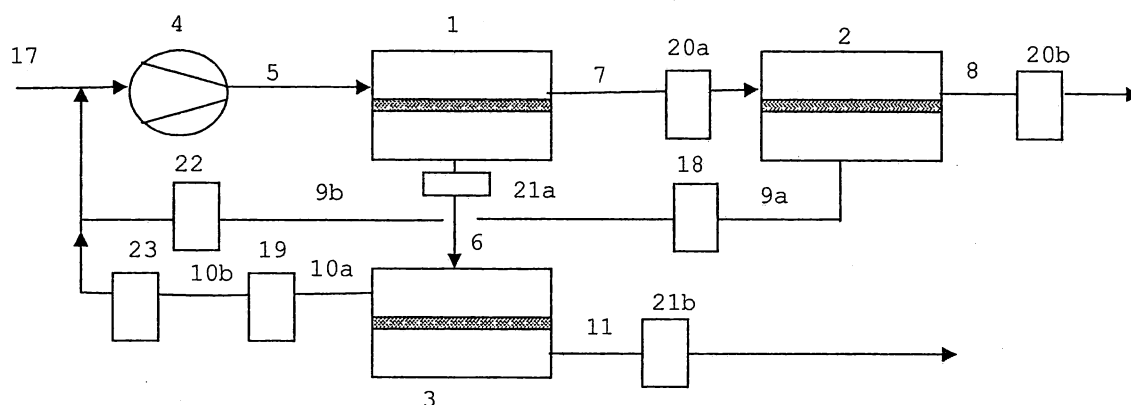


(74) Văn phòng luật sư Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới phương pháp điều khiển thiết bị tách khí, tới thiết bị được khiến như vậy và cũng đề cập tới việc sử dụng thiết bị tách các hỗn hợp khí, đặc biệt là trong việc xử lý khí sinh học hoặc khí tự nhiên.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đã biết các màng tách cho phép tách một cách tương đối dễ dàng các khí ra khỏi nhau trong quy trình vận hành bằng áp suất. Mặc dù các khí được tách ra như vậy với giá thành thấp, song độ tinh khiết của các sản phẩm thu được thường cũng là thấp.

Đặc biệt là khi cả hai thành phần của một hỗn hợp khí hai thành phần cần được tách ở dạng rất tinh khiết, thì chi phí để tạo kết cấu kỹ thuật cho các màng và để điều khiển quy trình sẽ là lớn hơn nhiều so với trường hợp kết cấu nối liền động một tầng tách đơn giản, trong đó, ví dụ, duy nhất thành phần khí không thấm qua màng sẽ có thể thu được với một độ tinh khiết nhất định, trong khi thành phần khí thấm qua màng có thể được loại bỏ (như đối với quy trình sản xuất nitơ từ không khí, chẳng hạn). Chi phí cao này là cần thiết, ví dụ, với việc tách cacbon đioxit và metan (ví dụ, trong khí tự nhiên hoặc khí sinh học), trong đó metan là một loại khí có giá trị mong muốn có mặt một cách tuyệt đối trong khí sản phẩm để nhờ đó có thể đạt được giá trị gia tăng tối đa, và được mong muốn có mặt trong khí thải với nồng độ rất thấp, do metan là khí nhà kính và không được mong muốn đi vào bầu khí quyển. Kịch bản tương tự xảy ra với việc tách khí tổng hợp thành cacbon monoxit và hydro.

Sự chênh lệch áp suất riêng phần của mỗi thành phần giữa phía không thấm qua màng và phía thấm qua màng của màng tách là động lực tách trong quy trình tách thông thường hỗn hợp khí hai thành phần bằng một màng tách. Đối với một mức áp suất nhất định ở phía không thấm qua màng, một lượng nhất định hỗn hợp khí có thể được dẫn động qua màng để tạo ra một nồng độ nhất định của thành phần chậm hơn trong khí không thấm qua màng. Khi thành phần của khí cấp thay đổi, thì thành phần của khí không thấm qua màng và thành phần của khí thấm qua màng cũng sẽ thay đổi. Hệ này cũng sẽ thay đổi khi thay đổi lưu lượng khí cấp. Thông thường, các thay đổi về nồng độ

trong khí không thấm qua màng và/hoặc khí thấm qua màng được đưa ra làm biến điều khiển và do đó lưu lượng khí cấp hoặc áp suất của phần khí không thấm qua màng được điều chỉnh sao cho nồng độ mong muốn trong khí thấm qua màng và/hoặc không thấm qua màng được thiết lập lại. Các ví dụ về các chế độ điều khiển như vậy được chỉ ra, ví dụ, trong EP 1324815, US 4806132 và US 5281253.

Như đã được đề cập, các sản phẩm cuối rất tinh khiết thường được tách bằng cách sử dụng các kết cấu màng nối liên động nhiều cấp. Các ví dụ về chúng được chỉ ra trong WO 2012/000727, US 6,565,626 và US 6,168,649.

Các nồng độ trong các dòng sản phẩm trong một kết cấu nối liên động một cấp hoặc hai cấp có cấp không thấm qua màng hoặc ba cấp không thể thiết lập được mà không ảnh hưởng tới hai nồng độ tương đối với nhau. Việc thay đổi, ví dụ, áp suất của phần khí không thấm qua màng trong dòng sản phẩm không thấm qua màng (là áp suất chính hoặc áp suất vận hành của hệ thống), sẽ chỉ phối thành phần của khí thấm qua màng cũng như thành phần của khí không thấm qua màng. Cùng một lý luận như vậy đối với việc thay đổi mức khí cấp.

Việc sử dụng một kết cấu nối liên động ba cấp đã được mô tả trong WO2012000727 A1 để tách hỗn hợp của metan và CO₂ sao cho thu được metan với hiệu suất trên 99% đồng thời độ tinh khiết của các khí không thấm qua màng và các khí thấm qua màng vượt quá mức 97%. Do vậy, quy trình này tách hỗn hợp khí gồm hai hoặc nhiều thành phần trong một kết cấu nối liên động ba cấp sao cho hai thành phần có thể được tách ở dạng tương đối tinh khiết khi khí hỗn hợp này là một hỗn hợp hai thành phần. Tuy nhiên, trong quy trình này, khi thành phần của khí thô thay đổi hoặc khi lượng khí cần được xử lý tăng hoặc giảm, thì các thành phần của khí không thấm qua màng và của khí thấm qua màng sẽ thay đổi đáng kể trong mỗi trường hợp, điều này là không mong muốn. Do đó, việc kết nối một thiết bị tách khí như vậy, ví dụ, với một thiết bị sản xuất khí sinh học sẽ có vấn đề.

Sở dĩ như vậy là do khi các thay đổi về dòng khí cấp được cố gắng hiệu chỉnh thông qua việc thay đổi áp suất chính (là áp suất vận hành, hoặc áp suất trong dòng sản phẩm không thấm qua màng, hoặc áp suất khí sản phẩm không thấm qua màng), thì lưu lượng theo thể tích không thấm qua màng cũng sẽ thay đổi. Điều đó là không mong muốn trong nhiều trường hợp, do khí trong các trường hợp này được cấp vào đường ống vận

chuyển và đường ống này đòi hỏi một áp suất tối thiểu và thường cũng đòi hỏi một thể tích tối thiểu và/hoặc tối đa. Do đó, một số giải pháp kỹ thuật đã biết, ví dụ, trong EP 1324815 đề xuất việc lắp đặt thêm một máy nén trong dòng sản phẩm để điều chỉnh áp suất cho đường ống vận chuyển. Đây là một nhược điểm về mặt tiết kiệm năng lượng và chi phí và bất tiện cho công nghệ điều khiển và không hấp dẫn về mặt thương mại. Hơn thế nữa, như được giải thích ở trên, một kết cấu nối liên động ba tầng tách không thể sử dụng được để chi phối chất lượng thấm qua màng một cách độc lập với chất lượng không thấm qua màng bằng cách điều chỉnh áp suất chính.

Do đó, liên tục có nhu cầu rất lớn về các thiết bị tách hỗn hợp khí và/hoặc phương pháp điều khiển có thể kết nối được với các nguồn cấp khí có các thay đổi về thành phần, áp suất và lưu lượng và có thể tạo ra hai hoặc nhiều sản phẩm với độ tinh khiết cao một cách đồng thời, với chất lượng nhất quán và với áp suất khí nhất quán của sản phẩm.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp điều khiển thiết bị tách khí và thiết bị tách khí được điều khiển như vậy, trong đó các nhược điểm của các phương pháp và các thiết bị đã biết lần lượt đã được khắc phục hoặc làm giảm đáng kể.

Mục đích cụ thể của sáng chế là đề xuất phương pháp và thiết bị cho phép tạo ra hai hoặc nhiều sản phẩm với độ tinh khiết cao một cách đồng thời.

Một mục đích rất cụ thể của sáng chế là đề xuất phương pháp và thiết bị cho phép tạo ra hai hoặc nhiều sản phẩm với độ tinh khiết cao một cách đồng thời ngay cả khi thay đổi thành phần khí thô và/hoặc áp suất và/hoặc thể tích. Đặc biệt hơn, thiết bị hoặc phương pháp này cũng có thể tạo điều kiện thuận lợi cho việc tạo ra các chất lượng nhất quán, tức là, nằm trong các khoảng biến thiên hẹp, tốt hơn là với sự vận hành liên tục.

Phương pháp/thiết bị tách khí theo sáng chế sẽ có thể đặc biệt linh hoạt với một đối tượng cụ thể và chất lượng không thấm qua màng và chất lượng thấm qua màng sẽ có thể điều khiển độc lập với nhau. Với một mục đích rất cụ thể, có thể cho phép thiết bị này sẽ có thể điều khiển được, ví dụ, phù hợp với sự thay đổi trong dòng khí thô, mà không cần phải mở thông thêm hoặc đóng bớt các vùng màng, và/hoặc phải điều chỉnh áp suất chính (áp suất của dòng khí sản phẩm không thấm qua màng), để tạo ra các dòng khí sản phẩm, mà không cần phải nén lại bổ sung, hữu ích làm liệu cấp, tốt hơn là liên tục cho

đường ống vận chuyển khí.

Sẽ tốt hơn, nếu hệ thống điều khiển theo sáng chế đơn giản và tùy ý có thể tích hợp được vào trong các thiết bị hiện có.

Các mục đích khác không được nhắc đến sẽ trở nên rõ ràng thông qua toàn bộ phần mô tả sáng chế, các ví dụ thực hiện sáng chế, các điểm yêu cầu bảo hộ và các hình vẽ kèm theo.

Các mục đích của sáng chế sẽ đạt được lần lượt bởi thiết bị như được xác định trong các điểm 1 và 20 yêu cầu bảo hộ và bởi phương pháp như được xác định trong các điểm 11 và 13 yêu cầu bảo hộ.

Phương pháp theo sáng chế và thiết bị tách khí theo sáng chế khác biệt ở chỗ, chúng liên quan tới một kết cấu màng nối liên động bao gồm ít nhất một tầng tách dòng khí cấp, một tầng tách phần khí không thấm qua màng và một tầng tách phần khí thấm qua màng, trong đó dòng khí thấm qua màng thứ hai của tầng tách phần khí không thấm qua màng và dòng khí không thấm qua màng thứ ba của tầng tách phần khí thấm qua màng được hồi lưu và được trộn với dòng khí thô. Bằng cách điều khiển lưu lượng của hai dòng này và nhờ đó điều khiển áp suất của phần khí thấm qua màng của tầng tách phần khí không thấm qua màng và/hoặc áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng, các tác giả sáng chế đã đạt được các mục đích đã nêu trên một cách đáng ngạc nhiên.

Các tác giả sáng chế nhờ đó đã thành công trong việc đề xuất phương pháp và thiết bị mà trong đó độ tinh khiết và hiệu suất của các dòng sản phẩm của tầng tách phần khí không thấm qua màng và của tầng tách phần khí thấm qua màng có thể được điều chỉnh độc lập với nhau. Các hiệu suất rất cao cùng với các độ tinh khiết rất tốt có thể đạt được ngay cả trong trường hợp có các biến động trong dòng khí thô.

Phương pháp theo sáng chế còn cho phép có thể duy trì áp suất chính (áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí không thấm qua màng) không đổi, nhờ đó thiết bị tách khí theo sáng chế có thể được nối với đường ống vận chuyển khí mà không cần phải có phương tiện nén bổ sung.

Thiết bị tách khí theo sáng chế là đặc biệt hữu ích để xử lý các dòng khí thô từ các thiết bị sản xuất khí sinh học. Trong các thiết bị thuộc loại này, lượng khí thô được tạo ra và thành phần của khí thô thường xuyên thay đổi. Các thay đổi dễ dàng được bù đắp bởi

sự điều khiển đề xuất bởi sáng chế.

Sự điều khiển được đề xuất bởi sáng chế là đơn giản và có thể tích hợp được vào trong các thiết bị tách khí hiện có.

Phương pháp theo sáng chế cũng có tính linh hoạt do việc hai hoặc nhiều kiểu bộ cảm biến khác nhau có thể được sử dụng một mình hoặc kết hợp với nhau. Thành phần của các dòng có thể được dùng để kiểm soát áp suất trong các tầng tách, cũng như lưu lượng của các dòng được cung cấp cho các tầng tách này. Đáng chú ý là, với việc sử dụng các bộ cảm biến lưu lượng, một phương pháp kinh tế, nhanh và đơn giản được thực hiện ngay sau khi cân chỉnh.

Do đó, sáng chế đề xuất các thiết bị như được xác định trong các điểm 1 và 20 yêu cầu bảo hộ và phương pháp như được xác định trong các điểm 11 và 13 yêu cầu bảo hộ. Các phương án được ưu tiên là được xác định trong các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 thể hiện dưới dạng sơ đồ khối một kết cấu nối liên động theo sáng chế làm ví dụ bao gồm các phương tiện đo 20a và 20b, 21a và 21b, 22 và 23 và cả các phương tiện điều chỉnh 18 và 19. Các phương tiện điều chỉnh trong dòng khí thô 17 và bộ điều khiển và phương tiện xử lý dữ liệu không được thể hiện. Tuy nhiên, việc sử dụng và kết cấu của chúng sẽ trở nên rõ ràng thông qua toàn bộ nội dung của phần mô tả này. Fig.1 thể hiện một kết cấu theo sáng chế cùng với các dòng hồi lưu 9b và 10b vào phía hút của máy nén. Các kết cấu tùy chọn khác được nêu trong phần mô tả, ví dụ, việc hồi lưu một hoặc nhiều dòng 9b hoặc 10b vào các giai đoạn nén cao của máy nén 4 hoặc việc không có các phương tiện đo 22 và 23 hoặc chỉ với một vài trong số các phương tiện đo 20a và 20b và/hoặc 21a và 21b, là có thể dễ thấy được bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này dưới dạng một cải biến của kết cấu được thể hiện trên Fig.1 và do đó không được thể hiện một cách riêng rẽ. Fig.1 chỉ nhằm mục đích giải thích sáng chế và không được hiểu theo cách bất kỳ để giới hạn phạm vi bảo hộ.

Fig.2 là đồ thị thể hiện áp suất của phần khí thấm qua màng cần thiết trong tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 để đạt được đặc tính không thấm qua màng là 98,3% thành phần B trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8 và là 0,7% thành phần B trong dòng khí thấm qua màng thứ ba 11 được thể hiện dưới dạng hàm số của lưu

lượng theo thể tích của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7. Tỷ số diện tích được chọn cho các màng trong các tầng tách bằng màng là như sau: giai đoạn 1:giai đoạn 2:giai đoạn 3= 2:2:3. Ba đường cong được thể hiện đối với các nồng độ khác nhau của thành phần B (trong trường hợp này là CH_4) là 45, 55 và 65% trong dòng khí thô 17.

Fig.3 là đồ thị thể hiện áp suất của phần khí không thấm qua màng cần thiết trong tầng tách phần khí thấm qua màng 3 để đạt được đặc tính không thấm qua màng là 98,3% thành phần B trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8 và là 0,7% thành phần B trong dòng khí thấm qua màng thứ ba 11 được thể hiện dưới dạng hàm số của lưu lượng theo thể tích của dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6. Tỷ số diện tích được chọn cho các màng trong các tầng tách bằng màng là như sau: giai đoạn 1:giai đoạn 2:giai đoạn 3= 2:2:3. Ba đường cong, được hợp nhất lại với nhau, được mô tả đối với các nồng độ khác nhau của thành phần B (trong trường hợp này là CH_4) là 45%, 55% và 65% trong dòng khí thô 17.

Fig.4 là đồ thị thể hiện sự phụ thuộc của áp suất của phần khí thấm qua màng của tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 vào mức khí nguyên liệu của tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 để duy trì chất lượng khí sản phẩm.

Fig.5 là đồ thị thể hiện sự phụ thuộc của áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng 3 vào mức khí nguyên liệu của tầng tách phần khí thấm qua màng 3 để duy trì chất lượng khí thải.

Fig.6 là đồ thị thể hiện sự phụ thuộc của nồng độ metan trong khí thải 11 vào áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng 3.

Fig.7 là đồ thị thể hiện sự phụ thuộc của mức hồi lưu vào hàm lượng metan trong phần khí thấm qua màng 11 của tầng tách phần khí thấm qua màng 3.

Fig.8 là đồ thị thể hiện sự phụ thuộc của nồng độ metan trong khí sản phẩm 8 vào áp suất của phần khí thấm qua màng của tầng tách phần khí không thấm qua màng 2.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, sáng chế được mô tả một cách chi tiết. Trước hết, một số thuật ngữ quan trọng sẽ được định nghĩa.

Tỷ lệ giữa các phần khí thấm qua màng của các khí riêng rẽ xác định độ chọn lọc của màng đối với việc tách hai khí và do vậy biểu thị hiệu quả của màng về khả năng tách

một hỗn hợp khí hai thành phần. Thuật ngữ “phần khí thấm qua màng” được dùng để chỉ toàn bộ dòng được tạo ra ở phía áp suất thấp của màng, các môđun màng hoặc tầng tách bằng màng.

Thuật ngữ “khí thấm qua màng” được dùng để chỉ (các) thành phần mà mỗi màng, môđun màng hoặc tầng tách bằng màng giàu nó trong “dòng khí thấm qua màng” so với dòng vào tương ứng.

Thuật ngữ “phần khí không thấm qua màng” được dùng để chỉ toàn bộ dòng được tạo ra bên phía áp suất cao của màng, các môđun màng hoặc tầng tách bằng màng và không thấm qua màng.

Thuật ngữ “khí không thấm qua màng” được dùng để chỉ (các) thành phần mà mỗi màng, môđun màng hoặc tầng tách bằng màng giàu nó trong “dòng khí không thấm qua màng” so với dòng vào tương ứng.

Thuật ngữ “khí thô/hỗn hợp khí thô/dòng khí thô” 17 được dùng để chỉ một hỗn hợp khí gồm hai hoặc nhiều khí và được dùng để chỉ dòng hỗn hợp khí mà mỗi khí được tách nhờ việc sử dụng phương pháp theo sáng chế và/hoặc thiết bị tách khí theo sáng chế.

Thuật ngữ “dòng khí cấp” 5 dùng để chỉ dòng khí được cung cấp cho tầng tách dòng khí cấp 1. Dòng này có thể là dòng khí thô 17, tương ứng với dòng khí thô đã được nén bởi máy nén, khi bắt đầu quy trình. Sau khi quay vòng lại dòng khí thấm qua màng thứ hai 9b và dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10b, dòng khí cấp 5 sẽ bao gồm các khí của dòng khí thô 17, của dòng khí thấm qua màng thứ hai 9b tương ứng với các khí của dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10b. Dòng khí cấp 5 có thể được tạo ra bởi các dòng 9b và 10b được trộn lẫn ở dạng hoặc là cả hai cùng với dòng khí thô 17 chưa được nén hoặc là cả hai cùng với dòng khí thô đã được nén hoặc là một trong hai cùng với dòng khí thô chưa được nén và dòng còn lại cùng với dòng khí thô đã được nén, hoặc bởi các dòng 9b và/hoặc 10b được trộn với dòng khí thô 17 trong máy nén. Các phương án kết hợp đã nêu này cấu thành một phần sáng chế.

Thuật ngữ “tầng tách dòng khí cấp” 1 dùng cho một công đoạn tách bằng màng để tách dòng khí cấp 5 thành dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6 và dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7.

Thuật ngữ “tầng tách phần khí không thấm qua màng” 2 dùng cho một công đoạn tách bằng màng (có thể là giống hoặc khác về mặt cấu trúc với tầng tách dòng khí cấp 1)

để tách dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 thành dòng khí thấm qua màng thứ hai 9a + 9b và dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8.

Thuật ngữ “tầng tách phần khí thấm qua màng” 3 dùng cho một công đoạn tách bằng màng (cấu trúc của nó có thể là giống hoặc khác với cấu trúc của tầng tách dòng khí cấp 1 và/hoặc tầng tách phần khí không thấm qua màng 2) để tách dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6 thành dòng khí thấm qua màng thứ ba 11 và dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10a + 10b.

Tiếp theo, sáng chế mô tả các phương án cụ thể và được ưu tiên của các phương pháp theo sáng chế và cả các kết cấu đặc biệt thích hợp và được ưu tiên và cả các hình vẽ và phần mô tả các hình vẽ sẽ được sử dụng chỉ để minh họa sáng chế; tức là, sáng chế không chỉ giới hạn ở các phương án hoặc việc sử dụng được lấy làm ví dụ này và sự kết hợp cụ thể của các dấu hiệu kỹ thuật theo các phương án được lấy làm ví dụ cụ thể.

Các dấu hiệu cụ thể được chỉ ra và/hoặc được mô tả liên quan tới các phương án được lấy làm ví dụ cụ thể là không nhằm giới hạn các phương án được lấy làm ví dụ này hoặc tới sự kết hợp với các dấu hiệu khác của các phương án được lấy làm ví dụ này, nhưng có thể được kết hợp về mặt kỹ thuật có thể có với các biến thể khác bất kỳ cho dù chúng không được mô tả một cách tách biệt trong phần mô tả này.

Các số chỉ dẫn giống nhau trong các hình vẽ riêng rẽ và các phần minh họa cho các hình vẽ là để chỉ cho các thành phần giống hệt nhau hoặc tương đương hoặc các thành phần hoạt động theo cách giống hệt nhau hoặc tương đương. Các mô tả cho các hình vẽ cũng chỉ nhằm mục đích minh họa cho các dấu hiệu của sáng chế mà không cần phải có ký hiệu cụ thể, cho dù các dấu hiệu này sau đó chúng có được mô tả hay không. Mặt khác, các dấu hiệu được bao gồm trong phần mô tả của sáng chế nhưng không được chỉ ra cụ thể hoặc mô tả trong các hình vẽ cũng sẽ thấy rõ được một cách dễ dàng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Sáng chế đề cập tới thiết bị tách khí, bao gồm các tầng tách bằng màng bao gồm ít nhất một tầng tách dòng khí cấp 1, một tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 và một tầng tách phần khí thấm qua màng 3 và cả ít nhất một máy nén 4 và/hoặc ít nhất một, tốt hơn là một hoặc hai bơm chân không, trong đó

tầng tách dòng khí cấp 1 tách dòng khí cấp 5, gồm hai hoặc nhiều thành phần, thành

dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6 và dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7,

tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 chia dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 thành dòng khí thấm qua màng thứ hai 9a + 9b, trong đó 9a đặc tả cho phần dòng nằm trước phương tiện điều chỉnh 18 và nằm sau tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 và 9b đặc tả cho phần dòng nằm sau phương tiện điều chỉnh 18, và phần dòng 9b được cấp vào dòng khí cấp 5, và dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8 được loại bỏ ở dạng sản phẩm hoặc được xử lý tiếp,

tầng tách phần khí thấm qua màng 3 chia dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6 thành dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10a + 10b, trong đó 10a đặc tả cho phần dòng nằm trước phương tiện điều chỉnh 19 và nằm sau tầng tách phần khí thấm qua màng 3 và 10b đặc tả cho phần dòng nằm sau phương tiện điều chỉnh 19, và phần dòng 10b được cấp vào dòng khí cấp 5, và dòng khí thấm qua màng thứ ba 11, được loại bỏ ở dạng sản phẩm hoặc được xử lý tiếp hoặc được bỏ đi.

Thiết bị tách khí theo sáng chế, khác biệt ở chỗ:

- dòng khí thấm qua màng thứ hai 9a + 9b có ít nhất một phương tiện điều chỉnh phần khí thấm qua màng 18 mà nhờ nó áp suất của phần khí thấm qua màng của tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 có thể được tăng hoặc giảm và được điều chỉnh trên cơ sở các trị số đo được từ một hoặc nhiều phương tiện đo 20a trong dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 và/hoặc một hoặc nhiều phương tiện đo 20b trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8,

và/hoặc

- dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10a + 10b có ít nhất một phương tiện điều chỉnh phần khí không thấm qua màng 19 mà nhờ nó áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng 3 có thể được tăng hoặc giảm và được điều chỉnh trên cơ sở các trị số đo được từ một hoặc nhiều phương tiện đo 21a trong dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6 và/hoặc một hoặc nhiều phương tiện đo 21b trong dòng khí thấm qua màng thứ ba 11.

Phương pháp/thiết bị tách khí theo sáng chế được tạo kết cấu một cách khác biệt để sao cho ngay cả khi thay đổi thành phần hoặc lượng hoặc áp suất của dòng khí thô 17 được cung cấp vào dòng khí cấp 5 cùng với dòng khí thấm qua màng thứ hai 9b và dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10b, thì sự điều khiển được đề xuất bởi sáng chế vẫn có

thể đảm bảo chất lượng và hiệu suất nhất quán đối với hai dòng khí sản phẩm 8 và 11. Điều sẽ được nhấn mạnh đặc biệt là độ tinh khiết của các dòng khí sản phẩm 8 và 11 có thể được điều chỉnh một cách độc lập với nhau; tức là, sự điều khiển về độ tinh khiết và hiệu suất của hai dòng sản phẩm đã được tách riêng một cách thỏa đáng - khác hẳn với các phương pháp theo các giải pháp kỹ thuật đã biết. Các phương tiện điều chỉnh 18 và 19 được sử dụng theo sáng chế, được bố trí trong các dòng hồi lưu $9a + 9b$ và $10a + 10b$, cho mục đích này.

Thuật ngữ “phương tiện điều chỉnh” được sử dụng trong phần mô tả được hiểu là để chỉ các cơ cấu, các chi tiết kết cấu, các thiết bị hoặc các phần của thiết bị có thể cho phép tăng hoặc giảm áp suất trong các dòng hồi lưu $9a$ và $10a$. Danh sách không nhằm giới hạn về các phương tiện điều chỉnh có thể có bao gồm: các van tăng áp hoặc giảm áp, phương tiện giảm áp khí, bơm chân không, bơm tăng áp, phương tiện nén, đặc biệt là các máy nén.

Các phương tiện điều chỉnh 18 và 19 được điều chỉnh theo các trị số đo được bởi các phương tiện đo 20a, 20b, 21a và 21b.

Theo phương án thứ nhất của sáng chế, các phương tiện đo 20b và 21b xác định các thông số của các dòng sản phẩm 8 và 11 như, ví dụ, hàm lượng của một hoặc nhiều thành phần trong các dòng khí. Các thông số của các dòng khí sản phẩm 8 và/hoặc 11 có thể được đo bằng các phương tiện đo 20b và 21b trực tuyến hoặc ngoại tuyến, tùy thuộc vào phương tiện đo được sử dụng. Việc đo trực tuyến là được ưu tiên do việc điều chỉnh có thể cho kết quả nhanh hơn. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ biết các phương tiện đo thích hợp. Tuy nhiên, tốt hơn nếu chúng là các cơ cấu đo khí có khả năng xác định thành phần của các dòng khí có một hoặc nhiều thành phần, đặc biệt là các cơ cấu đo trong dòng sẽ đo trực tiếp trong dòng khí (thông qua mức độ hấp thụ hồng ngoại hoặc vận tốc âm, tỷ trọng, lưu lượng Coreolis chẳng hạn) và các cơ cấu đo bên ngoài theo các nguyên tắc đo tương tự, chúng lấy mẫu từ dòng cần đo và xác định các thông số một cách liên tục hoặc không liên tục. Chúng có ưu điểm ở chỗ có thể xác định được nhanh chóng thành phần và ngay lập tức có sẵn một biến đầu vào trong hệ thống điều khiển.

Trong trường hợp có sự thay đổi về thành phần của khí thô hoặc có sự thay đổi một chút về lượng hoặc áp suất của dòng khí thô 17 và/hoặc của dòng khí cấp 5, thì các

đặc tính, ví dụ, thành phần của các dòng sản phẩm 8 và 11 sẽ có thể thay đổi khi không có sự điều khiển ngược bất kỳ. Các phương tiện đo 20b và 21b tự động ghi các thay đổi như vậy và bắt đầu một biện pháp điều khiển ngược thông qua các phương tiện điều chỉnh 18 và 19, nhờ đó thiết bị tách khí theo sáng chế có thể được điều chỉnh để sao cho các đặc tính, đặc biệt là thành phần của các dòng khí sản phẩm 8 và 11 được đưa trở lại dải/hành lang đã định trước. Thiết bị tách khí theo sáng chế cho phép điều khiển đồng thời hai dòng khí sản phẩm 8 và 11, hoặc nếu không thì duy trì một trong hai dòng này nằm trong một hành lang đã định trước.

Do đó, theo phương án được ưu tiên thứ nhất này, sáng chế đề xuất phương pháp mà trong đó thiết bị tách khí theo sáng chế được điều chỉnh theo một hoặc nhiều trong số các lựa chọn sau:

i. Nồng độ của thành phần khó thấm qua màng B (tùy ý cũng được xác định thông qua một thông số tương ứng với nó) của dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8 tụt xuống dưới một giá trị xác định trước định trước, thì áp suất của dòng khí thấm qua màng thứ hai 9a được giảm bởi phương tiện điều chỉnh phần khí thấm qua màng 18 cho đến khi thông số nêu trên, đặc biệt là nồng độ được mong muốn, quay trở lại nằm trong khoảng xác định trước này.

ii. Nồng độ của thành phần khó thấm qua màng B (tùy ý cũng được xác định thông qua một thông số tương ứng với nó) của dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8 tăng vượt quá một giá trị xác định trước định trước, thì áp suất của dòng khí thấm qua màng thứ hai 9a được làm tăng bởi phương tiện điều chỉnh phần khí thấm qua màng 18 cho đến khi thông số nêu trên, đặc biệt là nồng độ được mong muốn, quay trở lại nằm trong khoảng xác định trước này.

iii. Nồng độ của thành phần khó thấm qua màng B (tùy ý cũng được xác định thông qua một thông số tương ứng với nó) của dòng khí thấm qua màng thứ ba 11 tụt xuống dưới một giá trị xác định trước định trước, thì áp suất của dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10a được tăng lên bởi phương tiện điều chỉnh phần khí không thấm qua màng 19 cho đến khi thông số nêu trên, tốt hơn là nồng độ được mong muốn, quay trở lại nằm trong khoảng xác định trước này.

iv. Nồng độ của thành phần khó thấm qua màng B (tùy ý cũng được xác định thông qua một thông số tương ứng với nó) của dòng khí thấm qua màng thứ ba 11 tăng

vượt quá một giá trị xác định trước định trước, thì áp suất của dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10a được giảm bởi phương tiện điều chỉnh phần khí không thấm qua màng 19 cho đến khi thông số nêu trên, đặc biệt là nồng độ được mong muốn, quay trở lại nằm trong khoảng xác định trước này.

Theo phương án được ưu tiên thứ hai, thiết bị tách khí theo sáng chế bao gồm các phương tiện đo 20a và 21a. Các phương tiện đo 20a và 21a lần lượt xác định các thông số của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 và của dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6, như lưu lượng theo thể tích chẳng hạn. Do đó, theo phương án này, các đặc tính của các dòng sản phẩm 8 và 11 không được phân tích, cũng như các đặc tính của các dòng khí được cấp vào tầng tách bằng màng thứ hai/thứ ba.

Trong trường hợp có biến động về thành phần hoặc thay đổi về lượng hoặc áp suất của dòng khí thô 17 hoặc của dòng khí cấp 5, mà không có mặt sự điều khiển ngược bất kỳ, thì sẽ có ảnh hưởng tới các đặc tính, ví dụ, thành phần hoặc lượng và áp suất của dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6 và của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7, một cách tương ứng. Các phương tiện đo 20a và 21a tự động ghi các thay đổi như vậy.

Sự hiệu chỉnh thiết bị khiến có thể tạo tương quan các đặc tính của dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6 với các đặc tính của dòng khí thấm qua màng thứ ba 11 (dòng sản phẩm thứ hai) và các đặc tính của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 với các đặc tính của dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8 (dòng sản phẩm thứ nhất). Do đó, các phương tiện đo 20a và 21a cũng có thể được sử dụng để điều khiển các đặc tính, đặc biệt là thành phần và hiệu suất của hai dòng sản phẩm 8 và 11. Việc này được thực hiện một lần nữa bằng cách sử dụng các phương tiện điều chỉnh 18 và 19. Sự điều khiển đối với thành phần của các dòng khí sản phẩm 8 và 11 cũng đã được tách riêng theo phương án này và chúng có thể được điều chỉnh một cách độc lập với nhau. Các đặc tính của dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8 (dòng sản phẩm thứ nhất) và của dòng khí thấm qua màng thứ ba 11 (dòng sản phẩm thứ hai) được hiểu trong trường hợp này là để chỉ các thông số có thể đo được trong dòng cụ thể và thiết bị tách khí theo sáng chế sẽ duy trì chúng nằm trong một khoảng nhất định hoặc biến động trong một khoảng nhất định. Đặc biệt được ưu tiên nếu thành phần và/hoặc áp suất và/hoặc lưu lượng/lưu lượng theo thể tích của các dòng sản phẩm sẽ được điều chỉnh, do các thông số này sẽ phải nằm trong các giới hạn nhất định để cấp khí sản phẩm vào đường ống. Các đặc tính/các thông số

này ở đây cũng được xem là các đặc tính có tương quan với lưu lượng theo thể tích cụ thể của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 hoặc của dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6.

Như đã nêu trên, ngay từ đầu đã có sự hiệu chỉnh một lần của thiết bị tách khí theo phương án này của sáng chế. Tuy nhiên, sự bất tiện và chi phí bổ sung ban đầu này sẽ được bù đắp nhiều hơn bởi thực tế là, sau khi hiệu chỉnh, việc đo lưu lượng đơn giản cho các dòng 6 và 7 sẽ có thể thực hiện được, ví dụ, nhanh hơn và rẻ tiền hơn so với, ví dụ, việc giám sát liên tục thành phần của các dòng khí sản phẩm 8 và 11.

Các nguyên tắc cơ bản để hiệu chỉnh tiếp theo sẽ được mô tả chi tiết nhờ sử dụng thiết bị sản xuất khí sinh học cùng với một kết cấu nối liên động ba cấp theo sáng chế làm ví dụ. Thiết bị tách khí theo sáng chế có thể được hiệu chỉnh như sau:

Trước tiên, các nồng độ xác định trước được gán cho thành phần khó thấm qua màng B trong dòng khí thấm qua màng thứ ba 11 và trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8. Sau đó, thành phần, ví dụ, của dòng khí thô 17 được thay đổi và các phương tiện đo 20a và 21a được sử dụng để xác định sự thay đổi về các thông số đích, lưu lượng theo thể tích trong quá trình hiệu chỉnh được lấy làm ví dụ này, của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 và của dòng khí thấm qua màng thứ nhất 8. Đồng thời, các phương tiện đo 20b và 21b, thông qua các bộ cảm biến khí, ví dụ, được sử dụng để xác định sự thay đổi về thành phần của dòng khí thấm qua màng thứ ba 11 và của dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8. Ngoài ra, áp suất của phần khí thấm qua màng của tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 và áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng 3 được đo. Bằng cách sử dụng các phương tiện điều chỉnh 18 và 19, áp suất của phần khí thấm qua màng và, một cách tương ứng, áp suất của phần khí không thấm qua màng có thể được điều chỉnh cho đến khi nồng độ xác định trước của thành phần B trong dòng khí thấm qua màng thứ ba 11 và trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8 được hồi phục. Sau đó có thể lập đồ thị các lưu lượng theo thể tích đã đo được của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 theo áp suất của phần khí thấm qua màng của tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 và các lưu lượng theo thể tích của dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6 theo áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng 3. Để làm ví dụ, Fig.2 thể hiện cách mà áp suất trong phần khí thấm qua màng của tầng tách phần khí không thấm

qua màng 2 được điều chỉnh để duy trì một nồng độ nhất quán cho thành phần khó thấm qua màng B trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8. Điều phải được kể đến ở đây là thành phần khí của dòng khí thô tạo ra sự dịch chuyển song song của các đường cong. Điều này cũng được thể hiện rõ trên Fig.2, trong đó quỹ đạo cong của áp suất của phần khí thấm qua màng cần thiết của tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 là một hàm số của lưu lượng theo thể tích của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 được chỉ ra cho ba thành phần khí thô khác nhau (45, 55 và 65% thành phần B). Như có thể thấy được, kết quả là đường cong tách biệt cho mỗi thành phần khí thô.

Khi mục đích tách chỉ đơn thuần là đòi hỏi một chất lượng tối thiểu đối với thành phần khó thấm qua màng B trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8, thì phương pháp theo sáng chế có thể được đơn giản hóa bằng cách bỏ việc xác định các đường cong khác nhau cho các nồng độ khác nhau của toàn bộ phần khí thấm qua màng của khí thô và chỉ sử dụng đường cong vận hành với nồng độ cao nhất của thành phần dễ thấm qua màng A. Theo cách khác, có thể sử dụng duy nhất đường cong vận hành với nồng độ thấp nhất của thành phần khó thấm qua màng B. Khi nồng độ của thành phần khó thấm qua màng B trong khí thô tăng, thì mặc nhiên sẽ phải tăng áp suất trong phần khí thấm qua màng của bộ phận 2 để đảm bảo rằng nồng độ của thành phần khó thấm qua màng B trong khí không thấm qua màng của bộ phận 2 có thể được duy trì không đổi. Khi áp suất không được điều chỉnh, thì nồng độ của thành phần B trong phần khí không thấm qua màng của bộ phận 2 sẽ tăng, nhưng sẽ thường xuyên là nằm trên giá trị xác định trước tối thiểu đã định khi sử dụng đường hiệu chỉnh với nồng độ thấp nhất của thành phần B trong khí thô.

Trong khi hai hoặc nhiều đường cong với các thành phần khí thô thành phần khác nhau dẫn tới trường hợp của dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8, thì các dữ liệu cho áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng 3 theo lưu lượng theo thể tích của dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6 có thể chỉ là một đường cong duy nhất (xem Fig.3 chẳng hạn).

Bằng cách sử dụng các hàm toán học xuất phát cho các đường cong thu được, tiếp đó, có thể chỉ bằng cách đo lưu lượng theo thể tích nhờ sử dụng các phương tiện đo 20a và/hoặc 21a - để đảm bảo sự điều khiển nhanh chóng của thiết bị ngay cả khi không có việc đo bất tiện và tốn tiền hơn đối với các nồng độ trong các dòng sản phẩm nhờ sử

dụng các phương tiện đo 20b và 21b, ngay cả khi thành phần khí thô thay đổi hoặc khi nhiều khí thô hơn cần được xử lý.

Trong trường hợp thay đổi lượng khí thô, sẽ có lợi nếu các phương tiện điều chỉnh (các phương tiện kiểm soát) của máy nén tiếp nhận một tín hiệu từ đồng hồ đo mức nạp đầy trong thiết bị sản xuất khí sinh học (ví dụ, túi khí hoặc áp suất trong bể lên men) hoặc từ bộ cảm biến trong dòng khí thô 17. Sau đó, máy nén có thể cũng được điều chỉnh để sao cho mức xác định trước của khí sinh học thô được bảo toàn. Tiếp đó, thiết bị tự điều chỉnh theo cơ chế điều chỉnh đã mô tả ở trên. Các chi tiết liên quan tới các phương án được ưu tiên được tìm thấy dưới đây.

Các bộ đo lưu lượng (theo khối lượng hoặc thể tích) là được ưu tiên để sử dụng làm các phương tiện đo 20a và/hoặc 21a. Các thông số có thể được xác định bằng các phương tiện đo 20a và 21a trực tuyến hoặc ngoại tuyến. Việc đo trực tuyến là được ưu tiên. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này đã biết các phương tiện đo thích hợp.

Do đó, theo phương án này, sáng chế đề xuất phương pháp mà trong đó thiết bị tách khí theo sáng chế được ưu tiên điều khiển theo một hoặc nhiều trong số các lựa chọn dưới đây:

v. Lưu lượng theo thể tích của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 (tùy ý cũng được được xác định thông qua một thông số tương ứng với nó) tăng vượt quá một giá trị xác định trước định trước, thì áp suất của dòng khí thấm qua màng thứ hai 9a được giảm bởi phương tiện điều chỉnh phần khí thấm qua màng 18 cho đến khi đạt được áp suất cần thiết theo đường cong hiệu chỉnh và nhờ vậy, đặc tính mong muốn của dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8, tốt hơn là thành phần của dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8, quay trở lại nằm trong khoảng xác định trước này.

vi. Lưu lượng theo thể tích của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 (tùy ý cũng được được xác định thông qua một thông số tương ứng với nó) tụt xuống dưới một giá trị xác định trước định trước, thì áp suất của dòng khí thấm qua màng thứ hai 9a được tăng lên bởi phương tiện điều chỉnh phần khí thấm qua màng 18 cho đến khi đạt được áp suất cần thiết dựa trên cơ sở đường cong hiệu chỉnh và nhờ vậy, đặc tính mong muốn của dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8, tốt hơn là thành phần của dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8, quay trở lại nằm trong khoảng xác định trước này.

vii. Lưu lượng theo thể tích của dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6 (tùy ý cũng được xác định thông qua một thông số tương ứng với nó) tăng vượt quá một giá trị xác định trước định trước, thì áp suất của dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10a được tăng lên bởi phương tiện điều chỉnh phần khí không thấm qua màng 19 cho đến khi đạt được áp suất cần thiết dựa trên cơ sở đường cong hiệu chỉnh và nhờ vậy, đặc tính mong muốn của dòng khí thấm qua màng thứ ba 11, tốt hơn là thành phần của dòng khí thấm qua màng thứ ba 11, quay trở lại nằm trong khoảng xác định trước này,

viii. Lưu lượng theo thể tích của dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6 (tùy ý cũng được xác định thông qua một thông số tương ứng với nó) tụt xuống dưới một giá trị xác định trước định trước, thì áp suất của dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10a được giảm bởi phương tiện điều chỉnh phần khí không thấm qua màng 19 cho đến khi đạt được áp suất cần thiết dựa trên cơ sở đường cong hiệu chỉnh và nhờ vậy, đặc tính mong muốn của dòng khí thấm qua màng thứ ba 11, tốt hơn là thành phần của dòng khí thấm qua màng thứ ba 11, quay trở lại nằm trong khoảng xác định trước này.

Một lợi thế đáng kể của thiết bị tách khí theo sáng chế và của phương pháp theo sáng chế là liên quan tới khả năng về công suất thiết bị cực kỳ linh hoạt, tức là khả năng thay đổi đầu ra của thiết bị và làm thích ứng nó với nhu cầu về khí sản phẩm. Điều này, như đã đề cập, có thể thực hiện được mà không cần phải mở rộng/thu nhỏ các vùng màng lọc. Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế, hiệu suất của thiết bị tách khí theo sáng chế được tăng lên hoặc được giảm xuống bởi việc thay đổi lưu lượng theo thể tích của máy nén 4, và sự thay đổi hình thành của nồng độ của thành phần khó thấm qua màng B trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8 được ngăn chặn theo phương pháp tùy chọn i/ii, và/hoặc sự thay đổi hình thành của nồng độ của thành phần khó thấm qua màng B trong dòng khí thấm qua màng thứ ba 11 được ngăn chặn theo phương pháp tùy chọn iii/iv và/hoặc sự thay đổi hình thành của lưu lượng của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 được ngăn chặn theo phương pháp tùy chọn v/vi, và/hoặc sự thay đổi hình thành của lưu lượng của dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6 được ngăn chặn theo phương pháp tùy chọn vii/viii.

Mỗi trong số các phương pháp từ i tới viii nêu trên có thể được kết hợp với nhau, và/hoặc các dạng lai ghép có thể áp dụng. Các phương tiện đo 20a, 20b, 21a hoặc 21b dùng để chỉ cơ cấu đo riêng rẽ, các máy, v.v., nhưng cũng có thể ở dạng kết hợp

hoặc các nhóm nối tiếp của hai hoặc nhiều cơ cấu, máy, v.v..

Mỗi phương tiện đo trong số các phương tiện đo 20a, 20b, 21a hoặc 21b có thể được kết hợp với nhau theo kiểu linh hoạt theo các phương án khác nhau của phương pháp theo sáng chế. Ví dụ, phương tiện đo 20a có thể được sử dụng cùng với phương tiện đo 20b để điều chỉnh phương tiện điều chỉnh phần khí thấm qua màng 18. Trong trường hợp này, có thể có một hệ thống đo sao lưu, nhờ đó các hệ thống đo có thể được kiểm tra và được kiểm đếm lẫn nhau. Bằng cách này, có thể xác định được, ví dụ, trong trường hợp có một phương tiện đo bị hỏng. Các phương án tương ứng theo sáng chế là có thể dễ dàng thấy được từ phần mô tả và các ví dụ theo sáng chế bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, và cũng được bao hàm bởi sáng chế.

Tuỳ thuộc vào các các phương tiện đo và/hoặc điều khiển được sử dụng và cả số lượng của chúng, có thể có lợi nếu có ít nhất một phương tiện xử lý dữ liệu (không được thể hiện trên các hình vẽ), tốt hơn là ít nhất một máy tính, để kết nối giữa các phương tiện đo và các phương tiện điều chỉnh. Nó cho phép điều khiển trung tâm dễ dàng đối với thiết bị/phương pháp theo sáng chế và cách đăng nhập và điều phối các giá trị đo được/các giai đoạn điều chỉnh khác nhau. Các giải pháp kỹ thuật tương ứng là có sẵn trong thương mại và/hoặc đã biết đối với các người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này và cũng được bao hàm trong phạm vi của sáng chế.

Đặc biệt được ưu tiên, nếu các lưu lượng kế được sử dụng làm các phương tiện đo 20a và/hoặc 21a trong dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 và/hoặc trong dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6 trong phương pháp theo sáng chế.

Cũng được đặc biệt ưu tiên, nếu sử dụng các phương tiện đo trực tuyến hoặc ngoại tuyến 20b và/hoặc 21b trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8 và/hoặc trong dòng khí thấm qua màng thứ ba 11 để xác định thành phần của hỗn hợp khí cụ thể.

Ngoài ra, các dòng 9a + 9b và 10a + 10b được điều chỉnh bởi các phương tiện điều chỉnh 18 và 19, như được mô tả ở trên, sáng chế cũng bao hàm các phương án trong đó còn bao gồm sự điều khiển chu trình hở/kín được kết hợp vào trong thiết bị/phương pháp này.

Theo một phương án được ưu tiên khác, thiết bị tách khí theo sáng chế bao gồm phương tiện điều chỉnh 24 (không được thể hiện trên các hình vẽ) để điều chỉnh hiệu suất của máy nén 4, tốt hơn là tốc độ quay của nó và nhờ đó điều chỉnh được lưu lượng theo

thể tích của nó. Máy biến tần sẽ là một ví dụ.

Tốt hơn, nếu các phương tiện điều chỉnh được sử dụng để điều chỉnh hiệu suất của máy nén tùy theo lượng khí thô (sản xuất khí sinh học trong bể lên men chẳng hạn) cần được tách hoặc tùy theo lượng khí sản phẩm (ví dụ, dòng metan trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8) cần được sản xuất. Sự thay đổi về lượng sản xuất khí thô (ví dụ, khí sinh học thô từ một thiết bị sản xuất khí sinh học) có thể, ví dụ, được đọc trên một bộ chỉ báo mức nạp đầy của bình chứa trung gian cho khí thô hoặc áp suất của khí thô trong bể lên men. Khi mức nạp đầy hoặc áp suất trong bể lên men tăng, năng suất tách của thiết bị tách bằng màng có thể được tăng lên bằng cách tăng tốc độ quay của phương tiện nén. Áp suất trong bể lên men hoặc mức nạp đầy trong bình chứa trung gian nhờ đó có thể được giữ không đổi hoặc hạ thấp. Trái lại, khi mức nạp đầy trong bình chứa trung gian hoặc áp suất trong bể lên men giảm, thì năng suất tách của thiết bị tách bằng màng có thể được giảm xuống bởi việc giảm tốc độ quay của máy nén và nhờ đó mức nạp đầy trong bình chứa trung gian hoặc áp suất trong bể lên men được giữ không đổi hoặc hạ thấp. Sự thay đổi về lưu lượng theo thể tích của dòng khí cấp 5 do sự thay đổi về tốc độ quay của máy nén có thể dẫn đến làm thay đổi thành phần của dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8 và của dòng khí thấm qua màng 11. Một ưu điểm đáng kể của sáng chế liên quan tới vấn đề này đó là sự thay đổi này có thể được ngăn ngừa bởi các cơ chế điều khiển vòng lặp đóng theo sáng chế như được mô tả ở trên. Sau đó, bằng cách tạo ra sự điều khiển dạng này cho thiết bị liên quan tới năng suất và đặc tính của các khí sản phẩm, sáng chế cho phép có thể điều khiển một cách độc lập năng suất tách của thiết bị và thành phần của các dòng khí sản phẩm 8 và 11. Do đó, năng suất của thiết bị có thể được thay đổi trong các giới hạn nhất định thông qua các phương tiện điều chỉnh 18 và 19 và các phương tiện điều chỉnh của máy nén mà không cần thay đổi các đặc tính khí sản phẩm trong các dòng 8 và 11, không cần điều chỉnh áp suất của phần khí không thấm qua màng trong các tầng tách 1 và 2 và không cần mở thêm hoặc thu hẹp các vùng màng lọc.

Tính linh hoạt về năng suất này có thể được giới hạn trong một khoảng nhất định của tốc độ của máy nén và do đó lưu lượng theo thể tích của khí thô, được quyết định bởi thiết kế của thiết bị, đặc biệt là liên quan tới áp suất trong các tầng tách, tỷ số tiết diện của các màng trong các tầng tách riêng rẽ 1, 2 và 3 và cụ thể là liên quan tới các phương tiện điều chỉnh 18 và 19 và dải tần của chúng liên quan tới việc thiết lập áp suất trong

các dòng khí tương ứng 9a và 10a. Ví dụ, khi áp suất tối thiểu có thể trong dòng khí thấm qua màng 9a là 0,3 bar (30kPa), thì nó sẽ là thông số giới hạn cho khí cấp lưu lượng theo thể tích 5. Sự gia tăng thêm về lưu lượng theo thể tích của khí nguyên liệu 5 có thể cho thấy rằng nồng độ của thành phần khó qua màng B trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8 có thể hạ xuống dưới giá trị xác định trước và do đó, điểm vận hành được mong muốn của thiết bị không còn được duy trì nữa. Điều tương tự cũng xảy ra trong trường hợp áp suất trong phần khí thấm qua màng 9a không thể được tăng thêm hơn nữa so với, ví dụ, áp suất môi trường. Áp suất này, sau đó, hạn chế việc giảm lưu lượng theo thể tích liệu cấp 5, do việc giảm tiếp lưu lượng theo thể tích liệu cấp 5 có thể làm cho hàm lượng của thành phần khó thấm qua màng B trong phần khí không thấm qua màng 8 tăng lên trên giá trị xác định trước.

Thuật ngữ “phương tiện điều chỉnh” ở đây được hiểu là để chỉ bộ phận điều khiển của máy nén, nó điều khiển hiệu suất của máy nén, tốt hơn là tốc độ quay của nó. Các phương tiện điều chỉnh này có thể được tạo kết cấu sao cho nó xử lý dữ liệu đo được từ các bộ cảm biến trong dòng khí thô 17 và/hoặc nằm trước các bình chứa hoặc phương tiện sản xuất. Ví dụ, tín hiệu từ phương tiện đo có thể sau đó được sử dụng để điều khiển máy biến tần của phương tiện nén. Các máy nén và các bộ điều khiển/các phương tiện điều chỉnh thích hợp là có sẵn trong thương mại và đã biết đối với các người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Phương án được mô tả ở trên, tức là việc điều chỉnh và điều khiển hiệu suất máy nén, có thể được áp dụng để đảm bảo rằng năng suất tách của thiết bị tách bằng màng là phù hợp với các yêu cầu của quá trình sản xuất khí thô và/hoặc các lượng cần thiết của các khí sản phẩm 8 và 11. Các biến động về thành phần khí của các dòng 8 và 11 do lượng khí thô 17 cần được xử lý và thành phần của nó thay đổi, được bù đắp nhờ các phương tiện điều chỉnh 18 và 19.

Theo một phương án được ưu tiên khác, thiết bị tách khí theo sáng chế được tạo kết cấu sao cho việc thay đổi các lượng khí được hồi lưu từ dòng khí thấm qua màng thứ hai 9b và/hoặc dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10b được làm cân bằng, tốt hơn là một cách tự động, bởi việc điều chỉnh lượng khí thô được cấp, từ dòng khí thô 17. Điều này là đặc biệt được ưu tiên mà không cần thay đổi tốc độ quay của máy nén. Nó cho phép sử dụng các máy nén không điều chỉnh được, đơn giản và rẻ tiền.

Các phương tiện đo 22 và 23 được sử dụng theo phương án này có thể là các bộ cảm biến khí, các bộ đo lưu lượng theo thể tích hoặc khối lượng hoặc các áp kế trong dòng khí thấm qua màng thứ hai 9b và/hoặc dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10b. Tốt hơn, nếu tốc độ cấp khí thô được điều chỉnh bởi phương tiện điều chỉnh dòng khí thô 25 trong dòng khí thô. Phương tiện điều chỉnh dòng khí thô cho phép thay thế lượng mất đi (là mức chênh lệch giữa lượng được hút ra của phương tiện nén và toàn bộ các dòng được hồi lưu 9b và 10b). Điều này được thực hiện, ví dụ, bằng cách tạo kết cấu cho phương tiện điều chỉnh dòng khí thô như một hệ thống đo áp suất ở phía hút của phương tiện nén 4. Một thiết bị định lượng (ví dụ, van điều chỉnh tương tự hoặc quạt gió hoặc thiết bị nén) được điều chỉnh bởi việc đo áp suất này sau đó có thể duy trì một áp suất nhất quán thông qua các lượng cấp khí thô 17 khác nhau. Khi khí thô ở một áp suất phù hợp với các tiêu chuẩn của áp suất hút của máy nén, thì lượng khí thô cần thiết ngoài các dòng hồi lưu 9b và 10b cũng có thể được hút ra trực tiếp bởi máy nén mà không cần có phương tiện điều chỉnh khí thô 17 bất kỳ. Ngoài ra, một phương tiện xử lý dữ liệu có thể được nối giữa các phương tiện đo 22 và 23 và cả phương tiện điều chỉnh dòng khí thô 25.

Về nguyên tắc, các phương tiện xử lý dữ liệu nêu trên có thể liên quan tới các phương tiện khác nhau, tức là hai hoặc hơn phương tiện xử lý dữ liệu có thể được sử dụng trong phương pháp theo sáng chế. Các phương tiện xử lý dữ liệu này có thể tùy ý được nối mạng với nhau. Tuy nhiên, tốt hơn là, sử dụng duy nhất một phương tiện xử lý dữ liệu trung tâm để dễ dàng giám sát trung tâm và điều khiển tất cả các giai đoạn đo và điều khiển.

Thiết bị tách khí theo sáng chế, xem Fig.1 chẳng hạn, như đã nêu trên bao gồm ít nhất một liên kết nối của ba tầng tách bằng màng. Mỗi bộ phận gồm một hoặc nhiều môđun tách khí vật lý nằm song song hoặc nối tiếp với một thành phần bất kỳ. Động lực để tách khí trong các môđun này là sự chênh lệch áp suất tương đối giữa phía không thấm qua màng và thấm qua màng trong các tầng tách bằng màng tương ứng. Sự chênh lệch áp suất tương đối được tạo ra bởi máy nén 4, nằm ở phía cấp của tầng tách dòng khí cấp 1, và tùy ý, bởi ít nhất một, tốt hơn là một hoặc hai, bơm chân không (không được mô tả trên Fig.1) nằm sau tầng tách dòng khí cấp 1, tốt hơn là trên phía thấm qua màng của tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 trong dòng khí thấm qua màng thứ hai 9a + 9b và/hoặc trên phía thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng 3 trong dòng khí

thấm qua màng thứ ba 11. Đôi khi có thể có lợi nếu sử dụng dùng khí sạch phía thấm qua màng trong một hoặc nhiều bộ phận tách bằng màng để tạo ra/làm tăng sự chênh lệch áp suất tương đối.

Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế, máy nén 4 nén hỗn hợp khí thô, hoặc hỗn hợp khí từ dòng khí thô 17 và dòng khí thấm qua màng thứ hai 9b và/hoặc dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10b, tới áp suất mong muốn nằm trong khoảng từ 5 đến 100 bar ($5-100 \cdot 10^5 \text{Pa}$), nhưng tốt hơn là tới áp suất nằm trong khoảng từ 9 đến 75 bar ($9-75 \cdot 10^5 \text{Pa}$). Nếu dòng khí thô 17 đã đạt áp suất cần thiết, thì phương tiện nén 4 chỉ cần nén dòng khí thấm qua màng thứ hai 9b và/hoặc dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10b tới áp suất mong muốn nằm trong khoảng từ 5 đến 100 bar ($5-100 \cdot 10^5 \text{Pa}$), nhưng tốt hơn là tới áp suất nằm trong khoảng từ 9 đến 75 bar ($9-75 \cdot 10^5 \text{Pa}$). Dòng khí cấp thu được 5 được đưa vào tầng tách dòng khí cấp 1. Tầng tách dòng khí cấp 1 tách sơ bộ hỗn hợp khí thô thành các thành phần dễ thấm qua màng (khí thấm qua màng), chúng chủ yếu đi vào phần khí thấm qua màng của bộ phận thứ nhất, và các thành phần khó thấm qua màng (khí không thấm qua màng), chúng chủ yếu được giữ lại bởi màng và tích tụ trong phần khí không thấm qua màng.

Theo một phương án được ưu tiên, phương pháp/thiết bị thiết bị tách khí theo sáng chế được tạo kết cấu sao cho nồng độ của ít nhất một khí thấm qua màng của tầng tách dòng khí cấp 1, sau khi quay trở lại dòng khí thấm qua màng thứ hai 9b và dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10b, được tăng lên trong dòng khí cấp 5, tốt hơn là với mức không dưới 2%, tốt hơn nữa là với mức không dưới 3% và thậm chí tốt hơn là với mức nằm trong khoảng từ 3 đến 40%, so với nồng độ trong dòng khí thô 17. Mức độ gia tăng có thể phụ thuộc vào thành phần của dòng khí thô 17 và đặc biệt đáng kể ở các nồng độ thấp của khí thấm qua màng (từ 10 tới 20%). Mức tăng nồng độ của một trong các khí thấm qua màng tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2 đến 15% và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 3 đến 8% khi hàm lượng khí thấm qua màng của dòng khí thô 17 nằm trong khoảng từ 30 đến 70%. Điều được rút ra là hiệu suất khí không thấm qua màng của toàn bộ quy trình tăng và do đó mức tổn thất khí không thấm qua màng giảm khi tăng nồng độ của khí thấm qua màng trong tầng tách dòng khí cấp 1. Với một khả năng tách lọc nhất định (là tỷ số giữa lưu lượng phần khí thấm qua và lưu lượng cấp cho một bộ phận lọc được xem xét), khí khó thấm qua màng đi vào phần khí thấm qua màng của tầng tách

dòng khí cấp 1 khi nồng độ của ít nhất một thành phần A dễ thấm qua màng trong tầng tách dòng khí cấp 1 hoặc của khí thấm qua màng A được tăng lên trong dòng khí cấp 5. Tương tự, sự suy giảm được quan sát khi giảm nồng độ của thành phần A hoặc của khí thấm qua màng A trong dòng khí cấp 5 cần được tinh chế. Do vậy, khả năng tách lọc nằm trong khoảng từ 10 đến 60%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 15 đến 55% và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 20 đến 50% đối với nồng độ 50% của thành phần A hoặc của khí thấm qua màng A trong dòng khí cấp 5 cần được tinh chế. Theo một phương án ưu tiên cụ thể của sáng chế, phương pháp/thiết bị tách khí theo sáng chế được tạo kết cấu phù hợp để sao cho mức (các) khí thấm qua màng của tầng tách dòng khí cấp 1 trong dòng khí cấp 5 không dưới 40% thể tích, tốt hơn là hơn trên 50% thể tích và đặc biệt tốt là trên 55% thể tích, tính theo thể tích của dòng khí cấp 5, sau khi hồi lưu dòng khí thấm qua màng thứ hai 9b và dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10b. Sự gia tăng nồng độ này của các khí thấm qua màng trong dòng khí cấp 5, được xem là có tác dụng làm tăng hiệu suất của tầng tách dòng khí cấp 1, dẫn tới kết quả là khí khó thấm qua màng B đi vào dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6. Điều này dẫn đến làm tăng hiệu suất của tầng tách phần khí thấm qua màng 3 và cũng bảo đảm rằng khí không thấm qua màng không được mong muốn đi vào dòng khí thấm qua màng thứ ba 10a+b. Điều này là đáng chú ý với quá trình tách các khí thô có chứa metan, do có ưu điểm là sự phát xạ không được mong muốn của metan là một loại khí nhà kính đã được giảm một cách rõ rệt.

Nói chung, tốt hơn nếu từ 20 tới 100% và tốt hơn nữa nếu từ 40 tới 70% thành phần dễ thấm qua màng A, tức là khí thấm qua màng A, đi qua từ dòng khí cấp 5 vào phần khí thấm qua màng trong tầng tách dòng khí cấp 1.

Phần khí không thấm qua màng của tầng tách dòng khí cấp 1 di chuyển - tùy ý cùng với sự giảm áp thông nhờ van giảm áp 12 có mặt tùy ý hoặc cùng với sự tăng áp - trong dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 vào tầng tách phần khí không thấm qua màng 2, ở đó quá trình tinh chế cuối xảy ra. Phía không thấm qua màng của tầng tách phần khí không thấm qua màng 2, tức là dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8, tốt hơn là đặt một van giảm áp 13 (không được thể hiện trên Fig.1) mà nhờ nó áp suất chính trong hệ thống (áp suất vận hành của các tầng tách 1 và 2 = áp suất của phần khí không thấm qua màng của các bộ phận 1 và 2) có thể được duy trì và được giữ không đổi. Mức các thành phần khó thấm qua màng B, tức là khí không thấm qua màng B, được tăng lên

nữa trong tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 để sao cho hàm lượng của thành phần B hoặc của khí không thấm qua màng B trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8 là trên 90%, tốt hơn là trên 95% và tốt hơn nữa là trên 97%. Do đó, theo một phương án được ưu tiên cụ thể, phương pháp/thiết bị tách khí theo sáng chế, khác biệt ở chỗ, không dưới 95%, tốt hơn là không dưới 97%, tốt hơn nữa là không dưới 99% và đặc biệt tốt là không dưới 99,5% thành phần khí không thấm qua màng của tầng tách dòng khí cấp 1 được đưa vào thiết bị cùng với dòng khí thô 17 được lấy qua qua dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8.

Khả năng tách lọc của tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 nằm trong khoảng từ 10 đến 60% và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 20 đến 50% đối với nồng độ 50% của thành phần A hoặc của khí thấm qua màng A trong dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7.

Phần khí thấm qua màng của tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 được hồi lưu qua dòng khí thấm qua màng thứ hai 9b - tốt hơn nữa là không cùng với các phần của dòng khí thấm qua màng 9a hoặc 9b đầu tiên được cấp cho dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 nằm sau tầng tách dòng khí cấp 1 và tốt nhất là - và được cấp cho dòng khí cấp 5 và được xử lý lại. Như đã được giải thích ở trên, liên quan tới định nghĩa về thuật ngữ “dòng khí cấp” - nó có thể xảy ra theo nhiều cách khác nhau tùy thuộc vào máy nén 4 hoặc thậm chí là máy nén nhiều cấp 4 có được sử dụng hay không. Trong trường hợp máy nén một cấp 4, dòng khí thấm qua màng thứ hai 9b được ưu tiên cấp cho phía hút của máy nén 4.

Phần khí thấm qua màng của tầng tách dòng khí cấp 1, rất giàu thành phần A hoặc khí thấm qua màng A được cấp vào tầng tách phần khí thấm qua màng 3 qua dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6. Phương tiện điều chỉnh phần khí không thấm qua màng 19 trong dòng khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng 3, tức là trong dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10a + b, sẽ được sử dụng để ngăn không cho áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng 3 tụt xuống áp suất môi trường. Theo cách này, động lực có thể được lưu giữ cho tầng tách phần khí thấm qua màng 3. Tầng tách phần khí thấm qua màng 3 tạo ra phần khí thấm qua màng có trên 95% và tốt hơn là trên 97% và thậm chí tốt hơn nữa là trên 99%, hàm lượng của thành phần dễ thấm qua màng A hoặc của khí thấm qua màng A được đưa ra

khỏi thiết bị qua dòng khí thấm qua màng thứ ba 11. Theo một phương án được ưu tiên cụ thể về thiết bị tách khí theo sáng chế, không quá 5%, tốt hơn là không quá 3%, tốt hơn nữa là không quá 1% và đặc biệt tốt là không quá 0,5% thành phần khó thấm qua màng B của tầng tách dòng khí cấp 1 được cấp vào thiết bị cùng với dòng khí thô 17 được lấy ra qua dòng khí thấm qua màng thứ ba 11.

Tốt hơn nữa, khả năng tách lọc của tầng tách phần khí thấm qua màng 3 nằm trong khoảng từ 50 đến 95% và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 70 đến 93%.

Dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10b được hồi lưu, được cấp vào dòng khí cấp 5 và được xử lý lại. Nó có thể được thực hiện theo nhiều cách khác nhau và có thể phụ thuộc, ví dụ, vào máy nén 4 hoặc thậm chí là máy nén nhiều cấp 4 được sử dụng hay không. Trong trường hợp máy nén một cấp 4, dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10b được ưu tiên cấp cho phía hút của máy nén 4 khi áp suất hút của máy nén nhỏ hơn áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách 3. Khi máy nén nhiều cấp được sử dụng, thì tốt hơn nếu đưa dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10b vào máy nén nằm giữa hai cấp nén khi áp suất cấp nén của máy nén ở cấp cụ thể nhỏ hơn áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách 3.

Theo một phương án được ưu tiên khác của phương pháp/thiết bị tách khí theo sáng chế, được tạo kết cấu đặc biệt để sao cho thể tích khí được hồi lưu trong dòng khí thấm qua màng thứ hai 9b và trong dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10b với tổng lượng dưới 60% thể tích, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10 đến 50% thể tích và thậm chí tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 20 đến 40% thể tích, của thể tích của dòng khí thô 17. Lượng các dòng khí không thấm qua màng để hồi lưu được điều chỉnh tùy theo độ tinh khiết cần thiết trong các dòng khí sản phẩm 8 và 11. Độ tinh khiết cần thiết càng thấp, thì các dòng hồi lưu 9b và 10b càng ít. Các dòng hồi lưu đặc biệt bị ảnh hưởng bởi loại và độ chọn lọc của các môđun màng được sử dụng trong các tầng tách bằng màng từ 1 tới 3. Các môđun màng có độ chọn lọc cao sẽ dẫn tới làm giảm đáng kể các dòng hồi lưu 9b và 10b. Tương tự, áp suất chính trong hệ thống (là áp suất trong các tầng tách 1 và 2) ảnh hưởng tới lượng khí được hồi lưu. Áp suất trong hệ thống càng cao, thì lượng được hồi lưu càng ít. Tỷ lệ giữa các diện tích màng trong các tầng tách riêng rẽ cũng bị ảnh hưởng. Diện tích màng lớn trong tầng tách 3, ví dụ, sẽ dẫn đến làm giảm lưu lượng dòng hồi lưu, trong khi diện tích màng lớn trong tầng tách 2 sẽ dẫn đến làm tăng lưu lượng

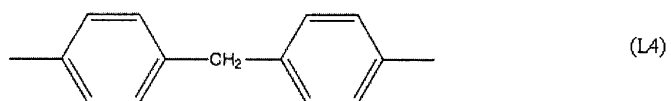
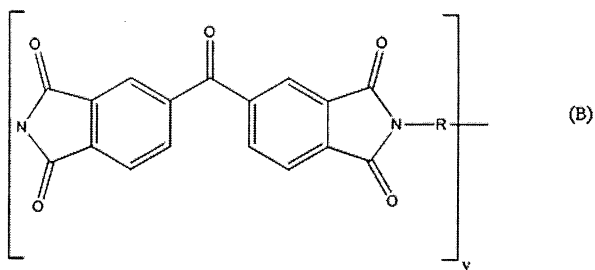
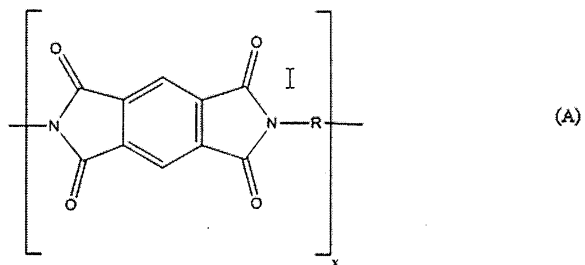
dòng hồi lưu. Do đó, phương pháp/thiết bị tách khí theo sáng chế là đáng chú ý ở chỗ nó đảm bảo sự gia tăng đã nêu trên về nồng độ của thành phần khí thấm qua màng trong dòng khí cấp 5 cho dù các dòng hồi lưu rất nhỏ. Điều này dẫn đến sự gia rõ rệt về hiệu quả của toàn bộ phương pháp.

Như được giải thích, đặc biệt có lợi nếu sử dụng máy nén nhiều cấp 4. Điều này là do trong trường hợp này giảm áp hoàn toàn phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng 3 có thể không cần thiết, do phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng 3 có thể được cấp vào giữa hai cấp nén của máy nén 4. Do tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 nói chung có thể được vận hành với một khoảng giới hạn về độ chọn lọc trong trường hợp giảm áp xuống áp suất cấp, nên có thể là hữu ích nếu dòng khí thấm qua màng thứ hai 9a chỉ được giảm áp tới một mức áp suất cao của một thiết bị tăng áp nhiều cấp, tức là, một máy nén nhiều cấp 4, do việc này sẽ làm giảm chi phí vận hành mà không làm xấu đi đáng kể tới kết quả tách. Do đó, theo một phương án được ưu tiên cụ thể của sáng chế, sử dụng máy nén nhiều cấp 4 và cấp các dòng khí 9b và 10b vào máy nén này ở giữa hai cấp nén trong mọi trường hợp.

Theo một phương án được ưu tiên, mức giảm áp trên tầng tách dòng khí cấp 1 nằm trong khoảng từ 1 đến 30 bar (1.10^5Pa - 30.10^5Pa), tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2 đến 20 bar (2.10^5Pa - 20.10^5Pa) và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 3 đến 10 bar (3.10^5Pa - 10.10^5Pa). Đồng thời hoặc theo phương án khác, tốt hơn nếu đảm bảo mức giảm áp trên tầng tách dòng khí cấp 1 và tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 nằm trong khoảng từ 1 đến 100 bar (1.10^5Pa - 100.10^5Pa), tốt hơn là nằm trong khoảng từ 5 đến 80 bar (5.10^5Pa - 80.10^5Pa) và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 10 đến 70 bar (10.10^5Pa - 70.10^5Pa).

Về nguyên tắc, thiết bị/phương pháp theo sáng chế có thể được thực hiện với màng bất kỳ có khả năng tách các hỗn hợp khí hai thành phần hoặc các hỗn hợp của nhiều khí. Các chất dẻo được ưu tiên, nhưng không nhằm giới hạn, được sử dụng làm vật liệu màng. Đặc biệt tốt nếu sử dụng các polyimit, các polyamit, các polysulphon, các xenluloza axetat và các dẫn xuất, các polyphenylen oxit, các polysiloxan, các polyme có có tính vi rỗng bên trong, các màng hỗn hợp nền, các màng xúc tiến vận chuyển, các polyetylen oxit, các polypropylen oxit, các màng cacbon hoặc zeolit hoặc hỗn hợp của chúng làm các chất dẻo trong lớp có hoạt tính tách.

Các màng được ưu tiên cụ thể có vật liệu cho lớp có hoạt tính tách, hoặc vật liệu cho màng thành phẩm là một polyimide công thức chung



trong đó $0 \leq x \leq 0,5$ và $1 \leq y \leq 0,5$ và R tương ứng với một hoặc nhiều gốc R giống nhau hoặc khác nhau được chọn từ nhóm gồm các gốc L1, L2, L3 và L4

Đặc biệt được ưu tiên đối với polyme theo sáng chế trong đó $x = 0$, $y = 1$ và R gồm 64%mol L2, 16%mol L3 và 20%mol L4. Polyme này là có bán của hãng Evonik Fibres GmbH dưới nhãn hiệu hàng hóa P84 hoặc P84 loại 70 (chỉ số CAS 9046-51-9). Đặc biệt được ưu tiên đối với polyme có thành phần $x = 0,4$, $y = 0,6$ và R gồm 80%mol L2 và 20%mol L3. Polyme này là có bán của hãng Evonik Fibres GmbH dưới nhãn hiệu hàng hóa P84HT hoặc P84 HT 325 (chỉ số CAS 134119-41-8). Tương tự, được ưu tiên nếu sử dụng các hỗn hợp của các polyimit nêu trên.

Các màng được làm từ các polyimit được ưu tiên là có bán của hãng Evonik Fibres GmbH dưới nhãn hiệu hàng hóa Sepuran. Một quy trình sản xuất các màng được ưu tiên này đã được mô tả trong WO 2011/009919 A1. Các màng đã được mô tả trong ấn phẩm *Offenlegungsschrift* thường có thể được sử dụng cùng với phương pháp được ưu tiên theo sáng chế. Nhằm tránh nhắc lại một cách thừa thãi, nội dung của đơn yêu cầu cấp patent được kết hợp vào đây bằng cách viện dẫn tới toàn bộ nội dung của nó. Điều đã thấy rằng các màng này cho các kết quả tách tốt nhất.

Tốt hơn, nếu các màng được sử dụng ở dưới dạng các màng sợi có lỗ rỗng và/hoặc các màng phẳng. Các màng này cấu thành các môđun thường được dùng cho mục đích tách. Tất cả các môđun tách khí đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này đều có thể sử dụng được làm các môđun, ví dụ, nhưng không chỉ giới hạn, ở các môđun tách khí bằng sợi có lỗ rỗng, các môđun tách khí dạng xoắn ốc, các môđun tách khí kiểu đệm hoặc các môđun tách khí kiểu ống chùm.

Theo sáng chế, các môđun màng tách khí có độ chọn lọc hỗn hợp khí giữa các thành phần A (CO_2) và B (CH_4) (là tỷ số giữa dòng A và dòng B thấm qua màng) không dưới 30, tốt hơn là không dưới 35, tốt hơn nữa là không dưới 40, thậm chí tốt hơn nữa là không dưới 45 và đặc biệt tốt là không dưới 45 tới 80. Các màng có độ chọn lọc cao sẽ có ưu điểm là quá trình tách trở nên có hiệu quả hơn và phần khí không thấm qua màng sẽ được hồi lưu từ tầng tách phần khí không thấm qua màng 2, hoặc phần khó thấm qua màng từ tầng tách phần khí thấm qua màng 3. Do đó, đặc biệt là khi máy nén một cấp 4 được sử dụng, việc khí không bị nén hai lần, sẽ cho các lợi ích về mặt kinh tế về việc vận hành thiết bị. Với các môđun màng có tính chọn lọc cao có độ chọn lọc bằng 45, thì chỉ

khoảng 35% khí được nhập vào tầng tách dòng khí cấp 1 dưới dạng khí thô để nén hai lần, trong khi mức độ nén kép có thể lên tới 300% trong trường hợp một môđun màng có độ chọn lọc chỉ bằng 10. Các trị số 35% và 300% là dựa trên cơ sở các thử nghiệm trong đó một hỗn hợp khí với các lượng đẳng mol của các thành phần A và B (là liệu cấp) được cấp và khí không thấm qua màng của tầng tách 2 chứa 98,5% thành phần B và dòng khí thấm qua màng của tầng tách 3 chứa 99% thành phần B.

Điều rõ ràng là các màng có độ chọn lọc tương đối sẽ có thể cho phép quy trình theo sáng chế có hiệu quả kinh tế hơn một cách đáng kể cho việc vận hành và kích cỡ của máy nén cần thiết và các nhu cầu năng lượng có thể được giảm bớt.

Phương pháp/thiết bị tách khí theo sáng chế cụ thể hơn là có lợi ở chỗ nó là một quy trình màng tinh khiết và do đó không cần phải có giai đoạn làm sạch bổ sung cho các dòng khí thấm qua màng và/hoặc dòng khí không thấm qua màng 11 và 8, một cách tương ứng, cho nhiều ứng dụng. Ví dụ, trong quá trình tinh chế khí sinh học hoặc khí tự nhiên (là loại bỏ cacbon đioxit ra khỏi metan), không đòi hỏi phải có thêm giai đoạn hấp phụ dao động áp lực hoặc rửa bằng amin để tinh chế lần cuối cho phần khí không thấm qua màng, nhờ vậy nó có thể được cấp vào mạng lưới cấp khí tự nhiên.

Hơn thế nữa, phương pháp/thiết bị tách khí theo sáng chế có thể được sử dụng để tạo ra, tại một nơi và cùng một lúc, dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8 tinh khiết và dòng khí thấm qua màng 11 tinh khiết trong quá trình tinh chế khí sinh học và khí tự nhiên. Do đó, lượng metan tổn hao bị giải phóng vào môi trường không nhiều và không làm phương hại trầm trọng cho môi trường, không đòi hỏi phải xử lý tiếp khí bởi một quá trình đốt phụ có xúc tác hoặc bằng nhiệt hoặc sử dụng nhà máy nhiệt điện kết hợp. Việc không đòi hỏi phải có các chi phí đầu tư cho các phương tiện thiết bị thêm vào cho phép một quy trình tinh chế hiệu quả kinh tế hơn cho khí sinh học và khí tự nhiên.

Thiết bị tách khí theo sáng chế đã được mô tả phần lớn trong WO 2012/000727. Do đó, đối tượng đề xuất trong WO 2012/000727 được kết hợp toàn bộ vào phần mô tả bằng cách bằng cách viện dẫn tới nó.

WO 2012/000727 không đề cập tới hệ thống điều khiển để bù đắp cho các biến động về thành phần hoặc áp suất hoặc lưu lượng của dòng khí thô. WO 2012/000727 chỉ đề cập tới việc thay đổi hiệu suất máy nén và khoảng áp suất chung cần được đảm bảo để có được hiệu suất tốt và độ tinh khiết của các khí cần được tạo ra. Sáng chế này đề cập

lần đầu tiên khái niệm điều khiển kiểu vòng lặp mở và đóng của một kết cấu màng liên kết với nhau như được mô tả trong WO 2012/000727, nó thậm chí cho phép ghép nối thẳng thiết bị tính chế vào các thiết bị sản xuất khí sinh học có dòng khí cấp thay đổi. Do đó, có thể tránh được phải có một phương tiện đặc thù nằm trước để tạo ra dòng khí thô hầu như không đổi. Do đó, sáng chế này phát triển tiếp một cách đáng kể thiết bị và quy trình theo WO 2012/000727. Điều này là đặc biệt đúng bởi vì các phương tiện điều chỉnh 18 và 19 và việc điều chỉnh chúng theo sáng chế có thể được sử dụng để đảm bảo cho chất lượng khí của các dòng 8 và 11 là không đổi hoặc thay đổi tùy theo các yêu cầu khác nhau, cho dù có sự thay đổi về lượng khí thô 17 cần được xử lý và/hoặc lượng các khí sản phẩm 8 và/hoặc 11 cần được sản xuất và/hoặc thành phần khí thô. Ưu điểm theo sáng chế là để duy trì các lượng khí cần thiết trong các dòng 8 và 11, thì áp suất chính trong hệ thống này (là áp suất vận hành trong các tầng tách 1 và 2) và diện tích màng trong các tầng tách từ 1 tới 3 không cần phải thay đổi.

Một ưu điểm khác đó là phương pháp/thiết bị tách khí theo sáng chế đòi hỏi các yêu cầu về thiết bị và năng lượng thấp một cách rõ rệt so với các phương pháp đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Thiết bị/phương pháp theo sáng chế có thể đặc biệt được sử dụng để tách các hỗn hợp khí bao gồm hai hoặc nhiều chất khí, trong trường hợp này được đặc biệt được ưu tiên nếu hỗn hợp khí được tách này là hỗn hợp chủ yếu gồm, nhưng không chỉ giới hạn, ở cacbon đioxit và metan, hoặc chủ yếu gồm nhưng không chỉ giới hạn, ở hydro và metan, hoặc chủ yếu gồm nhưng không chỉ giới hạn ở cacbon monoxit và hydro; hoặc khí sinh học thô hoặc khí tự nhiên thô.

Các ví dụ dưới đây được đưa ra nhằm mô tả và minh họa, nhưng không nhằm mục đích giới hạn sáng chế theo cách bất kỳ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Thiết lập thử nghiệm chung

Các thử nghiệm được thực hiện trên thiết bị tách bằng màng sử dụng kết cấu nối liên động ba tầng tách theo sơ đồ trên Fig.1.

- Thành phần khí thô gồm 54% metan, 46% CO₂ (là khí sinh học từ một thiết bị sản xuất khí sinh học)

- Sử dụng ba môđun thử nghiệm loại 2'' của Sepuran Green (1 môđun cho một tầng tách)
- Áp suất chính trong hệ thống (là áp suất của tầng tách phần không qua màng (2)) bằng 17 bar ($17 \cdot 10^5 \text{Pa}$)
- Áp suất không khí: 950 mbar ($0,95 \cdot 10^5 \text{Pa}$)
- Áp suất của phần khí thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng (3) là 1000 mbar ($1 \cdot 10^5 \text{Pa}$)

Ví dụ 1

Mục đích của thử nghiệm này là tìm ra đường hiệu chỉnh mà nhờ nó chất lượng khí sản phẩm trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8 và chất lượng khí thải trong dòng khí thấm qua màng 11 có thể được duy trì trong trường hợp có sự thay đổi về lưu lượng cấp trong dòng khí cấp 5, hoặc tốc độ của máy nén, bằng cách thay đổi áp suất của phần khí thấm qua màng của tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 và bằng cách thay đổi áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng 3, một cách tương ứng.

Nhằm mục đích này, hiệu suất máy nén trong một kết cấu nối liên động ba giai đoạn đang vận hành theo chế độ thiết lập thử nghiệm chung được tăng lên trong các tầng tách. Các áp suất của phần khí thấm qua màng của tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 và của phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng 3 sau đó được thay đổi nhằm mục đích duy trì nồng độ khí thải 11 và nồng độ khí sản phẩm 8 nằm trong một khoảng hẹp. Khi hiệu suất máy nén tăng từ ban đầu là 60% tới cuối cùng là 75%, thì lưu lượng theo thể tích của dòng khí cấp 5 tăng từ $3,83 \text{m}^3/\text{giờ}$ lên $5,23 \text{m}^3/\text{giờ}$, tức là tăng 36%. Trong khoảng này, áp suất của phần khí thấm qua màng của tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 giảm từ 951 mbar ($0,951 \cdot 10^5 \text{Pa}$) xuống 241 mbar ($0,241 \cdot 10^5 \text{Pa}$) và áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng 3 tăng từ 3,6 bar ($3,6 \cdot 10^5 \text{Pa}$) lên 4,43 bar ($4,43 \cdot 10^5 \text{Pa}$). Với tất cả các hiệu suất máy nén, nồng độ khí sản phẩm 8 dao động nằm trong khoảng từ 95,23 đến 95,75% metan và nồng độ khí thải metan nằm trong khoảng từ 0,5 đến 0,62%. Cả hai giá trị này đã được điều chỉnh nằm trong một khoảng hẹp, bao gồm sai số thử nghiệm. Dữ liệu chi tiết liên quan tới thử nghiệm này được đưa ra ở dưới trong Bảng 1.

Bảng 1

Hiệu suất nén [%]	Lưu lượng dòng khí cấp (5) [m ³ /giờ]	Áp suất dòng khí thấm qua màng (9a) áp suất [mbar]	Áp suất dòng khí không thấm qua màng (10a) áp suất [bar]	Dòng khí không thấm qua màng thứ hai (8) c(CH ₄) [%]	Dòng khí thấm qua màng (11) c(CH ₄) [%]	Lưu lượng dòng khí không thấm qua màng thứ hai (8) [m ³ /giờ]	Lưu lượng dòng khí thấm qua màng (9a) [m ³ /giờ]	Lưu lượng dòng khí thấm qua màng (6) [m ³ /giờ]	Lưu lượng dòng khí thấm qua màng (11) [m ³ /giờ]	Lưu lượng dòng khí không thấm qua màng (7) theo tính toán [m ³ /giờ]
60	3,83	951	3,6	95,75	0,5	1,665	0,622	1,641	1,28	2,287
62,5	4,1	760	3,8	95,68	0,62	1,807	0,756	1,669	1,372	2,563
65	4,3	660	3,9	95,54	0,58	1,907	0,838	1,715	1,427	2,745
67,5	4,53	560	4,03	95,23	0,62	2	0,94	1,76	1,5	2,94
70	4,77	460	4,16	95,52	0,55	2,086	1,044	1,828	1,57	3,13
72,5	5,01	320	4,29	95,43	0,55	2,175	1,16	1,894	1,646	3,335
75	5,23	241	4,43	95,34	0,62	2,267	1,28	1,925	1,697	3,547

Ngoài ra, lưu lượng theo thể tích được đo cho dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8, dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6, dòng khí thấm qua màng thứ ba 11 (là khí thải) và dòng khí thấm qua màng thứ hai 9a. Lưu lượng theo thể tích của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 có thể được xác định theo tổng các trị số lưu lượng theo thể tích của dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8 và của dòng khí thấm qua màng thứ hai 9a.

Áp suất của phần khí thấm qua màng của tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 tiếp đó có thể được dựng đồ thị theo lưu lượng theo thể tích của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 để xây dựng đường cong hiệu chỉnh để duy trì nồng độ khí sản phẩm khi lưu lượng cấp của tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 thay đổi, ví dụ, do việc thay đổi tốc độ của máy nén hoặc do sự thay đổi về thành phần của khí thô (xem Fig.4).

Fig.4 thể hiện đường hồi quy tuyến tính cùng với các sai số tin cậy được tạo ra. Mỗi tương quan này sau đó có thể được sử dụng trong hệ thống điều khiển cho thiết bị tách khí theo sáng chế. Hệ thống điều khiển sử dụng trị số lưu lượng đã đo được cho dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 bởi lưu lượng kế theo thể tích 20a bằng cách tính toán áp suất của phần khí thấm qua màng theo phương trình tuyến tính trên Fig.4 để xác định áp suất của phần khí thấm qua màng cần thiết trong tầng tách phần khí không

thấm qua màng 2 để duy trì nồng độ khí sản phẩm. Áp suất này tiếp đó được thiết lập một cách thích hợp bằng cách sử dụng các phương tiện điều chỉnh 18 trong dòng khí thấm qua màng thứ hai.

Áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng 3 sau đó có thể được dựng đồ thị theo lưu lượng theo thể tích của dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6 để xác định một cách tương tự đường cong hiệu chỉnh để duy trì nồng độ khí thải trong dòng khí thấm qua màng 11 khi lưu lượng liệu cấp của tầng tách phần khí thấm qua màng 3, tức là dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6, thay đổi, ví dụ, do sự thay đổi về tốc độ của máy nén hoặc do có sự thay đổi về thành phần của khí thô (xem Fig.5).

Một đường hồi quy tuyến tính cùng với các sai số tin cậy cũng được thu được trên Fig.5. Mỗi tương quan này sau đó có thể được sử dụng một cách tương tự cho phương pháp được mô tả ở trên cho tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 trong hệ thống điều khiển cho thiết bị tách khí theo sáng chế. Đầu tiên, trị số lưu lượng của dòng khí thấm qua màng thứ nhất 6 được xác định bởi việc đo bằng lưu lượng kế theo thể tích 21a và được sử dụng trong phương trình tuyến tính trên Fig.5 để xác định áp suất của phần khí không thấm qua màng cần thiết trong tầng tách phần khí thấm qua màng 3 - và thiết lập nhờ sử dụng các phương tiện điều chỉnh 19 trong dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10 - để duy trì nồng độ khí thải trong dòng khí thấm qua màng 11.

Ví dụ 2

Vấn đề được xem xét là liệu rằng, bằng cách thay đổi áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng 3, nhờ sử dụng các phương tiện điều chỉnh 19 trong dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10, có thể đạt được sự thay đổi về nồng độ metan trong khí thải từ thiết bị (dòng khí thấm qua màng thứ ba 11) và tạo ra được đường cong hiệu chỉnh hay không. Trong trường hợp mà việc đo nồng độ khí thải cho thấy có sự thay đổi xảy ra, thì sau đó có thể sử dụng mối tương quan đã được hiệu chỉnh này để điều chỉnh hàm lượng metan của khí thải.

Nhằm mục đích này, trong khi duy trì tốc độ của máy nén không đổi, áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng 3 được thay đổi bằng các phương tiện điều chỉnh 19 trong dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10 và

dẫn tới sự thay đổi về nồng độ metan của dòng khí thấm qua màng thứ ba 11 (khí thải) đo được. Các lưu lượng theo thể tích của thiết bị cũng được ghi lại. Các giá trị được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2

Hiệu suất máy nén [%]	Lưu lượng dòng khí cấp (5) [m ³ /giờ]	Áp suất dòng khí không thấm qua màng (10a) (bar)	Áp suất dòng khí thấm qua màng (9a) (mbar)	c(CH ₄) trong dòng khí thấm qua màng (11) [%]	Lưu lượng dòng khí không thấm qua màng thứ hai (8) [m ³ /giờ]	Lưu lượng dòng khí thấm qua màng (9a) [m ³ /giờ]	Lưu lượng dòng khí thấm qua màng (6) [m ³ /giờ]	Lưu lượng dòng khí thấm qua màng (11) [m ³ /giờ]	Dòng khí không thấm qua màng (7) theo tính toán [m ³ /giờ]	Mức nén kép
60	3,3	3,5	950	0,99	1,494	0,47	1,37	1,166	1,964	24,1%
60	3,3	3,4	950	0,94	1,482	0,456	1,399	1,147	1,938	25,5%
60	3,3	3,3	950	0,88	1,462	0,44	1,434	1,122	1,902	27,7%
60	3,3	3,2	950	0,82	1,44	0,427	1,464	1,09	1,867	30,4%
60	3,3	3,1	950	0,76	1,406	0,409	1,509	1,062	1,815	33,7%
60	3,3	3	950	0,69	1,375	0,394	1,555	1,027	1,769	37,4%
60	3,3	2,9	950	0,63	1,347	0,38	1,596	0,986	1,727	41,4%
60	3,3	2,8	950	0,56	1,283	0,36	1,663	0,955	1,643	47,5%
60	3,3	2,7	950	0,5	1,247	0,345	1,713	0,911	1,592	52,9%
60	3,3	2,6	950	0,44	1,177	0,33	1,789	0,868	1,507	61,4%

Từ Bảng 2 cho thấy, nồng độ metan trong dòng khí thải 11 tăng khi tăng áp suất của phần khí không thấm qua màng trong tầng tách phần khí thấm qua màng 3. Nó được thể hiện bằng đồ thị trên Fig.6. Đường hồi quy này tuyến tính cùng với các sai số tin cậy. Đường cong này có thể sử dụng được làm đường cong hiệu chỉnh cho mục đích kiểm soát. Bằng cách đưa vào nồng độ metan được mong muốn trong phương trình theo Fig.6, áp suất của phần khí không thấm qua màng tương ứng cần thiết có thể xác định được.

Đáng chú ý là tỷ lệ nén kép gia tăng nhanh chóng khi giảm giảm áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng 3 và do đó làm giảm nồng độ metan trong khí thải được mô tả dưới dạng đồ thị trên Fig.7.

Ví dụ 3

Sự thay đổi về áp suất của phần khí thấm qua màng của tầng tách phần khí không

thấm qua màng 2 bằng các phương tiện điều chỉnh 18 trong dòng khí thấm qua màng thứ hai 9a có thể được sử dụng để đạt được sự thay đổi về nồng độ metan trong khí sản phẩm của thiết bị (là dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8). Trong trường hợp việc đo nồng độ khí sản phẩm cho thấy có sự thay đổi xảy ra, thì mối tương quan đã được hiệu chỉnh này có thể được sử dụng để điều chỉnh hàm lượng metan khí sản phẩm.

Nhằm mục đích này, áp suất của phần khí thấm qua màng của tầng tách phần khí không thấm qua màng 2 được thay đổi trong khi duy trì tốc độ của máy nén không đổi, và sự thay đổi thu được về nồng độ metan trong khí sản phẩm được đo. Các giá trị được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3

Áp suất của phần khí thấm qua màng của giai đoạn 2 [bar]	c(CH ₄) trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8 [%]
1,005	96,44
0,95	96,77
0,9	97,03
0,85	97,23
0,8	97,48
0,75	97,68
0,7	97,93
0,65	98,14
0,6	98,34
0,55	98,55
0,5	98,80
0,445	99,07
0,4	99,28
0,35	99,47
0,3	99,59
0,284	99,66

Như đã thấy, nồng độ metan của khí sản phẩm 8 tăng khi giảm áp suất của phần khí thấm qua màng trong tầng tách phần khí không thấm qua màng 2. Nó được thể hiện dưới dạng đồ thị trên Fig.8. Đường hồi quy này tuyến tính cùng với các sai số tin cậy. Đường cong này có thể sử dụng được làm đường cong hiệu chỉnh cho mục đích kiểm soát. Bằng cách đưa vào nồng độ metan mong muốn tính theo công thức thể hiện trên

Fig.5, áp suất của phần khí không thấm qua màng tương ứng cần thiết có thể được xác định.

Các số chỉ dẫn

- 1: tầng tách dòng khí cấp
- 2: tầng tách phần khí không thấm qua màng
- 3: tầng tách phần khí thấm qua màng
- 4: máy nén một cấp hoặc đa cấp
- 5: dòng khí cấp
- 6: dòng khí thấm qua màng thứ nhất
- 7: dòng khí không thấm qua màng thứ nhất
- 8: dòng khí không thấm qua màng thứ hai
- 9: dòng khí thấm qua màng thứ hai bao gồm dòng nhánh 9a, nằm giữa phương tiện điều chỉnh 18 và tầng tách phần khí không thấm qua màng 2, và dòng nhánh 9b nằm sau các phương tiện điều chỉnh 18
- 10: dòng khí không thấm qua màng thứ ba bao gồm dòng nhánh 10a, nằm giữa phương tiện điều chỉnh 19 và tầng tách phần khí thấm qua màng 3, và 10b nằm sau phương tiện điều chỉnh 19
- 11: dòng khí thấm qua màng thứ ba
- 12: van giảm áp tùy ý trong dòng khí không thấm qua màng thứ nhất 7 (không được thể hiện trên các hình vẽ)
- 13: van giảm áp tùy ý trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai 8 (không được thể hiện trên các hình vẽ)
- 14: van giảm áp tùy ý trong dòng khí không thấm qua màng thứ ba 10 (không được thể hiện trên các hình vẽ)
- 15: bơm chân không (không được thể hiện trên các hình vẽ)
- 16: buồng trộn (không được thể hiện trên các hình vẽ)
- 17: dòng khí thô
- 18: phương tiện điều chỉnh phần khí thấm qua màng trong dòng khí thấm qua màng thứ hai (còn được gọi ngắn gọn là phương tiện điều chỉnh 18 trong phần mô tả)
- 19: phương tiện điều chỉnh phần không màng trong dòng khí không thấm qua màng

- thứ ba (còn được gọi ngắn gọn là phương tiện điều chỉnh 19 trong phần mô tả)
- 20a: phương tiện đo phần khí không thấm qua màng thứ nhất để phân tích dòng khí không thấm qua màng thứ nhất (còn được gọi ngắn gọn là phương tiện đo 20a trong phần mô tả)
- 20b: phương tiện đo phần khí không thấm qua màng thứ hai để phân tích dòng khí không thấm qua màng thứ hai (còn được gọi ngắn gọn là phương tiện đo 20b trong phần mô tả)
- 21a: phương tiện đo phần khí thấm qua màng thứ nhất để phân tích dòng khí thấm qua màng thứ nhất (còn được gọi ngắn gọn là phương tiện đo 21a trong phần mô tả)
- 21b: phương tiện đo phần khí thấm qua màng thứ hai để phân tích dòng khí thấm qua màng thứ ba (còn được gọi ngắn gọn là phương tiện đo 21b trong phần mô tả)
- 22: phương tiện đo phần khí thấm qua màng thứ hai để phân tích dòng khí thấm qua màng thứ hai (còn được gọi ngắn gọn là phương tiện đo 22 trong phần mô tả)
- 23: phương tiện đo phần khí không thấm qua màng thứ ba để phân tích dòng khí không thấm qua màng thứ ba (còn được gọi ngắn gọn là phương tiện đo 23 trong phần mô tả)
- 24: phương tiện điều chỉnh máy nén (không được thể hiện trên các hình vẽ)
- 25: phương tiện điều chỉnh khí thô để điều khiển dòng khí thô 17 (không được thể hiện trên các hình vẽ)

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị tách khí, bao gồm các tầng tách bằng màng bao gồm ít nhất một tầng tách dòng khí cấp (1), một tầng tách phần khí không thấm qua màng (2) và tầng tách phần khí thấm qua màng (3) và cả ít nhất một máy nén (4) nằm ở phía cấp của tầng tách dòng khí cấp (1) và/hoặc ít nhất một bơm chân không nằm sau tầng tách dòng khí cấp (1), trong đó:

tầng tách dòng khí cấp (1) để tách dòng khí cấp (5) gồm hai hoặc nhiều thành phần, thành dòng khí thấm qua màng thứ nhất (6) và dòng khí không thấm qua màng thứ nhất (7),

tầng tách phần khí không thấm qua màng (2) chia dòng khí không thấm qua màng thứ nhất (7) thành dòng khí thấm qua màng thứ hai (9a+9b) và dòng khí không thấm qua màng thứ hai (8), trong đó dòng khí thấm qua màng thứ hai (9a) được cấp vào phương tiện điều chỉnh phần khí thấm qua màng (18) nằm sau tầng tách phần khí không thấm qua màng (2) và trong đó dòng khí thấm qua màng thứ hai (9b) được cấp vào dòng khí cấp (5) nằm sau phương tiện điều chỉnh phần khí thấm qua màng (18), và trong đó dòng khí không thấm qua màng thứ hai (8) được lấy ra ở dạng sản phẩm hoặc được xử lý tiếp,

tầng tách phần khí thấm qua màng (3) chia dòng khí thấm qua màng thứ nhất (6) thành dòng khí không thấm qua màng thứ ba (10a+10b) và dòng khí thấm qua màng thứ ba (11), trong đó dòng khí không thấm qua màng thứ ba (10a) được cấp vào phương tiện điều chỉnh phần khí không thấm qua màng (19) nằm sau tầng tách phần khí thấm qua màng (3) và trong đó dòng khí không thấm qua màng thứ ba (10b) được cấp vào dòng khí cấp (5) nằm sau phương tiện điều chỉnh phần khí không thấm qua màng (19), và trong đó dòng khí thấm qua màng thứ ba (11) được lấy ra ở dạng sản phẩm hoặc được xử lý tiếp hoặc được bỏ đi,

phương tiện điều chỉnh phần khí thấm qua màng (18) có thể làm tăng hoặc làm giảm áp suất của phần khí thấm qua màng của tầng tách phần khí không thấm qua màng (2) và được điều chỉnh dựa trên cơ sở các trị số đo được từ một hoặc nhiều phương tiện đo (20a) trong dòng khí không thấm qua màng thứ nhất (7) và/hoặc một hoặc nhiều phương tiện đo (20b) trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai (8), và/hoặc

phương tiện điều chỉnh phần khí không thấm qua màng (19) có thể làm tăng hoặc

làm giảm áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng (3) và được điều chỉnh dựa trên cơ sở các trị số đo được từ một hoặc nhiều phương tiện đo (21a) trong dòng khí thấm qua màng thứ nhất (6) và/hoặc một hoặc nhiều phương tiện đo (21b) trong dòng khí thấm qua màng thứ ba (11).

2. Thiết bị tách khí theo điểm 1, trong đó dòng khí thấm qua màng thứ nhất (6) không bị nén lại, và/hoặc

các môđun màng tách khí có độ chọn lọc hỗn hợp khí CO_2/CH_4 không dưới 30 được sử dụng ít nhất là trong tầng tách dòng khí cấp (1), và/hoặc

ít nhất một tầng trong số các tầng tách bằng màng (1) tới (3) bao gồm các môđun màng tách khí được nối liền với nhau song song và/hoặc nối tiếp, và/hoặc

môđun màng tách khí gồm các màng sợi có lỗ rỗng và/hoặc các màng phẳng, và/hoặc

thiết bị này được tạo kết cấu sao cho thể tích khí được hồi lưu trong dòng khí thấm qua màng thứ hai và trong dòng khí không thấm qua màng thứ ba với tổng lượng dưới 60% thể tích của dòng khí thô (17), và/hoặc

thiết bị này được tạo kết cấu sao cho nồng độ của ít nhất một khí thấm qua màng của tầng tách dòng khí cấp (1), sau khi hồi lưu dòng khí thấm qua màng thứ hai và dòng khí không thấm qua màng thứ ba, được tăng lên trong dòng khí cấp (5) với mức không dưới 2% so với nồng độ trong dòng khí thô (17).

3. Thiết bị tách khí theo điểm 2, trong đó các môđun màng tách khí có độ chọn lọc hỗn hợp khí CO_2/CH_4 không dưới 30 được sử dụng trong cả ba tầng tách bằng màng.

4. Thiết bị tách khí theo điểm 2, trong đó thiết bị được tạo kết cấu sao cho nồng độ của ít nhất một khí thấm qua màng của tầng tách dòng khí cấp (1), sau khi hồi lưu dòng khí thấm qua màng thứ hai và dòng khí không thấm qua màng thứ ba, được tăng trong dòng khí cấp (5) với mức nằm trong khoảng từ 3 tới 40% so với nồng độ trong dòng khí thô (17).

5. Thiết bị tách khí theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 4, trong đó:

dòng khí thấm qua màng thứ hai và dòng khí không thấm qua màng thứ ba được dẫn vào phía hút của máy nén (4), và/hoặc

máy nén (4) là máy nén nhiều cấp, và/hoặc

máy nén (4) là máy nén nhiều cấp và dòng khí thấm qua màng thứ hai (9b) và/hoặc dòng khí không thấm qua màng thứ ba (10b) được đưa vào máy nén (4) ở giữa hai cấp nén, và/hoặc

máy nén (4) được bố trí trong thiết bị này sao cho nó tạo ra một gradien áp suất trong tầng tách dòng khí cấp (1).

6. Thiết bị tách khí theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 5, trong đó:

thiết bị này bao gồm phương tiện điều chỉnh (24) mà làm thích ứng tốc độ quay của máy nén (4) theo sự thay đổi trong dòng khí thấm qua màng thứ hai (9b) và/hoặc dòng khí không thấm qua màng thứ ba (10b) và/hoặc dòng khí thô (17), và/hoặc

thiết bị này được tạo kết cấu sao cho lượng khí thô được cấp được điều chỉnh để điều chỉnh theo sự thay đổi của lượng khí được hồi lưu từ dòng khí thấm qua màng thứ hai và/hoặc dòng khí không thấm qua màng thứ ba.

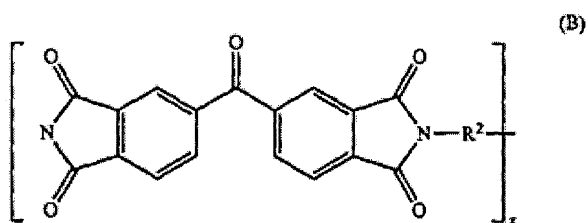
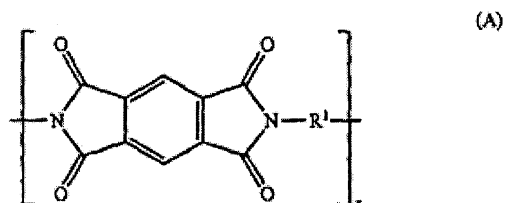
7. Thiết bị tách khí theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 6, trong đó các lưu lượng kế được sử dụng làm các phương tiện đo (20a) trong dòng khí không thấm qua màng thứ nhất (7) và/hoặc làm các phương tiện đo (21a) trong dòng khí thấm qua màng thứ nhất (6), hoặc

phương tiện đo trực tuyến hoặc ngoại tuyến (20b) được sử dụng trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai (8) và/hoặc phương tiện đo trực tuyến hoặc ngoại tuyến (21b) được sử dụng trong dòng khí thấm qua màng thứ ba (11) để xác định thành phần của hỗn hợp khí cụ thể.

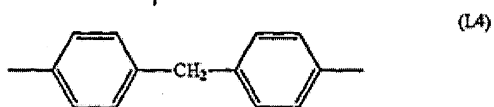
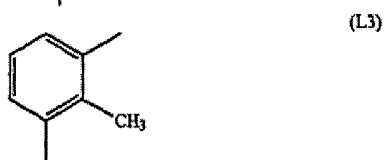
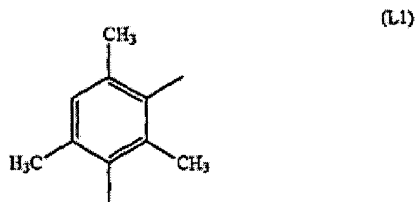
8. Thiết bị tách khí theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 7, trong đó các màng trong các tầng tách bằng màng có lớp có hoạt tính tách làm bằng vật liệu vô định hình hoặc kết tinh một phần được chọn từ polyimit, polyamit, polysulphon, xenluloza axetat và các dẫn xuất, polyphenylen oxit, polysiloxan, polyme có tính vi rỗng bên trong, màng hỗn hợp nền, màng khuếch tán xúc tiến, polyetylen oxit, polypropylen oxit và hỗn hợp

của chúng.

9. Thiết bị tách khí theo điểm 8, trong đó vật liệu được dùng làm lớp có hoạt tính tách của các màng là polyimide có các công thức chung (A) và (B) dưới đây:



trong đó x nằm trong khoảng từ 0 tới 0,5 và y nằm trong khoảng từ 0,5 tới 1, và trong đó mỗi R¹ và R² độc lập được chọn từ một hoặc nhiều nhóm L1, L2, L3 và L4:



10. Thiết bị tách khí theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 9, trong đó:

không dưới 95% phần khí không thấm qua màng của tầng tách dòng khí cấp (1) đã được dẫn vào thiết bị này được loại bỏ qua dòng khí không thấm qua màng thứ hai (8), và/hoặc

không quá 5% phần khí không thấm qua màng của tầng tách dòng khí cấp (1) đã được dẫn vào thiết bị này được loại bỏ qua dòng khí thấm qua màng thứ ba (11).

11. Phương pháp điều khiển thiết bị tách khí, trong đó hỗn hợp khí bao gồm thành phần dễ thấm qua màng (A) và thành phần khó thấm qua màng (B) được tách trong thiết bị tách khí theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 10, phương pháp này bao gồm các bước:

i. chọn khoảng xác định trước đối với nồng độ của thành phần khó thấm qua màng (B) trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai (8), hoặc đối với thông số tương ứng với nồng độ của thành phần khó thấm qua màng (B) trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai (8), giảm áp suất của dòng khí thấm qua màng thứ hai (9a) bằng phương tiện điều chỉnh phần khí thấm qua màng (18) cho đến khi nồng độ hoặc thông số tương ứng với nồng độ của thành phần khó thấm qua màng (B) trong dòng khí thấm qua màng thứ hai (9a) nằm trong khoảng xác định trước đối với thành phần khó thấm qua màng (B) trong dòng khí thấm qua màng thứ hai (9a), khi nồng độ hoặc thông số tương ứng với nồng độ đối với thành phần khó thấm qua màng (B) tụt xuống dưới khoảng xác định trước này trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai (8), và tăng áp suất của dòng khí thấm qua màng thứ hai (9a) bằng phương tiện điều chỉnh phần khí thấm qua màng (18) cho đến khi nồng độ hoặc thông số tương ứng với nồng độ của thành phần khó thấm qua màng (B) trong dòng khí thấm qua màng thứ hai (9a) nằm trong khoảng xác định trước đối với thành phần khó thấm qua màng (B) trong dòng khí thấm qua màng thứ hai (9a), khi nồng độ hoặc thông số tương ứng với nồng độ đối với thành phần khó thấm qua màng (B) vượt quá khoảng xác định trước này trong dòng khí không thấm qua màng thứ hai (8); và/hoặc

ii. chọn khoảng xác định trước đối với nồng độ của thành phần khó thấm qua màng (B) trong dòng khí thấm qua màng thứ ba (11), hoặc đối với thông số tương ứng với nồng độ của thành phần khó thấm qua màng (B) trong dòng khí thấm qua màng thứ ba (11), tăng áp suất của dòng khí không thấm qua màng thứ ba (10a) bằng phương tiện

điều chỉnh phần khí không thấm qua màng (19) cho đến khi nồng độ hoặc thông số tương ứng với nồng độ của thành phần khó thấm qua màng (B) trong dòng khí không thấm qua màng thứ ba (10a) nằm trong khoảng xác định trước đối với thành phần khó thấm qua màng (B) trong dòng khí không thấm qua màng thứ ba (10a), khi nồng độ hoặc thông số tương ứng với nồng độ đối với thành phần khó thấm qua màng (B) tụt xuống dưới khoảng xác định trước này trong dòng khí thấm qua màng thứ ba (11), và

giảm áp suất của dòng khí không thấm qua màng thứ ba (10a) bằng phương tiện điều chỉnh phần khí không thấm qua màng (19) cho đến khi nồng độ hoặc thông số tương ứng với nồng độ của thành phần khó thấm qua màng (B) trong dòng khí không thấm qua màng thứ ba (10a) nằm trong khoảng xác định trước đối với thành phần khó thấm qua màng (B) trong dòng khí không thấm qua màng thứ ba (10a), khi nồng độ hoặc thông số tương ứng với nồng độ đối với thành phần khó thấm qua màng (B) vượt quá khoảng xác định trước này trong dòng khí thấm qua màng thứ ba (11).

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó nồng độ của thành phần khó thấm qua màng (B) trong dòng khí thấm qua màng thứ hai và/hoặc dòng khí không thấm qua màng thứ ba được xác định trực tuyến và/hoặc ngoại tuyến.

13. Phương pháp điều khiển thiết bị tách khí theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 10, phương pháp này bao gồm các bước:

i. chọn khoảng xác định trước đối với thông số của dòng khí không thấm qua màng thứ hai (8) được hiệu chỉnh bởi đường cong hiệu chỉnh với lưu lượng theo thể tích của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất (7),

giảm áp suất của dòng khí thấm qua màng thứ hai (9a) bằng phương tiện điều chỉnh phần khí thấm qua màng (18) cho đến khi thông số của dòng khí không thấm qua màng thứ hai (8) nằm trong khoảng xác định trước khi lưu lượng theo thể tích của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất (7) tăng, và

tăng áp suất của dòng khí thấm qua màng thứ hai (9a) bằng phương tiện điều chỉnh phần khí thấm qua màng (18) cho đến khi thông số của dòng khí không thấm qua màng thứ hai (8) nằm trong khoảng xác định trước khi lưu lượng theo thể tích của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất (7) giảm; và/hoặc

ii. chọn khoảng xác định trước đối với thông số của dòng khí thấm qua màng thứ ba (11) được hiệu chỉnh bởi đường cong hiệu chỉnh với lưu lượng theo thể tích của dòng khí thấm qua màng thứ nhất (6),

làm tăng áp suất của dòng khí không thấm qua màng thứ ba (10a) bằng phương tiện điều chỉnh phần khí không thấm qua màng (19) cho đến khi thông số của dòng khí thấm qua màng thứ ba (11) nằm trong khoảng xác định trước khi lưu lượng theo thể tích của dòng khí thấm qua màng thứ nhất (6) tăng, và

giảm áp suất của dòng khí không thấm qua màng thứ ba (10a) bằng phương tiện điều chỉnh phần khí không thấm qua màng (19) cho đến khi thông số của dòng khí thấm qua màng thứ ba (11) nằm trong khoảng xác định trước khi lưu lượng theo thể tích của dòng khí thấm qua màng thứ nhất (6) tăng.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó đường cong hiệu chỉnh bao gồm mối tương quan giữa lưu lượng theo thể tích và áp suất của dòng khí dùng làm đường cong điều khiển để duy trì nồng độ của thành phần trong dòng khí khác.

15. Phương pháp theo điểm 11, trong đó:

mức sụt áp qua tầng tách dòng khí cấp (1) được thiết lập nằm trong khoảng từ 1 đến 30 bar ($1 \cdot 10^5$ - $30 \cdot 10^5$ Pa), và/hoặc

mức sụt áp qua tầng tách dòng khí cấp (1) và tầng tách phần khí không thấm qua màng (2) được thiết lập nằm trong khoảng từ 1 đến 100 bar ($1 \cdot 10^5$ - $100 \cdot 10^5$ Pa).

16. Phương pháp theo điểm 15, trong đó:

mức sụt áp qua tầng tách dòng khí cấp (1) được thiết lập nằm trong khoảng từ 3 đến 10 bar ($3 \cdot 10^5$ - $10 \cdot 10^5$ Pa), và/hoặc

mức sụt áp qua tầng tách dòng khí cấp (1) và tầng tách phần khí không thấm qua màng (2) được thiết lập nằm trong khoảng từ 10 đến 70 bar ($10 \cdot 10^5$ - $70 \cdot 10^5$ Pa).

17. Phương pháp theo điểm 11, trong đó:

lực dẫn động cho quá trình tách là sự chênh lệch áp suất riêng phần giữa phía không thấm qua màng và phía thấm qua màng của ít nhất một tầng trong số các tầng tách

bằng màng, trong đó sự chênh lệch áp suất riêng phần được tạo ra bởi ít nhất một máy nén (4), nằm ở phía cấp của tầng tách dòng khí cấp (1), và tùy ý bởi ít nhất một bơm chân không trên dòng khí thấm qua màng thứ hai và/hoặc dòng khí thấm qua màng thứ ba (11) và/hoặc bởi dòng khí súc phía thấm qua màng, và/hoặc

áp suất của phần khí thấm qua màng của tầng tách dòng khí cấp (1) ở trạng thái cao hoặc tương đương so với áp suất môi trường, sao cho vẫn có sự chênh lệch áp suất tương đối giữa phần khí không thấm qua màng và phần khí thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng (3) và nhờ đó có động lực trong trường hợp phần khí thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng (3) ở áp suất môi trường hoặc áp suất âm được áp dụng.

18. Phương pháp theo điểm 11, trong đó:

phương tiện điều chỉnh (24) làm thích ứng tốc độ quay của máy nén (4) theo thay đổi trong dòng khí thấm qua màng thứ hai và/hoặc dòng khí không thấm qua màng thứ ba và/hoặc dòng khí thô (17), và/hoặc

việc thay đổi các lượng khí được hồi lưu từ dòng khí thấm qua màng thứ hai (9a) và/hoặc dòng khí không thấm qua màng thứ ba được làm cân bằng, bằng cách điều chỉnh lượng khí thô được cấp, tốt hơn là nhờ phương tiện điều chỉnh khí thô, tốt hơn là không cần thay đổi tốc độ quay của máy nén (4), hoặc

hiệu suất của thiết bị tách khí được tăng lên hoặc được giảm xuống bằng cách thay đổi công suất lưu lượng của máy nén (4), trong đó:

sự thay đổi tạo ra về lưu lượng theo thể tích của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất (7) bị triệt tiêu bằng cách chọn một khoảng xác định trước đối với thông số của dòng khí không thấm qua màng thứ hai (8) được hiệu chỉnh bởi đường cong hiệu chỉnh với lưu lượng theo thể tích của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất (7), giảm áp suất của dòng khí thấm qua màng thứ hai (9a) bởi phương tiện điều chỉnh phần khí thấm qua màng (18) cho đến khi thông số của dòng khí không thấm qua màng thứ hai (8) nằm trong khoảng xác định trước khi lưu lượng theo thể tích của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất (7) tăng, và tăng áp suất của dòng khí thấm qua màng thứ hai (9a) bởi phương tiện điều chỉnh phần khí thấm qua màng (18) cho đến khi thông số của dòng khí không thấm qua màng thứ hai (8) nằm trong khoảng xác định trước khi lưu lượng theo

thể tích của dòng khí không thấm qua màng thứ nhất (7) giảm, và/hoặc

sự thay đổi tạo ra về lưu lượng theo thể tích của dòng khí thấm qua màng thứ nhất (6) bị triệt tiêu bằng cách chọn một khoảng xác định trước đối với thông số của dòng khí thấm qua màng thứ ba (11) được hiệu chỉnh bởi đường cong hiệu chỉnh với lưu lượng theo thể tích của dòng khí thấm qua màng thứ nhất (6), tăng áp suất của dòng khí không thấm qua màng thứ ba (10a) bởi phương tiện điều chỉnh phần khí không thấm qua màng (19) cho đến khi thông số của dòng khí thấm qua màng thứ ba (11) nằm trong khoảng xác định trước khi lưu lượng theo thể tích của dòng khí thấm qua màng thứ nhất (6) tăng, và giảm áp suất của dòng khí không thấm qua màng thứ ba (10a) bởi phương tiện điều chỉnh phần khí không thấm qua màng (19) cho đến khi thông số của dòng khí thấm qua màng thứ ba (11) nằm trong khoảng xác định trước khi lưu lượng theo thể tích của dòng khí thấm qua màng thứ nhất (6) tăng.

19. Phương pháp theo điểm 11, trong đó:

phương pháp này được thực hiện trong phạm vi vận hành thiết bị sản xuất khí sinh học, trong đó tốc độ quay của máy nén (4) và do đó công suất theo thể tích của máy nén (4) được điều chỉnh theo mức nạp đầy của thiết bị sản xuất khí sinh học và/hoặc nhờ áp suất của bể lên men hoặc mức nạp đầy bình chứa trung gian, để cho mức nạp đầy trong bể lên men và/hoặc bình chứa trung gian có thể được thay đổi hoặc được giữ không đổi, hoặc

hỗn hợp khí được sử dụng được chọn từ các hỗn hợp gồm chủ yếu là, nhưng không chỉ giới hạn, ở cacbon đioxit và metan, chủ yếu là, nhưng không chỉ giới hạn, ở hydro và metan, chủ yếu là, nhưng không chỉ giới hạn, ở cacbon monoxit và hydro, khí sinh học khô, và khí tự nhiên thô.

20. Thiết bị sản xuất khí sinh học bao gồm thiết bị tách khí theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 10.

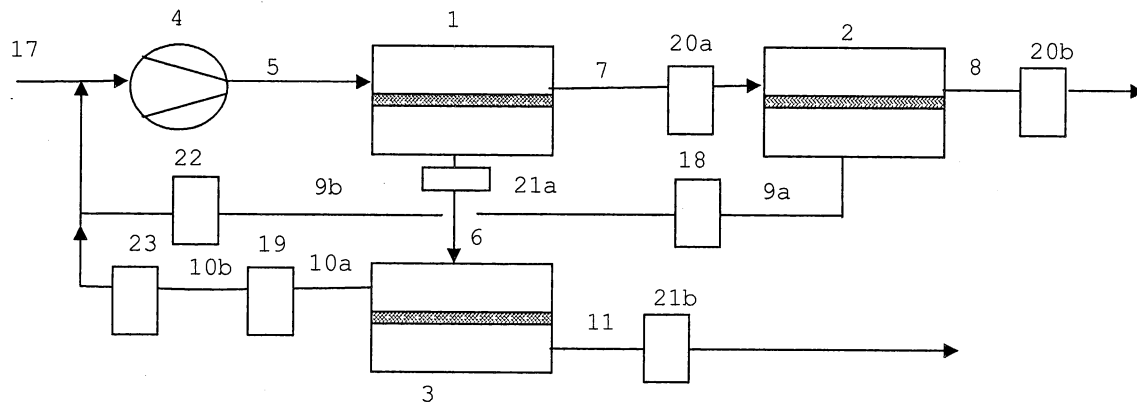


Fig.1

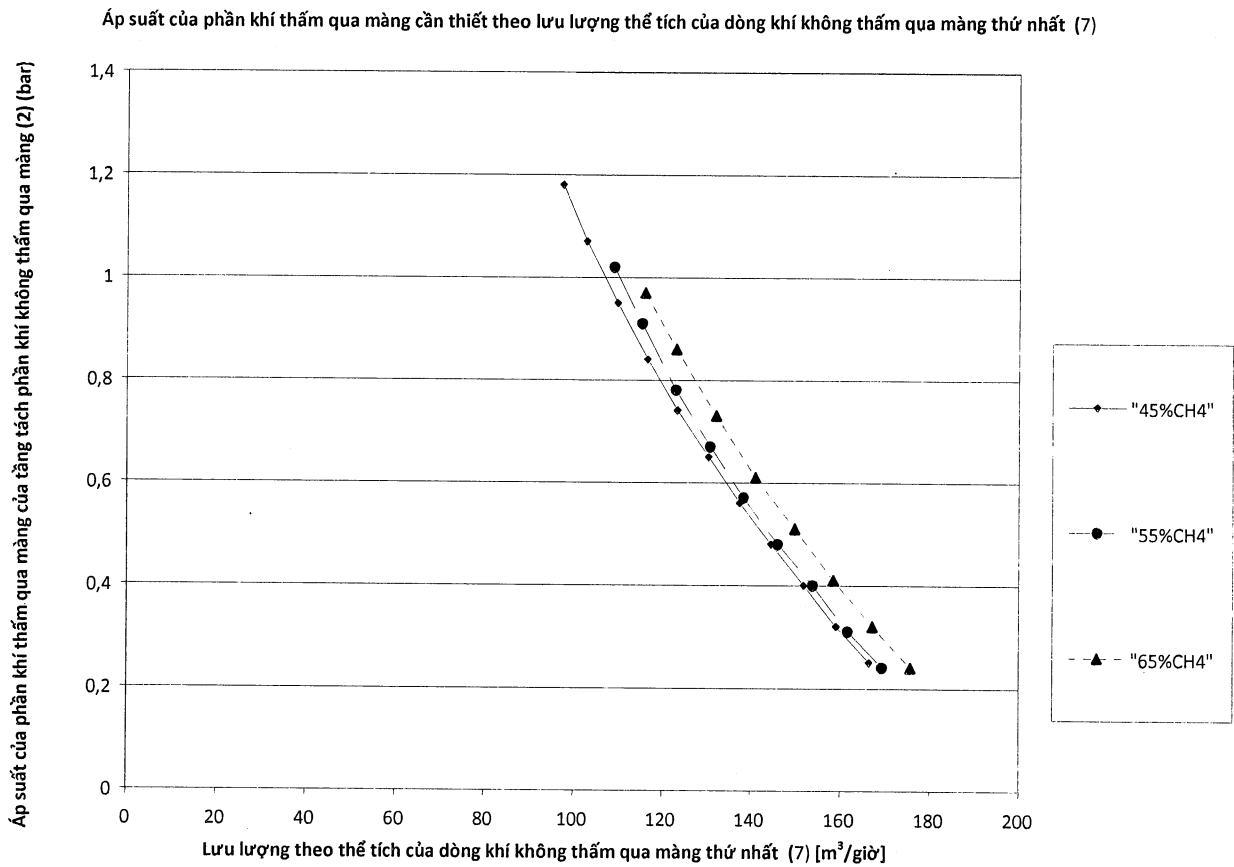


Fig.2

Áp suất của phần khí không thấm qua màng cần thiết của tầng tách phần khí thấm qua màng (3) theo lưu lượng theo thể tích của dòng khí thấm qua màng thứ nhất (6)

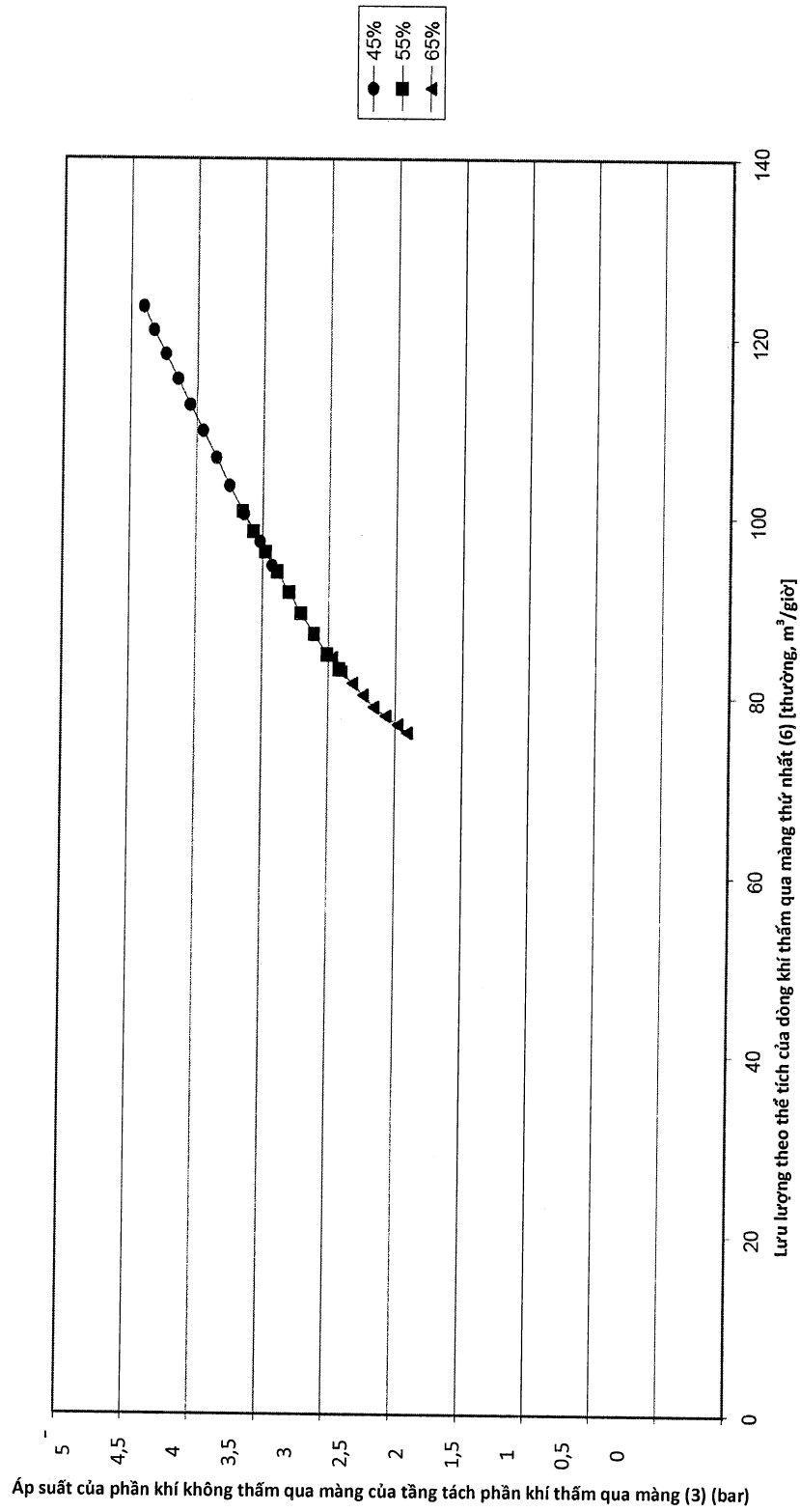


Fig.3

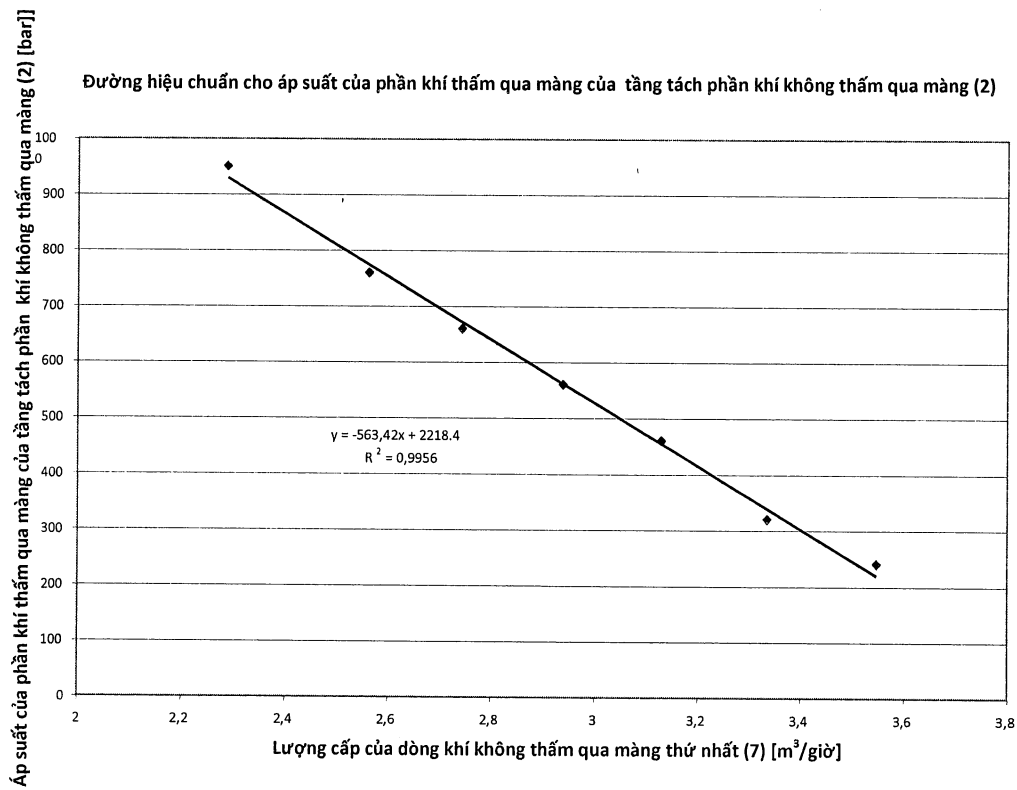


Fig.4

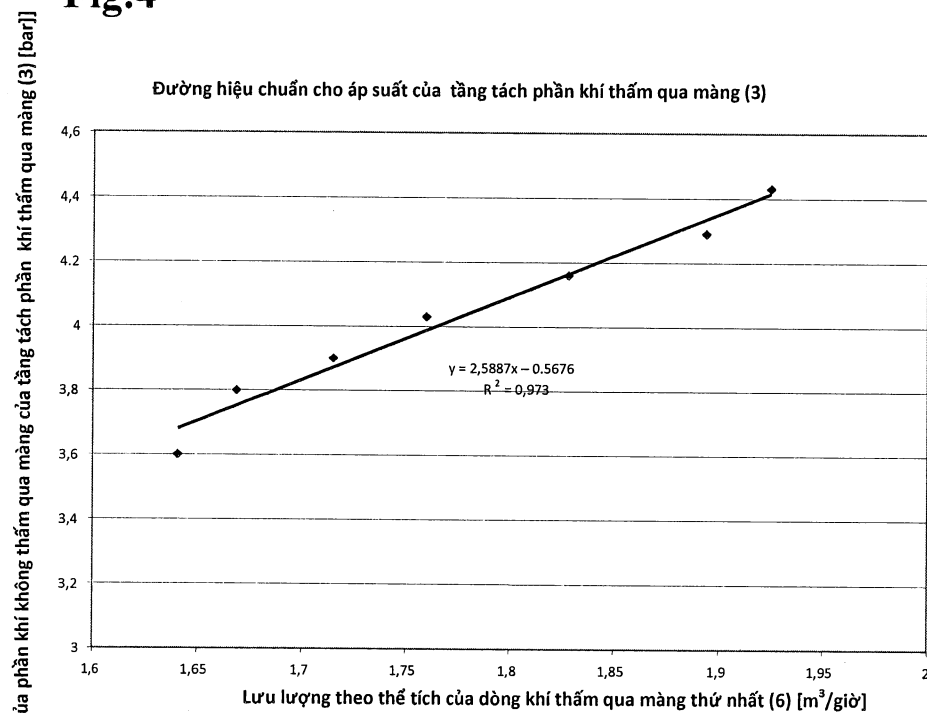


Fig.5

Sự phụ thuộc của nồng độ metan trong khí thải vào áp suất của phần khí không thấm qua màng của tầng tách phần khí thấm qua màng (3)

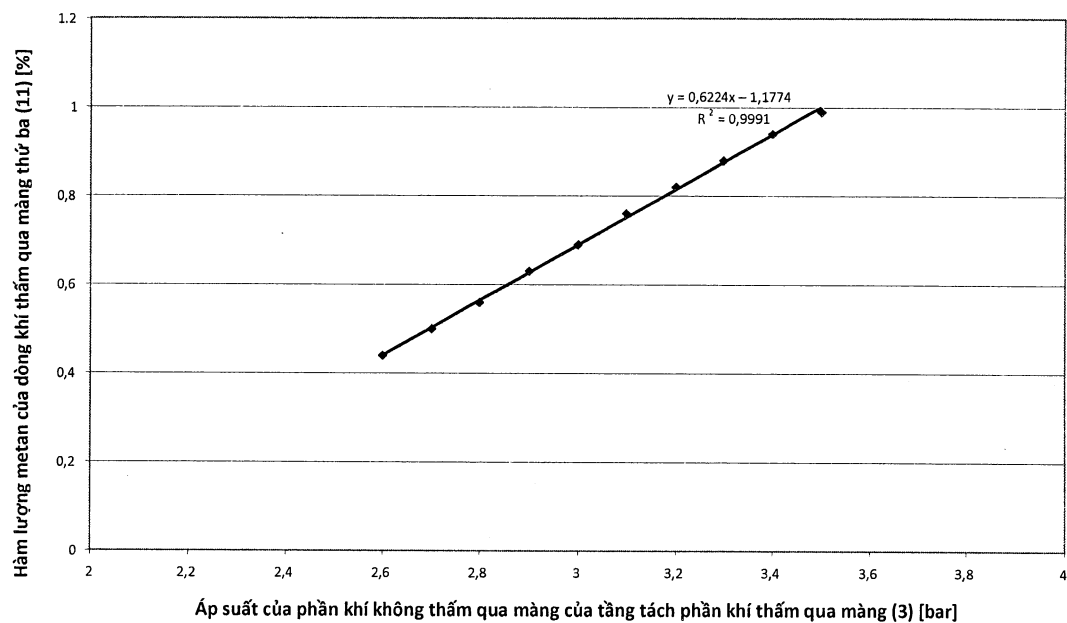


Fig.6

Mức hồi lưu theo nồng độ khí thải

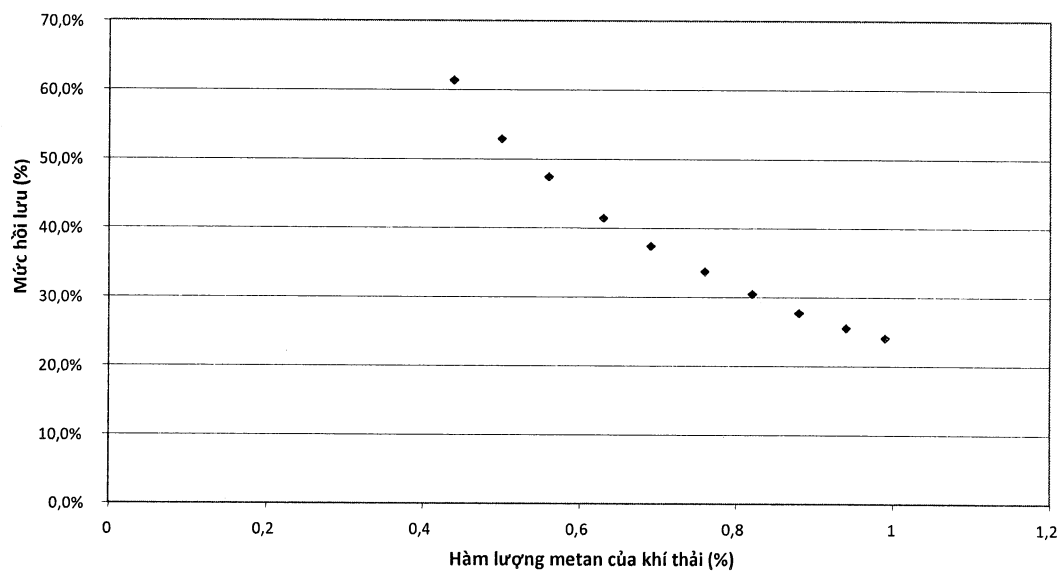


Fig.7

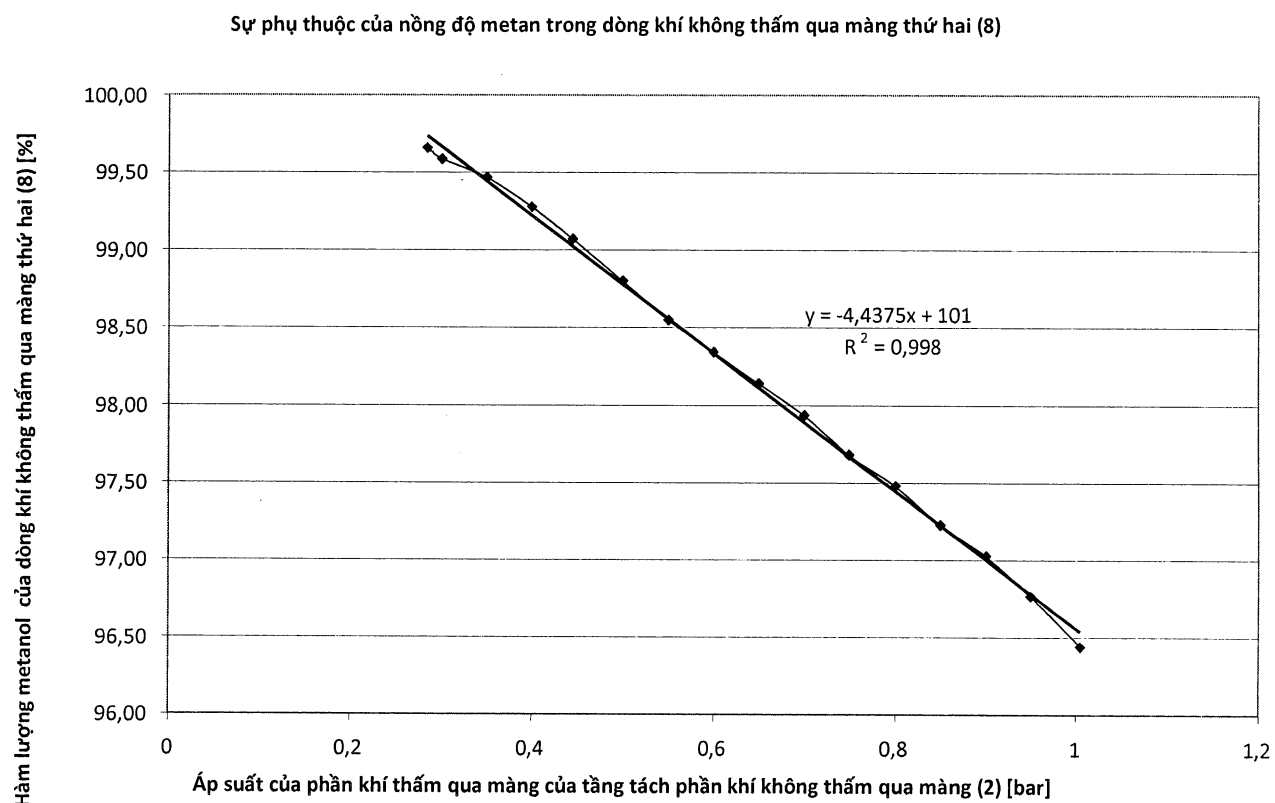


Fig.8