



(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)



1-0034124

(51)<sup>7</sup> **B01D 53/78; B01D 53/50; B01D 47/06; (13) B**  
**B01D 53/18**

(21) 1-2017-00680

(22) 12/02/2015

(86) PCT/CN2015/072843 12/02/2015

(87) WO2016/050030 07/04/2016

(30) 2014105138677 29/09/2014 CN

(45) 25/11/2022 416

(43) 25/07/2017 352A

(73) BEIJING SPC ENVIRONMENT PROTECTION TECH CO., LTD. (CN)

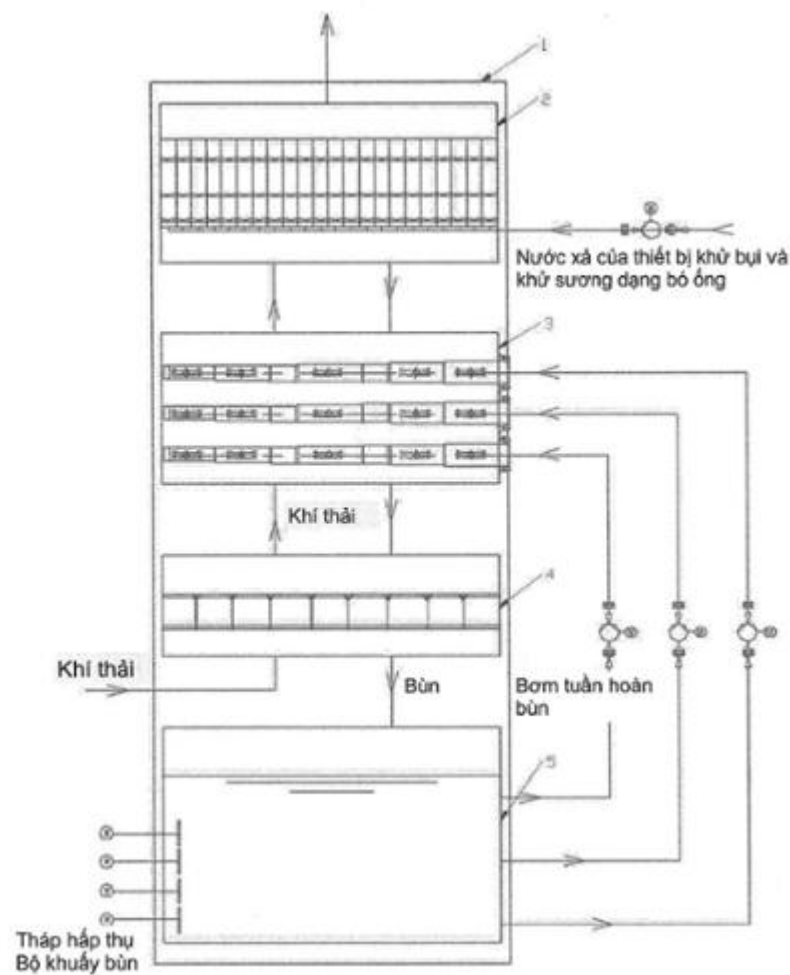
Huang Zhaoyang Journal of the CPPCC Building 9Fl, 69 Balizhuang West Road,  
Haidian District Beijing 100036, China

(72) ZHANG, Kaiyuan (CN).

(74) Công ty TNHH Dương và Trần (DUONG & TRAN CO., LTD)

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP TÍCH HỢP PHỐI HỢP DÒNG XOÁY VÀ  
DÒNG CHÌM ĐỂ KHỬ LƯU HUỖNH VÀ KHỬ BỤI

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống tích hợp phối hợp dòng xoáy và dòng chìm để khử sạch lưu huỳnh và bụi và phương pháp khử sạch lưu huỳnh và bụi. Hệ thống này bao gồm lớp phun (3), bể bùn (5) và bơm tuần hoàn (6), và còn bao gồm thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm (4) và thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống (2) trong đó thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm (4) được lắp phía trên bể bùn (5) và nằm dưới lớp phun (3), và thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống (2) được bố trí trên đỉnh của thân tháp (1), và thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm (4) bao gồm nhiều bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm (41) và dầm đỡ (42) để cố định nằm bên dưới, mỗi bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm (41) bao gồm xilanh dòng xoáy (44), rôto dòng xoáy (43) và thiết bị dẫn hướng dòng (45), rôto dòng xoáy (43) bao gồm thân xilanh trong (431) và các cánh gạt dòng xoáy (432), trong đó đường kính trong của thiết bị dẫn hướng dòng (45) ở vị trí nơi khí thải chảy ra nhỏ hơn ở vị trí mà khí thải chảy vào. Thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống (2) bao gồm các bộ khử bụi và khử sương, mỗi bộ khử bụi và khử sương bao gồm xilanh dẫn hướng dòng (21), và n rôto dòng chảy rối (22) được tạo ra bên trong xilanh dẫn hướng dòng (21), các rôto dòng chảy rối (22) được bố trí lên và xuống vuông góc với thành của xilanh dẫn hướng dòng (21).



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp khử lưu huỳnh và khử bụi cực sạch tích hợp, và cụ thể hơn đến hệ thống và phương pháp tích hợp khử lưu huỳnh sâu, khử bụi và khử sương khí thải có chứa lưu huỳnh đioxit và bụi dạng bột.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Hiện nay, tháp lọc xoáy trong lĩnh vực khử lưu huỳnh cho khí thải nồi hơi gặp phải các vấn đề sau đây. Hiệu suất khử lưu huỳnh tương đối thấp (khoảng 80%) do thời gian tiếp xúc khí-lỏng trên các tấm tháp ngắn;  $\text{CaCO}_3$  không thích hợp để sử dụng làm chất làm đông đặc lưu huỳnh; cấu trúc của tháp lọc xoáy rất phức tạp và dễ bị tạo thành bụi bẩn; và hiệu suất khử lưu huỳnh bị giảm khi tăng đường kính tháp. Với tháp lọc xoáy, không khí được đưa vào theo phương tiếp tuyến, và vùng hiệu quả thấp có xu hướng tạo thành ở trung tâm. Do đó, công nghệ khử lưu huỳnh phối hợp dòng xoáy và dòng chìm được phát triển trong ngành công nghiệp, công nghệ này là công nghệ nâng cấp dựa trên công nghệ nhũ hóa khí nén. Công nghệ nhũ hóa khí nén thích hợp để khử lưu huỳnh của khí thải của lò hơi nhỏ với hiệu ứng khuếch đại đáng kể trong các thí nghiệm khuếch đại, mặc dù có những hạn chế nhất định. Hơn nữa, phần lớn công nghệ khử lưu huỳnh của khí thải hiện hành áp dụng công nghệ tháp rỗng, nghĩa là, khí thải, sau khi vào tháp hấp thụ, trực tiếp phản ứng với bùn được phun từ bên trên mà không đi qua thiết bị. Như vậy, khí thải và bùn ở trong mạng ống ngắn, một số khí thải ra khỏi tháp hấp thụ trước khi phản ứng, và khí thải có thời gian lưu trú ngắn, do đó dẫn đến hiệu suất khử lưu huỳnh thấp.

Quy trình lọc ướt khí thải chủ yếu phụ thuộc vào việc khử lưu huỳnh. Tuy nhiên, để cải thiện tác động của khí thải sạch lên môi trường, yêu cầu về bụi (bao gồm thạch cao) và các giọt chất lỏng trong đó cũng ngày càng nghiêm ngặt. Do đó, nghiên cứu về công nghệ khử lưu huỳnh sâu, công nghệ khử bụi và công nghệ khử sương rất cần thiết.

Hiện nay, quy trình khử lưu huỳnh ướt thường sử dụng công nghệ phun tháp rỗng. Để đạt được hiệu quả khử lưu huỳnh cao, tỷ lệ chất lỏng-khí lớn và nhiều lớp

phun được sử dụng, và trong một số dự án cải thiện hiệu quả và chuyển đổi, hai tháp được nối nối tiếp cần phải đáp ứng được các yêu cầu trên. Ngoài ra, do kích thước và cấu trúc đặc biệt của tháp hấp thụ, dòng chảy lệch của khí thải vào tháp hấp thụ là vấn đề không thể tránh khỏi.

Có nhiều phương án xử lý cho việc khử bụi khí thải và khử sương, nhưng rất ít phương án có thể vừa khử bụi vừa khử được sương, đặc biệt là việc khử bụi và khử sương sâu một cách hiệu quả, trên khí thải ướt bão hòa có chứa rất nhiều giọt sương mù.

Hiện nay, hơn 95% lượng khí thải từ nồi hơi đốt than lớn ở Trung Quốc được làm sạch bằng quy trình khử lưu huỳnh ướt. Có bùn thạch cao và bụi trong khí thải sạch bão hòa nhiệt độ thấp phát ra, và về cơ bản không có nồi hơi nào được trang bị GGH (bộ gia nhiệt khí thải), dẫn đến quả hiện tượng "mưa thạch cao" nghiêm trọng và phát ra lượng lớn chất ô nhiễm và phát xạ dạng bụi. Nguyên nhân chính của vấn đề này là các bộ khử sương chỉ có thể loại bỏ những giọt lớn với đường kính hạt  $15\mu\text{m}$  hoặc lớn hơn, do đó một số lượng lớn giọt bùn mịn chứa trong khí thải dẫn đến phát thải bụi nhiều trong khí thải sạch.

Đối với quy trình khử bụi và khử sương hiện có để làm sạch khí thải bằng quy trình ướt, sơ đồ của quy trình "bộ khử sương + bộ kết tủa tĩnh điện ướt" có thể được sử dụng, hoặc cách khác sơ đồ quy trình "GGH + bộ khử bụi dạng túi" có thể được sử dụng, để làm giảm ô nhiễm bụi và khí thải một cách có hiệu quả. Tuy nhiên, cả hai sơ đồ này có những khiếm khuyết nhất định.

Khi sơ đồ quy trình "GGH + bộ khử bụi dạng túi" được sử dụng, GGH và bộ khử bụi dạng túi có sức cản hoạt động cao và chi phí xây dựng cao. Điều quan trọng hơn là có tỷ lệ rò rỉ khí nhất định với GGH, gây ảnh hưởng lớn đến hiệu quả khử lưu huỳnh của hệ thống khử lưu huỳnh. Tiêu chuẩn khí thải ô nhiễm không khí của Trung Quốc có yêu cầu nghiêm ngặt về nồng độ phát thải  $\text{SO}_2$  ( $50\text{mg}/\text{Nm}^3$  hoặc thấp hơn). Nồng độ  $\text{SO}_2$  của hầu hết các khí thải đốt than là  $2000\text{mg}/\text{Nm}^3$  hoặc cao hơn, do đó hiệu quả của các hệ thống khử lưu huỳnh cần phải được tăng từ 97,5% đến 98% dựa trên tỷ lệ rò rỉ khí 0,5% của GGH, và nồng độ  $\text{SO}_2$  của khí thải sạch tại cửa ra của tháp hấp thụ cần phải được giảm từ  $50\text{mg}/\text{Nm}^3$  đến  $40\text{mg}/\text{Nm}^3$  để đáp ứng các yêu cầu về khí thải. Nếu tỷ lệ rò rỉ khí của GGH tăng trong khi hoạt động được tính đến, thì hiệu

quả khử lưu huỳnh của tháp hấp thụ cần phải được cải thiện hơn nữa. Do đó, quy trình này được sử dụng thực tế tại Trung Quốc.

Khi sơ đồ quy trình "bộ khử sương + bộ kết tủa tĩnh điện dạng ướt" được sử dụng, có thể đảm bảo khả năng khử bụi cao và hiệu quả khử sương cao cho khí thải sạch tại cửa ra của tháp hấp thụ, nơi mà nồng độ bụi của khí thải sạch tại cửa ra nhỏ hơn  $5\text{mg/Nm}^3$ . Hiện nay, quy trình này chỉ được sử dụng trong một vài tháp hấp thụ khử lưu huỳnh mới được xây dựng, chủ yếu là bởi vì trọng lượng và kích thước của bộ kết tủa tĩnh điện dạng ướt rất lớn, tháp hấp thụ mới được xây dựng nên được thiết kế theo sơ đồ quy trình này. Ngoài ra, vì trong sơ đồ quy trình này giọt sương và các hạt bụi bị giữ lại bằng cách sử dụng điện trường cao áp, do đó, số lượng lớn thiết bị điện cao áp được sử dụng. Dây điện cực được làm bằng hợp kim đắt tiền, do đó làm cho việc chế tạo thiết bị điện cao áp này tốn kém và tiêu thụ điện năng nhiều khi hoạt động, đây cũng là một trong những lý do hạn chế áp dụng. Lý do chính của việc thực hiện sơ đồ quy trình này khó khăn bằng cách sửa đổi và nâng cấp các tháp khử lưu huỳnh hiện có gồm, thứ nhất, việc thiết kế kết cấu tháp hấp thụ ban đầu có thể không đáp ứng được các yêu cầu tải của bộ kết tủa tĩnh điện; thứ hai, nhu cầu về diện tích tại chỗ để bố trí liên kết bộ khử sương và bộ kết tủa tĩnh điện dạng ướt cũng hạn chế khả năng triển khai bên ngoài của nó, thêm vào đó là khó khăn vận hành tăng khi bố trí liên kết, dẫn đến tăng thêm chi phí vận hành của sơ đồ quy trình này. Do số lượng lớn thiết bị điện cao áp được sử dụng trong sơ đồ, việc vận hành và bảo trì rất phức tạp và đắt tiền, và yêu cầu kỹ thuật hoạt động cao.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Để giải quyết những vấn đề nêu trên, sáng chế đề xuất hệ thống tích hợp phối hợp dòng xoáy và dòng chìm để khử lưu huỳnh và khử bụi cực sạch và đề xuất phương pháp khử lưu huỳnh và khử bụi, do đó, với mục tiêu tối ưu hóa công nghệ khử lưu huỳnh hiện tại, bằng cách tăng cường hiệu suất khử lưu huỳnh, tránh được những khuyết điểm của công nghệ khử bụi và khử sương hiện hành. Hệ thống theo sáng chế đơn giản về kết cấu, hoạt động đáng tin cậy, nâng cao đáng kể hiệu suất, hoạt động ổn định, và ít tiêu thụ năng lượng và chi phí. Việc khử lưu huỳnh, khử bụi và khử sương cho khí thải, cũng như khí thải siêu sạch có thể đạt được. Các giải pháp kỹ thuật cụ thể theo sáng chế như sau:

Hệ thống tích hợp phối hợp dòng xoáy và dòng chìm để khử lưu huỳnh siêu sạch và khử bụi, bao gồm lớp phun được lắp trong thân tháp, bể bùn được bố trí dưới thân tháp, và bơm tuần hoàn được lắp trong bể bùn, hệ thống còn bao gồm thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm được lắp ở phía trên bể bùn và nằm dưới lớp phun, và thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống được bố trí trên đỉnh của thân tháp, trong đó,

thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm bao gồm nhiều bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm và các dầm đỡ để cố định bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm ở phía dưới, các bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm được nối với cánh đóng, mỗi trong số bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm bao gồm xilanh dòng xoáy, được tạo rôto dòng xoáy và thiết bị dẫn hướng dòng được bố trí ở phần trên của nó, rôto dòng xoáy này bao gồm thân hình xilanh bên trong và các cánh gạt dòng xoáy, trong đó đường kính trong của thiết bị dẫn hướng dòng ở vị trí mà khí thải ra nhỏ hơn ở vị trí mà khí thải đi vào; và

thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống bao gồm nhiều bộ khử bụi và khử sương, mỗi trong số đó bao gồm xilanh dẫn hướng dòng và n rôto dòng chảy rời được lắp đặt bên trong xilanh dẫn hướng dòng, trong đó  $n \geq 1$ , rôto dòng chảy rời được bố trí trên và dưới vuông góc với thành của xilanh dẫn hướng dòng.

Hơn nữa, xilanh dẫn hướng dòng có mặt cắt ngang hình tròn theo chiều dọc.

Ngoài ra, số lượng, đường kính và chiều cao của xilanh dẫn hướng dòng được xác định theo các thông số sau: khi lượng bụi cửa ra nhỏ hơn hoặc bằng  $5\text{mg}/\text{Nm}^3$ , tốc độ dòng trung bình của khí thải chảy qua mặt cắt ngang của xilanh dẫn hướng dòng nằm trong khoảng từ 5 đến  $6\text{m}/\text{giây}$ , và thời gian lưu trú của nằm trong khoảng từ 0,2 đến 0,3 giây.

Hơn nữa, rôto dòng chảy rời bao gồm một số cánh được sắp xếp đều nhau ở phần hình khuyên giữa thành bên ngoài của xilanh trung tâm và thành bên trong của xilanh dẫn hướng dòng.

Hơn nữa, góc nằm trong khoảng từ 20 độ đến 55 độ được tạo ra giữa cánh gạt của rôto dòng chảy rời và xilanh trung tâm, và tỷ lệ che chắn giữa các cánh liền kề nằm trong khoảng từ -10% đến 45%.

Thêm nữa, sau khi khí được dẫn hướng bởi các cánh gạt có góc nghiêng, tốc độ thực tế của khí trong chuyển động quay lớn hơn hoặc bằng  $8\text{ m}/\text{giây}$ .

Hơn nữa, xilanh trung tâm là hình trụ tròn với các đầu kín, và diện tích mặt cắt ngang của nó chiếm từ 15% đến 50% diện tích của hình xilanh dẫn hướng dòng.

Hơn nữa, vòng vách ngăn nước được bố trí trên thành bên trong của xilanh dẫn hướng dòng của thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống, để tạo thành màng chất lỏng có chứa lượng chất lỏng ổn định.

Hơn nữa, độ dày và chiều cao của vòng vách ngăn nước được xác định để giữ được lượng chất lỏng tối đa.

Hơn nữa, các lỗ rì được cung cấp trên thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống, để kiểm soát mặt thành bên trong của thiết bị nhằm tạo thành màng chất lỏng có độ dày đồng đều và quay ở tốc độ cao; các lỗ rì là các lỗ hở mà có hướng xoay tương tự như của các cánh gạt, và tiếp tuyến với mặt trong của xilanh dẫn hướng dòng.

Hơn nữa, thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống có các bộ phận xả được phân phối cho mỗi bộ khử bụi và khử sương, trong đó mỗi bộ phận xả được bố trí trên trục trung tâm của xilanh dẫn hướng dòng của bộ khử bụi và khử sương, và bao gồm vòi dòn vuông góc với thành bên trong của xilanh dẫn hướng dòng.

Phương pháp tích hợp phối hợp dòng xoáy và dòng chìm để khử lưu huỳnh và khử bụi siêu sạch bao gồm các bước:

Bước 1: oxy hóa bùn và tinh thể hóa thạch cao

Không khí bị oxy hóa được thổi vào bể bùn, và được pha trộn hoàn toàn với bùn đá vôi - thạch cao dưới tác động của một máy khuấy, để canxi sulfat trong bùn bị oxy hóa trong canxi sulfat, và sau đó canxi sulfat được kết tinh trong các hạt thạch cao;

Bước 2: phun và tuần hoàn bùn

Theo tình trạng khí thải ban đầu và yêu cầu về khí thải sạch, bùn ở bước 1 được bơm vào nhiều lớp phun sử dụng bơm tuần hoàn để phun;

Bước 3: phối hợp dòng xoáy và dòng chìm để tiếp xúc khí và chất lỏng và thực hiện phản ứng của khí và chất lỏng

Cánh gạt dòng xoáy trong thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm thay đổi hướng dòng xoáy của khí thải từ dưới lên trên trong tháp, để quay lên trên ở tốc độ tăng; bùn được phun lên lớp phun, và sau khi bùn chảy từ trên xuống dưới tiếp xúc với khí thải, một phần của khí thải tụ đến trung tâm, và khí thải mà vẫn tiếp tục dòng xoáy của nó lên trên do sự hạn chế của đường kính bên trong thu hẹp lại của thiết bị dẫn

hướng dòng hội tụ với bùn, bùn chảy xuống về phía trung tâm để khử lưu huỳnh nhanh chóng và rửa bùn để loại bỏ một phần của bụi;

#### Bước 4: khử bụi và khử sương sơ bộ

Khí thải chảy đi lên với tốc độ cao đi vào thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống, rôto dòng chảy rồi ở phần dưới của thiết bị khử bụi và khử sương cho phép số lượng lớn các giọt sương và các hạt chất lỏng trong khí thải và các hạt bụi va chạm với nhau và tích tụ thành hạt lớn hơn, và sau đó các hạt lớn hơn kết tủa xuống;

#### Bước 5: khử bụi và khử sương thêm

Sau khi màng chất lỏng tiếp xúc hoàn toàn với các hạt sương và các hạt chất lỏng và các hạt bụi rắn trong dòng khí thải đi lên với tốc độ cao trong thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống, chất lỏng bị giữ lại để được tách; và

#### Bước 6: khử bụi và khử sương sâu

Các giọt sương, hạt chất lỏng và các hạt bụi rắn trong khí thải mà vẫn tiếp tục đi lên với tốc độ cao quay ở tốc độ cao với khí thải được tách ly tâm từ khí thải do sự khác biệt về mật độ, và là sau đó được ném vào bề mặt thành bên trong của xilanh dẫn hướng dòng của thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống, và bị khử sau khi đến tiếp xúc với màng chất lỏng bám dính vào bề mặt thành của thiết bị.

Giải pháp thiết bị và phương pháp theo sáng chế có các ưu điểm sau.

1. Hệ thống có tác dụng khử lưu huỳnh tốt, hiệu quả có thể đạt đến 99% hoặc cao hơn, lượng lưu huỳnh dioxit cửa ra có thể là  $30\text{mg/Nm}^3$  hoặc thấp hơn, sức cản hoạt động tăng nhẹ, nhưng cấu hình của lớp phun và bơm tuần hoàn bùn có thể được rút gọn, và mức tiêu thụ năng lượng tổng thể không tăng;

2. Hệ thống có hiệu suất khử bụi và khử sương tốt, lượng bụi ở cửa ra có thể là  $5\text{mg/Nm}^3$  hoặc thấp hơn, và lượng giọt có thể là  $25\text{mg/Nm}^3$  hoặc thấp hơn;

3. Hệ thống không có nguy cơ bị bó cứng do sự tạo thành vảy, cần lượng nhỏ nước dòn, và tần số dòn thấp;

4. Hệ thống đáng tin cậy khi hoạt động, dễ lắp đặt, đơn giản trong bảo dưỡng, hiệu suất tốt, chi phí thấp, và tỷ lệ hoạt động chi phí cao;

5. Do việc làm mát nhanh chóng và phân phối khí thải đồng đều của thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm khí-lỏng, tác dụng khử lưu huỳnh được nâng cao, đồng thời, sự tạo thành của sương mù và sự cuốn theo bụi trong khí thải có thể được giảm, và tải trọng của việc khử sương và khử bụi tiếp theo được giảm bớt;

6. Thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống có hiệu quả tốt và sức cản hoạt động thấp, và có thể thay thế quy trình thông thường "bộ khử sương + bộ kết tủa tĩnh điện dạng ướt", và tạo ra sự lựa chọn mới đối với thiết bị đáng tin cậy và giá rẻ để khử bụi và khử sương của khí lò bão hòa; và

7. Về dự án chuyển đổi, bộ khử sương chung ban đầu có thể được gỡ bỏ, và thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống có thể được lắp trực tiếp, làm tăng sức cản lên khoảng từ 100 đến 150Pa, nhưng không dẫn đến tiêu tốn khác khi vận hành.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Fig.1 là sơ đồ giản lược của hệ thống theo một phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.2 là sơ đồ cấu trúc giản lược của thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm theo một phương án của sáng chế;

Fig.3 là sơ đồ cấu trúc giản lược của bộ khử bụi và khử sương theo một phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.4 là sơ đồ cấu trúc giản lược của rôto dòng xoáy và xilanh dòng xoáy theo một phương án của sáng chế;

Fig.5a-Fig.5c là các hình vẽ mặt cắt ngang của thiết bị dẫn hướng dòng theo một phương án thực hiện của sáng chế; và

Fig.6 là sơ đồ thể hiện rôto dòng chảy rối theo một phương án thực hiện của sáng chế.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Nguyên lý và các dấu hiệu của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây có tham khảo các hình vẽ kèm theo, và các ví dụ được đưa ra chỉ để minh họa sáng chế và không nhằm giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Các phương án thực hiện của sáng chế kết hợp các công nghệ khử lưu huỳnh bằng quy trình canxi thông thường với công nghệ dòng xoáy khử bụi và khử sương chùm ống và phối hợp dòng xoáy và dòng chìm khí-lỏng, và kết hợp hữu cơ phun bùn và tuần hoàn, kết hợp dòng xoáy và dòng chìm với tiếp xúc và phản ứng khí và lỏng, quy trình oxy hóa bùn và kết tinh thạch cao, và kiểu khử bụi và khử sương chùm ống khí thải cửa ra trong tháp hấp thụ khử lưu huỳnh để tạo thành phương pháp và hệ

thống tích hợp phối hợp dòng xoáy và dòng chìm để khử lưu huỳnh và khử bụi cực sạch, trong đó hiệu suất khử lưu huỳnh và khử bụi được tăng cường dần từ dưới lên trên. Kết quả là, trong thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống, vai trò của việc khử sương làm tăng tác dụng khử bụi.

Trong suốt quy trình khử lưu huỳnh, bùn được bơm từ bể bùn trong tháp hấp thụ vào lớp phun bùn bởi bơm tuần hoàn bùn. Giữa thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm và các lớp phun, khí thải chảy từ dưới lên trên, và bùn chảy từ trên xuống dưới. Theo đó, khí tiếp xúc ngược dòng với toàn bộ chất lỏng, trong đó có gradien lớn về nồng độ giữa chất phản ứng và sản phẩm của chúng, tạo điều kiện phản ứng tích cực, do đó lưu huỳnh đioxit chứa trong khí thải ban đầu và nồng độ canxi sulfit của bùn sau khi khử lưu huỳnh có thể được giảm nhiều nhất có thể được, và hiệu suất khử lưu huỳnh được cải thiện.

Nguyên tắc hoạt động chính của thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm theo một phương án của sáng chế như sau. Thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm có chức năng đạt được phân bố đều trong khí thải. Khi đi vào thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm, khí thải được thổi vào thành của xilanh dòng xoáy của cánh gạt dòng xoáy trong các bộ phận khác nhau của thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm, và sau khi bùn chảy từ lớp phun tiếp xúc với khí thải, một phần của bùn tụ đến tâm. Các cánh gạt dòng xoáy gây ra sự nhiễu loạn trong bùn và khí thải, do đó làm tăng hiệu ứng chuyển khối lượng khí-lỏng. Khí thải và dòng bùn di chuyển lên trên dưới dạng dòng xoáy. Khi chúng đến cửa ra của thiết bị dẫn hướng dòng, đường kính bên trong của thiết bị dẫn hướng dòng bị thu hẹp, do đó khí thải sẽ trở thành dòng chìm, và bùn lắng xuống do bị chặn. Việc phối hợp dòng xoáy và dòng chìm dẫn đến việc pha trộn hỗn loạn đa pha, hệ thống chuyển khối lượng khí-lỏng để quay khí-lỏng, sự đảo ngược và mức chảy rối lớn được tạo thành bên trong không gian của thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm, trong đó khí, chất lỏng và rắn tiếp xúc hoàn toàn với nhau, do đó làm giảm sức cản chuyển khối lượng màng khí-lỏng và nâng cao tốc độ chuyển khối lượng. Việc khử lưu huỳnh hiệu quả khí thải được thực hiện trong không gian phía trên, với một phần của bụi được loại bỏ. Sau khi hấp thụ lưu huỳnh đioxit, bùn đi xuống đến bể bùn để tạo thành thạch cao như là sản phẩm phụ được xả ra. Ngoài ra, thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm có hiệu ứng làm mát nhanh chóng khí thải.

Nguyên tắc hoạt động chính của thiết bị khử sương và bụi kiểu chùm ống của sáng chế như sau. Hạt chất lỏng dạng giọt sương và các hạt bụi rắn có ba trạng thái chuyển động, tức là tích tụ, thu giữ và loại bỏ. Ở trạng thái tích tụ, khi khí thải đi qua thiết bị, các hạt chất lỏng dạng giọt sương mịn bị cuốn theo trong đó và chạm với các hạt bụi khác hoặc với dòng khí chuyển động với tốc độ cao trong thiết bị để tích tụ để tạo thành các hạt lớn hơn, sau đó lắng xuống. Ở trạng thái thu giữ, các hạt chất lỏng dạng giọt sương và các hạt bụi rắn chưa được loại bỏ đi vào thiết bị với khí, tiếp xúc hoàn toàn với màng chất lỏng có lượng ổn định nhất định của chất lỏng trên xilanh dẫn hướng dòng trong thiết bị, sau đó bị giữ lại bởi chất lỏng để được tách ra từ khí thải, và đi vào màng chất lỏng. Ở trạng thái loại bỏ, các hạt chất lỏng dạng giọt sương và các hạt bụi rắn chưa được loại bỏ quay trong thiết bị ở tốc độ cao với khí thải để được tách ly tâm từ khí thải do sự khác biệt về mật độ, sau đó được ném vào bề mặt thành bên trong của xilanh dẫn hướng dòng và bị loại bỏ sau khi tiếp xúc với màng chất lỏng quay ở tốc độ cao và có độ dày đồng đều trên bề mặt thành bên trong của xilanh dẫn hướng dòng. Thiết bị khử sương và bụi kiểu chùm ống có tác dụng tái phân phối đồng đều khí thải.

Như được thể hiện trên Fig.1, hệ thống tích hợp phối hợp dòng xoáy và dòng chìm để khử lưu huỳnh và khử bụi cực sạch bao gồm lớp phun 3 được lắp trong thân tháp 1, bể bùn 5 được bố trí dưới thân tháp 1, bơm tuần hoàn 6 được lắp trong bể bùn 5, thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 4 được lắp phía trên bể bùn 5 và ở dưới lớp phun 3, và thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống 2 được bố trí trên đỉnh của thân tháp 1.

Thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 4 bao gồm các bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 41 và dầm đỡ 42 để cố định nằm phía dưới bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 41, trong đó các bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm liền kề được nối với cánh đóng 46, như được thể hiện trên Fig.2. Mỗi bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm bao gồm xilanh dòng xoáy 44, được tạo rôto dòng xoáy 43, và thiết bị dẫn hướng dòng 45 được trang bị ở đầu xilanh dòng xoáy 44. Rôto dòng xoáy 43 bao gồm thân hình xilanh bên trong 431 và các cánh gạt dòng xoáy 432. Đường kính bên trong của thiết bị dẫn hướng dòng 45 ở vị trí mà khí thải chảy ra ít hơn ở vị trí mà khí thải chảy vào, và đường kính bên trong được thu hẹp để cho phép khí thải đi qua đạt được hiệu ứng dòng chìm. Mặt cắt ngang của thiết bị dẫn hướng dòng 45 có thể là hình thang,

như được thể hiện trên Fig.5a; cũng có thể có hình dạng của chiếc bát đảo ngược, như được thể hiện trên Fig.5b; hoặc nó cũng có thể là hình hyperbol, như được thể hiện trên Fig.5c.

Thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 4 được lắp đặt giữa cửa vào khí thải ban đầu của tháp hấp thụ và lớp phun 3. Bùn được phun từ lớp phun 3 chảy vào bề bùn của tháp hấp thụ thông qua thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 4. Khí thải ban đầu được trộn lẫn hoàn toàn và tiếp xúc đầy đủ với bùn được phun khi đi qua thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 4, và đi vào lớp phun 3 sau khi được làm mát, rửa, và đi qua phản ứng hấp thụ. Thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 4 được tạo thành với các bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 41 được bố trí đều trên mặt cắt ngang của thân tháp, với mỗi bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 41 bao gồm rôto dòng xoáy 43, xilanh dòng xoáy 44 và thiết bị dẫn hướng dòng 45, và các bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 41 được phối hợp thành thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 4 bao phủ toàn bộ mặt cắt ngang của tháp hấp thụ qua các cánh đóng kín 46. Tải trọng của thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 4 được đỡ bởi các dầm đỡ 42.

Khi khí thải đi qua thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 4, dòng khí va chạm mạnh với bùn quay ở tốc độ cao ở phần trên của rôto dòng xoáy 43 dưới tác động của rôto dòng xoáy 43, để dòng khí được phân tán đến một số lượng lớn các bong bóng mịn để được trộn lẫn trong bùn, và luồng khí di chuyển với tốc độ cao cung cấp bùn với sức quay liên tục. Việc pha trộn hoàn toàn của các bong bóng mịn và bùn cho phép làm mát nhanh chóng khí thải, việc tăng diện tích tiếp xúc màng khí-lỏng sẽ cải thiện hiệu ứng chuyển khối lượng khí-lỏng,  $\text{SO}_2$  trong khí thải ban đầu được hấp thụ và bị tác động do bùn và bụi bị cuốn theo trong khí thải cũng được rửa sạch. Bong bóng khí chuyển động xoáy và bùn xáy ở phần trên của rôto dòng xoáy 43 từ từ di chuyển lên trên trong xilanh dòng xoáy 44. Bị chặn lại bởi thiết bị dẫn hướng dòng 45, bùn rơi xuống và trở về phần trên của rôto dòng xoáy 43, trong khi khí đi qua thiết bị dẫn hướng dòng 45 và tiếp tục di chuyển lên trên để vào lớp phun 3. Các bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 41 cho phép khí thải ban đầu đi qua thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 4 được bố trí đều trên toàn bộ mặt cắt ngang của tháp hấp thụ, và bùn được phun từ lớp phun 3 liên tục đi vào bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 41 thông qua thiết bị dẫn hướng dòng 45. Với việc tăng lượng bùn trong bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 41, không thể liên tục giữ bùn ở phần trên của rôto dòng xoáy

43, do đó một phần của bùn gần đầu dưới của rôto dòng xoáy 43 được xả ra từ bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 41, và rơi vào bể bùn 5.

Thiết bị khử sương và bụi kiểu chùm ống 2 bao gồm các bộ khử bụi và khử sương. Như được thể hiện trên Fig.3, mỗi bộ khử bụi và khử sương bao gồm xilanh dẫn hướng dòng 21 và n rôto dòng chảy rời 22 được lắp đặt bên trong xilanh dẫn hướng dòng ( $n \geq 1$ ), và n rôto dòng chảy rời 22 được bố trí lên xuống vuông góc với thành của xilanh dẫn hướng dòng 21. Xilanh dẫn hướng dòng 21 là hình trụ tròn được bố trí theo hướng dọc. Bộ khử bụi và khử sương còn bao gồm vòng vách ngăn nước 23 để tạo thành màng chất lỏng với thể tích chất lỏng ổn định nhất định trong bộ khử bụi và khử sương; vòng vách ngăn nước 23 là bộ phận hình khuyên với độ dày và chiều cao nhất định, được lắp vào thành bên trong của xilanh dẫn hướng dòng 21, và là một bộ phận trong bộ khử bụi và khử sương để kiểm soát việc giữ lại chất lỏng. Các thông số độ dày và chiều cao của vòng vách ngăn nước 23 được thiết lập để có được khả năng giữ chất lỏng tối đa cho các bộ khử bụi và khử sương.

Như được thể hiện trên Fig.3, thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống còn bao gồm một số lỗ rỉ 24 để kiểm soát việc tạo thành màng chất lỏng có chiều dày bằng nhau và quay với tốc độ cao trên bề mặt thành bên trong của xilanh dẫn hướng dòng 21; các lỗ rỉ 24 là các lỗ hở mà có hướng quay tương tự như hướng quay của cánh gạt 222, và tiếp tuyến với bề mặt thành bên trong của xilanh dẫn hướng dòng 21. Thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống có các bộ phận xả được cung cấp cho mỗi bộ phận, trong đó mỗi bộ phận xả được bố trí trên các trục trung tâm của xilanh dẫn hướng dòng 21 của bộ khử bụi và khử sương, và bao gồm vòi xả vuông góc với thành bên trong của xilanh dẫn hướng dòng.

Trụ dẫn hướng dòng 21 là bộ phận đường chảy dòng khí thải trong thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống 2, và là hình trụ tròn được bố trí theo hướng dọc với bề mặt thành bên trong mịn và phẳng và với cả hai đầu khép kín. Tốc độ dòng trung bình của khí thải chảy qua mặt cắt ngang của xilanh dẫn hướng dòng 21 nằm trong khoảng từ 2 đến 8m/giây, và thời gian lưu trú trung bình của khí thải trong xilanh dẫn hướng dòng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,5 giây.

Rôto dòng chảy rời 22 tương ứng được bố trí ở cửa vào khí thải ở đáy của xilanh dẫn hướng dòng 21 và ở phần giữa của xilanh dẫn hướng dòng 21. Chức năng dẫn hướng của rôto dòng chảy rời 22 là tạo ra môi trường động để loại bỏ các giọt

sương và bụi. Rôto dòng chảy rời 22 là bộ phận dẫn hướng dòng khí thải đi qua thiết bị khử bụi và khử sương 2 để thay đổi hướng di chuyển của nó từ trên xuống dưới thành chuyển động quay với tốc độ cao, và bao gồm xilanh trung tâm 221 và các cánh gạt 222. Để đảm bảo hiệu suất khử bụi và khử sương tương đối cao, rôto dòng chảy rời hai lớp thường được sử dụng.

Các cánh gạt 222 là các cánh quạt mỏng, cong, với bề mặt nhẵn, và được bố trí đều trong khu vực hình khuyên giữa xilanh trung tâm 221 và xilanh dẫn hướng dòng 21 ở góc nghiêng nhất định. Góc giữa cánh gạt 222 và xilanh trung tâm 221 nằm trong khoảng từ 20 độ đến 55 độ, và tỷ lệ che chắn giữa các cánh gạt liền kề nằm trong khoảng từ -10% đến 45%. Góc giữa cánh gạt dòng xoáy 432 của rôto dòng xoáy 43 và thân xilanh bên trong 431 và tỷ lệ che chắn giữa các cánh gạt 432 và cánh gạt dòng xoáy 432 liền kề có thể giống hoặc khác với cánh gạt 222 của rôto dòng chảy rời 22. Số lượng, góc nghiêng, và vùng phủ của các cánh gạt 222 có thể được điều chỉnh theo yêu cầu lượng bụi của vào. Nói chung, lượng bụi của vào của khí thải ban đầu càng cao, càng có nhiều cánh gạt; góc nghiêng càng nhỏ, diện tích phủ càng lớn. Trong khi đó, góc nghiêng của cánh gạt 222 cũng có liên quan đến tốc độ dòng chảy qua xilanh dẫn hướng dòng 21. Tốc độ dòng chảy qua xilanh dẫn hướng dòng 21 càng lớn, góc nghiêng của cánh gạt 222 càng lớn. Các góc của cánh gạt 222 đáp ứng tiêu chuẩn là tốc độ thực tế của khí trong chuyển động quay của khí sau khi được dẫn hướng bởi các cánh gạt lớn hơn hoặc bằng 8 m/giây.

Xi lanh trung tâm 221 là một hình trụ tròn với bề mặt ngoài mịn và đầu được đóng kín. Đường kính của xilanh trung tâm 221 được phối hợp với đường kính của xilanh dẫn hướng dòng 21, và thông thường diện tích mặt cắt ngang của xilanh trung tâm 221 nằm trong khoảng từ 15% đến 50% diện tích mặt cắt ngang của hình xilanh dẫn hướng dòng.

Hai vòng vách ngăn nước được tạo ra bên trong xilanh dẫn hướng dòng 21, và là các bộ phận trong thiết bị khử bụi và khử sương để khống chế lượng chất lỏng giữ lại. Vòng vách ngăn nước chính 231 được bố trí bên dưới rôto dòng chảy rời phía trên 22, và vách ngăn vòng nước thứ hai 232 được bố trí tại cửa ra của xilanh dẫn hướng dòng 21.

Các thông số độ dày và chiều cao của mỗi vòng vách ngăn nước ảnh hưởng đến sức cản hoạt động của thiết bị. Khi giá trị hợp lý cho độ dày và chiều cao của vòng

vách ngăn nước được thiết lập, khi giữ lại chất lỏng tối đa trong thiết bị có thể thu được. Chức năng giữ lại được tăng cường rất nhiều, và sức cản hoạt động cũng tăng lên rất nhiều. Do đó, các thông số của vòng vách ngăn nước nên được xác định dựa trên tổng lượng giọt sương trong khí thải, phân bố đường kính của các hạt sương, đường kính của các hạt bụi và đặc điểm của các hạt bụi, và các yếu tố tương tự.

Trên xilanh dẫn hướng dòng 21, hai hàng lỗ rỗng 24 được cung cấp ở độ cao nhất định ở phần dưới của rôto dòng chảy rời 22, và được bố trí đều tại các vị trí trên mặt cắt ngang. Các lỗ rỗng 24 tiếp tuyến với thành bên trong của xilanh dẫn hướng dòng 21, và có cùng hướng quay với các cánh gạt 222. Các lỗ rỗng 24 ở hàng dưới có đường kính lớn hơn các lỗ rỗng 24 ở hàng trên. Số lượng và đường kính của các lỗ rỗng 24 được điều chỉnh theo lượng giọt sương ở cửa vào khí thải. Lỗ rỗng 24 là một thành phần trong thiết bị khử bụi và khử sương để kiểm soát độ dày lớp chất lỏng trên bề mặt thành của xilanh dẫn hướng dòng 21. Các lỗ rỗng 24 là miệng có cùng hướng quay với các cánh gạt 222, tiếp tuyến với bề mặt thành bên trong của xilanh dẫn hướng dòng 21, và có đường rạch mịn. Kích thước, số lượng và chiều cao triển khai các lỗ rỗng 24 dựa trên lượng giọt sương trong khí thải, phân bố đường kính của các giọt sương, đường kính và đặc điểm của hạt bụi, và các yếu tố tương tự. Các lỗ rỗng 24 có chức năng đảm bảo rằng các giọt sương và bụi được loại bỏ bởi thiết bị được xả nhanh từ thiết bị, để tránh tạo thành các giọt sương thứ cấp gây ra bởi sự dày lên của màng chất lỏng, và cũng để tránh không giữ màng chất lỏng sau khi lượng chất lỏng quá thừa được thải ra. Giọt sương và bụi di chuyển ở tốc độ cao trực tiếp va chạm với thành bên trong của xilanh dẫn hướng dòng 21 để tạo ra lượng lớn của giọt sương và bụi thứ cấp mịn hơn.

Hoạt động của thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống sẽ được mô tả với khí thải sạch thông thường thu được thông qua quy trình khử lưu huỳnh đá vôi thạch cao ướt, có chứa lượng lớn các giọt sương và có yêu cầu khử bụi và khử sương, làm ví dụ. Các hạt chất lỏng dạng giọt sương chứa trong khí thải sạch thu được qua quy trình khử lưu huỳnh đá vôi thạch cao ướt được tạo thành từ hai nguồn, các giọt bùn mịn được tạo thành bên trong và chạm bên trong của bùn được phun và giọt sương được tạo thành từ việc làm mát và ngưng tụ của khí thải sạch bão hòa. Ở đây, các hạt bụi rắn chứa trong khí thải sạch cũng có hai nguồn, tức là các hạt bụi rắn mịn trong khí thải không bị giữ bởi bùn và thạch cao và đá vôi hạt không hòa tan treo trong các giọt bùn, cả hai đều là "bụi" theo tiêu chuẩn đo lường hiện có. Khí thải sạch thu được thông qua

việc khử lưu huỳnh có đặc điểm nhiệt độ thấp cho việc bão hòa, lượng giọt sương lớn và lượng bụi lớn.

Khí thải sạch mang theo lượng lớn các giọt sương và bụi di chuyển lên phía trên, và đi vào khu vực của thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống 2. Sau khi đi qua rôto dòng chảy rối chính 22, hướng dòng của khí thải thay đổi từ di chuyển theo chiều dọc lên phía trên sang quay lên trên. Theo đó, mật độ dòng khí được tăng cường đáng kể. Xúc suất va chạm lẫn nhau của các giọt sương và bụi trong khí thải sạch trong pha khí chảy rối tăng lên đáng kể, do đó chúng được đóng thành khối trong thành hạt giọt lớn hơn để được loại bỏ một phần.

Do có sự khác biệt lớn về mật độ giọt sương và bụi dạng bột trong dòng khí quay ở tốc độ cao, giọt sương và bụi dạng bột trong dòng khí quay ở tốc độ cao dần dần bắt đầu di chuyển hướng đến bề mặt thành dưới tác dụng của lực ly tâm. Dưới tác động của dòng khí, các giọt bắt được tổng hợp lại và sau đó tạo thành một lớp màng chất lỏng quay với độ dày đồng đều trên bề mặt thành của xilanh dẫn hướng dòng 21. Hướng quay của màng chất lỏng giống như của dòng khí. Khi những giọt sương và bụi di chuyển gần với bề mặt thành của xilanh dẫn hướng dòng 21 ở tốc độ cao, chúng tiếp xúc với màng chất lỏng quay, được hấp thụ bởi màng chất lỏng này, và sau đó được khử. Trong trường hợp không đủ độ dày màng chất lỏng hoặc không có màng chất lỏng, giọt sương và bụi di chuyển với tốc độ cao tác động trực tiếp lên bề mặt thành, và bị buộc biến thành giọt sương và bụi mịn, điều này dẫn đến không thể đạt được mục đích khử sương và khử bụi. Nếu độ dày màng lớn quá, dòng khí di chuyển với tốc độ cao có thể cắt thành chất lỏng trên bề mặt của màng chất lỏng và thổi chất lỏng thành các giọt sương. Khi màng chất lỏng hấp thụ giọt sương và bụi quay đến các lỗ rỉ 24, một phần của màng chất lỏng có thể được xả ra khỏi thiết bị từ các lỗ rỉ 24, để đạt được mục đích ổn định độ dày màng chất lỏng.

Màng chất lỏng ở một độ cao nhất định bị chặn bởi các vòng vách ngăn nước 23, bị hư hại và nằm rải rác trong các giọt chất lỏng để rơi xuống và quay trở lại phần trên của rôto dòng chảy rối 22. Số lượng lớn các giọt chất lỏng được tạo thành bên trong các hốc của bộ khử bụi và khử sương, và tiếp xúc với khí thải đi vào các bộ khử bụi và khử sương, từ đó đạt được khả năng giữ được giọt sương và bụi; các giọt sương và bụi bị giữ được ném lên màng chất lỏng cùng với dòng khí tốc độ cao, để màng chất lỏng được tái phân tán trong các giọt chất lỏng bởi vòng vách ngăn nước 23.

Màng chất lỏng xoáy rửa sạch lặp đi lặp lại mặt thành của xilanh dẫn hướng dòng 21, do đó ngăn ngừa một cách hiệu quả việc tạo khối và tạo thành vảy do thạch cao kết tinh. Tốc độ dòng khí cao rửa bề mặt của cánh gạt 222, nhưng không gian tối thiểu giữa các cánh gạt là lớn hơn hoặc bằng 20mm. Do đó, sẽ không có việc tạo khối và tạo thành vảy.

Khi dòng khí tiếp tục di chuyển lên phía trên, vận tốc góc của chuyển động xoáy bắt đầu giảm dần dần, nhưng một phần của các giọt sương và bụi mịn chưa được loại bỏ. Do đó, rôto dòng chảy rời 22 được lắp đặt để liên tục tạo môi trường tốc độ xoáy cao cho dòng khí. Sau đó, lặp lại quy trình tích tụ, thu giữ và loại bỏ giọt sương và xả bụi được thực hiện, và đạt được việc tinh lọc giọt sương và bụi trong khí thải. Sức cản hoạt động của thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống 2 chỉ là 350Pa, và hiệu quả loại bỏ có thể đáp ứng 5mg/Nm<sup>3</sup> cho hàm lượng phát thải bụi tại cửa ra.

Thiết bị khử sương và khử bụi kiểu chùm ống 2 được làm bằng vật liệu PP (poly propylen) có độ bền cao, trọng lượng nhẹ và chi phí thấp, và đáp ứng được yêu cầu chống ăn mòn và độ bền kết cấu. Tốc độ dòng của khí thải cao hơn so với tốc độ dòng khí thải trong phần ngang của tháp hấp thụ. Thiết bị khử sương và khử bụi kiểu chùm ống 2 có thể được triển khai trực tiếp bên trong tháp hấp thụ, và việc triển khai rất đơn giản và thuận tiện.

Số lượng bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 41 trong thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm phụ thuộc vào tốc độ dòng xoáy của khí qua hệ thống trong điều kiện làm việc. Nhìn chung, số lượng bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 41 được thiết kế phù hợp với tốc độ dòng 20000 ~ 25000m<sup>3</sup>/giờ của khí thải qua mỗi bộ phận trong điều kiện làm việc. Sau khi khí thải đi qua thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 4 và lớp phun 3, SO<sub>2</sub> được lấy ra từ khí thải, và nhiệt độ khí thải được giảm xuống đến nhiệt độ bão hòa. Theo đó, tốc độ dòng khí thải trong điều kiện làm việc được giảm.

Số lượng bộ khử bụi và khử sương phụ thuộc vào tốc độ dòng khí thải tại cửa ra của thân tháp 1 trong điều kiện làm việc, và được thiết kế phù hợp với tốc độ dòng 2000 ~ 2500m<sup>3</sup>/giờ của khí thải qua mỗi bộ phận trong điều kiện làm việc.

Khi khí thải cửa vào là khí thải bão hòa, tỷ lệ của số lượng a bộ khử bụi và khử sương với số lượng b bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm như sau: a: b = (9 ~ 10): 1;

và khí thải cửa vào là khí thải không bão hòa, tỷ lệ giữa số lượng a bộ khử bụi và khử sương với số lượng b bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm là:  $a : b = (5 \sim 9) : 1$ .

Phương pháp tích hợp phối hợp dòng xoáy và dòng chìm để khử lưu huỳnh và khử bụi cực sạch theo một phương án của sáng chế bao gồm bước phun và tuần hoàn bùn, việc phối hợp dòng xoáy khí-lỏng và dòng chìm gây ra sự tiếp xúc và phản ứng, quy trình oxy hóa bùn và kết tinh thạch cao, và việc khử bụi và khử sương kiểu chùm ống khí thải đầu ra. Khí thải ban đầu đi vào thân tháp hấp thụ khử lưu huỳnh 1 thông qua quạt hút hoặc quạt tăng tốc, liên tục chảy qua thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 4, lớp phun 3 và thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống 2 từ dưới lên trên, và cuối cùng được thải ra vào ống khói khí thải thông qua kênh khí thải sạch sau khi quy trình lọc qua việc khử lưu huỳnh và loại bỏ bụi được thực hiện. Sau khi đi vào tháp hấp thụ, khí thải nhiệt độ cao ban đầu đầu tiên được trộn hoàn toàn và tiếp xúc hoàn toàn với bùn được phun từ lớp phun 3 trong thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 4, qua đó thực hiện thanh lọc sơ bộ sau khi làm mát, rửa và được hấp thụ bởi bùn. Nhiệt độ của khí thải ban đầu được giảm, hầu hết khí  $\text{SO}_2$  được lấy ra ở đây, và một phần của bụi được rửa sạch và bị giữ bởi bùn trong thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 4. Khi đi qua lớp phun 3, khí thải tại đầu ra của thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 4 tiếp xúc ngược dòng với bùn được phun từ lớp phun 3 để đạt được khả năng khử lưu huỳnh thêm nữa, do đó nồng độ  $\text{SO}_2$  ở cửa vào của thiết bị khử bụi và khử sương kiểu bó 2 tiếp tục giảm xuống còn  $35\text{mg}/\text{Nm}^3$  hoặc thấp hơn. Bùn được phun từ lớp phun 3 có nguồn gốc từ bùn trong bể bùn 5 của tháp hấp thụ, được tạo áp lực bởi bơm tuần hoàn bùn, và sau đó được phun qua vòi phun của lớp phun, với áp lực làm việc của vòi phun nằm trong khoảng từ 0,04 đến 0,1MPa, đường kính hạt trung bình của các giọt chất lỏng được phun xấp xỉ 2mm, và tỷ lệ chất lỏng-khí nằm trong khoảng từ 5 đến 20. Ở đây, nhiệt độ khí thải được giảm hơn nữa, nồng độ hơi nước đạt đến trạng thái bão hòa. Khi rời khỏi lớp phun 3, khí thải không chỉ chứa các vi hạt bụi còn lại chưa được giữ lại bởi giọt chất lỏng trong thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 4 và lớp phun 3 trong khí thải ban đầu, mà còn kéo theo một phần các giọt bùn mịn được tạo thành bên trong lớp phun. Khí thải sau khi được khử lưu huỳnh ssi vào thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống 2 với tốc độ dòng trung bình nằm trong khoảng từ 2 đến 6m/giây trong mặt cắt của tháp hấp thụ. Trong thiết bị khử bụi và khử sương loại chùm ống 2, các giọt bùn mịn và các vi hạt bụi còn lại trong

khí thải bị giữ lại và bị loại bỏ. Tổng lượng bụi tại cửa ra của thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống 2 được điều khiển đến giá trị  $5\text{mg}/\text{Nm}^3$  hoặc ít hơn. Khí thải được thanh lọc hoàn toàn thành khí thải sạch, và được xả vào ống khói khí thải qua kênh khí thải tại đầu ra của tháp hấp thụ. Các giọt bụi và bùn bị giữ lại bởi thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống 2 hội tụ lại, sau đó rời khỏi thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống 2, và chảy vào bể bùn 5 ở phần dưới cùng của tháp hấp thụ bởi lực hấp dẫn. Bụi và bùn còn lại trong thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống 2 thường xuyên được dồn bởi bộ phận xả của thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống; nước dồn của thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống 2 được cấp bởi nước được bơm bằng bơm nước dồn của thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống, với áp lực hoạt động của nước dồn nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,4MPa.

Hệ thống tích hợp để khử lưu huỳnh và khử bụi cực sạch theo một phương án thực hiện của sáng chế có chi phí đầu tư và chi phí vận hành thấp, ngoài việc đáp ứng yêu cầu môi trường chặt chẽ, tạo điều kiện thuận lợi cho việc xây dựng hệ thống khử lưu huỳnh mới và chuyển đổi hệ thống khử lưu huỳnh cũ.

Phương pháp tích hợp phối hợp dòng xoáy và dòng chìm để khử lưu huỳnh và khử bụi cực sạch theo sáng chế được áp dụng cho hệ thống tích hợp được mô tả trên đây để khử lưu huỳnh và khử bụi cực sạch, phương pháp này bao gồm các bước:

Bước 1: oxy hóa bùn và tinh thể hóa thạch cao

Không khí bị oxy hóa được bơm vào bể bùn 5, và được pha trộn hoàn toàn với bùn thạch cao đã vôi dưới tác động của máy khuấy, để canxi sulfit trong bùn bị oxy hóa thành canxi sulfat, và sau đó canxi sulfat được kết tinh thành các hạt thạch cao.

Bước 2: phun và tuần hoàn bùn

Theo trạng thái của khí thải ban đầu và các yêu cầu về khí thải sạch (nồng độ phát thải bụi  $5\text{mg}/\text{Nm}^3$ ), bùn thu được từ bước 1 được bơm vào các lớp phun 3 bằng cách sử dụng bơm tuần hoàn để phun, và bùn được phun chảy trở lại đến bể bùn 5, tại đó áp lực hoạt động của vòi phun trong lớp phun 3 nằm trong khoảng từ 0,04 đến 0,1MPa, đường kính hạt trung bình của các giọt chất lỏng phun xấp xỉ 2mm, và tỷ lệ chất lỏng-khí nằm trong khoảng từ 5 đến 20.

Bước 3: phối hợp dòng xoáy và dòng chìm để tiếp xúc khí và chất lỏng và thực hiện phản ứng giữa khí và chất lỏng

Cánh gạt dòng xoáy 432 được sử dụng để thay đổi hướng dòng xoáy của khí thải từ dưới lên trên trong tháp, để hướng dòng của khí thải thay đổi từ di chuyển theo chiều dọc lên phía trên thành quay hướng lên trên ở tốc độ tăng lên. Khí thải tiếp xúc với bùn được phun từ lớp phun 3 để loại bỏ  $\text{SO}_2$  và một phần bụi. Sau đó, khí thải tích tụ đến trung tâm của bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm 41 do hạn chế về đường kính bên trong thu hẹp của thiết bị dẫn hướng dòng 45. Bùn hỗn hợp với khí thải, bị chặn bởi thiết bị dẫn hướng dòng 45, rơi xuống và trở về phần trên của rôto dòng xoáy 43. Được dẫn động bởi cánh gạt dòng xoáy 432, khí thải có tốc độ quay cao, đạt vận tốc thẳng của các hạt khí thải nằm trong khoảng từ 10 đến 15m/giây, phân phối trường vận tốc giảm dần từ trung tâm đến các cạnh dọc theo cánh gạt dòng xoáy, và hướng vectơ vận tốc quay trở lên theo hướng nghiêng của cánh gạt dòng xoáy. Dòng khí tốc độ cao được pha trộn mạnh với lượng bùn lớn, và được phân tán trong các bong bóng mịn. Được dẫn động bởi dòng khí tốc độ cao, bùn cũng quay với tốc độ cao trong thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm, và vận tốc quay tối đa của lớp lót bùn có thể đạt tới 5m/giây. Trong thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm, sự pha trộn, tiếp xúc và phản ứng của khí thải với bùn có thể được hoàn thành ở tốc độ dòng xoáy trung bình trên mặt cắt nằm trong khoảng từ 2 đến 6m/giây. Tốc độ dòng xoáy và lượng bùn trong thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm được giảm với dự giảm của tốc độ dòng xoáy trung bình trên mặt cắt ngang, nhưng thời gian tiếp xúc trung bình của khí thải và bùn được tăng lên cùng với giảm của tốc độ dòng xoáy trung bình trên mặt cắt. Thời gian trộn khí-lông, tiếp xúc và phản ứng của khí thải với bùn trong thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm nằm trong khoảng từ 0,2 đến 0,5 giây.

#### Bước 4: khử bụi và khử sương sơ bộ

Khí thải sau khi được khử lưu huỳnh ở bước 3 đi vào thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống 2 với tốc độ dòng trung bình nằm trong khoảng từ 2 đến 6m/giây trên mặt cắt của tháp hấp thụ để tạo thành hạt sương và hạt bụi, hạt sương và các hạt bụi được tích tụ thành các hạt lớn hơn bằng cách sử dụng rôto dòng chảy rời 22 được lắp đặt ở phần dưới của bộ khử bụi và khử sương, sau đó các hạt lớn hơn lắng xuống. Tốc độ dòng trung bình của khí thải chảy qua mặt cắt ngang của xilanh dẫn hướng dòng 21 nằm trong khoảng từ 2 đến 8m/giây, và thời gian lưu trú trung bình trong xilanh dẫn hướng dòng nằm trong khoảng từ 0,1 đến 0,5 giây.

#### Bước 5: khử bụi và khử sương thêm

Sau khi khử bụi và khử sương sơ bộ ở bước 4, khí thải mà tiếp tục đi lên với tốc độ cao tiếp xúc nhiều với các giọt sương và các hạt bụi rắn, và chất lỏng bị giữ lại để đạt được việc tách riêng.

Khí thải sạch mang nhiều giọt sương và hạt bụi đi lên với tốc độ dòng 3,5m/giây, và đi vào thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống 2. Tốc độ dòng của khí thải khi vào thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống 2 được tăng lên đến 5m/giây. Sau khi đi qua rôto dòng chảy rối 22, tốc độ dòng của các hạt dòng khí thải được tăng lên đến lớn hơn hoặc bằng 8m/giây, và hướng của dòng khí thay đổi từ di chuyển theo chiều dọc lên phía trên thành quay lên trên. Theo đó, mức biến động của dòng khí được tăng cường đáng kể. Xúc suất và chạm lẫn nhau của các giọt sương và hạt bụi trong khí thải sạch trong pha khí chảy rối tăng lên đáng kể, do đó chúng tích tụ thành các hạt lớn hơn để được loại bỏ một phần.

#### Bước 6: khử bụi và khử sương sâu

Sau khi khử bụi và khử sương hơn nữa cho khí thải ở bước 5, các giọt và các hạt bụi rắn quay cùng khí thải. Do sự khác biệt lớn về mật độ của các giọt sương và các hạt bụi rắn so với khí, giọt sương và hạt bụi trong dòng khí quay ở tốc độ cao bắt đầu từ từ di chuyển theo hướng của bề mặt thành được dẫn động bởi lực ly tâm. Dưới tác động của dòng khí, các giọt bị giữ được tích tụ lại và tạo thành lớp màng chất lỏng quay với độ dày đồng đều trên bề mặt thành bên trong của xilanh dẫn hướng dòng 21. Hướng quay của màng chất lỏng giống như của hướng quay của dòng khí. Khi các giọt sương và hạt bụi gần với bề mặt thành ở trạng thái tốc độ cao, chúng tiếp xúc với màng chất lỏng quay, và bị hấp thụ bởi màng chất lỏng quay này, và sau đó bị loại bỏ. Khi màng chất lỏng đã hấp thụ các giọt sương và hạt bụi xoay đến các lỗ rỉ 24, một phần của màng chất lỏng bị xả ra từ các lỗ rỉ 24. Sức cản hoạt động của thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống 2 là 350Pa, tác dụng loại bỏ đạt đến nồng độ phát thải bụi tại cửa ra 5mg/Nm<sup>3</sup>, và lượng giọt là 25mg/Nm<sup>3</sup> hoặc thấp hơn.

Phần mô tả ở trên chỉ là sự kết hợp ưu tiên của các phương án thực hiện của sáng chế, không nhằm giới hạn sáng chế. Mọi phương án sửa đổi, thay thế, cải tiến tương đương hoặc các phương án tương tự được thực hiện theo tinh thần và nguyên tắc của sáng chế đều nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

### Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống tích hợp phối hợp dòng xoáy và dòng chìm để khử lưu huỳnh và khử bụi bao gồm:

lớp phun (3) được lắp trong thân tháp (1),  
bể bùn (5) được bố trí dưới thân tháp (1),  
bơm tuần hoàn (6) được lắp trong bể bùn (5),  
thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm (4) được lắp phía trên bể bùn (5) và nằm dưới lớp phun (3),

thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống (2) được bố trí trên đỉnh của thân tháp (1), trong đó

thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm (4) bao gồm:

các bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm (41), và

các dầm đỡ (42), được bố trí bên dưới các bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm (41), để đỡ thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm (4), trong đó

các bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm (41) liền kề được nối với cánh đóng kín (46), mỗi bộ phối hợp dòng xoáy và dòng chìm (41) bao gồm xilanh dòng xoáy (44), trong đó

thiết bị dẫn hướng dòng (45) được bố trí bên trên xilanh dòng xoáy (44), xilanh dòng xoáy (44) bao gồm rôto dòng xoáy (43) và rôto dòng xoáy (43) bao gồm thân xilanh trong (431) và các cánh gạt dòng xoáy (432), trong đó đường kính trong thứ nhất của thiết bị dẫn hướng dòng (45) ở vị trí thứ nhất mà khí thải chảy ra nhỏ hơn đường kính trong thứ hai của thiết bị dẫn hướng dòng (45) ở vị trí thứ hai mà khí thải chảy vào; và

thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống (2) bao gồm các bộ khử bụi và khử sương, mỗi trong số đó bao gồm xilanh dẫn hướng dòng (21) và n rôto dòng chảy rời (22) được lắp đặt bên trong xilanh dẫn hướng dòng (21), trong đó  $n \geq 1$ , các rôto dòng chảy rời (22) được bố trí vuông góc với thành của xilanh dẫn hướng dòng (21),

vòng vách ngăn nước (23) được bố trí ở thành trong của xilanh dẫn hướng dòng (21) của thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống (2), để tạo thành màng chất lỏng có chứa lượng chất lỏng ổn định.

2. Hệ thống theo điểm 1, trong đó xilanh dẫn hướng dòng (21) là hình trụ tròn được bố trí theo hướng dọc.
3. Hệ thống theo điểm 1 hoặc 2, trong đó số lượng là  $n$ , đường kính và chiều cao của xilanh dẫn hướng dòng (21) được bao gồm trong các bộ khử bụi và khử sương được xác định dựa trên ít nhất một phần trong số các yếu tố sau: khi lượng bụi của ra nhỏ hơn hoặc bằng  $5\text{mg}/\text{Nm}^3$ , tốc độ dòng trung bình của khí thải chảy qua mặt cắt của xilanh dẫn hướng dòng nằm trong khoảng từ 5 đến 6m/giây, và thời gian lưu trú của khí thải nằm trong khoảng từ 0,2 đến 0,3 giây.
4. Hệ thống theo điểm 1, trong đó rôto dòng chảy rối (22) bao gồm một hoặc nhiều cánh gạt (222) được bố trí đều trong khu vực hình khuyên giữa thành bên ngoài của xilanh trung tâm (221) và thành bên trong của xilanh dẫn hướng dòng (21).
5. Hệ thống theo điểm 4, trong đó xilanh trung tâm (221) là hình trụ tròn với đầu trên kín, và diện tích cắt ngang của nó chiếm từ 15% đến 50% diện tích mặt cắt ngang của xilanh dẫn hướng dòng (21).
6. Hệ thống theo điểm 1, trong đó thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống (2) bao gồm một hoặc nhiều lỗ ri (24) để kiểm soát bề mặt thành bên trong của thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống (2) nhằm tạo thành màng chất lỏng có độ dày đồng đều và quay ở tốc độ cao; một hoặc nhiều lỗ ri (24) là các lỗ hở có hướng quay tương tự như hướng quay của các cánh gạt (222), và tiếp tuyến với bề mặt thành bên trong của xilanh dẫn hướng dòng (21).
7. Hệ thống theo điểm 1, trong đó thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống (2) có các bộ phận xả được phân phối cho mỗi bộ khử bụi và khử sương, trong đó mỗi bộ phận xả được bố trí trên các trục trung tâm của xilanh dẫn hướng dòng (21) của bộ khử bụi và khử sương và bao gồm vòi xả vuông góc với thành bên trong của xilanh dẫn hướng dòng.

8. Phương pháp tích hợp phối hợp dòng xoáy và dòng chìm để khử lưu huỳnh và khử bụi áp dụng cho hệ thống tích hợp phối hợp dòng xoáy và dòng chìm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7 bao gồm các bước sau:

oxy hóa bùn và tinh thể hóa thạch cao: không khí bị oxy hóa được bơm vào bể bùn (5), và trộn hoàn toàn với bùn thạch cao đá vôi dưới tác động của máy khuấy, để canxi sulfite trong bùn bị oxy hóa thành canxi sulfate, và sau đó canxi sulfate được kết tinh trong các hạt thạch cao;

phun và tuần hoàn bùn: theo tình trạng khí thải ban đầu và các yêu cầu về khí thải sạch, bùn được xử lý ở bước oxy hóa bùn và tinh thể hóa thạch cao được bơm vào các lớp phun (3) bằng cách sử dụng bơm tuần hoàn để phun;

phối hợp dòng xoáy và dòng chìm để tiếp xúc khí và chất lỏng và thực hiện phản ứng của khí và chất lỏng: các cánh gạt dòng xoáy (432) trong thiết bị phối hợp dòng xoáy và dòng chìm (4) thay đổi hướng dòng xoáy của khí thải từ dưới lên trên trong tháp để làm quay trở lên ở tốc độ tăng; bùn được phun lên lớp phun, và sau khi bùn chảy từ trên xuống dưới tiếp xúc với khí thải, một phần của khí thải tụ đến trung tâm, và khí thải, mà tiếp tục dòng xoáy đi lên do hạn chế về đường kính bên trong thu hẹp của thiết bị dẫn hướng dòng (45), hội tụ với bùn, bùn chảy xuống về phía trung tâm để khử lưu huỳnh nhanh chóng và rửa bùn để loại bỏ một phần của bụi;

khử bụi và khử sương sơ bộ: khi khí thải đi lên với tốc độ cao đi vào thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống (2), các rôto dòng chảy rời ở phần dưới của thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống (2) làm cho một lượng lớn giọt sương và các hạt chất lỏng trong khí thải và các hạt bụi va chạm với nhau và tích tụ thành các hạt lớn hơn, và sau đó các hạt lớn hơn được kết tủa;

khử bụi và khử sương sâu: thực hiện việc tách ly tâm các giọt sương mù, hạt chất lỏng và các hạt bụi rắn trong khí thải đang tiếp tục di chuyển lên với tốc độ cao xoáy ở tốc độ cao cùng với khí thải do sự chênh lệch tỷ trọng so với khí thải, và sau đó bị đập vào mặt thành trong của xilanh dẫn hướng dòng (21) của thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống (2), trong đó vòng vách ngăn nước (23) được bố trí trên thành trong của xilanh dẫn hướng dòng (21) của thiết bị khử bụi và khử sương kiểu chùm ống (2), để tạo thành màng chất lỏng có chứa lượng chất lỏng ổn định, và bị loại bỏ sau khi tiếp xúc với màng chất lỏng bám vào mặt thành của thiết bị này.

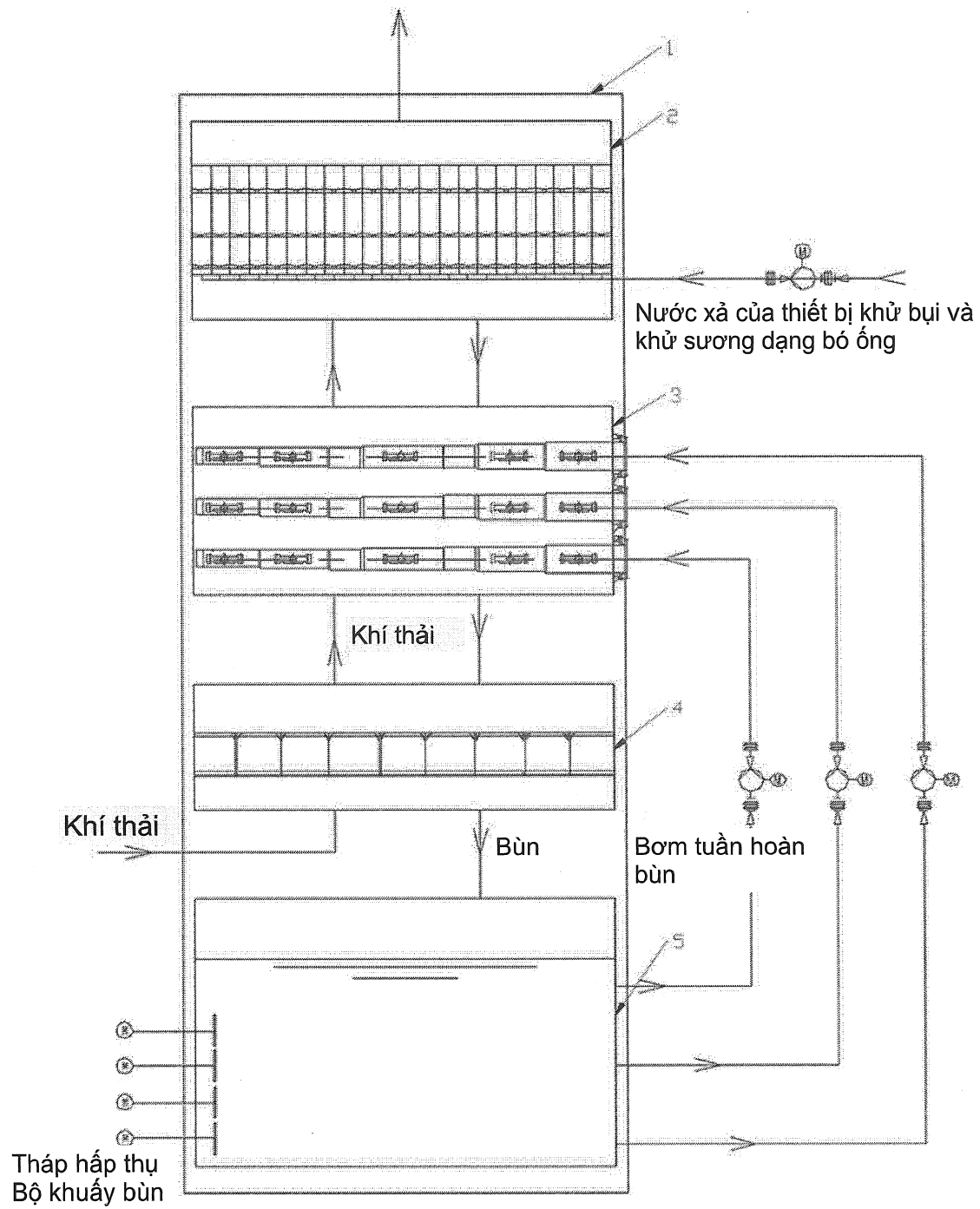


Fig. 1

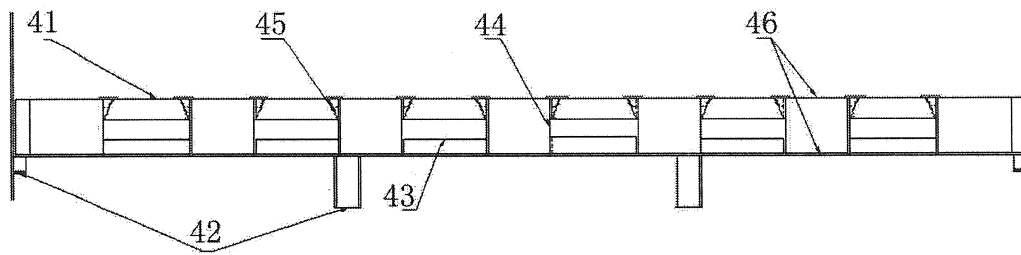


Fig. 2

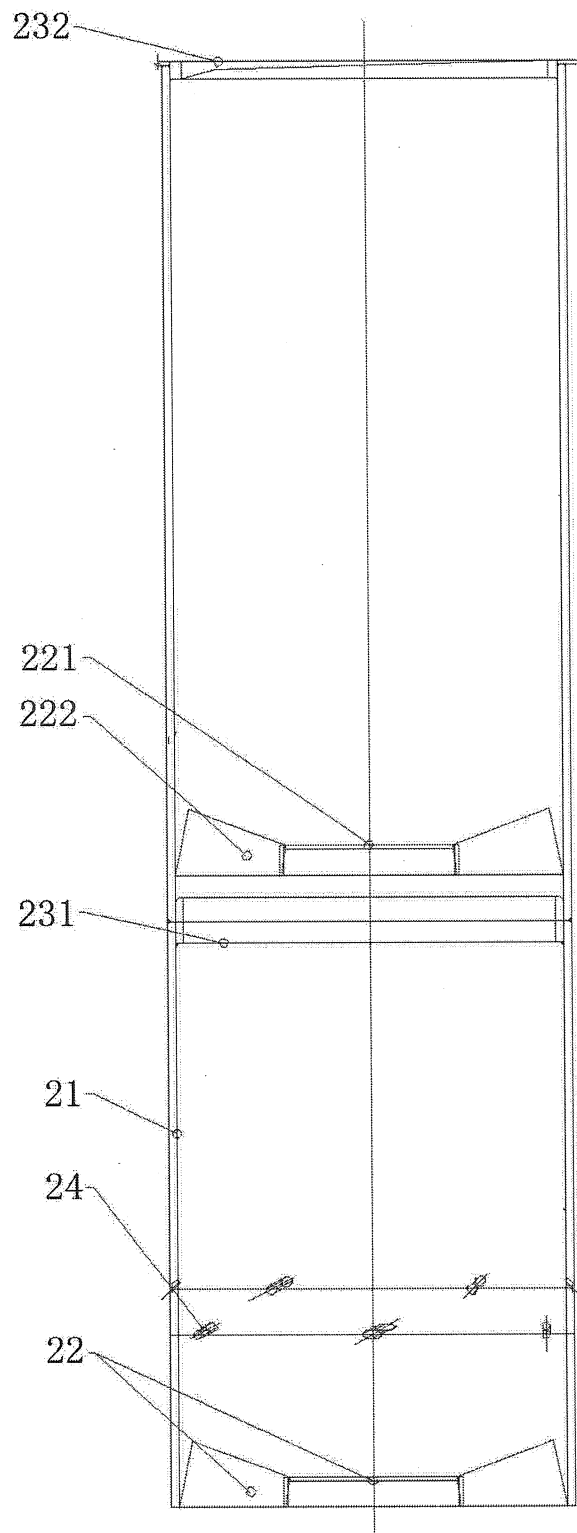


Fig. 3

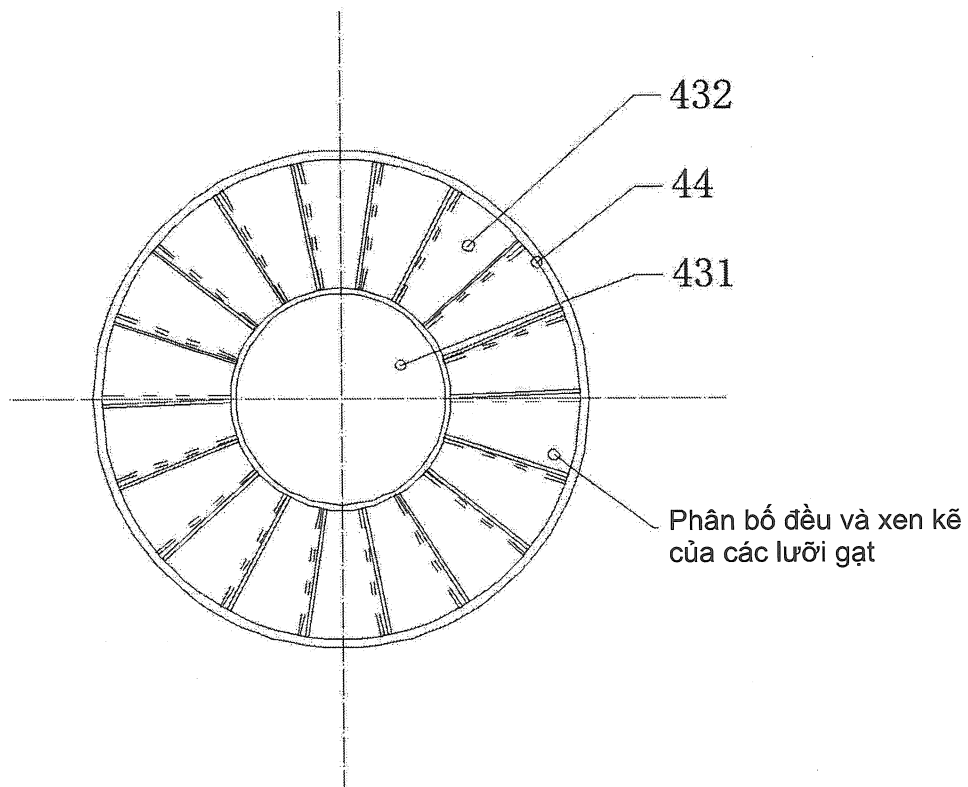


Fig. 4

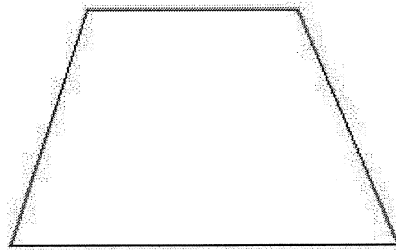


Fig. 5a

5/5

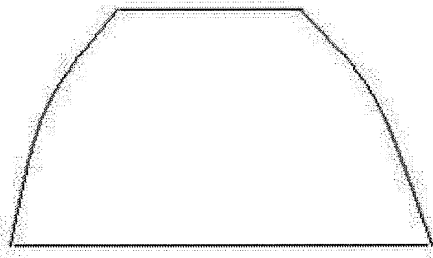


Fig. 5b

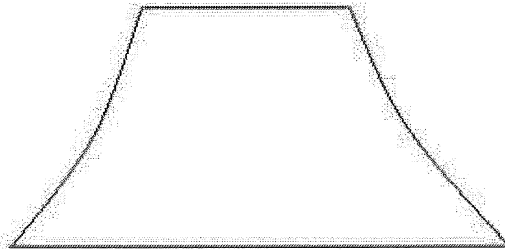


Fig. 5c

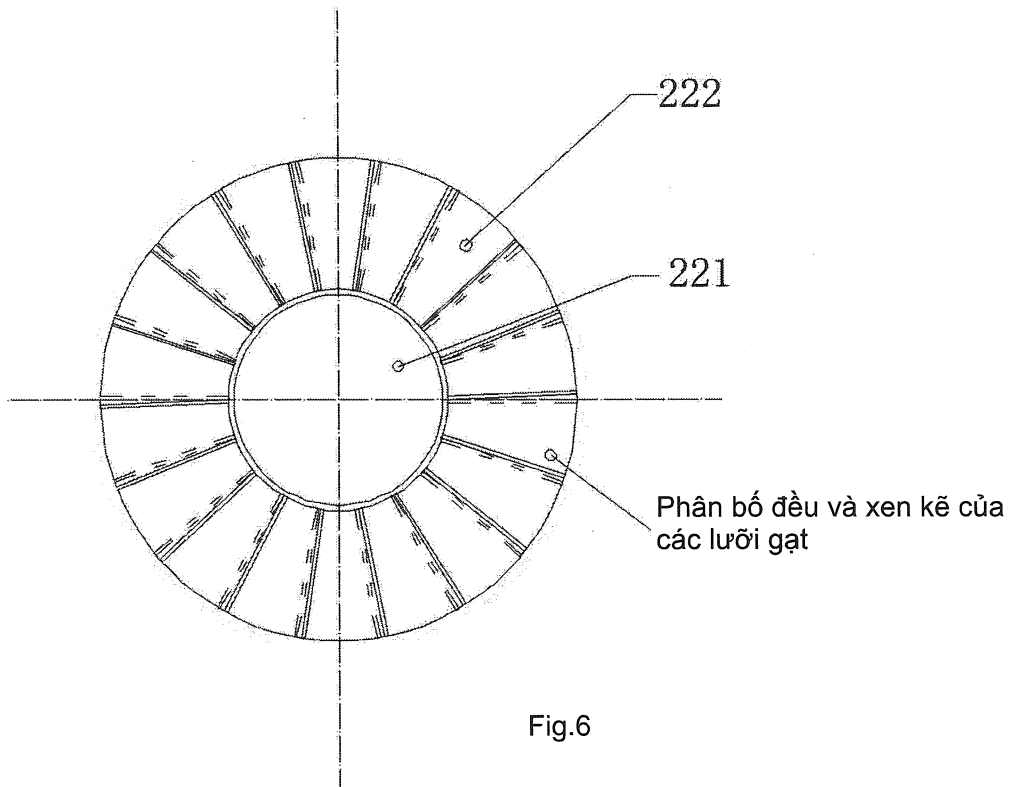


Fig.6