



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



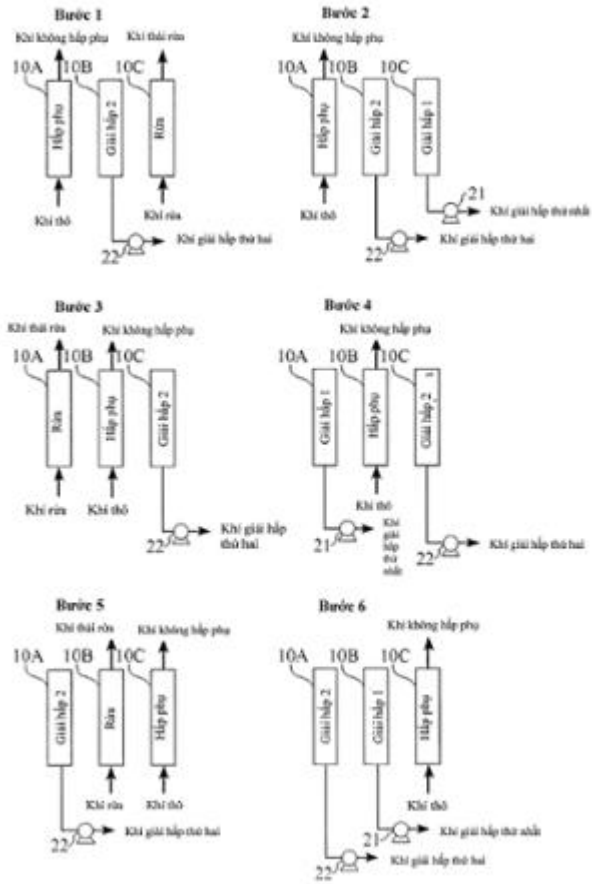
1-0026123

(51)⁷ B01D 53/04; C01B 31/20; C01B 31/18 (13) B

- (21) 1-2014-00044 (22) 22/05/2012
(86) PCT/JP2012/062973 22/05/2012 (87) WO 2012/169338 13/12/2012
(30) 2011-126897 07/06/2011 JP
(45) 25/11/2020 392 (43) 25/03/2014 312A
(73) 1. SUMITOMO SEIKA CHEMICALS CO., LTD. (JP)
346-1, Miyanishi, Harima-cho, Kako-gun, Hyogo 6750145, Japan
2. JFE STEEL CORPORATION (JP)
2-3, 2-chome, Uchisaiwai-cho, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011, Japan
(72) TAKATA Yoshinori (JP); MIYAKE Masanori (JP); TAKENAKA Kunio (JP);
MOGI Yasuhiro (JP); FUJIBAYASHI Akio (JP); SAIMA Hitoshi (JP); HARAOKA
Takashi (JP).
(74) Công ty TNHH Ban Ca (BANCA)

(54) PHƯƠNG PHÁP TÁCH KHÍ MONG MUỐN VÀ THIẾT BỊ TÁCH KHÍ MONG MUỐN

(57) Phương pháp tách khí mong muốn từ hỗn hợp khí được tiến hành bằng cách dùng ít nhất ba cột hấp phụ chứa chất hấp phụ. Theo phương pháp này, ở mỗi cột hấp phụ, chu trình được lặp lại bao gồm bước hấp phụ đưa hỗn hợp khí vào cột hấp phụ để hấp phụ khí mong muốn trong hỗn hợp khí với chất hấp phụ trong khi giải phóng khí không được hấp phụ ra khỏi cột hấp phụ, bước rửa đưa khí rửa vào cột hấp phụ để giải phóng khí thải rửa ra khỏi cột hấp phụ, và bước giải hấp làm giảm áp suất bên trong cột hấp phụ để giải hấp khí mong muốn từ chất hấp phụ và giải phóng khí giải hấp ra khỏi cột hấp phụ. Bước hấp phụ được tiến hành ổn định trong cột bất kỳ trong số các cột hấp phụ trong suốt chu trình. Thời gian giải hấp để thực hiện bước giải hấp là dài hơn thời gian hấp phụ để thực hiện bước hấp phụ. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến thiết bị tách khí mong muốn.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị tách khí mong muốn như cacbon dioxit hoặc cacbon monoxit từ hỗn hợp khí chứa khí mong muốn bằng cách hấp phụ áp suất chuyển đổi (dưới đây được nói đến là “PSA” – Pressure Swing Adsorption).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Cacbon dioxit là nguyên nhân chính làm nóng địa cầu. Đối với biện pháp để ngừng làm nóng địa cầu, ngoài ứng dụng thực tế của các kỹ thuật tiết kiệm năng lượng để làm giảm sự tiêu thụ nhiên liệu và sự phát xạ cacbon dioxit, còn đòi hỏi ứng dụng thực tế của các kỹ thuật này để tách hoặc thu và cố định cacbon dioxit. Các hỗn hợp khí chứa lượng tương đối lớn cacbon dioxit là sản phẩm phụ của các nhà máy đúc thép ở dạng khí nóng lò cao, khí chuyển đổi, khí đốt chuyển đổi và v.v.. Từ hỗn hợp khí chứa cacbon-dioxit như loại khí là sản phẩm phụ của các nhà máy đúc thép này, có thể tách được cacbon dioxit.

Cacbon monoxit được sử dụng rộng rãi trong các nhà máy hóa chất làm nguyên liệu cho nhựa chuyên dụng, như polycarbonat hoặc polyuretan được sử dụng cho các bộ phận của xe ô tô (ví dụ, tấm chắn bên trong), hoặc làm nguyên liệu hóa chất như axit axetic hoặc aldehyt. Khí cracking chứa, ví dụ, metanol, LPG, dầu nặng hoặc cốc và khí chuyển đổi là sản phẩm phụ của các nhà máy đúc thép là các hỗn hợp khí chứa lượng tương đối lớn cacbon monoxit. Cacbon monoxit có thể được tách từ hỗn hợp khí chứa cacbon-monoxit như loại khí chuyển đổi này, và có thể được sử dụng làm các nguyên liệu cho các sản phẩm hóa học.

PSA được biết đến là kỹ thuật để tách khí mong muốn như cacbon dioxit hoặc cacbon monoxit từ hỗn hợp khí chứa khí mong muốn. Kỹ thuật này sử dụng nhiều cột hấp phụ, trong đó chất hấp phụ để hấp phụ có chọn lọc khí mong muốn

(cacbon dioxit hoặc cacbon monoxit) được nạp vào. Theo phương pháp tách khí mong muốn thông thường sử dụng PSA, bước hấp phụ, bước rửa và bước giải hấp được tiến hành trong một cột hấp phụ. Ở bước hấp phụ, hỗn hợp khí là khí thô chứa khí mong muốn được đưa vào cột hấp phụ, sao cho khí mong muốn trong hỗn hợp khí được hấp phụ vào chất hấp phụ trong khi khí không được hấp phụ được thoát ra khỏi cột hấp phụ. Ở bước rửa, khí chứa khí mong muốn với nồng độ cao được đưa qua cột hấp phụ ở dạng khí rửa để khí thải rửa được thoát ra. Ở bước giải hấp, áp suất bên trong cột hấp phụ được giảm đến giá trị định trước làm cho khí mong muốn được giải hấp từ chất hấp phụ, và khí giải hấp chủ yếu chứa khí mong muốn được thoát ra từ cột hấp phụ. Thu khí giải hấp thoát ra từ cột hấp phụ ở bước giải hấp ở dạng khí mong muốn có độ tinh khiết cao. Việc giảm áp suất cột hấp phụ ở bước giải hấp được tiến hành bằng dụng cụ giảm áp suất như bơm chân không. Trong quá trình tách khí mong muốn bằng PSA, chu trình bao gồm bước hấp phụ, bước rửa và bước giải hấp được lặp lại trong mỗi cột hấp phụ. Phương pháp tách khí mong muốn như cacbon dioxit hoặc cacbon monoxit bằng PSA được bộc lộ trong, ví dụ, các tài liệu patent 1 và 2 dưới đây.

Trong các nhà máy đúc thép, một lượng lớn khí là sản phẩm phụ. Do đó, trong quá trình tách khí mà sử dụng khí sản phẩm phụ sinh ra ở các nhà máy đúc thép ở dạng khí thô, thì một lượng lớn khí cần được xử lý. Do đó, khi thực hiện tách khí bằng PSA, thiết bị để thực hiện PSA có xu hướng lớn hơn. Một biện pháp để làm cho thiết bị PSA liên khối, có thể xem xét rút ngắn hơn thời gian cho một chu trình (thời gian chu trình), bao gồm bước hấp phụ, bước rửa và bước giải hấp. Việc sắp xếp trong đó một chu trình bao gồm ba bước đã mô tả ở trên được tiến hành liên tục trong một cột hấp phụ, sử dụng ba hoặc nhiều cột hấp phụ sao cho bước hấp phụ là điều mong muốn để đem lại hiệu quả, bước rửa và bước giải hấp có thể được thực hiện song song. Ví dụ, khi ba cột hấp phụ được sử dụng để thực hiện bước hấp phụ, bước rửa và bước giải hấp cùng lúc, khí thô có thể liên tục được đưa vào cột bất kỳ trong số các cột hấp phụ mà đang trải qua bước hấp phụ. Trong trường hợp này, thời gian của chu trình có thể được rút ngắn bằng cách rút ngắn thời gian mỗi bước. Nếu thời gian của chu trình được rút ngắn, thì thời gian được

phân chia cho bước hấp phụ và thời gian được phân chia cho bước giải hấp trong mỗi cột hấp phụ (thời gian hấp phụ = thời gian giải hấp = một phần ba thời gian của chu trình) cũng được rút ngắn. Nếu thời gian hấp phụ được rút ngắn, thời gian ngắt của chất hấp phụ có thể được rút ngắn. Trong trường hợp này, lượng nhỏ chất hấp phụ cần được nạp vào, sao cho có thể thực hiện được việc giảm kích thước của thiết bị cũng như xử lý liên tục khí thô.

Tuy nhiên, trong trường hợp này khi thu được khí giải hấp ở dạng khí mong muốn có độ tinh khiết cao bằng phương pháp PSA, giảm áp bằng cách sử dụng bơm chân không ở bước giải hấp chiếm thời gian đáng kể trước khi áp suất bên trong cột hấp phụ hạ đến áp suất định trước. Do đó, nếu thời gian giảm áp được thực hiện ngắn hơn, áp suất bên trong cột hấp phụ có thể không đạt đến áp suất định trước, mà có thể dẫn đến giảm hiệu suất tách khí mong muốn.

Tài liệu kỹ thuật tham khảo

Tài liệu patent 1: JP-B-H02-39928

Tài liệu patent 2: JP-B-S61-37968

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế được bộc lộ trong các trường hợp được mô tả ở trên. Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp và thiết bị để thu được sự tách có hiệu quả và thu khí mong muốn bằng thiết bị có kết cấu liên khối, trong việc tách khí mong muốn, như cacbon dioxit hoặc cacbon monoxit, có độ tinh khiết cao từ hỗn hợp khí bằng cách dùng PSA.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp tách khí mong muốn để tách khí mong muốn từ hỗn hợp khí chứa khí mong muốn bằng cách sử dụng ít nhất ba cột hấp phụ chứa chất hấp phụ để hấp phụ có chọn lọc khí mong muốn. Phương pháp này bao gồm việc lặp lại chu trình trong mỗi cột hấp phụ. Chu trình bao gồm bước hấp phụ đưa hỗn hợp khí vào cột hấp phụ để hấp phụ khí mong muốn trong hỗn hợp khí vào chất hấp phụ trong khi giải phóng khí không được hấp

phụ ra khỏi cột hấp phụ, bước rửa đưa khí rửa vào cột hấp phụ để giải phóng khí thải rửa ra khỏi cột hấp phụ, và bước giải hấp làm giảm áp suất bên trong cột hấp phụ để giải hấp khí mong muốn từ chất hấp phụ và giải phóng khí giải hấp ra khỏi cột hấp phụ. Theo phương pháp này, hỗn hợp khí liên tục được đưa vào cột bất kỳ trong số các cột hấp phụ để bước hấp phụ được tiến hành ổn định trong cột bất kỳ trong số các cột hấp phụ trong suốt chu trình, và thời gian giải hấp từ lúc bắt đầu đến khi kết thúc bước giải hấp được thực hiện dài hơn thời gian hấp phụ từ lúc bắt đầu đến khi kết thúc bước hấp phụ.

Theo phương pháp này, bước hấp phụ được tiến hành ổn định trong cột bất kỳ trong số các cột hấp phụ trong suốt chu trình, và thời gian giải hấp dài hơn thời gian hấp phụ. Do đó, trong một số giai đoạn nhất định của chu trình, bước giải hấp được thực hiện song song trong hai cột hấp phụ khác nhau. Bằng cách thực hiện bước giải hấp song song trong nhiều cột hấp phụ, thời gian của chu trình có thể được rút ngắn hơn trong khi đảm bảo đủ thời gian cho bước giải hấp. Bằng cách rút ngắn thời gian của chu trình, thời gian hấp phụ cũng được rút ngắn. Do đó, quy định điều kiện cấp khí thô là như nhau, thời gian ngắt chất hấp phụ có thể được rút ngắn, nhờ đó chỉ cần nạp vào một lượng nhỏ chất hấp phụ. Do đó, có thể dùng cột hấp phụ có thể tích nhỏ hơn, dẫn đến giảm kích thước thiết bị, bao gồm các cột hấp phụ, đối với sự hấp phụ áp suất chuyển đổi (PSA). Do đó, thu được khí mong muốn có độ tinh khiết cao từ khí thô bằng PSA, phương pháp này là thích hợp để tạo ra thiết bị cho PSA liên khối mà không làm giảm hiệu suất tách khí mong muốn.

Tốt hơn là, thời gian rửa từ khi bắt đầu đến lúc kết thúc bước rửa ngắn hơn thời gian hấp phụ. Bước giải hấp trong một trong số các cột hấp phụ bao gồm bước giải hấp thứ nhất để giải phóng khí giải hấp thứ nhất ra khỏi một trong số các cột hấp phụ từ khi bắt đầu bước giải hấp sau bước rửa cho đến khi kết thúc bước hấp phụ trong cột hấp phụ khác mà cột này đang trải qua bước hấp phụ, và bước giải hấp thứ hai để giải phóng khí giải hấp thứ hai ra khỏi một trong số các cột hấp phụ sau bước giải hấp thứ nhất.

Tốt hơn là, bước giải hấp thứ hai trong một trong số các cột hấp phụ được

thực hiện song song với bước hấp phụ trong cột hấp phụ khác mà cột này đang trải qua bước hấp phụ.

Tốt hơn là, ở bước rửa, khí giải hấp thứ nhất được đưa ở dạng khí rửa, qua bể chứa chất đệm để bảo quản khí mong muốn, vào cột hấp phụ để được rửa,

Tốt hơn là, ở bước rửa, khí giải hấp thứ hai cũng được đưa ở dạng khí rửa qua bể chứa chất đệm vào cột hấp phụ để được rửa.

Tốt hơn là, bước giải hấp thứ nhất bao gồm việc làm giảm áp suất bên trong cột hấp phụ bằng thiết bị giảm áp thứ nhất để giảm áp suất bên trong cột hấp phụ, và bước giải hấp thứ hai bao gồm việc làm giảm áp suất bên trong cột hấp phụ bằng thiết bị giảm áp thứ hai để giảm áp suất bên trong cột hấp phụ.

Tốt hơn là, bước giải hấp thứ hai bao gồm việc làm giảm áp suất bên trong cột hấp phụ cũng bằng thiết bị giảm áp thứ nhất từ khi bắt đầu đến giữa bước giải hấp thứ hai.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất thiết bị tách khí mong muốn để tách khí mong muốn từ hỗn hợp khí chứa khí mong muốn. Thiết bị này bao gồm ít nhất ba cột hấp phụ, mỗi cột bao gồm cổng khí thứ nhất và cổng khí thứ hai và nạp chất hấp phụ để hấp phụ có chọn lọc khí mong muốn giữa cổng khí thứ nhất và cổng khí thứ hai, bể chứa chất đệm để bảo quản khí mong muốn, thiết bị giảm áp thứ nhất và thiết bị giảm áp thứ hai để giảm áp suất bên trong các cột hấp phụ, đường ống thứ nhất bao gồm đường ống dẫn khí chính với đầu dẫn hỗn hợp khí và nhiều nhánh lần lượt dẫn đến các cột hấp phụ, được nối với các cổng khí thứ nhất của các cột hấp phụ và dẫn đến các van, đường ống thứ hai bao gồm đường ống dẫn khí chính với đầu thoát khí không được hấp phụ và nhiều nhánh lần lượt dẫn đến các cột hấp phụ, được nối với các cổng khí thứ hai của các cột hấp phụ và dẫn đến các van, đường ống thứ ba bao gồm đường ống dẫn khí chính với đầu thoát khí thải rửa và nhiều nhánh lần lượt dẫn đến các cột hấp phụ, được nối với các cổng khí thứ hai của các cột hấp phụ và dẫn đến các van, đường ống thứ tư bao gồm đường ống dẫn khí chính được nối với thiết bị giảm áp thứ nhất và nhiều nhánh lần lượt dẫn

đến các cột hấp phụ, được nối với các cổng khí thứ nhất của các cột hấp phụ và dẫn đến các van, đường ống thứ năm nối thiết bị giảm áp thứ nhất và bể chứa chất đệm với nhau, đường ống thứ sáu bao gồm đường ống dẫn khí chính được nối với bể chứa chất đệm và được bố trí van, và nhiều nhánh lần lượt dẫn đến các cột hấp phụ, được nối với các cổng khí thứ nhất của các cột hấp phụ và dẫn đến các van, và đường ống thứ bảy bao gồm đường ống dẫn khí chính được nối với thiết bị giảm áp thứ hai và nhiều nhánh lần lượt dẫn đến các cột hấp phụ, được nối với các cổng khí thứ nhất của các cột hấp phụ và dẫn đến các van.

Tốt hơn là, theo khía cạnh thứ hai của sáng chế, thiết bị tách khí mong muốn còn bao gồm đường ống thứ tám nối đường ống thứ năm và thiết bị giảm áp thứ hai với nhau.

Các đặc điểm và ưu điểm khác của sáng chế sẽ trở nên rõ hơn qua phần mô tả chi tiết dưới đây kèm theo các có tham chiếu tới các hình vẽ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG. 1 là sơ đồ cấu tạo thiết bị tách khí mà có thể được sử dụng để thực hiện phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ nhất của sáng chế;

FIG. 2 là bảng thể hiện các bước thực hiện trong mỗi cột hấp phụ, các cột hấp phụ được giảm áp bằng dụng cụ giảm áp suất, và trạng thái mở/đóng của mỗi van tự động của thiết bị tách khí thể hiện trong FIG. 1, ở mỗi bước của phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ nhất;

FIG. 3 thể hiện các dòng khí ở các bước 1-6 của phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ nhất;

FIG. 4 là sơ đồ cấu tạo thiết bị tách khí mà có thể được sử dụng để thực hiện phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ hai của sáng chế;

FIG. 5 là bảng thể hiện các bước thực hiện ở mỗi cột hấp phụ, cột hấp phụ được giảm áp bằng dụng cụ giảm áp suất, và trạng thái mở/đóng của mỗi van tự động của thiết bị tách khí thể hiện trong FIG. 4, ở mỗi bước của phương pháp tách

khí mong muốn theo phương án thứ hai;

FIG. 6 thể hiện các dòng khí ở các bước 1-6 của phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ hai;

FIG. 7 là sơ đồ cấu tạo của thiết bị tách khí mà có thể được sử dụng để thực hiện phương pháp tách khí mong muốn theo các ví dụ so sánh;

FIG. 8 là bảng thể hiện các bước thực hiện ở mỗi cột hấp phụ, cột hấp phụ được giảm áp bằng dụng cụ giảm áp suất, và trạng thái mở/đóng của mỗi van tự động của thiết bị tách khí thể hiện trong FIG. 7, ở mỗi bước của phương pháp tách khí mong muốn theo các ví dụ so sánh; và

FIG. 9 thể hiện các dòng khí ở các bước 1-6 của phương pháp tách khí mong muốn theo các ví dụ so sánh.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án được ưu tiên của sáng chế được mô tả dưới đây có tham chiếu tới các hình vẽ kèm theo.

FIG. 1 thể hiện sơ đồ cấu tạo của thiết bị tách khí X1 mà có thể được sử dụng để thực hiện phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ nhất của sáng chế. Thiết bị tách khí X1 được thiết kế để tách khí mong muốn từ khí thô chứa khí mong muốn bằng PSA và bao gồm các cột hấp phụ 10A, 10B, 10C, các bơm chân không 21, 22, bể chứa chất đệm 23, và các đường ống 31-39. Ví dụ về khí mong muốn bao gồm cacbon dioxit và cacbon monoxit. Nếu khí mong muốn là cacbon dioxit, khí thô có thể là khí sản phẩm phụ trong các nhà máy đúc thép, như khí nóng lò cao, khí chuyển đổi hoặc khí đốt chuyển đổi. Các khí là sản phẩm phụ trong các nhà máy đúc thép được đưa đi tiền xử lý, như khử nước hoặc loại bỏ các hợp chất lưu huỳnh, theo yêu cầu trước khi sử dụng ở dạng khí thô. Nếu khí mong muốn là cacbon monoxit, khí chuyển đổi có thể được sử dụng ở dạng khí thô. Chẳng hạn, nếu khí thô là khí nóng lò cao, thành phần của nó (theo thể tích) có thể là 26-28% cacbon dioxit và 73-74% nitơ. Ví dụ, nếu khí thô là khí đốt chuyển đổi,

thành phần của nó có thể là 32-36% cacbon dioxit và 65-68% nitơ. Nếu khí thô là khí chuyển đổi, thành phần của nó có thể là 15-16% cacbon dioxit, 65-66% cacbon monoxit và 19-20% nitơ.

Mỗi cột hấp phụ 10A, 10B và 10C có các cổng khí 11 và 12 ở các đầu đối diện của nó. Giữa các cổng khí 11 và 12 được nạp chất hấp phụ để hấp phụ có chọn lọc khí mong muốn. Nếu khí mong muốn là cacbon dioxit, cacbon hoạt tính từ sọ dừa hoặc than đá có thể được sử dụng làm chất hấp phụ. Nếu khí mong muốn là cacbon monoxit, ví dụ, cacbon hoạt tính hoặc oxit nhôm hoạt tính mang hợp chất đồng như CuCl hoặc CuCl_2 trong các lỗ xốp của nó có thể được sử dụng làm chất hấp phụ.

Các bơm chân không 21 và 22 được sử dụng để giảm áp suất bên trong các cột hấp phụ 10A, 10B, 10C. Bể chứa chất đệm 23 là bể chứa để bảo quản tạm thời khí mong muốn được tách.

Đường ống 31 bao gồm đường ống dẫn khí chính 31' có đầu dẫn khí thô E1, và các nhánh 31A, 31B và 31C được nối với các cổng khí 11 của các cột hấp phụ 10A, 10B và 10C, tương ứng. Các nhánh 31A, 31B và 31C lần lượt được bố trí các van tự động 31a, 31b và 31c, chuyển giữa trạng thái mở và trạng thái đóng. Dù không được minh họa, đường ống dẫn khí chính 31' của đường ống 31 có thể được nối với máy thổi hoặc máy nén để đưa khí thô đến các cột hấp phụ 10A, 10B và 10C nhờ áp suất.

Đường ống 32 bao gồm đường ống dẫn khí chính 32' có đầu thoát khí E2, và các nhánh 32A, 32B và 32C lần lượt được nối với các cổng khí 12 của các cột hấp phụ 10A, 10B và 10C. Các nhánh 32A, 32B và 32C lần lượt được bố trí các van tự động 32a, 32b và 32c, chuyển giữa trạng thái mở và trạng thái đóng.

Đường ống 33 bao gồm đường ống dẫn khí chính 33' có đầu thoát khí E3, và các nhánh 33A, 33B và 33C lần lượt được nối với các cổng khí 12 của các cột hấp phụ 10A, 10B và 10C. Các nhánh 33A, 33B và 33C lần lượt được bố trí các van tự động 33a, 33b và 33c, chuyển giữa trạng thái mở và trạng thái đóng.

Đường ống 34 bao gồm đường ống dẫn khí chính 34' được nối với bơm chân không 21, và các nhánh 34A, 34B và 34C lần lượt được nối với các cổng khí 11 của các cột hấp phụ 10A, 10B và 10C. Các nhánh 34A, 34B và 34C lần lượt được bố trí các van tự động 34a, 34b và 34c, chuyển giữa trạng thái mở và trạng thái đóng.

Đường ống 35 nối bơm chân không 21 và bể chứa chất đệm 23 với nhau.

Đường ống 36 bao gồm đường ống dẫn khí chính 36' được nối với bể chứa chất đệm 23, và các nhánh 36A, 36B và 36C lần lượt được nối với các cổng khí 11 của các cột hấp phụ 10A, 10B và 10C. Các nhánh 36A, 36B và 36C lần lượt được bố trí các van tự động 36a, 36b và 36c, nó chuyển đổi giữa trạng thái mở và trạng thái đóng. Đường ống dẫn khí chính 36' được bố trí van tự động 36d mà chuyển đổi giữa trạng thái mở và trạng thái đóng. Dù không được minh họa, đường ống dẫn khí chính 36' của đường ống 36 có thể được bố trí máy thổi hoặc máy nén để đưa khí rửa, được mô tả sau, đến các cột hấp phụ 10A, 10B và 10C nhờ áp suất.

Đường ống 37 bao gồm đường ống dẫn khí chính 37' được nối với bơm chân không 22, và các nhánh 37A, 37B và 37C lần lượt được nối với các cổng khí 11 của các cột hấp phụ 10A, 10B và 10C. Các nhánh 37A, 37B và 37C lần lượt được bố trí các van tự động 37a, 37b và 37c, mà chuyển đổi giữa trạng thái mở và trạng thái đóng.

Đường ống 38 được nối với bơm chân không 22 và có đầu hút khí mong muốn E4.

Đường ống 39 được nối với đường ống dẫn khí chính 36' của đường ống 36 và có đầu hút khí mong muốn E5. Đường ống 39 được bố trí van điều chỉnh dòng 39a.

Thiết bị tách khí X1 có cấu tạo được mô tả ở trên có thể được sử dụng để thực hiện phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ nhất của sáng chế. Đặc biệt là, trong suốt quá trình vận hành thiết bị tách khí X1, các van tự động 31a-31c, 32a-32c, 33a-33c, 34a-34c, 36a-36d và 37a-37c được chuyển như thể hiện trong FIG. 2 để thu được các dòng khí định trước trong thiết bị, nhờ đó một chu

trình bao gồm các bước 1-6 mô tả dưới đây được lặp lại. Trong một chu trình của phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ nhất, bước hấp phụ, bước rửa, bước giải hấp thứ nhất và bước giải hấp thứ hai được thực hiện trong mỗi cột hấp phụ 10A, 10B và 10C. Trong FIG. 2 (và cũng trong các Fig.5 và 8 đề cập sau), ký hiệu $\circ$ cho biết van tự động là ở trạng thái mở, trong khi đó ký hiệu $\times$ cho biết van tự động là ở trạng thái đóng. FIG. 2 (và cũng trong các FIG. 5 và 8 đề cập sau) cũng thể hiện các cột hấp phụ được giảm áp nhờ các bơm chân không 21 và 22 trong mỗi bước. Nếu không có cột hấp phụ nào được giảm áp, thì ký hiệu $\times$ được áp dụng. FIG. 3(a)-(f) thể hiện trạng thái dòng khí trong thiết bị tách khí X1 ở mỗi bước 1-6.

Ở bước 1, mỗi van tự động 31a-37c được giữ ở trạng thái mở hoặc trạng thái đóng như thể hiện trong cột của bước 1 trong FIG. 2. Kết quả là, bằng cách hoạt động bơm chân không 22, thu được dòng khí thể hiện trong FIG. 3(a). Do đó, bước hấp phụ được thực hiện trong cột hấp phụ 10A, bước giải hấp thứ hai được thực hiện trong cột hấp phụ 10B, và bước rửa được thực hiện trong cột hấp phụ 10C.

Như được hiểu từ các FIG. 1 và FIG. 3(a), ở bước 1, khí thô được đưa vào cột hấp phụ 10A qua đường ống 31, có đầu dẫn khí thô E1, và cổng khí 11. Khí mong muốn (ví dụ, cacbon dioxit hoặc cacbon monoxit) trong khí thô được hấp phụ vào chất hấp phụ trong cột hấp phụ 10A, và khí không được hấp phụ được thoát ra từ cổng khí 12 của cột hấp phụ 10A. Khí không được hấp phụ đi qua đường ống 32 và được thoát ra từ đầu thoát khí E2 ra phía ngoài của thiết bị tách X1. Đối với cột hấp phụ 10B, cột 10B trải qua bước giải hấp thứ nhất ở bước trước (bước 6 trong FIG. 3(f)). Do đó, khi bắt đầu bước 1, áp suất bên trong cột hấp phụ 10B được giảm đến áp suất trung gian định trước. Ở bước 1, áp suất bên trong cột hấp phụ 10B được giảm tiếp nhờ bơm chân không 22, nhờ đó khí mong muốn được giải hấp từ chất hấp phụ trong cột hấp phụ 10B. Khí giải hấp (khí giải hấp thứ hai) được thoát ra từ cổng khí 11 của cột hấp phụ 10B. Khí giải hấp thứ hai đi qua đường ống 37 và bơm chân không 22 đến đường ống 38 và được thoát ra từ đầu hút khí mong muốn E4 ra ngoài thiết bị tách X1. Đối với cột hấp phụ 10C, cột hấp phụ 10C trải qua bước hấp phụ ở bước 6, sẽ được mô tả sau. Ở bước 1, khí giải hấp thứ nhất trong bể

chứa chất đệm 23 được đưa vào, làm khí rửa, từ cổng khí 11 vào cột hấp phụ 10C qua đường ống 36, trong khi khí thải rửa được thoát ra từ cổng khí 12 của cột hấp phụ 10C. Khí thải rửa đi qua đường ống 33 và được thoát ra từ đầu thoát khí E3 ra ngoài thiết bị tách X1. Theo cách này, ở bước 1, cột hấp phụ 10C được rửa bằng khí giải hấp thứ nhất.

Ở bước 2, mỗi van tự động 31a-37c được giữ ở trạng thái mở hoặc trạng thái đóng như thể hiện trong cột của bước 2 trong FIG. 2. Kết quả là, bằng cách vận hành các bơm chân không 21 và 22, thu được dòng khí thể hiện trong FIG. 3(b). Do đó, trong cột hấp phụ 10A, bước hấp phụ được thực hiện liên tục từ bước 1. Trong cột hấp phụ 10B, bước giải hấp thứ hai được thực hiện liên tục từ bước 1. Trong cột hấp phụ 10C, bước giải hấp thứ nhất được thực hiện.

Như được hiểu từ FIG. 1 và FIG. 3(b), ở bước 2, liên tục từ bước 1, khí thô, được bố trí đường ống 31 từ đầu cấp khí thô E1, được đưa từ cổng khí 11 vào cột hấp phụ 10A, trong khi khí không được hấp phụ được thoát ra từ cổng khí 12 của cột hấp phụ 10A. Đối với cột hấp phụ 10B ở bước 2, liên tục từ bước 1, áp suất bên trong cột hấp phụ 10B được giảm nhờ bơm chân không 22, nhờ đó khí mong muốn được giải hấp từ chất hấp phụ trong cột hấp phụ 10B. Khí giải hấp (khí giải hấp thứ hai) được thoát ra từ cổng khí 11 của cột hấp phụ 10B. Đối với cột hấp phụ 10C, cột 10C trải qua bước rửa ở bước 1. Ở bước 2, áp suất bên trong cột hấp phụ 10C được giảm đi nhờ bơm chân không 21, nhờ đó khí mong muốn được giải hấp từ chất hấp phụ trong cột hấp phụ 10C. Khí giải hấp (khí giải hấp thứ nhất) được thoát ra từ cổng khí 11 của cột hấp phụ 10C. Khí được giải hấp thứ nhất chảy vào bể chứa chất đệm 23 qua đường ống 34, bơm chân không 21 và đường ống 35. Khí giải hấp thứ nhất trong bể chứa chất đệm 23 có thể được đưa ra khỏi thiết bị tách khí X1 một cách thích hợp từ đầu hút khí mong muốn E5 của đường ống 39 qua đường ống 36.

Ở các bước 1 và 2, áp suất tối đa bên trong cột hấp phụ 10A, trong bước hấp phụ, ví dụ, là 0-300 kPa (áp suất kế: giữ nguyên trong phần mô tả dưới đây). Ở bước 2, áp suất bên trong cột hấp phụ 10C khi bước giải hấp thứ nhất kết thúc (áp

suất trung gian) ví dụ là nằm trong khoảng từ -94 đến -68 kPa. Ở bước 2, áp suất bên trong cột hấp phụ 10B khi bước giải hấp thứ hai kết thúc (áp suất tối thiểu) ví dụ là nằm trong khoảng từ -99 đến -87 kPa.

Ở các bước 3 và 4, bước hấp phụ được thực hiện trong cột hấp phụ 10B, tương tự với bước được thực hiện trong cột hấp phụ 10A ở các bước 1 và 2. Ở các bước 3 và 4, bước giải hấp thứ hai được thực hiện trong cột hấp phụ 10C, tương tự với bước được thực hiện trong cột hấp phụ 10B ở các bước 1 và 2. Ở các bước 3 và 4, bước rửa (bước ba 3) và bước giải hấp thứ nhất (bước 4) được thực hiện trong cột hấp phụ 10A, tương tự với các bước được thực hiện trong cột hấp phụ 10C ở các bước 1 và 2.

Ở các bước 5 và 6, bước hấp phụ được thực hiện trong cột hấp phụ 10C, tương tự với bước được thực hiện trong cột hấp phụ 10A ở các bước 1 và 2. Ở các bước 5 và 6, bước giải hấp thứ hai được thực hiện trong cột hấp phụ 10A, tương tự với bước được thực hiện trong cột hấp phụ 10B ở các bước 1 và 2. Ở các bước 5 và 6, bước rửa (bước 5) và bước giải hấp thứ nhất (bước 6) được thực hiện trong cột hấp phụ 10B, tương tự với các bước được thực hiện trong cột hấp phụ 10C ở các bước 1 và 2.

Ở các bước lặp 1-6 được mô tả ở trên trong các cột hấp phụ 10A, 10B và 10C, khí thô liên tục được đưa vào một trong số các cột hấp phụ 10A, 10B và 10C. Do đó, liên tục thu được khí giải hấp chứa khí mong muốn với lượng lớn.

Trong phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ nhất, để duy trì ở mức nhất định việc tách khí mong muốn, việc giảm áp suất cần được thực hiện ở bước giải hấp cho đến khi bên trong cột hấp phụ đạt đến áp suất định trước. Việc giảm áp suất sử dụng bơm chân không 21, 22 ở bước giải hấp, nó chiếm một khoảng thời gian nhất định để áp suất trong cột hấp phụ đạt đến áp suất định trước. Do đó, thời gian từ khi bắt đầu đến lúc kết thúc bước giải hấp (thời gian giải hấp) được đặt, ví dụ, là 200 giây, nó có thể thay đổi phụ thuộc vào lượng cấp khí thô và độ tinh khiết mong muốn của khí mong muốn thu được.

Ở bước rửa, khí giải hấp (khí nhả hấp thứ nhất) giàu khí mong muốn được đưa vào cột hấp phụ sau khi hoàn thành bước hấp phụ làm khí rửa. Kết quả là, khí còn lại trong cột hấp phụ khi kết thúc bước hấp phụ, chứa khí mong muốn với lượng thấp, được tháo rửa và thay thế bằng khí rửa. Do đó, bằng cách đánh dấu thời gian từ khi bắt đầu đến lúc kết thúc bước rửa (thời gian rửa) dài hơn, độ tinh khiết của khí mong muốn thu được tăng lên, nhưng hiệu suất của khí mong muốn giảm đi. Đối với lý do này, thời gian rửa được đặt ngắn hơn thời gian từ khi bắt đầu đến lúc kết thúc bước hấp phụ (thời gian hấp phụ). Chẳng hạn, thời gian rửa được đặt là 120 giây.

Nếu thời gian rửa được đặt ngắn hơn thời gian hấp phụ, bước rửa kết thúc sớm hơn trong trường hợp này khi bước hấp phụ và bước rửa được bắt đầu cùng lúc để chuyển bước. Theo phương án thứ nhất, như được hiểu bằng cách tập trung vào các cột hấp phụ 10A và 10C ở các bước 1 và 2, trong cột hấp phụ 10C ở trạng thái sau khi kết thúc bước rửa, bước giải hấp thứ nhất được thực hiện ở bước 2 cho đến khi bước hấp phụ trong cột hấp phụ 10A kết thúc. Ở cột hấp phụ 10C, bước giải hấp cũng được tiếp tục ở các bước 3 và 4 (bước giải hấp thứ hai). Bước giải hấp thứ hai trong cột hấp phụ 10C ở các bước 3 và 4 được thực hiện song song với bước hấp phụ trong cột hấp phụ 10B (trải qua bước giải hấp thứ hai ở bước 2).

Như đã lưu ý ở trên, trong cột hấp phụ 10C, bước rửa được thực hiện trong bước 1 và bước giải hấp (bước giải hấp thứ nhất và bước giải hấp thứ hai) được thực hiện ở các bước 2-4. Quy định thời gian rửa là 120 giây và thời gian giải hấp là 200 giây, thời gian tiêu tốn cho các bước từ 1 đến 4 (tổng thời gian của bước rửa và bước giải hấp trong cột hấp phụ 10C) là 320 giây. Thời gian tiêu tốn cho các bước 1-4 bằng với tổng thời gian của thời gian hấp phụ trong cột hấp phụ 10A ở các bước 1 và 2 và thời gian hấp phụ trong cột hấp phụ 10B ở các bước 3 và 4 (nghĩa là, gấp đôi thời gian hấp phụ). Do đó, thời gian hấp phụ là 160 giây.

Theo cách tách khí thông thường bằng PSA mà sử dụng ba cột hấp phụ để lặp lại chu trình bao gồm bước hấp phụ, bước rửa và bước giải hấp, tính toán thời gian bước hấp phụ và bước giải hấp là phù hợp với nhau. Do đó, nếu thời gian giải

hấp là 200 giây, thời gian hấp phụ cũng là 200 giây, sao cho thời gian tiêu tốn cho một chu trình (thời gian chu trình) bao gồm bước hấp phụ, bước rửa và bước giải hấp là 600 giây.

Mặt khác, trong phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ nhất, ngay cả khi cùng thời gian như trên, nghĩa là, 200 giây được phân bổ cho bước giải hấp, thời gian hấp phụ ngắn hơn (160 giây) thời gian hấp phụ trong phương pháp thông thường (200 giây), sao cho thời gian chu trình chỉ là 480 giây. Quy định điều kiện cấp khí thô là như nhau, nếu thời gian hấp phụ ngắn hơn, thời gian ngắt của chất hấp phụ có thể ngắn hơn, sao cho cần ít lượng chất hấp phụ. Do đó, cột hấp phụ với thể tích nhỏ hơn có thể được dùng, dẫn đến giảm kích thước thiết bị tách khí X1. Chẳng hạn, nếu thời gian chu trình ngắn hơn đến 80%, từ 600 giây đến 480 giây, kích thước thiết bị tách khí X1 được mong đợi giảm tương ứng. Do đó, theo phương án thứ nhất, thu khí mong muốn có độ tinh khiết cao từ khí thô bằng PSA, việc giảm thiết bị tách khí X1 có thể đạt được trong khi đảm bảo đủ thời gian (ví dụ, 200 giây) cho bước giải hấp để ngăn sự giảm hiệu suất tách khí mong muốn.

Trong phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ nhất, ở các bước 2, 4 và 6, bước giải hấp được thực hiện song song trong hai cột hấp phụ. Tiến hành bước giải hấp (các bước giải hấp thứ nhất và thứ hai) song song trong nhiều cột hấp phụ theo cách này cho phép thời gian của chu trình được rút ngắn trong khi giữ thời gian giải hấp đáng kể. Chẳng hạn, ở bước 2, bước giải hấp thứ hai được thực hiện liên tục từ bước 1 trong cột hấp phụ 10B, trong khi bước giải hấp thứ nhất được thực hiện trong cột hấp phụ 10C. Việc giảm áp suất cột hấp phụ 10B trong bước giải hấp thứ hai được thực hiện bằng bơm chân không 22, trong khi việc giảm áp suất của cột hấp phụ 10C trong bước giải hấp thứ nhất được thực hiện bằng bơm chân không 21. Như được hiểu từ cách này, phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ nhất, thực hiện bước giải hấp song song, được thực hiện hợp lý bằng thiết bị tách khí X1 có hai bơm chân không 21 và 22.

Theo phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ nhất, khí giải hấp thứ nhất được thoát ra từ các cột hấp phụ trong bước giải hấp thứ nhất, chứa

khí mong muốn với lượng lớn, được bảo quản tạm thời trong bể chứa chất đệm 23. Ở bước rửa, khí giải hấp thứ nhất bảo quản trong bể chứa chất đệm 23 được đưa vào cột hấp phụ được rửa ở dạng khí rửa. Nếu bước giải hấp (bước giải hấp thứ nhất) bắt đầu sau bước rửa, bên trong cột hấp phụ được lấp đầy khí (chủ yếu là khí rửa). Do đó, ở thời điểm đầu của bước giải hấp (bước giải hấp thứ nhất), lượng tương đối lớn khí được thoát ra từ cột hấp phụ. Theo cách này, dùng khí giải hấp thứ nhất ở dạng khí rửa bằng bể chứa chất đệm 23 thu được nguồn cấp khí rửa ổn định.

FIG. 4 thể hiện sơ đồ cấu tạo của thiết bị tách khí X2 mà có thể được sử dụng để thực hiện phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ hai của sáng chế. Thiết bị tách khí X2 được thiết kế để tách khí mong muốn từ khí thô chứa khí mong muốn bằng cách hấp phụ áp suất chuyển đổi (PSA) và gồm các cột hấp phụ 10A, 10B, 10C, các bơm chân không 21, 22, bể chứa chất đệm 23, và các đường ống 31-37, 38" và 39. Thiết bị tách khí X2 khác với thiết bị tách khí X1 ở chỗ nó bao gồm đường ống 38" thay vì đường ống 38.

Đường ống 38" nối bơm chân không 22 với đường ống 35. Đường ống 35 được nối với bể chứa chất đệm 23. Do đó, đường ống 38" nối bơm chân không 22 với bể chứa chất đệm 23. Trong trường hợp này, đường ống 38" khác với đường ống 38 của thiết bị tách khí X1, nó có đầu hút khí mong muốn E4. Ngoại trừ điều này, cấu tạo của thiết bị tách khí X2 là giống với thiết bị tách khí X1.

Thiết bị tách khí X2 có cấu tạo được mô tả ở trên có thể được sử dụng để thực hiện phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ hai của sáng chế. Đặc biệt là, trong khi vận hành thiết bị tách khí X2, các van tự động 31a-31c, 32a-32c, 33a-33c, 34a-34c, 36a-36d và 37a-37c được chuyển đổi như thể hiện trong FIG. 5 để nhận ra dòng khí định trước trong thiết bị, nhờ đó một chu trình bao gồm các bước 1-6 mô tả dưới đây được lặp lại. Trong một chu trình của phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ hai, bước hấp phụ, bước rửa, bước giải hấp thứ hai, bước giải hấp sớm hơn thứ hai và bước giải hấp muộn hơn thứ hai được thực hiện trong mỗi cột hấp phụ 10A, 10B và 10C. FIG. 6(a)-(f) thể hiện dòng

khí trong thiết bị tách khí X2 trong mỗi bước 1-6.

Ở bước 1, mỗi trong số các van tự động 31a-37c được giữ ở trạng thái mở hoặc trạng thái đóng như thể hiện trong cột của bước 1 trong FIG. 5. Kết quả là, bằng cách hoạt động các bơm chân không 21 và 22, thu được dòng khí thể hiện trong FIG. 6(a). Do đó, bước hấp phụ được thực hiện trong cột hấp phụ 10A, bước giải hấp sớm hơn thứ hai được thực hiện trong cột hấp phụ 10B, và bước rửa được thực hiện trong cột hấp phụ 10C.

Như được hiểu từ các FIG. 5 và FIG. 6(a), ở bước 1, khí thô được đưa vào cột hấp phụ 10A qua đường ống 31, nó có đầu dẫn khí thô E1, và cổng khí 11. Khí mong muốn (ví dụ, cacbon dioxit hoặc cacbon monoxit) trong khí thô được hấp phụ vào chất hấp phụ ở cột hấp phụ 10A, và khí không được hấp phụ được thoát ra từ cổng khí 12 của cột hấp phụ 10A. Khí không được hấp phụ chảy qua đường ống 32 và được thoát ra từ đầu thoát khí E2 ra bên ngoài thiết bị tách khí X2. Đối với cột hấp phụ 10B, cột 10B trải qua bước giải hấp thứ nhất ở bước trước (bước 6 trong FIG. 6(f)). Do đó, ở thời điểm bắt đầu của bước 1, áp suất bên trong cột hấp phụ 10B được giảm đến áp suất trung gian định trước. Ở bước 1, áp suất bên trong cột hấp phụ 10B được giảm tiếp bằng các bơm chân không 21 và 22, nhờ đó khí mong muốn được nhả hấp từ chất hấp phụ trong cột hấp phụ 10B. Khí giải hấp (khí giải hấp thứ hai) được thoát ra từ cổng khí 11 của cột hấp phụ 10B. Khí giải hấp thứ hai được đưa đến bể chứa chất đệm 23 bằng đường ống 34, bơm chân không 21 và đường ống 35 và cũng bằng đường ống 37, bơm chân không 22, đường ống 38" và đường ống 35. Đối với cột hấp phụ 10C, cột hấp phụ 10C trải qua bước hấp phụ ở bước 6, sẽ được mô tả sau. Ở bước 1, khí giải hấp thứ nhất và khí giải hấp thứ hai trong bể chứa chất đệm 23 được đưa vào, ở dạng khí rửa, từ cổng khí 11 vào cột hấp phụ 10C qua đường ống 36, trong khi khí thải rửa được thoát ra từ cổng khí 12 của cột hấp phụ 10C. Khí thải rửa chảy qua đường ống 33 và được thoát ra từ đầu thoát khí E3 ra bên ngoài của thiết bị tách khí X2. Theo cách này, ở bước 1, cột hấp phụ 10C được rửa bằng khí giải hấp thứ nhất và khí giải hấp thứ hai. Ở bước 1, khí giải hấp thứ nhất và khí giải hấp thứ hai trong bể chứa chất đệm 23 có thể được lấy ra một cách thích hợp khỏi thiết bị tách khí X2 từ đầu hút khí mong muốn E5 của

đường ống 39 qua đường ống 36.

Ở bước 2, mỗi trong số các van tự động 31a-37c được giữ ở trạng thái mở hoặc trạng thái đóng như thể hiện trong cột của bước 2 trong FIG. 5. Kết quả là, bằng cách hoạt động các bơm chân không 21 và 22, thu được dòng khí thể hiện trong FIG. 6(b). Do đó, trong cột hấp phụ 10A, bước hấp phụ được thực hiện liên tục từ bước 1. Trong cột hấp phụ 10B, bước giải hấp muôn hơn thứ hai được thực hiện. Ở cột hấp phụ 10C, bước giải hấp thứ nhất được thực hiện.

Như được hiểu từ FIG. 5 và FIG. 6(b), ở bước 2, tiếp tục từ bước 1, khí thô, được bố trí đường ống 31 từ đầu dẫn khí thô E1, được đưa từ cổng khí 11 vào cột hấp phụ 10A, trong khi khí không được hấp phụ được thoát ra từ cổng khí 12 của cột hấp phụ 10A. Đối với cột hấp phụ 10B, tiếp tục từ bước 1, áp suất bên trong cột hấp phụ 10B được giảm bằng bơm chân không 22, nhờ đó khí mong muốn được giải hấp khỏi chất hấp phụ trong cột hấp phụ 10B. Khí giải hấp (khí giải hấp thứ hai) được thoát ra từ cổng khí 11 của cột hấp phụ 10B. Khí giải hấp thứ hai chảy vào bể chứa chất đệm 23 qua đường ống 37, bơm chân không 22, đường ống 38" và đường ống 35. Đối với cột hấp phụ 10C, cột 10C trải qua bước rửa ở bước 1. Ở bước 2, áp suất bên trong cột hấp phụ 10C được giảm bằng bơm chân không 21, nhờ đó khí mong muốn được giải hấp khỏi chất hấp phụ trong cột hấp phụ 10C. Khí giải hấp (khí giải hấp thứ nhất) được thoát ra từ cổng khí 11 của cột hấp phụ 10C. Khí giải hấp thứ nhất chảy vào bể chứa chất đệm 23 qua đường ống 34, bơm chân không 21 và đường ống 35. Khí giải hấp thứ nhất và khí giải hấp thứ hai trong bể chứa chất đệm 23 có thể được đưa ra ngoài thiết bị tách khí X1 một cách thích hợp từ đầu hút khí mong muốn E5 của đường ống 39 qua đường ống 36.

Ở các bước 1 và 2, áp suất tối đa bên trong cột hấp phụ 10A, trong bước hấp phụ, là, ví dụ, 0-300 kPa. Ở bước 2, áp suất bên trong cột hấp phụ 10C nếu bước giải hấp thứ nhất kết thúc (áp suất trung gian) là, ví dụ, nằm trong khoảng từ -94 đến -68 kPa. Ở bước 2, áp suất bên trong cột hấp phụ 10B nếu bước giải hấp muôn hơn thứ hai kết thúc (áp suất tối thiểu) là, ví dụ, nằm trong khoảng từ -99 đến -87 kPa.

Ở bước 3 và 4, bước hấp phụ được thực hiện trong cột hấp phụ 10B, tương tự với bước được thực hiện trong cột hấp phụ 10A ở các bước 1 và 2. Ở các bước 3 và 4, bước giải hấp sớm hơn thứ hai (bước 3) và bước giải hấp muộn hơn thứ hai (bước 4) được thực hiện trong cột hấp phụ 10C, tương tự với các bước được thực hiện trong cột hấp phụ 10B ở các bước 1 và 2. Ở các bước 3 và 4, bước rửa (bước 3) và bước giải hấp thứ nhất (bước 4) được thực hiện trong cột hấp phụ 10A, tương tự với các bước được thực hiện trong cột hấp phụ 10C ở các bước 1 và 2.

Ở bước 5 và 6, bước hấp phụ được thực hiện trong cột hấp phụ 10C, tương tự với bước được thực hiện trong cột hấp phụ 10A ở các bước 1 và 2. Ở các bước 5 và 6, bước giải hấp sớm hơn thứ hai (bước 3) và bước giải hấp muộn hơn thứ hai (bước 4) được thực hiện trong cột hấp phụ 10A, tương tự với các bước được thực hiện trong cột hấp phụ 10B ở các bước 1 và 2. Ở các bước 5 và 6, bước rửa (bước 5) và bước giải hấp thứ nhất (bước 6) được thực hiện trong cột hấp phụ 10B, tương tự với các bước được thực hiện trong cột hấp phụ 10C ở các bước 1 và 2.

Trong các bước 1-6 lặp được mô tả ở trên ở các cột hấp phụ 10A, 10B và 10C, khí thô liên tục được đưa vào bất kỳ trong số các cột hấp phụ 10A, 10B và 10C. Do đó, liên tục thu được khí giải hấp chứa khí mong muốn với lượng lớn.

Như được hiểu bằng cách đề cập đến các FIG. 5 và FIG. 6(a)-(f), trong phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ hai, bước giải hấp được thực hiện song song trong hai cột hấp phụ ở các bước 2, 4 và 6. Tiến hành bước giải hấp (bước giải hấp thứ nhất và bước giải hấp muộn hơn thứ hai) song song trong nhiều cột hấp phụ, bằng cách này cho phép thời gian của chu trình được rút ngắn trong khi đảm bảo thời gian giải hấp đáng kể, tương tự với sự tách khí bằng thiết bị tách khí X1 được mô tả ở trên. Do đó, thu được khí mong muốn có độ tinh khiết cao từ khí thô bằng PSA, việc giảm kích thước thiết bị tách khí X2 có thể đạt được mà không làm giảm hiệu suất tách khí mong muốn.

Trong phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ hai, bước giải hấp thứ hai bao gồm bước giải hấp sớm hơn thứ hai (các bước 1, 3, 5) từ khi bắt

đầu đến giữa bước giải hấp thứ hai và bước giải hấp sớm hơn thứ hai (các bước 2, 4, 6) sau bước giải hấp sớm hơn thứ hai. Ở bước giải hấp sớm hơn thứ hai, cột hấp phụ được giảm áp không chỉ bằng bơm chân không 22 mà còn bằng bơm chân không 21. Nghĩa là, việc giảm áp suất ở bước giải hấp sớm hơn thứ hai được thực hiện bằng cả bơm chân không 21 và 22. Do đó, bên trong cột hấp phụ được giảm áp suất đáng kể ở bước giải hấp sớm hơn thứ hai, sao cho áp suất bên trong cột hấp phụ dễ dàng đạt đến áp suất mong muốn. Do đó, phương pháp theo phương án này, mà giảm áp suất cột hấp phụ không chỉ bằng bơm chân không 22 mà còn bằng bơm chân không 21 ở bước giải hấp sớm hơn thứ hai, là thích hợp để tăng hiệu suất khí mong muốn.

Vì bơm chân không 21 cũng được sử dụng cho việc giảm áp suất ở bước giải hấp sớm hơn thứ hai, bơm chân không 21 hoạt động liên tục trong suốt một chu trình. Như được hiểu từ FIG. 2 và FIG. 3(a)-(f), trong phương pháp được mô tả ở trên theo phương án thứ nhất, bơm chân không 21 hoạt động không liên tục, nghĩa là, chỉ hoạt động ở các bước 2, 4 và 6 và nghỉ ở bước 1, 3 và 5. Nếu bơm chân không 21 hoạt động không liên tục, việc kiểm soát sự điều chỉnh giữa các bước là khó, bởi vì nó chiếm một khoảng thời gian nhất định, ví dụ, để roto của bơm chân không ở trạng thái hoạt động ổn định. Khác với điều này, phương pháp của phương án này, trong đó bơm chân không 21 hoạt động liên tục, là thích hợp để đạt được việc điều chỉnh dễ dàng sự chuyển đổi giữa các bước.

Trong phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ hai, ngoài khí giải hấp thứ nhất thoát ra từ cột hấp phụ ở bước giải hấp thứ nhất, thì khí giải hấp thứ hai thoát ra từ cột hấp phụ ở bước giải hấp thứ hai sau bước giải hấp thứ nhất cũng được bảo quản tạm thời trong bể chứa chất đệm 23. Ở bước rửa, khí giải hấp thứ nhất và khí giải hấp thứ hai trong bể chứa chất đệm 23 được đưa vào cột hấp phụ ở dạng khí rửa. Nếu bước giải hấp bắt đầu sau bước rửa, một lượng nhỏ khí tạp chất có mặt trong không gian bên trong cột hấp phụ. Khí tạp chất được thoát ra ở bước giải hấp từ cột hấp phụ 10A, 10B, 10C cùng với khí mong muốn. Hàm lượng khí tạp chất trong khí (khí giải hấp) thoát ra từ cột hấp phụ 10A, 10B, 10C ở bước giải hấp giảm dần sau khi bắt đầu bước hấp phụ. Do đó, hàm lượng khí tạp chất

chất trong khí (khí giải hấp thứ hai) thoát ra từ cột hấp phụ 10A, 10B, 10C ở bước giải hấp thứ hai là thấp đáng kể. Do đó, phương pháp của phương án này trong đó khí giải hấp thứ hai cũng được sử dụng ở dạng khí rửa là thích hợp để thu khí mong muốn có độ tinh khiết cao.

Thông qua các phương án của sáng chế được mô tả ở trên, sáng chế không bị giới hạn bởi các phương án này và có thể được thay đổi theo các cách khác nhau mà không đi lệch khỏi phạm vi của sáng chế. Chẳng hạn, các đường ống tạo đường dẫn khí trong thiết bị để thực hiện phương pháp tách khí mong muốn theo sáng chế có thể được sắp xếp khác với các phương án trước. Qua ba cột hấp phụ được sử dụng trong các phương án đã nói ở trên, bốn hoặc nhiều cột hấp phụ có thể được sử dụng đưa đến các ưu điểm tương tự. Các thành phần không phải là cacbon monoxit hoặc cacbon dioxit có thể được đặt ở dạng khí mong muốn của sáng chế miễn là thành phần này là thành phần có thể được hấp phụ dễ dàng mà có thể được hấp phụ có chọn lọc với chất hấp phụ trong quá trình tách khí bằng PSA.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các ưu điểm của sáng chế được giải thích dưới đây bằng các ví dụ và ví dụ so sánh.

Ví dụ 1

Sử dụng thiết bị tách khí X1 có cấu tạo dưới dạng đồ thị thể hiện trong Fig. 1 để tách cacbon dioxit ở dạng khí mong muốn từ khí thô bằng cách lập một chu trình gồm bước hấp phụ, bước rửa, bước giải hấp thứ nhất và bước giải hấp thứ hai trong mỗi cột hấp phụ 10A, 10B và 10C như thể hiện trong Fig. 2 và Fig. 3(a)-(f). Trong ví dụ 1, thực hiện tách cacbon dioxit bằng phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Mỗi cột hấp phụ 10A, 10B, 10C của thiết bị tách khí X1 sử dụng trong ví dụ này có dạng hình trụ (đường kính trong: 70mm, chiều cao bên trong 500mm). Nạp vào mỗi cột hấp phụ 2,0dm³ cacbon hoạt tính. Đối với khí thô, sử dụng hỗn hợp khí có thành phần phỏng theo khí nóng lò cao là một ví dụ của khí sản phẩm phụ từ nhà

máy đúc thép (cacbon dioxit: 26% thể tích, nitơ: 74% thể tích). Liên tục đưa khí thô vào thiết bị tách khí X1 ở lưu lượng 1 Nm³/giờ (“N” nghĩa là trạng thái thông thường hoặc tiêu chuẩn, giữ nguyên trong phần mô tả sau). Ở ví dụ này, trong mỗi cột hấp phụ 10A, 10B và 10C, thực hiện bước hấp phụ trong 160 giây, thực hiện bước rửa trong 120 giây, thực hiện bước giải hấp thứ nhất trong 40 giây, và thực hiện bước giải hấp thứ hai trong 160 giây. Do đó, thời gian giải hấp (tổng thời gian của bước giải hấp thứ nhất và bước giải hấp thứ hai) là 200 giây và thời gian chu trình của một chu trình gồm các bước được mô tả ở trên là 480 giây. Áp suất tối đa bên trong các cột hấp phụ 10A, 10B, và 10C ở bước hấp phụ được đặt là 100kPa. Áp suất tối thiểu bên trong các cột hấp phụ 10A, 10B, 10C ở bước giải hấp (bước giải hấp thứ hai) được đặt là -90kPa (áp suất kế).

Khí thu được ở ví dụ này được tiến hành trong các điều kiện đã mô tả ở trên chứa 99,9 % thể tích cacbon dioxit và 0,1 % thể tích nitơ đối với tạp chất. Lượng khí thu được là 0,156 Nm³/giờ. Đối với khí thu được, tỷ lệ thu hồi cacbon dioxit là 60%.

Ví dụ 2

Sử dụng thiết bị tách khí X2 có cấu tạo dưới dạng biểu đồ thể hiện trong FIG. 4 để tách cacbon monoxit ở dạng khí mong muốn từ khí thô bằng cách lặp một chu trình gồm bước hấp phụ, bước rửa, bước giải hấp thứ nhất, bước giải hấp sớm hơn thứ hai và bước giải hấp muộn hơn thứ hai trong mỗi cột hấp phụ 10A, 10B và 10C như thể hiện trong các FIG. 5 và 6. Trong ví dụ 2, tiến hành tách cacbon monoxit bằng phương pháp tách khí mong muốn theo phương án thứ hai của sáng chế.

Mỗi cột hấp phụ 10A, 10B, 10C của thiết bị tách khí X2 sử dụng trong ví dụ này có dạng hình trụ (đường kính trong: 70mm, chiều cao bên trong 500mm). Nạp vào mỗi cột hấp phụ 2,0dm³ cacbon hoạt tính mang đồng clorua (CuCl) (hàm lượng đồng clorua: 20% khối lượng). Đối với khí thô, sử dụng hỗn hợp khí có thành phần dựa theo khí chuyển đổi làm ví dụ của khí sản phẩm phụ từ nhà máy đúc thép (cacbon monoxit: 65% thể tích, cacbon dioxit: 15% thể tích, nitơ: 20% thể tích). Liên tục cấp khí thô cho thiết bị tách khí X2 ở lưu lượng 1 Nm³/giờ. Ở ví dụ này,

trong mỗi cột hấp phụ 10A, 10B và 10C, thực hiện bước hấp phụ trong 20 giây, thực hiện bước rửa trong 80 giây, thực hiện bước giải hấp thứ nhất trong 120 giây, thực hiện bước giải hấp sớm hơn thứ hai trong 80 giây, và thực hiện bước giải hấp muộn hơn thứ hai trong 120 giây. Do đó, thời gian giải hấp (tổng thời gian của bước giải hấp thứ nhất, bước giải hấp sớm hơn thứ hai và bước giải hấp muộn hơn thứ hai) là 320 giây và thời gian chu trình của một chu trình gồm các bước được mô tả ở trên là 600 giây. Áp suất tối đa bên trong các cột hấp phụ 10A, 10B, và 10C ở bước hấp phụ được đặt là 10kPa. Áp suất tối thiểu bên trong các cột hấp phụ 10A, 10B, 10C ở bước giải hấp (bước giải hấp muộn hơn thứ hai) được đặt là -90kPa (áp suất kế).

Khí thu được ở ví dụ này được tiến hành trong các điều kiện được mô tả ở trên chứa 99,95 % thể tích cacbon monoxit. Đối với các tạp chất, khí chứa 300 ppm thể tích cacbon dioxit và 200ppm thể tích nitơ. Lượng khí thu được là 0,52 Nm³/giờ. Đối với khí thu được, tỷ lệ thu hồi cacbon monoxit là 80%.

Ví dụ so sánh 1

Sử dụng thiết bị tách khí X3 có cấu tạo dưới dạng biểu đồ thể hiện trong FIG. 7 để tách cacbon dioxit ở dạng khí mong muốn từ khí thô. Thiết bị tách khí X3 được thiết kế để tách khí mong muốn từ khí thô chứa khí mong muốn bằng PSA và bao gồm các cột hấp phụ 10A, 10B, 10C, bơm chân không 21, và các đường ống 31-34, 36" và 39. Thiết bị tách khí X3 giống với thiết bị tách khí X1 thể hiện trong FIG. 1. Tuy nhiên, thiết bị tách khí X3 khác với thiết bị tách khí X1 ở chỗ nó không bao gồm bơm chân không 22, bể chứa chất đệm 23 và các đường ống 35, 37, 38 dẫn vào thiết bị tách khí X1 và bao gồm đường ống 36" thay cho đường ống 36. Nghĩa là, thiết bị tách khí X3 chỉ gồm bơm chân không đơn 21. Đường ống 36" bao gồm đường ống dẫn khí chính 36' được nối với bơm chân không 21.

Trong ví dụ so sánh 1, các van tự động 31a-31c, 32a-32c, 33a-33c, 34a-34c, và 36a-36d được thay đổi như thể hiện trong FIG. 8 để thu được dòng khí định trước trong thiết bị, nhờ đó một chu trình gồm các bước 1-6 (bước hấp phụ, bước rửa, nghỉ và bước giải hấp) được lặp lại trong mỗi cột hấp phụ 10A, 10B và 10C, để

tách cacbon dioxit ở dạng khí mong muốn từ khí thô. FIG. 9(a)-(f) thể hiện dòng khí trong thiết bị tách khí X3 ở mỗi bước 1-6.

Trong ví dụ so sánh 1, sử dụng loại chất hấp phụ giống như loại đã sử dụng trong ví dụ 1. Lượng chất hấp phụ nạp vào cũng giống như trong ví dụ 1. Đối với khí thô, sử dụng khí có cùng thành phần như đã sử dụng trong ví dụ 1. Bước giải hấp trong ví dụ so sánh 1 là bước đơn, là sự khác nhau giữa ví dụ so sánh 1 với ví dụ 1, trong đó bước giải hấp bao gồm bước giải hấp thứ nhất và bước giải hấp thứ hai. Phần khí giải hấp thoát ra từ cột hấp phụ trải qua bước giải hấp được cấp vào cột hấp phụ khác đang trải qua bước rửa ở dạng khí rửa. Tương tự với ví dụ 1, thời gian giải hấp trong Ví dụ so sánh 1 là 200 giây. Như được hiểu từ FIG. 8 và FIG. 9(a)-(f), trong Ví dụ so sánh 1, việc thay đổi bước hấp phụ và bước giải hấp được tiến hành ở thời gian như nhau. Do đó, thời gian hấp phụ bằng thời gian giải hấp, nghĩa là, 200 giây bước rửa được tiến hành trong 120 giây sao cho thời gian nghỉ giữa bước rửa và bước giải hấp là 80 giây. Do đó, thời gian chu trình của một chu trình bao gồm các bước đã mô tả ở trên là 600 giây.

Trong khi thời gian của chu trình trong ví dụ 1 là 480 giây, thời gian chu trình trong Ví dụ so sánh 1 là 600 giây. Do đó, khí thô liên tục được cung cấp cho thiết bị tách khí X3 ở lưu lượng là $0,8 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$ ($480/600=80\%$ lưu lượng). Áp suất tối đa bên trong các cột hấp phụ 10A, 10B, 10C ở bước hấp phụ và áp suất tối thiểu bên trong các cột hấp phụ 10A, 10B, 10C ở bước giải hấp cân bằng với các áp suất này trong ví dụ 1.

Khí thu được trong ví dụ so sánh 1 này được tiến hành trong các điều kiện được mô tả ở trên chứa 99,9 % thể tích cacbon dioxit và 0,1 % thể tích nitơ ở dạng tạp chất. Lượng khí thu được là $0,1248 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$. Đối với khí thu được, tỷ lệ thu hồi cacbon dioxit là 60%. Hàm lượng cacbon dioxit trong khí thu được và việc thu hồi trong Ví dụ so sánh 1 là bằng với trong ví dụ 1. Tuy nhiên, khi so sánh với ví dụ 1, lượng khí thô có thể được đưa vào các cột hấp phụ 10A, 10B, 10C có cùng kích thước đạt từ $1 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$ đến $0,8 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$ (80% của ví dụ 1).

Ví dụ so sánh 2

Sử dụng thiết bị tách khí X3 có cấu tạo được thể hiện trong FIG. 7 để tách cacbon monoxit ở dạng khí mong muốn từ khí thô bằng cách lập một chu trình gồm bước hấp phụ, bước rửa, nghỉ và bước giải hấp trong mỗi cột hấp phụ 10A, 10B và 10C như thể hiện trong FIG. 8 và FIG. 9(a)-(f).

Trong ví dụ so sánh 2, sử dụng cùng loại chất hấp phụ mà được sử dụng trong ví dụ 2. Lượng chất hấp phụ nạp vào cũng giống như trong ví dụ 2. Đối với khí thô, sử dụng khí có thành phần tương tự như đã sử dụng trong ví dụ 2. Bước giải hấp trong ví dụ so sánh này là bước đơn, nó khác với ví dụ 2, trong đó bước giải hấp gồm bước giải hấp thứ nhất, bước giải hấp sớm hơn thứ hai và bước giải hấp muộn hơn thứ hai. Phần khí giải hấp thoát ra từ cột hấp phụ trải qua bước giải hấp được cấp ở dạng khí rửa vào cột hấp phụ khác đang trải qua bước rửa. Tương tự với ví dụ 2, thời gian giải hấp trong Ví dụ so sánh này là 320 giây. Như được hiểu từ FIG. 8 và FIG. 9, trong Ví dụ so sánh này, việc thay đổi bước hấp phụ và bước giải hấp được tiến hành ở thời gian như nhau. Do đó, thời gian hấp phụ bằng với thời gian giải hấp, nghĩa là, 320 giây. Bước rửa được tiến hành trong 80 giây sao cho thời gian nghỉ giữa bước rửa và bước giải hấp là 240 giây. Do đó, thời gian chu trình của một chu trình bao gồm các bước được mô tả ở trên là 960 giây.

Trong khi thời gian của chu trình trong ví dụ 2 là 600 giây, thì thời gian của chu trình trong Ví dụ so sánh 2 là 960 giây. Do đó, khí thô liên tục được cung cấp cho thiết bị tách khí X3 ở lưu lượng dòng là $0,625 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$ ($600/960=62,5\%$ lưu lượng). Áp suất tối đa bên trong các cột hấp phụ 10A, 10B, 10C ở bước hấp phụ và áp suất tối thiểu bên trong các cột hấp phụ 10A, 10B, 10C ở bước giải hấp cân bằng với các áp suất này trong ví dụ 2.

Khí thu được trong Ví dụ so sánh này được tiến hành trong các điều kiện đã mô tả ở trên chứa 99,95 % thể tích cacbon monoxit. Đối với các tạp chất, khí chứa 300 ppm thể tích cacbon dioxit và 200 ppm thể tích nitơ. Lượng khí thu được là $0,325 \text{ Nm}^3/\text{giờ}$. Đối với khí thu được, tỷ lệ thu hồi cacbon monoxit là 80%. Hàm

lượng cacbon monoxit trong khí thu được và việc tái sinh trong Ví dụ so sánh 2 là cân bằng với hàm lượng trong ví dụ 2. Tuy nhiên, khi so sánh với ví dụ 2, lượng khí thô có thể được đưa vào các cột hấp phụ 10A, 10B, 10C có cùng kích thước được đạt đến từ 1 Nm³/giờ đến 0,625 Nm³/giờ (62,5 % ví dụ 2).

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tách khí mong muốn để tách khí mong muốn từ hỗn hợp khí chứa khí mong muốn bằng cách sử dụng ít nhất ba cột hấp phụ (10A-10C) chứa chất hấp phụ để hấp phụ có chọn lọc khí mong muốn, phương pháp này bao gồm việc lặp lại chu trình ở mỗi cột hấp phụ, chu trình này bao gồm:

bước hấp phụ đưa hỗn hợp khí vào cột hấp phụ (10A hoặc 10B hoặc 10C) để hấp phụ khí mong muốn trong hỗn hợp khí vào chất hấp phụ trong khi giải phóng khí không được hấp phụ ra khỏi cột hấp phụ (10A hoặc 10B hoặc 10C); bước rửa đưa khí rửa vào cột hấp phụ để giải phóng khí thải rửa ra khỏi cột hấp phụ (10A hoặc 10B hoặc 10C); và bước giải hấp làm giảm áp suất bên trong cột hấp phụ (10A hoặc 10B hoặc 10C) để giải hấp khí mong muốn từ chất hấp phụ và thoát khí giải hấp ra khỏi cột hấp phụ (10A hoặc 10B hoặc 10C), trong đó:

hỗn hợp khí liên tục được đưa vào cột bất kỳ trong số các cột hấp phụ (10A-10C) để bước hấp phụ được tiến hành ổn định trong cột bất kỳ trong số các cột hấp phụ (10A-10C) trong suốt chu trình, và

bước rửa được tiến hành ngay sau bước hấp phụ,

bước giải hấp trong một trong số các cột hấp phụ (10A-10C) bao gồm bước giải hấp thứ nhất làm thiết bị giảm áp thứ nhất (21) thoát khí giải hấp thứ nhất từ một trong số các cột hấp phụ đã nêu (10A-10C) từ khi bắt đầu bước giải hấp sau bước rửa cho đến cuối bước hấp phụ ở một cột khác trong số các cột hấp phụ (10A-10C) mà đang trải qua bước hấp phụ, và bước giải hấp thứ hai làm cho thiết bị giảm áp thứ hai (22) thoát khí đã giải hấp thứ hai từ một trong số các cột hấp phụ (10A-10C) sau bước giải hấp thứ nhất,

bước hấp phụ được tiến hành ngay sau bước giải hấp thứ hai,

thời gian giải hấp từ khi bắt đầu bước giải hấp thứ nhất đến khi kết thúc bước giải hấp thứ hai được thực hiện dài hơn thời gian hấp phụ từ khi bắt đầu đến lúc kết thúc bước hấp phụ.

2. Phương pháp tách khí mong muốn theo điểm 1, trong đó thời gian rửa từ khi bắt

đầu đến lúc kết thúc bước rửa được thực hiện ngắn hơn thời gian hấp phụ.

3. Phương pháp tách khí mong muốn theo điểm 2, trong đó bước giải hấp thứ hai ở một trong số các cột hấp phụ này (10A-10C) được tiến hành song song với bước hấp phụ trong cột khác trong số các cột hấp phụ (10A-10C) mà cột này đang trải qua bước hấp phụ.

4. Phương pháp tách khí mong muốn theo điểm 2 hoặc 3, trong đó ở bước rửa, khí giải hấp thứ nhất ở dạng khí rửa được đưa qua bể chứa chất đệm (23) để bảo quản khí mong muốn vào cột hấp phụ (10A hoặc 10B hoặc 10C) để rửa.

5. Phương pháp tách khí mong muốn theo điểm 4, trong đó ở bước rửa, khí giải hấp thứ hai ở dạng khí rửa cũng được đưa qua bể chứa chất đệm (23) vào cột hấp phụ (10A hoặc 10B hoặc 10C) để rửa.

6. Phương pháp tách khí mong muốn theo điểm 1, trong đó bước giải hấp thứ hai bao gồm việc làm giảm áp suất bên trong cột hấp phụ (10A hoặc 10B hoặc 10C) cũng bằng thiết bị giảm áp thứ nhất từ khi bắt đầu đến giữa bước giải hấp thứ hai.

7. Thiết bị tách khí mong muốn để tách khí mong muốn từ hỗn hợp khí chứa khí mong muốn bằng phương pháp tách khí mong muốn như nêu trong điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó thiết bị này bao gồm:

ít nhất ba cột hấp phụ (10A-10C) mỗi cột bao gồm cổng khí thứ nhất (11) và cổng khí thứ hai (12) và nạp chất hấp phụ để hấp phụ có chọn lọc khí mong muốn giữa cổng khí thứ nhất (11) và cổng khí thứ hai (12);

bể chứa chất đệm (23) để bảo quản khí mong muốn;

thiết bị giảm áp thứ nhất (21) và thiết bị giảm áp thứ hai (22) để làm giảm áp suất bên trong các cột hấp phụ (10A-10C);

đường ống thứ nhất (31) bao gồm đường ống dẫn khí chính (31') với đầu dẫn hỗn hợp khí (E1) và nhiều nhánh (31A-31C) lần lượt dẫn đến các cột hấp phụ (10A-10C), các nhánh (31A-31C) được nối với các cổng khí thứ nhất (11) của các cột hấp phụ (10A-10C) và được bố trí các van (31a-31c);

đường ống thứ hai (32) bao gồm đường ống dẫn khí chính (32') với đầu thoát

khí không được hấp phụ (E2) và nhiều nhánh (32A-32C), lần lượt dẫn đến các cột hấp phụ (10A-10C), các nhánh (32A-32C) được nối với các cổng khí thứ hai (12) của các cột hấp phụ (10A-10C) và được bố trí các van (32a-32c);

đường ống thứ ba (33) bao gồm đường ống dẫn khí chính (33') với đầu thoát khí thải rửa (E3) và nhiều nhánh (33A-33C) lần lượt dẫn đến các cột hấp phụ (10A-10C), các nhánh (33A-33C) được nối với các cổng khí thứ hai (12) của các cột hấp phụ (10A-10C) và được bố trí các van (33a-33c);

đường ống thứ tư (34) bao gồm đường ống dẫn khí chính (34') được nối với thiết bị giảm áp thứ nhất (21) và nhiều nhánh (34A-34C) lần lượt dẫn đến các cột hấp phụ (10A-10C), các nhánh (34A-34C) được nối với các cổng khí thứ nhất (11) của các cột hấp phụ (10A-10C) và được bố trí các van (34a-34c);

đường ống thứ năm (35) nối thiết bị giảm áp thứ nhất (21) và bể chứa chất đệm (23) với nhau;

đường ống thứ sáu (36) bao gồm đường ống dẫn khí chính (36') được nối với bể chứa chất đệm (23) và được bố trí van (36d), và nhiều nhánh (36A-36C) lần lượt dẫn đến các cột hấp phụ (10A-10C), các nhánh (36A-36C) được nối với các cổng khí thứ nhất (11) của các cột hấp phụ (10A-10C) và được bố trí các van (36a-36c); và

đường ống thứ bảy (37) bao gồm đường ống dẫn khí chính (37') được nối với thiết bị giảm áp thứ hai (22) và nhiều nhánh (37A-37C) lần lượt dẫn đến các cột hấp phụ (10A-10C), các nhánh (37A-37C) được nối với các cổng khí thứ nhất (11) của các cột hấp phụ (10A-10C) và được bố trí các van (37a-37c).

8. Thiết bị tách khí mong muốn theo điểm 7, thiết bị này còn bao gồm đường ống thứ tám (38'') nối đường ống thứ năm (35) và thiết bị giảm áp thứ hai (22) với nhau.

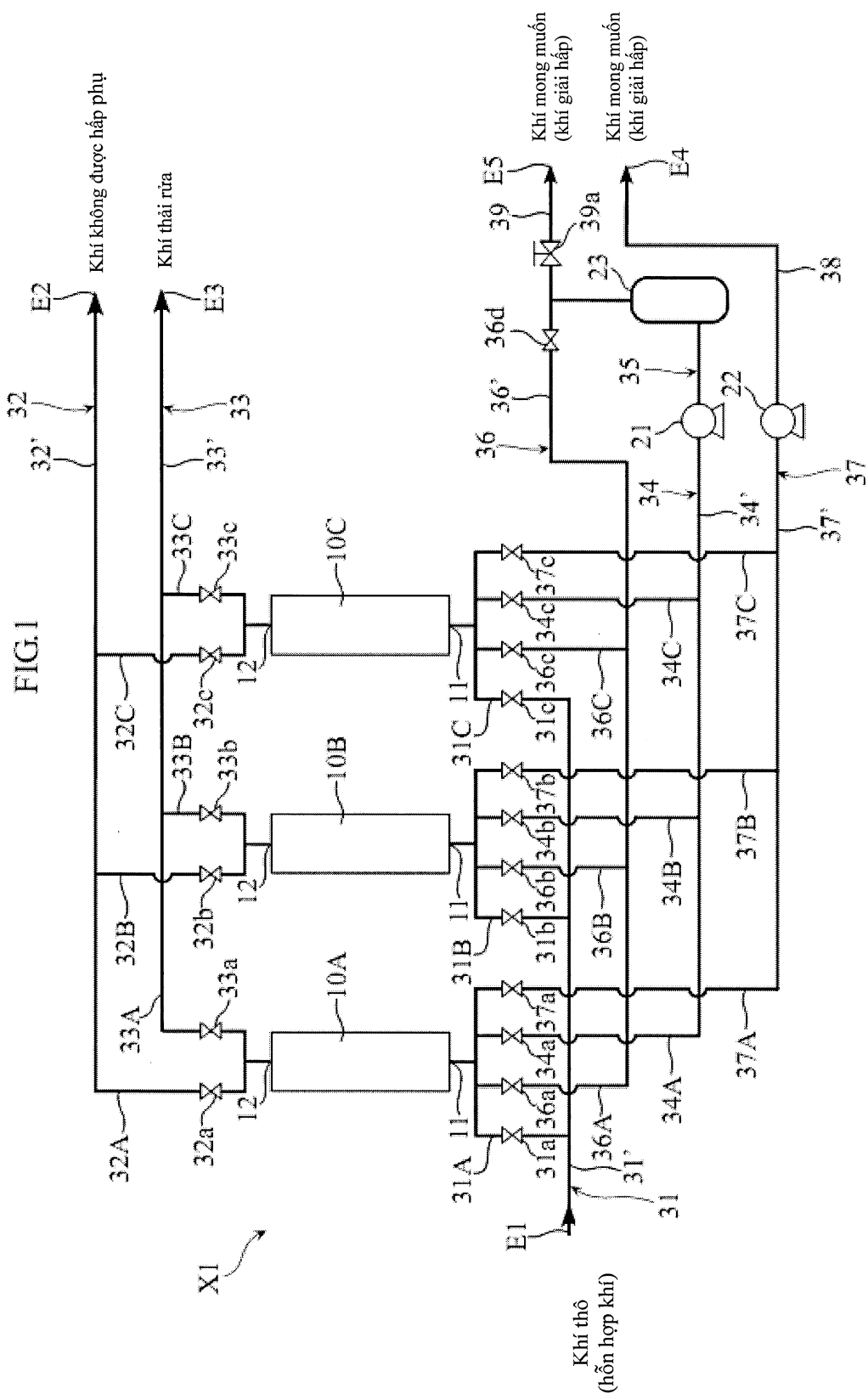
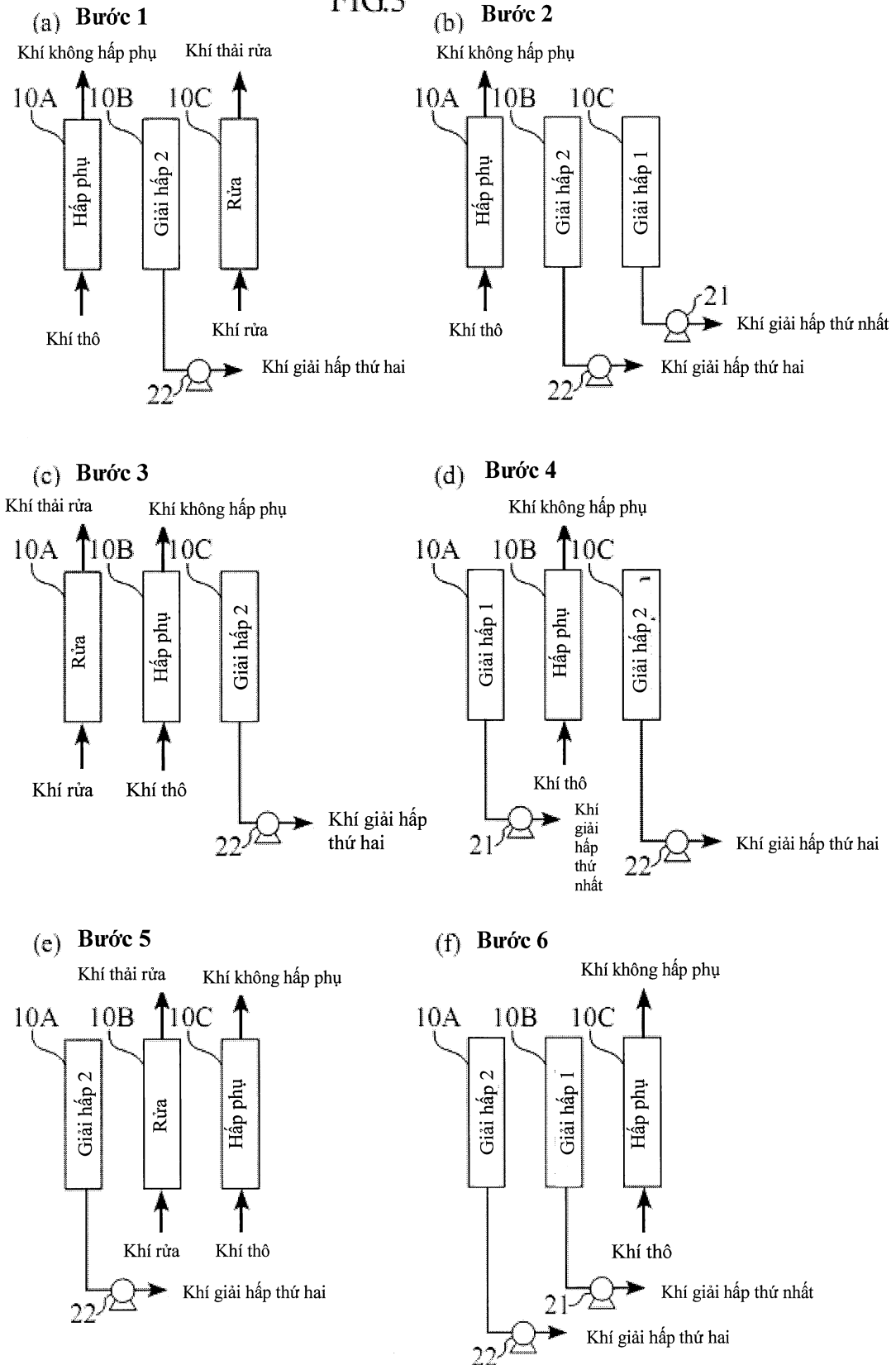


FIG. 2

	Bước 1	Bước 2	Bước 3	Bước 4	Bước 5	Bước 6
Cột hấp phụ 10A	Bước hấp phụ		Bước làm sạch	Bước giải hấp thứ nhất	Bước giải hấp thứ hai	
Cột hấp phụ 10B	Bước giải hấp thứ hai		Bước hấp phụ		Bước làm sạch	Bước giải hấp thứ nhất
Cột hấp phụ 10C	Bước làm sạch	Bước giải hấp thứ nhất	Bước giải hấp thứ hai		Bước hấp phụ	
Bơm chân không 21	x	Cột hấp phụ 10C	x	Cột hấp phụ 10A	x	Cột hấp phụ 10B
Bơm chân không 22	Cột hấp phụ 10B	Cột hấp phụ 10B	Cột hấp phụ 10C	Cột hấp phụ 10C	Cột hấp phụ 10A	Cột hấp phụ 10A
Van tự động 31a	o	o	x	x	x	x
Van tự động 31b	x	x	o	o	x	x
Van tự động 31c	x	x	x	x	o	o
Van tự động 32a	o	o	x	x	x	x
Van tự động 32b	x	x	o	o	x	x
Van tự động 32c	x	x	x	x	o	o
Van tự động 33a	x	x	o	x	x	x
Van tự động 33b	x	x	x	x	o	x
Van tự động 33c	o	x	x	x	x	x
Van tự động 34a	x	x	x	o	x	x
Van tự động 34b	x	x	x	x	x	o
Van tự động 34c	x	o	x	x	x	x
Van tự động 36a	x	x	o	x	x	x
Van tự động 36b	x	x	x	x	o	x
Van tự động 36c	o	x	x	x	x	x
Van tự động 36d	o	x	o	x	o	x
Van tự động 37a	x	x	x	x	o	o
Van tự động 37b	o	o	x	x	x	x
Van tự động 37c	x	x	o	o	x	x

FIG.3



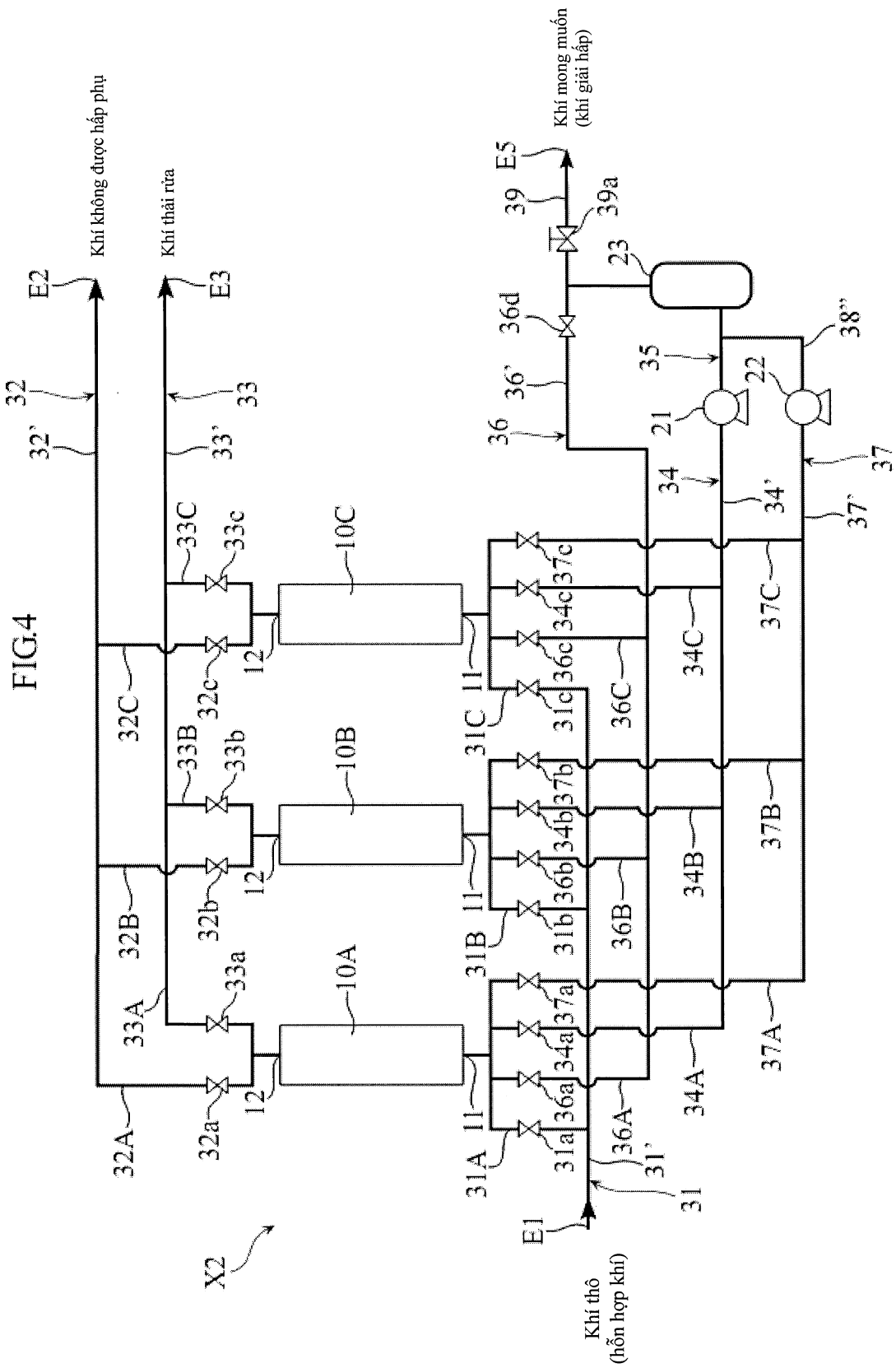


FIG. 5

	Bước 1	Bước 2	Bước 3	Bước 4	Bước 5	Bước 6
Cột hấp phụ 10A	Bước hấp phụ		Bước rửa	Bước giải hấp thứ nhất	Bước giải hấp sớm hơn thứ hai	Bước giải hấp muộn hơn thứ hai
Cột hấp phụ 10B	Bước giải hấp sớm hơn thứ hai	Bước giải hấp muộn hơn thứ hai	Bước hấp phụ		Bước rửa	Bước giải hấp thứ nhất
Cột hấp phụ 10C	Bước rửa	Bước giải hấp thứ nhất	Bước giải hấp sớm hơn thứ hai	Bước giải hấp muộn hơn thứ hai	Bước hấp phụ	
Bơm chân không 21	Cột hấp phụ 10B	Cột hấp phụ 10C	Cột hấp phụ 10C	Cột hấp phụ 10A	Cột hấp phụ 10A	Cột hấp phụ 10B
Bơm chân không 22	Cột hấp phụ 10B	Cột hấp phụ 10B	Cột hấp phụ 10C	Cột hấp phụ 10C	Cột hấp phụ 10A	Cột hấp phụ 10A
Van tự động 31a	o	o	x	x	x	x
Van tự động 31b	x	x	o	o	x	x
Van tự động 31c	x	x	x	x	o	o
Van tự động 32a	o	o	x	x	x	x
Van tự động 32b	x	x	o	o	x	x
Van tự động 32c	x	x	x	x	o	o
Van tự động 33a	x	x	o	x	x	x
Van tự động 33b	x	x	x	x	o	x
Van tự động 33c	o	x	x	x	x	x
Van tự động 34a	x	x	x	o	o	x
Van tự động 34b	o	x	x	x	x	o
Van tự động 34c	x	o	o	x	x	x
Van tự động 36a	x	x	o	x	x	x
Van tự động 36b	x	x	x	x	o	x
Van tự động 36c	o	x	x	x	x	x
Van tự động 36d	o	x	o	x	o	x
Van tự động 37a	x	x	x	x	o	o
Van tự động 37b	o	o	x	x	x	x
Van tự động 37c	x	x	o	o	x	x

FIG.6

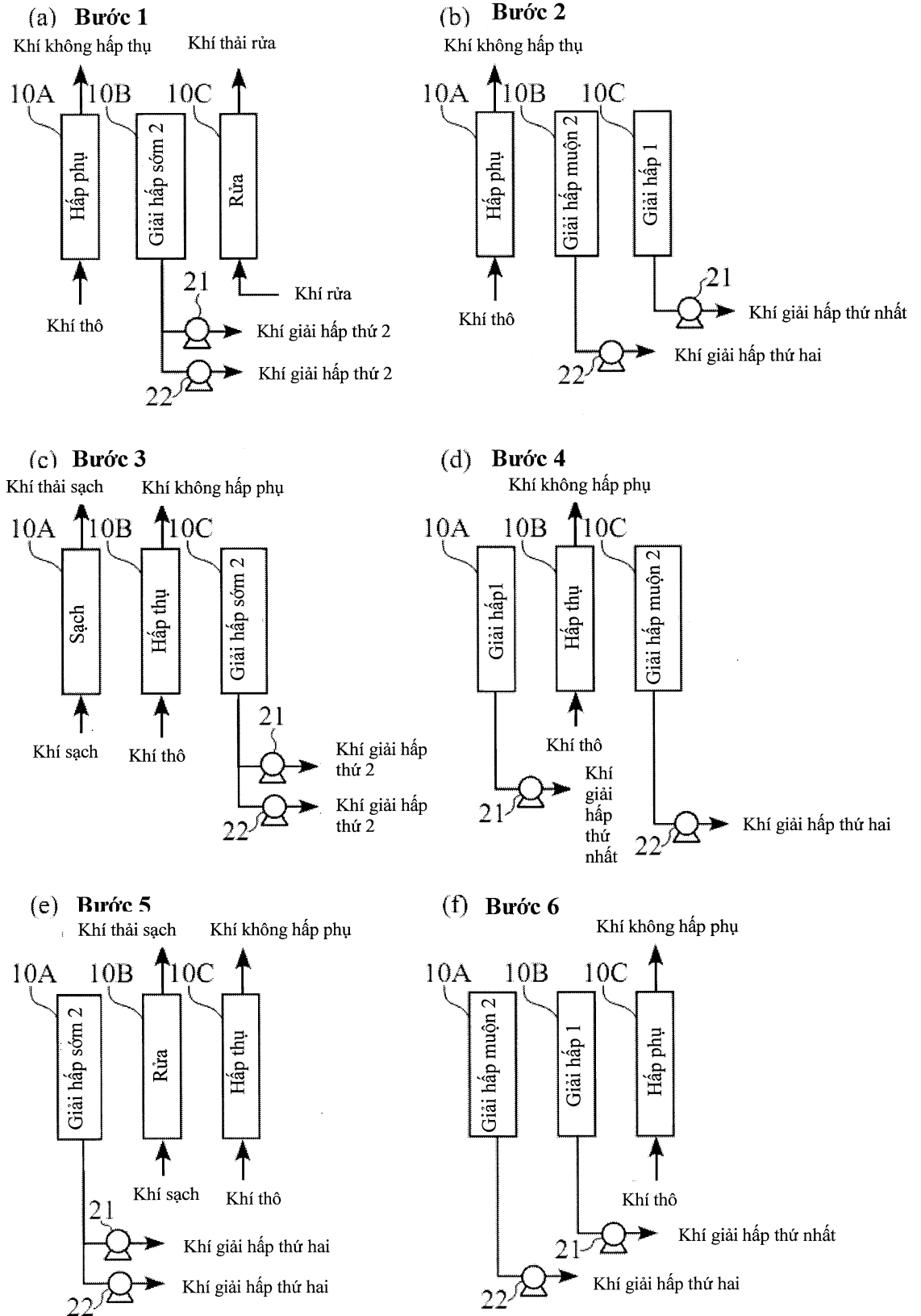


FIG. 8

	Bước 1	Bước 2	Bước 3	Bước 4	Bước 5	Bước 6
Cột hấp phụ 10A	Bước hấp phụ		Bước rửa	Bước nghỉ	Bước giải hấp	
Cột hấp phụ 10B	Bước giải hấp		Bước hấp phụ		Bước rửa	Bước nghỉ
Cột hấp phụ 10C	Bước rửa	Bước nghỉ	Bước giải hấp		Bước hấp phụ	
Bơm chân không 21	Cột hấp phụ 10B	Cột hấp phụ 10B	Cột hấp phụ 10C	Cột hấp phụ 10C	Cột hấp phụ 10A	Cột hấp phụ 10A
Van tự động 31a	o	o	x	x	x	x
Van tự động 31b	x	x	o	o	x	x
Van tự động 31c	x	x	x	x	o	o
Van tự động 32a	o	o	x	x	x	x
Van tự động 32b	x	x	o	o	x	x
Van tự động 32c	x	x	x	x	o	o
Van tự động 33a	x	x	o	x	x	x
Van tự động 33b	x	x	x	x	o	x
Van tự động 33c	o	x	x	x	x	x
Van tự động 34a	x	x	x	x	o	o
Van tự động 34b	o	o	x	x	x	x
Van tự động 34c	x	x	o	o	x	x
Van tự động 36a	x	x	o	x	x	x
Van tự động 36b	x	x	x	x	o	x
Van tự động 36c	o	x	x	x	x	x
Van tự động 36d	o	x	o	x	o	x

FIG.9

