



(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)



1-0037290

(51)¹⁹ B01D 53/047; C01B 32/50; C01B 32/40 (13) B

(21) 1-2019-04542

(22) 06/12/2017

(86) PCT/JP2017/043776 06/12/2017

(87) WO 2018/135164 26/07/2018

(30) 2017-007133 19/01/2017 JP

(45) 25/10/2023 427

(43) 25/10/2019 379A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

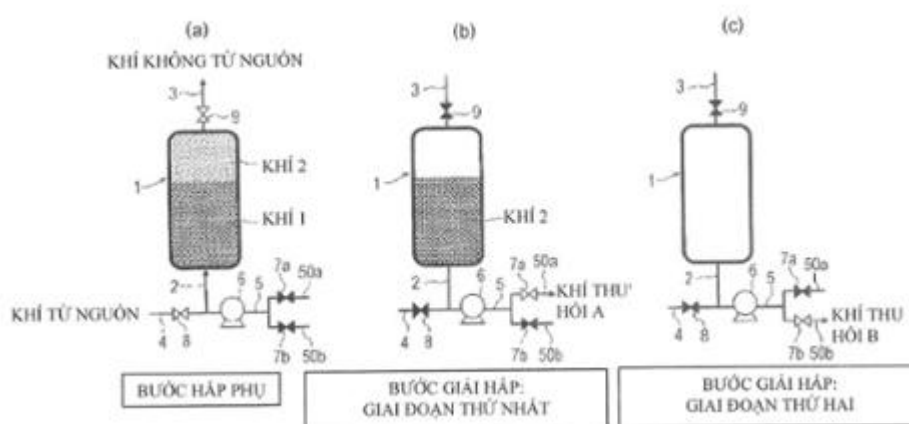
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) SHIGAKI Nobuyuki (JP); MOGI Yasuhiro (JP); HARAOKA Takashi (JP); SUMI Ikuhiro (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ TÁCH VÀ THU HỒI KHÍ

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp tách và thu hồi khí, tạo khả năng làm tăng nồng độ của khí thu hồi mà không cần thực hiện bước rửa, và nhờ đó thực hiện được việc tách và thu hồi thành phần khí đích ở nồng độ cao với ít năng lượng. Dựa trên thực tế là, chất hấp phụ khí có các đặc tính hấp phụ và giải hấp khác nhau tùy thuộc vào ái lực và áp suất của các loại khí, và các khí thuộc các loại khác nhau được giải hấp ở các thời điểm khác nhau, thành phần khí đích được tách và được thu hồi từ khí nguồn bằng quy trình hấp phụ áp suất chuyển đổi theo cách mà bước giải hấp được chia thành, ví dụ, hai khoảng thời gian và khí đã được giải hấp được thu hồi riêng rẽ trong khoảng thời gian tương ứng. Theo cách này, khí 1 và khí 2 có các thời điểm giải hấp khác nhau được hấp phụ vào chất hấp phụ, khí giàu ở khí 1, và khí giàu ở khí 2 có thể được thu hồi riêng rẽ với nhau. Do đó, trở thành có thể tách và thu hồi có lựa chọn thành phần khí đích với nồng độ cao.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp tách và thu hồi khí dựa trên công nghệ hấp phụ áp suất chuyển đổi (pressure swing adsorption - PSA), và thiết bị phù hợp để áp dụng phương pháp này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hấp phụ áp suất chuyển đổi (PSA) là công nghệ thường được sử dụng để tách thành phần khí đích từ khí nguồn (tham khảo, ví dụ, Tài liệu sáng chế 1). PSA sử dụng thực tế là các thành phần khí được hấp phụ vào chất hấp phụ ở các lượng khác nhau tùy thuộc vào loại khí và áp suất riêng phần của chúng. Quy trình tách này thường bao gồm bước (bước hấp phụ) trong đó các thành phần khí được làm cho hấp phụ vào chất hấp phụ, bước (bước rửa) trong đó phần khí đã được giải hấp được tách trong bể hấp phụ khác được cung cấp làm khí rửa để cho phép chất hấp phụ giữ được nhiều khí hơn, và bước (bước giải hấp) trong đó các thành phần khí được hấp phụ được giải hấp từ chất hấp phụ và được thu hồi. Các quy trình PSA đã được áp dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau và thường xuyên được sử dụng để sản xuất ra khí ở nồng độ cao bằng cách hấp phụ loại đơn của các thành phần khí có mặt trong khí nguồn. PSA là quy trình tăng áp trong đó các khí được tách nhờ sử dụng sự chênh lệch giữa áp suất tăng và áp suất môi trường, hoặc quy trình chân không trong đó việc tách khí sử dụng của sự chênh lệch giữa áp suất môi trường (hoặc áp suất tăng nhẹ) và áp suất giảm. Trong trường hợp sau, quy trình còn được gọi là hấp phụ chân không chuyển đổi VSA (vacuum swing adsorption - VSA).

Các tài liệu tình trạng kỹ thuật

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp Patent Nhật Bản chưa được xét nghiệm số H06-144818

Tài liệu không phải sáng chế

Tài liệu không phải sáng chế 1: N. Heymans et al., "Experimental and theoretical study of the adsorption of pure molecules and binary systems containing

methane, carbon monoxide, carbon dioxide and nitrogen. Application to the syngas generation", Chemical Engineering Science 66 (2011) pp. 3850-3858

Tài liệu không phải sáng chế 2: Arefi Pour et al., "Adsorption separation of CO₂/CH₄ on the synthesized NaA zeolite shaped with montmorillonite clay in natural gas purification process", Journal of Natural Gas Science and Engineering 36 (2016) pp. 630-643

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Các quy trình PSA đòi hỏi lượng lớn năng lượng điện để tách khí. Do đó, việc tiết kiệm được chi phí tách khí phụ thuộc đáng kể vào việc giảm tiêu thụ năng lượng của các quy trình PSA. Nhìn chung, phần chính của năng lượng cần thiết cho quy trình tách khí được đại diện bởi năng lượng được tiêu thụ bởi máy nén khí để tăng áp suất hấp phụ trong bước hấp phụ trong quy trình PSA tăng áp, hoặc bởi năng lượng được tiêu thụ bởi bơm chân không trong bước giải hấp trong quy trình PSA chân không. Lượng năng lượng được tiêu thụ bởi các thiết bị này là tăng so với việc tăng thể tích của khí mà được hấp phụ và được giải hấp.

Nếu chu trình vận hành PSA chỉ gồm có bước hấp phụ và bước giải hấp, quy trình nhìn chung tiêu thụ ít năng lượng nhưng dẫn đến nồng độ của khí thu hồi là thấp. Trong trường hợp mà quy trình đòi hỏi bước rửa trong đó phần khí đã được giải hấp được quay vòng làm khí rửa cho bể hấp phụ khác, nồng độ của khí thu hồi có thể tăng. Tuy nhiên, do thực tế là khí đã được giải hấp được hấp phụ lần nữa vào chất hấp phụ và được nạp cho bước giải hấp, lượng khí mà được giải hấp trong bước giải hấp là tăng và lượng năng lượng tiêu thụ tăng.

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp và thiết bị mà có khả năng tách và thu hồi khí theo cách mà giải quyết được các vấn đề kỹ thuật hiện còn tồn tại trong lĩnh vực này như đã được trình bày trên đây và thành phần khí đích có thể được tách từ khí nguồn và được thu hồi với nồng độ tăng mà không cần thực hiện bước rửa, nhờ đó giảm bớt lượng năng lượng tiêu thụ.

Giải pháp cho vấn đề

Các tác giả sáng chế đã tập trung nghiên cứu dựa trên thực tế là, chất hấp phụ khí nhìn chung có các đặc tính hấp phụ và giải hấp khác nhau tùy thuộc vào ái lực và áp suất của các loại khí, và các khí thuộc các loại khác nhau được giải hấp ở các thời điểm khác nhau trong bước giải hấp. Do đó, các tác giả sáng chế khi phát triển phương pháp mới để tách và thu hồi khí mà có thể tách và thu hồi thành phần khí đích với nồng độ cao, có lựa chọn bằng cách dựa vào sự chênh lệch về các thời điểm giải hấp và bằng cách thu hồi khí đã được giải hấp trong hai hoặc nhiều khoảng thời gian được chia ra.

Cụ thể, bản chất của sáng chế mà giải quyết các vấn đề được nêu ra trên đây như sau.

[1] Phương pháp tách và thu hồi khí để tách và thu hồi thành phần khí đích từ khí nguồn bằng cách hấp phụ áp suất chuyển đổi, phương pháp này bao gồm bước hấp phụ để làm cho các thành phần khí hấp phụ vào chất hấp phụ được đóng gói trong bể hấp phụ, và bước giải hấp để giải hấp các thành phần khí được hấp phụ vào chất hấp phụ trong bước hấp phụ và thu hồi khí đã được giải hấp, trong đó phương pháp này không bao gồm bước rửa mà phần khí đã được giải hấp từ bể hấp phụ khác được cung cấp làm khí rửa, và bước giải hấp được chia thành nhiều khoảng thời gian và khí đã được giải hấp được thu hồi trong khoảng thời gian tương ứng.

[2] Phương pháp tách và thu hồi khí được mô tả trong mục [1], trong đó ở bước hấp phụ, khí nguồn được đưa vào trong bể hấp phụ qua phía đầu thứ nhất của bể hấp phụ, và khí ngoài nguồn được xả qua phía đầu thứ hai của bể hấp phụ, và trong bước giải hấp, khí đã được giải hấp được xả qua phía đầu thứ hai của bể hấp phụ.

[3] Phương pháp tách và thu hồi khí được mô tả trong mục [1] hoặc mục [2], trong đó bể hấp phụ là bể hấp phụ thẳng đứng được tạo kết cấu để cho khí đi qua theo hướng thẳng đứng, và các bước với tốc độ dòng chảy cao nhất trong suốt quá trình vận hành được thực hiện sao cho dòng khí được đi theo hướng đi xuống.

[4] Phương pháp tách và thu hồi khí được mô tả theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3], trong đó bể hấp phụ được liên kết với van xả áp để làm giảm áp suất bên trong bể, và van xả áp được mở để làm giảm áp suất bên trong bể hấp phụ trước khi bể hấp phụ được tạo chân không bằng bơm chân không trong bước giải hấp.

[5] Phương pháp tách và thu hồi khí được mô tả trong mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [4], trong đó bước giải hấp được thực hiện theo cách mà bể hấp phụ được tạo chân không bằng bơm chân không để giải hấp khí hoặc các khí trong một hoặc nhiều khoảng thời gian từ lúc bắt đầu của bước này, và sau đó khí làm sạch được đưa vào trong bể hấp phụ để giải hấp khí hoặc các khí mà không sử dụng bơm chân không trong khoảng hoặc các khoảng thời gian tiếp theo.

[6] Phương pháp tách và thu hồi khí được mô tả trong mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [5], trong đó bước giải hấp được chia thành nhiều khoảng thời gian sao cho khí được giải hấp trong khoảng thời gian đặc hiệu có năng lượng cao hơn so với khí hoặc các khí được giải hấp trong khoảng thời gian hoặc các khoảng thời gian khác, và khí được giải hấp trong khoảng thời gian đặc hiệu được thu hồi làm khí năng lượng cao.

[7] Phương pháp tách và thu hồi khí được mô tả trong mục [6], trong đó khí nguồn là khí được trộn bao gồm CO và CO₂, và bước giải hấp được chia thành nhiều khoảng thời gian sao cho khí được giải hấp trong khoảng thời gian đặc hiệu có nồng độ CO cao hơn so với khí hoặc các khí được giải hấp trong khoảng thời gian hoặc các khoảng thời gian khác.

[8] Thiết bị tách và thu hồi khí để tách và thu hồi thành phần khí đích từ khí nguồn bằng cách hấp phụ áp suất chuyển đổi, trong đó thiết bị tách và thu hồi khí được tạo kết cấu để thực hiện các bước bao gồm bước hấp phụ để làm cho các thành phần khí hấp phụ vào chất hấp phụ được đóng gói trong bể hấp phụ, và bước giải hấp để giải hấp các thành phần khí được hấp phụ vào chất hấp phụ trong bước hấp phụ và thu hồi khí đã được giải hấp, các bước này không bao gồm bước rửa trong đó phân khí đã được giải hấp từ bể hấp phụ khác được cung cấp làm khí rửa, và trong đó thiết bị tách và thu hồi khí bao gồm đường ống ra của khí đã được giải hấp được phân chia ra thành nhiều đường nhánh, mỗi đường nhánh có van đóng-mở, và cho phép các khí được giải hấp trong bước giải hấp được thu hồi riêng rẽ thông qua đường nhánh tương ứng trong các khoảng thời gian khác nhau.

[9] Thiết bị tách và thu hồi khí được mô tả trong mục [8], trong đó bể hấp phụ được tạo kết cấu sao cho trong bước hấp phụ, khí nguồn được đưa vào trong bể hấp phụ qua phía đầu thứ nhất của bể hấp phụ, và khí ngoài nguồn được xả qua phía đầu

thứ hai của bể hấp phụ, và đường ống ra của khí đã được giải hấp được bố trí sao cho trong bước giải hấp, khí đã được giải hấp được xả qua phía đầu thứ hai của bể hấp phụ.

[10] Thiết bị tách và thu hồi khí được mô tả trong mục [8] hoặc mục [9], trong đó bể hấp phụ là bể hấp phụ thẳng đứng được tạo kết cấu để cho khí đi qua theo hướng thẳng đứng, và đường ống đầu vào và ra khí được bố trí vào bể hấp phụ sao cho dòng khí được đi theo hướng đi xuống trong các bước với tốc độ dòng chảy cao nhất trong suốt quá trình vận hành.

[11] Thiết bị tách và thu hồi khí được mô tả trong mục bất kỳ trong số các mục từ [8] đến [10], trong đó đường ống ra của khí đã được giải hấp bao gồm bơm chân không để tạo chân không cho bể hấp phụ, và thiết bị bao gồm van xả áp để làm giảm áp suất bên trong bể hấp phụ.

[12] Thiết bị tách và thu hồi khí được mô tả trong mục bất kỳ trong số các mục từ [8] đến [11], trong đó đường ống ra của khí đã được giải hấp bao gồm bơm chân không để tạo chân không cho bể hấp phụ, và thiết bị bao gồm đường đưa khí làm sạch vào để đưa vào khí làm sạch giải hấp khí vào trong bể hấp phụ.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, khí có thể được thu hồi với nồng độ tăng mà không có bước rửa. Do đó, thành phần khí đích có thể được tách và thu hồi ở nồng độ cao với ít năng lượng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là bộ hình vẽ ở dạng sơ đồ minh họa phương án của phương pháp và thiết bị để tách và thu hồi khí theo sáng chế.

Fig.2 là đồ thị minh họa các đặc tính hấp phụ và giải hấp, ở các áp suất khác nhau, của hai loại khí có các ái lực khác nhau đối với chất hấp phụ.

Fig.3 là bộ hình vẽ ở dạng sơ đồ minh họa phương án khác của phương pháp và thiết bị để tách và thu hồi khí theo sáng chế.

Fig.4-1 là bộ hình vẽ ở dạng sơ đồ minh họa một số bước trong một phương án khác của phương pháp và thiết bị để tách và thu hồi khí theo sáng chế.

Fig.4-2 là bộ hình vẽ ở dạng sơ đồ minh họa các bước khác trong cùng phương án như trên Fig.4-1.

Fig.5 là bộ hình vẽ ở dạng sơ đồ minh họa phương án khác của phương pháp và thiết bị để tách và thu hồi khí theo sáng chế.

Fig.6 là hình vẽ ở dạng sơ đồ minh họa thiết bị thực nghiệm PSA được sử dụng trong các ví dụ thực hiện sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương pháp tách và thu hồi khí theo sáng chế có thể tách và thu hồi thành phần khí đích từ khí nguồn bằng cách hấp phụ áp suất chuyển đổi. Phương pháp bao gồm bước hấp phụ để làm cho các thành phần khí hấp phụ vào chất hấp phụ được đóng gói trong bể hấp phụ, và bước giải hấp để giải hấp các thành phần khí được hấp phụ vào chất hấp phụ trong bước hấp phụ và thu hồi khí đã được giải hấp. Phương pháp không bao gồm bước rửa trong đó phần khí đã được giải hấp từ bể hấp phụ khác được cung cấp làm khí rửa. Như đã được mô tả, nồng độ của thu hồi khí có thể tăng khi bước rửa được thực hiện, nhưng bước rửa làm tăng lượng khí mà được giải hấp và bởi vậy dẫn đến tăng về tiêu thụ năng lượng. Để thực hiện được việc thu hồi khí ở nồng độ cao mà không cần thực hiện bước rửa, sáng chế chia bước giải hấp thành nhiều khoảng thời gian, và thu hồi khí đã được giải hấp trong khoảng thời gian tương ứng. Thiết bị để áp dụng phương pháp này được tạo kết cấu sao cho đường ống ra của khí đã được giải hấp được phân chia ra thành nhiều đường nhánh, mỗi đường nhánh có van đóng-mở, và khí đã được giải hấp trong bước giải hấp được thu hồi riêng rẽ thông qua đường nhánh tương ứng trong các khoảng thời gian khác nhau.

Fig.2 là đồ thị minh họa các đặc tính hấp phụ và giải hấp, ở các áp suất khác nhau, của hai loại khí có các ái lực khác nhau vào chất hấp phụ. Ví dụ, loại khí như là N_2 và CO mà ái lực thấp đến 13X zeolit được sử dụng làm chất hấp phụ CO_2 thể hiện các đặc tính hấp phụ áp suất tuyến tính như là trường hợp đối với khí 1 trên Fig.2. Mặt khác, ái lực cao loại khí như là CO_2 được hấp phụ ở lượng lớn và thể hiện đặc tính hấp phụ áp suất không tuyến tính như trong trường hợp đối với khí 2 trên Fig.2. Khi chất hấp phụ có các đặc tính hấp phụ áp suất hoặc giải hấp áp suất khác nhau đối với các khí tùy thuộc vào áp suất được sử dụng, khí đã được giải hấp ở các thời điểm khác nhau trong bước giải hấp. Cụ thể, như được minh họa trên Fig.2, khí 1 có các đặc tính

hấp phụ áp suất tuyến tính được giải hấp dễ dàng khi khí ở áp suất cao được khử áp, trong khi khí 2 có đặc tính hấp phụ áp suất không tuyến tính là khó được giải hấp ở áp suất cao và khởi đầu cần được giải hấp đột ngột sau khi áp suất được giảm đến mức thấp.

Dựa trên thực tế trên đây, bước giải hấp có thể được chia thành, ví dụ, hai khoảng thời gian theo sự chênh lệch về thời điểm mà khí được giải hấp, và khí đã được giải hấp có thể được thu hồi trong khoảng thời gian tương ứng. Theo cách này, khí thu hồi giàu về khí 1, và khí thu hồi giàu về khí 2 có thể thu được riêng rẽ. Do đó, sáng chế tạo khả năng làm tăng nồng độ của khí thu hồi mà không cần thực hiện bước rửa, và nhờ đó thực hiện được việc tách và thu hồi có lựa chọn thành phần khí đích với nồng độ cao.

Fig.1 là bộ hình vẽ ở dạng sơ đồ minh họa phương án của phương pháp và thiết bị tách và thu hồi khí theo sáng chế. Trong phương án này, bước giải hấp được chia thành khoảng thời gian thứ nhất và khoảng thời gian thứ hai, và khí đã được giải hấp được thu hồi trong khoảng thời gian tương ứng. Fig.1(a) minh họa "bước hấp phụ", Fig.1(b) "bước giải hấp: khoảng thời gian thứ nhất", và Fig.1(c) "bước giải hấp: khoảng thời gian thứ hai".

Theo cách tương tự như trong trường hợp của khí 1 và khí 2 được minh họa trên Fig.2, khí 1 trong phần mô tả dưới đây được xác định là khí mà có các đặc tính hấp phụ áp suất tuyến tính và được giải hấp dễ dàng khi khí ở áp suất cao được khử áp, và khí 2 được xác định là khí mà có đặc tính hấp phụ áp suất không tuyến tính và mà là khó được giải hấp ở áp suất cao và khởi đầu cần được giải hấp đột ngột sau khi áp suất được giảm đến mức thấp. Tương tự cũng áp dụng cho các phương án khác được minh họa trên các hình vẽ từ Fig.3 đến Fig.5.

Trên Fig.1, bể hấp phụ 1 là bể hấp phụ thẳng đứng được tạo kết cấu để cho khí đi qua theo hướng thẳng đứng, và được nạp đầy bằng chất hấp phụ mà thể hiện tính tuyến tính khác là đẳng nhiệt hấp phụ như được minh họa trên Fig.2. Ống đường vào-ra 2 để sử dụng cả hai việc đưa vào của khí nguồn và xả khí đã được giải hấp được kết nối với phía đầu thứ nhất (phía đầu dưới) của bể hấp phụ 1. Đường ống vào mà xác định đường ống đưa khí nguồn vào 4, và đường ống ra mà xác định đường ống ra của khí đã được giải hấp 5 được kết nối với đường ống vào-ra 2. Hơn nữa, đường ống ra

mà xác định đường ống ra của khí ngoài nguồn 3 được kết nối với phía đầu thứ hai (phía đầu trên) của bể hấp phụ 1.

Ở đường ống ra 5 được bố trí bơm chân không 6 và được phân chia ra thành các đường nhánh 50a và 50b ở xuôi dòng của bơm chân không 6 (ở phía xả ra của bơm). Các đường nhánh 50a và 50b có các van đóng-mở tương ứng 7a và 7b (van ngắt). Trên hình vẽ, số chỉ dẫn 8 dùng để chỉ van đóng-mở (van ngắt) được bố trí trên đường vào 4, và số chỉ dẫn 9 dùng để chỉ van đóng-mở (van ngắt) được bố trí trên đường ống ra 3.

Ở đây, các van đóng-mở là mở khi được thể hiện là có màu trắng, và được đóng khi được thể hiện là có màu đen. Tương tự áp dụng cho các phương án khác được minh họa trên các hình vẽ từ Fig.3 đến Fig.5.

Trong bước hấp phụ được thể hiện trên Fig.1(a), khí nguồn được đưa vào trong bể hấp phụ 1 thông qua đường vào 4, và khí ngoài nguồn được xả ra thông qua đường ống ra 3. Tiếp theo, không có bước rửa được thực hiện, bước giải hấp được thực hiện bằng cách rút chân không cho bể hấp phụ 1 bằng bơm chân không 6. Trong khoảng thời gian thứ nhất của bước giải hấp, như được minh họa trên Fig.1(b), đối với mục đích thu hồi khí 1, khí đã được giải hấp (khí thu hồi A) được thu hồi thông qua đường nhánh 50a. Sau đó, trong khoảng thời gian thứ hai của bước giải hấp, như được minh họa trên Fig.1(c), đối với mục đích thu hồi khí 2, khí đã được giải hấp (khí thu hồi B) được thu hồi thông qua đường nhánh 50b. Để cho phép khí đã được giải hấp được thu hồi theo cách trên đây, các van đóng-mở 7a và 7b được mở và được đóng thích hợp (tương tự áp dụng cho các phương án được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.3 đến Fig.5).

Như được mô tả trên đây, khí 1 có các đặc tính hấp phụ áp suất tuyến tính và được giải hấp dễ dàng khi khí ở áp suất cao được khử áp, và khí 2 có đặc tính hấp phụ áp suất không tuyến tính, và là khó được giải hấp ở áp suất cao và khởi đầu cần được giải hấp đột ngột sau khi áp suất được giảm đến mức thấp. Do đó, khí thu hồi A thu được trong khoảng thời gian thứ nhất là giàu về khí 1, và khí thu hồi B thu được trong khoảng thời gian thứ hai là giàu về khí 2. Do đó, có thể thu hồi có lựa chọn thành phần khí đích (ví dụ, khí thu hồi A) với nồng độ cao.

Ở đây, khoảng thời gian thứ nhất và khoảng thời gian thứ hai có thể được chia theo các yếu tố như là các đặc tính hấp phụ và giải hấp của chất hấp phụ như được thể

hiện trên Fig.2, và nồng độ mong muốn, nhiệt năng và sản lượng mong muốn của thành phần khí đích.

Nhìn chung, như được thể hiện trên Fig.2, chất hấp phụ khí có các đặc tính hấp phụ và giải hấp (tính tuyến tính của đẳng nhiệt hấp phụ) mà là khác nhau tùy thuộc vào ái lực và áp suất của các loại khí. Chất hấp phụ bất kỳ dạng này có thể được sử dụng trong sáng chế. Trong khi dạng của chất hấp phụ là không bị giới hạn cụ thể, một vài chất hấp phụ phù hợp là 13X zeolit đã được đề cập trên đây, ZSM-5 zeolit và NaA zeolit. 13X zeolit thể hiện tính tuyến tính khác là đẳng nhiệt hấp phụ đặc hiệu giữa CO_2 , và CO và N_2 . ZSM-5 zeolit thể hiện tính tuyến tính khác là đẳng nhiệt hấp phụ đặc hiệu giữa CO_2 và CO (tham khảo, ví dụ, Fig.5 của Tài liệu không phải sáng chế 1), và NaA zeolit thể hiện tính tuyến tính khác là đẳng nhiệt hấp phụ đặc hiệu giữa CO_2 và CH_4 (tham khảo, ví dụ, Fig.7 của Tài liệu không phải sáng chế 2).

Bởi vì loại khí thể hiện tính tuyến tính khác của đẳng nhiệt hấp phụ biến thiên tùy thuộc vào dạng của chất hấp phụ, chất hấp phụ có thể được chọn thích hợp theo dạng của các loại khí cần được tách.

Tùy thuộc vào dạng của chất hấp phụ hoặc dạng của các loại khí cần được tách và được thu hồi, bước giải hấp, mà trong phương án này được chia thành hai khoảng thời gian, có thể được chia thành ba hoặc nhiều khoảng thời gian và khí đã được giải hấp có thể được thu hồi trong khoảng thời gian tương ứng.

Tiếp theo là phần mô tả chi tiết các phương án ưu tiên của sáng chế.

Trong bước hấp phụ, khí nguồn có thể được đưa vào trong bể hấp phụ qua phía đầu thứ nhất của bể hấp phụ, và khí ngoài nguồn có thể được xả qua phía đầu thứ hai của bể hấp phụ, và trong bước giải hấp, khí đã được giải hấp có thể được xả qua phía đầu thứ hai (đối diện với phía nơi mà khí nguồn được đưa vào) của bể hấp phụ. Theo cách này, hiệu quả tách khí theo sáng chế có thể được cải thiện. Fig.3 là bộ hình vẽ ở dạng sơ đồ minh họa một phương án của phương pháp tách và thu hồi khí này và thiết bị theo sáng chế. Cũng trong phương án này, bước giải hấp được chia thành khoảng thời gian thứ nhất và khoảng thời gian thứ hai, và khí đã được giải hấp được thu hồi trong khoảng thời gian tương ứng. Trên Fig.3, (a) minh họa "bước hấp phụ", (b) "bước giải hấp: khoảng thời gian thứ nhất", và (c) "bước giải hấp: khoảng thời gian thứ hai".

Trên Fig.3, bể hấp phụ 1 là bể hấp phụ thẳng đứng được tạo kết cấu để cho khí đi qua theo hướng thẳng đứng, và được nạp với chất hấp phụ đối với nó loại khí thể hiện tính tuyến tính khác là đẳng nhiệt hấp phụ như được minh họa trên Fig.2. Ống vào mà xác định đường đưa khí nguồn vào 4 được kết nối với phía đầu thứ nhất (phía đầu trên) của bể hấp phụ 1. Đường ống ra 10 để xả khí ngoài nguồn và xả khí đã được giải hấp được kết nối với phía đầu thứ hai (phía đầu dưới) của bể hấp phụ 1. Đường ống ra mà xác định đường ống ra của khí ngoài nguồn 3, và đường ống ra mà xác định đường ống ra của khí đã được giải hấp 5, được kết nối với đường ống ra 10. Các thành phần khác là tương tự với các thành phần trong phương án được thể hiện trên Fig.1 mà được chỉ ra với cùng số chỉ dẫn, và mô tả chi tiết về các thành phần này sẽ được bỏ qua.

Sau khi khí nguồn đã được đưa vào, khí được hấp phụ vào chất hấp phụ bên trong bể hấp phụ 1 theo cách phân bố, trong đó khí ái lực cao 2 được hấp phụ trong vùng gần cửa vào khí nguồn và khí ái lực thấp 1 được hấp phụ trong vùng xa hơn nữa từ cửa vào khí nguồn. Phân bố định lượng này của khí được hấp phụ dẫn đến từ những thay đổi liên tục trong thành phần khí của từ nguồn dòng chảy của khí đi qua bể hấp phụ 1. Trong bể hấp phụ 1 có phân bố định lượng này của khí được hấp phụ, nếu khí đã được giải hấp được xả ra thông qua cùng phía như cửa vào khí nguồn như trong phương án trên Fig.1, khí có thể được tách có hiệu quả bằng các thời điểm khác nhau mà khí đã được giải hấp khi đó. Tuy nhiên, bởi vì khí ái lực thấp 1 được giải hấp trước tiên và đi qua vùng nơi mà khí ái lực cao 2 đã được hấp phụ, áp suất riêng phần khí 2 được giảm và khí 2 được giải hấp một phần, mà dẫn đến giảm tương ứng về hiệu quả tách khí.

Do đó, phương án này được tạo kết cấu sao cho khí đã được giải hấp được xả ra thông qua phía đối diện với phía đưa vào khí nguồn. Theo cấu hình này, việc giải hấp của khí khởi đầu từ trạng thái phân bố định lượng của khí được hấp phụ trong bể hấp phụ 1 được minh họa trên Fig.3(a). Bởi vậy, như được minh họa trên Fig.3(b), khí ái lực thấp 1 có thể được giải hấp trong khoảng thời gian thứ nhất không đi qua vùng nơi mà khí ái lực cao 2 được hấp phụ, và tránh được giải hấp phần của khí 2. Do đó, hiệu quả tách khí được cải thiện so với phương án được thể hiện trên Fig.1.

Trong bước hấp phụ được thể hiện trên Fig.3(a) cũng theo phương án này, khí nguồn được đưa vào trong bể hấp phụ 1 thông qua đường vào 4, và khí ngoài nguồn

được xả ra thông qua đường ống ra 10 và đường ống ra 3. Tiếp theo, không có bước rửa được thực hiện, bước giải hấp được thực hiện bằng cách rút chân không cho bể hấp phụ 1 bằng bơm chân không 6. Trong khoảng thời gian thứ nhất của bước giải hấp, như được minh họa trên Fig.3(b), khí 1 được thu hồi làm khí đã được giải hấp (khí thu hồi A) thông qua đường nhánh 50a. Sau đó, trong khoảng thời gian thứ hai của bước giải hấp, như được minh họa trên Fig.3(c), khí 2 được thu hồi làm khí đã được giải hấp (khí thu hồi B) thông qua đường nhánh 50b.

Theo sáng chế, có thể ngăn chặn được việc phân hủy của chất hấp phụ do chất lưu tác động bằng cách tạo cấu hình trong đó bể hấp phụ là bể hấp phụ thẳng đứng mà cho khí đi qua theo hướng thẳng đứng như trong phương án trên Fig.3, và các bước với tốc độ dòng chảy cao nhất trong suốt quá trình vận hành được thực hiện sao cho dòng khí được đi theo hướng đi xuống. Trong trường hợp này, khí đường vào và ra được bố trí cho bể hấp phụ sao cho sẽ tạo được dòng khí này.

Khi xét đến thực tế là, sáng chế được hoàn thiện nhờ sử dụng việc phân bố định lượng của khí được hấp phụ trong bể hấp phụ 1, tốt hơn là sử dụng bể hấp phụ thẳng đứng được tạo kết cấu để cho khí đi qua theo hướng thẳng đứng. Với điều kiện là, lượng của chất hấp phụ giống nhau, diện tích mặt cắt ngang của bể hấp phụ thẳng đứng là nhỏ hơn so với diện tích mặt cắt ngang ở các dạng khác của bể như là bể hấp phụ nằm ngang. Do đó, bể hấp phụ thẳng đứng làm cho khí chảy thông qua tầng chất hấp phụ ở tốc độ dòng chảy cao hơn. Dòng chảy của khí trong bể hấp phụ ở tốc độ dòng chảy cao có thể làm cho tầng chất hấp phụ bị tác động do chất lưu và có thể tăng tốc phân hủy của chất hấp phụ. Ví dụ, tốc độ dòng chảy của khí của quy trình PSA chân không trở thành cao hơn khi bước hấp phụ được khởi đầu (việc đưa vào của khí nguồn được khởi đầu) sau khi việc rút của bể hấp phụ 1. Làm ví dụ khác, tốc độ dòng chảy của khí trong PSA tăng áp trở thành cao hơn khi khí xả (bước xả áp suất trên Fig.4(b) được mô tả sau) được khởi đầu sau bước hấp phụ. Do đó, khi quy trình được vận hành có sử dụng bể hấp phụ thẳng đứng được tạo kết cấu để cho khí đi qua theo hướng thẳng đứng làm bể hấp phụ 1 như được thể hiện trên Fig.3, và khi các điều kiện vận hành để sao cho tốc độ dòng chảy của khí trở thành cao nhất ở lúc bắt đầu của bước hấp phụ (khi bắt đầu đưa vào khí nguồn), hướng dòng chảy của khí trong bước đó được bố trí để là hướng xuống. Các điều kiện này của dòng chảy theo hướng khí được thỏa mãn trên Fig.3. Đáy của tầng chất hấp phụ được đỡ bởi lưới kim loại hoặc

tương tự mà hạn chế chuyển dịch của chất hấp phụ. Do đó, chất hấp phụ khó bị tác động do chất lưu bởi dòng chảy của khí theo hướng đi xuống, và có thể được ngăn ngừa khỏi phân hủy do chất lưu tác động.

Theo sáng chế, bể hấp phụ có thể được kết nối với van xả áp để làm giảm áp suất bên trong bể, và van xả áp có thể được mở để làm giảm áp suất bên trong bể hấp phụ trước khi bể hấp phụ được tạo chân không bằng bơm chân không trong bước giải hấp. Theo cách này, bước giải hấp có thể một phần được thực hiện không có vận hành bơm chân không, và có thể tiết kiệm năng lượng mà là cần thiết để tách khí.

Fig.4 là bộ hình vẽ ở dạng sơ đồ minh họa một phương án của phương pháp tách và thu hồi khí này và thiết bị theo sáng chế. Fig.4 là bộ hình vẽ gồm Fig.4-1 và Fig.4-2. Cũng trong phương án này, bước giải hấp được chia thành khoảng thời gian thứ nhất và khoảng thời gian thứ hai, và khí đã được giải hấp được thu hồi trong khoảng thời gian tương ứng. Trên Fig.4, (a) minh họa "bước hấp phụ", (b) "bước xả áp suất", (c) "bước giải hấp: khoảng thời gian thứ nhất", và (d) "bước giải hấp: khoảng thời gian thứ hai".

Trên Fig.4, bể hấp phụ 1 là bể hấp phụ thẳng đứng được tạo kết cấu để cho khí đi qua theo hướng thẳng đứng, và được nạp với chất hấp phụ mà đối với nó các loại khí thể hiện tính tuyến tính khác là đẳng nhiệt hấp phụ như được minh họa trên Fig.2. Tương tự với phương án được minh họa trên Fig.3, đường ống vào mà xác định đường đưa khí nguồn vào 4 được kết nối với phía đầu thứ nhất (phía đầu trên) của bể hấp phụ 1. Đường ống ra 10 để xả khí ngoài nguồn và xả khí đã được giải hấp được kết nối với phía đầu thứ hai (phía đầu dưới) của bể hấp phụ 1. Đường ống ra mà xác định đường ống ra của khí ngoài nguồn 3, đường ống ra mà xác định đường ống ra của khí đã được giải hấp 5, và hơn nữa ống xả 11 có van xả áp 12 được kết nối với đường ống ra 10. Các thành phần khác là tương tự với các thành phần trong các phương án được thể hiện trên các hình vẽ Fig.1 và Fig.3, mà được chỉ ra với cùng số chỉ dẫn, và mô tả chi tiết về các thành phần này sẽ được bỏ qua.

Trong các phương án được thể hiện trên các hình vẽ Fig.1 và Fig.3, bước giải hấp được thực hiện bằng cách rút chân không cho bể hấp phụ 1 bằng bơm chân không, và tốc độ rút chân không được kiểm soát trong quá trình bước này bằng việc kiểm soát bơm chân không. Khi áp suất hấp phụ khí sau bước hấp phụ là đủ cao, bể có thể được

khử áp bằng cách giảm áp suất đơn giản không có việc rút chân không bằng bơm chân không. Cụ thể, như được minh họa trên Fig.4, bước xả áp suất (Fig.4(b)) được thực hiện giữa bước hấp phụ (Fig.4(a)) và bước giải hấp (Fig.4(c)), và bước giải hấp được thực hiện sau khi áp suất bên trong bể hấp phụ 1 được giảm.

Trong bước hấp phụ được thể hiện trên Fig.4(a) cũng theo phương án này, khí nguồn được đưa vào trong bể hấp phụ 1 thông qua đường vào 4, và khí ngoài nguồn được xả ra thông qua đường ống ra 10 và đường ống ra 3. Sau khi hoàn thiện bước hấp phụ, không có bước rửa được thực hiện, van xả áp 12 được mở như được minh họa trên Fig.4(b) để làm giảm áp suất bên trong bể hấp phụ 1 (bước xả áp suất). Sau khi hoàn thiện bước xả áp suất, van xả áp 12 được đóng, và bước giải hấp được thực hiện bằng cách rút chân không cho bể hấp phụ 1 bằng bơm chân không 6. Đặc biệt là, khí 1 được thu hồi làm khí đã được giải hấp (khí thu hồi A) thông qua đường nhánh 50a như được minh họa trên Fig.4(c) trong khoảng thời gian thứ nhất của bước giải hấp, và, trong khoảng thời gian thứ hai sau đó của bước giải hấp, khí 2 được thu hồi làm khí đã được giải hấp (khí thu hồi B) thông qua đường nhánh 50b như được minh họa trên Fig.4(d).

Ngẫu nhiên là, khí giảm áp trong bước xả áp suất có nồng độ tương đối cao của khí 1, mặc dù thấp hơn so với nồng độ khí 1 trong khí thu hồi A, và do đó có thể được thu hồi và được sử dụng đối với các ứng dụng chuyên biệt.

Theo sáng chế, bước giải hấp có thể được thực hiện theo cách mà bể hấp phụ được tạo chân không bằng bơm chân không để giải hấp khí hoặc các khí trong một hoặc nhiều khoảng thời gian từ lúc bắt đầu của bước này, và sau đó khí đẩy được đưa vào trong bể hấp phụ để giải hấp khí hoặc các khí mà không sử dụng bơm chân không trong khoảng hoặc các khoảng thời gian tiếp theo. Trong trường hợp này, có đề xuất đường đưa khí đẩy vào để đưa khí đẩy giải hấp khí vào trong bể hấp phụ.

Khi mục đích của quy trình này là việc thu hồi ở nồng độ cao của cả hai là khí ái lực thấp 1 và khí ái lực cao 2, khí cần được giải hấp riêng bằng cách bơm chân không. Khi, ví dụ, khí 2 có thể được xả là khí tạp không độc hại, khí 2 có thể được giải hấp bằng cách đi qua khí đẩy không sử dụng bơm chân không và có thể được xả ra cùng với khí đẩy. Theo cách này, khí ái lực cao 2 có thể được giải hấp không cần vận

hành bơm chân không, và có thể tiết kiệm được đáng kể năng lượng cần thiết để tách khí.

Khí đẩy thường là nitơ, nhưng sáng chế không chỉ giới hạn ở khí này.

Fig.5 là bộ hình vẽ ở dạng sơ đồ minh họa một phương án của phương pháp tách và thu hồi khí này và thiết bị theo sáng chế. Cũng trong phương án này, bước giải hấp được chia thành khoảng thời gian thứ nhất và khoảng thời gian thứ hai, và khí đã được giải hấp được thu hồi trong khoảng thời gian tương ứng. Fig.5(a) minh họa "bước hấp phụ", Fig.5(b) "bước giải hấp: khoảng thời gian thứ nhất", và Fig.5(c) "bước giải hấp: khoảng thời gian thứ hai".

Trên Fig.5, bể hấp phụ 1 là bể hấp phụ thẳng đứng được tạo kết cấu để cho khí đi qua theo hướng thẳng đứng, và được nạp với chất hấp phụ đối với nó loại khí thể hiện tính tuyến tính khác là đẳng nhiệt hấp phụ như được minh họa trên Fig.2. Tương tự với phương án được minh họa trên Fig.3, đường ống vào mà xác định đường đưa khí nguồn vào 4 được kết nối với phía đầu thứ nhất (phía đầu trên) của bể hấp phụ 1. Ống vào 13 để đưa vào khí đẩy được kết nối với một phần của đường vào 4 giữa van đóng-mở 8 trên đường vào và bể hấp phụ 1. Đường ống vào 13 có van đóng-mở 14 (van ngắt). Hơn nữa, đường ống ra 10 để xả khí ngoài nguồn và xả khí đã được giải hấp được kết nối với phía đầu thứ hai (phía đầu dưới) của bể hấp phụ 1. Đường ống ra mà xác định đường ống ra của khí ngoài nguồn 3, và đường ống ra mà xác định đường ống ra của khí đã được giải hấp 5 được kết nối với đường ống ra 10. Các thành phần khác là tương tự với các thành phần trong các phương án được thể hiện trên các hình vẽ Fig.1 và Fig.3, mà được chỉ ra với cùng số chỉ dẫn, và mô tả chi tiết về các thành phần này sẽ được bỏ qua.

Trong bước hấp phụ được thể hiện trên Fig.5(a) cũng theo phương án này, khí nguồn được đưa vào trong bể hấp phụ 1 thông qua đường vào 4, và khí ngoài nguồn được xả ra thông qua đường ống ra 10 và đường ống ra 3. Tiếp theo, không có bước rửa được thực hiện, bước giải hấp được thực hiện. Trong khoảng thời gian thứ nhất của bước giải hấp, bể hấp phụ 1 được tạo chân không bằng bơm chân không 6 thu hồi khí 1 làm khí đã được giải hấp (khí thu hồi A) thông qua đường nhánh 50a như được minh họa trên Fig.5(b). Trong khoảng thời gian thứ hai của bước giải hấp, như được minh họa trên Fig.5(c), đối với mục đích thu hồi khí 2, van đóng-mở 14 được mở để

đưa khí đẩy vào trong bể hấp phụ 1 thông qua đường ống vào 13, và khí đã được giải hấp với khí đẩy và khí đã được giải hấp (khí thu hồi B) được thu hồi cùng với khí đẩy thông qua đường nhánh 50b. Khí được trộn gồm khí thu hồi B và khí đẩy có thể được xả vào không khí, hoặc có thể được sử dụng làm khí giàu ở khí 2 đối với các ứng dụng chuyên biệt.

Khí được trộn được sử dụng làm khí nguồn trong sáng chế không bị giới hạn cụ thể chỉ cần là nó được tạo thành từ ít nhất hai thành phần khí. Các ví dụ về chúng trong quy trình sản xuất thép bao gồm khí lò than cốc và khí ở lò chuyển.

Theo sáng chế, thành phần khí đích có thể được tách và được thu hồi từ khí nguồn đối với các mục đích khác nhau. Khi khí nhiệt năng cao cần được tách và được thu hồi từ khí nguồn, bước giải hấp có thể được chia thành nhiều khoảng thời gian sao cho khí được giải hấp trong khoảng thời gian đặc hiệu có nhiệt năng cao hơn so với khí hoặc các khí được giải hấp trong khoảng thời gian hoặc các khoảng thời gian khác, và khí được giải hấp trong khoảng thời gian đặc hiệu được thu hồi làm khí nhiệt năng cao. Do đó, ví dụ, khi khí nguồn là khí được trộn bao gồm CO và CO₂, bước giải hấp có thể được chia thành nhiều khoảng thời gian sao cho khí được giải hấp trong khoảng thời gian đặc hiệu có nồng độ CO cao hơn so với khí hoặc các khí được giải hấp trong khoảng thời gian hoặc các khoảng thời gian khác, và khí được giải hấp trong khoảng thời gian đặc hiệu được thu hồi làm khí nhiệt năng cao.

Rõ ràng là phương pháp theo sáng chế không chỉ áp dụng được cho việc tách và thu hồi khí nhiệt năng cao, mà còn cho các quy trình tách và thu hồi khác như là việc tách của hỗn hợp hai hoặc nhiều khí là khí có nhiệt năng thấp (khí không cháy) làm khí nguồn.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Thực nghiệm để thể hiện hiệu quả tách khí theo sáng chế được tiến hành nhờ sử dụng thiết bị thực nghiệm PSA được minh họa trên Fig.6 mà có bể hấp phụ với đường kính trong bằng 40mm và cao 200mm (độ cao của tầng chất hấp phụ là 190mm). 13X zeolit có trên thị trường được sử dụng làm chất hấp phụ. Các điều kiện thử nghiệm là áp suất hấp phụ bằng 50 kPaG, áp suất giải hấp bằng -95 kPaG, và thời gian của chu trình bằng 351 giây. Khí nguồn là khí được trộn với thành phần khí chứa N₂ với lượng 49% theo thể tích, CO₂ với lượng 22% theo thể tích, CO với lượng 24% theo thể tích

và H_2 với lượng 5% theo thể tích. Tốc độ dòng chảy của khí nguồn được cung cấp vào bể hấp phụ được kiểm soát đến 3 lít/phút với máy kiểm soát lưu lượng dòng chảy (mass flow controller - MFC).

Theo phương án được thể hiện trên Fig.4, bước hấp phụ, bước xả áp suất và bước giải hấp được thực hiện liên tiếp. Trong bước giải hấp, khí thu hồi A được thu hồi trong khoảng thời gian thứ nhất, và khí thu hồi B được thu hồi trong khoảng thời gian thứ hai. Lượng thời gian trong các bước tương ứng là bước hấp phụ t_1 : 243 giây, bước xả áp suất t_2 : 6 giây, khoảng thời gian thứ nhất t_3 trong bước giải hấp: 5 giây, và khoảng thời gian thứ hai t_4 trong bước giải hấp: 97 giây. Khí ngoài nguồn, khí giảm áp, khí thu hồi A và khí thu hồi B được thu hồi trong các bước tương ứng được phân tích đối với chế phẩm bằng sắc ký khí. Bảng 1 mô tả các kết quả phân tích thành phần của khí nguồn và khí thu hồi.

13X zeolit được sử dụng làm chất hấp phụ trong thực nghiệm này là hấp phụ cao đối với CO_2 , và do đó chế phẩm của khí ngoài nguồn từ bước hấp phụ (những thay đổi trong chế phẩm so với khí nguồn) chủ yếu là kết quả của hấp phụ CO_2 . Trong khí thu hồi A, CO mà có ái lực thấp với chất hấp phụ so với CO_2 được làm đặc đến 41,7% theo thể tích. Trong khí thu hồi B, CO_2 ái lực cao được làm đặc đến 99,0% theo thể tích. Do đó, hiệu quả tách khí theo, sáng chế được thể hiện. Trong khí giảm áp, CO được làm đặc đến 32,3% theo thể tích, mà mặc dù là thấp hơn so với nồng độ trong khí thu hồi A, và nồng độ của CO_2 là nhỏ. Do đó, khí giảm áp còn có thể được sử dụng làm khí CO.

Bảng 1

	Thành phần khí (% theo thể tích)			
	N_2	CO	CO_2	H_2
Khí nguồn	49,1	24,1	21,8	5,1
Khí ngoài nguồn	62,8	26,9	4,1	6,2
Khí giảm áp	58,8	32,3	4,8	4,2
Khí thu hồi A	44,6	41,7	12,8	0,9
Khí thu hồi B	0,2	0,8	99,0	0,0

Danh sách các số chỉ dẫn

- 1 bể hấp phụ
- 2 đường ống vào-ra
- 3 đường ống ra
- 4 đường đưa vào
- 5 đường ống ra
- 6 bơm chân không
- 7a, 7b các van đóng-mở
- 8 van đóng-mở
- 9 van đóng-mở
- 10 đường ống ra
- 11 ống xả
- 12 van xả áp
- 13 đường ống vào
- 14 van đóng-mở
- 50a, 50b các đường nhánh

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tách và thu hồi khí để tách và thu hồi thành phần khí đích từ khí nguồn bằng cách hấp phụ áp suất chuyển đổi, phương pháp này bao gồm các bước:

bước hấp phụ để làm cho các thành phần khí hấp phụ vào chất hấp phụ được đóng gói trong bể hấp phụ, và

bước giải hấp để giải hấp các thành phần khí được hấp phụ vào chất hấp phụ trong bước hấp phụ và thu hồi khí đã được giải hấp, trong đó

phương pháp không bao gồm bước rửa trong đó phần khí đã được giải hấp từ bể hấp phụ khác được cung cấp làm khí rửa, và

bước giải hấp được chia thành nhiều khoảng thời gian và khí đã được giải hấp được thu hồi trong các khoảng thời gian tương ứng,

trong đó sự giải hấp của khí trong bước giải hấp được thực hiện bằng cách tạo chân không cho bể hấp phụ bằng bơm chân không,

và trong đó ống xả có van xả áp để giảm áp suất bên trong bể hấp phụ được tạo ra trong đường ống ra của bể hấp phụ mà đường ống ra của khí đã được giải hấp được liên kết,

phương pháp còn bao gồm bước xả áp của lỗ hở van xả áp của ống xả để giảm áp suất bên trong bể hấp phụ trước khi bể hấp phụ được tạo chân không bằng bơm chân không trong bước giải hấp.

2. Phương pháp tách và thu hồi khí theo điểm 1, trong đó ở bước hấp phụ, khí nguồn được đưa vào trong bể hấp phụ qua phía đầu thứ nhất của bể hấp phụ, và khí ngoài nguồn được xả qua phía đầu thứ hai của bể hấp phụ, và

trong bước giải hấp, khí đã được giải hấp được xả qua phía đầu thứ hai của bể hấp phụ.

3. Phương pháp tách và thu hồi khí theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó bể hấp phụ là bể hấp phụ thẳng đứng được tạo kết cấu để cho khí đi qua theo hướng thẳng đứng, và các bước với tốc độ dòng chảy cao nhất trong suốt quá trình vận hành được thực hiện sao cho dòng khí được đi theo hướng đi xuống.

4. Phương pháp tách và thu hồi khí theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó bước giải hấp được chia thành nhiều khoảng thời gian sao cho khí được giải hấp trong khoảng thời gian đặc hiệu có năng lượng cao hơn khí hoặc các khí được giải hấp trong khoảng hoặc các khoảng thời gian khác, và khí được giải hấp trong khoảng thời gian đặc biệt được thu hồi làm khí năng lượng cao.

5. Phương pháp tách và thu hồi khí theo điểm 3, trong đó bước giải hấp được chia thành nhiều khoảng thời gian sao cho khí được giải hấp trong khoảng thời gian đặc hiệu có năng lượng cao hơn khí hoặc các khí được giải hấp trong khoảng hoặc các khoảng thời gian khác, và khí được giải hấp trong khoảng thời gian đặc hiệu được thu hồi làm khí năng lượng cao.

6. Phương pháp tách và thu hồi khí theo điểm 4, trong đó khí nguồn là khí được trộn bao gồm CO và CO₂, và bước giải hấp được chia thành nhiều khoảng thời gian sao cho khí được giải hấp trong khoảng thời gian đặc hiệu có nồng độ CO cao hơn so với khí hoặc các khí được giải hấp trong khoảng hoặc các khoảng thời gian khác.

7. Phương pháp tách và thu hồi khí theo điểm 5, trong đó khí nguồn là khí được trộn bao gồm CO và CO₂, và bước giải hấp được chia thành nhiều khoảng thời gian sao cho khí được giải hấp trong khoảng thời gian đặc hiệu có nồng độ CO cao hơn so với khí hoặc các khí được giải hấp trong khoảng hoặc các khoảng thời gian khác.

8. Phương pháp tách và thu hồi khí để tách và thu hồi thành phần khí đích từ khí nguồn bằng cách hấp phụ áp suất chuyển đổi, phương pháp này bao gồm các bước:

bước hấp phụ để làm cho các thành phần khí hấp phụ vào chất hấp phụ được đóng gói trong bể hấp phụ, và

bước giải hấp để giải hấp các thành phần khí được hấp phụ vào chất hấp phụ trong bước hấp phụ và thu hồi khí đã được giải hấp, trong đó

phương pháp không bao gồm bước rửa trong đó phần khí đã được giải hấp từ bể hấp phụ khác được cung cấp làm khí rửa, và

bước giải hấp được chia thành nhiều khoảng thời gian và các khí đã được giải hấp được thu hồi trong khoảng thời gian tương ứng,

trong đó bước giải hấp được thực hiện theo cách mà bể hấp phụ được tạo chân không bằng bơm chân không để giải hấp khí hoặc các khí trong trong một hoặc nhiều

khoảng thời gian từ bước bắt đầu, và sau đó khí làm sạch được đưa vào bể hấp phụ để giải hấp khí hoặc các khí mà không sử dụng bơm chân không trong khoảng hoặc các khoảng thời gian tiếp theo.

9. Phương pháp tách và thu hồi khí theo điểm 8, trong đó bước giải hấp được chia thành nhiều khoảng thời gian sao cho khí được giải hấp trong khoảng thời gian đặc hiệu có năng lượng cao hơn khí hoặc các khí được giải hấp trong khoảng hoặc các khoảng thời gian khác, và khí được giải hấp trong khoảng thời gian đặc hiệu được thu hồi làm khí năng lượng cao.

10. Phương pháp tách và thu hồi khí theo điểm 9, trong đó khí nguồn là khí được trộn gồm CO và CO₂, và bước giải hấp được chia thành nhiều khoảng thời gian sao cho khí được giải hấp trong khoảng thời gian đặc hiệu có nồng độ CO cao hơn khí hoặc các khí được giải hấp trong khoảng hoặc các khoảng thời gian khác.

11. Thiết bị tách và thu hồi khí để tách và thu hồi thành phần khí đích từ khí nguồn bằng cách hấp phụ áp suất chuyển đổi, trong đó

thiết bị tách và thu hồi khí được tạo kết cấu để thực hiện các bước bao gồm:

bước hấp phụ để làm cho các thành phần khí hấp phụ vào chất hấp phụ được đóng gói trong bể hấp phụ, và

bước giải hấp để giải hấp các thành phần khí được hấp phụ vào chất hấp phụ trong bước hấp phụ và thu hồi khí đã được giải hấp,

các bước không bao gồm bước rửa trong đó phần khí đã được giải hấp từ bể hấp phụ khác được cung cấp làm khí rửa,

và trong đó thiết bị tách và thu hồi khí bao gồm đường ống ra của khí đã được giải hấp bao gồm bơm chân không để tạo chân không bể hấp phụ, đường ống ra của khí đã được giải hấp được phân chia thành nhiều đường nhánh xuôi dòng bơm chân không, mỗi đường nhánh có van đóng-mở, và cho các khí được giải hấp trong bước giải hấp được thu hồi riêng rẽ thông qua các đường nhánh tương ứng trong các khoảng thời gian khác nhau,

và trong đó ống xả có van xả áp để giảm áp suất bên trong bể hấp phụ được tạo ra trong đường ống ra của bể hấp phụ mà đường ống ra của khí đã được giải hấp được liên kết.

12. Thiết bị tách và thu hồi khí theo điểm 11, trong đó bể hấp phụ được tạo kết cấu sao cho trong bước hấp phụ, khí nguồn được đưa vào trong bể hấp phụ qua phía đầu thứ nhất của bể hấp phụ, và khí ngoài nguồn được xả qua phía đầu thứ hai của bể hấp phụ, và

đường ống ra của khí đã được giải hấp được bố trí sao cho trong bước giải hấp, khí đã được giải hấp được xả qua phía đầu thứ hai của bể hấp phụ.

13. Thiết bị tách và thu hồi khí theo điểm 11 hoặc điểm 12, trong đó bể hấp phụ là bể hấp phụ thẳng đứng được tạo kết cấu để khí đi qua theo hướng thẳng đứng, và các đường ống vào và ra của khí được bố trí trong bể hấp phụ sao cho dòng khí được đi theo hướng đi xuống trong các bước với tốc độ dòng chảy cao nhất trong suốt quá trình hoạt động.

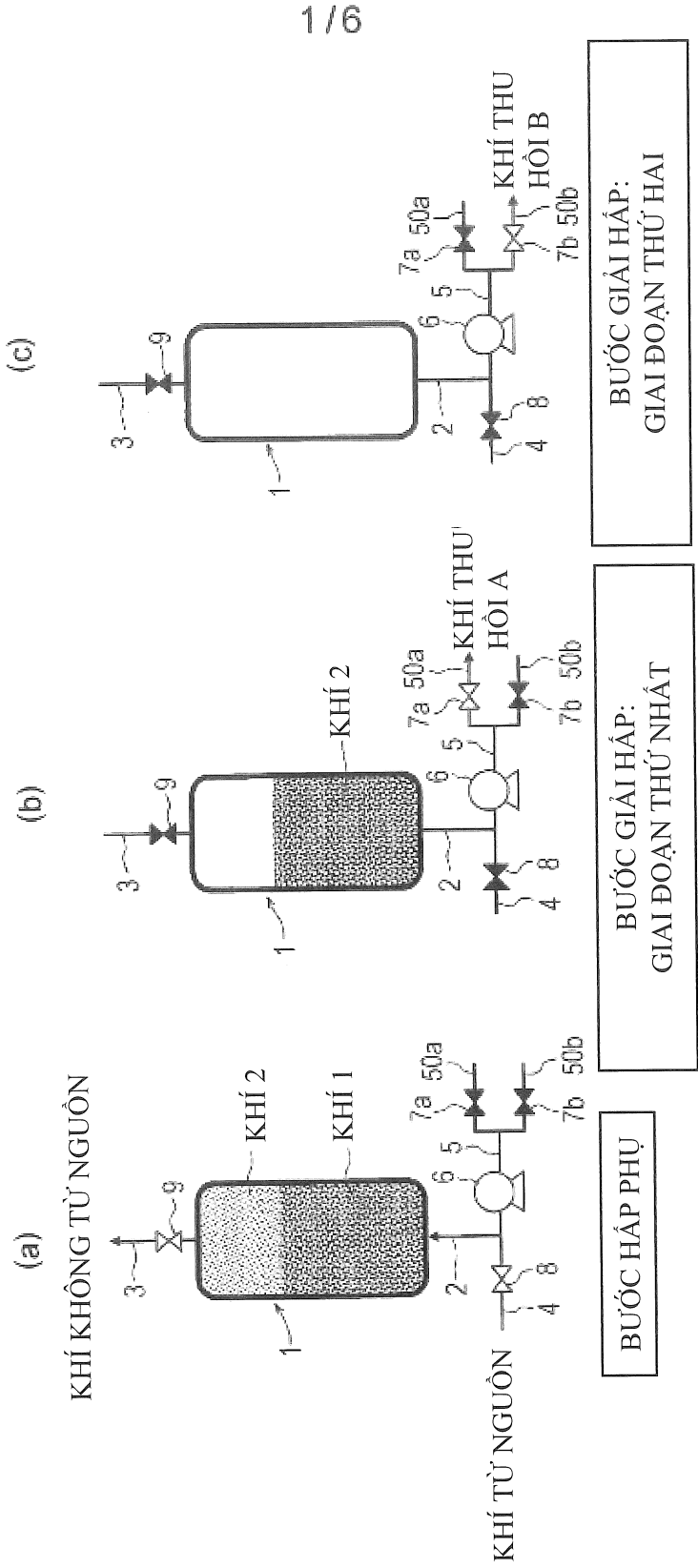
14. Thiết bị tách và thu hồi khí theo điểm 11 hoặc điểm 12, trong đó đường ống ra của khí đã được giải hấp bao gồm bơm chân không để tạo chân không cho bể hấp phụ, và

thiết bị này bao gồm đường ống đưa khí làm sạch vào để đưa khí làm sạch giải hấp khí vào trong bể hấp phụ.

15. Thiết bị tách và thu hồi khí theo điểm 13, trong đó đường ống ra của khí đã được giải hấp bao gồm bơm chân không để tạo chân không bể hấp phụ, và

thiết bị này bao gồm đường ống đưa khí làm sạch vào để đưa khí làm sạch giải hấp khí trong bể hấp phụ.

Fig.1



2/6

Fig.2

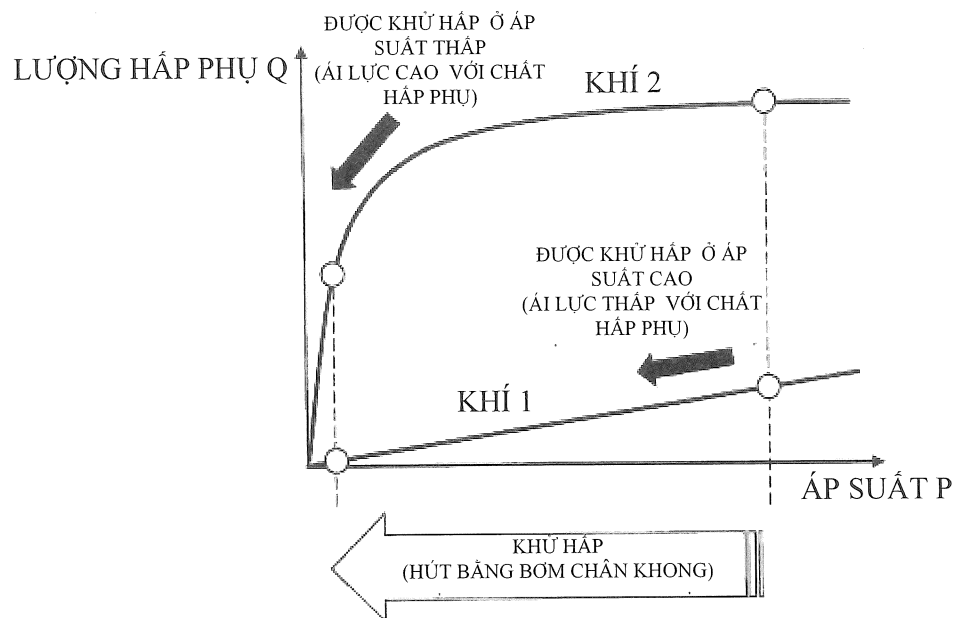
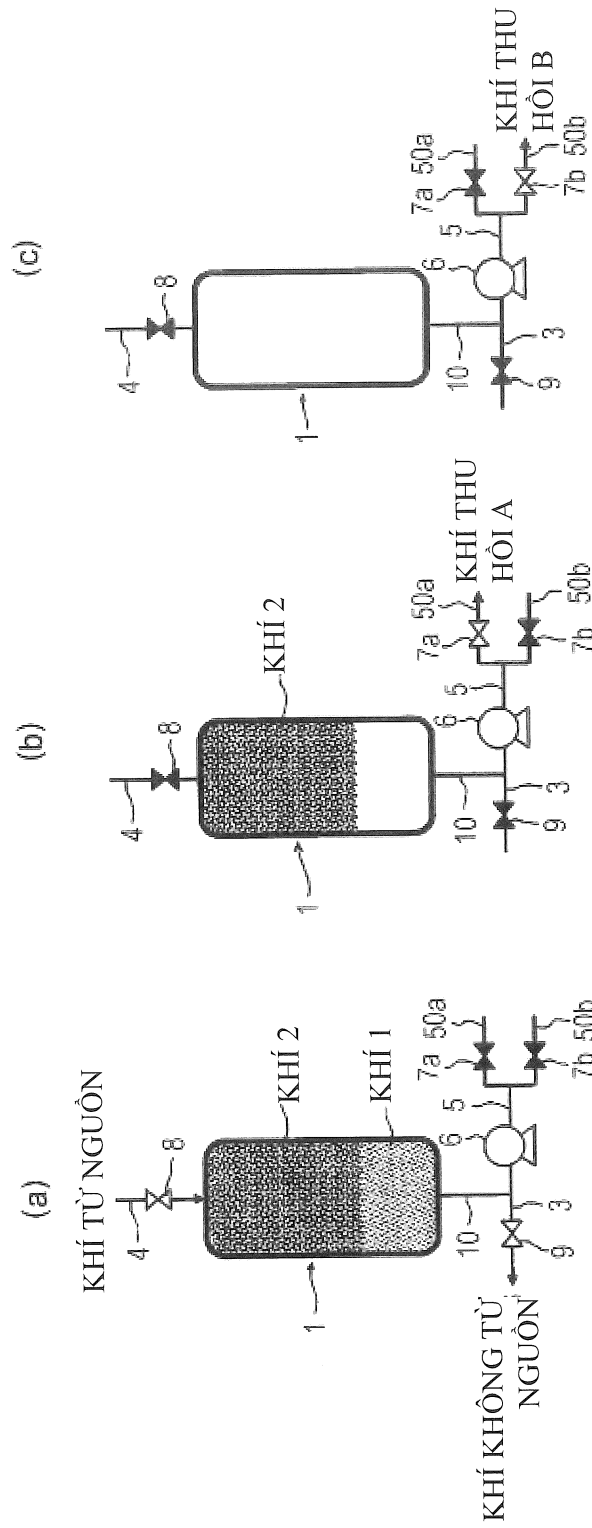


Fig.3



BƯỚC HẤP PHỤ

BƯỚC GIẢI HẤP:
GIAI ĐOẠN THỨ NHẤT

BƯỚC GIẢI HẤP:
GIAI ĐOẠN THỨ HAI

4/6

Fig.4-1

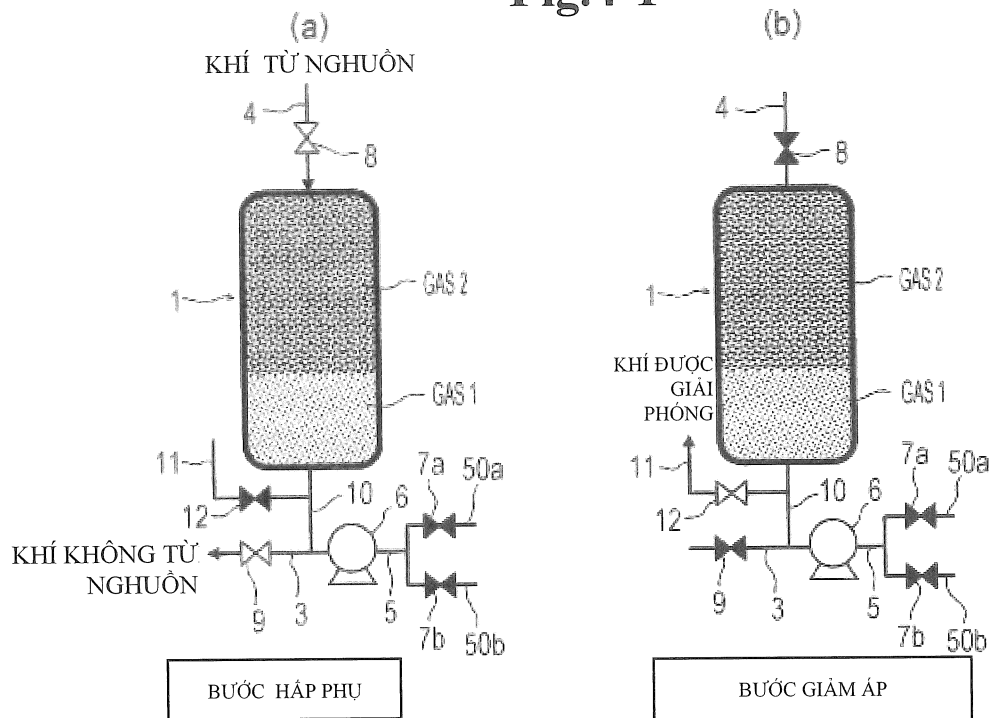


Fig.4-2

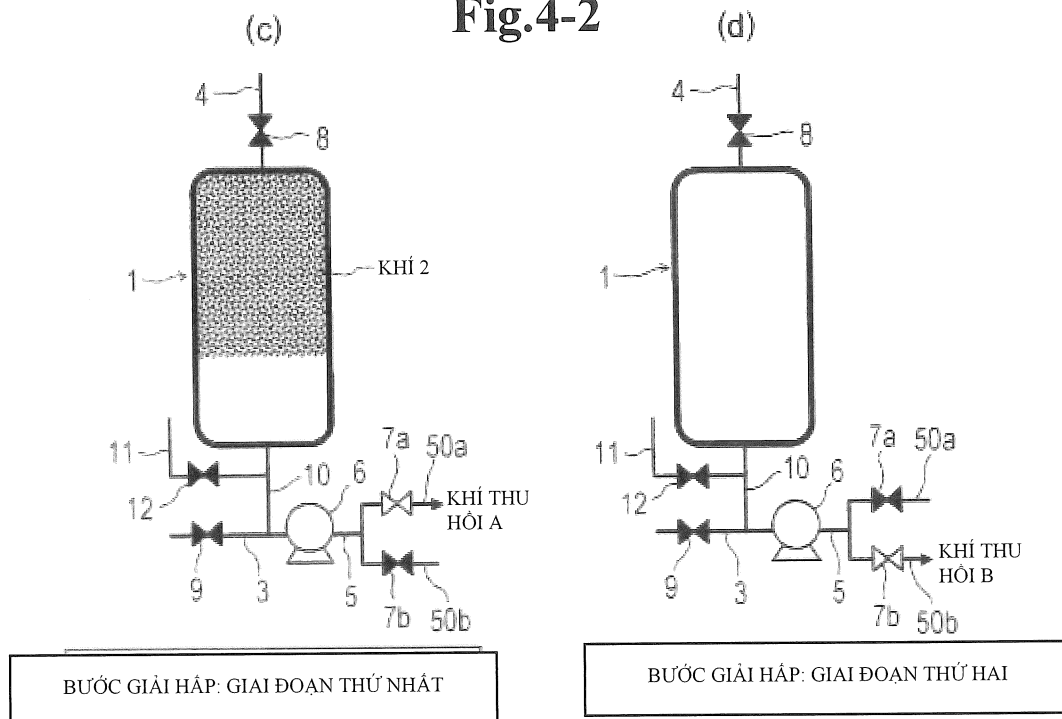
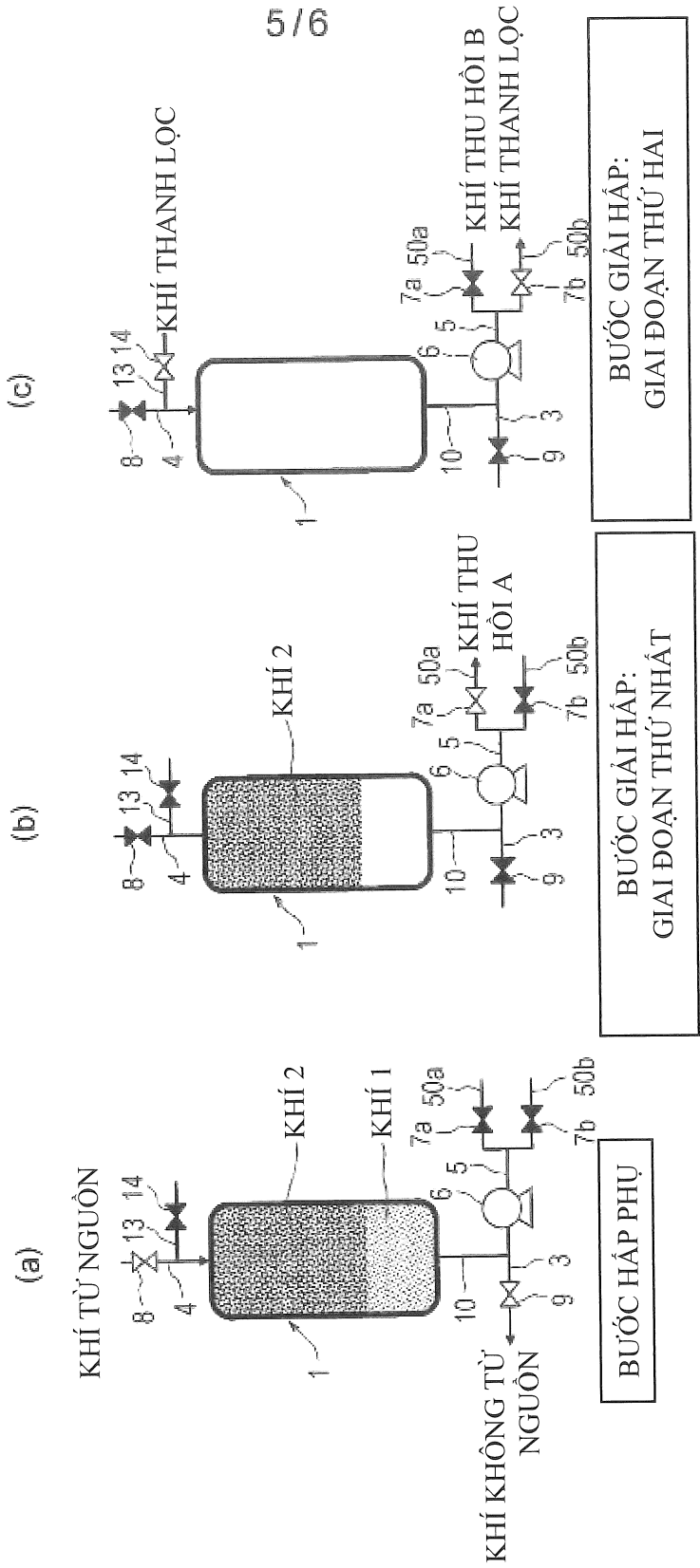


Fig.5



6/6

Fig.6

