



(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)



1-0033493

(51)⁷ B01D 53/047; C10L 3/10

(13) B

(21) 1-2017-00211

(22) 26/06/2015

(86) PCT/JP2015/068534 26/06/2015

(87) WO/2015/199227 30/12/2015

(30) 2014-133150 27/06/2014 JP

(45) 25/10/2022 415

(43) 25/05/2017 350A

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

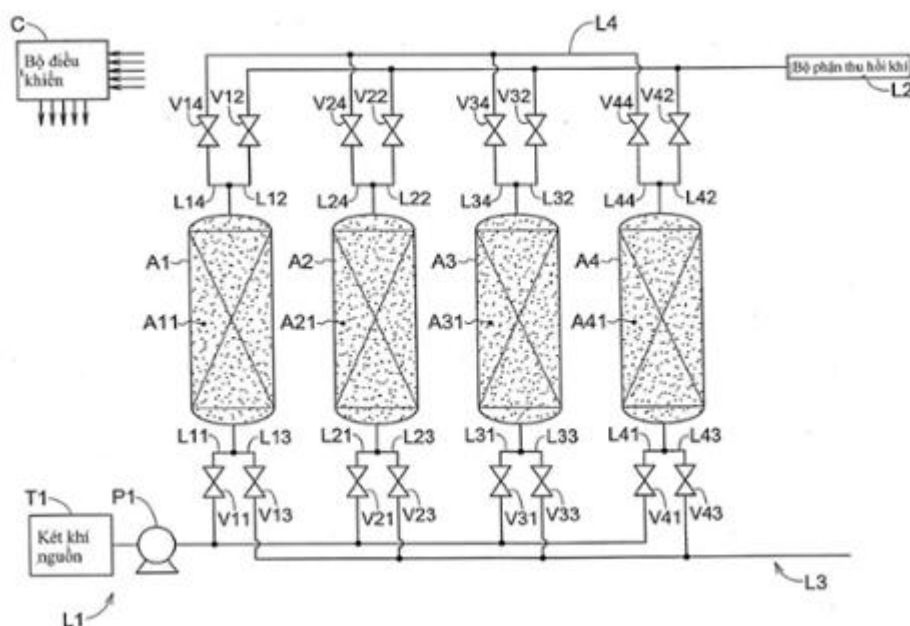
1-2, Hiranomachi 4-chome, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 5410046, Japan

(72) TANAKA, Hiroshi (JP); FUJIWARA, Yukio (JP); KOTANI, Tamotsu (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP TĂNG HÀM LƯỢNG KHÍ

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp tăng hàm lượng khí, trong đó phương pháp này còn làm tăng tỷ lệ thu hồi khí trong quá trình tái sinh khí có độ tinh khiết cao. Phương pháp tăng hàm lượng khí nêu trên sử dụng một kết cấu trong đó ba hoặc nhiều tháp hấp phụ được nạp chất hấp phụ để hấp phụ khí đích cần hấp phụ được tạo ra, bao gồm bước trong đó, trước khi thực hiện quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) trong tháp hấp phụ thứ nhất, là tháp có quá trình hấp phụ đã kết thúc, trong khi cấp khí nguồn cho tháp hấp phụ thứ hai, là tháp đã kết thúc ít nhất một quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) và để thực hiện quá trình hấp phụ đã nêu sau đó, khí không được hấp phụ được vận chuyển từ phần phía trên của tháp hấp phụ thứ nhất đến phần phía trên của tháp hấp phụ thứ hai, nhờ đó thực hiện quá trình hấp phụ/cân bằng áp suất (giảm áp suất) trong tháp hấp phụ thứ nhất và thực hiện quá trình hấp phụ/cân bằng áp suất (tăng áp suất) trong tháp hấp phụ thứ hai.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp tăng hàm lượng khí, phương pháp này bao gồm các bước:

tạo ra ba hoặc nhiều các tháp hấp phụ, mỗi tháp hấp phụ được nạp chất hấp phụ để hấp phụ khí đích cần hấp phụ; và

đối với mỗi tháp hấp phụ, thực hiện chu trình PSA (PSA - Pressure Swing Adsorption - Hấp phụ dao động áp suất) lặp đi lặp lại theo thứ tự:

quá trình hấp phụ của khí tiếp nhận việc cấp khí nguồn chứa khí đích cần hấp phụ từ phần phía dưới của tháp hấp phụ, hấp phụ khí đích cần hấp phụ trên chất hấp phụ và nhà khí không được hấp phụ gồm phần lớn là thành phần không được hấp phụ từ phần phía trên của tháp hấp phụ;

quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) khi vận chuyển khí trong tháp hấp phụ trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và trong trạng thái áp suất cao đến tháp hấp phụ khác trong trạng thái áp suất thấp hơn để làm cho bên trong tháp hấp phụ trở thành trạng thái áp suất trung bình;

quá trình giảm áp, sau khi áp suất trong tháp hấp phụ đã được hạ xuống nhờ quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất), tiếp tục giảm áp chất hấp phụ về trạng thái áp suất thấp nhằm giải hấp phụ khí đích cần hấp phụ được hấp phụ trên chất hấp phụ và thu hồi khí đích cần hấp phụ từ phần phía dưới của tháp hấp phụ; và

quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất), sau khi kết thúc quá trình giảm áp, khi tiếp nhận khí từ tháp hấp phụ khác mà ở trạng thái áp suất cao hơn để làm cho bên trong tháp hấp phụ trở thành trạng thái áp suất trung bình, chu trình PSA được thực hiện liên tục đối với ba hoặc nhiều tháp hấp phụ với thời điểm bị xê dịch.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong trường hợp sử dụng khí dễ cháy một cách hiệu quả, cần phải tách khí như là không khí ra khỏi khí nguồn chứa khí dễ cháy và tăng hàm lượng khí dễ cháy đến khoảng nồng độ thích hợp. Các thiết bị và các phương pháp khác nhau để tăng hàm lượng khí dễ cháy đã được đề xuất và các sáng chế đã được đề xuất trong đó một loại khí (được gọi là khí mỏ than) tạo ra từ mỏ than ở dạng khí chứa metan được sử dụng như khí nguồn, không khí (chủ yếu chứa nitơ, oxy và cacbon đioxit) được tách ra khỏi khí nguồn bằng cách sử dụng chất hấp phụ và khí metan được tăng hàm lượng để sử

dụng (Tài liệu sáng chế 1, chẳng hạn).

Cụ thể hơn, tài liệu sáng chế 1 đề xuất sáng chế về thiết bị và phương pháp để tăng hàm lượng khí metan. Theo sáng chế, với việc sử dụng zeolit tự nhiên có tốc độ hấp phụ khí metan chậm hơn so với khí nitơ, làm chất hấp phụ (tức là, với việc sử dụng chất hấp phụ ưu tiên hấp phụ khí hỗn hợp như nitơ, oxy và cacbon đioxit so với khí metan), khí mỏ than được đưa vào tháp hấp phụ đã nạp chất hấp phụ bằng máy nén hoặc thiết bị tương tự cho đến khi đạt được áp suất định trước. Sau đó, khí hỗn hợp chứa trong khí mỏ than được hấp phụ đầu tiên ở phần phía trước (phần phía dưới) của tháp hấp phụ và khí metan, mà tốc độ hấp phụ chậm, được hấp phụ ở phần phía sau (phần phía trên) của tháp hấp phụ. Tiếp theo, khí metan được nhả ra khỏi phần phía trên của tháp hấp phụ cho đến khi tháp này đạt được áp suất môi trường.

Nhờ đó, không khí có thể được tách ra khỏi khí mỏ than như là khí nguồn bằng cách sử dụng chất hấp phụ, khí metan có thể được tăng hàm lượng và khí metan đã tăng hàm lượng có thể được sử dụng làm nhiên liệu hoặc tương tự.

Tức là, làm chu trình PSA, kết cấu có thể hình dung được được đề xuất có phương tiện điều khiển để thực hiện liên tục quá trình hấp phụ việc cấp khí nguồn vào tháp hấp phụ, sự hấp phụ khí hỗn hợp trên chất hấp phụ trong tháp hấp phụ và nhả khí metan và quá trình giải hấp phụ để giải hấp phụ khí hỗn hợp từ chất hấp phụ trong tháp hấp phụ sao cho để tái tạo chất hấp phụ trong tháp hấp phụ.

Đối với chu trình PSA này, cần phải thực hiện quá trình cân bằng áp suất khi vận chuyển khí trong tháp hấp phụ trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và ở trong trạng thái áp suất cao đi vào tháp hấp phụ khác ở trong trạng thái áp suất thấp hơn làm cho bên trong tháp hấp phụ trở thành trạng thái áp suất trung bình và quá trình cân bằng áp suất khi tiếp nhận, sau khi kết thúc quá trình giảm áp, khí từ tháp hấp phụ khác ở trong trạng thái áp suất cao hơn để làm cho bên trong tháp hấp phụ trở thành trạng thái áp suất trung bình, nhờ đó cải thiện hiệu suất của năng lượng cần dùng để làm tăng áp suất và giảm áp suất trong các tháp hấp phụ và đồng thời cũng cải thiện tốc độ thu hồi khí cần phải tinh sạch, trong khi cải thiện độ sạch của khí cần phải tinh sạch.

Lưu ý rằng, theo sáng chế, trong cặp các tháp hấp phụ mà giữa chúng quá trình cân bằng áp suất được thực hiện, quá trình cân bằng áp suất được thực hiện trong tháp hấp phụ mà áp suất trong của nó được hạ thấp bằng cách vận chuyển khí đến tháp khác được gọi là quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) và quá trình cân bằng áp suất được

thực hiện trong tháp hấp phụ mà áp suất trong của nó được tăng lên bằng cách tiếp nhận khí từ tháp khác được gọi là quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất).

Tài liệu kỹ thuật tham khảo

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: bằng sáng chế Nhật bản JP S58-198591A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

Do đó, khi xem xét tình trạng được nêu trên, mục đích của sáng chế là thực hiện quá trình cân bằng áp suất theo cách thích hợp khi tăng hàm lượng khí được thực hiện qua PSA sử dụng ba hoặc nhiều tháp hấp phụ, nhờ đó có thể cải thiện hiệu suất năng lượng cần sử dụng để làm tăng áp suất và giảm áp suất trong các tháp hấp phụ và ngoài ra có thể cải thiện tốc độ thu hồi khí cần phải tinh sạch, trong khi cải thiện độ sạch của khí cần phải tinh sạch.

Phương thức giải quyết vấn đề

Đặc trưng của phương pháp tăng hàm lượng khí theo sáng chế để đạt được mục đích đã nêu trên nằm trong phương pháp tăng hàm lượng khí bao gồm các bước:

tạo ra ba hoặc nhiều các tháp hấp phụ, mỗi tháp hấp phụ được nạp chất hấp phụ để hấp phụ khí đích cần hấp phụ; và

đối với mỗi tháp hấp phụ, thực hiện chu trình PSA lặp đi lặp lại theo thứ tự:

quá trình hấp phụ khi tiếp nhận việc cấp khí nguồn chứa khí đích cần hấp phụ từ phần phía dưới của tháp hấp phụ, hấp phụ khí đích cần hấp phụ trên chất hấp phụ và nhả khí không được hấp phụ gồm phần lớn là thành phần không được hấp phụ từ phần phía trên của tháp hấp phụ;

quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) khi vận chuyển khí trong tháp hấp phụ trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và trong trạng thái áp suất cao đến tháp hấp phụ khác ở trong trạng thái áp suất thấp hơn để làm cho bên trong tháp hấp phụ trở thành trạng thái áp suất trung bình;

quá trình giảm áp, sau khi áp suất trong tháp hấp phụ đã được hạ xuống nhờ quá trình cân bằng áp suất (sự giảm áp), tiếp tục giảm áp chất hấp phụ về trạng thái áp suất thấp nhằm giải hấp phụ khí đích cần hấp phụ được hấp phụ trên chất hấp phụ và thu hồi khí đích cần hấp phụ từ phần phía dưới của tháp hấp phụ; và

quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất), sau khi kết thúc quá trình giảm áp, khi

tiếp nhận khí từ bên trong tháp hấp phụ khác mà ở trong trạng thái áp suất cao hơn để làm cho bên trong tháp hấp phụ trở thành trạng thái áp suất trung bình,

chu trình PSA được thực hiện liên tục đối với ba hoặc nhiều tháp hấp phụ với thời điểm bị xê dịch,

trong đó phương pháp bao gồm bước, trước bước thực hiện quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) trong tháp hấp phụ thứ nhất trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và ở trong trạng thái cấp khí nguồn trong đó khí nguồn được cấp ít nhất là vào tháp hấp phụ thứ hai trong đó quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ sau đó được thực hiện, vận chuyển khí không được hấp phụ từ phần phía trên của tháp hấp phụ thứ nhất đến phần phía trên của tháp hấp phụ thứ hai, nhờ đó bước thực hiện quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) trong tháp hấp phụ thứ nhất và quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) trong tháp hấp phụ thứ hai; và

trong đó, trạng thái cấp khí nguồn là trạng thái trong đó khí nguồn được cấp cùng một lúc vào cả tháp hấp phụ thứ nhất trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) cần được thực hiện sau đó và tháp hấp phụ thứ hai trong đó quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó.

Do kết cấu đã mô tả trên bao gồm kết cấu cơ bản của phương pháp tăng hàm lượng khí sử dụng thiết bị tăng hàm lượng khí thông thường được nêu trên, có thể tăng hàm lượng khí dễ cháy hoặc dạng tương tự bằng cách thực hiện chu trình PSA khi cấp khí nguồn chứa khí dễ cháy hoặc dạng tương tự vào tháp hấp phụ, hấp phụ khí đích cần hấp phụ trên chất hấp phụ trong tháp hấp phụ và bước thực hiện liên tục quá trình hấp phụ và quá trình giải hấp phụ.

Thông thường, kết cấu đã được tiếp nhận trong đó, khi quá trình cân bằng áp suất được chấp nhận trong chu trình PSA này, quá trình cân bằng áp suất được thực hiện ở bước trong đó quá trình hấp phụ hoặc quá trình giải hấp phụ được thực hiện trong một trong số các tháp hấp phụ bất kỳ, quá trình cân bằng áp suất được thực hiện giữa một cặp tháp hấp phụ, như tháp hấp phụ ngay sau quá trình hấp phụ và tháp hấp phụ ngay sau quá trình giải hấp phụ, do đó, tốt hơn là tăng và giảm các áp suất trong của các tháp hấp phụ tương ứng trước, trước khi bắt đầu quá trình tiếp theo. Cần phải tính đến khả năng là quá trình này có thể làm giảm năng lượng cần thiết đối với bước thực hiện chu

trình PSA, nhờ sự cân bằng các áp suất trong của các tháp hấp phụ tương ứng bằng cách tăng hoặc giảm các áp suất trong trong khi tái tạo một cách hiệu quả khí không được hấp phụ bằng cách sử dụng áp suất chênh lệch giữa các tháp hấp phụ.

Tuy nhiên, mặc dù mong muốn thực hiện quá trình cân bằng áp suất này nhiều lần trong trường hợp khi mà có nhiều tháp hấp phụ được tạo ra, xem xét trường hợp khi, ví dụ bốn tháp hấp phụ được tạo ra, quá trình cân bằng áp suất chỉ có thể thực hiện tối đa là bốn với mỗi tháp theo một chu trình PSA duy nhất. Tức là, khi quá trình hấp phụ được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ nhất, quá trình cân bằng áp suất chỉ có thể thực hiện giữa tháp hấp phụ thứ hai và tháp hấp phụ thứ tư và giữa tháp hấp phụ thứ ba và tháp hấp phụ thứ tư nếu ở bước tiếp theo tiếp theo sau khi hoàn thành quá trình hấp phụ trong tháp hấp phụ thứ nhất, tháp hấp phụ trong đó quá trình hấp phụ cần được thực hiện là tháp hấp phụ thứ hai và tháp hấp phụ trong đó quá trình giải hấp phụ cần được thực hiện là tháp hấp phụ thứ tư. Do đó, người ta cho rằng đối với tháp hấp phụ thứ nhất trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc, quá trình cân bằng áp suất có thể chỉ được thực hiện bốn lần: một quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) và một quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) đối với mỗi tháp hấp phụ trong hai tháp hấp phụ, cụ thể là, tháp hấp phụ thứ ba và thứ tư khác với tháp hấp phụ thứ hai trong đó quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó. Do đó, trong quá trình cân bằng áp suất trước khi hấp phụ, áp suất trong tháp hấp phụ thích hợp chỉ được tăng lên đến áp suất thấp hơn so với áp suất mà ở đó quá trình hấp phụ được thực hiện.

Trong các tình trạng này, các tác giả của sáng chế đã hình thành trong đầu kỹ thuật thực hiện quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất trong đó quá trình cân bằng áp suất được thực hiện cùng lúc với tăng áp suất của áp suất trong tháp hấp phụ. Điều này khiến họ có thể điều chỉnh chu trình PSA sao cho, trong trường hợp của thiết bị tăng hàm lượng khí trong đó, chẳng hạn, bốn tháp hấp phụ được tạo ra, quá trình cân bằng áp suất có thể được thực hiện sáu lần. Tức là, trước khi thực hiện quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) trong tháp hấp phụ thứ nhất trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc, bước được đề xuất trong đó, trong trạng thái cấp khí nguồn trong đó khí nguồn được cấp ít nhất là vào tháp hấp phụ thứ hai trong đó quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó, khí không được hấp phụ từ tháp hấp phụ thứ nhất được vận chuyển thông qua phần phía trên của tháp hấp phụ thứ nhất đến phần phía trên của tháp hấp phụ thứ hai, nhờ đó thực hiện quá trình

hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) trong tháp hấp phụ thứ nhất và quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) trong tháp hấp phụ thứ hai.

Như vậy, khí không được hấp phụ được xả ra khỏi tháp hấp phụ thứ nhất được vận chuyển và cung cấp từ tháp hấp phụ thứ nhất đến tháp hấp phụ thứ hai, trong khi khí nguồn được cấp ít nhất là vào tháp hấp phụ thứ hai. Do đó, việc giảm áp suất trong tháp hấp phụ thứ nhất và tăng áp suất trong tháp hấp phụ thứ hai được thực hiện cùng một lúc và kết quả là, cân bằng áp suất có thể được thực hiện giữa tháp hấp phụ thứ nhất và tháp hấp phụ thứ hai. Ngoài ra, tại thời điểm này, việc cấp khí nguồn cho tháp hấp phụ thứ hai có thể được thực hiện liên tục không gián đoạn và do đó, toàn bộ chu trình PSA đang thực hiện trong tháp hấp phụ khác ít bị ảnh hưởng. Theo đó, không làm thay đổi đáng kể đối với kết cấu cơ bản và phương pháp vận hành thiết bị tăng hàm lượng khí thông thường sử dụng chu trình PSA, có thể thực hiện quá trình cân bằng áp suất (quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) và quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất)) giữa tháp hấp phụ thứ nhất và tháp hấp phụ thứ hai và để nhờ đó cho phép quá trình cân bằng áp suất được thực hiện hai lần nữa (một quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) và một quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất)) với mỗi tháp hấp phụ. Trong trường hợp này, cơ hội thu hồi khí không được hấp phụ trong các tháp hấp phụ có thể được tăng lên và nhờ đó có thể góp phần cải thiện của mức độ thu hồi mà ở đó khí không được hấp phụ được thu hồi. Tức là, làm tăng số lần cân bằng áp suất được thực hiện tạo khả năng giảm áp suất trong mỗi tháp hấp phụ trong quá trình giảm áp đến áp suất thậm chí là thấp hơn. Sau đó, trong quá trình giảm áp, lượng khí không được hấp phụ còn lại trong tháp hấp phụ có thể cũng được giảm. Như vậy, lượng khí không được hấp phụ được loại bỏ cùng với khí đích cần hấp phụ khỏi bên trong tháp hấp phụ trong quá trình giảm áp sẽ giảm đi và tốc độ thu hồi khí không được hấp phụ nhờ đó có thể được cải thiện. Lưu ý rằng, khí không được hấp phụ chứa khí cần phải tinh sạch.

Hơn nữa, tại thời điểm này, khí không được hấp phụ được vận chuyển và được cấp từ tháp hấp phụ thứ nhất đến tháp hấp phụ thứ hai được vận chuyển từ phần phía trên của tháp hấp phụ thứ nhất đến phần phía trên của tháp hấp phụ thứ hai, sao cho khí không được hấp phụ chứa tương đối ít tạp chất trong tháp hấp phụ thứ nhất ở giai đoạn kết thúc quá trình hấp phụ có thể được thu hồi. Do đó, tốc độ thu hồi khí không được hấp phụ sẽ được cải thiện một cách hiệu quả. Ngoài ra, vì khí không được hấp phụ được

thu hồi tại thời điểm này được cấp từ phần phía trên của tháp hấp phụ thứ nhất đến phần phía trên của tháp hấp phụ thứ hai, khí không được hấp phụ có độ tinh khiết tương đối cao được cấp cho tháp hấp phụ thứ hai, tiếp tục được tinh sạch nhờ chất hấp phụ trong đó và sau đó có thể được thu hồi như là khí sản phẩm trong quá trình hấp phụ tiếp theo cần được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ hai, không bị ảnh hưởng bởi việc cấp khí nguồn vào tháp hấp phụ thứ hai. Tức là, khí không được hấp phụ được thu hồi từ tháp hấp phụ thứ hai ngay sau quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất có độ tinh khiết tăng lên, so với trường hợp trong đó kết cấu thông thường được chấp nhận.

Ngoài ra, trong tháp hấp phụ thứ nhất, sau khi quá trình hấp phụ đã kết thúc, việc giảm áp suất có thể được bắt đầu một cách hiệu quả, khiến nó làm tăng toàn bộ số giai đoạn giảm áp suất và làm tăng thời gian để áp suất trong tháp hấp phụ hạ xuống mà không cần sử dụng năng lượng và do đó có thể làm giảm một cách hiệu quả năng lượng cần để giảm áp suất trong các tháp hấp phụ của thiết bị tăng hàm lượng khí. Mặt khác, cũng trong tháp hấp phụ thứ hai, các cơ hội tuần hoàn khí không được hấp phụ chứa khí đích cần hấp phụ và thu hồi khí không được hấp phụ một lần nữa tại cùng thời điểm làm tăng áp suất trong tháp hấp phụ sẽ được tăng lên và như vậy, người ta cho rằng, tính năng tách khí sẽ được cải thiện, cũng dẫn đến sự cải thiện về mức độ thu hồi.

Lưu ý rằng, rõ ràng là quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất cũng có thể được chấp nhận khi chu trình PSA được thực hiện sử dụng ba tháp và tiếp theo, quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất cũng có thể được chấp nhận khi lượng lớn, tức là, năm hoặc nhiều tháp được sử dụng và người ta kỳ vọng rằng, thu được hiệu quả giống như trong các trường hợp trong đó chu trình được thực hiện sử dụng bốn tháp.

Đặc trưng tiếp theo của phương pháp tăng hàm lượng khí theo sáng chế là trạng thái cấp khí nguồn là trạng thái trong đó khí nguồn được cấp cùng lúc vào cả tháp hấp phụ thứ nhất trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) cần được thực hiện sau đó và tháp hấp phụ thứ hai trong đó quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó.

Có thể đề xuất bước cấp khí nguồn vào tháp hấp phụ thứ nhất trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) cần được thực hiện sau đó và đồng thời cấp khí nguồn đồng thời vào tháp hấp phụ thứ hai trong đó quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó và cấp khí không được hấp phụ từ tháp hấp phụ thứ nhất vào tháp hấp phụ thứ hai ở

trong trạng thái cấp khí nguồn, nhờ đó bước thực hiện quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) trong tháp hấp phụ thứ nhất và quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) trong tháp hấp phụ thứ hai.

Sau đó, khí không được hấp phụ được xả ra khỏi bên trong tháp hấp phụ thứ nhất sau khi tiếp xúc với chất hấp phụ trong tháp hấp phụ thứ nhất sẽ được vận chuyển và được cấp từ tháp hấp phụ thứ nhất vào tháp hấp phụ thứ hai trong khi sử dụng áp suất cấp của khí nguồn được cấp cho tháp hấp phụ thứ nhất và tháp hấp phụ thứ hai. Theo đó, trong khi quá trình hấp phụ được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ nhất, việc giảm áp suất trong tháp hấp phụ thứ nhất được thực hiện và tại thời điểm đó, việc tăng áp suất trong tháp hấp phụ thứ hai cũng được thực hiện. Kết quả là, sự cân bằng áp suất có thể được thực hiện giữa tháp hấp phụ thứ nhất và tháp hấp phụ thứ hai.

Lưu ý rằng, khi khí nguồn được cấp cùng lúc vào hai tháp, áp suất cấp khí nguồn trên mỗi tháp giảm xuống và do đó, áp suất cấp khí nguồn trở nên thấp hơn so với áp suất trong của tháp hấp phụ thứ nhất. Trong trường hợp đó, đặt ra giả thiết rằng, khí không được hấp phụ cũng có thể được vận chuyển vào tháp hấp phụ thứ hai từ phần phía dưới của tháp hấp phụ thứ nhất; tuy nhiên, tình trạng này có thể được ngăn ngừa bằng cách điều chỉnh áp suất cấp khí nguồn một cách thích hợp.

Đặc trưng tiếp theo của phương pháp tăng hàm lượng khí theo sáng chế là trạng thái cấp khí nguồn là trạng thái trong đó trong khi khí nguồn không được cấp cho tháp hấp phụ thứ nhất trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) cần được thực hiện sau đó, khí nguồn được cấp cho tháp hấp phụ thứ hai trong đó quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó.

Có thể đề xuất bước cấp khí nguồn vào tháp hấp phụ thứ hai trong đó quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó, không có khí nguồn được cấp cho tháp hấp phụ thứ nhất trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) cần được thực hiện sau đó và việc cấp khí không được hấp phụ được xả ra khỏi bên trong tháp hấp phụ thứ nhất sau khi tiếp xúc với chất hấp phụ trong tháp hấp phụ thứ nhất vào tháp hấp phụ thứ hai trong trạng thái cấp khí nguồn, nhờ đó bước thực hiện quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) trong tháp hấp phụ thứ nhất và quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) trong tháp hấp phụ thứ hai.

Sau đó, khí không được hấp phụ được xả ra khỏi bên trong tháp hấp phụ thứ nhất sau khi tiếp xúc với chất hấp phụ trong tháp hấp phụ thứ nhất được vận chuyển và được cấp cho tháp hấp phụ thứ hai. Do đó, quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) trong tháp hấp phụ thứ nhất và quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) trong tháp hấp phụ thứ hai sẽ được thực hiện cùng một lúc và kết quả là, có thể tiến hành cân bằng áp suất giữa tháp hấp phụ thứ nhất và tháp hấp phụ thứ hai.

Hơn nữa, trong trường hợp này, khí nguồn chỉ được cấp cho tháp hấp phụ thứ hai và do đó, không giống trường hợp trong đó tiến hành cân bằng áp suất giữa tháp hấp phụ thứ nhất và tháp hấp phụ thứ hai trong khi cấp cùng lúc khí nguồn vào tháp hấp phụ thứ nhất và tháp hấp phụ thứ hai, tình trạng trong đó áp suất cấp khí nguồn trở nên thấp hơn so với áp suất bên trong của tháp hấp phụ thứ nhất, nhờ đó làm cho khí không được hấp phụ cần được vận chuyển vào tháp hấp phụ thứ hai từ phần phía dưới của tháp hấp phụ thứ nhất gần như không xảy ra và không còn cần tính đến sự cân bằng giữa các áp suất cấp của khí nguồn được cấp vào các phần phía dưới của hai tháp hấp phụ.

Bổ sung vào kết cấu được mô tả trên,
bốn hoặc nhiều tháp hấp phụ có thể được tạo ra,
nhiều trạng thái áp suất khác nhau của áp suất trong các tháp hấp phụ được thiết lập thành trạng thái áp suất trung bình,

quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) bao gồm:

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất) khi vận chuyển khí trong một trong số các tháp hấp phụ mà ở trạng thái áp suất cao đến một trong số các tháp hấp phụ khác mà ở trạng thái áp suất trung bình tại áp suất thấp hơn so với áp suất của một trong số các tháp hấp phụ để làm cho áp suất trong một trong số các tháp hấp phụ thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao; và

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất) khi vận chuyển khí trong một trong số các tháp hấp phụ mà ở trạng thái áp suất trung bình tại áp suất cao hơn so với trạng thái áp suất thấp đến một trong số các tháp hấp phụ khác mà ở trạng thái áp suất thấp để làm cho áp suất trong một trong số các tháp hấp phụ thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp,

quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) bao gồm:

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất) khi tiếp nhận, đi vào

một trong số các tháp hấp phụ mà ở trạng thái áp suất thấp, khí trong một trong số các tháp hấp phụ khác mà ở trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao để làm cho áp suất trong một trong số các tháp hấp phụ thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp; và

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất) khi tiếp nhận, đi vào một trong số các tháp hấp phụ mà ở trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp, khí trong một trong số các tháp hấp phụ khác mà ở trạng thái áp suất cao để làm cho áp suất trong một trong số các tháp hấp phụ trở thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao và

khí được vận chuyển từ một trong số các tháp hấp phụ, trong đó quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) đã được thực hiện đến một trong số các tháp hấp phụ khác trong đó quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) đã được thực hiện, khí đang được vận chuyển từ phần phía trên của một trong số các tháp hấp phụ đến phần phía trên của một tháp hấp phụ khác.

Tức là, kết cấu được mô tả trên khiến nó có thể, trong trường hợp trong đó bốn hoặc nhiều tháp hấp phụ được tạo ra, áp suất trong mỗi tháp hấp phụ được hạ thấp qua ít nhất ba trạng thái cân bằng áp suất, tức là, quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất), quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất) và quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất) và áp suất trong mỗi tháp hấp phụ có thể được thay đổi qua ít nhất ba trạng thái cân bằng áp suất, tức là, quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất), quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất) và quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất). Do đó, có thể giảm năng lượng cần để làm tăng áp suất trong các tháp hấp phụ và năng lượng cần để giảm áp suất trong các tháp hấp phụ. Hơn nữa, khi lượng tháp hấp phụ lớn hơn được tạo ra, lượng trạng thái áp suất lớn hơn được thiết lập.

Ngoài ra, khí nguồn chứa phần lớn là loại khí được lựa chọn từ khí mỏ than, khí sinh học, khí được chuyển hóa và khí thiên nhiên và khí cần phải tinh sạch có thể metan.

Khi khí nguồn là khí mỏ than, khí sinh học, khí được chuyển hóa, khí thiên nhiên hoặc dạng tương tự và khí cần phải tinh sạch là khí metan, khí metan có độ tinh khiết cao hơn có thể được tăng hàm lượng ở mức độ thu hồi cao hơn và như vậy các nguồn nhiên liệu có thể được sử dụng một cách hiệu quả.

Hơn nữa, chất hấp phụ có thể chứa, như là thành phần chính của nó, ít nhất một

thành phần được lựa chọn từ các cacbon hoạt tính, các cacbon rây phân tử, các zeolit và các phức chất kim loại xốp.

Chất hấp phụ được nêu trên có khả năng hấp phụ và giải hấp phụ hiệu quả và có có chọn lọc khí khác ngoài khí metan và như vậy khi khí chứa khí metan được sử dụng như khí nguồn, việc tăng hàm lượng khí metan có thể được thực hiện một cách hiệu quả.

Cụ thể là, chất hấp phụ chứa phần lớn là vật liệu có, kích cỡ lỗ xốp là 0,38 nm hoặc lớn hơn, kích cỡ lỗ xốp được xác định theo phương pháp MP, thể tích lỗ xốp ($V_{0,38}$) không lớn hơn 0,01 cm³/g ở kích cỡ lỗ xốp đó và có thể tích lỗ xốp ($V_{0,34}$) là bằng hoặc lớn hơn 0,20 cm³/g kích cỡ lỗ xốp là 0,34 nm có tính năng tách khí metan cao đặc biệt và nhờ đó là được ưu tiên.

Hiệu quả sáng chế

Theo đó, có khả năng làm tăng số lần quá trình cân bằng áp suất được thực hiện khi hàm lượng khí được thực hiện qua PSA và nhờ đó cải thiện mức độ thu hồi khí thậm chí là lớn hơn đối với cùng độ tinh khiết của khí đích.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig. 1 là hình vẽ sơ đồ bố trí các thiết bị tăng hàm lượng khí (bốn tháp) để thực hiện phương pháp tăng hàm lượng khí;

Fig. 2 là các hình vẽ thể hiện các sự thay đổi về áp suất trong của các tháp hấp phụ (bốn tháp) theo phương pháp tăng hàm lượng khí;

Fig. 3 là hình vẽ sơ đồ bố trí các thiết bị tăng hàm lượng khí (ba tháp) để thực hiện phương pháp tăng hàm lượng khí; và

Fig. 4 là các hình vẽ thể hiện các sự thay đổi về áp suất trong của các tháp hấp phụ (ba tháp) theo phương pháp tăng hàm lượng khí.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, phương pháp tăng hàm lượng khí theo các phương án của sáng chế sẽ được mô tả. Mặc dù các ví dụ được ưu tiên sẽ được mô tả dưới đây, các ví dụ được mô tả để thể hiện cụ thể hơn sáng chế. Các phương án cải biến khác nhau có thể được thực hiện không tách rời bản chất của sáng chế và sáng chế không bị hạn chế bởi phần mô tả sau đây.

Thiết bị tăng hàm lượng khí

Như được thể hiện trên Fig. 1, thiết bị tăng hàm lượng khí được sử dụng đối với phương pháp tăng hàm lượng khí theo sáng chế được đề xuất với các tháp hấp phụ từ

A1 đến A4 được nạp chất hấp phụ từ A11 đến A41, bộ phận cấp L1 và bộ phận thu hồi L2 để cấp khí sinh học (một ví dụ của khí nguồn) từ kết khí nguồn T1 và thu hồi khí metan chưa được hấp phụ trên các chất hấp phụ từ A11 đến A41, bộ phận giảm áp L3 để giảm áp và thu hồi khí hỗn hợp khác ngoài khí metan đã được hấp phụ trên các chất hấp phụ từ A11 đến A41 và bộ điều khiển C giúp điều khiển việc vận hành trong bộ phận cấp L1, bộ phận thu hồi L2 và bộ phận giảm áp L3.

Lưu ý rằng, các chất hấp phụ từ A11 đến A41 không bị giới hạn miễn là chúng có thể hấp phụ một cách chọn lọc (ưu tiên) khí hỗn hợp, như cacbon đioxit và nitơ, ngoài khí dễ cháy như khí metan, mà việc sử dụng các chất hấp phụ từ A11 đến A41 có khả năng hấp phụ một cách chọn lọc khí hỗn hợp trong điều kiện áp suất môi trường và ở nhiệt độ 298 K cho phép khí hỗn hợp được hấp phụ đủ trên các chất hấp phụ từ A11 đến A41 ngay trong điều kiện áp suất môi trường và ở nhiệt độ 298 K.

Được ưu tiên sử dụng là các chất hấp phụ từ A11 đến A41 chứa ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm cacbon rây phân tử, cacbon hoạt tính, zeolit, gel silic oxit và các phức chất cơ kim có kích cỡ lỗ xốp là 0,38 nm hoặc lớn hơn, kích cỡ lỗ xốp được xác định theo phương pháp PM, thể tích lỗ xốp ($V_{0,38}$) không lớn hơn 0,01 cm³/g ở kích cỡ lỗ xốp đó và có thể tích lỗ xốp ($V_{0,34}$) là bằng hoặc lớn hơn 0,20 cm³/g kích cỡ lỗ xốp là 0,34 nm.

Tháp hấp phụ

Tháp hấp phụ A1 đến A4 lần lượt được nạp chất hấp phụ từ A11 đến A41. Đồng thời, các đường khí từ L11 đến L41 để cấp khí sinh học làm khí nguồn từ kết khí nguồn T1 nhờ bơm cấp P1 được tạo ra bên dưới tháp hấp phụ từ A1 đến A4 để tạo thành bộ phận cấp L1. Các đường khí từ L12 đến L42 để nhả khí metan đã được tăng hàm lượng làm khí không được hấp phụ, bởi vì phần lớn nitơ và cacbon đioxit chứa trong khí sinh học được cấp vào các tháp hấp phụ từ A1 đến A4 được hấp phụ như là các khí đích cần hấp phụ được tạo ra bên trên các tháp hấp phụ từ A1 đến A4 để tạo thành bộ phận thu hồi L2. Với kết cấu này, khí sinh học được cấp từ bộ phận cấp L1 vào các tháp hấp phụ từ A1 đến A4 và khí không được hấp phụ cái mà chưa được hấp phụ trên các chất hấp phụ từ A11 đến A41 được xả vào bộ phận thu hồi L2. Như vậy, các khí đích cần hấp phụ có thể được hấp phụ trên các chất hấp phụ từ A11 đến A41 và được tách từ khí không được hấp phụ. Tiếp theo, đối với các tháp hấp phụ từ A1 đến A4, các đường khí từ L13 đến L43 để xả các khí đích cần hấp phụ đã hấp phụ trên các chất hấp phụ từ A11

đến A41 được tạo ra bên dưới các tháp hấp phụ từ A1 đến A4 để tạo thành bộ phận giảm áp L3. Với bộ phận giảm áp L3 này, các khí đích cần hấp phụ hàm lượng cao đã được hấp phụ trên các chất hấp phụ từ A11 đến A41 và được tăng hàm lượng có thể được thu từ khí sinh học được cấp từ bộ phận cấp L1. Bộ phận giảm áp L3 được kết cấu để thu khí đích cần hấp phụ từ các tháp hấp phụ từ A1 đến A4 qua các đường khí từ L13 đến L43.

Ngoài ra, các đường khí từ L14 đến L44 để tạo ra liên kết giữa các tháp hấp phụ từ A1 đến A4 được nối với phần phía trên của các tháp hấp phụ từ A1 đến A4 để tạo thành bộ phận cân bằng áp suất L4 để vận chuyển khí bên trong mỗi tháp hấp phụ từ A1 đến A4 đến một tháp hấp phụ khác trong số các tháp hấp phụ từ A1 đến A4, từ phần phía trên của mỗi tháp hấp phụ từ A1 đến A4 đến phần phía trên của một tháp hấp phụ khác trong số các tháp hấp phụ từ A1 đến A4.

Lưu ý rằng, các van đóng ngắt từ V11 đến V44 được tạo ra trên các đường khí từ L11 đến L44, do đó tạo thành kết cấu làm cho bộ điều khiển C có thể thực hiện toàn bộ quá trình điều khiển đóng ngắt giữa quá trình cấp, xả, và trì hoãn khí tới các tháp hấp phụ từ A1 đến A4 bằng cách vận hành của bơm cấp P1.

Phương pháp tăng hàm lượng khí metan

Như được thể hiện trên Bảng 1, bộ điều khiển C điều khiển các van đóng ngắt từ V11 đến V44 và bơm cấp P1 để điều khiển sự hoạt động của tháp hấp phụ từ A1 đến A4 để thực hiện, đối với tháp hấp phụ A1, các quá trình sau đây theo thứ tự:

quá trình hấp phụ khi tiếp nhận việc cấp khí sinh học từ phần phía dưới của tháp hấp phụ A1, hấp phụ khí khác ngoài khí metan trên chất hấp phụ A11 và nhả khí không được hấp phụ chứa phần lớn là khí metan ra khỏi phần phía trên của tháp hấp phụ A1;

quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất), trong trạng thái cấp khí nguồn trong đó khí nguồn được cấp cùng lúc vào cả tháp hấp phụ A1 trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) cần được thực hiện sau đó và tháp hấp phụ A2 trong đó quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó, vận chuyển khí không được hấp phụ từ phần phía trên của tháp hấp phụ A1 đến phần phía trên của tháp hấp phụ A2 để làm cho tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất hơi cao;

quá trình chờ;

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất) khi vận chuyển khí

trong tháp hấp phụ A1 ở trong trạng thái áp suất hơi cao vào tháp hấp phụ khác A3 ở trong trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp ở áp suất thấp hơn so với áp suất của tháp hấp phụ A1 để làm cho áp suất trong tháp hấp phụ A1 ở vào trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao;

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất) khi vận chuyển khí trong tháp hấp phụ A1 ở trong trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao, khí có hàm lượng khí được hấp phụ đã được tăng lên chút ít đối với hàm lượng trong quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất), vào tháp hấp phụ khác A4 ở trong trạng thái áp suất thấp để làm cho áp suất trong tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp;

quá trình giảm áp, sau khi áp suất trong tháp hấp phụ đã được hạ xuống nhờ quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất), tiếp tục giảm áp chất hấp phụ A11 về trạng thái áp suất thấp nhằm giải hấp phụ khí hỗn hợp được hấp phụ trên chất hấp phụ A11 và thu hồi khí hỗn hợp từ phần phía dưới của tháp hấp phụ A1;

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất) khi tiếp nhận vào tháp hấp phụ A1 ở trong trạng thái áp suất thấp, khí trong tháp hấp phụ A2 ở trong trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao để làm cho áp suất trong tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp;

quá trình chờ;

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất) khi tiếp nhận vào tháp hấp phụ A1 ở trong trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp, khí trong tháp hấp phụ khác A3 ở trong trạng thái áp suất hơi cao để làm cho áp suất trong tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao;

quá trình chờ; và

quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) tương ứng với quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất), khi tiếp nhận việc cấp khí nguồn và khí không được hấp phụ từ tháp hấp phụ A4 ở trong trạng thái áp suất cao làm cho tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất hơi cao. Mặc dù cùng một sự vận hành sẽ đồng thời được thực hiện đối với các tháp hấp phụ khác từ A2 đến A4 theo phương thức dịch chuyển pha (thời điểm), phần mô tả chi tiết của nó được bỏ qua và được thay thế bởi phần mô tả đề cập đến Bảng 1 để tránh sự dư thừa.

Trên Bảng 1, các vòng tròn rỗng chỉ các van đóng ngắt tương ứng từ V11 đến

V44 được mở hoặc bơm tương ứng P1 là trong quá trình vận hành.

Bảng 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A1		Bước hấp phụ		Hấp thụ và cân bằng áp suất (giảm áp suất)	Bước dự phòng	Cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất)	Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất)	Bước giảm áp			Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất)	Bước dự phòng		Cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất)	Bước dự phòng	Hấp thụ và cân bằng áp suất (tăng áp suất)
A2		Bước giảm áp	Cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất)	Hấp thụ và cân bằng áp suất (tăng áp suất)	Bước hấp phụ		Hấp thụ và cân bằng áp suất (giảm áp suất)		Bước dự phòng	Cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất)	Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất)	Bước giảm áp		Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất)		Bước dự phòng
A3		Bước giảm áp		Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất)	Bước dự phòng		Cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất)	Bước dự phòng	Hấp thụ và cân bằng áp suất (tăng áp suất)	Bước hấp phụ		Hấp thụ và cân bằng áp suất (giảm áp suất)		Cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất)	Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất)	Bước giảm áp
A4		Bước dự phòng	Cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất)	Bước giảm áp		Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất)		Bước dự phòng		Cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất)	Bước dự phòng	Hấp thụ và cân bằng áp suất (tăng áp suất)	Bước hấp phụ		Hấp thụ và cân bằng áp suất (giảm áp suất)	

[illegible]

Nhờ quá trình điều khiển này, các thay đổi về các áp suất bên trong của các tháp hấp phụ từ A1 đến A4 chuyển biến như được thể hiện trên Fig. 2.

Quá trình này sẽ được mô tả cụ thể hơn sử dụng tháp hấp phụ A1 làm ví dụ: quá trình vận hành được điều khiển theo phương thức như sau. Lưu ý rằng, trong phần mô tả sau đây, bước thứ X được viết tắt là <X>.

<Từ 1 đến 3> Quá trình hấp phụ

Khí sinh học được đưa vào tháp hấp phụ thứ nhất A1 làm khí nguồn từ kết khí nguồn T1. Tại thời điểm này, trong khi áp suất trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 được tăng lên từ trạng thái áp suất hơi cao thành trạng thái áp suất cao và được duy trì trong trạng thái áp suất cao như được thể hiện trên Fig. 2, khí khác ngoài khí metan có trong khí sinh học được cấp từ kết khí nguồn T1 qua van đóng mở V11 trên đường khí L11 trong bộ phận cấp L1 được hấp phụ trên chất hấp phụ A11 của tháp hấp phụ thứ nhất A1 và khí metan được xả qua van đóng mở V12 trên đường khí L12 trong bộ phận thu hồi L2.

Lưu ý rằng, theo phương án này, như được thể hiện trên Fig. 2, áp suất trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 được giả định thay đổi giữa trạng thái áp suất cao, trạng thái áp suất hơi cao, trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao, trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp và trạng thái áp suất thấp theo thứ tự dốc xuống của áp suất.

Lưu ý rằng, tại thời điểm này, như được thể hiện trên Bảng 1, <1, 3> quá trình chờ và <2> quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất) được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ hai A2.

Đồng thời, trong tháp hấp phụ thứ ba A3, <1, 2> quá trình giảm áp và sau đó <3> quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất) được thực hiện.

Ngoài ra, trong tháp hấp phụ thứ tư A4, <1> quá trình chờ và sau đó <2> quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất) và <3> quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất) được thực hiện.

<4> Quá trình hấp phụ và cân bằng áp suất (giảm áp suất)

Trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc, quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) được thực hiện giữa chính nó và tháp hấp phụ thứ hai A2 trong đó quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó. Tức là, trong trạng

thái cấp khí nguồn trong đó tháp hấp phụ thứ nhất A1 tiếp nhận việc cấp khí sinh học từ kết khí nguồn T1 qua van đóng mở V11 trên đường khí L11 trong bộ phận cấp L1 và tháp hấp phụ thứ hai A2 cũng tiếp nhận việc cấp khí sinh học từ kết khí nguồn T1 qua van đóng mở V21 trên đường khí L21 trong bộ phận cấp L1, khí không được hấp phụ bất kỳ trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 được xả qua van đóng mở V14 trên đường khí L14 trong bộ phận cân bằng áp suất L4 và được vận chuyển vào tháp hấp phụ thứ hai A2 qua van đóng mở V24 trên đường khí L24 trong bộ phận cân bằng L4. Do đó, như được thể hiện trên Fig. 2, quá trình cân bằng áp suất được thực hiện giữa tháp hấp phụ thứ nhất A1 và tháp hấp phụ thứ hai A2 ở trong trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao và tháp hấp phụ thứ nhất A1 chuyển từ trạng thái áp suất cao thành trạng thái áp suất hơi cao.

Lưu ý rằng, tại thời điểm này, qua quá trình vận hành của các van mở/đóng và dạng tương tự như được thể hiện trên Bảng 1, quá trình chờ được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ ba A3 và quá trình giảm áp được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ tư A4.

<5> Quá trình chờ

Tiếp theo, tháp hấp phụ thứ nhất A1 trở thành trạng thái chờ và trạng thái áp suất hơi cao được duy trì, trong khi cân bằng thời gian với quá trình hấp phụ, cần nhiều thời gian nhất. Tại thời điểm này, quá trình hấp phụ được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ hai A2, tháp hấp phụ thứ ba A3 cũng trong quá trình chờ và quá trình giảm áp tiếp tục trong tháp hấp phụ thứ tư A4.

<6> Quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất)

Trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 trong đó quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) đã kết thúc, quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất) được thực hiện giữa chính nó và tháp hấp phụ thứ ba A3 trong đó quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất) được thực hiện. Tức là, khí không được hấp phụ trong tháp được xả qua van đóng mở V14 trên đường khí L14 trong bộ phận cân bằng áp suất L4 và được vận chuyển đến tháp hấp phụ thứ ba A3 qua van đóng mở V34 trên đường khí L34 trong bộ phận cân bằng áp suất L4. Do đó, như được thể hiện trên Fig. 2, quá trình cân bằng áp suất được thực hiện giữa tháp hấp phụ thứ nhất A1 và tháp hấp phụ thứ ba A3 ở trong trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp và tháp hấp phụ thứ nhất A1 chuyển từ trạng thái áp suất hơi cao thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao.

Lưu ý rằng, tại thời điểm này, qua quá trình vận hành của các van mở/đóng và dạng tương tự như được thể hiện trên Bảng 1, quá trình hấp phụ được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ hai A2 và quá trình giảm áp được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ tư A4.

<7> Quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất)

Tiếp theo, trong tháp hấp phụ thứ nhất A1, quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất) được thực hiện giữa chính nó và tháp hấp phụ thứ tư A4 trong đó quá trình giảm áp đã kết thúc và quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất) được thực hiện. Tức là, khí không được hấp phụ bất kỳ trong tháp và khí được giải hấp phụ ban đầu bao gồm phần lớn là không khí ra khỏi chất hấp phụ A11 được xả ra qua van đóng mở V14 trên đường khí L14 trong bộ phận cân bằng áp suất L4 và được vận chuyển vào tháp hấp phụ thứ tư A4 qua van đóng mở V44 trên đường khí L44 trong bộ phận cân bằng áp suất L4. Do đó, như được thể hiện trên Fig. 2, cân bằng áp suất được thực hiện giữa tháp hấp phụ thứ nhất A1 và tháp hấp phụ thứ tư A4 trong đó quá trình giảm áp đã kết thúc và ở trong trạng thái áp suất thấp và tháp hấp phụ thứ nhất A1 chuyển từ trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp.

Lưu ý rằng, tại thời điểm này, qua quá trình vận hành của các van mở/đóng và dạng tương tự như được thể hiện trên Bảng 1, quá trình hấp phụ được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ hai A2 và quá trình chờ được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ ba A3.

<Từ 8 đến 10> Quá trình giảm áp

Tháp hấp phụ thứ nhất A1 đạt đến trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp là trong trạng thái trong đó khí hỗn hợp hàm lượng cao được hấp phụ trên chất hấp phụ A11 trong tháp và các khí đích cần hấp phụ hàm lượng cao (khí hỗn hợp) được hấp phụ trên chất hấp phụ A11 được xả ra theo bước thực hiện quá trình giảm áp của quá trình giảm áp bên trong tháp từ trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp thành trạng thái áp suất thấp. Tức là, các khí đích cần hấp phụ được thu lại qua van đóng mở V13 trên đường khí L13 trong bộ phận giảm áp L3. Do đó, như được thể hiện trên Fig. 2, tháp hấp phụ thứ nhất A1 chuyển từ trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp thành trạng thái áp suất thấp.

Do đó, áp suất trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 trong quá trình giảm áp này có thể được hạ xuống thấp hơn nữa và như vậy, trong quá trình giảm áp, lượng khí không được

hấp phụ còn lại trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 có thể giảm đi. Tức là, lượng khí không được hấp phụ chứa khí cần phải tinh sạch được loại bỏ ra khỏi bên trong tháp hấp phụ A1 trong quá trình giảm áp sẽ chỉ là một lượng cực nhỏ của khí không được hấp phụ còn lại trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 ở trong trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp. Do đó, theo phương án này, lượng khí không được hấp phụ được loại bỏ trong quá trình giảm áp là một phần tư lượng khí trong trường hợp trong đó quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất và các quá trình cân bằng áp suất khác hoàn toàn không được thực hiện. Có thể hiểu rằng, đây là kết cấu cực kỳ hữu hiệu về mặt tốc độ thu hồi khí không được hấp phụ, vì lượng khí không được hấp phụ được loại bỏ trong quá trình giảm áp có thể được giảm một cách đáng kể so với lượng khí không được hấp phụ thường sẽ được loại bỏ trong trường hợp trong đó bốn quá trình cân bằng áp suất (một quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất), một quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất), một quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất) và một quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất)) được thực hiện trong một chu trình và sẽ có một phần ba lượng khí không được hấp phụ được loại bỏ trong trường hợp trong đó không có quá trình cân bằng áp suất được thực hiện.

Lưu ý rằng, tại thời điểm này, qua quá trình vận hành của các van mở/đóng và dạng tương tự như được thể hiện trên Bảng 1, trong tháp hấp phụ thứ hai A2, <8> quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) được thực hiện giữa chính nó và tháp hấp phụ thứ ba A3 và sau đó, <9> quá trình chờ được thực hiện, tiếp đó là <10> quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất).

Đồng thời, trong tháp hấp phụ thứ ba A3, <8> quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) được thực hiện và sau đó <9, 10> quá trình hấp phụ được thực hiện.

Ngoài ra, trong tháp hấp phụ thứ tư A4, <8, 9> quá trình chờ được thực hiện và sau đó <10> quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất) được thực hiện.

<11> Quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất)

Trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 đã trở thành trạng thái áp suất thấp và trong đó khí hỗn hợp được hấp phụ được nhả ra và chất hấp phụ A11 được tái tạo, quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất) được thực hiện giữa chính nó và tháp hấp phụ thứ hai A2, nhờ đó khôi phục áp suất trong tháp và tiếp nhận khí xả đã được xả trong quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất) trong tháp hấp phụ thứ

hai A2 và trong đó hàm lượng khí metan đã được tăng lên bởi khí được giải hấp phụ ban đầu từ chất hấp phụ A21. Tức là, tháp hấp phụ thứ nhất A1 tiếp nhận khí trong tháp được xả ra khỏi tháp hấp phụ thứ hai A2 ở trong trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao qua các van đóng ngắt V14 và V24 của các đường khí L14 và L24 trong bộ phận cân bằng áp suất L4. Do đó, như được thể hiện trên Fig. 2, tháp hấp phụ thứ nhất A1 khôi phục áp suất của nó từ trạng thái áp suất thấp thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp.

Lưu ý rằng, tại thời điểm này, qua quá trình vận hành của các van mở/đóng và dạng tương tự như được thể hiện trên Bảng 1, quá trình hấp phụ tiếp tục trong tháp hấp phụ thứ ba A3 và quá trình chờ được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ tư A4.

<12, 13> Quá trình chờ

Tiếp theo, tháp hấp phụ thứ nhất A1 trở thành trạng thái chờ và trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp được duy trì.

Lưu ý rằng, tại thời điểm này, trong tháp hấp phụ thứ hai A2, <12, 13> quá trình giảm áp được thực hiện; trong tháp hấp phụ thứ ba A3, <12> quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) được thực hiện và sau đó <13> quá trình chờ được thực hiện; và trong tháp hấp phụ thứ tư A4, <12> quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) được thực hiện và sau đó <13> quá trình hấp phụ được thực hiện.

<14> Quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất)

Trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 đã được khôi phục áp suất của nó thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp, áp suất trong tháp tiếp tục được khôi phục nhờ thực hiện quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất) giữa chính nó và tháp hấp phụ thứ ba A3 trong đó quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) đã kết thúc và quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất) được thực hiện. Tức là, tháp hấp phụ thứ nhất A1 tiếp nhận khí trong tháp được xả ra khỏi tháp hấp phụ thứ ba A3 ở trong trạng thái áp suất hơi cao qua các van đóng ngắt V14 và V34 của các đường khí L14 và L34 trong bộ phận cân bằng áp suất L4. Do đó, như được thể hiện trên Fig. 2, tháp hấp phụ thứ nhất A1 khôi phục áp suất của nó từ trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp đến trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao.

Lưu ý rằng, tại thời điểm này, qua quá trình vận hành của các van mở/đóng và dạng tương tự như được thể hiện trên Bảng 1, quá trình giảm áp được thực hiện trong

tháp hấp phụ thứ hai A2 và quá trình hấp phụ được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ tư A4.

<15> Quá trình chờ

Tiếp theo, tháp hấp phụ thứ nhất A1 trở thành trạng thái chờ và trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao được duy trì, trong khi cân bằng theo thời gian với quá trình hấp phụ, mất nhiều thời gian nhất. Tại thời điểm này, trong tháp hấp phụ thứ hai A2, quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất) được thực hiện giữa chính nó và tháp hấp phụ thứ ba A3 và trong tháp hấp phụ thứ ba A3, quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất) được thực hiện. Trong tháp hấp phụ thứ tư A4, quá trình hấp phụ tiếp tục.

<16> Quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất)

Tiếp theo, trong tháp hấp phụ thứ nhất A1, quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) được thực hiện giữa chính nó và tháp hấp phụ thứ tư A4 sau khi kết thúc quá trình hấp phụ và trước khi bắt đầu quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất). Tức là, trong tháp hấp phụ thứ nhất A1, quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) được thực hiện trong đó, trong trạng thái cấp khí nguồn trong đó tháp hấp phụ thứ nhất A1 tiếp nhận việc cấp khí sinh học từ kết khí nguồn T1 qua van đóng mở V11 trên đường khí L11 trong bộ phận cấp L1 và tháp hấp phụ thứ tư A4 cũng tiếp nhận việc cấp khí sinh học từ kết khí nguồn T1 qua van đóng mở V41 trên đường khí L41 trong bộ phận cấp L1, khí không được hấp phụ từ tháp hấp phụ thứ tư A4 được tiếp nhận trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 qua các van đóng ngắt V14 và V44 của các đường khí L14 và L44 trong bộ phận cân bằng áp suất L4. Tại thời điểm này, quá trình chờ được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ hai A2 và quá trình giảm áp được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ ba A3. Do đó, như được thể hiện trên Fig. 2, tháp hấp phụ thứ nhất A1 khôi phục áp suất của nó từ trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao đến trạng thái áp suất hơi cao.

Bởi vì quá trình được mô tả trên, các áp suất trong các tháp hấp phụ thay đổi như được thể hiện trên Fig. 2. Lưu ý rằng, mặc dù các bước trong chu trình thời gian được thể hiện phải bằng các chiều rộng, các bước diễn ra thực sự với các tỷ lệ thời gian dưới đây.

<1, 5, 9, 13> 132 giây

<2, 6, 10, 14> 6 giây

<3, 7, 11, 15> 6 giây

<4, 8, 12, 16> 1 giây

Ví dụ thực hiện sáng chế

Như được mô tả trong phương án nêu trên, bốn tháp hấp phụ từ A1 đến A4 dưới đây được tạo ra và các chất hấp phụ từ A11 đến A41 dưới đây được nạp vào. Các tháp hấp phụ từ A1 đến A4 được đấu nối bằng đường ống như được thể hiện trên Fig. 1, như vậy là tạo thành thiết bị tăng hàm lượng khí metan. Đối với thiết bị tăng hàm lượng khí metan này, khí sinh học giả định được cấp với lưu lượng là 25,1 l/phút và việc vận hành tăng hàm lượng khí metan được thể hiện trên Bảng 1 và Fig. 2 được thực hiện trong các điều kiện vận hành dưới đây.

Tháp hấp phụ: Dạng hình trụ (đường kính trong: 54mm, thể tích: 5,726 L)

: Bốn tháp

Chất hấp phụ: Cacbon rây phân tử

Cacbon rây phân tử có phân bố kích cỡ lỗ xốp trong đó, kích cỡ lỗ xốp là 0,38 nm hoặc lớn hơn, thể tích lỗ xốp ($V_{0,38}$) ở kích cỡ lỗ xốp này là khoảng 0,05 cm³/g và thể tích lỗ xốp ($V_{0,34}$) kích cỡ lỗ xốp là 0,34 nm nằm trong khoảng từ 0,20 đến 0,23 cm³/g, sự phân bố kích cỡ lỗ xốp được xác định theo phương pháp MP.

Khí sinh học được giả định: Khí metan 59%

: Cacbon đioxit 40%

: Nitơ 0,6%

Các điều kiện vận hành

Nhiệt độ: 55°C

Lưu lượng dòng: 25,1 l/phút

Áp suất hấp phụ khí (áp suất áp kế): 0,75 MPa

Áp suất giải hấp phụ khí (áp suất áp kế): 0,1 kPa

Điều kiện kết thúc quá trình hấp phụ: khi 145 giây đã trôi qua từ khi bắt đầu quá trình hấp phụ.

Kết quả là, khí metan có hàm lượng khí metan là 98,1% thể tích thu được với lưu lượng là 12,6 l/phút làm khí sản phẩm. Mức độ thu hồi ((lượng khí metan trong sản phẩm khí/lượng khí metan trong khí nguồn)×100) là 82,9%.

Ví dụ so sánh

Để đánh giá hiệu suất của phương pháp tăng hàm lượng khí metan theo sáng chế,

việc vận hành tăng hàm lượng khí được thực hiện sử dụng chu trình thời gian PSA trong đó quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) và quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) không được thực hiện. Cụ thể là, quá trình vận hành tăng hàm lượng khí metan được thực hiện sử dụng thiết bị tăng hàm lượng khí được thể hiện trên Fig. 1 và chu trình thời gian được thể hiện trên Bảng 2. Lưu ý rằng, trên Bảng 2, các quá trình được chỉ ra bằng các tên quá trình như các tên gọi trên Bảng 1 giống với tên gọi của các ví dụ ở trên và việc mô tả chúng sẽ được bỏ qua; tuy nhiên, quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) được thay thế bởi quá trình hấp phụ và quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) được thay thế bởi quá trình chờ.

Bảng 2

Bước Tháp hấp thụ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
	Bước hấp phụ				Bước dự phòng		Cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất)	Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất)	Bước giám áp			Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất)	Bước dự phòng		Cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất)	Bước dự phòng	
A1							Bước hấp phụ				Bước giám áp		Bước dự phòng		Bước giám áp		Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất)
A2	Bước giám áp		Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất)		Bước giám áp				Bước dự phòng		cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất)		Bước giám áp		Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất)		
A3	Bước giám áp			Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất)		Bước dự phòng		Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất)	Bước dự phòng		Bước hấp phụ		Bước dự phòng		cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất)		Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất)
A4	Bước dự phòng			cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất)		Bước giám áp		Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất)		Bước dự phòng		Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất)		Bước hấp phụ		Bước dự phòng	

V11	○	○	○	○												
V12	○	○	○	○												
V13									○	○	○					
V14							○	○				○			○	
V21					○	○	○	○								
V22					○	○	○	○								
V23													○	○	○	
V24			○								○	○				○
V31									○	○	○	○				
V32									○	○	○	○				
V33	○	○	○													
V34				○			○								○	○
V41													○	○	○	○
V42													○	○	○	○
V43					○	○	○									
V44			○	○				○			○					
P1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Tăng hàm lượng khí được thực hiện theo cùng phương thức như trong các ví dụ nêu trên theo bước thực hiện chu trình thời gian này. Kết quả là, khí metan có hàm lượng khí metan là 98,3% thể tích thu được ở mức lưu lượng là 12,1 l/phút làm khí sản phẩm. Mức độ thu hồi là 80,2%.

Lưu ý rằng, theo các ví dụ so sánh này, chu trình thời gian cụ thể đối với các tháp

hấp phụ được xác định như sau sao cho để điều chỉnh sự cân bằng giữa các ví dụ nêu trên và các ví dụ so sánh.

<1+2, 5+6, 9+10, 13+14> 142 giây

<3, 7, 11, 15> 6 giây

<4, 8, 12, 16> 6 giây

Điều kiện kết thúc quá trình hấp phụ: 154 giây sau khi bắt đầu quá trình hấp phụ

Việc so sánh giữa các kết quả của các ví dụ và các ví dụ so sánh thể hiện rằng trong cả các ví dụ này, hàm lượng khí metan được thực hiện đạt đến khí metan tinh khiết có thể tích xấp xỉ là 98% hoặc lớn hơn, mà tốc độ thu hồi các ví dụ là 82,9%, trong khi đó tốc độ thu hồi của các ví dụ so sánh là 80,2%. Do đó, trong các ví dụ, trong khi sự tăng hàm lượng khí đến độ tinh khiết cực cao được thực hiện, mức độ thu hồi là khoảng 3% cao hơn so với mức độ thu hồi của các ví dụ so sánh và rõ ràng là phương pháp tăng hàm lượng khí hữu hiệu hơn được thực hiện.

Phương án khác

Theo phương án được mô tả trên, trong bước <4> quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ nhất A1, tháp hấp phụ thứ hai A2 được đưa vào trạng thái cấp khí nguồn bằng cách cấp cùng lúc khí nguồn vào cả tháp hấp phụ thứ nhất A1 trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) cần được thực hiện sau đó và tháp hấp phụ thứ hai A2 trong đó quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó;

tuy nhiên, có thể cũng cấp khí nguồn vào tháp hấp phụ thứ hai A2 trong đó quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó, không có khí nguồn nào được cấp cho tháp hấp phụ thứ nhất A1 trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) cần được thực hiện sau đó, nhờ đó đưa tháp hấp phụ thứ hai A2 vào trạng thái cấp khí nguồn.

Tức là, kết cấu như được mô tả dưới đây có thể được chấp nhận làm phương pháp tăng hàm lượng khí metan.

Như được thể hiện trên Bảng 3, bộ điều khiển C điều khiển các van đóng ngắt từ V11 đến V44 và bơm cấp P1 để điều khiển việc vận hành của các tháp hấp phụ từ A1 đến A4 để thực hiện, đối với tháp hấp phụ A1 các quá trình sau đây theo thứ tự:

quá trình hấp phụ khi tiếp nhận việc cấp khí sinh học từ phần phía dưới của tháp

hấp phụ A1, hấp phụ khí khác với khí metan trên chất hấp phụ A11 và nhà khí không được hấp phụ gồm phần lớn là khí metan từ phần phía trên của tháp hấp phụ A1;

quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất), trong trạng thái cấp khí nguồn trong đó khí nguồn được cấp cho tháp hấp phụ A2 trong đó quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó, không có khí nguồn được cấp cho tháp hấp phụ A1 trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) cần được thực hiện sau đó, vận chuyển khí không được hấp phụ từ phần phía trên của tháp hấp phụ A1 đến phần phía trên của tháp hấp phụ A2 để làm cho tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất hơi cao;

quá trình chờ;

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất) khi vận chuyển khí trong tháp hấp phụ A1 ở trong trạng thái áp suất hơi cao đến tháp hấp phụ khác A3 ở trong trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp ở áp suất thấp hơn so với áp suất của tháp hấp phụ A1 để làm cho áp suất trong tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao;

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất) khi vận chuyển khí trong tháp hấp phụ A1 ở trong trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao, khí có hàm lượng khí được hấp phụ được tăng lên một chút so với áp suất trong quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất), đến tháp hấp phụ khác A4 ở trong trạng thái áp suất thấp để làm cho áp suất trong tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp;

quá trình giảm áp, sau khi áp suất trong tháp đã được hạ xuống nhờ quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất), tiếp tục giảm áp chất hấp phụ A11 thành trạng thái áp suất thấp để giải hấp phụ khí hỗn hợp được hấp phụ trên chất hấp phụ A11 và thu hồi khí hỗn hợp từ phần phía dưới của tháp hấp phụ A1;

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất) khi tiếp nhận vào tháp hấp phụ A1 ở trong trạng thái áp suất thấp, khí trong tháp hấp phụ A2 ở trong trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao để làm cho áp suất trong tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp;

quá trình chờ;

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất) khi tiếp nhận vào tháp hấp phụ A1 ở trong trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp, khí trong tháp hấp

phụ khác A3 ở trong trạng thái áp suất hơi cao để làm cho áp suất trong tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao;

quá trình chờ; và

quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất), tương ứng với quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất), việc tiếp nhận việc cấp khí nguồn và khí không được hấp phụ từ tháp hấp phụ A4 ở trong trạng thái áp suất cao để làm cho tháp hấp phụ A1 từ trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao trở thành trạng thái áp suất hơi cao. Mặc dù thực hiện quá trình vận hành như nhau đối với các tháp hấp phụ khác từ A2 đến A4 theo phương thức dịch chuyển pha (thời điểm), phần mô tả chi tiết của nó được bỏ qua và được thay thế bởi phần mô tả đề cập đến Bảng 3 để tránh sự dư thừa.

Trên Bảng 3, các vòng tròn rỗng chỉ các van đóng ngắt tương ứng từ V11 đến V44 được mở hoặc tương ứng với bơm cấp P1 là trong quá trình vận hành.

Bảng 3

Bước Các thao hấp phụ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A1	Bước hấp phụ			Hấp phụ và cân bằng áp suất (giảm áp suất)	Bước dự phòng	Cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất)	Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất)	Bước giảm áp			Bước giảm áp phía áp suất thấp (tăng áp suất)		Bước dự phòng	Cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất)	Chờ	Hấp phụ và cân bằng áp suất (tăng áp suất)
A2	Chờ	Cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất)	Bước dự phòng	Hấp phụ và bước cân bằng áp suất (tăng áp suất)	Bước hấp phụ			Hấp phụ và cân bằng áp suất (giảm áp suất)	Bước dự phòng	Cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất)	Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất)	Bước giảm áp		Bước giảm áp phía áp suất thấp (tăng áp suất)		Bước dự phòng
A3	Bước giảm áp		Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất)	Bước dự phòng		Cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất)	Bước dự phòng	áp phụ và bước cân bằng áp suất (tăng áp suất)	Bước hấp phụ			Hấp phụ và cân bằng áp suất (giảm áp suất)	Bước dự phòng	Cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất)	Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất)	Bước giảm áp
A4	Bước dự phòng	Cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất)	Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất)	Bước giảm áp		Bước hấp phụ		Cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất)	Bước dự phòng	Cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất)	Bước dự phòng	áp phụ và bước cân bằng áp suất (tăng áp suất)	Bước hấp phụ		Bước hấp phụ	

Nhờ quá trình điều khiển này, các thay đổi về các áp suất trong của các tháp hấp phụ từ A1 đến A4 chuyển biến theo cùng phương thức như được thể hiện trên Fig. 2 của phương án được mô tả trên, mặc dù các trị tuyệt đối của áp suất là khác nhau chút ít.

Điều này sẽ được mô tả một cách cụ thể dưới đây sử dụng tháp hấp phụ A1 như một ví dụ: trong các bước thứ tư và thứ sáu, quá trình vận hành được điều khiển theo phương thức như sau.

<4> Quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất)

Trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) cần được thực hiện sau đó, quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) được thực hiện giữa chính nó và tháp hấp phụ thứ hai A2 trong đó quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó. Tức là, trong trạng thái cấp khí nguồn trong đó trong khi tháp hấp phụ thứ nhất A1 không tiếp nhận khí sinh học từ kết khí nguồn T1, tháp hấp phụ thứ hai A2 tiếp nhận việc cấp khí sinh học từ kết khí nguồn T1 qua van đóng mở V21 trên đường khí L21 trong bộ phận cấp L1, khí không được hấp phụ bất kỳ trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 được xả qua van đóng mở V14 trên đường khí L14 trong bộ phận cân bằng áp suất L4 và được vận chuyển vào tháp hấp phụ thứ hai A2 qua van đóng mở V24 trên đường khí L24 trong bộ phận cân bằng áp suất L4. Do đó, như được thể hiện trên Fig. 2, quá trình cân bằng áp suất được thực hiện giữa tháp hấp phụ thứ nhất A1 và tháp hấp phụ thứ hai A2 ở trong trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao và tháp hấp phụ thứ nhất A1 chuyển từ trạng thái áp suất cao đến trạng thái áp suất hơi cao.

Lưu ý rằng, tại thời điểm này, qua quá trình vận hành của các van mở/đóng và dạng tương tự như được thể hiện trên Bảng 3, quá trình chờ được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ ba A3 và quá trình giảm áp được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ tư A4.

<16> Quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất)

Tiếp theo, trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 trong đó quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó, quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) được thực hiện giữa chính nó và tháp hấp phụ thứ tư A4 trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất) cần được thực hiện sau đó. Tức là, trong trạng thái cấp khí nguồn trong đó trong khi tháp hấp phụ thứ tư A4 không tiếp nhận việc

cấp khí sinh học từ kết khí nguồn T1, tháp hấp phụ thứ nhất A1 tiếp nhận khí sinh học từ kết khí nguồn T1 qua van đóng mở V11 trên đường khí L11 trong bộ phận cấp L1, khí không được hấp phụ bất kỳ trong tháp hấp phụ thứ tư A4 được xả qua các van đóng ngắt V14 và V44 trên các đường khí L14 và L44 trong bộ phận cân bằng áp suất L4 và được vận chuyển vào tháp hấp phụ thứ nhất A1 qua van đóng mở V44 trên đường khí L44 trong bộ phận cân bằng áp suất L4. Do đó, như được thể hiện trên Fig. 2, quá trình cân bằng áp suất được thực hiện giữa tháp hấp phụ thứ nhất A1 và tháp hấp phụ thứ tư A4 ở trong trạng thái áp suất cao và tháp hấp phụ thứ nhất A1 chuyển từ trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao đến trạng thái áp suất hơi cao. Tại thời điểm này, quá trình chờ được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ hai A2 và quá trình giảm áp được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ ba A3.

Các ví dụ khác

Việc tăng hàm lượng khí được thực hiện theo cùng phương thức như trong các ví dụ nêu trên theo bước thực hiện chu trình thời gian này. Kết quả là, khí metan có hàm lượng khí metan là 98,2% thể tích thu được ở lưu lượng là 12,3 l/phút như là khí sản phẩm. Mức độ thu hồi là 81,7%.

So sánh giữa các kết quả của các ví dụ khác và các ví dụ so sánh thể hiện rằng trong cả các ví dụ này, hàm lượng khí metan được thực hiện đạt đến khí metan tinh khiết có thể tích xấp xỉ là 98% hoặc lớn hơn, mà tốc độ thu hồi trong các ví dụ khác là 81,7%, trong khi đó tốc độ thu hồi của các ví dụ so sánh là 80,2%. Do đó, theo các ví dụ khác, trong khi sự tăng hàm lượng khí đến độ tinh khiết cực cao được thực hiện, mức độ thu hồi là khoảng 2% cao hơn so với mức độ thu hồi của các ví dụ so sánh và rõ ràng là, phương pháp tăng hàm lượng khí hữu hiệu được thực hiện như trong trường hợp của các ví dụ nêu trên (mức độ thu hồi là: 82,9%).

Phương án khác 2

Trong cả hai phương án được mô tả trên, sáng chế được mô tả sử dụng các ví dụ trong đó bốn tháp hấp phụ được sử dụng; tuy nhiên, cùng phương pháp tăng hàm lượng khí theo sáng chế có thể cũng được thực hiện khi ba tháp hấp phụ được sử dụng (Fig. 3). Lưu ý rằng, trên Fig. 3, các phần có cùng kết cấu hoặc các chức năng như các kết cấu trên Fig. 1 được ký hiệu bởi cùng các số tham chiếu và phần mô tả chi tiết của chúng vì vậy được bỏ qua. Hơn nữa, cùng phương pháp tăng hàm lượng khí của sáng chế có thể cũng được thực hiện khi có năm hoặc nhiều tháp được sử dụng, mà phần mô tả các

kết cấu này được bỏ qua vì hiển nhiên từ các ví dụ kết cấu trong đó có ba hoặc bốn tháp được sử dụng.

Cụ thể là, như được thể hiện trên Bảng 4, các van đóng ngắt từ V11 đến V34 và bơm cấp P1 được điều khiển để điều khiển việc vận hành của các tháp hấp phụ từ A1 đến A3 sao cho để thực hiện, đối với tháp hấp phụ A1, các quá trình sau đây theo thứ tự:

quá trình hấp phụ khi tiếp nhận việc cấp khí nguồn từ phần phía dưới của tháp hấp phụ A1, hấp phụ khí khác với khí metan trên chất hấp phụ A11 và nhà khí không được hấp phụ gồm phần lớn là khí metan từ phần phía trên của tháp hấp phụ A1;

quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất), trước bước thực hiện quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc, cấp khí nguồn ít nhất là vào tháp hấp phụ thứ hai A2 trong đó quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó và vận chuyển khí không được hấp phụ từ phần phía trên của tháp hấp phụ thứ nhất A1 đến phần phía trên của tháp hấp phụ thứ hai A2 để làm cho tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất hơi cao,

trong đó, mặc dù tháp hấp phụ thứ hai A2 trong quá trình này là trong trạng thái cấp khí nguồn, tháp hấp phụ thứ nhất A1 có thể hoặc không thể là trong trạng thái cấp khí nguồn (được chỉ theo các hình tam giác rỗng trên Bảng 4);

quá trình chờ;

quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) khi vận chuyển khí trong tháp hấp phụ A1 ở trong trạng thái áp suất hơi cao vào tháp hấp phụ khác A3 ở trong trạng thái áp suất thấp hơn ở áp suất thấp hơn so với áp suất của tháp hấp phụ A1 để làm cho áp suất trong tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất trung bình;

quá trình giảm áp, sau khi áp suất trong tháp hấp phụ đã được hạ xuống nhờ quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất), tiếp tục giảm áp chất hấp phụ A11 về trạng thái áp suất thấp để giải hấp phụ khí khác ngoài khí metan đã được hấp phụ trên chất hấp phụ A11 và thu hồi khí từ phần phía dưới của tháp hấp phụ A1;

quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) khi tiếp nhận vào tháp hấp phụ A1 ở trong trạng thái áp suất thấp, khí trong tháp hấp phụ A2 ở trong trạng thái áp suất trung bình để làm cho áp suất trong tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất trung bình; và

quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất), tương ứng với quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) của tháp hấp phụ A3, khi tiếp nhận việc cấp khí nguồn và khí không được hấp phụ từ tháp hấp phụ A3 ở trong trạng thái áp suất cao để làm cho tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất hơi cao. Cùng một sự vận hành có thể cũng được thực hiện đối với các tháp hấp phụ khác A2 và A3 theo phương thức dịch chuyển pha (thời điểm).

Lưu ý rằng, theo phương án này, như được thể hiện trên Fig. 4, áp suất trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 được giả định thay đổi giữa trạng thái áp suất cao, trạng thái áp suất hơi cao, trạng thái áp suất trung bình và trạng thái áp suất thấp theo thứ tự dốc xuống của áp suất.

Bảng 4

Bước Các thao hấp phụ	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp
A1	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp
A2	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp
A3	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp	Bước giám áp

V11	○	○	△						○
V12	○	○							
V13						○	○		
V14			○		○			○	○
V21			○	○	○	△			
V22				○	○				
V23	○								○
V24		○	○			○		○	
V31						○	○	○	△
V32							○	○	
V33			○	○					
V34		○			○	○			○
P1	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Kết cấu tham chiếu

Trường hợp được kiểm tra, trong đó thay thế quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất theo các phương án được mô tả trên,

chỉ quá trình cân bằng áp suất (sau đây được gọi là "quá trình trì hoãn việc cấp và quá trình cân bằng áp suất") được thực hiện giữa tháp hấp phụ thứ nhất A1 và tháp hấp phụ thứ hai A2, không có khí nguồn nào được cấp cho tháp hấp phụ thứ nhất A1 trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) cần được thực hiện sau đó và không có khí nguồn đang được cấp cho tháp hấp phụ thứ hai A2 trong đó quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó.

Tức là, kết cấu như được mô tả dưới đây có thể được chấp nhận như là phương pháp tăng hàm lượng khí metan.

Bộ điều khiển C điều khiển các van đóng ngắt từ V11 đến V44 và bơm cấp P1 như được thể hiện trên Bảng 5 để điều khiển việc vận hành của các tháp hấp phụ từ A1 đến A4 sao cho để thực hiện đối với tháp hấp phụ A1, các quá trình sau đây theo thứ tự:

quá trình hấp phụ khi tiếp nhận việc cấp khí sinh học từ phần phía dưới của tháp hấp phụ A1, hấp phụ khí khác ngoài metan trên chất hấp phụ A11 và nhà khí không được hấp phụ gồm phần lớn là khí metan từ phần phía trên của tháp hấp phụ A1;

quá trình trì hoãn và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất), trong trạng thái trong đó không có khí nguồn được cấp cho tháp hấp phụ A1 trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) cần được thực hiện sau đó và đồng thời không có khí nguồn được cấp cho tháp hấp phụ A2 trong đó quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó, vận chuyển khí không được hấp phụ từ phần phía trên của tháp hấp phụ A1 đến phần phía trên của tháp hấp phụ A2 để làm cho tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất hơi cao;

quá trình chờ;

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất) khi vận chuyển khí trong tháp hấp phụ A1 ở trong trạng thái áp suất hơi cao đi vào tháp hấp phụ khác A3 ở trong trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp ở áp suất thấp hơn so với áp suất trong tháp hấp phụ A1 để làm cho áp suất trong tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao;

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất) khi vận chuyển khí trong tháp hấp phụ A1 ở trong trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao, khí có hàm lượng khí được hấp phụ tăng lên một cách không đáng kể so với khí trong quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất), đi vào tháp hấp phụ khác A4 ở trong trạng thái áp suất thấp để làm cho áp suất trong tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp;

quá trình giảm áp, sau khi áp suất trong tháp hấp phụ đã được hạ xuống theo quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất), tiếp tục giảm áp chất hấp phụ A11 về trạng thái áp suất thấp nhằm giải hấp phụ khí hỗn hợp được hấp phụ trên chất hấp phụ A11 và thu hồi khí hỗn hợp từ phần phía dưới của tháp hấp phụ A1;

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất) khi tiếp nhận, đi vào tháp hấp phụ A1 ở trong trạng thái áp suất thấp, khí trong tháp hấp phụ A2 ở trong trạng

thái áp suất trung bình phía áp suất cao để làm cho áp suất trong tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp;

quá trình chờ;

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất) khi tiếp nhận, đi vào tháp hấp phụ A1 ở trong trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp, khí trong tháp hấp phụ khác A3 ở trong trạng thái áp suất hơi cao để làm cho áp suất trong tháp hấp phụ A1 trở thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao;

quá trình chờ; và

quá trình trì hoãn và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) tương ứng với quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất), sự tiếp nhận việc cấp khí từ tháp hấp phụ A4 ở trong trạng thái áp suất cao để làm cho tháp hấp phụ A1 từ trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao trở thành trạng thái áp suất hơi cao. Hơn nữa, mặc dù cùng một quá trình vận hành như nhau được thực hiện đối với các tháp hấp phụ khác từ A2 đến A4 theo phương thức dịch chuyển pha (thời điểm), phần mô tả chi tiết của nó được bỏ qua và được thay thế bởi phần mô tả đề cập đến Bảng 5 để tránh sự dư thừa.

Lưu ý rằng, theo kết cấu tham chiếu, áp suất trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 được giả định là thay đổi giữa trạng thái áp suất cao, trạng thái áp suất hơi cao, trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao, trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp và trạng thái áp suất thấp theo thứ tự dốc xuống của áp suất.

Trên Bảng 5, các vòng tròn rỗng chỉ các van đóng ngắt tương ứng từ V11 đến V44 được mở hoặc bơm cấp tương ứng P1 là trong quá trình vận hành.

Bảng 5

Bước Các thấp hấp thụ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Bước hấp phụ			Tri hoãn cấp và cân bằng áp suất (giảm áp suất)	Bước dự phòng	Cân bằng áp suất phía áp suất cao áp (giảm áp suất)	Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất)	Bước giám áp			Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất)	Bước dự phòng		Cân bằng áp suất phía áp suất cao tăng áp suất)	Chờ	Tri hoãn cấp và cân bằng áp suất (tăng áp suất))
A1	Bước hấp phụ			Tri hoãn cấp và cân bằng áp suất (giảm áp suất)	Bước dự phòng	Cân bằng áp suất phía áp suất cao áp (giảm áp suất)	Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất)	Bước giám áp			Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất)	Bước dự phòng		Cân bằng áp suất phía áp suất cao tăng áp suất)	Chờ	Tri hoãn cấp và cân bằng áp suất (tăng áp suất))
A2	Bước dự phòng	Cân bằng áp suất phía áp suất thấp tăng áp suất)	Bước dự phòng	Tri hoãn cấp và cân bằng áp suất (giảm áp suất)	Bước hấp phụ			Tri hoãn cấp và cân bằng áp suất (giảm áp suất)	Bước dự phòng	Cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất)	Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất)	Bước giám áp		Chờ		Tri hoãn cấp và cân bằng áp suất (tăng áp suất))
A3	Bước giám áp		Cân bằng áp suất phía áp suất thấp tăng áp suất)	Bước dự phòng	Cân bằng áp suất phía áp suất thấp tăng áp suất)	Bước dự phòng	Tri hoãn cấp và cân bằng áp suất (giảm áp suất)	Bước hấp phụ			Tri hoãn cấp và cân bằng áp suất (giảm áp suất)	Bước dự phòng	Cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất)	Cân bằng áp suất	Tri hoãn cấp và cân bằng áp suất (giảm áp suất)	Bước giám áp
A4	Bước dự phòng	Cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất)	Cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất)	Bước giám áp			Cân bằng áp suất phía áp suất thấp tăng áp suất)	Bước dự phòng	Cân bằng áp suất phía áp suất thấp tăng áp suất)	Bước dự phòng		Tri hoãn cấp và cân bằng áp suất (giảm áp suất)	Bước hấp phụ		Tri hoãn cấp và cân bằng áp suất (giảm áp suất)	

[illegible]

Nhờ quá trình điều khiển này, các thay đổi về các áp suất trong của các tháp hấp phụ từ A1 đến A4 chuyển biến theo cùng phương thức như được thể hiện trên Fig. 2 của phương án được mô tả trên, mặc dù các trị tuyệt đối của áp suất là khác nhau chút ít.

Các sự khác nhau từ các phương án được mô tả trên sẽ được mô tả một cách cụ thể dưới đây sử dụng tháp hấp phụ A1 như một ví dụ: trong các bước thứ tư và thứ sáu, quá trình vận hành được điều khiển theo phương thức như sau.

<4> Quá trình trì hoãn cấp và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất)

Trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) cần được thực hiện sau đó, quá trình trì hoãn cấp và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) được thực hiện giữa chính nó và tháp hấp phụ thứ hai A2 trong đó quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó. Tức là, trong trạng thái trong đó tháp hấp phụ thứ nhất A1 không tiếp nhận việc cấp khí sinh học từ kết khí nguồn T1 và tháp hấp phụ thứ hai A2 đồng thời không tiếp nhận khí sinh học từ kết khí nguồn T1, khí không được hấp phụ trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 được xả qua van đóng mở V14 đường khí L14 trong bộ phận cân bằng áp suất L4 và được vận chuyển vào tháp hấp phụ thứ hai A2 qua van đóng mở V24 đường khí L24 trong bộ phận cân bằng áp suất L4. Do đó, như được thể hiện trên Fig. 2, quá trình cân bằng áp suất được thực hiện giữa tháp hấp phụ thứ nhất A1 và tháp hấp phụ thứ hai A2 ở trong trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao và tháp hấp phụ thứ nhất A1 chuyển từ trạng thái áp suất cao sang trạng thái áp suất hơi cao.

Lưu ý rằng, tại thời điểm này, qua quá trình vận hành của các van mở/đóng và dạng tương tự như được thể hiện trên Bảng 5, quá trình chờ được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ ba A3 và quá trình giảm áp được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ tư A4.

<16> Quá trình trì hoãn cấp và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất)

Tiếp theo, trong tháp hấp phụ thứ nhất A1 trong đó quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó, quá trình trì hoãn cấp và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) được thực hiện giữa chính nó và tháp hấp phụ thứ tư A4 trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất) cần được thực hiện sau đó. Tức là, trong trạng thái trong đó tháp hấp phụ thứ tư A4 không tiếp nhận việc cấp khí sinh học từ kết khí nguồn T1 và tháp hấp phụ thứ nhất A1 đồng thời không tiếp nhận khí sinh

học từ kết khí nguồn T1 qua van đóng mở V11 đường khí L11 trong bộ phận cấp L1, khí không được hấp phụ trong tháp hấp phụ thứ tư A4 được xả qua các van đóng ngắt V14 và V44 các đường khí L14 và L44 trong bộ phận cân bằng áp suất L4 và được vận chuyển vào tháp hấp phụ thứ nhất A1 qua van đóng mở V44 đường khí L44 trong bộ phận cân bằng áp suất L4. Do đó, như được thể hiện trên Fig. 2, quá trình cân bằng áp suất được thực hiện giữa tháp hấp phụ thứ nhất A1 và tháp hấp phụ thứ tư A4 ở trong trạng thái áp suất cao và tháp hấp phụ thứ nhất A1 chuyển từ trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao đến trạng thái áp suất hơi cao. Tại thời điểm này, quá trình chờ được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ hai A2 và quá trình giảm áp được thực hiện trong tháp hấp phụ thứ ba A3.

Các ví dụ tham chiếu

Việc tăng hàm lượng khí được thực hiện theo bước thực hiện chu trình thời gian này. Kết quả là, khí metan có hàm lượng khí metan là 98,3% thể tích thu được ở lưu lượng là 12,3 l/phút như là khí sản phẩm. Mức độ thu hồi là 80,9%.

Lưu ý rằng, trong các ví dụ tham chiếu này, chu trình thời gian cụ thể đối với các tháp hấp phụ được xác định theo sự cân bằng giữa các ví dụ nêu trên và các ví dụ tham chiếu này.

<1, 5, 9, 13> 131 giây

<2, 6, 10, 14> 6 giây

<3, 7, 11, 15> 6 giây

<4, 8, 12, 16> 1 giây

Điều kiện kết thúc quá trình hấp phụ: 143 giây sau khi bắt đầu quá trình hấp phụ.

So sánh giữa các ví dụ tham chiếu và các ví dụ so sánh thể hiện rằng trong cả các ví dụ này, hàm lượng khí metan được thực hiện đạt đến khí metan tinh khiết có thể tích xấp xỉ là 98% hoặc lớn hơn, mà tốc độ thu hồi của các ví dụ tham chiếu là 80,9%, trong khi đó tốc độ thu hồi các ví dụ so sánh là 80,2%. Do đó, rõ ràng là, theo các ví dụ tham chiếu, trong khi sự tăng hàm lượng khí đến độ tinh khiết cực cao được thực hiện, mức độ thu hồi có khả năng được cải thiện chút ít so với các ví dụ so sánh.

Khả năng ứng dụng công nghiệp

Phương pháp tăng hàm lượng khí theo sáng chế có thể được sử dụng đối với thiết bị tăng hàm lượng khí để thu hồi khí có độ tinh khiết cao với mức độ thu hồi cao.

Chú thích các số chỉ dẫn và các ký hiệu

Từ A1 đến A4: Các tháp hấp phụ (các tháp hấp phụ từ thứ nhất đến thứ tư)

Từ A11 đến A41: Các chất hấp phụ

C: Bộ điều khiển

L1: Bộ phận cấp

L2: Bộ phận thu hồi

L3: Bộ phận giảm áp

L4: Bộ phận cân bằng áp suất

Từ L11 đến L44: Các đường khí

P1: Bơm cấp

T1: Kết khí nguồn

Từ V11 đến V44: Các van đóng ngắt

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp tăng hàm lượng khí, phương pháp này bao gồm các bước:
 - tạo ra ba hoặc nhiều tháp hấp phụ, mỗi tháp hấp phụ được nạp chất hấp phụ để hấp phụ khí đích cần hấp phụ; và
 - đối với mỗi tháp hấp phụ, thực hiện chu trình PSA lặp đi lặp lại theo thứ tự:
 - quá trình hấp phụ khi tiếp nhận việc cấp khí nguồn chứa khí đích cần hấp phụ từ phần phía dưới của tháp hấp phụ, hấp phụ khí đích cần hấp phụ trên chất hấp phụ và nhả khí không được hấp phụ gồm phần lớn là thành phần không được hấp phụ từ phần phía trên của tháp hấp phụ;
 - quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) khi vận chuyển khí trong tháp hấp phụ trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và trong trạng thái áp suất cao đến tháp hấp phụ khác trong trạng thái áp suất thấp hơn để làm cho bên trong tháp hấp phụ trở thành trạng thái áp suất trung bình;
 - quá trình giảm áp, sau khi áp suất trong tháp hấp phụ đã được hạ xuống nhờ quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất), tiếp tục giảm áp chất hấp phụ về trạng thái áp suất thấp nhằm giải hấp phụ khí đích cần hấp phụ được hấp phụ trên chất hấp phụ và thu hồi khí đích cần hấp phụ từ phần phía dưới của tháp hấp phụ; và
 - quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất), sau khi kết thúc quá trình giảm áp, khi tiếp nhận khí từ tháp hấp phụ khác mà ở trạng thái áp suất cao hơn để làm cho bên trong tháp hấp phụ trở thành trạng thái áp suất trung bình,
 - chu trình PSA được thực hiện liên tục đối với ba hoặc nhiều tháp hấp phụ với thời điểm bị xê dịch,
 - trong đó, phương pháp bao gồm bước, trước bước thực hiện quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) trong tháp hấp phụ thứ nhất trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và ở trong trạng thái cấp khí nguồn trong đó khí nguồn được cấp ít nhất là vào tháp hấp phụ thứ hai trong đó quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó, vận chuyển khí không được hấp phụ từ phần phía trên của tháp hấp phụ thứ nhất đến phần phía trên của tháp hấp phụ thứ hai, nhờ đó bước thực hiện quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) trong tháp hấp phụ thứ nhất và quá trình hấp phụ và quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) trong tháp hấp phụ thứ hai, và
 - trong đó, trạng thái cấp khí nguồn là trạng thái trong đó khí nguồn được cấp cùng

một lúc vào cả tháp hấp phụ thứ nhất trong đó quá trình hấp phụ đã kết thúc và quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) cần được thực hiện sau đó và tháp hấp phụ thứ hai trong đó quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) đã kết thúc và quá trình hấp phụ cần được thực hiện sau đó.

2. Phương pháp tăng hàm lượng khí theo điểm 1, trong đó, bốn hoặc nhiều các tháp hấp phụ được tạo ra,

nhiều trạng thái áp suất khác nhau của áp suất trong các tháp hấp phụ được thiết lập thành trạng thái áp suất trung bình,

quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) bao gồm:

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (giảm áp suất) khi vận chuyển khí trong một trong số các tháp hấp phụ mà ở trạng thái áp suất cao đến một trong số các tháp hấp phụ khác mà ở trạng thái áp suất trung bình tại áp suất thấp hơn so với áp suất của một trong số các tháp hấp phụ để làm cho áp suất trong một trong số các tháp hấp phụ thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao; và

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (giảm áp suất) khi vận chuyển khí trong một trong số các tháp hấp phụ mà ở trạng thái áp suất trung bình tại áp suất cao hơn so với trạng thái áp suất thấp đến một trong số các tháp hấp phụ khác mà ở trạng thái áp suất thấp để làm cho áp suất trong một trong số các tháp hấp phụ thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp,

quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) bao gồm:

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất thấp (tăng áp suất) khi tiếp nhận, đi vào một trong số các tháp hấp phụ mà ở trạng thái áp suất thấp, khí trong một trong số các tháp hấp phụ khác mà ở trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao để làm cho áp suất trong một trong số các tháp hấp phụ thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp; và

quá trình cân bằng áp suất phía áp suất cao (tăng áp suất) khi tiếp nhận, đi vào một trong số các tháp hấp phụ mà ở trạng thái áp suất trung bình phía áp suất thấp, khí trong một trong số các tháp hấp phụ khác mà ở trạng thái áp suất cao để làm cho áp suất trong một trong số các tháp hấp phụ trở thành trạng thái áp suất trung bình phía áp suất cao và

khí được vận chuyển từ một trong số các tháp hấp phụ, trong đó quá trình cân bằng áp suất (giảm áp suất) đã được thực hiện đến một trong số các tháp hấp phụ khác

trong đó quá trình cân bằng áp suất (tăng áp suất) đã được thực hiện, khí đang được vận chuyển từ phần phía trên của một trong số các tháp hấp phụ đến phần phía trên của một tháp hấp phụ khác.

3. Phương pháp tăng hàm lượng khí theo điểm 1 hoặc 2, trong đó, khí nguồn được tạo chủ yếu một loại khí được lựa chọn từ khí mỏ than, khí sinh học, khí được chuyển đổi và khí thiên nhiên và khí cần phải tinh sạch là khí metan.

4. Phương pháp tăng hàm lượng khí theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó, chất hấp phụ chứa như là thành phần chính của nó, ít nhất là chất được lựa chọn từ các cacbon hoạt tính, các cacbon rây phân tử, các zeolit và các phức chất kim loại xốp.

Fig.1

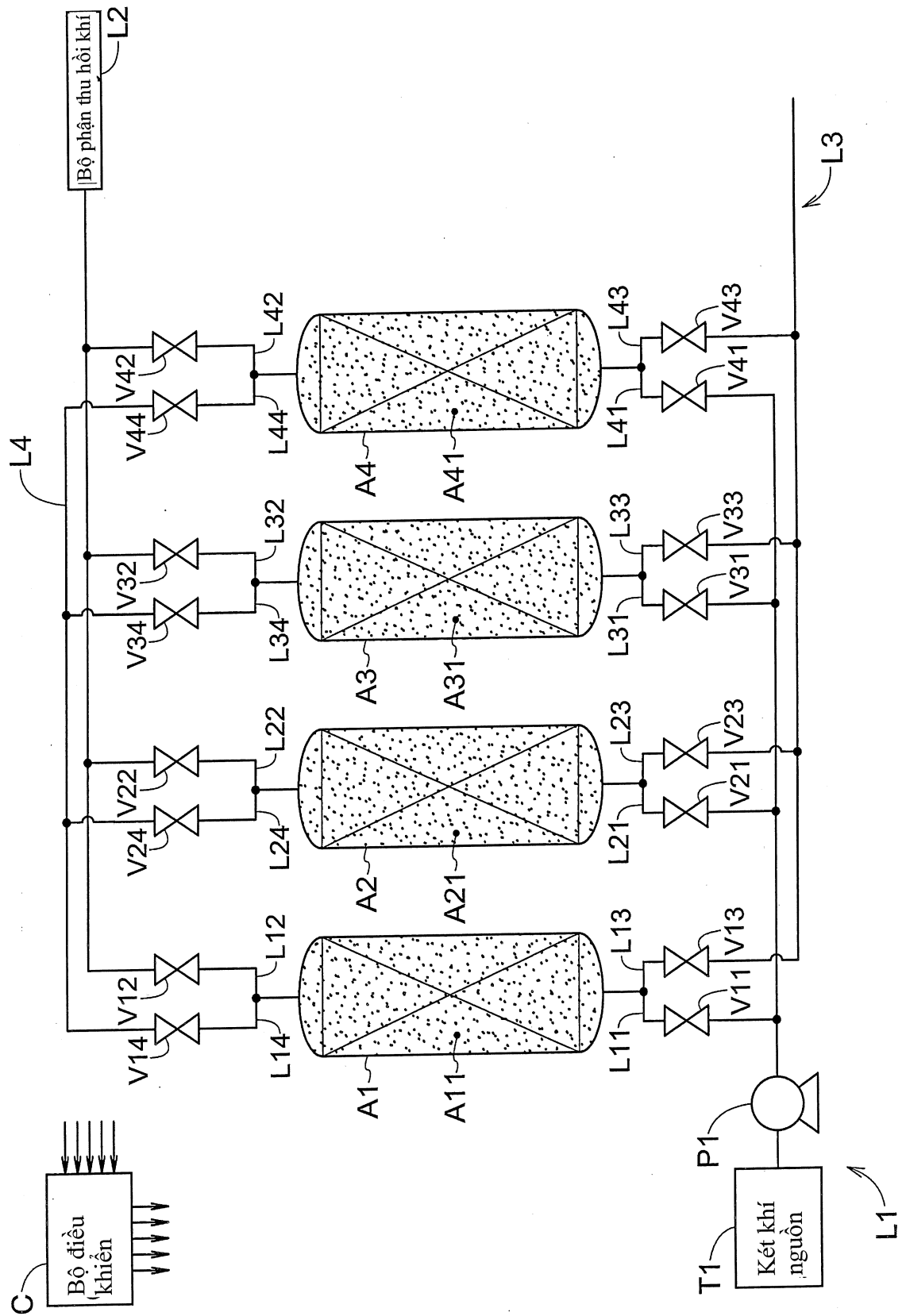
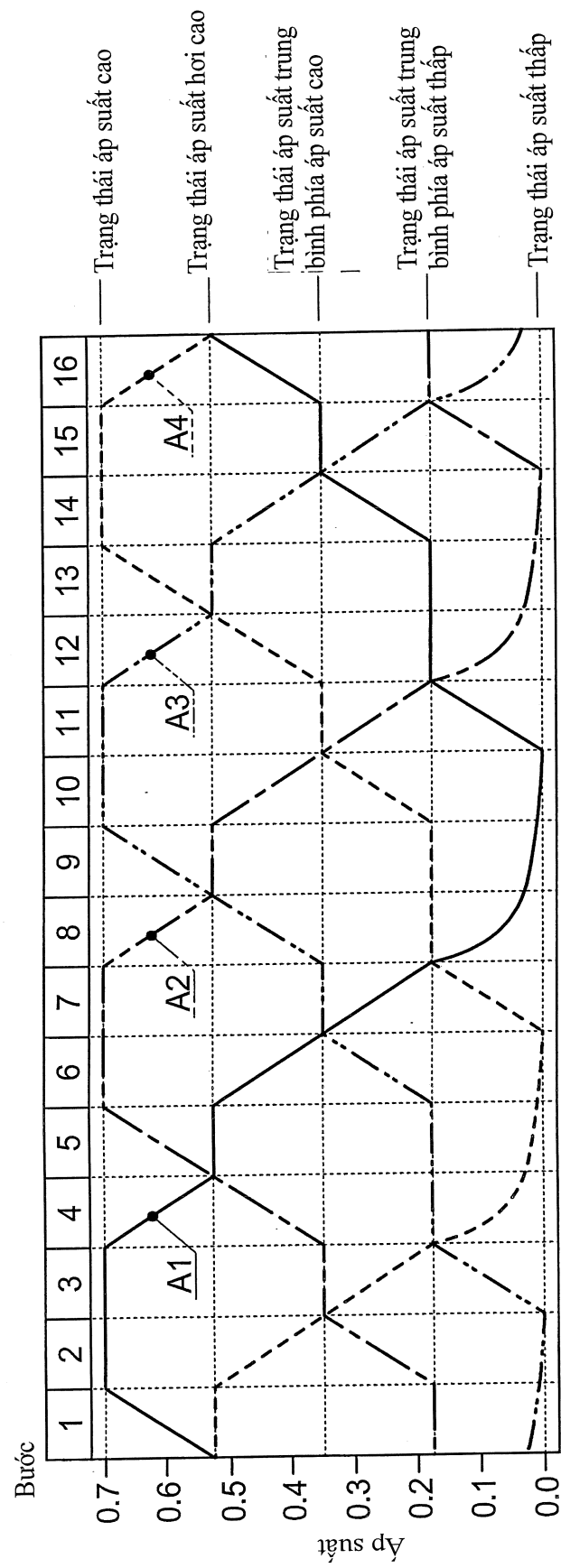


Fig.2



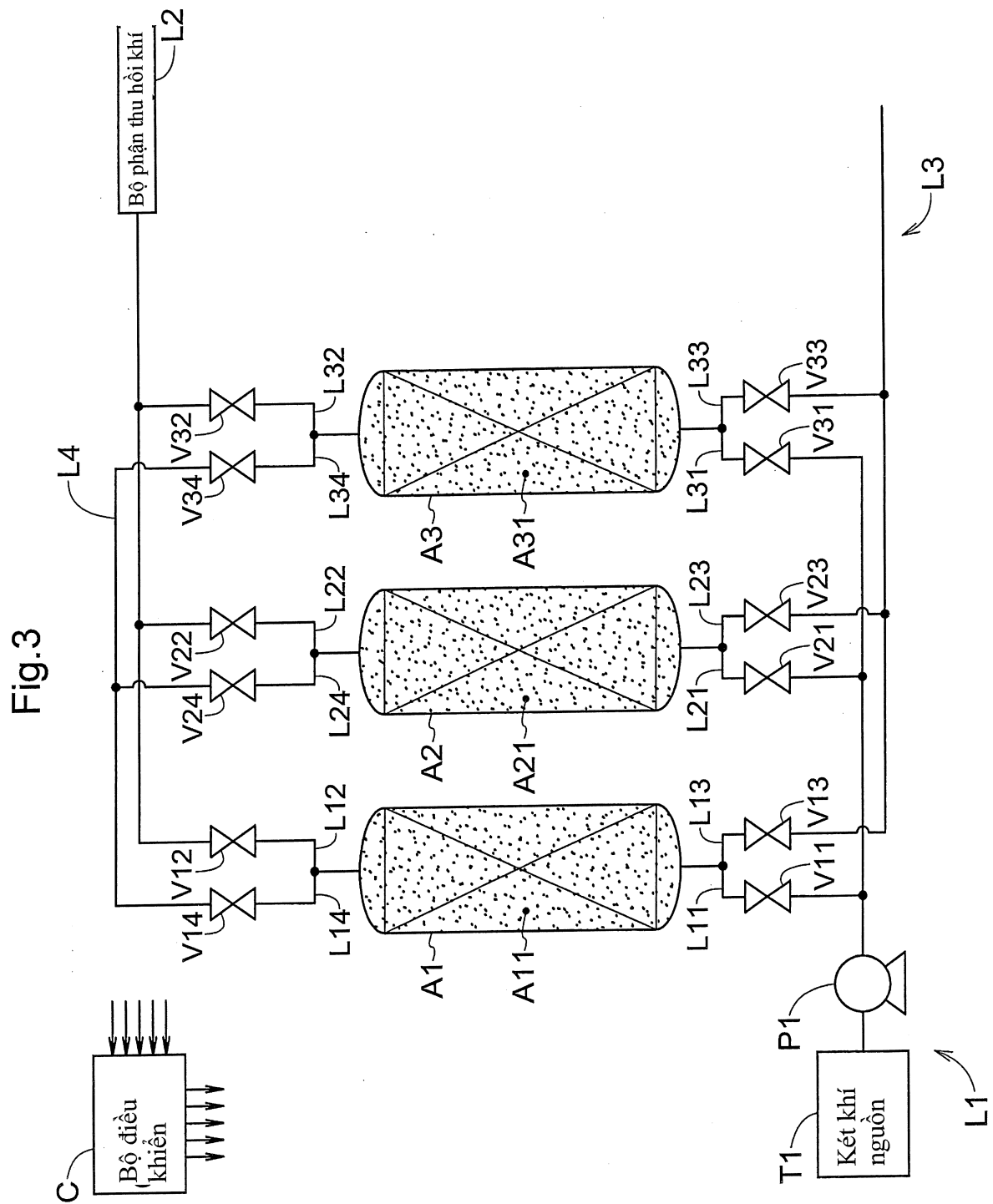


Fig.4

