



(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)



1-0047541

(51)^{2021.01} B01D 53/047

(13) B

(21) 1-2022-03620

(22) 09/06/2022

(45) 25/06/2025 447

(43) 25/08/2022 413A

(73) Đại học Bách khoa Hà Nội (VN)

Số 1, Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội

(72) Vũ Đình Tiến (VN); Vũ Duy Hưng (VN).

(54) THIẾT BỊ LÀM GIÀU OXY VÀ QUY TRÌNH VẬN HÀNH THIẾT BỊ LÀM GIÀU OXY NÀY

(21) 1-2022-03620

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị làm giàu oxy và quy trình vận hành thiết bị làm giàu oxy này. Trong đó, bằng cách sử dụng các ống thông với van điều áp đầu vào (23), van điều áp thân giữa (29) và van điều áp đầu ra (26) được bố trí cả ở đầu vào, thân và đầu ra giữa hai cột hấp phụ cho phép cân bằng áp suất nhanh và tận dụng được khí bán thành phẩm giàu oxy có trong cột hấp phụ, cho phép thiết bị hoạt động liên tục, không bị tăng áp suất đột ngột. Ngoài ra, bằng cách bố trí bình đệm (C) với van tiết lưu (212) cùng các van một chiều để hồi khí oxy về đầu ra của các cột hấp phụ cho phép kiểm soát được lượng khí oxy sử dụng tái sinh vật liệu sàng phân tử zeolit. Sáng chế cũng đề cập đến quy trình vận hành thiết bị này giúp tiết kiệm năng lượng giảm chi phí sản xuất.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế thuộc lĩnh vực hóa học và quy trình thiết bị dùng trong lĩnh vực hóa học với thiết bị làm giàu oxy hấp phụ thay đổi áp suất cải tiến, cụ thể là sáng chế đề cập đến thiết bị làm giàu oxy và quy trình vận hành thiết bị làm giàu oxy này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thiết bị làm giàu oxy theo chu trình hấp phụ thay đổi áp suất được sử dụng rộng rãi dựa trên đặc tính hấp phụ chọn lọc của sàng phân tử zeolit được mô tả trên sơ đồ Hình 3. Theo đó, thiết bị này bao gồm hai cột hấp phụ A và B cấu tạo giống nhau được đổ đầy vật liệu sàng phân tử zeolit với các hệ thống van, đường ống làm việc luân phiên theo chu trình hấp phụ thay đổi áp suất. Chu trình theo BerLin và cộng sự đề xuất gồm 6 bước, thay cho chu trình cổ điển của Skarstron gồm 4 bước, cho thiết bị này để sản xuất khí oxy bằng phương pháp hấp phụ thay đổi áp suất. Trong đó có bước cân bằng áp suất giữa hai cột được dùng như là một phương tiện để làm tăng tốc độ thu hồi oxy, trong đó cột tái sinh và cột hấp phụ được kết nối với nhau ở đầu nạp và đầu thu hồi sản phẩm để chuyển khí còn lại ở cột hấp phụ sang cột tái sinh cho đến khi áp suất trong hai cột bằng nhau, nhờ đó sản phẩm oxy thu được có độ tinh khiết cao hơn so với chu trình cổ điển 4 bước của Skarstron. Thiết bị này có kết cấu như trong Hình 3 và chu trình vận hành bao gồm 6 bước:

Bước 1: Khí nén được đưa vào đáy cột A thông qua van 11 để tăng áp trong cột A, đồng thời van 14 của cột B được mở để xả áp trong cột B đến áp suất khí quyển, cùng lúc đó một phần dòng khí cột A đi qua van 19 để dẫn oxy sang cột B nhằm rửa nito hấp phụ trong zeolit;

Bước 2: Thu sản phẩm oxy từ cột A bằng cách giữ cho van 11, van 14 và van 19 mở, đồng thời mở van 17 để thu hồi sản phẩm oxy từ cột A;

Bước 3: Sau khi zeolit trong cột A hấp phụ đủ nito, đóng van 11, van 17 và van 14, mở van 16 để cân bằng áp suất giữa hai cột;

Bước 4: Xả khí trong cột A ra ngoài thông qua van 15, đồng thời mở van 12 để cấp khí nén vào cột B, đồng thời một phần dòng khí oxy từ cột B đi ngược qua van 19 sang cột A để rửa cột;

Bước 5: Thu sản phẩm oxy từ cột B và rửa cột A bằng cách giữ cho van 12, van 15 và van 19 mở, đồng thời mở van 18 để thu hồi sản phẩm oxy từ cột B;

Bước 6: Sau khi zeolit trong cột B hấp phụ đủ nitơ, đóng van 12, van 18 và van 15, mở van 16 để cân bằng áp suất giữa hai cột.

Quy trình được vận hành liên tục, quá trình hấp phụ nitơ và rửa cột tái sinh được thực hiện tuần hoàn. Từ đó giảm được thời gian trễ và tăng hiệu suất vận hành. Tuy nhiên, quy trình này có van 19 được mở trong suốt chu trình làm việc, cho phép lấy một phần sản phẩm oxy trong cột hấp phụ để tẩy rửa đuôi khí N_2 ở phần thể tích rỗng cột tái sinh, dẫn đến tăng tốc độ hấp phụ nitơ trong một chu trình làm việc, làm giảm tỷ lệ thu hồi và độ tinh khiết của oxy thành phẩm. Ngoài ra, do kích thước cột hấp phụ thường lớn nên việc bố trí ống nối và van cân bằng áp suất ở phía đỉnh cột dẫn đến lượng khí bán thành phẩm ở cuối mỗi chu trình tách không được đưa sang chu trình tách tiếp theo, ngoài ra quá trình cân bằng áp suất này buộc phải đẩy ngược một lượng oxy thành phẩm sang cột tái sinh đến áp suất cân bằng nên quá trình này thường mất thời gian, làm giảm hiệu suất tổng thể của hệ thống đồng thời tiêu tốn năng lượng vận hành.

Do đó, vẫn cần có biện pháp cải tiến thiết bị cũng như cải tiến quy trình vận hành thiết bị nhằm nâng cao hiệu suất vận hành cũng như chất lượng sản phẩm oxy thu được.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế nhằm giải quyết các vấn đề nêu trên, cụ thể là sáng chế đề xuất thiết bị làm giàu oxy và quy trình vận hành thiết bị làm giàu oxy này. Trong đó, bằng cách cải tiến thiết kế có bố trí bình đệm chứa sản phẩm tạm thời và van tiết lưu điều chỉnh lượng khí oxy hồi về từ bình đệm này về cột nhả hấp phụ nitơ để tái sinh vật liệu sàng phân tử zeolit trong cột nhả hấp phụ, đồng thời bố trí các ống thông với van điều áp ở cả đầu vào, thân và đầu ra giữa hai cột hấp phụ vừa tận dụng được bán thành phẩm vừa rút ngắn quá trình cân bằng áp suất giữa hai cột đồng thời tăng hiệu suất làm việc của thiết bị.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề cập đến thiết bị làm giàu oxy bao gồm cột hấp phụ thứ nhất và cột hấp phụ thứ hai được nhồi vật liệu sàng phân tử zeolit, hai cột

này được nối với nhau, bình đệm chứa sản phẩm tạm thời có van tiết lưu để hồi khí oxy từ bình đệm về cột nhả hấp phụ để tái sinh vật liệu sàng phân tử zeolit trong cột nhả hấp phụ, trong đó:

cột hấp phụ thứ nhất và cột hấp phụ thứ hai này có dạng hình trụ, trên đó có bố trí ba đường dẫn nối thông với nhau lần lượt ở đầu vào, thân giữa và đầu ra với các van điều áp đầu vào, van điều áp thân giữa và van điều áp đầu ra, tương ứng;

ở đầu vào của cột hấp phụ thứ nhất và cột hấp phụ thứ hai này lần lượt bố trí van cấp thứ nhất và van cấp thứ hai nối với máy nén khí để điều chỉnh lưu lượng không khí từ máy nén khí cấp vào cột hấp phụ thứ nhất hoặc cột hấp phụ thứ hai, đầu vào của mỗi cột hấp phụ này cũng bố trí các van xả thứ nhất và van xả thứ hai, tương ứng, gắn với bộ tiêu âm để giảm âm trước khi xả khí nén trong cột ra ngoài môi trường;

ở đầu ra của cột hấp phụ thứ nhất và cột hấp phụ thứ hai này lần lượt bố trí van thu hồi sản phẩm thứ nhất và van thu hồi sản phẩm thứ hai nối với bình đệm để đưa sản phẩm oxy chứa tạm thời vào bình đệm này, trên bình đệm này có đường dẫn bố trí van tiết lưu quay trở lại đầu ra của cột hấp phụ thứ nhất thông qua van một chiều thứ nhất và đầu ra của cột hấp phụ thứ hai thông qua van một chiều thứ hai;

khác biệt ở chỗ:

giữa cột hấp phụ thứ nhất và cột hấp phụ thứ hai bố trí ba đường dẫn nối thông với nhau lần lượt ở đầu vào, thân giữa và đầu ra với các van điều áp đầu vào, van điều áp thân giữa và van điều áp đầu ra cho phép quá trình cân bằng áp suất giữa hai cột xảy ra đồng thời cả ở đầu ra, thân giữa và đầu vào giữa hai cột này;

bình đệm được sử dụng để lưu trữ tạm thời sản phẩm khí oxy và trên bình đệm này có đường dẫn bố trí van tiết lưu để dẫn khí oxy thành phẩm quay trở lại đầu ra của cột hấp phụ thứ nhất thông qua van một chiều thứ nhất và đầu ra của cột hấp phụ thứ hai thông qua van một chiều thứ hai để tái sinh vật liệu sàng phân tử zeolit chứa trong cột hấp phụ.

Theo một phương án ưu tiên, trong đó thiết bị này còn có cơ cấu sấy, cơ cấu tách nước, cơ cấu tách dầu và bộ lọc than hoạt tính để loại bỏ tạp chất trong không khí trước khi cấp vào các cột hấp phụ.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề cập đến quy trình vận hành thiết bị làm giàu oxy theo sáng chế, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

a) vận hành cột hấp phụ thứ nhất bằng cách cấp không khí nén vào cột thông qua van cấp thứ nhất lên đến áp suất làm việc, đồng thời mở van xả thứ hai để xả áp trong cột hấp phụ thứ hai xuống áp suất khí quyển;

b) thu sản phẩm oxy từ cột hấp phụ thứ nhất bằng cách tiếp tục cấp khí nén qua van cấp thứ nhất, đồng thời mở van thu hồi sản phẩm thứ nhất để nén oxy vào bình đệm, cuối giai đoạn thu hồi sản phẩm ở cột hấp phụ thứ nhất, tiến hành mở van tiết lưu để cấp một phần khí oxy từ bình đệm vào đầy phần thể tích rỗng ở cột hấp phụ thứ hai thông qua van một chiều thứ hai đuổi nito ra khỏi cột để tái sinh vật liệu sàng phân tử trong cột hấp phụ thứ hai, sau đó đóng van xả thứ hai để tăng áp suất cho cột hấp phụ thứ hai;

c) cân bằng áp suất giữa hai cột hấp phụ bằng cách đóng tất cả các van, trừ van cấp thứ nhất, và mở đồng thời van điều áp đầu vào, van điều áp thân giữa và van điều áp đầu ra nối thông ở đầu vào, thân và đầu ra giữa hai cột hấp phụ để áp suất trong hai cột này đạt đến áp suất cân bằng;

d) vận hành cột hấp phụ thứ hai bằng cách khóa các van điều áp giữa hai cột hấp phụ và van cấp thứ nhất, đồng thời cấp không khí nén vào cột thông qua van cấp thứ hai lên đến áp suất làm việc, đồng thời mở van xả thứ nhất để xả áp trong cột hấp phụ thứ nhất xuống áp suất khí quyển;

e) thu sản phẩm oxy từ cột hấp phụ thứ hai bằng cách tiếp tục cấp khí nén qua van cấp thứ hai, đồng thời mở van thu hồi sản phẩm thứ hai để nén oxy vào bình đệm, cuối giai đoạn thu hồi sản phẩm ở cột hấp phụ thứ hai, tiến hành mở van tiết lưu để cấp một phần khí oxy từ bình đệm vào đầy phần thể tích rỗng ở cột hấp phụ thứ nhất thông qua van một chiều thứ nhất đuổi nito ra khỏi cột để tái sinh vật liệu sàng phân tử trong cột hấp phụ thứ nhất, sau đó đóng van xả thứ nhất để tăng áp suất cho cột hấp phụ thứ nhất;

f) tái cân bằng áp suất giữa hai cột hấp phụ bằng cách đóng tất cả các van, ngừng cấp khí, và mở đồng thời van điều áp đầu vào, van điều áp thân giữa và van điều áp đầu ra ở đầu vào, thân và đầu ra giữa hai cột hấp phụ để áp suất trong hai cột này đạt đến áp suất cân bằng;

lập lại các bước từ (a) đến (f) để liên tục vận hành thiết bị làm giàu oxy, phần khí oxy chứa trong bình đệm được chiết nạp ra bình chứa để thu được khí oxy thành phẩm;

khác biệt ở chỗ:

sản phẩm khí oxy được chứa tạm thời trong bình đệm và trong bước b) và bước e) một phần sản phẩm khí oxy từ bình đệm được sử dụng để tái sinh vật liệu sàng phân tử trong cột hấp phụ đồng thời tẩy rửa đuôi nitơ ra khỏi cột làm tăng độ tinh khiết cho sản phẩm oxy thu được và tăng áp suất cho cột hấp phụ sau khi vật liệu hấp phụ trong cột được tái sinh;

trong bước c) và bước f) mở đồng thời van điều áp đầu vào, van điều áp thân giữa và van điều áp đầu ra nối thông ở đầu vào, thân và đầu ra giữa hai cột hấp phụ cho phép cân bằng đồng thời áp suất ở các phần giữa hai cột hấp phụ vừa tận dụng được lượng khí bán thành phẩm trong thân cột vừa giúp hai cột hấp phụ nhanh chóng đạt đến áp suất cân bằng, giảm thời gian tăng áp và giảm tiếng ồn do xả áp.

Theo một phương án ưu tiên trong đó khí nén còn được dẫn qua cơ cấu sấy, cơ cấu tách nước, cơ cấu tách dầu và bộ lọc than hoạt tính để loại bỏ tạp chất trong không khí trước khi cấp vào các cột hấp phụ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ mô tả sơ đồ nguyên lý của thiết bị làm giàu oxy theo sáng chế.

Hình 2 là hình biểu đồ đường biến thiên áp suất trong chu trình làm việc theo sáng chế và quy trình theo Berlin trong ví dụ minh họa cụ thể. Trong đó (a) là đường biến thiên áp suất của hai cột trong một chu trình làm việc theo sáng chế và (b) là đường biến thiên áp suất của hai cột làm việc trong một chu trình làm việc theo Berlin.

Hình 3 là hình vẽ mô tả sơ đồ thiết bị làm giàu oxy với quy trình vận hành được mô tả trong phần tình trạng kỹ thuật của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết thông qua các phương án thực hiện cụ thể có viện dẫn đến các hình vẽ, tuy nhiên các phương án cụ thể và các hình vẽ được viện dẫn này chỉ nhằm làm rõ bản chất và giải thích một phương án cụ thể của sáng chế chứ không nhằm giới hạn phạm vi được yêu cầu bảo hộ của sáng chế.

Hình 1 là hình vẽ mô tả sơ đồ thiết bị làm giàu oxy theo sáng chế, trong đó thiết bị này bao gồm cột hấp phụ thứ nhất A, cột hấp phụ thứ hai B được nhồi vật liệu sàng phân tử zeolit, bình đệm C chứa sản phẩm tạm thời được nối với nhau bởi các đường dẫn với các van tiết lưu, van một chiều, van điều áp, van xả và van thu hồi sản phẩm.

Cột hấp phụ thứ nhất A và cột hấp phụ thứ hai B giống nhau có dạng hình trụ trong đó được nhồi vật liệu sàng phân tử zeolit. Vật liệu sàng phân tử zeolit này là đã biết và chúng có tác dụng hấp phụ nitơ ở áp suất cao và nhả nitơ ở áp suất thấp. Do đó bằng cách thay đổi áp suất làm việc, nitơ trong không khí cấp sẽ được hấp phụ, nhờ đó oxy được thu hồi. Ở chiều ngược lại, khi áp suất hạ, nitơ trong các mao quản của vật liệu được nhả ra ngoài. Vì vậy vật liệu này có khả năng hấp phụ, giữ lại khí nitơ trong mao quản và tái sinh vật liệu theo việc thay đổi áp suất, từ đó có thể thu được khí oxy tinh sạch. Vật liệu sàng phân tử zeolit này là đã biết và có thể mua trên thị trường.

Ở đầu vào của mỗi cột hấp phụ này được nối với máy nén khí để cấp khí nén vào cột hấp phụ. Khí nén có tác dụng làm tăng áp suất lên vật liệu sàng phân tử để thu hồi oxy theo cơ chế nêu trên. Lần lượt ở đầu vào, thân và đầu ra của mỗi cột hấp phụ này có các đường dẫn nối thông với nhau và được bố trí van điều áp đầu vào 23, van điều áp thân giữa 29 và van điều áp đầu ra 26 ở phần đầu vào, thân và đầu ra giữa hai cột hấp phụ. Việc bố trí đồng thời ba đường dẫn ở cả ba phần thông giữa hai cột hấp phụ này cho phép, khi mở các van điều áp, phần khí tương ứng trong các phần của cột hấp phụ có áp suất cao được dịch chuyển sang các phần tương ứng của cột hấp phụ có áp suất thấp hơn. Cách bố trí này không chỉ giúp việc cân bằng áp suất giữa hai cột nhanh hơn mà còn tránh được việc xáo trộn các phần không khí trong từng phần, tận dụng được phần không khí bán thành phẩm (có nồng độ oxy cao) có trong phần thân của cột hấp phụ áp suất cao (cột làm việc). Kích thước của các đường dẫn này được thiết kế theo tỷ lệ của các phần sao cho thời gian cân bằng của các phần được đồng đều.

Các tác giả đã nhận thấy rằng, nếu chỉ bố trí một đường dẫn để cân bằng áp suất ở đầu ra, khi cân bằng áp suất, lượng không khí ở cuối chu kỳ làm việc của cột làm việc (thường lẫn một lượng nitơ) được đẩy sang cột thứ hai sẽ dẫn đến tăng tỷ lệ nitơ tạp trong sản phẩm, đồng thời cần thời gian để đẩy lượng khí này qua phần thân xuống tới đầu vào của cột, làm tăng áp suất làm việc cho máy nén khí (do phải nén khí qua hai cột) nên thường phải dừng vận hành máy nén khí. Trường hợp bố trí hai đường cân bằng áp suất ở cả đầu ra và đầu vào của các cột hấp phụ, mặc dù có giảm được thời gian cân

bằng, nhưng phần không khí ở giữa cột áp suất cao xả ra và nén ở cả hai đầu dẫn đến việc thay đổi áp suất nén không đồng đều. Vật liệu zeolit bị nén thay đổi áp suất từ hai phía dẫn đến các va đập cơ học trong khối vật liệu dẫn đến khả năng phát sinh bụi mịn, ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm thu được. Do đó, việc bố trí ba đường cân bằng áp ở cả ba phần của các cột hấp phụ cho phép cân bằng áp suất nhanh chóng, giảm thiểu các thay đổi áp đột ngột về áp suất không chỉ ở các phần bên trong cột, mà còn giảm hoàn toàn được tác động tăng, giảm áp suất bất ngờ cho máy nén khí.

Ở đầu vào của cột hấp phụ thứ nhất A có bố trí van cấp thứ nhất 21 nối với máy nén khí để điều chỉnh lưu lượng không khí từ máy nén khí cấp vào cột hấp phụ thứ nhất A. Đầu này còn bố trí van xả thứ nhất 25 để xả không khí trong cột hấp phụ trong bước xả áp cũng như trong quá trình nhả hấp phụ nitơ để tái sinh vật liệu sàng phân tử zeolit trong cột hấp phụ thứ nhất A. Đầu van xả này được gắn với bộ tiêu âm để giảm âm trước khi xả không khí nén trong cột ra ngoài môi trường.

Ở đầu ra của cột hấp phụ thứ nhất A còn bố trí van thu hồi sản phẩm thứ nhất 27 nối với bình đệm C để thu hồi sản phẩm oxy sau khi qua cột hấp phụ thứ nhất A. Ở đầu này còn bố trí van một chiều thứ nhất 211 chỉ cho phép khí oxy đi từ bình đệm C qua van tiết lưu 212 trở lại đầu ra của cột hấp phụ thứ nhất A. Van này cho phép chặn chỉ cho oxy dịch chuyển một chiều từ bình đệm C trở lại cột hấp phụ thứ nhất A để nạp đầy oxy vào cột hấp phụ thứ nhất và đẩy nitơ ra khỏi cột trong quá trình nhả nitơ để tái sinh vật liệu sàng phân tử trong cột hấp phụ thứ nhất A.

Tương tự, ở đầu vào của cột hấp phụ thứ hai B có bố trí van cấp thứ hai 22 nối với máy nén khí để điều chỉnh lưu lượng không khí từ máy nén khí cấp vào cột hấp phụ thứ hai B. Đầu này còn bố trí van xả thứ hai 24 để xả không khí trong cột hấp phụ trong bước xả áp cũng như trong quá trình nhả hấp phụ nitơ để tái sinh vật liệu sàng phân tử zeolit trong cột hấp phụ thứ hai B. Đầu van xả này được gắn với bộ tiêu âm để giảm âm trước khi xả không khí nén trong cột ra ngoài môi trường.

Ở đầu ra của cột hấp phụ thứ hai B còn bố trí van thu hồi sản phẩm thứ hai 28 nối với bình đệm C để thu hồi sản phẩm oxy sau khi qua cột hấp phụ thứ hai B. Ở đầu này còn bố trí van một chiều thứ hai 210 chỉ cho phép khí oxy đi từ bình đệm C qua van tiết lưu 212 trở lại đầu ra của cột hấp phụ thứ hai B. Van này cho phép chặn chỉ cho oxy dịch chuyển một chiều từ bình đệm C trở lại cột hấp phụ thứ hai B để nạp đầy oxy vào

cột hấp phụ thứ hai B và đẩy nito ra khỏi cột trong quá trình nhả nito để tái sinh vật liệu sàng phân tử trong cột hấp phụ thứ hai B.

Như vậy, khi vận hành, ví dụ theo sơ đồ Hình 1, trường hợp cân bằng áp suất từ cột hấp phụ A (áp cao) sang cột hấp phụ B (áp thấp), khi mở đồng thời các van điều áp đầu vào 23, van điều áp thân giữa 29 và van điều áp đầu ra 26 thì phần khí áp cao từ cột hấp phụ A được dịch chuyển song song, tương ứng giữa các phần, sang cột hấp phụ B. Quá trình này được thực hiện ngay cả khi dòng khí cấp qua van cấp 21 vẫn được mở mà không ảnh hưởng tiêu cực đến máy nén khí (không bị tăng áp đột ngột). Khi hai cột đạt trạng thái cân bằng, các van 23, 29, 26 và 21 được đóng, đồng thời mở van 22 cho phép cột hấp phụ B vào trạng thái làm việc tức thì mà không cần tắt, bật hoặc xả áp từ máy nén khí.

Bình đệm C có tác dụng như bình chứa tạm thời sản phẩm, bình này được nối với van tiết lưu 212 để đưa oxy quay trở lại cột hấp phụ thứ nhất A và cột hấp phụ thứ hai B thông qua van một chiều thứ nhất 211 và van một chiều thứ hai 210, tương ứng. Van tiết lưu 212 này sẽ điều chỉnh lượng oxy quay trở lại để nạp vào các cột hấp phụ thứ nhất A và cột hấp phụ thứ hai B trong quá trình nhả hấp phụ nito để tái sinh vật liệu sàng phân tử trong các cột này. Bình đệm C này còn có van điều áp để xả áp trong trường hợp áp suất tăng vượt ngưỡng và đường dẫn để chiết nạp oxy thành phẩm ra bình chứa.

Để đảm bảo không khí cấp vào các cột hấp phụ, không khí nén trước khi nạp vào các cột hấp phụ được dẫn qua thiết bị sấy, thiết bị tách nước, thiết bị tách dầu và than hoạt tính để loại bỏ tạp chất.

Với thiết bị làm giàu oxy như được mô tả theo Hình 1 nêu trên, sáng chế đề cập quy trình vận hành thiết bị làm giàu oxy này, trong đó thiết bị này bao gồm cột hấp phụ thứ nhất A, cột hấp phụ thứ hai B được nhồi vật liệu sàng phân tử zeolit, bình đệm C chứa sản phẩm tạm thời có van tiết lưu 212 và cặp van một chiều 211, 210 để hồi khí oxy về đầu ra của các cột hấp phụ, giữa hai cột hấp phụ này có bố trí các ống thông với van điều áp đầu vào 23, van điều áp thân giữa 29 và van điều áp đầu ra 26 được bố trí cả ở đầu vào, thân và đầu ra giữa hai cột hấp phụ, các cột hấp phụ này còn bố trí cặp van cấp 21, 22, cặp van xả 25, 24 và cặp van thu hồi sản phẩm 27, 28 lắp tương ứng cho mỗi cột như được thể hiện theo sơ đồ trên Hình 1, trong đó quy trình này bao gồm các bước: a) vận hành cột hấp phụ thứ nhất; b) thu sản phẩm oxy từ cột hấp phụ thứ nhất; c) cân

bằng áp suất giữa hai cột hấp phụ; d) vận hành cột hấp phụ thứ hai; e) thu sản phẩm oxy từ cột hấp phụ thứ hai; f) tái cân bằng áp suất giữa hai cột hấp phụ.

Trong bước vận hành cột hấp phụ thứ nhất A, tiến hành cấp không khí nén vào cột hấp phụ thứ nhất A thông qua van cấp thứ nhất 21 lên đến áp suất làm việc. Quá trình cấp không khí này được thực hiện bởi máy nén khí. Áp suất làm việc được xác định theo áp suất hấp phụ nitơ trong vật liệu zeolit được sử dụng. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này hoàn toàn có thể xác định được áp suất làm việc cho vật liệu sử dụng để sản xuất oxy. Ví dụ, áp suất làm việc tốt nhất, nhưng không chỉ giới hạn ở từ 5.10^5 Pa đến khoảng 7.10^5 Pa. Khi này, tiến hành mở van xả thứ hai 24 để xả áp trong cột hấp phụ thứ hai B xuống áp suất khí quyển.

Trong bước thu sản phẩm oxy từ cột hấp phụ thứ nhất A, tiến hành cấp khí nén qua van cấp thứ nhất 21 để duy trì áp suất làm việc trong cột hấp phụ thứ nhất, đồng thời mở van thu hồi sản phẩm thứ nhất 27 để nén oxy vào bình đệm C. Trong quá trình này, zeolit đóng vai trò như sàng phân tử, cùng với áp suất cao, vật liệu zeolit này sẽ giữ lại nitơ và các khí tạp khác có trong khí cấp, trong khi để oxy thoát ra, từ đó thu được khí oxy thành phẩm. Tuy nhiên, theo thời gian, khi lượng nitơ dần dần sẽ được hấp phụ đầy vào trong vật liệu zeolit, sẽ phải dừng quá trình này và xả hấp phụ, tái sinh vật liệu.

Do đó, trong cuối giai đoạn thu hồi sản phẩm ở cột hấp phụ thứ nhất, tiến hành mở van tiết lưu 212 để cấp một phần khí oxy từ bình đệm C vào đầy phần thể tích rỗng ở cột hấp phụ thứ hai B (cột cần tái sinh vật liệu zeolit) thông qua van một chiều thứ hai 210 để đuổi nitơ ra khỏi cột và tái sinh vật liệu sàng phân tử trong cột hấp phụ thứ hai B. Sau đó đóng van xả thứ hai 24 để tăng áp suất cho cột hấp phụ thứ hai B. Khí cấp trong quá trình xả hấp phụ nitơ là khí oxy thành phẩm, do đó, cùng với việc giảm áp, lượng khí nitơ được thoát ra khỏi mao quản của vật liệu và được đẩy ra khỏi cột, việc này làm giảm tỷ lệ tạp nhiễm nitơ so với quá trình sử dụng khí ở cuối giai đoạn hấp phụ (thường có tỷ lệ nitơ tạp nhiễm cao hơn do một phần vật liệu bị cân bằng hấp phụ).

Trong bước cân bằng áp suất giữa hai cột hấp phụ, tiến hành đóng tất cả các van, trừ van cấp thứ nhất 21. Nghĩa là quá trình này cho máy nén khí được vận hành liên tục mà không phải ngắt hoạt ngừng do có sự tăng áp bất ngờ. Đồng thời, mở các van điều áp đầu vào 23, van điều áp thân giữa 29 và van điều áp đầu ra 26 lần lượt nối thông ở đầu vào, thân và đầu ra giữa hai cột hấp phụ. Quá trình này cho phép không khí từ cột

hấp phụ thứ nhất A ở áp suất cao được đẩy nhanh chóng sang cột hấp phụ thứ hai B có áp suất thấp. Áp suất ở hai cột này nhanh chóng đạt đến áp suất cân bằng.

Sau khi cân bằng áp suất giữa hai cột, tiến hành vận hành cột hấp phụ thứ hai B và nhả hấp phụ, tái sinh cột hấp phụ thứ nhất A. Quá trình này về bản chất là thay đổi cột sau khi tái sinh để tiếp tục làm việc và nhả hấp phụ khí nitơ, tái sinh vật liệu zeolit để có thể tái sử dụng cột hấp phụ. Do đó, để vận hành cột hấp phụ thứ hai B, tiến hành khóa các van điều áp giữa hai cột hấp phụ và van cấp thứ nhất, cụ thể là lần lượt hoặc đồng thời khóa van điều áp đầu ra 26, van điều áp thân 29 và van điều áp đầu vào 23 và van cấp thứ nhất 21. Đồng thời cấp khí nén vào cột thông qua van cấp thứ hai 22 lên đến áp suất làm việc. Khi quá trình cân bằng cột hoàn tất, tiến hành đồng thời mở van xả thứ nhất 25 để xả áp trong cột hấp phụ thứ nhất A xuống áp suất khí quyển để thực hiện quá trình tái sinh vật liệu sàng phân tử zeolit trong cột hấp phụ thứ nhất A.

Trong bước thu sản phẩm oxy từ cột hấp phụ thứ hai B, quá trình này về bản chất giống như quá trình thu sản phẩm oxy từ cột hấp phụ thứ nhất A. Tiến hành cấp khí nén qua van cấp thứ hai 22 đến áp suất làm việc để nitơ được hấp phụ trong vật liệu sàng phân tử zeolit, đồng thời mở van thu hồi sản phẩm thứ hai 22 để nén oxy vào bình đệm C. Cuối giai đoạn thu hồi sản phẩm ở cột hấp phụ thứ hai, thực hiện quá trình tái sinh vật liệu sàng phân tử zeolit trong cột hấp phụ thứ nhất để chuẩn bị cho quá trình đảo cột làm việc. Tiến hành mở van tiết lưu 212 để cấp một phần khí oxy từ bình đệm C vào đầy phần thể tích rỗng ở cột hấp phụ thứ nhất A thông qua van một chiều thứ nhất 211. Bằng cách cấp oxy đẩy ngược lại này, nitơ hấp phụ được nhả ra khỏi vật liệu sàng phân tử zeolit để tái sinh vật liệu trong cột hấp phụ thứ nhất A. Sau đó đóng van xả thứ nhất 25 để tăng áp suất cho cột hấp phụ thứ nhất A.

Để tái cân bằng áp suất giữa hai cột hấp phụ, tiến hành đóng tất cả các van, trừ van cấp thứ hai 22, đồng thời mở van điều áp đầu vào 23, van điều áp thân giữa 29 và van điều khiển đầu ra 26 ở đầu vào, thân và đầu ra giữa hai cột hấp phụ để tiến hành cân bằng áp suất. Quá trình này thực hiện giống như quá trình cân bằng ở trên, nhưng được thực hiện ngược lại, khi này cột hấp phụ thứ nhất A đóng vai trò là cột áp thấp và cột hấp phụ thứ hai B đóng vai trò là cột áp cao. Quá trình này được thực hiện cho đến khi áp suất hai cột hấp phụ này đạt đến áp suất cân bằng.

Cần lưu ý rằng, do máy nén khí vẫn luôn cấp không khí trong quá trình cân bằng áp suất nên áp suất cân bằng của quá trình này mang tính chất tương đối, miễn sao áp suất của cột áp suất cao và cột áp suất thấp về cơ bản bằng nhau khi loại bỏ yếu tố áp suất được cấp bởi máy nén khí.

Sau khi tái cân bằng, tiến hành lặp lại các bước trên để thiết bị làm giàu oxy được vận hành một cách liên tục. Phần khí oxy chứa trong bình đệm C được chiết nạp ra bình chứa theo định kỳ hoặc liên tục để thu được khí oxy thành phẩm.

Bằng cách cải tiến thiết bị và quy trình sản xuất oxy, cụ thể là bổ sung các đường dẫn với các van điều áp nối thông đầu vào, thân và đầu ra giữa hai cột hấp phụ giúp hai cột nhanh chóng đạt đến áp suất cân bằng để đưa vào vận hành, giúp giảm thời gian tăng áp và giảm tiếng ồn do xả áp. Ngoài ra, sản phẩm khí oxy được chứa tạm thời trong bình đệm C và một phần được sử dụng để tái sinh vật liệu sàng phân tử trong cột hấp phụ đồng thời tẩy rửa đuổi N_2 ra khỏi cột giúp kiểm soát được lượng oxy đồng thời làm tăng độ tinh khiết cho sản phẩm oxy thu được và tăng áp suất cho cột hấp phụ sau khi vật liệu hấp phụ trong cột được tái sinh. Hơn nữa việc mở đồng thời van điều áp đầu vào 23, van điều áp thân giữa 29 và van điều áp đầu ra 26 nối thông ở đầu vào, thân và đầu ra giữa hai cột hấp phụ cho phép cân bằng nhanh áp suất giữa hai cột hấp phụ vừa giúp tận dụng được lượng khí bán thành phẩm còn lại ở cuối mỗi chu trình tách trong cột hấp phụ đưa vào chu trình tách tiếp theo được tái sử dụng một cách tối đa để giảm tiêu thụ năng lượng.

Để tăng chất lượng khí oxy thu được khí nén còn được dẫn qua thiết bị sấy, thiết bị tách nước, tách dầu và qua than hoạt tính trước khi cấp vào trong cột hấp phụ. Quá trình này cho phép loại bỏ hơi nước, dầu và các tạp chất như bụi bẩn có trong không khí.

Thiết bị sản xuất oxy theo sáng chế có thể vận hành hoàn toàn tự động bằng cách sử dụng các van điện từ và lập trình điều khiển các van này thực hiện thông qua bộ vi xử lý bên ngoài.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1. Thử nghiệm sản xuất oxy bằng thiết bị làm giàu oxy

Để đánh giá hiệu quả của thiết bị và quy trình vận hành thiết bị làm giàu oxy theo sáng chế. Thiết bị đánh giá bao gồm cột hấp phụ A, cột hấp phụ B được nhồi vật liệu

sàng phân tử zeolit, bình đệm C chứa sản phẩm tạm thời có van tiết lưu 212 và cặp van một chiều 210 và 211 để hồi khí oxy về đầu ra của các cột hấp phụ. Giữa hai cột hấp phụ này có bố trí các ống thông với van điều áp đầu vào 23, van điều áp thân giữa 29 và van điều áp đầu ra 26, tương ứng. Các cột hấp phụ này còn bố trí cặp van cấp 21 và 22, cặp van xả 24 và 25 và cặp van thu hồi sản phẩm 27 và 28 lắp tương ứng cho mỗi cột như trên Hình 1. Quy trình vận hành được thực hiện theo quy trình theo sáng chế.

Thiết bị thử nghiệm đối chứng là thiết bị như được thể hiện trong Hình 3 tương tự như thiết bị, nhưng không có bình đệm C, van tiết lưu và các van điều áp đầu vào, van điều áp thân giữa. Quy trình vận hành được thực hiện theo Berlin và cộng sự.

Các cột hấp phụ A và B có kích thước 60x200 cm, trong đó được nhồi vật liệu sàng phân tử zeolit với khối lượng zeolit trong mỗi cột là 300kg.

Áp suất làm việc máy nén khí là từ 0,8 đến 1 MPa, lưu lượng máy nén khí là 6,5 m³/phút. Không khí được xử lý trước khi nén vào cột hấp phụ với thành phần được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Thành phần không khí khô cấp vào cột hấp phụ

Thành phần	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂	Khác	Tổng
Nồng độ(%)V	20,93	78,03	0,932	0,03	0,078	100

Để vận hành, hai thiết bị được vận hành theo cùng điều kiện thời gian. Kết quả về sự biến thiên về áp suất trong hai cột được đo và lập biểu đồ theo thời gian như trong Hình 2. Trong đó (a) là đường biến thiên áp suất của hai cột trong một chu trình làm việc theo sáng chế và (b) là đường biến thiên áp suất của hai cột làm việc trong một chu trình làm việc theo Berlin, tương ứng cho hai cột hấp phụ A và B.

Kết quả cho thấy cả áp suất cân bằng và áp suất làm việc của (a) đều cao so với (b) 3,5 at (3,4.10⁵Pa) so với 2,9 at (2,84.10⁵Pa) và 7 at (6,86.10⁵Pa) so với 6 at (5,8.10⁵Pa). Điều này giải thích một phần do thiết bị theo sáng chế sử dụng van tiết lưu và van một chiều cho phép duy trì được áp suất trong cột. Đồng thời, bằng việc sử dụng các van điều áp cân bằng áp suất nên trong bước cân bằng áp suất của hai cột cũng nhanh chóng đạt về áp suất cân bằng cao hơn so với phương pháp và thiết bị theo Berlin mà không cần thêm thời gian tăng áp. Điều này cho phép thiết bị hoạt động với hiệu suất cao hơn,

giúp giảm thời gian tăng áp so với thiết bị và phương pháp của Berlin trong cùng điều kiện vận hành.

Ví dụ 2. Đánh giá hiệu suất và chất lượng của hai quy trình

Để so sánh, đánh giá về hiệu suất làm việc. Hiệu suất và chất lượng của sản phẩm được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2: Chất lượng và lưu lượng oxy thu được

	Nồng độ Oxy (%)	Lưu lượng (L/phút)	Độ ồn (db)
Berlin	91	400	65
Sáng chế	93,9	450	55

Kết quả thể hiện trên bảng 2 cho thấy chất lượng sản phẩm thu được theo sáng chế có nồng độ oxy cao hơn so với thiết bị và phương pháp của Berlin (93,9% so với 91%), điều này cho thấy hiệu quả giảm các tạp chất trong quá trình vận hành. Ngoài ra, do áp suất làm việc lớn hơn, nên lưu lượng sản phẩm oxy thu được cũng cao hơn khoảng 12,5% (450 lít/phút so với 400 lít/phút), đồng thời giảm được độ ồn (từ 65 db xuống còn 55 db với lưu ý rằng áp suất làm việc của thiết bị theo sáng chế lớn hơn).

Do đó, bằng cách cải tiến thiết bị và phương pháp vận hành, sáng chế cho phép duy trì được áp suất làm việc cao hơn trong cùng điều kiện, từ đó tăng được hiệu suất thu hồi sản phẩm cũng như tăng được chất lượng sản phẩm oxy thu được.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Thiết bị làm giàu oxy theo sáng chế được cải tiến về cơ bản dựa trên chu trình hấp phụ thay đổi áp suất của vật liệu sàng phân tử zeolit, bằng cách bổ sung các đường cân bằng áp ở cả đầu vào, thân và đầu ra của cột hấp phụ và sử dụng bình đệm C để chứa tạm thời đồng thời trích khí oxy thành phẩm để tái sinh vật liệu sàng phân tử zeolit, thiết bị cho phép giảm thời gian cân bằng cột, giúp vận hành và cấp sản phẩm oxy liên tục, đồng thời tận dụng được phần không khí bán thành phẩm giàu oxy có trong thân của cột hấp phụ trong quá trình cân bằng cột.

Quy trình vận hành thiết bị làm giàu oxy theo sáng chế cho phép giảm chi phí sản xuất, thuận lợi trong thao tác, lắp đặt. Với đường lấy sản phẩm để rửa cột tái sinh phía

sau bình đệm oxy vừa giúp giữ được áp suất làm việc trong các cột hấp phụ cao hơn vừa tăng tỷ lệ thu hồi và độ tinh khiết sản phẩm.

Bằng việc thiết kế các đường cân bằng áp suất giữa hai cột vừa tăng hiệu suất cân bằng, vừa tận dụng được lượng khí còn lại ở cuối mỗi chu trình tách trong cột hấp phụ được tái sử dụng tối đa cho chu trình tách tiếp theo để giảm phát thải và giúp tiết kiệm năng lượng đồng thời tăng được hiệu suất làm việc trong quá trình cân bằng. Quy trình làm việc theo sáng chế cho phép thu được khí oxy với độ tinh sạch lên tới 93,9% so với 91% như phương pháp thông thường, thích hợp trong sản xuất khí oxy tinh sạch dùng trong y tế.

Quy trình vận hành thiết bị làm giàu oxy theo sáng chế dễ dàng tự động hóa, cho phép vận hành êm với hiệu suất cao, giảm độ ồn, tiết kiệm năng lượng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị làm giàu oxy bao gồm cột hấp phụ thứ nhất (A) và cột hấp phụ thứ hai (B) được nhồi vật liệu sàng phân tử zeolit được nối thông với nhau, bình đệm (C) chứa sản phẩm tạm thời có van tiết lưu (212) để hồi khí oxy từ bình đệm (C) về cột hấp phụ để tái sinh vật liệu sàng phân tử zeolit trong cột hấp phụ, trong đó:

cột hấp phụ thứ nhất (A) và cột hấp phụ thứ hai (B) có dạng hình trụ, trên đó có bố trí ba đường dẫn nối thông với nhau lần lượt ở đầu vào, thân giữa và đầu ra với các van điều áp đầu vào (23), van điều áp thân giữa (29) và van điều áp đầu ra (26), tương ứng; ở đầu vào của cột hấp phụ thứ nhất (A) và cột hấp phụ thứ hai (B) này lần lượt bố trí van cấp thứ nhất (21) và van cấp thứ hai (22) nối với máy nén khí để điều chỉnh dòng không khí từ máy nén khí cấp vào cột hấp phụ thứ nhất (A) hoặc cột hấp phụ thứ hai (B), đầu vào của mỗi cột hấp phụ này cũng bố trí các van xả thứ nhất (25) và van xả thứ hai (24), tương ứng, gắn với bộ tiêu âm để giảm âm trước khi xả khí nén trong cột ra ngoài môi trường;

ở đầu ra của cột hấp phụ thứ nhất (A) và cột hấp phụ thứ hai (B) này lần lượt bố trí van thu hồi sản phẩm thứ nhất (27) và van thu hồi sản phẩm thứ hai (28) nối với bình đệm (C) để đưa sản phẩm oxy chứa tạm thời vào bình đệm (C) này, trên bình đệm (C) này có đường dẫn bố trí van tiết lưu (212) quay trở lại đầu ra của cột hấp phụ thứ nhất (A) thông qua van một chiều thứ nhất (211) và đầu ra của cột hấp phụ thứ hai (B) thông qua van một chiều thứ hai (210);

khác biệt ở chỗ:

giữa cột hấp phụ thứ nhất (A) và cột hấp phụ thứ hai (B) bố trí ba đường dẫn nối thông với nhau lần lượt ở đầu vào, thân giữa và đầu ra với các van điều áp đầu vào (23), van điều áp thân giữa (29) và van điều áp đầu ra (26) cho phép quá trình cân bằng áp giữa hai cột xảy ra đồng thời cả ở đầu ra, thân giữa và đầu vào giữa hai cột này;

bình đệm (C) được sử dụng để lưu trữ tạm thời sản phẩm khí oxy và trên bình đệm (C) này có đường dẫn bố trí van tiết lưu (212) để dẫn khí oxy thành phẩm quay trở lại đầu ra của cột hấp phụ thứ nhất (A) thông qua van một chiều thứ nhất (211) và đầu ra của cột hấp phụ thứ hai (B) thông qua van một chiều thứ hai (210) để tái sinh vật liệu sàng phân tử zeolit chứa trong cột hấp phụ.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị này còn có cơ cấu sấy, cơ cấu tách nước, cơ cấu tách dầu và bộ lọc than hoạt tính để loại bỏ tạp chất trong không khí trước khi cấp vào các cột hấp phụ.

3. Quy trình vận hành thiết bị làm giàu oxy theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 2, trong đó quy trình này bao gồm các bước:

a) vận hành cột hấp phụ thứ nhất (A) bằng cách cấp không khí nén vào cột thông qua van cấp thứ nhất (21) lên đến áp suất làm việc, đồng thời mở van xả thứ hai (24) để xả áp trong cột hấp phụ thứ hai (B) xuống áp suất khí quyển;

b) thu sản phẩm oxy từ cột hấp phụ thứ nhất (A) bằng cách tiếp tục cấp khí nén qua van cấp thứ nhất (21), đồng thời mở van thu hồi sản phẩm thứ nhất (27) để nén oxy vào bình đệm (C), cuối giai đoạn thu hồi sản phẩm ở cột hấp phụ thứ nhất, tiến hành mở van tiết lưu (212) để cấp một phần khí oxy từ bình đệm (C) vào đầy phần thể tích rỗng ở cột hấp phụ thứ hai (B) thông qua van một chiều thứ hai (210) để đuổi nito ra khỏi cột, tái sinh vật liệu sàng phân tử trong cột hấp phụ thứ hai (B), sau đó đóng van xả thứ hai (24) để tăng áp suất cho cột hấp phụ thứ hai (B);

c) cân bằng áp suất giữa hai cột hấp phụ bằng cách đóng tất cả các van trừ van cấp thứ nhất (21), và mở đồng thời van điều áp đầu vào (23), van điều áp thân giữa (29) và van điều áp đầu ra (26) nối thông ở đầu vào, thân và đầu ra giữa hai cột hấp phụ để áp suất trong hai cột này đạt đến áp suất cân bằng;

d) vận hành cột hấp phụ thứ hai (B) bằng cách khóa các van điều áp giữa hai cột hấp phụ và van cấp thứ nhất (21), đồng thời cấp không khí nén vào cột thông qua van cấp thứ hai (22) lên đến áp suất làm việc, đồng thời mở van xả thứ nhất (25) để xả áp trong cột hấp phụ thứ nhất (A) xuống áp suất khí quyển;

e) thu sản phẩm oxy từ cột hấp phụ thứ hai (B) bằng cách tiếp tục cấp khí nén qua van cấp thứ hai (22), đồng thời mở van thu hồi sản phẩm thứ hai (28) để nén oxy vào bình đệm (C), cuối giai đoạn thu hồi sản phẩm ở cột hấp phụ thứ hai, tiến hành mở van tiết lưu (212) để cấp một phần khí oxy từ bình đệm (C) vào đầy phần thể tích rỗng ở cột hấp phụ thứ nhất (A) thông qua van một chiều thứ nhất (211) để đuổi nito ra khỏi cột và tái sinh vật liệu sàng phân tử trong cột hấp phụ thứ nhất (A), sau đó đóng van xả thứ nhất (25) để tăng áp suất cho cột hấp phụ thứ nhất (A);

f) tái cân bằng áp suất giữa hai cột hấp phụ bằng cách đóng tất cả các van, ngừng cấp khí, và mở đồng thời van điều áp đầu vào (23), van điều áp thân giữa (29) và van điều áp đầu ra (26) ở đầu vào, thân và đầu ra giữa hai cột hấp phụ để áp suất trong hai cột này đạt đến áp suất cân bằng;

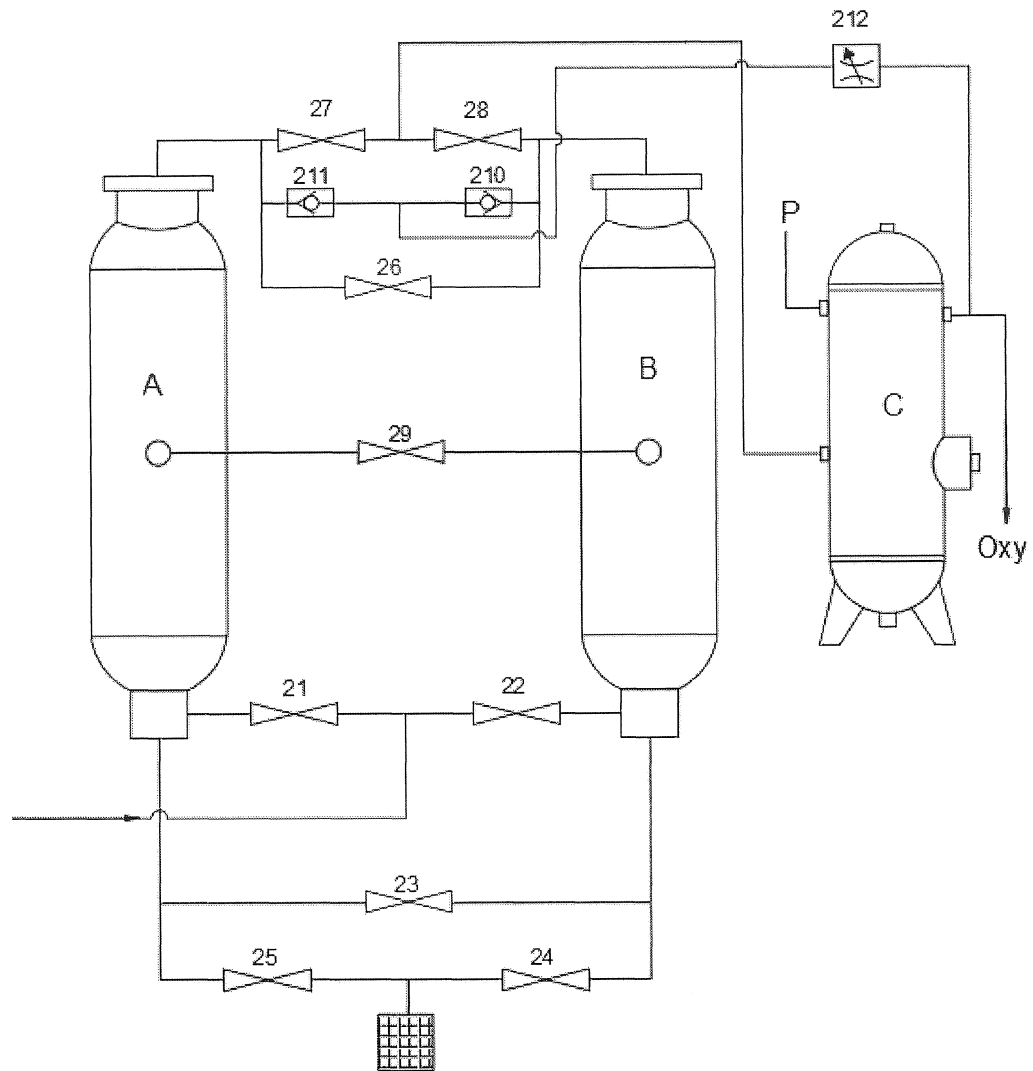
lặp lại các bước từ (a) đến (f) để liên tục vận hành thiết bị làm giàu oxy, phân khí oxy chứa trong bình đệm (C) được chiết nạp ra bình chứa để thu được khí oxy thành phẩm; khác biệt ở chỗ:

sản phẩm khí oxy được chứa tạm thời trong bình đệm (C) và trong bước b) và bước e) một phần sản phẩm khí oxy từ bình đệm (C) được sử dụng để tái sinh vật liệu sàng phân tử trong cột hấp phụ đồng thời tẩy rửa đuôi N_2 ra khỏi cột làm tăng độ tinh khiết cho sản phẩm oxy thu được và tăng áp suất cho cột hấp phụ sau khi vật liệu hấp phụ trong cột được tái sinh;

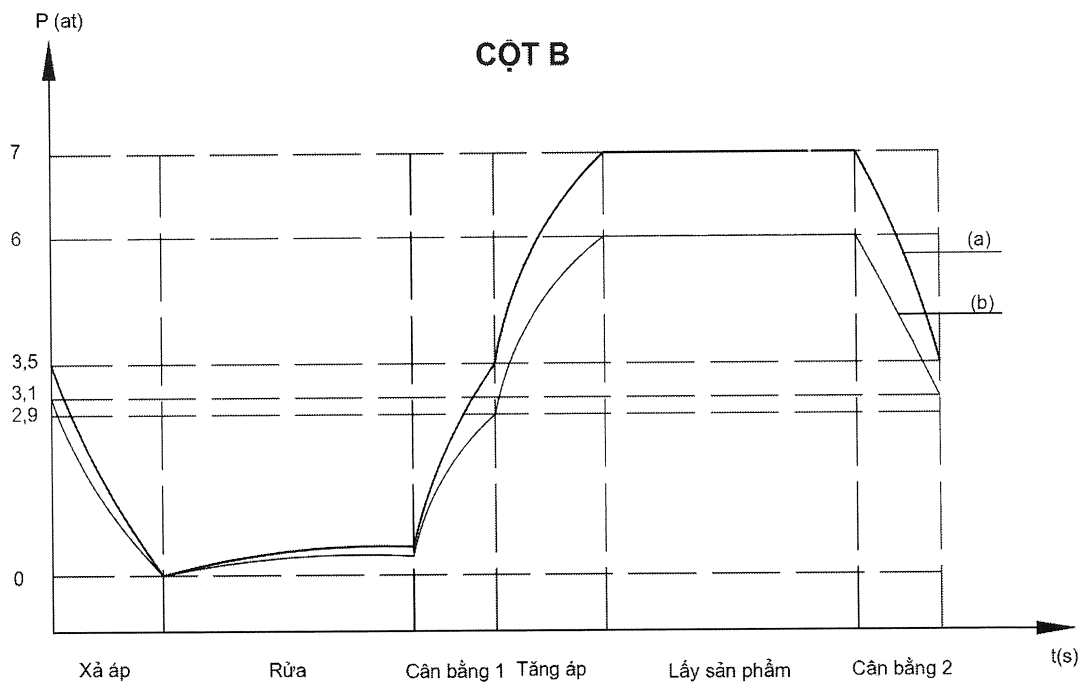
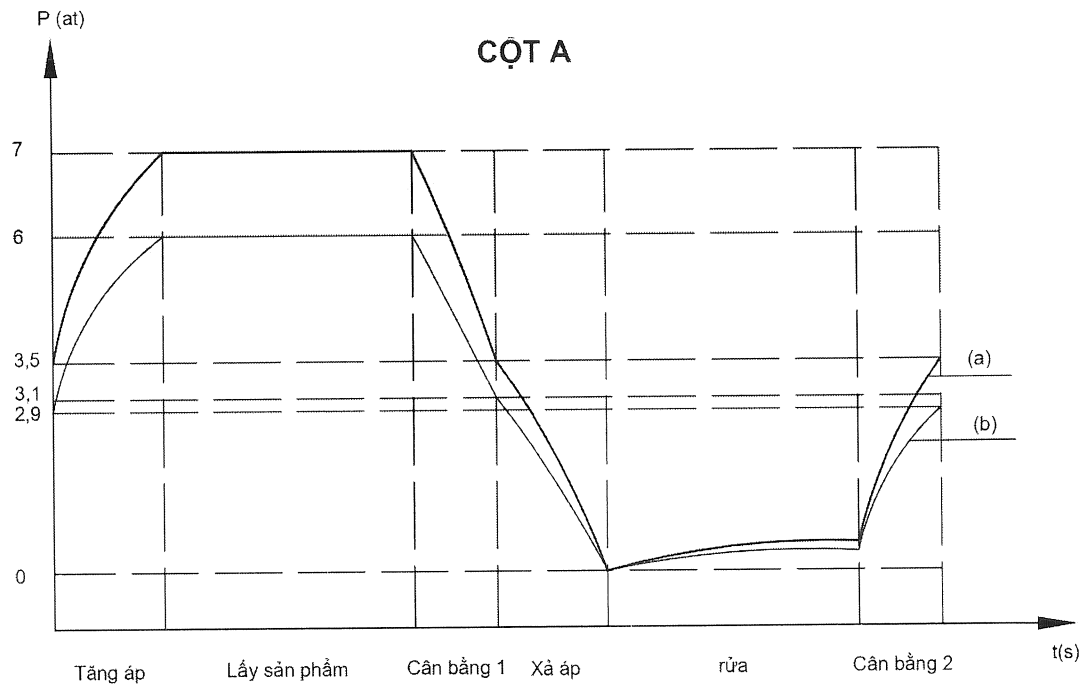
trong bước c) và bước f) mở đồng thời van điều áp đầu vào (23), van điều áp thân giữa (29) và van điều áp đầu ra (26) nối thông ở đầu vào, thân và đầu ra giữa hai cột hấp phụ cho phép cân bằng đồng thời áp suất ở các phần giữa hai cột hấp phụ vừa tận dụng được lượng khí bán thành phẩm trong thân cột vừa giúp hai cột hấp phụ nhanh chóng đạt đến áp suất cân bằng, giảm thời gian tăng áp và giảm tiếng ồn do xả áp.

4. Quy trình theo điểm 3, trong đó khí nén còn được dẫn qua cơ cấu sấy, cơ cấu tách nước, cơ cấu tách dầu và bộ lọc than hoạt tính để loại bỏ tạp chất trong không khí trước khi cấp vào các cột hấp phụ.

HÌNH 1



HÌNH 2



HÌNH 3

