



(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)



1-0025701

(51)⁷ C10L 3/10; B01D 53/04; B01J 20/28; (13) B
C01B 31/10; C07C 7/12; C07C 9/04;
B01D 53/02; B01J 20/34

(21) 1-2015-03387

(22) 27/02/2014

(86) PCT/JP2014/054844 27/02/2014

(87) WO 2014/136645 12/09/2014

(30) 2013-041898 04/03/2013 JP

(45) 26/10/2020 391

(43) 25/01/2016 334A

(73) OSAKA GAS CO., LTD. (JP)

1-2, Hiranomachi 4-chome, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 5410046, Japan

(72) KAWASHIMA Shota (JP); UTAKI Takahisa (JP).

(74) Văn phòng Luật sư Ân Nam (ANNAM IP & LAW)

(54) PHƯƠNG PHÁP LÀM GIÀU KHÍ METAN

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp làm giàu khí metan bằng chu trình hấp phụ chuyển đổi áp suất PSA (Pressure Swing Adsorption). Trong trường hợp cung cấp các tháp hấp phụ (A1 đến A4) được nạp đầy chất hấp phụ (A11 đến A41) nhằm hấp phụ khí metan trong khí mỏ và thực hiện chu trình PSA, đối với mỗi tháp hấp phụ (A1 đến A4), một số trạng thái áp suất khác nhau của áp suất bên trong tháp hấp phụ (A1 đến A4) được thiết lập như trạng thái áp suất trung gian. Như bước cân bằng áp suất (giảm áp), bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp) nhằm chuyển khí trong một trong số các tháp hấp phụ (A1 đến A4) đang ở trạng thái áp suất cao tới phần trên của một tháp hấp phụ khác trong số các tháp hấp phụ (A1 đến A4) đang ở trạng thái áp suất trung gian với áp suất thấp hơn áp suất của phần trên của một trong số các tháp hấp phụ (A1 đến A4) khiến cho áp suất trong một trong số các tháp hấp phụ (A1 đến A4) sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp cao, và bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp) nhằm chuyển khí trong một trong số các tháp hấp phụ (A1 đến A4) đang ở trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao với áp suất cao hơn so với trạng thái áp suất thấp sang một tháp hấp phụ khác trong số các tháp hấp phụ (A1 đến A4) đang ở trạng thái áp suất thấp khiến cho áp suất trong một trong số các tháp hấp phụ (A1 đến A4) sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất được thực hiện.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp làm giàu khí metan bao gồm các bước: cung cấp bốn hoặc nhiều hơn tháp hấp phụ đã nạp đầy chất hấp phụ để hấp phụ khí metan; và

thực hiện tinh chế giữa các tháp hấp phụ theo chu trình PSA (Hấp phụ chuyển đổi áp suất) theo trình tự:

bước hấp phụ tiếp nhận sự cung cấp khí metan ở trạng thái áp suất cao gần bằng áp suất không khí và hấp phụ khí metan lên chất hấp phụ;

bước cân bằng áp suất (giảm áp) để chuyển khí trong tháp hấp phụ đã hoàn thành bước hấp phụ và đang ở trạng thái áp suất cao sang tháp hấp phụ khác ở trạng thái áp suất thấp khiến áp suất bên trong tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian;

bước khử áp, sau khi áp suất bên trong tháp giảm xuống nhờ bước cân bằng áp suất (giảm áp), giảm thêm áp suất chất hấp phụ tới trạng thái áp suất thấp khiến giải hấp phụ khí metan đã hấp phụ lên chất hấp phụ và phục hồi khí metan;

bước cân bằng áp suất (tăng áp), sau khi hoàn thành bước giảm áp, để tiếp nhận khí từ tháp hấp phụ khác đang ở trạng thái áp suất cao hơn khiến cho áp suất bên trong tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian; và

bước tăng áp, sau khi áp suất bên trong tháp tăng lên nhờ bước điều áp suất (tăng áp), nhằm cung cấp thêm khí có áp suất vào tháp hấp phụ để phục hồi về trạng thái áp suất cao có khả năng hấp phụ chọn lọc khí metan.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để sử dụng có hiệu quả khí đốt, cần phải tách khí đốt như khí từ khí nguồn có chứa khí đốt và làm giàu khí đốt tới khoảng nồng độ thích hợp. Một số thiết bị và phương pháp làm giàu khí đốt khác nhau đã được đề xuất và nhiều sáng chế được công bố đối với khí (còn được gọi là khí mỏ) phát sinh từ mỏ than dưới dạng khí chứa khí metan được dùng làm khí nguồn, không khí (chứa phần lớn là khí nitơ, khí oxy và khí cacbonic) được tách khỏi khí nguồn lên chất hấp phụ và khí metan được làm giàu để sử dụng.

Cụ thể hơn, Tài liệu sáng chế 1 đề xuất sáng chế thiết bị và phương pháp làm giàu khí metan. Theo sáng chế, cùng với việc sử dụng đá zeolit tự nhiên có tốc độ hấp phụ khí metan thấp hơn tốc độ hấp phụ nitơ, chất hấp phụ (ví dụ: cùng với việc sử dụng chất hấp phụ để ưu tiên hấp phụ nitơ, oxy, và cacbonic với khí metan), khí mỏ được dẫn vào tháp hấp phụ nạp đầy chất hấp phụ bằng máy nén hoặc tương tự như vậy cho đến khi đạt được áp suất xác định trước. Nhờ đó, oxy, nitơ và cacbonic chứa trong khí mỏ được hấp phụ trước tiên tại phần phía trước (phần phía dưới) của tháp hấp phụ và khí metan, tại đó tốc độ hấp phụ thấp, được hấp phụ tại phần phía sau (phần phía trên) của tháp hấp phụ. Ngoài ra, khí metan được xả từ phần phía trên của tháp hấp phụ cho đến khi bằng áp suất không khí.

Nhờ đó, khí được tách từ khí mỏ được xem như khí nguồn nhờ sử dụng chất hấp phụ, khí metan có thể được làm giàu và khí metan đậm đặc có thể được dùng làm nhiên liệu hoặc tương tự như vậy.

Do đó, theo chu trình hấp phụ chuyển đổi áp suất PSA (Pressure Swing Adsorption), cấu hình có thể hình dung được cung cấp thiết bị điều khiển để thực hiện tuần tự bước hấp phụ khí đốt để cung cấp khí nguồn cho tháp hấp phụ bằng thiết bị cung cấp và xả, đồng thời xả khí xả từ tháp hấp phụ, và bước giải hấp phụ cho khí đốt để tập hợp khí đốt được giải hấp phụ bằng thiết bị tập hợp.

Ngoài ra, theo như chu trình PSA này, có thể xét đến việc thực hiện bước cân bằng áp suất để chuyển khí trong tháp hấp phụ đã hoàn tất bước hấp phụ và đang ở trạng thái áp suất cao vào tháp hấp phụ khác đang ở trạng thái áp suất thấp khiến cho áp suất bên trong của tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian và bước cân bằng áp suất, sau khi hoàn tất bước giảm áp, nhằm tiếp nhận khí từ tháp hấp phụ khác ở trạng thái áp suất cao khiến cho áp suất bên trong của tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian, do đó nâng cao hiệu suất năng lượng cần thiết để tăng áp suất và giảm áp suất trong các tháp hấp phụ và nâng cao tốc độ phục hồi của khí được làm giàu.

Lưu ý rằng trong sáng chế, trong số cặp tháp hấp phụ thực hiện bước cân bằng áp suất, bước cân bằng áp suất được thực hiện bởi tháp hấp phụ có áp suất bên trong giảm xuống do chuyển khí sang tháp khác được xem là bước cân bằng áp suất (giảm áp) và bước cân bằng áp suất được thực hiện bởi tháp hấp phụ có áp suất bên trong tăng lên do tiếp nhận khí từ tháp khác được xem là bước cân bằng áp suất (tăng áp).

Ngoài ra, Tài liệu sáng chế 2 công bố thêm phương pháp làm giàu khí heli, bao gồm các bước:

cung cấp bốn tháp hấp phụ nạp đầy chất hấp phụ để hấp phụ khí metan và khí nito; và

trường hợp thực hiện, đối với mỗi tháp hấp phụ, chu trình PSA thực hiện:

bước hấp phụ để tiếp nhận việc cung cấp khí metan chứa heli, hấp phụ khí metan bởi chất hấp phụ và phục hồi khí heli;

bước cân bằng áp suất (giảm áp) để chuyển khí vào tháp hấp phụ đã hoàn thành bước hấp phụ và đang ở trạng thái áp suất cao sang tháp hấp phụ khác ở trạng thái áp suất thấp khiến áp suất bên trong của tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian;

bước khử áp, sau khi áp suất bên trong tháp giảm xuống bởi bước cân bằng áp suất (giảm áp) nhằm giảm áp suất chất hấp phụ sang trạng thái áp suất thấp để giải hấp phụ khí metan được hấp phụ lên chất hấp phụ;

bước cân bằng áp suất (tăng áp), sau khi hoàn thành bước giảm áp, nhằm tiếp nhận khí từ tháp hấp phụ khác ở trạng thái áp suất cao hơn làm cho áp suất của tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian; và

bước tăng áp, sau khi áp suất bên trong của tháp tăng lên do bước cân bằng áp suất (tăng áp), cung cấp thêm khí có áp suất vào tháp hấp phụ nhằm phục hồi chất hấp phụ về trạng thái áp suất cao có khả năng hấp phụ chọn lọc khí metan,

hai trạng thái áp suất khác nhau của áp suất bên trong tháp hấp phụ được thiết lập như trạng thái áp suất trung gian,

phương pháp bao gồm, như bước cân bằng áp suất (giảm áp),

bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp) để chuyển khí trong một trong các tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất cao vào một trong các tháp hấp phụ khác ở trạng thái áp suất trung gian với áp suất thấp hơn áp suất của các tháp hấp phụ còn lại khiến áp suất trong một trong các tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao, và

bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp) để chuyển khí trong một trong các tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao với áp suất cao hơn so với áp suất ở trạng thái áp suất thấp sang một trong các tháp hấp phụ khác ở trạng thái áp suất thấp khiến áp suất của một trong các tháp hấp phụ còn lại sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp, và

bước cân bằng áp suất (tăng áp) bao gồm:

bước cân bằng áp suất ban đầu (tăng áp) để tiếp nhận khí tại một trong số các tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao vào một tháp hấp phụ khác trong số các tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất thấp khiến áp suất trong một trong số các tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp; và

bước cân bằng áp suất cuối cùng (tăng áp), vào một trong số các tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp, nhằm tiếp nhận khí trong một tháp hấp phụ khác trong số các tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất cao làm cho áp suất trong một trong số các tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao.

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP S58-198591A

Tài liệu sáng chế 2: JP H02-503553W (cụ thể, Fig.3).

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các vấn đề được giải quyết trong sáng chế

Mặc dù kỹ thuật được công bố trong Tài liệu sáng chế 2 là kỹ thuật để hồi khí heli không được hấp phụ bởi chất hấp phụ nên cũng là kỹ thuật để hồi khí metan được hấp phụ trong bước giảm áp. Do đó, có thể hiểu rằng kỹ thuật có thể được dùng làm kỹ thuật để làm giàu khí metan được chứa trong khí mỏ, kể cả khi khí heli có trong khí mỏ hay không.

Tuy kỹ thuật được mô tả trên là kỹ thuật để hồi khí heli không được hấp phụ bởi chất hấp phụ nên không cần xét đến tốc độ hồi hoặc nồng độ khí metan trong trường hợp hồi khí metan được hấp phụ bởi chất hấp phụ. Cụ thể, kỹ thuật được công bố trong Tài liệu sáng chế 2 được áp dụng để cải thiện nồng độ của khí metan được hồi nên khó xác định được điều kiện thích hợp theo cách thông thường do mối quan hệ giữa nồng độ khí metan được hồi và các thông số kỹ thuật khác như điều kiện hoạt động hoàn toàn không rõ. Do đó, kỹ thuật này có áp dụng được không vẫn đang được kiểm chứng.

Do đó, khi xét đến tình trạng được mô tả trên, mục đích của sáng chế là cung cấp phương pháp làm giàu khí metan có thể cải thiện thêm nồng độ khí metan khi khí này được làm giàu bằng phương pháp PSA.

Các giải pháp của sáng chế

Cấu hình 1

Đặc điểm đặc trưng của phương pháp làm giàu khí metan là thu được chủ đích mô tả trên bằng phương pháp làm giàu khí metan bao gồm các bước:

cung cấp bốn hoặc nhiều tháp hấp phụ nạp đầy chất hấp phụ để hấp phụ khí metan; và

trình chế giữa các tháp hấp phụ theo chu trình PSA lặp lại theo trình tự:

bước hấp phụ để tiếp nhận việc cung cấp khí chứa khí metan ở trạng thái áp suất cao gần bằng áp suất không khí từ phía dưới của tháp hấp phụ và để hấp phụ khí metan lên chất hấp phụ và xả khí xả chứa phần lớn khí từ phần trên của tháp hấp phụ;

bước cân bằng áp suất (giảm áp) để chuyển khí trong tháp hấp phụ đã hoàn thành bước hấp phụ và đang ở trạng thái áp suất cao sang tháp hấp phụ khác ở trạng thái áp suất thấp khiến áp suất bên trong tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian;

bước giảm áp, sau khi áp suất bên trong tháp giảm xuống nhờ bước cân bằng áp suất (giảm áp), nhằm giảm thêm áp suất cho chất hấp phụ về trạng thái áp suất thấp khiến giảm áp suất xuất khí metan được hấp phụ bởi chất hấp phụ và hồi khí metan đó từ phần phía dưới của tháp hấp phụ;

bước cân bằng áp suất (tăng áp), sau khi hoàn thành bước giảm áp, nhằm tiếp nhận khí từ tháp hấp phụ khác đang ở trạng thái áp suất cao hơn làm cho áp suất bên trong tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian; và

bước tăng áp, sau khi áp suất bên trong tháp tăng lên nhờ bước điều áp suất (tăng áp), nhằm cung cấp thêm khí có áp suất vào tháp hấp phụ từ phần phía trên của tháp hấp phụ để phục hồi về trạng thái áp suất cao có khả năng hấp phụ chọn lọc khí metan.

trong đó chất hấp phụ có

đặc tính hấp phụ chọn lọc khí metan chứa trong khí ở trạng thái áp suất cao gần bằng áp suất không khí và giải hấp phụ khí metan đã được hấp phụ đang ở trạng thái áp suất thấp, và

đặc tính ưu tiên giải hấp phụ khí khi giải hấp phụ khí metan,
 một số trạng thái áp suất khác nhau đối với áp suất bên trong tháp hấp phụ được
 thiết lập như trạng thái áp suất trung gian,

phương pháp bao gồm, như bước cân bằng áp suất (khử áp),

bước cân bằng áp suất ban đầu (khử áp) để chuyển khí ở trong một trong số các
 tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất cao sang một tháp hấp phụ khác trong số các tháp hấp
 phụ ở trạng thái áp suất trung gian với áp suất thấp hơn áp suất trong tháp hấp phụ còn
 lại khiến áp suất trong một trong số các tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian
 của phía có áp suất cao, và

bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp) nhằm chuyển khí trong một trong số
 các tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất với áp suất cao hơn
 so với trạng thái áp suất thấp sang một tháp hấp phụ khác trong số các tháp hấp phụ ở
 trạng thái áp suất thấp khiến áp suất trong một các số các tháp hấp phụ sang trạng thái
 áp suất trung gian của phía có áp suất thấp,

bước cân bằng áp suất (tăng áp) bao gồm:

bước cân bằng áp suất ban đầu (tăng áp) nhằm tiếp nhận khí trong một trong số
 các tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất vào một tháp hấp
 phụ khác trong số các tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất thấp khiến áp suất trong một
 trong số các tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp;
 và

bước cân bằng áp suất cuối cùng (tăng áp) vào một trong số các tháp hấp phụ ở
 trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp, nhằm tiếp nhận khí trong một
 tháp hấp phụ khác trong số các tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất cao khiến áp suất
 trong một trong số các tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp,
 và

khí được truyền từ một trong số các tháp hấp phụ thực hiện bước cân bằng áp
 suất (giảm áp) sang một tháp hấp phụ khác trong số các tháp hấp phụ đang thực hiện
 bước cân bằng áp suất (tăng áp) từ phần trên của một trong số các tháp hấp phụ đến
 phần trên của một trong số các tháp hấp phụ còn lại.

Thực thi và hiệu quả 1

Do cấu hình được mô tả trên là cấu hình cơ bản của thiết bị làm giàu khí đốt thông thường được mô tả trên nên có thể làm giàu khí mê tan bằng cách hấp phụ khí metan vào tháp hấp phụ và thực hiện tuần tự bước hấp phụ và giải hấp phụ.

Trong cấu hình được mô tả trên, chất hấp phụ có đặc tính hấp phụ chọn lọc khí metan được chứa trong khí ở trạng thái áp suất cao gần bằng áp suất không khí và giải hấp phụ khí metan đã được hấp phụ ở trạng thái áp suất thấp, đồng thời có đặc tính ưu tiên giải hấp phụ khí ngoại trừ khí metan khi giải hấp phụ khí metan ở trạng thái áp suất thấp. Do đó, khi chất hấp phụ có đặc tính này thì khí bắt đầu ưu tiên được ưu tiên giải hấp phụ thành khí metan ở giai đoạn đầu sau khi bắt đầu giải hấp phụ trong khi giải hấp phụ khí metan mà tốc độ giải hấp phụ khí metan vẫn tăng lên trong khi hoạt động giải hấp phụ đang tiếp diễn.

Theo đó, khi bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp) được thực hiện sau bước hấp phụ, trong số các khí được cung cấp cho tháp hấp phụ, khí trong vùng không được nạp đầy chất hấp phụ bên trong tháp hấp phụ và khí không được hấp phụ bởi chất hấp phụ được ưu tiên xả khỏi tháp hấp phụ trước tiên. Xét về khía cạnh này, do khí metan được cung cấp cho tháp hấp phụ từ phía dưới tháp và khí xả được xả khỏi tháp hấp phụ từ phía trên tháp, nên nồng độ khí metan được hấp phụ bởi chất hấp phụ trong tháp hấp phụ tăng về phía phần phía dưới và giảm về phía phần phía trên. Do đó, khi áp suất trong tháp hấp phụ giảm trong bước cân bằng áp suất đến mức độ nhất định thì khí vừa được hấp phụ bởi chất hấp phụ được giải phóng, khí chứa trong khí được hấp phụ bởi chất hấp phụ được ưu tiên giải phóng khỏi chất hấp phụ do đặc tính của chất hấp phụ. Theo đó, trong bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp), khí có nồng độ khí metan đặc biệt thấp được xả khỏi tháp hấp phụ sau khi hoàn thành bước hấp phụ, sau đó, khí có nồng độ khí metan cao được xả dần.

Do đó, khí được giải phóng khỏi tháp hấp phụ có nồng độ khí metan thấp hơn tại giai đoạn đầu và nồng độ này tăng lên khi bước cân bằng áp suất (giảm áp) được lặp lại.

Ngoài ra, trong giai đoạn thực hiện bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp) sau khi thực hiện bước cân bằng áp suất (giảm áp), khí có nồng độ khí metan cao hơn được giải phóng nhờ đặc tính của chất hấp phụ, do đó độ tinh khiết của khí metan được hấp phụ bởi chất hấp phụ trong tháp hấp phụ tăng lên.

Ngoài ra, khi khí được truyền từ tháp hấp phụ đang thực hiện bước cân bằng áp suất (giảm áp) sang tháp hấp phụ khác đang thực hiện bước cân bằng áp suất (tăng áp), từ phần trên của tháp hấp phụ sang phần trên của tháp hấp phụ khác thì độ chênh lệch nồng độ khí metan được hấp phụ bởi chất hấp phụ trong tháp hấp phụ được bảo toàn ở trạng thái trong đó nồng độ khí metan tăng về phần phía trên và giảm về phần phía dưới.

Theo đó, mức hồi khí metan có độ đậm đặc cao giảm đi khi thực hiện bước giảm áp suất để hồi khí metan từ phần dưới của tháp hấp phụ sau bước cân bằng áp suất (giảm áp).

Trong bước cân bằng áp suất (tăng áp), ví dụ, trong bước cân bằng áp suất ban đầu (tăng áp), tháp hấp phụ tiếp nhận khí từ tháp hấp phụ khác đang thực hiện bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp). Theo đó, tháp hấp phụ tiếp nhận khí có nồng độ khí metan cao hơn trong giai đoạn đầu bước cân bằng áp suất (tăng áp) được thực hiện qua nhiều giai đoạn và nồng độ khí metan của khí được tiếp nhận giảm đi khi bước cân bằng áp suất được thực hiện.

Do đó, khi khí được truyền từ phần trên của tháp hấp phụ sang phần phía trên của tháp hấp phụ khác, khí tăng áp suất bên trong có khuynh hướng tạo nên sự chênh lệch nồng độ trong đó nồng độ khí metan giảm về phía phần trên và tăng về phía phần dưới đối với chất hấp phụ trong tháp hấp phụ.

Theo đó, khi thực hiện bước tăng áp suất sau bước cân bằng áp suất (tăng áp) và bắt đầu bước hấp phụ, sự chênh lệch nồng độ khí metan trong tháp hấp phụ không thể giảm đi dễ dàng, khiến cho nó có thể hồi khí metan được cung cấp vào tháp hấp phụ sao cho nồng độ khí metan tăng về phía phần dưới và đồng thời góp phần duy trì nồng độ cao cho khí metan được hồi.

Theo đó, việc làm giàu khí metan theo cấu hình được mô tả trên có tác dụng phục hồi khí metan với nồng độ cao hơn.

Trường hợp thực hiện bước cân bằng áp suất (giảm áp) ngay sau đó, áp suất bên trong tháp hấp phụ sau bước cân bằng áp suất (giảm áp) chỉ đạt mức gần trung bình giữa áp suất cao nhất và áp suất thấp nhất trong tháp hấp phụ đó. Do đó, sau bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp) được thực hiện sau một số giai đoạn của bước cân bằng áp suất, áp suất bên trong của tháp hấp phụ có thể giảm đi nữa khi so sánh với mức trung bình giữa áp suất cao nhất và áp suất thấp nhất của tháp hấp phụ

Ở đây, áp suất cao nhất là áp suất hấp phụ khí trong bước hấp phụ và áp suất thấp nhất là áp suất giải hấp phụ khí trong bước khử áp. Mỗi chất hấp phụ có giá trị đặc trưng riêng biệt về hai áp suất này. Do đó, công suất (áp suất chênh lệch) đòi hỏi giải hấp phụ khí metan khỏi chất hấp phụ trong bước giải hấp phụ tương ứng với chênh áp suất giữa áp suất phía dưới sau bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp) và áp suất thấp nhất đề cập phía trên.

Điều này sẽ được mô tả bằng ví dụ cụ thể. Trong trường hợp thực hiện bước cân bằng áp suất (giảm áp) độc nhất, áp suất chênh lệch cần giảm đi trong bước giải hấp phụ khoảng $1/2$ giữa áp suất cao nhất và áp suất thấp nhất. Tuy nhiên, trong trường hợp thực hiện bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp) và bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp), bước cân bằng áp suất được thực hiện hai lần, do đó, áp suất chênh lệch cần giảm đi trong bước giải hấp phụ là khoảng $1/3$ giữa áp suất cao nhất và áp suất thấp nhất. Trong trường hợp thực hiện thêm bước cân bằng áp suất, bước cân bằng áp suất được thực hiện n lần và áp suất chênh lệch cần được giảm đi trong bước giảm áp suất là khoảng $1/(n+1)$ giữa áp suất cao nhất và áp suất thấp nhất.

Do đó càng nhiều lần thực hiện bước cân bằng áp suất thì càng giảm được lượng tải khi thực hiện bước giảm áp.

Lưu ý rằng việc tăng số lần trong bước cân bằng áp suất sẽ dẫn tới việc tăng độ phức tạp trong các bước và tăng tổng thời gian thực hiện các bước, đồng thời giảm thiểu hiệu quả giảm tải trong bước giảm áp suất do tăng số lần trong bước cân bằng áp suất. Theo đó, thực tế nên thực hiện bước cân bằng áp suất (giảm áp) hai lần trong bước đầu và bước cuối, hoặc ba lần trong bước đầu, bước giữa và bước cuối.

Do đó, bằng phương pháp làm giàu khí metan được mô tả trên, có thể giảm thiểu áp suất chênh lệch đối với số lần cân bằng áp suất và giảm tải khi thực hiện bước giảm áp, trong khi duy trì đồng thời độ chênh lệch nồng độ khí metan thích hợp trong tháp hấp phụ, do đó duy trì được khí metan được hồi ở nồng độ cao.

Cấu hình 2

Ngoài ra ưu tiên rằng khi bước cân bằng áp suất (giảm áp) bao gồm bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp) và bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp) và bước cân bằng áp suất (tăng áp) bao gồm bước cân bằng áp suất ban đầu (tăng áp) và bước cân bằng áp suất cuối cùng (tăng áp),

khí xả ra từ phần trên của một trong số các tháp hấp phụ trong bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp) được cung cấp cho phần trên của một trong các tháp hấp phụ khác đang thực hiện bước cân bằng áp suất cuối cùng (tăng áp) và

khí xả ra từ phần trên của một trong số các tháp hấp phụ trong bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp) được cung cấp cho phần trên của một trong các tháp hấp phụ khác đang thực hiện bước cân bằng áp suất ban đầu (tăng áp).

Thực thi và hiệu quả 2

Là một cấu hình cụ thể nhằm duy trì độ chênh lệch nồng độ khí metan thích hợp trong tháp hấp phụ, khí được truyền từ một trong số các tháp hấp phụ đang thực hiện bước cân bằng áp suất (giảm áp) sang một trong các tháp hấp phụ khác đang thực hiện bước cân bằng áp suất (tăng áp), từ phần trên của tháp hấp phụ sang phần trên của tháp hấp phụ khác. Trong trường hợp thực hiện bước cân bằng áp suất (giảm áp) và bước cân bằng áp suất (tăng áp) trong hai giai đoạn, có thể nhận thấy rằng, khi

khí được xả từ phần phía trên của tháp hấp phụ tại bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp) được cung cấp cho phần trên của một tháp hấp phụ khác trong số các tháp hấp phụ đang thực hiện cân bằng áp suất cuối cùng (tăng áp), và

khí được xả từ phần trên của một trong các tháp hấp phụ ở bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp) được cung cấp cho một trong số các tháp hấp phụ còn lại đang thực hiện bước cân bằng áp suất ban đầu (tăng áp) thì độ chênh lệch nồng độ khí metan trong tháp hấp phụ có thể quản lý được mà không gián đoạn. Cũng có thể nhận thấy từ kết quả thí nghiệm được mô tả phía dưới rằng cách thức trên có thể nâng cao độ tinh khiết của khí metan tinh khiết mà không giảm thiểu đáng kể tốc độ hồi.

Do đó, trong trường hợp thực hiện bước cân bằng áp suất (giảm áp) và bước cân bằng áp suất (tăng áp) trong hai giai đoạn, việc chuyển khí trong cả hai bước cân bằng áp suất cho thấy việc cải thiện gần 10% độ tinh khiết của khí metan trong khí thành phẩm so với trường hợp sử dụng phần bên dưới của tháp hấp phụ. Kết quả của việc nghiên cứu các cách kết hợp khác nhau cho thấy có thể thu được khí thành phẩm có độ tinh khiết của khí metan cao hơn khoảng 3% so với đơn có độ tinh khiết khí metan cao thứ hai.

Cấu hình 3

Ngoài ra, khí chứa khí metan có thành phần chính chứa ít nhất một chất khí được lựa chọn từ khí mỏ, khí sinh học, khí chuyển hóa và khí tự nhiên.

Thực thi và hiệu quả 3

Như được sử dụng ở đây, khí mỏ là khí sinh ra từ mỏ than, chiếm khoảng 20 đến 40% thể tích là khí metan và khoảng 60 đến 80% thể tích là không khí (có thành phần chính là khí nitơ, khí oxy) được chứa trong khí mỏ mặc dù lượng này có thể thay đổi tùy theo điều kiện.

Ví dụ, khí sinh học là khí được sinh ra từ việc xử lý chất thải hữu cơ hoặc tương tự như vậy bằng cách lên men khí metan hoặc tương tự như vậy có thành phần chính là khí metan và khí cacbonic, đồng thời chiếm khoảng 40 đến 60% thể tích là khí metan và khoảng 20 đến 50% thể tích là khí cacbonic mặc dù tỉ lệ này có thể thay đổi tùy theo điều kiện.

Ngoài ra, có thể thấy rằng khí chứa khí metan như khí được chuyển hóa hoặc khí tự nhiên chiếm khoảng 4 đến 95% thể tích là khí metan và có thể được dùng phù hợp với phương pháp làm giàu khí metan theo sáng chế.

Cấu hình 4

Ngoài ra, có thể sử dụng, như chất hấp phụ, chất hấp phụ có chứa, như thành phần chính của nó, ít nhất một thành phần được lựa chọn từ nhóm chứa than hoạt tính, đá zeolit, gel silica và hợp chất hữu cơ kim loại có đường kính lỗ rỗng trung bình nằm trong khoảng từ 4,5 đến 15 Å được đo bằng phương pháp MP và có lượng hấp phụ khí metan thấp hơn áp suất không khí và ở 298 K trong 20 Nml/g hoặc cao hơn.

Thực thi và hiệu quả 4

Việc sử dụng chất hấp phụ cho phép khí metan được hấp phụ bởi chất hấp phụ khí metan trong áp suất không khí và ở 298 K.

Do đó, khi lượng hấp phụ khí metan trong áp suất không khí và ở 298 K thấp hơn 20Nml/g thì nồng độ khí metan được làm giàu giảm xuống do giảm hiệu suất hấp phụ khí metan ở áp suất thấp (cụ thể, xấp xỉ áp suất không khí). Ngoài ra, việc tăng lượng chất hấp phụ khí metan được yêu cầu để duy trì hiệu suất hấp phụ, dẫn tới tăng kích thước thiết bị. Mặc dù giới hạn phía trên của lượng hấp phụ khí metan không đặc biệt bị giới hạn thì lượng hấp phụ khí metan hiện đang thu được của chất hấp phụ khí metan là khoảng 40 Nml/g hoặc thấp hơn. Ngoài ra, khi đường kính lỗ rỗng trung bình được đo bằng phương pháp MP nhỏ hơn 4,5 Å, nồng độ khí metan trong khí mỏ được làm giàu giảm đi do tăng lượng hấp phụ khí oxy và nitơ hoặc tốc độ hấp phụ chậm hơn do đường kính lỗ rỗng trung bình gần bằng đường kính phân tử của khí metan do đó

giảm thiểu hiệu suất hấp phụ khí metan hoặc hạn chế việc hấp phụ. Nói cách khác, khi đường kính lỗ rỗng được đo bằng phương pháp MP lớn hơn 15 Å, thì nồng độ khí metan được làm giàu giảm đi do giảm thiểu hiệu suất hấp phụ khí metan ở áp suất thấp (cụ thể, xấp xỉ áp suất không khí). Ngoài ra, việc tăng lượng chất hấp phụ khí metan được đòi hỏi để duy trì hiệu suất hấp phụ, dẫn đến tăng kích thước thiết bị.

Hiệu quả của sáng chế

Theo đó, có thể phục hồi khí metan có nồng độ cao hơn, từ đó có thể sử dụng hiệu quả khí mỏ đã từng khó tái sử dụng trong quá khứ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ mô tả thiết bị làm giàu khí metan.

Fig.2 là sơ đồ thể hiện hoạt động của thiết bị làm giàu khí metan tương ứng với phương pháp làm giàu khí metan.

Fig.3 là sơ đồ thể hiện sự chuyển đổi áp suất trong tháp hấp phụ khi thực hiện phương pháp trên Fig.2.

Fig.4 là đồ thị thể hiện các đặc tính hấp phụ khí metan của chất hấp phụ.

Fig.5 là đồ thị thể hiện sự chuyển đổi việc phân phối làm giàu khí metan được hấp phụ trong tháp hấp phụ.

Fig.6 là sơ đồ mô tả thiết bị làm giàu khí metan thông thường gồm có 3 tháp hấp phụ.

Fig.7 là sơ đồ thể hiện thiết bị làm giàu khí metan được thực hiện bởi thiết bị làm giàu khí metan thông thường gồm có 3 tháp hấp phụ.

Fig.8 là sơ đồ thể hiện việc chuyển đổi áp suất trong tháp hấp phụ khi thực hiện phương pháp trên Fig.7.

Fig.9 là sơ đồ thể hiện thiết bị làm giàu khí metan bao gồm đường cân bằng áp suất phía dưới.

Fig.10 là sơ đồ thể hiện thiết bị làm giàu khí metan bao gồm 5 tháp hấp phụ.

Fig.11 là sơ đồ thể hiện phương pháp làm giàu khí metan được thực hiện bằng thiết bị làm giàu khí metan gồm có 5 tháp hấp phụ.

Fig.12 là sơ đồ thể hiện việc chuyển đổi áp suất trong tháp hấp phụ khi thực hiện phương pháp trên Fig.11.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, phương pháp làm giàu khí metan theo phương án của sáng chế sẽ được mô tả. Tuy các phương án ưu tiên sẽ được mô tả phía dưới, nhưng mỗi phương án này sẽ được mô tả cụ thể hơn để minh họa sáng chế. Các thay đổi có thể được tiến hành mà không tách rời khỏi phạm vi của sáng chế, sáng chế không bị giới hạn với mô tả dưới đây.

Thiết bị làm giàu khí metan

Như được thể hiện trên Fig.1, thiết bị làm giàu khí metan được lắp các tháp hấp phụ A1 đến A4 nạp đầy chất hấp phụ A11 đến A41, bộ cấp 1 và bộ xả 2 để cung cấp khí mỏ từ bình chứa khí nguồn T1 và giải phóng khí xả, bộ hồi 3 để hồi khí metan đã được làm giàu vào bình chứa khí thành phẩm T3, bộ điều khiển C điều khiển hoạt động của bộ cấp 1, bộ xả 2 và bộ hồi 3.

Lưu ý rằng chất hấp phụ A11 đến A41 không bị giới hạn đặc biệt chỉ cần chúng có thể hấp phụ chọn lọc khí đốt như khí metan, ngoại trừ sử dụng chất hấp phụ khí metan 21a có khả năng hấp phụ chọn lọc khí metan tại áp suất không khí và ở 298 K cho phép khí metan hấp phụ đầy đủ lên chất hấp phụ khí metan 21a ngay cả tại áp suất không khí và ở 298 K.

Là chất hấp phụ khí metan 21, ưu tiên sử dụng chất hấp phụ khí metan 21a có ít nhất một thành phần được lựa chọn từ nhóm chứa cacbon hoạt tính, zeolit, keo silica và hợp kim hữu cơ (ví dụ fumarat đồng, terephthalat đồng, xyclohexan dicarboxylat đồng) có đường kính lỗ rỗng trung bình là 4,5 đến 15 Å được đo bằng phương pháp MP và có lượng hấp phụ khí metan thấp hơn áp suất không khí và ở 298 K trong 20 Nml/g hoặc cao hơn. Lưu ý rằng đường kính lỗ rỗng trung bình ưu tiên là 4,5 đến 10 Å, ưu tiên hơn là 5 đến 9,5 Å, và lượng hấp phụ khí metan được đề cập ở trên ưu tiên là 25 Nml/g hoặc cao hơn.

Cụ thể, áp suất này có thể thu được, ví dụ, bằng cách sử dụng, như vật liệu cacbon, cacbua được tạo thành bằng cách cacbon hóa bụi than hoặc cọ than trong khí nitơ ở 600°C và mài cacbua để thu được đường kính hạt từ 1 đến 3 mm, và hoạt hóa vật liệu cacbon trong không khí với 10 đến 15 % thể tích là hơi nước, 15 đến 20 % thể tích là khí cacbonic và nitơ là chất còn lại ở nhiệt độ 860°C bằng cách sử dụng lò hoạt hóa dòng đồng thời với đường kính trong là 59 mm. Than hoạt tính này có đặc tính hấp phụ chọn lọc khí metan trong không khí ở trạng thái áp suất cao gần bằng áp suất

không khí và giải hấp phụ khí metan được hấp phụ ở trạng thái giảm áp suất với áp suất thấp hơn so với ở trạng thái áp suất thấp thấp hơn áp suất không khí đồng thời có đặc tính ưu tiên giải hấp phụ khí khi hấp phụ khí metan, và có đặc tính hấp phụ như được thể hiện trên Fig.4

Tháp hấp phụ

Tháp hấp phụ A1 đến A4 lần lượt được nạp đầy chất hấp phụ A11 đến A41. Ngoài ra, đường cung cấp L11 đến L41 để cung cấp khí mỏ từ bình chứa khí nguồn T1 bằng máy bơm cấp P1 được bố trí phía dưới tháp hấp phụ A1 đến A4 nhằm tạo thành bộ cấp 1, đường xả L12 và L42 để giải phóng, trong số khí nguồn được cung cấp cho tháp hấp phụ A1 đến A4, khí xả có nồng độ khí metan thấp và bao gồm phần lớn là khí nitơ và khí ôxy được bố phía trên tháp hấp phụ A1 đến A4 nhằm tạo thành bộ xả 2. Khí mỏ được cung cấp từ bộ cấp 1 cho tháp hấp phụ A1 đến A4, và khí xả không được hấp phụ bởi chất hấp phụ A11 đến A41 được xả bằng bộ xả 2, do đó cung cấp cấu hình sao cho khí metan được hấp phụ bởi chất hấp phụ A11 đến A41 và được phân tách thành khí xả. Ngoài ra, đối với các tháp hấp phụ A1 đến A4, đường hồi L13 đến L43 để hồi khí metan được hấp phụ bởi chất hấp phụ A11 đến A41 được bố trí phía dưới tháp hấp phụ A1 đến A4 để tạo thành bộ hồi 3, do đó cung cấp cấu hình sao cho có thể tập hợp, từ khí mỏ được cấp từ bộ cấp 1, khí metan có nồng độ cao được hấp phụ bởi chất hấp phụ A11 đến A41 và được làm giàu. Bộ hồi 3 được lắp bơm chân không P3 để tập hợp khí metan có nồng độ cao từ tháp hấp phụ A1 đến A4 vào bình chứa khí thành phẩm T3 qua đường hồi L13 đến L43.

Đường tăng áp suất L14 đến L44 để cung cấp khí có áp suất cho tháp hấp phụ A1 đến A4 được lắp với các phần phía trên của tháp hấp phụ A1 đến A4 để tạo thành bộ có áp suất 4. Ngoài ra, đường cân bằng áp suất L15 đến L45 để nối giữa tháp hấp phụ A1 đến A4 được lắp với phần phía trên của tháp hấp phụ A1 đến A4 để tạo thành bộ cân bằng áp suất 5 nhằm chuyển khí bên trong mỗi tháp hấp phụ A1 đến A4 sang một tháp hấp phụ khác trong số các tháp hấp phụ A1 đến A4, từ phần phía trên của tháp hấp phụ (A1 đến A4) đến phần phía trên của một trong các hấp phụ còn lại A1 đến A4.

Lưu ý rằng van chuyển mạch V11 đến V45 được lắp trong đường khí L11 đến L45, do đó cung cấp cấu hình có khả năng điều khiển bộ điều khiển C để thực hiện

điều khiển toàn bộ việc chuyển mạch giữa cấp, xả và ngưng khí sang tháp hấp phụ A1 đến A4 nhờ hoạt động của máy bơm P1 đến P3.

Phương pháp làm giàu khí metan

Như được thể hiện trên Fig.2, trong tháp hấp phụ A1 đến A4, bộ điều khiển C điều khiển van chuyển mạch V11 đến V45 và máy bơm P1 và P3 để điều khiển hoạt động nhằm thực hiện theo trình tự:

bước hấp phụ nhằm tiếp nhận việc cung cấp khí metan ở trạng thái áp suất cao gần bằng áp suất không khí từ phần phía dưới của tháp hấp phụ A1 đến A4, nhằm hấp phụ khí metan bởi chất hấp phụ A11 đến A41, và xả khí xả có thành phần chính là không khí từ phần phía trên của tháp hấp phụ A1 đến A4;

bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp) để chuyển khí có nồng độ khí metan tương đối thấp trong một trong các tháp hấp phụ ở trạng thái cao áp suất vào một trong các tháp hấp phụ khác ở trạng thái áp suất trung gian với áp suất thấp hơn áp suất của các tháp hấp phụ còn lại khiến áp suất trong một trong các tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao;

bước chờ;

bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp) để chuyển khí tại đó nồng độ khí metan tương đối cao so với ở bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp) tại một trong số tháp hấp phụ A1 đến A4 ở trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao với áp suất cao hơn so với khí ở trạng thái áp suất thấp sang một trong các tháp hấp phụ A1 đến A4 ở trạng thái áp suất thấp để cho áp suất của một các tháp hấp phụ A1 đến A4 sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp;

sau khi áp suất trong tháp giảm đi nhờ bước cân bằng áp suất (giảm áp), bước giảm áp suất để giảm áp suất các chất hấp phụ A11 đến A41 sang trạng thái áp suất thấp để giải hấp phụ khí metan được hấp phụ lên chất hấp phụ A11 đến A41 và phục hồi khí metan từ phần phía dưới của một trong các tháp hấp phụ A1a đến A4a;

bước cân bằng áp suất ban đầu (tăng áp) để tiếp nhận, vào một trong các tháp hấp phụ A1 đến A4 ở trạng thái áp suất thấp, khí trong tháp hấp phụ A1 đến A4 ở trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao sao cho áp suất trong tháp hấp phụ A1 đến A4 sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp;

bước cân bằng áp suất cuối cùng (tăng áp), vào một trong số các tháp hấp phụ A1 đến A4 đang ở trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp, nhằm tiếp

nhận khí trong một tháp hấp thụ khác trong số các tháp hấp phụ A1 đến A4 đang ở trạng thái áp suất cao khiến áp suất suất trong một trong số các tháp hấp phụ A1 đến A4 sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao;

bước chờ; và

bước tăng áp, sau khi áp suất bên trong tháp tăng lên nhờ bước cân bằng áp suất (tăng áp), nhằm cung cấp thêm khí có áp suất vào một trong số các tháp hấp phụ A1 đến A4 từ phần phía trên của một tháp hấp thụ khác trong số các tháp hấp phụ A1 đến A4 nhằm hồi một trong số các chất hấp phụ tương ứng A11 đến A41 sang trạng thái áp suất cao có khả năng hấp phụ chọn lọc khí metan.

Bằng việc điều khiển này, thay đổi về áp suất trong tháp hấp phụ A1 đến A4 chuyển đổi như được thể hiện trên Fig.3.

Cụ thể hơn, tháp hấp phụ A1 được kiểm soát theo các bước sau đây. Mặc dù hoạt động tương tự được thực hiện đối với các tháp hấp phụ khác A2 đến A4 theo cách chuyển pha, việc mô tả chi tiết sau đó được lược bỏ và thay thế bằng mô tả với tham chiếu tới Fig.2 để tránh dư thừa. Lưu ý rằng tháp hấp phụ A1 đến A4 được xem là tháp thứ nhất đến tháp thứ tư A1 đến A4 theo thứ tự này. Fig.2 thể hiện trạng thái mở/ đóng của van mở/ đóng và tương tự trong các bước. Lưu ý rằng trên Fig.2, phần phía trên của hình vẽ thể hiện tuần tự chi tiết các bước và phần phía dưới của hình vẽ thể hiện trạng thái chuyển đổi của rãnh ống trong các bước. Ngoài ra, trạng thái mở của van mở/ đóng và tương tự như vậy được sử dụng trong mỗi bước được thực hiện cùng lúc trong bước tương ứng tại phần trên của hình vẽ.

<1 tới 3> Bước hấp phụ

Khí mỏ được dẫn từ bình chứa khí nguồn T1 sang tháp hấp phụ thứ nhất A1. Tại thời điểm này, áp suất trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 là áp suất không khí được thể hiện trên Fig.2 và được duy trì ở trạng thái áp suất cao gần bằng áp suất không khí đã tăng lên do áp suất cung cấp của bơm cấp P1, và khí metan chứa trong khí mỏ được cấp từ bình chứa khí nguồn T1 qua van chuyển mạch V11 của đường cấp L11 được hấp phụ bởi chất hấp phụ A11 trong khi khí xả còn lại được xả qua van chuyển mạch V12 của đường xả L12.

Lưu ý rằng tại thời điểm này, như được thể hiện trên Fig.2, tháp hấp phụ thứ hai A2 thực hiện <1> bước cân bằng áp suất cuối cùng (tăng áp) và sang <3> bước tăng áp, với <2> trạng thái chờ ở giữa.

Ngoài ra, tháp hấp phụ thứ ba A3 thực hiện bước cân bằng áp suất ban đầu (tăng áp), ngay sau bước giảm áp.

Ngoài ra, tháp hấp phụ thứ tư A4 thực hiện bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp) và sang bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp), với trạng thái chờ ở giữa.

<4> Bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp)

Tháp hấp phụ thứ nhất A1 sau khi hoàn thành bước hấp phụ thực hiện bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp) giữa chính tháp này và tháp hấp phụ thứ ba A3 đang thực hiện bước cân bằng áp suất cuối cùng (tăng áp). Do đó, khí không được hấp phụ trong tháp được xả qua van chuyển đổi V15 của đường cân bằng áp suất L15, và được truyền sang tháp hấp phụ thứ ba A3 qua van chuyển mạch V35 của đường cân bằng áp suất L35. Do đó, việc cân bằng áp suất được thực hiện giữa tháp hấp phụ thứ nhất A1 và tháp hấp phụ thứ ba A3 ở trạng thái áp suất trung gian tại phía có áp suất thấp và tháp hấp phụ thứ nhất A1 sang trạng thái áp suất trung gian tại phía có áp, như được thể hiện trên Fig.3.

Lưu ý rằng tại thời điểm này, nhờ hoạt động của van mở/ đóng và tương tự như vậy như được thể hiện trên Fig.2, tháp hấp phụ thứ hai A2 thực hiện bước hấp phụ và tháp hấp phụ thứ tư A4 thực hiện bước giải hấp phụ.

<5> Bước chờ

Sau đó, tháp hấp phụ thứ nhất A1 sang trạng thái chờ và trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao được duy trì trong khi vẫn giữ trạng thái cân bằng với bước hấp phụ, do đó đòi hỏi thời gian lâu nhất. Tại thời điểm này, tháp hấp phụ thứ hai A2 thực hiện bước hấp phụ, tháp hấp phụ thứ ba A3 cũng ở bước chờ và tháp hấp phụ thứ tư A4 tiếp tục bước giải hấp phụ.

<6> Bước cân bằng áp suất cuối cùng (Giảm áp)

Tiếp theo, tháp hấp phụ thứ nhất A1 thực hiện bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp) giữa chính tháp này và tháp hấp phụ thứ tư A4 đã hoàn thành bước giải hấp phụ và thực hiện bước cân bằng áp suất ban đầu (tăng áp). Do đó, khí không được hấp phụ bất kì trong tháp và khí được giải hấp phụ ban đầu có thành phần chính là khí từ chất hấp phụ A11 được xả qua van chuyển mạch V15 của đường cân bằng áp suất L15 và được truyền sang tháp hấp phụ thứ tư A4 qua van chuyển mạch V45 của đường cân bằng áp suất L45. Do đó, như được thể hiện trên Fig.3, việc cân bằng áp suất được

thực hiện giữa tháp hấp phụ thứ nhất A1 và tháp hấp phụ thứ tư A4 đã hoàn thành bước giảm áp suất và đang ở trạng thái áp suất thấp, và tháp hấp phụ thứ nhất A1 sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp.

Lưu ý rằng tại thời điểm này, nhờ hoạt động của van mở/ đóng và tương tự như được thể hiện trên Fig.2, tháp hấp phụ thứ hai A2 thực hiện bước hấp phụ và tháp hấp phụ thứ ba A3 thực hiện bước tăng áp.

<7 tới 8> Bước khử áp

Tháp hấp phụ thứ nhất A1 sau khi đạt đến trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp đang ở trạng thái tại đó khí chứa khí metan có nồng độ cao được hấp phụ bởi chất hấp phụ A11 trong tháp và khí chứa khí metan có nồng độ cao được hấp phụ bởi chất hấp phụ A11 được hồi bằng cách thực hiện bước giảm áp suất nhằm giảm áp suất bên trong tháp từ trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp thành trạng thái áp suất thấp. Do đó, khí metan được làm giàu được hồi vào bình chứa khí thành phẩm T3 qua van chuyển mạch V13 của đường hồi L13 nhờ công suất của máy bơm chân không P3. Do đó, như được thể hiện trên Fig.3, tháp hấp phụ A1 chuyển đổi từ trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp thành trạng thái áp suất thấp.

Tải của máy bơm chân không P3 tại thời điểm này tương ứng với áp suất chênh lệch từ trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp sang trạng thái áp suất thấp và do đó thấp hơn so với áp suất được yêu cầu để làm giảm áp suất từ áp suất trung gian sang trạng thái áp suất thấp trước đây.

Lưu ý rằng tại thời điểm này, nhờ hoạt động của van mở/ đóng và tương tự như được thể hiện trên Fig.2, tháp hấp phụ thứ hai A2 thực hiện <7> bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp) giữa chính tháp này và tháp hấp phụ thứ tư A4, sau đó sang <8> bước chờ.

<9> Bước cân bằng áp suất ban đầu (Tăng áp)

Tháp hấp phụ thứ nhất A1 ở trạng thái áp suất thấp và giải phóng khí đã hấp phụ trong đó chất được hấp phụ A11 được tái sinh, thực hiện bước cân bằng áp suất ban đầu (tăng áp) giữa chính tháp này và tháp hấp phụ thứ hai A2, do đó phục hồi áp suất trong tháp và tiếp nhận khí xả được xả trong bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp) trong tháp hấp phụ thứ hai A2 và nồng độ khí metan tăng lên nhờ khí được giảm hấp phụ ban đầu từ chất hấp phụ A21. Do đó, khí trong tháp được xả khỏi tháp hấp phụ thứ hai A2 trong trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao được

tiếp nhận trong đường cân bằng áp suất L15 đến L25 qua van chuyển mạch V15 và V25. Do đó, như được thể hiện trên Fig.3, tháp hấp phụ thứ nhất A1 phục hồi áp suất của nó từ trạng thái áp suất thấp sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp.

Lưu ý rằng tại thời điểm này, nhờ hoạt động của van mở/ đóng và tương tự như được thể hiện trên Fig.2, tháp hấp phụ thứ ba A3 tiếp tục bước hấp phụ và tháp hấp phụ thứ tư A4 thực hiện bước tăng áp.

<10> Bước cân bằng áp suất cuối cùng (Tăng áp)

Tháp hấp phụ thứ nhất A1 phục hồi áp suất của nó sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp sẵn sàng phục hồi thêm áp suất trong tháp bằng cách thực hiện tiếp bước cân bằng áp suất cuối cùng (tăng áp) giữa chính tháp này và tháp hấp phụ thứ ba A3 đang thực hiện bước hấp phụ ngay sau khi hoàn thành bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp). Do đó, khí trong tháp được xả khỏi tháp hấp phụ thứ ba A3 ở trạng thái áp suất cao được tiếp nhận trong đường cân bằng áp suất L15 đến L35 qua van chuyển mạch V15 và V35. Do đó, như được thể hiện trên Fig.3, tháp hấp phụ thứ nhất A1 phục hồi áp suất của nó từ trạng thái áp suất trung gian của phía áp suất thấp sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao.

Lưu ý rằng tại thời điểm này, nhờ hoạt động của van mở/ đóng và tương tự như được thể hiện trên Fig.2, tháp hấp phụ thứ hai A2 thực hiện bước giảm áp suất và tháp hấp phụ thứ tư A4 thực hiện bước hấp phụ.

<11> Bước chờ

Tiếp theo, tháp hấp phụ thứ nhất A1 ở trạng thái chờ, và trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao được bảo toàn trong khi giữ cân bằng cùng với bước hấp phụ, do đó mất nhiều thời gian nhất. Tại thời điểm này, tháp hấp phụ thứ hai A2 thực hiện bước giảm áp, tháp hấp phụ thứ ba A3 cũng ở bước chờ và tháp hấp phụ thứ tư A4 tiếp tục bước hấp phụ.

<12> Bước tăng áp

Áp suất của tháp hấp phụ thứ nhất A1 phục hồi áp suất của nó ở trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao được phục hồi ở trạng thái áp suất cao gần bằng áp suất không khí bằng cách phun khí. Do đó, không khí được truyền từ tháp hấp phụ thứ nhất A1 qua van chuyển mạch V14 từ đường tăng áp suất L14. Do đó, bên trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 được phục hồi ở trạng thái áp suất cao gần bằng áp suất

không khí và tái sinh về trạng thái sao cho có thể hấp phụ khí metan được chứa trong khí mỏ nhờ việc cấp khí mỏ.

Lưu ý rằng tại thời điểm này nhờ hoạt động của van mở/ đóng và tương tự như được thể hiện trên Fig.2, tháp hấp phụ thứ hai A2 thực hiện bước cân bằng áp suất ban đầu (tăng áp), tháp hấp phụ thứ ba A3 thực hiện bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp), ví dụ: cả hai tháp này cùng thực hiện cân bằng áp suất. Ngoài ra, tháp hấp phụ thứ tư A4 thực hiện bước hấp phụ.

Chuyển đổi phân phối nồng độ khí metan trong tháp hấp phụ

Có thể thấy được rằng việc phân phối nồng độ khí metan trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 trong các bước được mô tả trên tiến hành như được thể hiện trên Fig.5.

Do đó, khi khí mỏ có nồng độ khí metan thấp được cung cấp cho tháp hấp phụ trong bước hấp phụ thì khí xả chứa không đáng kể khí metan được xả ra, do đó, nồng độ khí metan trong tháp tăng lên.

Bước hấp phụ kết thúc khi nồng độ khí metan trong khí xả đạt đến ngưỡng nhất định và phương pháp tiến hành bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp). Ở trạng thái này, không có khí được cung cấp cho tháp hấp phụ A1 mà chỉ có sự di chuyển khí do nở, phát tán và khí được giải hấp phụ ban đầu được hấp phụ bởi chất hấp phụ A11 xảy ra. Sau đó, khí có thành phần chính là khí không được hấp phụ còn lại tại không gian phía trên hoặc tương tự như vậy trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 và chứa khí metan có nồng độ tương đối thấp được xả từ phần trên của tháp hấp phụ A1 ra phía ngoài của tháp hấp phụ thứ nhất A1.

Sau đó, trong giai đoạn bước cân bằng áp suất cuối cùng được thực hiện thông qua bước chờ, khí chứa khí metan có nồng độ trung bình có nồng độ khí metan tương đối cao và chứa khí được giải hấp phụ ban đầu lên chất hấp phụ A11 trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 được xả ra phía ngoài tháp hấp phụ thứ nhất A1. Sau đó, tại thời điểm này, vùng có nồng độ khí metan cao được tạo thành trong phạm vi rộng trong phần phía dưới của tháp hấp phụ thứ nhất A1, và khí chứa khí metan có nồng độ trung bình được giữ lại ở phần trên của nó.

Khi bước giải hấp phụ được thực hiện trong trạng thái này, khí chứa khí metan có nồng độ cao được thu lại từ phần phía dưới của tháp hấp phụ thứ nhất. Trong khi khí metan được hồi lại ở phạm vi nồng độ xác định trước thì khí metan được hấp phụ

bởi chất hấp phụ A11 trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 theo sự phân phối nồng độ tại đó nồng độ khí metan tăng về phía phần phía dưới.

Khi bước cân bằng áp suất ban đầu (tăng áp) được thực hiện sau bước giảm áp, khí chứa khí metan có nồng độ trung bình truyền vào tháp hấp phụ thứ nhất A1. Khí này di chuyển xuống phía dưới trong khi được hấp phụ bởi chất hấp phụ A11. Cụ thể, khí chứa khí metan có nồng độ trung bình có xu hướng được hấp phụ bởi chất hấp phụ A11 trong phần trên của tháp hấp phụ thứ nhất A1 do phần dưới của tháp hấp phụ thứ nhất A1 ở trạng thái kín. Tuy nhiên, khí có khuynh hướng truyền vào sao cho khuếch tán được và hấp phụ được vào phía trong tháp, và được nạp đầy nhằm tăng nồng độ tổng khí metan bên trong tháp hấp phụ A1. Do đó, trạng thái tại đó khí metan được hấp phụ bởi chất hấp phụ A11 trong việc phân phối nồng độ khí metan trong đó nồng độ khí metan tăng lên về phía phần dưới của tháp hấp phụ thứ nhất A1 được duy trì, và sự khác biệt về nồng độ giữa phần trên và phần dưới của tháp hấp phụ thứ nhất A1 giảm đi do tốc độ khuếch tán khí chứa khí metan có nồng độ trung bình.

Khi bước cân bằng áp suất cuối cùng (tăng áp) được thực hiện thêm, khí chứa khí metan có nồng độ thấp truyền vào tháp hấp phụ thứ nhất A1. Sau đó, việc phân phối tổng thể nồng độ khí metan tăng về phía phần dưới của tháp được duy trì trong khi phân phối nồng độ trong đó nồng độ khí metan tăng về phía phần dưới của tháp hấp phụ thứ nhất A1, trong khi việc phân phối nồng độ không đều trong phần trên của tháp giảm đi. Trong khi đó, bước tăng áp suất được thực hiện thêm, không khí không chứa khí metan được cung cấp từ phần trên, do đó việc phân phối nồng độ tại đó nồng độ khí metan tăng về phía phần dưới của tháp hấp phụ thứ nhất A1 được bảo toàn.

Ngoài ra, áp suất trong tháp càng giảm thì tốc độ khuếch tán khí vào tháp hấp phụ thứ nhất A1 trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 càng thấp. Theo đó, khí hoặc không khí có nồng độ khí metan thấp hơn có thể được giữ lại trong phần trên của tháp, do đó, có thể xác định việc phân phối nồng độ trong đó nồng độ khí metan tăng về phía phần dưới của tháp hấp phụ thứ nhất A1 có khuynh hướng chênh lệch cao khi bước cân bằng áp suất (tăng áp) được thực hiện bằng cách phân chia trong khoảng thời gian dài hơn.

Theo đó, trong bước cân bằng áp suất (giảm áp), khí được xả tuần tự từ bên trong tháp sao cho nồng độ khí metan tăng dần. Ngược lại, trong bước cân bằng áp suất (tăng áp), khí được dẫn tuần tự vào tháp sao cho nồng độ khí metan giảm dần. Do

đó, khí metan được hồi trong bước giảm áp suất thường được hồi từ vùng có nồng độ khí metan cao nhất trong tháp, do đó có thể tăng nồng độ khí metan được hồi.

Ví dụ

Bốn tháp hấp phụ sau đây được bố trí, và chất hấp phụ A11 đến A41 sau đây được nạp tại đây. Tháp hấp phụ được nối bằng ống như được thể hiện trên Fig.1, do đó cung cấp thiết bị có nồng độ khí metan. Đối với thiết bị làm giàu khí metan này, khí mỏ tối ưu được cung cấp với lưu lượng 17L/ph, và hoạt động làm giàu khí metan được thể hiện trong FIG.2 và 3 được thực hiện theo các điều kiện hoạt động sau.

Tháp hấp phụ: Hình trụ (đường kính trong: 54 mm, thể tích: 4.597 L)

bốn tháp

Chất hấp phụ: Than hoạt tính

Thu được bằng cách sử dụng, như vật liệu cacbon, cacbua được tạo thành bằng cách cacbon hóa từ khí nitơ ở nhiệt độ 600°C và nghiền cacbua để có đường kính hạt là từ 1 đến 3 mm, và hoạt hóa vật liệu cacbon theo áp suất khí quyển trong đó 10 đến 15 % thể tích là hơi nước, 15 đến 20 % thể tích là cacbonic và nitơ là chất còn lại ở nhiệt độ 860°C bằng lò hoạt hóa dòng đồng bộ có đường kính trong là 50 mm.

Đường kính lỗ rỗng: 8,5 Å (đường kính lỗ rỗng trung bình được đo bằng phương pháp MP)

Thể tích lỗ rỗng: 0,45 ml/g (được đo bằng phương pháp HK)

Tỉ lệ thể tích lỗ rỗng với đường kính lỗ rỗng trung bình là nhỏ hơn hoặc bằng 10 Å so với tổng thể tích lỗ rỗng là 83% (tỉ lệ lượng hấp phụ nitơ tại áp suất tương đối là 0,013 hoặc thấp hơn là tương đương)

Diện tích bề mặt cụ thể: 1025 m²/g (diện tích bề mặt cụ thể được đo bằng phương pháp BET)

Khả năng hấp phụ khí metan tại điều kiện áp suất không khí và ở 289 K là: 27 NmL/g

Khí mỏ tối ưu: khí metan 20%

Nitơ: 80%

Điều kiện hoạt động:

Tốc độ dòng: 17 L/ph

Áp suất hấp phụ khí (áp suất máy): 14 kPa

Áp suất giải hấp phụ khí (áp suất máy): -99 kPa

Điều kiện hoàn thành bước hấp phụ: cho đến khi nồng độ khí metan trong khí thải đạt 3 % thể tích (144 s)

Do đó, khí metan có nồng độ là 57,1 % thể tích thu được 5,1 L/ph như khí thành phẩm.

Ví dụ so sánh 1:

So sánh với ba tháp PSA

Để đánh giá hiệu suất của thiết bị làm giàu khí metan trong sáng chế, hoạt động làm giàu khí metan được thực hiện bằng thiết bị PSA thông thường. Cụ thể, ba tháp hấp phụ sau A1 đến A3 được bố trí và chất hấp phụ sau đây A11 đến A31 được nạp đầy trong đó. Tháp hấp phụ A1 đến A3 được nối bằng ống như được thể hiện trên Fig.6, do đó cung cấp thiết bị làm giàu khí metan. Đối với thiết bị làm giàu khí metan này, khí mỏ tối ưu được cấp với tốc độ dòng 17 L/ph, và hoạt động làm giàu khí metan được thể hiện Fig.7 và Fig.8 được thực hiện theo các điều kiện hoạt động sau. Lưu ý rằng Fig.6 đến Fig.8, cấu hình tương tự như phương án trước đó (Fig.1 đến Fig.3) được hiển thị bằng các số và tên tham chiếu tương tự và mô tả của nó được lược bỏ.

Tháp hấp phụ: Hình trụ (đường kính trong: 54 mm, thể tích: 4,597 L)

03 tháp

Chất hấp phụ: Than hoạt tính (tương tự Đơn)

Khí mỏ tối ưu: khí metan 20%

Nitơ: 80%

Điều kiện hoạt động:

Tốc độ dòng: 17 L/ph

Áp suất hấp phụ khí (áp suất máy): 14 kPa

Áp suất giải hấp phụ khí (áp suất máy): -99 kPa

Điều kiện hoàn thành bước hấp phụ: cho đến khi nồng độ khí metan trong khí thải đạt 3 % thể tích (179 s)

(tương tự như Ví dụ)

Do đó, khí metan có nồng độ là 54,1 % thể tích thu được ở tốc độ dòng 5,4 L/ph như khí thành phẩm.

Việc so sánh giữa các kết quả này chỉ ra rằng việc thực hiện phương pháp làm giàu khí metan theo sáng chế như được mô tả trong Đơn sáng chế rút ngắn thời gian

cần để kết thúc bước hấp phụ, nhưng nồng độ khí metan của khí thành phẩm thu được tăng lên khoảng 3%, khiến cho nó có thể làm giàu khí metan ở nồng độ cao.

Ngoài ra, có thể thấy rằng trong khi tải của bơm chân không bằng 67 kPa trong Đơn so sánh 1, thì khí metan được giải hấp phụ có tải khoảng 38 kPa trong Đơn sáng chế, và tốc độ dòng của khí thành phẩm thu được không thay đổi đáng kể, khiến cho nó có thể giảm thiểu đáng kể công suất cần thiết cho hoạt động làm giàu khí metan.

Ví dụ so sánh 2

Tác động lên chế độ lắp đường cân bằng áp suất trong bước cân bằng áp suất

Khi thực hiện phương pháp làm giàu khí metan nói trên, hoạt động cân bằng áp suất được thực hiện tại phần phía trên của tháp hấp phụ và việc tác động lên hiệu quả làm giàu khí metan theo phương tại đó hoạt động cân bằng áp suất được thực hiện được kiểm tra.

Cụ thể, thiết bị làm giàu khí metan được tạo thành theo cách tương tự như trong Đơn sáng chế (Fig.1) ngoại trừ bộ cân bằng áp suất 5 được tạo thành bằng cách cung cấp đường cân bằng áp suất thấp hơn L16 đến L46 bao gồm van chuyển mạch V16 đến V46 phía dưới tháp hấp phụ A1 đến A4 và cung cấp đường vận chuyển L56 để nối các đường cân bằng áp suất L15 đến L45 và đường cân bằng áp suất thấp hơn L16 đến L46, như được thể hiện trên Fig.9. Thiết bị làm giàu khí metan được cấu hình sao cho khí bên trong tháp có thể được chuyển từ phía trên và phía dưới của tháp hấp phụ bất kì A1 đến A4 sang phía trên và phía dưới của một trong các tháp hấp phụ khác A1 đến A4 nhờ điều khiển việc chuyển đổi của van chuyển mạch V11 đến V46.

Bảng 1 thể hiện kết quả so sánh nồng độ khí thành phẩm thu được theo cấu hình này nhờ thay đổi chế độ truyền nhằm chuyển khí từ tháp hấp phụ đang thực hiện bước cân bằng áp suất (giảm áp) sang tháp hấp phụ khác đang thực hiện bước cân bằng áp suất (tăng áp).

[Bảng 1]

Bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp) → Bước cân bằng áp suất ban đầu (tăng áp)	Thấp → Thấp	Cao → Thấp	Cao → Cao
Bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp) → Bước cân bằng áp suất cuối	Thấp → Thấp	Cao → Cao	Cao → Cao

cùng (tăng áp)			
Nồng độ khí metan trong khí thành phẩm (% thể tích)	47.9	54.1	57.1
Thời gian hấp phụ (s)	123	148	144
Tốc độ hồi (%)	92.9	92	90

Từ Bảng 1, có thể thấy rằng trong trường hợp thực hiện phương pháp làm giàu khí metan được mô tả trên, chế độ trong đó khí trong tháp được truyền từ phần trên sang phần trên được đặc biệt ưu tiên khi chế độ truyền nhằm chuyển khí từ tháp hấp phụ đang thực hiện bước cân bằng áp suất (giảm áp) sang tháp hấp phụ khác đang thực hiện bước cân bằng áp suất (tăng áp).

Do đó, trong trường hợp thực hiện mỗi bước cân bằng áp suất (giảm áp) và bước cân bằng áp suất (tăng áp) trong cả hai giai đoạn, việc cải thiện gần 10% độ tinh khiết của khí metan trong khí thành phẩm quan sát được khi so sánh với phần phía dưới của tháp hấp phụ được dùng để chuyển khí trong bước cân bằng áp suất bất kì. Sự kết hợp khác nhau cũng được thực hiện và đơn của sáng chế thể hiện độ tinh khiết của khí metan cao thứ hai là trường hợp được mô tả trong Sáng chế 2 trong đó việc chuyển khí được thực hiện từ phần phía trên của tháp hấp phụ đang thực hiện bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp) sang phần phía dưới của tháp hấp phụ đang thực hiện bước cân bằng áp suất đầu tiên (tăng áp) và việc chuyển khí được thực hiện từ phần phía trên của tháp hấp phụ đang thực hiện bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp) sang phần trên của tháp hấp phụ đang thực hiện bước cân bằng áp suất cuối cùng (tăng áp). Do đó, có thể thấy rằng so với trường hợp này, khí thành phẩm có độ tinh khiết của khí metan cao hơn khoảng 3% có thể thu được.

Các phương án khác

Mặc dù bước cân bằng áp suất được thực hiện tại áp suất không khí trong phương án trước, việc cung cấp quạt thổi gió hoặc máy bơm trong đường tăng áp suất có lợi thế vì tại đó cần tăng áp suất bên trong của tháp đến giá trị cao hơn tương đối so với áp suất không khí do nó có thể cải thiện hiệu suất hoạt động.

Mặc dù khí xả được xả từ bộ xả 2 được xả trực tiếp vào không khí trong phương án trước nhưng có thể lắp bình khí xả trong đường xả và lưu trữ khí xả tạm thời trong đó. Khí xả này cũng được sử dụng như khí có áp.

Chất hấp phụ hấp phụ khí metan không bị giới hạn bởi các trường hợp được mô tả trên. Chất hấp phụ bất kì có thể sử dụng hiệu quả chỉ cần có đặc tính hấp phụ chọn lọc khí metan chứa trong khí ở trạng thái áp suất cao và giải hấp phụ khí metan được hấp phụ ở trạng thái áp suất thấp, và cũng có đặc tính ưu tiên giải hấp phụ khí khi giải hấp phụ khí metan như được thể hiện trên Fig.4, và bất kì chất hấp phụ đã biết khác có thể áp suất dụng được.

Tuy nhiên, có thể thấy rằng than hoạt tính có đường kính lỗ rỗng trung bình là 4.5 đến 15 Å như được đo bằng phương pháp MP và có lượng hấp phụ khí metan trong điều kiện áp suất không khí và ở 298 K là 20 Nml/g hoặc cao hơn có mức độ hiệu quả đặc biệt cao khi thực hiện phương pháp làm giàu khí metan được mô tả trên.

Mặc dù phương án được mô tả trên thể hiện ví dụ trong đó bốn tháp hấp phụ được sử dụng và phương pháp làm giàu khí metan tương tự cũng được thực hiện khi năm hoặc nhiều tháp hấp phụ được sử dụng.

Ví dụ, trường hợp sử dụng năm tháp hấp phụ, có thể sử dụng cấu hình như được thể hiện trên Fig.10, và sử dụng chế độ hoạt động trong Fig.11 và Fig.12. Mặc dù mô tả cụ thể được lược bỏ ở đây, hoạt động của phương pháp làm giàu khí metan được mô tả trên Fig.11 và Fig.12 tương ứng với hoạt động của phương pháp làm giàu khí metan theo phương án được thể hiện trên Fig.2 và Fig.3. Trong Fig.10 đến Fig.12, cấu hình tương tự như trong các phương án trước (Fig.1 và Fig.3) được thể hiện bằng số và tên tham chiếu tương tự và bước cân bằng áp suất (giảm áp) và bước cân bằng áp suất (tăng áp) sẽ được mô tả dưới đây.

Tham chiếu tới Fig.12, giả sử khi trạng thái áp suất trung gian giữa trạng thái áp suất cao trong đó bước hấp phụ được thực hiện và trạng thái áp suất thấp trong đó bước giảm áp suất được thực hiện, trạng thái thứ nhất, thứ hai và thứ ba trong đó áp suất trong của tháp hấp phụ là khác nhau được thiết lập và áp suất tăng lên theo trình tự này, do đó có thể thấy rằng

hoạt động chuyển khí trong một trong số các tháp hấp phụ đang ở trạng thái áp suất cao sang một tháp hấp phụ khác trong số các tháp hấp phụ đang ở trạng thái áp suất trung gian với áp suất thấp hơn áp suất của một trong các tháp hấp phụ khiến áp suất trong một trong số các tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao tương ứng với bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp), từ một trong số các tháp hấp phụ đang ở trạng thái áp suất cao, nhằm chuyển khí trong tháp hấp phụ

sang một trong số các tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất thứ hai nhằm thu được trạng thái áp suất thứ nhất, và

hoạt động truyền, trong bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp), khí trong một trong số các tháp hấp phụ đang ở trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất có áp suất cao hơn so với trạng thái áp suất thấp sang một tháp hấp phụ khác trong số các tháp hấp phụ đang ở trạng thái áp suất thấp khiến cho áp suất trong một trong số các tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất tương ứng với bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp) nhằm chuyển khí từ một tháp hấp phụ đang ở trạng thái áp suất thứ hai sang tháp hấp phụ khác đang ở trạng thái áp suất thấp nhằm thu được trạng thái áp suất thứ ba.

Ngoài ra, như bước cân bằng áp suất trung gian (giảm áp), bước chuyển khí trong một trong số các tháp hấp phụ đang ở trạng thái áp suất thứ nhất sang một tháp hấp phụ khác trong số các tháp hấp phụ đang ở trạng thái áp suất thứ ba khiến cho áp suất trong một trong các tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất thứ hai bao gồm bước cân bằng áp suất (giảm áp).

Áp dụng tương tự cho bước cân bằng áp suất (tăng áp).

Khả năng ứng dụng công nghiệp

Phương pháp làm giàu khí metan theo sáng chế có thể áp dụng để phục hồi khí metan từ khí mỏ đã được loại bỏ từ đây đồng thời làm giàu và tái sử dụng khí metan.

Mô tả các ký hiệu tham chiếu

- 1: Bộ cấp
- 2: Bộ xả
- 3: Bộ hồi
- 4: Bộ tăng áp suất
- 5: Bộ cân bằng áp suất
- A1: Tháp hấp phụ thứ nhất
- A2: Tháp hấp phụ thứ hai
- A3: Tháp hấp phụ thứ ba
- A4: Tháp hấp phụ thứ tư
- C: Bộ điều khiển
- L11: Đường cấp

L12: Đường xả
L13: Đường hồi
L14: Đường tăng áp suất
L15: Đường cân bằng áp suất
L16: Đường cân bằng áp suất phía dưới
L56: Đường bình lưu
P1: Bơm cấp
P3: Bơm chân không
T1: Bình chứa khí nguồn
T3: Bình chứa khí thành phẩm
V11 đến V46: Van chuyển mạch

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp làm giàu khí metan bao gồm các bước:

cung cấp bốn hoặc nhiều tháp hấp phụ đã nạp đầy chất hấp phụ để hấp phụ khí metan trong khí chứa metan; và

thực hiện, đối với từng tháp hấp phụ trong số các tháp hấp phụ, chu trình hấp phụ chuyển đổi áp suất PSA (Pressure Swing Adsorption), bao gồm các bước sau:

(a) bước hấp phụ tiếp nhận sự cung cấp khí chứa metan ở trạng thái áp suất cao gần bằng áp suất không khí từ phần dưới của tháp hấp phụ, việc hấp phụ khí metan lên chất hấp phụ và xả khí không được hấp phụ có thành phần chính là không khí ra khỏi phần trên của tháp hấp phụ;

(b) bước cân bằng áp suất (giảm áp) để chuyển khí không được hấp phụ còn lại trong tháp hấp phụ đã hoàn thành bước hấp phụ và đang ở trạng thái áp suất cao sang tháp hấp phụ khác ở trạng thái áp suất thấp hơn để đưa phần trong tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian;

(c) bước giảm nén bao gồm việc giảm nén chất hấp phụ mà đã hoàn thành bước cân bằng áp suất (giảm áp) tới trạng thái áp suất thấp để giải hấp phụ khí metan đã hấp phụ lên chất hấp phụ và thu hồi khí metan đã nêu từ phần phía dưới của tháp hấp phụ;

(d) bước cân bằng áp suất (tăng áp), sau khi hoàn thành bước giảm nén, nhằm tiếp nhận khí không được hấp phụ từ tháp hấp phụ khác đang ở trạng thái áp suất cao hơn để đưa phần trong tháp hấp phụ sang trạng thái áp suất trung gian; và

(e) bước tăng áp, sau khi áp suất bên trong tháp hấp phụ đã được tăng lên nhờ bước cân bằng áp suất (tăng áp), nhằm cung cấp thêm khí nén có áp suất vào tháp hấp phụ từ phần phía trên của tháp hấp phụ để hoàn nguyên chất hấp phụ về trạng thái áp suất cao có khả năng hấp phụ chọn lọc khí metan.

trong đó chất hấp phụ có:

đặc tính hấp phụ chọn lọc khí metan chứa trong không khí ở trạng thái áp suất cao gần bằng áp suất không khí và giải hấp phụ khí metan đã được hấp phụ đang ở trạng thái áp suất thấp, và

đặc tính ưu tiên giải hấp phụ không khí khi giải hấp phụ khí metan,

trong đó một số trạng thái áp suất khác nhau của tháp hấp phụ được thiết lập như các trạng thái áp suất trung gian,

trong đó bước cân bằng áp suất (giảm áp) bao gồm:

(b-i) bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp) để chuyển khí không được hấp phụ ở trong tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất cao sang một tháp hấp phụ khác trong số các tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất trung gian với áp suất thấp hơn tình trạng áp suất cao để đưa áp suất trong tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất cao sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao; và

(b-ii) bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp) nhằm chuyển khí không được hấp thụ trong tháp hấp phụ đang ở trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao với áp suất cao hơn so với trạng thái áp suất thấp sang một tháp hấp phụ khác trong số các tháp hấp phụ đang ở trạng thái áp suất thấp để đưa áp suất trong tháp hấp phụ ở các trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp,

trong đó bước cân bằng áp suất (tăng áp) bao gồm:

(d-i) bước cân bằng áp suất ban đầu (tăng áp) để tiếp nhận khí không được hấp phụ tại một trong số các tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao vào tháp hấp thụ ở trạng thái áp suất thấp để đưa áp suất trong tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất thấp sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp; và

(d-ii) bước cân bằng áp suất cuối cùng (tăng áp) tiếp nhận, vào tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp, khí không được hấp phụ trong một tháp hấp thụ trong số các tháp hấp phụ khác ở trạng thái áp suất cao khiến cho áp suất trong tháp hấp phụ ở trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất thấp sang trạng thái áp suất trung gian của phía có áp suất cao, và

trong đó việc chuyển khí không được hấp phụ từ một trong số các tháp hấp phụ thực hiện bước cân bằng áp suất (giảm áp) sang một tháp hấp thụ khác trong số các tháp hấp phụ đang thực hiện bước cân bằng áp suất (tăng áp) bao gồm việc chuyển khí không được hấp phụ từ phần trên của một trong số các tháp hấp phụ thực hiện việc cân bằng áp suất (giảm áp) đến phần trên của một tháp hấp thụ khác trong số các tháp hấp phụ thực hiện việc cân bằng áp suất (tăng áp).

2. Phương pháp làm giàu khí metan theo điểm 1,

trong đó bước cân bằng áp suất (giảm áp) bao gồm bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp) và bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp) và bước cân bằng áp suất

(tăng áp) bao gồm bước cân bằng áp suất ban đầu (tăng áp) và bước cân bằng áp suất cuối cùng (tăng áp),

khí không được hấp phụ được xả ra từ phần trên của một trong số các tháp hấp phụ trong bước cân bằng áp suất ban đầu (giảm áp) được cung cấp cho phần trên của một trong các tháp hấp phụ khác đang thực hiện bước cân bằng áp suất cuối cùng (tăng áp), và

khí không được hấp phụ được xả ra từ phần trên của một trong số các tháp hấp phụ trong bước cân bằng áp suất cuối cùng (giảm áp) được cung cấp cho phần trên của một trong các tháp hấp phụ khác đang thực hiện bước cân bằng áp suất ban đầu (tăng áp).

3. Phương pháp làm giàu khí metan theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó khí chứa khí metan chứa ít nhất một khí được lựa chọn từ khí mỏ than, khí sinh học, khí chuyển hóa và khí tự nhiên.

4. Phương pháp làm giàu khí metan theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 3,

trong đó chất hấp phụ chứa ít nhất một thành phần được lựa chọn từ nhóm chứa than hoạt tính, đá zeolit, silicagel và hợp chất hữu cơ kim loại có đường kính lỗ rỗng trung bình nằm trong khoảng từ 4,5 đến 15 Å được đo bằng phương pháp MP và có lượng hấp phụ khí metan trong điều kiện áp suất không khí và ở nhiệt độ 298 K là 20 Nml/g hoặc cao hơn.

Fig.1

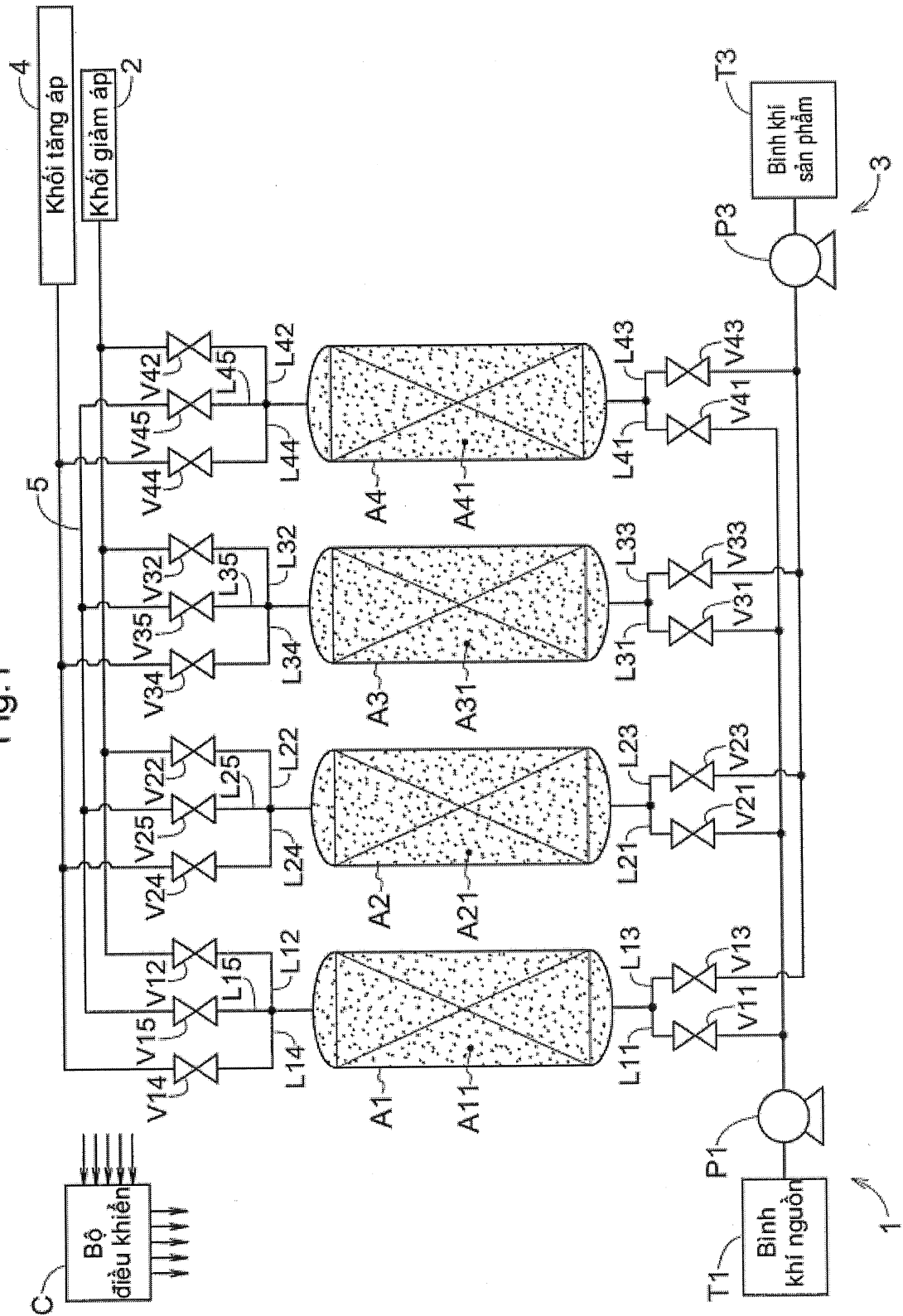


Fig.2

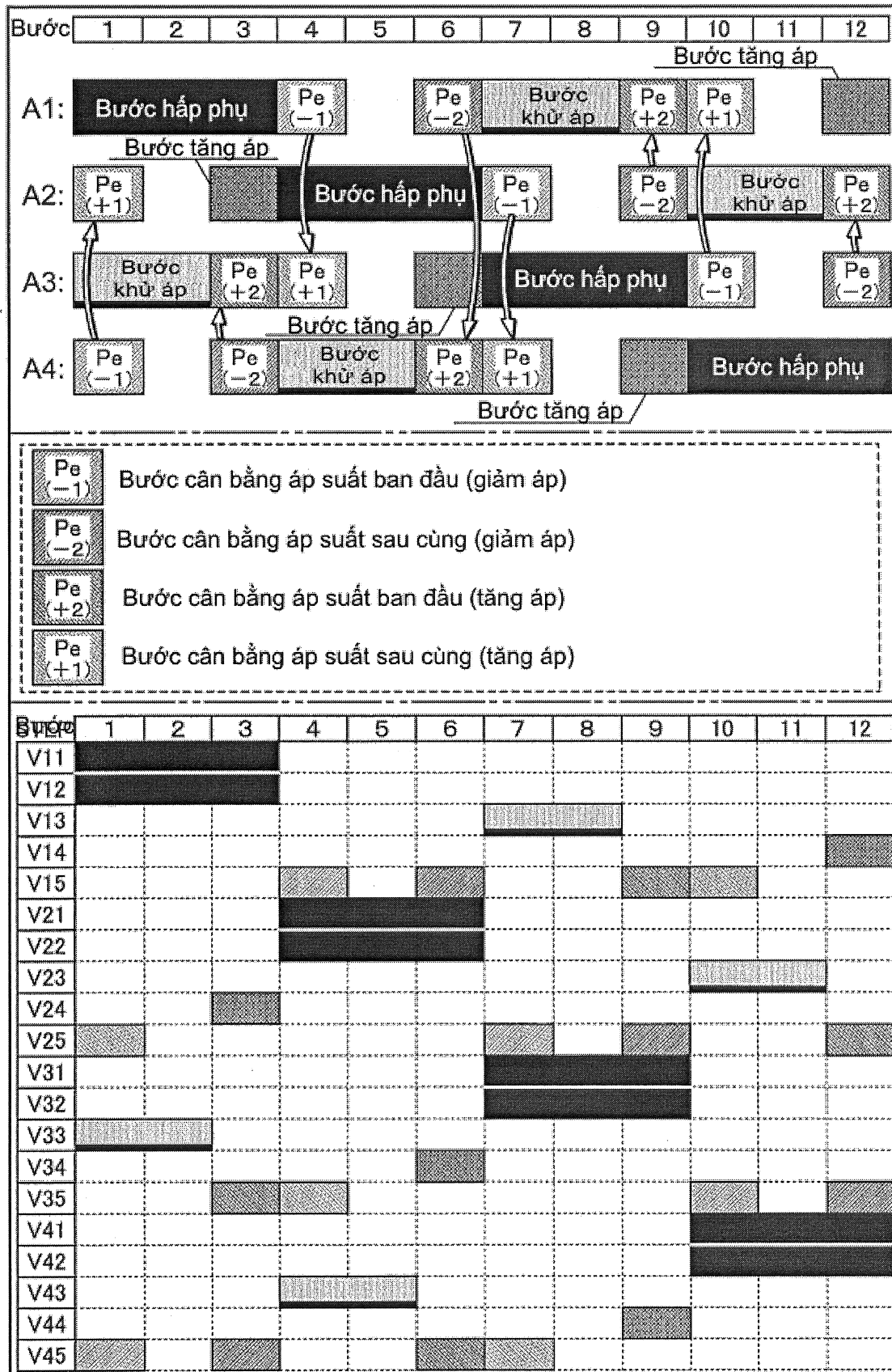


Fig.3

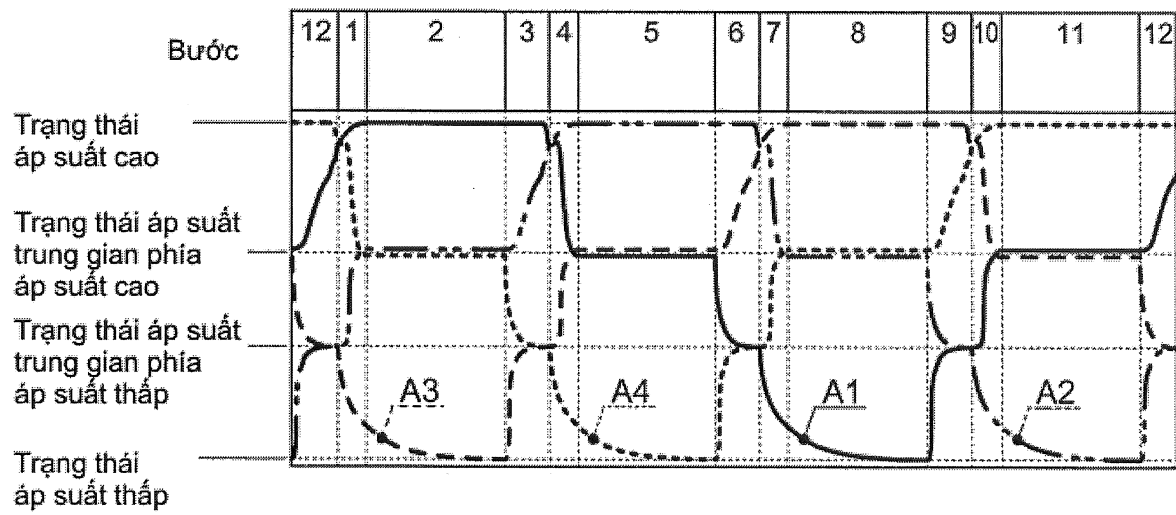
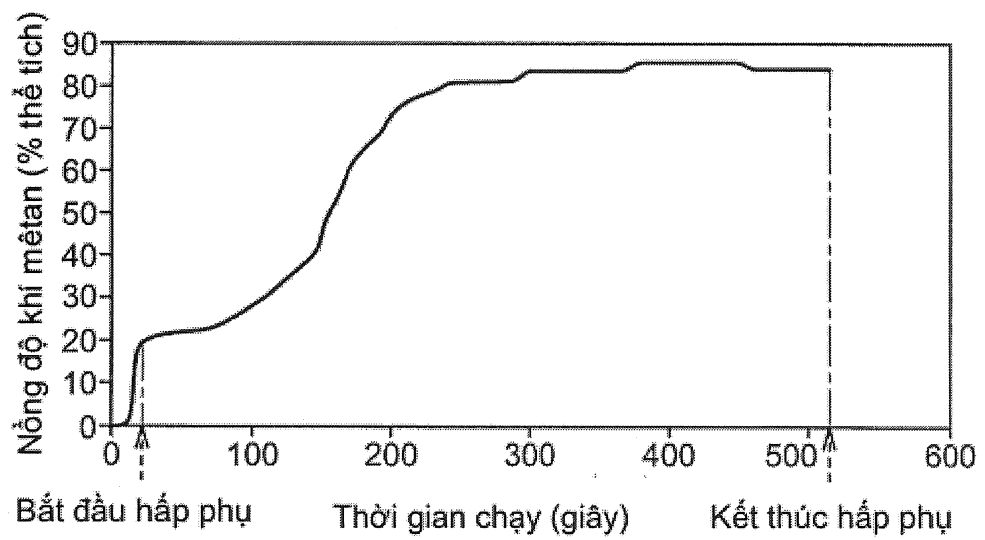
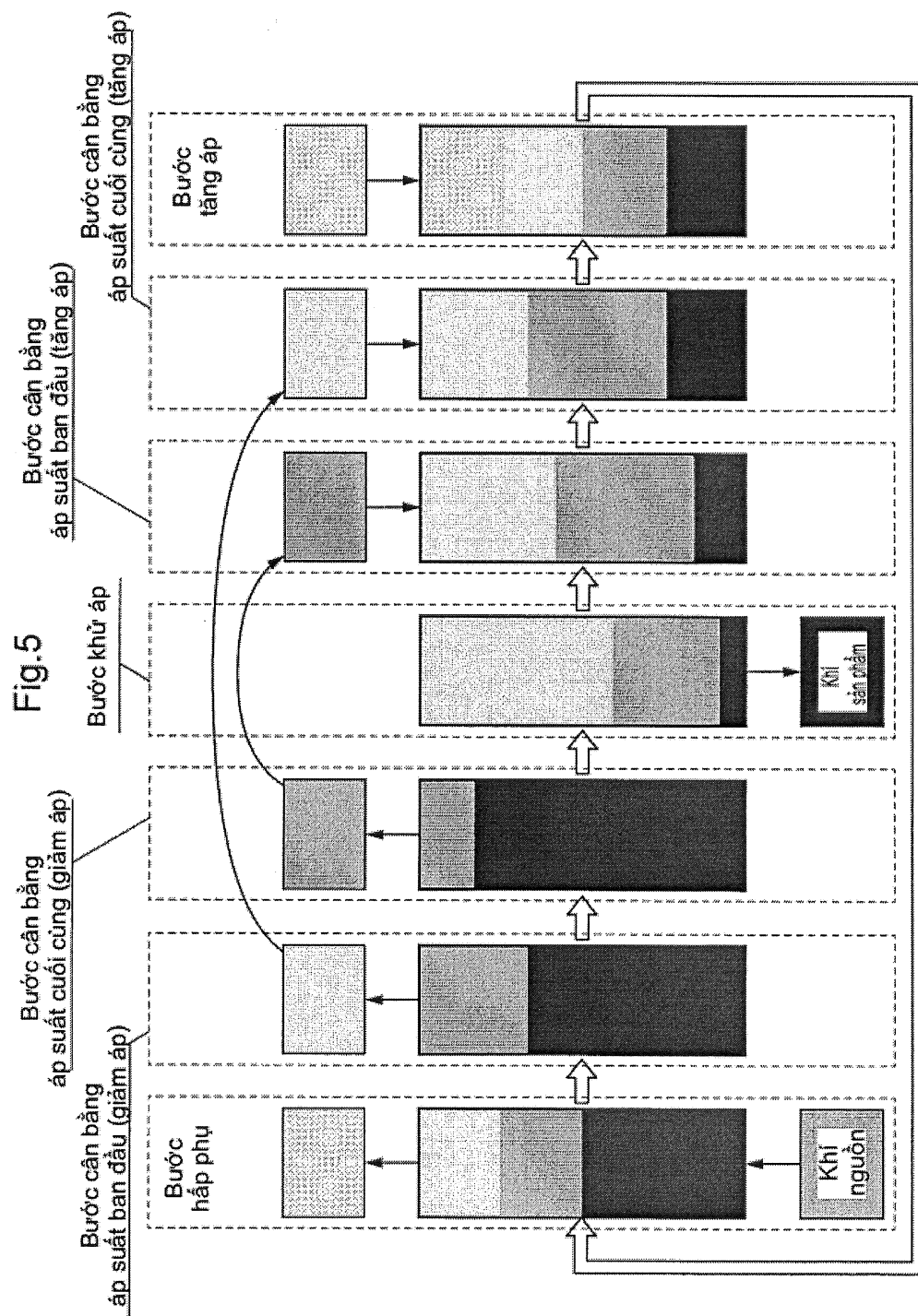


Fig.4





6.6

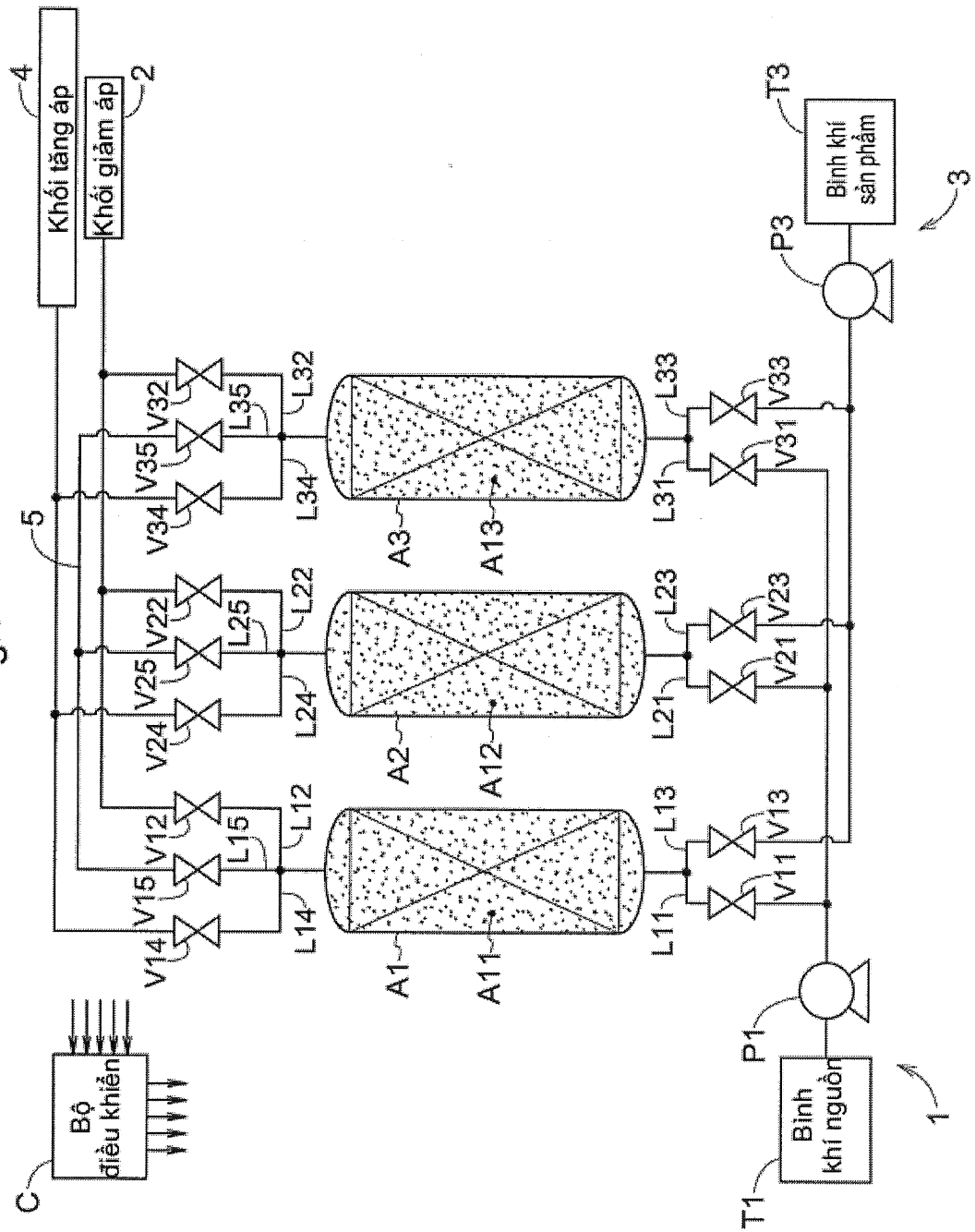


Fig.7

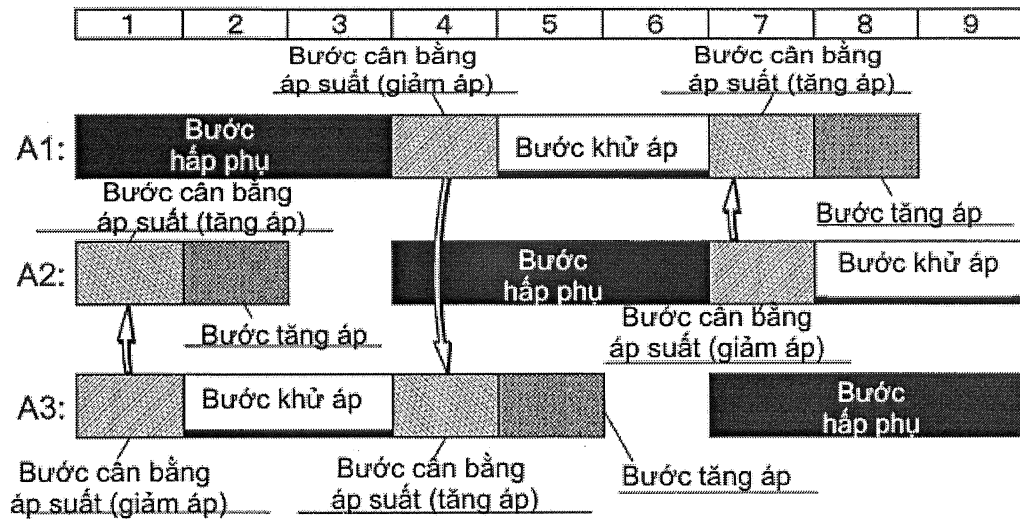
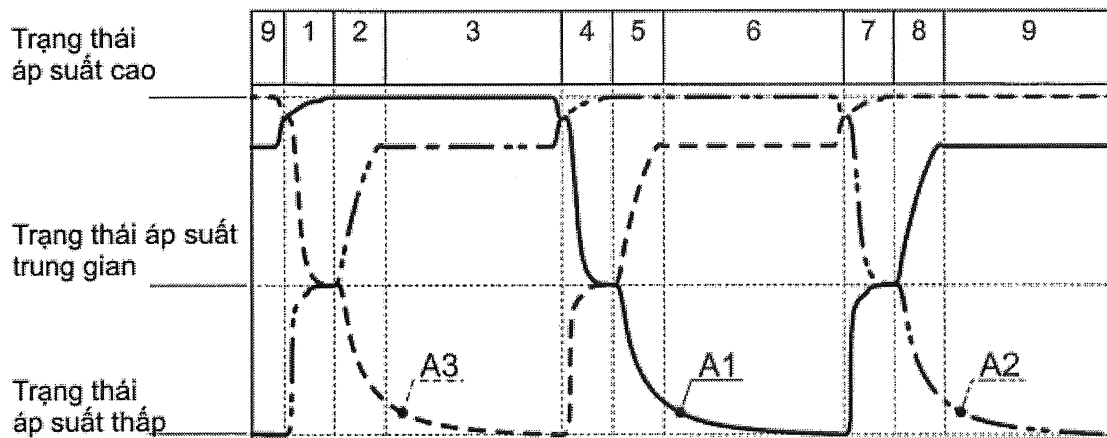
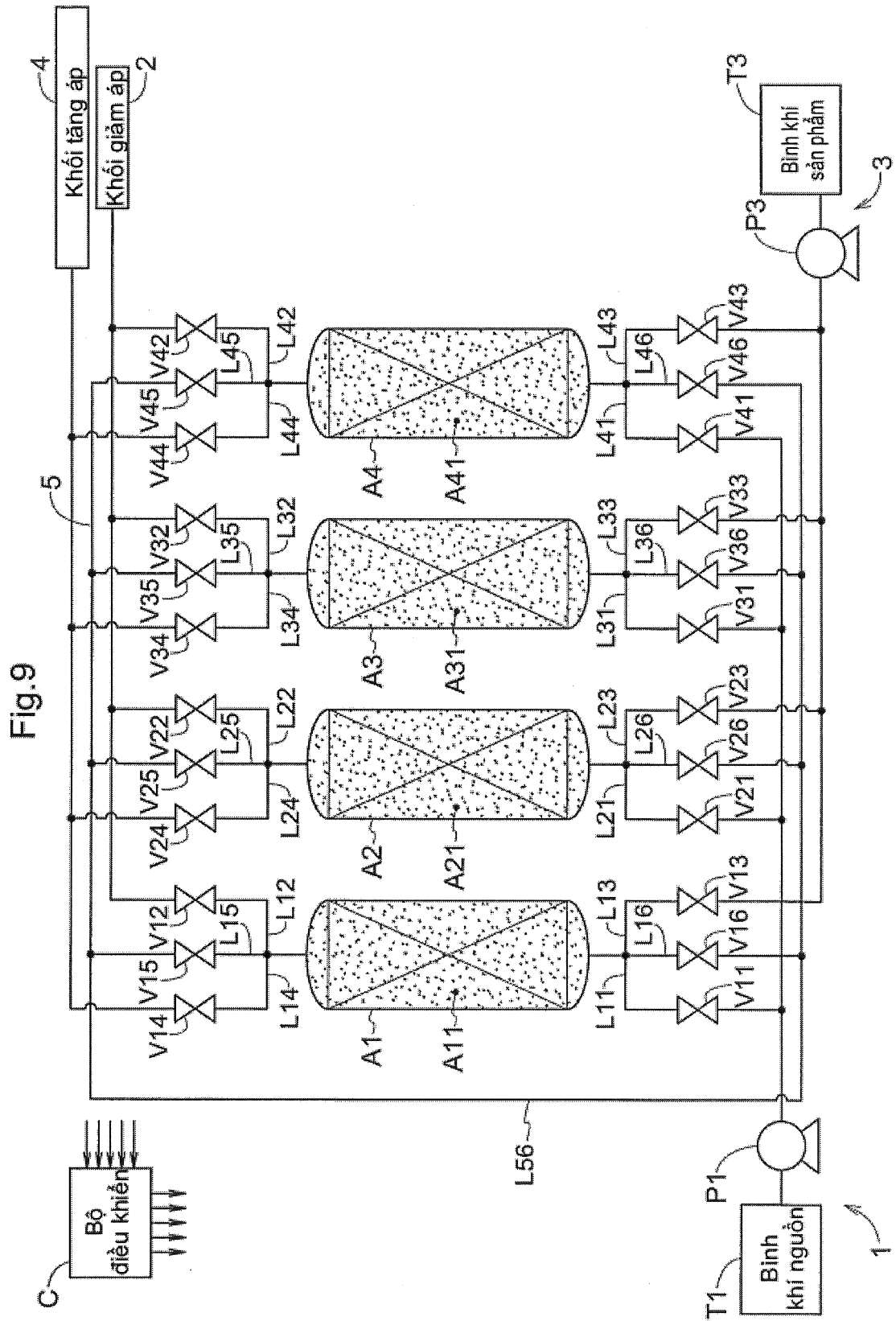


Fig.8





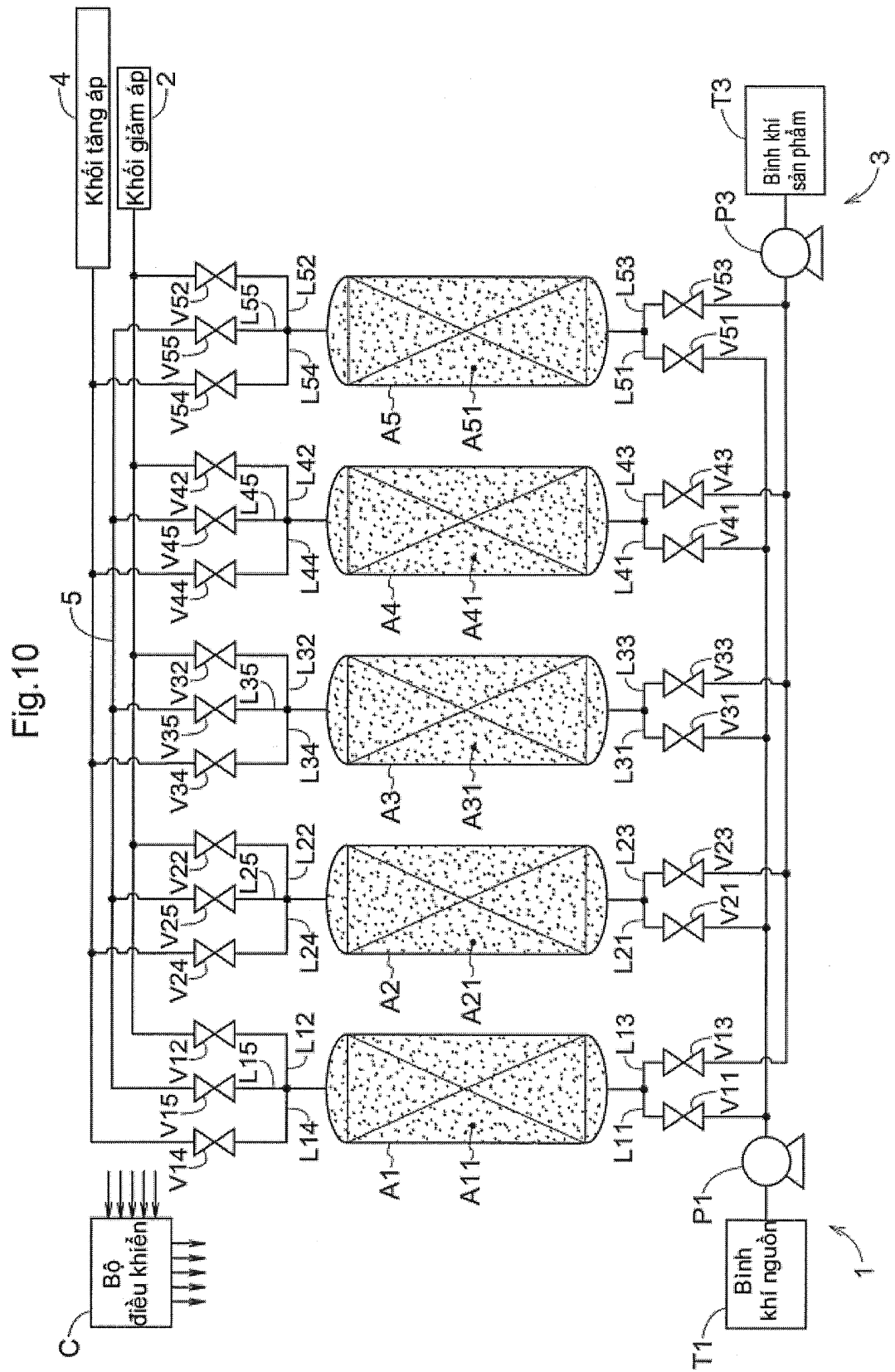


Fig.12

