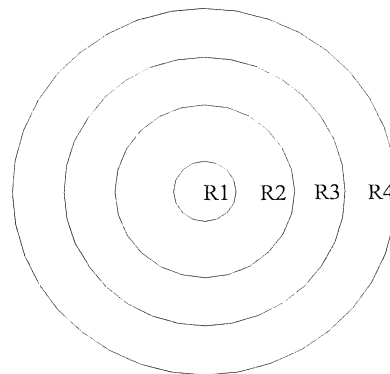


Fig. 4

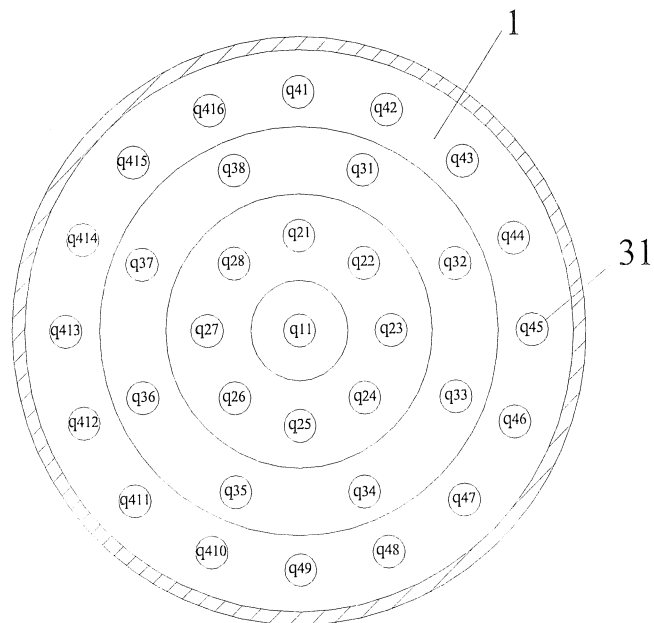


Fig. 5

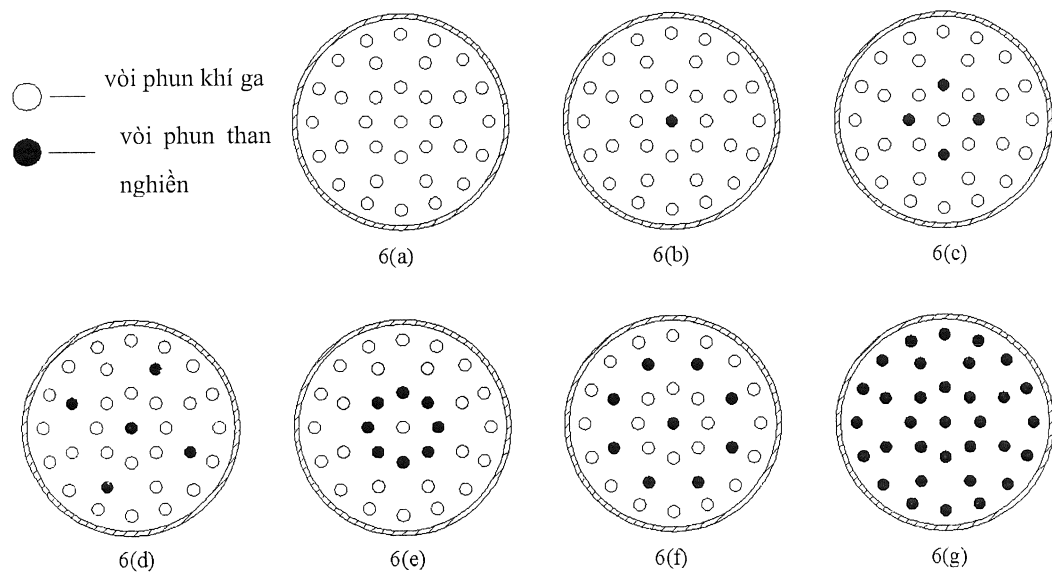


Fig. 6

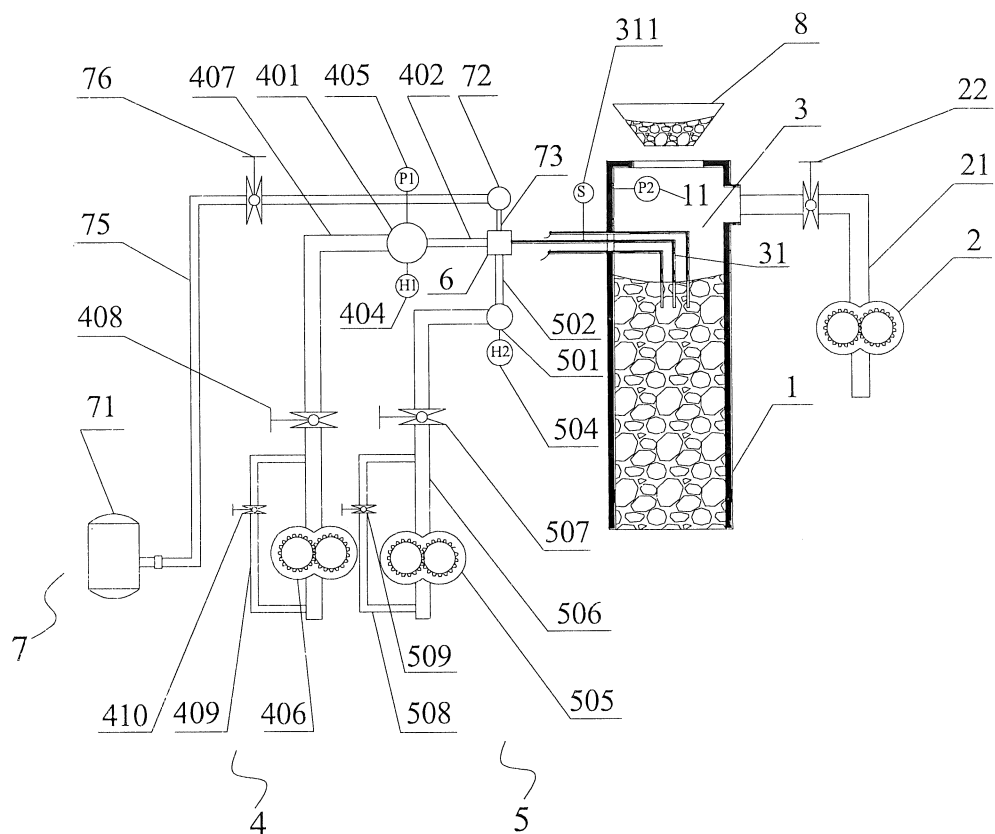


Fig. 7

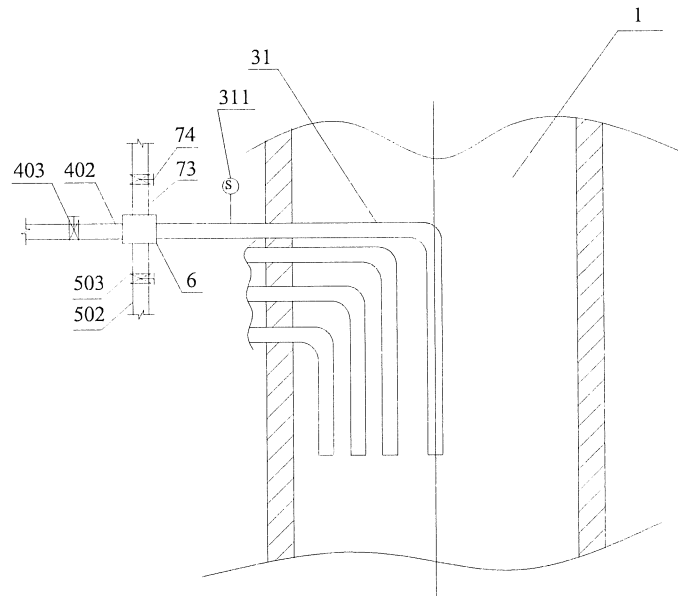


Fig. 8

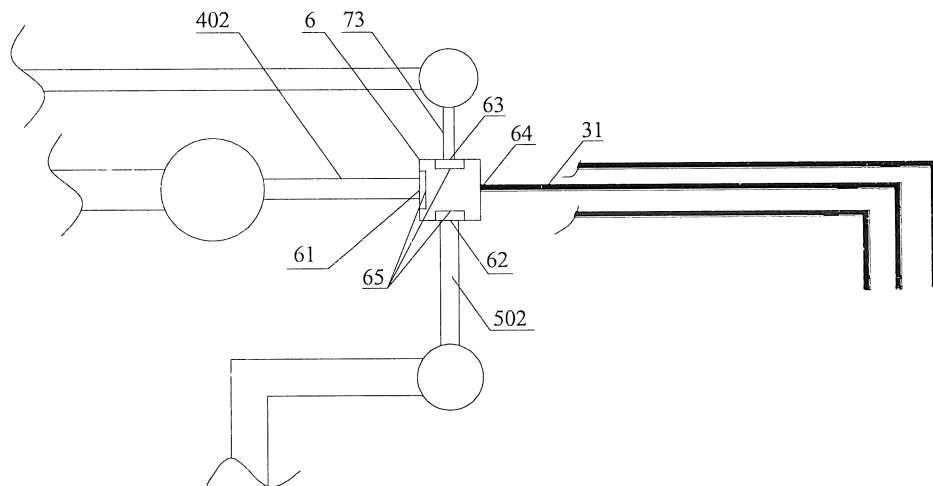


Fig. 9

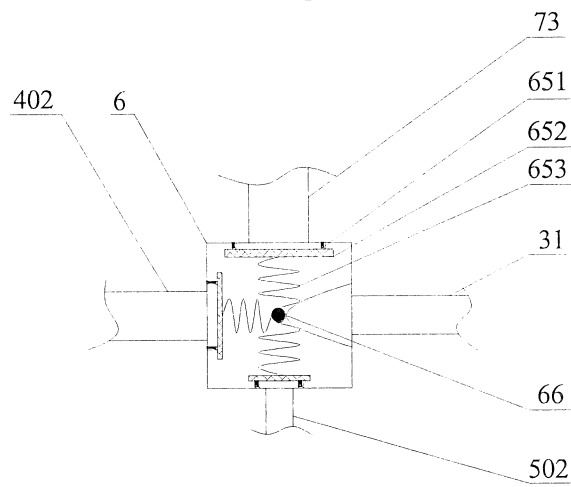


Fig. 10

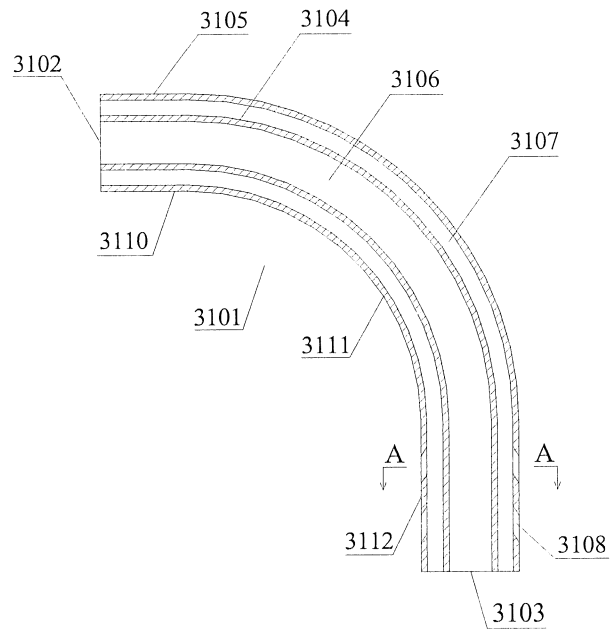


Fig. 11
A - A

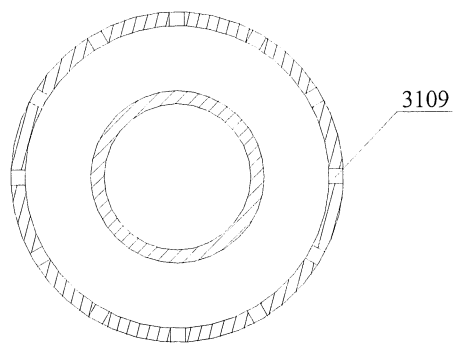


Fig. 12

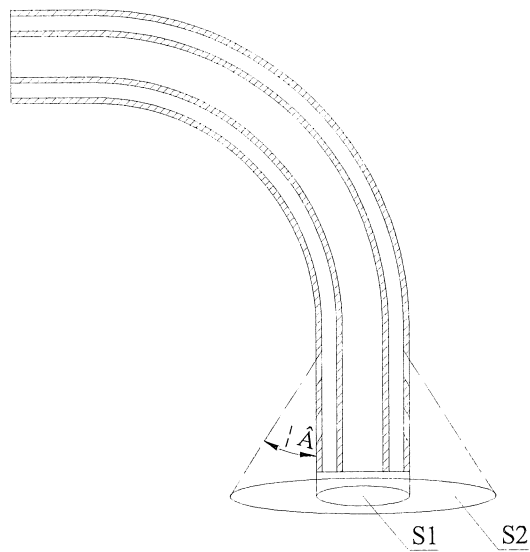


Fig. 13