



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

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

(11)



1-0026777

(51)⁷ B01D 53/22; C10L 3/10

(13) B

(21) 1-2013-00260

(22) 26/05/2011

(86) PCT/EP2011/058636 26/05/2011

(87) WO 2012/000727 05/01/2012

(30) 10168121.1 01/07/2010 EP

(45) 25/12/2020 393

(43) 27/05/2013 302A

(73) Evonik Fibres GmbH (AT)

Gewerbepark 4, A-4861 Schoerfling am Attersee, Austria

(72) UNGERANK, Markus (AT); BAUMGARTEN, Goetz (DE); PRISKE, Markus (DE);
ROEGL, Harald (AT).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) THIẾT BỊ VÀ QUY TRÌNH TÁCH KHÍ

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị tách khí, cụ thể hơn là chuỗi các môđun màng tách khí, để tách hỗn hợp khí thành mỗi phân đoạn có độ tinh khiết cao. Ngoài ra, sáng chế cũng đề cập đến quy trình tách hỗn hợp khí.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị chuyên dụng, cụ thể hơn là chuỗi các môđun màng tách khí, để tách các hỗn hợp khí thành hai phân đoạn, mỗi phân đoạn có độ tinh khiết tăng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nhờ màng tách khí, có thể tách các hỗn hợp khí dựa trên độ thấm khác nhau (= lưu lượng trên đơn vị thời gian, đơn vị diện tích, độ chênh áp suất và độ dày lớp) của các khí riêng rẽ trong polyme. Các polyme này thường được xử lý để tạo thành các sợi rỗng hoặc các màng phẳng. Màng này được chú ý ở lớp tách rất mỏng tại bề mặt của màng, sao cho khả năng thấm (lưu lượng trên đơn vị thời gian, đơn vị diện tích và độ chênh áp suất) của màng là tối đa.

Kết quả tách có thể đạt được bằng màng trong một lần thấm qua không chỉ phụ thuộc vào độ chọn lọc của màng mà còn phụ thuộc vào cả tỷ lệ áp suất giữa phía áp suất cao và phía áp suất thấp của màng. Tỷ lệ áp suất này càng lớn thì kết quả tách tối đa có thể đạt được càng tốt.

Trong khoảng tỷ lệ áp suất thấp, các đường cong của độ chọn lọc khác nhau sẽ tiến lại gần nhau (xem Fig.1). Kết quả tách trong khoảng này được xác định bởi tỷ lệ áp suất. Do đó, khoảng này được gọi là “bị giới hạn bởi áp suất”. Trong khoảng tỷ lệ áp suất cao, kết quả tách gần như không thể bị ảnh hưởng bởi tỷ lệ áp suất. Khoảng này được gọi là “bị giới hạn bởi độ chọn lọc”.

Một chuỗi các cơ cấu kết nối màng để tách khí đã được biết đến trong các tài liệu kỹ thuật. Trong tài liệu Baker, IndEngChemRes, Natural Gas Processing with Membranes, 47 (2008), có một danh sách toàn diện về các cơ cấu kết nối đã biết khác nhau. Ví dụ, bằng cách sử dụng ví dụ về quy trình tách metan (khí không thấm qua) và CO₂ (khí thấm qua) với một bước tách màng gồm một trạm đơn giản theo Fig.2, có thể đạt được dòng sản phẩm có độ tinh khiết cao (98% CH₄). Tuy nhiên, chất lượng của dòng khí thải phía dòng thấm qua không thể bị ảnh hưởng và có độ tinh khiết thấp (44% CO₂). Có sự rò rỉ, tức là thất thoát, một lượng lớn metan tương ứng.

Trong trường hợp cơ cấu kết nối một trạm có tuần hoàn (Fig.3), độ tinh khiết có

thể được tăng lên chút ít. Tuy nhiên, bằng cách này không thể giải quyết được vấn đề cơ bản liên quan đến năng suất khí không thấm qua thấp và chất lượng của khí thấm qua.

Để đạt được độ tinh khiết cao hơn của dòng thấm qua và năng suất cao hơn của thành phần không thấm qua, một chuỗi các cơ cấu kết nối nhiều trạm đã được biết đến. Trong cơ cấu kết nối với một trạm tách dòng thấm qua, bằng việc nén lại và tuần hoàn dòng thấm qua thứ nhất (Fig.4), có thể cải thiện được độ tinh khiết của dòng thấm qua (86%) và năng suất metan.

Nếu thành phần thấm qua tốt hơn xuất hiện ở nồng độ tăng (30%), thì cơ cấu kết nối theo Fig.5 có thể là có lợi theo tài liệu trên đây. Hai dòng giàu khí thấm qua (82% CO₂, 93% CO₂) và một dòng giàu khí không thấm qua (82% CH₄) được tạo ra.

Bhide (MemSci, Hybrid processes for the removal of acid gases from natural gas, 1998) mô tả quy trình vận hành ba trạm để loại bỏ các khí axit ra khỏi khí tự nhiên (Fig.6). Dòng khí cần được xử lý được tinh chế thô ở màng nằm trước. Khí tự nhiên đã tinh chế sơ bộ mà còn lại ở phía áp suất được cho đi qua một màng khác nữa. Ở phía dòng không thấm qua, dòng sản phẩm mục tiêu tạo thành, khí tự nhiên được làm cạn các khí axit. Dòng được làm giàu khí axit ở phía dòng thấm qua được nén và được cấp vào trạm màng tiếp theo. Dòng không thấm qua của trạm này được nén đến mức áp suất của trạm nằm trước và được tái tuần hoàn về phía trước của nó. Chi phí năng lượng và đầu tư tài chính bổ sung này là nhằm để làm tăng năng suất metan. Các nhược điểm của cơ cấu kết nối này là cần chi phí cho bộ phận nén và dòng được làm giàu khí axit có độ tinh khiết không thỏa đáng.

Chenar (MemSci Application of Cardo-type polyimide (PI) and polyphenylene oxide (PPO) hollow, 2008) mô tả quy trình vận hành với cơ cấu dạng phân trạm để tách dòng thấm qua có bước nén lại (Fig.7). Các nhược điểm của cơ cấu kết nối này là độ tinh khiết của khí không thấm qua cực kỳ hạn chế và cần chi phí bổ sung cho bước nén lại.

EP0 799 634 bộc lộ cơ cấu kết nối theo Fig.8. Tuy nhiên, nhược điểm của cơ cấu này là có thể cần phải bổ sung thêm dầu hoặc nước làm chất bịt kín và chất bôi trơn, chi phí đầu tư cơ bản cao hơn, mức tiêu thụ năng lượng tăng do cần có bước nén bổ sung, và khả năng hư hỏng tăng do các bộ phận chuyển động.

Nhược điểm của các quy trình nêu trên là cần có bước nén lại bổ sung và độ tinh khiết còn rất thấp của khí không thấm qua trong toàn bộ dòng không thấm qua, và năng suất không thỏa đáng của khí không thấm qua trong dòng không thấm qua.

Fig.9 là sơ đồ thể hiện công nghệ thường được đề xuất và cũng được thực hiện cụ thể là để xử lý khí sinh học (Air Liquide and Harasek). Được bộc lộ ở đây là cơ cấu kết nối có cơ cấu dạng phân trạm để thu được dòng không thấm qua với sự tuần hoàn dòng thấm qua từ trạm thứ hai.

Trường Đại học Công nghệ Eindhoven (Eindhoven University of Technology) đã phát triển cơ cấu kết nối có cơ cấu dạng phân trạm bên trong, cho phép đạt được độ tinh khiết của metan cao hơn 90% (xem Fig.10). Nhược điểm của cơ cấu kết nối này là khí không thấm qua có độ tinh khiết không thỏa đáng.

EP 0 603 798 bộc lộ cơ cấu kết nối nhiều trạm để sản xuất nitơ. Nhược điểm của quy trình này là độ tinh khiết của thành phần thấm qua không thỏa đáng và sử dụng ít nhất hai bộ phận nén.

EP0695574 bộc lộ cơ cấu kết nối có sử dụng một phần dòng thấm qua làm dòng quét (sweep stream) để tạo ra dòng không thấm qua có độ tinh khiết tối đa. Nhược điểm của quy trình này là chất lượng của toàn bộ dòng thấm qua không thỏa đáng.

US5753011 bộc lộ quy trình trong đó việc kết hợp các bước tách màng với cơ cấu dạng phân trạm để thu dòng thấm qua và sự hấp phụ dao động áp suất (PSA – pressure swing adsorption) đạt được độ tinh khiết cao đối với hai dòng sản phẩm. Nhược điểm của quy trình này là việc sử dụng PSA đắt tiền và bất tiện.

EP1634946 bộc lộ quy trình xử lý khí sinh học. Tài liệu này mô tả việc sử dụng nhiệt của metan từ dòng cặn metan. Các nhược điểm của quy trình này là chi phí cao và thất thoát khí.

Cuối cùng, EP0596268 bộc lộ các cơ cấu kết nối khác nhau để tạo ra ba hợp phần khí khác nhau.

US 6,565,626 B1 và US 6,168,649 B1 mô tả các quy trình tách màng với ba trạm tách màng, trong đó dòng không thấm qua và dòng thấm qua từ các trạm 2 và 3, một cách tương ứng, được tuần hoàn vào dòng khí thô.

Nhược điểm của các quy trình đã biết từ tình trạng kỹ thuật là chỉ có thể đạt được

độ tinh khiết của khí thấm qua cao hoặc độ tinh khiết của khí không thấm qua cao. Để đồng thời thu được độ tinh khiết cao của cả khí thấm qua và khí không thấm qua, nếu cần, ví dụ, khi xử lý và nạp khí sinh học vào hệ thống khí tự nhiên do yêu cầu cao về độ tinh khiết của metan và do hạn chế của sự rò rỉ metan, chưa có quy trình nào mà không cần đến bộ phận nén lại hoặc bước tiếp tục tinh chế dòng thấm qua hoặc dòng không thấm qua (ví dụ, quá trình cháy tiếp do nhiệt của dòng thấm qua hoặc sự hấp phụ dao động áp suất đối với dòng không thấm qua).

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Dựa trên tình trạng kỹ thuật nêu trên, mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị và quy trình tách và tinh chế các hỗn hợp khí, với mức độ giảm của các nhược điểm của các quy trình và thiết bị đã có trong tình trạng kỹ thuật, nếu có. Cụ thể hơn, sáng chế đề xuất quy trình và thiết bị mà tạo ra cả khí thấm qua và khí không thấm qua với độ tinh khiết cao. Theo mục đích cụ thể khác, quy trình và thiết bị này có lợi xét về chi phí đầu tư và vận hành và/hoặc cho phép chế độ xử lý đơn giản hơn.

Theo mục đích cụ thể tiếp theo, quy trình/thiết bị có thể sử dụng với tính phổ biến tối đa được đề xuất cho các hỗn hợp khí mong muốn bất kỳ. Cụ thể hơn, cần phải có thể tách dòng khí thu được trong quá trình sản xuất khí sinh học và khí tự nhiên, hoặc dòng khí chứa cacbon dioxit và metan với sự có mặt của các khí khác như nước, hydro, hydro sulfua.

Mục đích cụ thể khác của sáng chế là đề xuất quy trình hoặc thiết bị cho phép tinh chế các dòng khí thô chứa metan, với sự phát thải metan giảm so với các quy trình đã có trong tình trạng kỹ thuật ở cùng thông lượng, và do đó làm giảm ô nhiễm môi trường bởi khí nhà kính mạnh này.

Các mục đích khác mà không được nêu ra một cách rõ ràng được nhận thấy hiển nhiên từ toàn bộ nội dung của phần yêu cầu bảo hộ, phần mô tả, phần ví dụ và phần hình vẽ dưới đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1: Ảnh hưởng của tỷ lệ áp suất và độ chọn lọc đến kết quả tách.

Fig.2: Trạm tách màng gồm một trạm không tuần hoàn.

Fig.3: Trạm tách màng gồm một trạm có tuần hoàn.

Fig.4: Trạm tách màng gồm hai trạm có bước nén lại và tuần hoàn.

Fig.5: Cơ cấu dạng phân trạm để tách dòng không thấm qua và dòng thấm qua có bước nén lại và tuần hoàn trong trạm tách dòng không thấm qua thứ hai về phía trước của trạm tách dòng không thấm qua thứ nhất.

Fig.6: Cơ cấu dạng phân trạm để tách dòng không thấm qua và dòng thấm qua có bước nén lại và tuần hoàn trong trạm tách dòng không thấm qua thứ hai về phía trước của trạm tách dòng không thấm qua thứ hai.

Fig.7: Cơ cấu dạng phân trạm để tách dòng thấm qua có bước nén lại.

Fig.8: Cơ cấu dạng phân trạm để tách dòng không thấm qua có bước tuần hoàn dòng thấm qua từ trạm thứ hai và cơ cấu dạng phân trạm để tách dòng thấm qua có bước nén lại.

Fig.9: Cơ cấu dạng phân trạm để tách dòng không thấm qua có bước tuần hoàn dòng thấm qua từ trạm thứ hai.

Fig.10: Cơ cấu kết nối có cơ cấu dạng phân trạm bên trong để tách dòng thấm qua.

Fig.11: Cơ cấu kết nối minh họa gồm một số môđun màng theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Bất ngờ phát hiện ra rằng thiết bị theo điểm 1 hoặc điểm bất kỳ trong số các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc của nó có thể tạo ra dòng thấm qua và dòng không thấm qua tinh khiết mà không cần đến nhiều hơn một bộ phận nén hoặc yêu cầu bất kỳ để tinh chế dòng thấm qua hoặc dòng không thấm qua hơn nữa bằng các phương pháp khác. Vì vậy, thiết bị theo sáng chế cho phép đồng thời thu được dòng thấm qua và dòng không thấm qua với độ tinh khiết cao. Các chi phí đầu tư cơ bản cho nhà máy thấp, không cần thêm bất kỳ quy trình tinh chế tiếp sau (downstream purification process) nào. Vì vậy, có thể đạt được mục đích đã nêu bằng quy trình tách màng tinh khiết.

Do đó, sáng chế đề xuất thiết bị và quy trình được yêu cầu bảo hộ trong các điểm từ 1 đến 12 và từ 13 đến 18, một cách tương ứng, và được xác định chi tiết trong phần mô tả, các ví dụ và Fig. 11 dưới đây.

Sáng chế được mô tả chi tiết dưới đây. Trước tiên, một số thuật ngữ quan trọng

được định nghĩa.

Đối với hai khí, thương số giữa độ thấm của các khí riêng rẽ thể hiện độ chọn lọc của màng dùng để tách, và vì thế cho biết màng này có thể tách hỗn hợp khí tốt như thế nào đối với hai thành phần này. Dòng thấm qua chỉ toàn bộ dòng thu được ở phía áp suất thấp của màng, môđun màng hoặc bước tách màng.

Khí thấm qua chỉ, trong mỗi trường hợp, (các) thành phần được làm giàu trong mỗi trường hợp trong dòng thấm qua so với dòng vào tương ứng tại màng, tại môđun màng hoặc trong bước tách màng.

Dòng không thấm qua chỉ toàn bộ dòng thu được ở phía áp suất cao của màng, môđun màng hoặc bước tách màng và không đi qua màng.

Khí không thấm qua chỉ (các) thành phần được làm giàu trong mỗi trường hợp trong dòng không thấm qua so với dòng vào tương ứng tại màng, tại môđun màng hoặc trong bước tách màng.

Khí thô hoặc hỗn hợp khí thô hoặc dòng khí thô (17) chỉ hỗn hợp khí chứa ít nhất hai khí hoặc dòng của hỗn hợp khí này mà cần được tách bằng quy trình theo sáng chế hoặc thiết bị theo sáng chế.

Dòng nguyên liệu (5) chỉ dòng khí được cấp vào trạm tách dòng nguyên liệu (1). Đối với việc thực hiện quy trình theo sáng chế, dòng này có thể tương ứng với dòng khí thô (17) hoặc dòng khí thô được nén bởi bộ phận nén. Sau khi tuần hoàn dòng thấm qua thứ hai (9) hoặc dòng không thấm qua thứ ba (10), dòng nguyên liệu (5) bao gồm các khí của dòng khí thô (17), của dòng thấm qua thứ hai (9) và của dòng không thấm qua thứ ba (10). Dòng nguyên liệu (5) có thể được tạo ra bằng cách trộn cả hai dòng (9) và (10) với dòng khí thô (17) chưa nén, hoặc trộn cả hai dòng này với dòng khí thô đã nén, hoặc trộn một dòng với dòng khí thô chưa nén và dòng còn lại với dòng khí thô đã nén, hoặc bằng cách trộn các dòng (9) và/hoặc (10) với dòng khí thô (17) trong bộ phận nén. Sự kết hợp của các biến thể được mô tả ở trên cũng được bao gồm trong sáng chế.

Trạm tách dòng nguyên liệu (1) chỉ trạm tách màng dùng để tách dòng nguyên liệu (5) thành dòng thấm qua thứ nhất (6) và dòng không thấm qua thứ nhất (7).

Trạm tách dòng không thấm qua (2) chỉ trạm tách màng có thể có kết cấu giống hoặc khác với trạm tách dòng nguyên liệu (1), dùng để tách dòng không thấm qua thứ

nhất (7) thành dòng thấm qua thứ hai (9) và dòng không thấm qua thứ hai (8).

Trạm tách dòng thấm qua (3) chỉ trạm tách màng có thể có kết cấu giống hoặc khác với trạm tách dòng nguyên liệu (1) và trạm tách dòng không thấm qua (2), dùng để tách dòng thấm qua thứ nhất (6) thành dòng thấm qua thứ ba (11) và dòng không thấm qua thứ ba (10).

Phần mô tả dưới đây về các phương án được ưu tiên và cụ thể của quy trình theo sáng chế và các phương án thực hiện được ưu tiên và đặc biệt thích hợp, các hình vẽ và phần mô tả các hình vẽ minh họa sáng chế chỉ đơn thuần nhằm mục đích làm ví dụ, điều đó có nghĩa là sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ thực hiện và sử dụng hoặc ở các dạng kết hợp tương ứng của các dấu hiệu trong các ví dụ thực hiện riêng lẻ.

Các dấu hiệu riêng lẻ được nêu rõ và/hoặc được mô tả liên quan đến các ví dụ thực hiện cụ thể không bị giới hạn ở các ví dụ thực hiện này hoặc sự kết hợp với các dấu hiệu khác của các ví dụ thực hiện này; thay vào đó, chúng có thể được kết hợp, trong phạm vi khả năng kỹ thuật, với các biến thể bất kỳ khác, mặc dù chúng không được thảo luận cụ thể trong phần mô tả này.

Các số chỉ dẫn giống nhau trong các hình vẽ và các sơ đồ riêng rẽ trong phần hình vẽ biểu thị cho các bộ phận giống hoặc tương tự nhau hoặc các bộ phận có tác dụng giống hoặc tương tự nhau. Các sơ đồ trong phần hình vẽ cũng giúp làm rõ các dấu hiệu mà không có các số chỉ dẫn, bất kể các dấu hiệu này có được mô tả dưới đây hay không. Mặt khác, các dấu hiệu được bao gồm trong phần mô tả này nhưng không được thấy hoặc được biểu diễn trong hình vẽ thì cũng có thể dễ dàng hiểu được đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Thiết bị theo sáng chế (xem, ví dụ, Fig.11) bao gồm một chuỗi ba trạm tách màng. Mỗi trạm gồm một hoặc nhiều môđun tách khí vật lý, được nối song song và/hoặc nối tiếp trong một trạm. Lực dẫn động được tạo ra để tách khí trong các môđun này là độ chênh áp suất riêng phần giữa phía dòng không thấm qua và phía dòng thấm qua trong các trạm tách màng tương ứng. Độ chênh áp suất riêng phần có thể được tạo ra bằng bộ phận nén (4) được bố trí trên phía nạp liệu của trạm tách dòng nguyên liệu (1) và/hoặc bằng ít nhất một, tốt hơn là một hoặc hai, bơm chân không (không được thể hiện trên Fig.11), tốt hơn là trong dòng thấm qua thứ hai (9) ở phía dòng thấm qua của trạm tách dòng không thấm qua (2) và/hoặc trong dòng thấm qua thứ ba (11) ở phía dòng thấm

qua của trạm tách dòng thấm qua (3). Tùy ý, có thể có lợi, ở một hoặc nhiều trạm tách màng, khi tạo ra hoặc tăng cường độ chênh áp suất riêng phần bằng dòng khí rửa phía dòng thấm qua.

Trong cấu hình được ưu tiên theo sáng chế, bộ phận nén (4) nâng áp suất của hỗn hợp khí thô hoặc hỗn hợp khí chứa dòng khí thô (17) và dòng thấm qua thứ hai (9) và/hoặc dòng không thấm qua thứ ba (10) đến giá trị áp suất mong muốn nằm trong khoảng từ 0,5 đến 10 MPa (5 đến 100 bar), nhưng tốt hơn là đến giá trị áp suất nằm trong khoảng từ 0,9 đến 7,5 MPa (9 đến 75 bar). Dòng nguyên liệu (5) tạo thành được đưa vào trong trạm tách dòng nguyên liệu (1). Trong trạm tách dòng nguyên liệu (1), đạt được việc tách sơ bộ hỗn hợp khí thô thành các thành phần thấm qua dễ hơn (khí thấm qua), mà chủ yếu đi vào dòng thấm qua của trạm thứ nhất, và các thành phần thấm qua chậm hơn (khí không thấm qua) mà chủ yếu là được giữ lại bởi màng và được làm giàu trong dòng không thấm qua.

Quy trình theo sáng chế hoặc thiết bị theo sáng chế đặc trưng ở chỗ nó được tạo cấu hình sao cho nồng độ của ít nhất một khí thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1), sau khi tuần hoàn dòng thấm qua thứ hai (9) và dòng không thấm qua thứ ba (10), tăng lên trong dòng nguyên liệu (5), tốt hơn là ít nhất 2%, tốt hơn nữa là ít nhất 3% và tốt nhất là từ 3% đến 40%, trong mỗi trường hợp so với nồng độ trong dòng khí thô (17). Mức tăng có thể phụ thuộc vào thành phần của dòng khí thô (17) và đặc biệt rõ rệt trong trường hợp khí thấm qua có nồng độ thấp (10% đến 20%). Nói chung, mức tăng nồng độ của một trong số các khí thấm qua nằm trong khoảng từ 2% đến 15%, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 3% đến 8%, khi hàm lượng của khí thấm qua trong dòng khí thô (17) nằm trong khoảng từ 30% đến 70%. Điều này là do các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng năng suất của khí không thấm qua trong toàn bộ quy trình tăng và do đó việc thất thoát khí không thấm qua giảm khi nồng độ của khí thấm qua trong trạm tách dòng nguyên liệu (1) tăng lên. Với cùng một hệ số cắt giảm trong trạm tách (=tỷ lệ giữa dòng thấm qua và dòng nguyên liệu trong trạm đang nói đến), có ít khí thấm qua hơn đi vào dòng thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1) khi nồng độ của ít nhất một thành phần A mà thấm qua tương đối dễ trong trạm tách dòng nguyên liệu (1) hoặc nồng độ của khí thấm qua (A) tăng lên trong dòng nguyên liệu (5). Tương tự, việc giảm bớt cũng được thấy khi nồng độ của thành phần A hoặc của khí thấm qua A trong dòng nguyên liệu (5) cần được lọc giảm. Ví dụ, hệ số cắt giảm trong trạm tách đối với nồng độ bằng

50% của thành phần A hoặc của khí thấm qua A trong dòng nguyên liệu (5) cần được 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%. Do đó, theo phương án đặc biệt ưu tiên của sáng chế, quy trình theo sáng chế hoặc thiết bị theo sáng chế được cấu hình sao cho hàm lượng của (các) khí thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1) trong dòng nguyên liệu (5) lớn hơn hoặc bằng 40% thể tích, tốt hơn là lớn hơn 50% thể tích và đặc biệt là lớn hơn 55% thể tích, tính theo thể tích của dòng nguyên liệu (5), sau khi tuần hoàn dòng thấm qua thứ hai (9) và dòng không thấm qua thứ ba (10).

Việc tăng nồng độ của các khí thấm qua trong dòng nguyên liệu (5), như đã được giải thích, làm tăng hiệu quả của trạm tách dòng nguyên liệu (1), mà kết quả là ít khí không thấm qua B hơn đi vào dòng thấm qua thứ nhất (6). Điều này làm tăng hiệu quả của trạm tách dòng thấm qua (3) và đảm bảo rằng có ít khí không thấm qua không mong muốn hơn đi vào dòng thấm qua thứ ba (10). Đặc biệt là trong trường hợp tách khí thô chứa metan, điều này tạo ra ưu điểm là làm giảm đáng kể việc phát thải metan không mong muốn mà có hại cho khí hậu.

Nói chung, có thể nói rằng, trong trạm tách dòng nguyên liệu (1), tốt hơn là từ 20% đến 100%, tốt hơn nữa là từ 40% đến 70%, thành phần A hoặc khí thấm qua A được chuyển từ dòng nguyên liệu (5) vào dòng thấm qua.

Dòng không thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1), tùy ý có làm giảm áp suất bằng van giảm áp (12) tùy ý hoặc có làm tăng áp suất, được cấp theo dòng không thấm qua thứ nhất (7) vào trạm tách dòng không thấm qua (2) trong đó việc tinh lọc được thực hiện. Ở phía dòng không thấm qua của trạm tách dòng không thấm qua (2), tức là trong dòng không thấm qua thứ hai (8), tốt hơn là có van giảm áp (13), bằng cách đó, áp suất trong hệ thống này có thể được duy trì và được giữ không đổi. Hàm lượng của các thành phần không dễ thấm qua hoặc hàm lượng của khí không thấm qua B tăng lên trong trạm tách dòng không thấm qua (2), sao cho hàm lượng của thành phần B hoặc của khí không thấm qua B trong dòng không thấm qua thứ hai (8) lớn hơn 90%, tốt hơn là lớn hơn 95% và tốt hơn nữa là lớn hơn 97%. Theo một phương án đặc biệt ưu tiên, quy trình theo sáng chế hoặc thiết bị theo sáng chế đặc trưng ở chỗ ít nhất 95%, tốt hơn là ít nhất 97%, tốt hơn nữa là ít nhất 99% và tốt nhất là ít nhất 99,5% thành phần không thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1) mà được đưa vào trong thiết bị với dòng khí thô (17) được xả ra qua dòng không thấm qua thứ hai (8).

Hệ số cắt giảm trong trạm tách của trạm tách dòng không thấm qua (2), ở nồng độ của thành phần A hoặc của khí thấm qua A bằng 50% trong dòng không thấm qua thứ nhất (7), nằm trong khoảng từ 10% đến 60%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 20% đến 50%.

Dòng thấm qua của trạm tách dòng không thấm qua (2) được tuần hoàn theo dòng thấm qua thứ hai (9), được cấp vào dòng nguyên liệu (5) và được tái xử lý. Như đã được giải thích ở trên trong phần định nghĩa về thuật ngữ "dòng nguyên liệu", việc này có thể được thực hiện theo các cách khác nhau tùy theo bộ phận nén (4) hay thậm chí là bộ phận nén nhiều giai đoạn (4) được sử dụng. Trong trường hợp sử dụng bộ phận nén một giai đoạn (4), tốt hơn là dòng thấm qua thứ hai (9) được cấp vào phía hút của bộ phận nén (4) (xem Fig.11). Nếu bộ phận nén nhiều giai đoạn được sử dụng, tốt hơn là dòng thấm qua thứ hai (9) được đưa vào trong bộ phận nén giữa hai giai đoạn nén. Theo một phương án ưu tiên, dòng không thấm qua của trạm tách dòng thấm qua (3) được tuần hoàn mà không cần giải nén toàn bộ vào giai đoạn nén tăng cường của bộ phận nén (4) và/hoặc dòng thấm qua của giai đoạn thứ hai được tuần hoàn vào giai đoạn nén tăng cường của bộ phận nén (4).

Dòng thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1) đã được làm giàu thành phần A hoặc khí thấm qua A được cấp theo dòng thấm qua thứ nhất (6) vào trạm tách dòng thấm qua (3). Nếu cần, có thể sử dụng van giảm áp (14) trong dòng không thấm qua của trạm tách dòng thấm qua (3), tức là dòng không thấm qua thứ ba (10), để ngăn áp suất của dòng thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1) không bị giảm đến áp suất môi trường (xem Fig.11). Bằng cách này, lực dẫn động của trạm tách dòng thấm qua (3) có thể được duy trì. Trạm tách dòng thấm qua (3) tạo ra dòng thấm qua với hàm lượng của thành phần B hoặc của khí không thấm qua B lớn hơn 95%, tốt hơn là lớn hơn 97% và tốt hơn nữa là lớn hơn 99%, được xả ra khỏi thiết bị qua dòng thấm qua thứ ba (11). Theo một phương án đặc biệt ưu tiên, thiết bị theo sáng chế được tạo cấu hình sao cho không lớn hơn 5%, tốt hơn là không lớn hơn 3%, tốt hơn nữa là không lớn hơn 1% và tốt nhất là không lớn hơn 0,5% thành phần không thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1) mà được đưa vào trong thiết bị này cùng với dòng khí thô (17) được xả ra qua dòng thấm qua thứ ba (11).

Hệ số cắt giảm trong trạm tách của trạm tách dòng thấm qua (3) nằm trong khoảng từ 50% đến 95%, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 70% đến 93%.

Dòng không thấm qua thứ ba (10) được tuần hoàn, được cấp vào dòng nguyên liệu (5) và được tái xử lý. Như đã được giải thích ở trên, việc này có thể được thực hiện theo nhiều cách khác nhau và có thể phụ thuộc, ví dụ, vào bộ phận nén (4) hay thậm chí là bộ phận nén nhiều giai đoạn (4) được sử dụng. Trong trường hợp sử dụng bộ phận nén một giai đoạn (4), tốt hơn là dòng không thấm qua thứ ba (10) được cấp vào phía hút của bộ phận nén (4) (xem Fig.11). Nếu bộ phận nén nhiều giai đoạn được sử dụng, tốt hơn nếu dòng không thấm qua thứ ba (10) được đưa vào trong bộ phận nén giữa hai giai đoạn nén. Theo một phương án ưu tiên, dòng không thấm qua của trạm tách dòng thấm qua (3) được tuần hoàn mà không cần giải nén toàn bộ vào giai đoạn nén tăng cường của bộ phận nén (4) và/hoặc dòng thấm qua của trạm thứ hai được tuần hoàn vào giai đoạn nén tăng cường của bộ phận nén (4).

Quy trình theo sáng chế hoặc thiết bị theo sáng chế đặc biệt đáng chú ý ở chỗ nó được tạo cấu hình sao cho thể tích khí được tuần hoàn trong dòng thấm qua thứ hai (9) và trong dòng không thấm qua thứ ba (10) nhỏ hơn 60% thể tích, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 10% đến 50% thể tích, tốt nhất là nằm trong khoảng từ 20% đến 40% thể tích, của thể tích dòng khí thô (17). Có thể kiểm soát được lượng dòng khí không thấm qua được tuần hoàn, ví dụ, bằng cách chọn lọc các môđun màng tương ứng trong các trạm tách màng từ (1) đến (3) hoặc bằng áp suất trong hệ thống hoặc bằng dòng chảy. Vì vậy, quy trình theo sáng chế hoặc thiết bị theo sáng chế đáng chú ý ở chỗ, mặc dù dòng trở lại rất thấp, nhưng vẫn đảm bảo được việc tăng nồng độ của thành phần thấm qua trong dòng nguyên liệu (5), như đã được giải thích chi tiết trên đây. Điều này làm tăng rõ rệt hiệu quả của toàn bộ quy trình.

Tốt hơn là dòng thấm qua thứ nhất (6) được tiến hành sao cho áp suất nạp của trạm tách dòng thấm qua (3), tốt hơn là bằng van giảm áp (14) ở phía dòng không thấm qua của trạm tách dòng thấm qua (3), nằm trong khoảng từ 0,1 đến 3 MPa (1 đến 30 bar), tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,2 đến 2 MPa (2 đến 20 bar) và tốt hơn nữa là từ 0,3 đến 1 MPa (3 đến 10 bar).

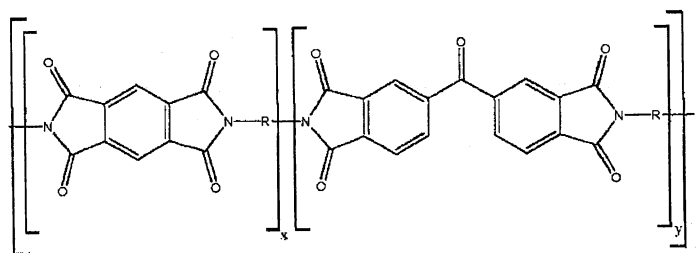
Như đã được giải thích, đặc biệt có lợi khi bộ phận nén nhiều giai đoạn (4) được sử dụng. Điều này là do trong trường hợp này có thể phân phối cùng với việc giải nén hoàn toàn dòng không thấm qua của trạm tách dòng thấm qua (3), do dòng không thấm qua của trạm tách dòng thấm qua (3) có thể được nạp giữa hai giai đoạn nén của bộ phận nén (4).

Do trạm tách dòng không thấm qua (2), trong trường hợp giải nén đến áp suất nạp, thường được vận hành trong phạm vi được giới hạn bởi độ chọn lọc, có thể là phù hợp khi chỉ đơn thuần giải nén dòng thấm qua thứ hai (9) đến mức áp suất cao hơn của đơn vị tăng áp suất nhiều giai đoạn, tức là của bộ phận nén nhiều giai đoạn (4), do điều này làm giảm chi phí vận hành của đơn vị nén mà không làm giảm rõ rệt kết quả tách. Theo một phương án đặc biệt ưu tiên của sáng chế, do đó, bộ phận nén nhiều giai đoạn (4) được sử dụng và các dòng khí (9) và (10) được cấp đến bộ phận nén này trong mỗi trường hợp giữa hai giai đoạn nén.

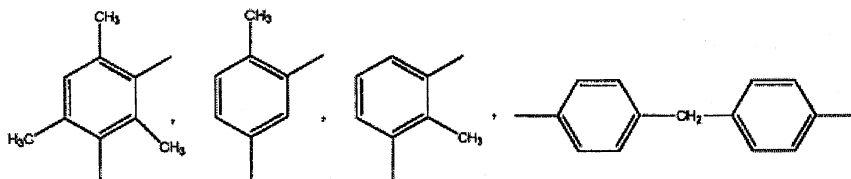
Như nêu trên, thiết bị theo sáng chế có thể bao gồm một hoặc nhiều van giảm áp (12), (13) hoặc (14). Theo một phương án ưu tiên, tốt hơn là nhờ có van giảm áp (14), đảm bảo được rằng sự giảm áp suất trong trạm tách dòng nguyên liệu (1) được giới hạn nằm trong khoảng từ 0,1 đến 3 MPa (1 đến 30 bar), tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,2 đến 2 MPa (2 đến 20 bar) và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,3 đến 1 MPa (3 đến 10 bar). Đồng thời hoặc theo cách khác, tốt hơn là nhờ có van giảm áp (13), đảm bảo được rằng sự giảm áp suất trong trạm tách dòng nguyên liệu (1) và trạm tách dòng không thấm qua (2) được giới hạn nằm trong khoảng từ 0,1 đến 10 MPa (1 đến 100 bar), tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,5 đến 8 MPa (5 đến 80 bar) và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 1 đến 7 MPa (10 đến 70 bar).

Về nguyên tắc, thiết bị theo sáng chế hoặc quy trình theo sáng chế có thể được thực hiện với tất cả các màng có khả năng tách hỗn hợp hai khí hoặc hỗn hợp nhiều khí. Vật liệu màng được sử dụng tốt hơn là, nhưng không giới hạn ở, polyme. Tốt hơn nữa là các polyme hữu dụng trong lớp có tác dụng tách là polyimit, polyamit, polysulfon, xenluloza axetat và dẫn xuất, polyphenylen oxit, polysiloxan, polyme có các lỗ rỗng li ti bên trong (vi xốp nội), màng ma trận hỗn hợp, màng vận chuyển tăng cường, polyetylen oxit, polypropylen oxit, màng cacbon hoặc zeolit, hoặc hỗn hợp của chúng.

Màng được ưu tiên đặc biệt chứa polyimit có công thức tổng quát nêu dưới đây làm vật liệu của lớp có tác dụng tách hoặc làm vật liệu của màng hoàn chỉnh:



R được chọn từ nhóm bao gồm:



x, y: phần mol trong đó $0 < x < 0,5$ và $1 > y > 0,5$ và n là số nguyên lớn hơn 1.

Các màng này có thể thu được từ Evonik Fibres GmbH dưới tên Polyimid P84 và Polyimid P84 HT. Quy trình sản xuất các màng được ưu tiên này được bộc lộ trong WO 2011/009919 A1. Tất cả các màng được bộc lộ trong công bố đơn này có thể được ưu tiên sử dụng trong quy trình theo sáng chế. Để tránh việc lặp lại, nội dung của đơn yêu cầu cấp patent này được viện dẫn hoàn toàn ở đây. Đã phát hiện ra rằng các màng này có thể đạt được kết quả tách tốt nhất.

Tốt hơn là các màng được sử dụng ở dạng màng sợi rỗng và/hoặc màng phẳng. Các màng này có thể được lắp ráp vào các môđun, mà sau đó được sử dụng trong quy trình tách. Các môđun được sử dụng có thể là tất cả các môđun tách khí đã biết trong tình trạng kỹ thuật, ví dụ, nhưng không giới hạn ở, môđun tách khí sợi rỗng, môđun tách khí dạng xoắn ốc, môđun tách khí dạng đệm hoặc môđun tách khí dạng bó ống.

Theo sáng chế, các môđun màng tách khí có độ chọn lọc khí hỗn hợp của các thành phần A và B (= tỷ lệ giữa dòng A và dòng B đi qua màng) ít nhất bằng 30, tốt hơn là ít nhất bằng 35, tốt hơn nữa là ít nhất bằng 40, thậm chí tốt hơn nữa là ít nhất bằng 45 và đặc biệt tốt hơn là ít nhất bằng 45 đến 80. Các màng có độ chọn lọc cao hơn có lợi ở chỗ quá trình tách hiệu quả hơn và ít dòng thấm qua cần phải được tuần hoàn từ trạm tách dòng không thấm qua (2) hơn, hoặc ít dòng không thấm qua từ trạm tách dòng thấm qua (3) hơn. Vì vậy, đặc biệt là trong trường hợp sử dụng bộ phận nén một giai đoạn (4), cần phải nén ít khí hơn hai lần, đem lại lợi ích kinh tế trong việc vận hành nhà máy. Trong trường hợp các môđun màng rất chọn lọc có độ chọn lọc bằng 45, thì chỉ có khoảng 35% khí được đưa vào trong trạm tách dòng nguyên liệu (1) dưới dạng khí thô cần được nén hai lần; với môđun màng có độ chọn lọc chỉ bằng 10, thì đây có thể là trường hợp nén kép lên đến 300%. Các con số 35% và 300% được dựa trên các thí nghiệm trong đó hỗn hợp khí với các lượng đẳng mol của các thành phần A và B (=

nguyên liệu) được sử dụng, với 98,5% thành phần B có mặt trong khí không thấm qua của trạm (2) và 99% thành phần B trong dòng thấm qua của trạm (3).

Rõ ràng là quy trình vận hành theo sáng chế có thể được tiến hành theo cách có lợi về mặt kinh tế hơn rất nhiều với các màng chọn lọc tốt hơn, và kích thước cần thiết của bộ phận nén và năng lượng cần thiết được giảm xuống.

Quy trình theo sáng chế / thiết bị theo sáng chế đặc biệt có lợi ở chỗ nó là quy trình màng tinh khiết và không cần tiến hành tinh chế bổ sung đối với dòng thấm qua và/hoặc dòng không thấm qua (11) hoặc (8) trong nhiều ứng dụng. Ví dụ, trong trường hợp tinh chế khí sinh học hoặc khí tự nhiên (= loại bỏ cacbon dioxit khỏi metan), không có bất kỳ yêu cầu nào về việc hấp phụ dao động áp suất hoặc làm sạch amin để tinh lọc dòng không thấm qua, và vì thế nó có thể được cấp vào hệ thống khí tự nhiên.

Ngoài ra, với quy trình theo sáng chế / thiết bị theo sáng chế, có thể đồng thời tạo ra dòng không thấm qua tinh khiết (8) và dòng thấm qua tinh khiết (11) trong quá trình tinh chế khí sinh học và khí tự nhiên. Do đó, nó có thể được giải phóng vào trong khí quyển mà không làm thất thoát đáng kể metan và không gây hại đáng kể cho môi trường, không cần phải xử lý khí thêm bằng quá trình cháy tiếp có xúc tác hoặc sử dụng có xúc tác trong nhà máy nhiệt điện kết hợp. Do đó, không cần đầu tư thêm bộ phận bổ sung, tạo ra quy trình tinh chế khí sinh học và khí tự nhiên có hiệu quả kinh tế hơn.

Lợi ích khác được xem xét đó là quy trình theo sáng chế / thiết bị theo sáng chế yêu cầu mức độ phức tạp của thiết bị và chi phí năng lượng thấp hơn nhiều so với các quy trình đã biết trong tình trạng kỹ thuật.

Đặc biệt, bằng cách kết hợp các dấu hiệu của sáng chế về độ chọn lọc khí hỗn hợp, kiểm soát lượng dòng không thấm qua được tuần hoàn và tăng thành phần thấm qua trong dòng nguyên liệu (5), có thể tạo ra thiết bị hoặc quy trình vượt trội so với các quy trình đã có trong tình trạng kỹ thuật.

Thiết bị theo sáng chế hoặc quy trình theo sáng chế đặc biệt có thể được sử dụng để tách các hỗn hợp khí bao gồm ít nhất hai khí, hỗn hợp khí được tách tốt nhất là hỗn hợp chứa chủ yếu là, nhưng không giới hạn ở, cacbon dioxit và metan, hoặc chủ yếu là, nhưng không giới hạn ở, hydro và metan, hoặc chủ yếu là, nhưng không giới hạn ở, cacbon monoxit và hydro hoặc khí sinh học thô hoặc khí tự nhiên thô.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các ví dụ dưới đây được dự định để minh họa và mô tả sáng chế một cách chi tiết, chứ không nhằm mục đích giới hạn sáng chế theo bất kỳ cách nào.

Trong các ví dụ dưới đây, có thể thấy rằng, theo cơ cấu kết nối gồm các môđun theo sáng chế và áp dụng áp suất cụ thể, có thể đồng thời tạo ra metan với độ tinh khiết lớn hơn 96% và cacbon dioxit với độ tinh khiết lớn hơn 97% từ hỗn hợp cacbon dioxit và metan ở tỷ lệ bằng 50/50.

Ví dụ so sánh 1: Tách hỗn hợp gồm metan và cacbon dioxit có tỷ lệ trộn là 50/50 bằng màng polyimit có độ chọn lọc vừa phải.

Fig.11 thể hiện cơ cấu kết nối được sử dụng. Mỗi trạm gồm môđun màng sợi rỗng chứa các sợi polyimit rỗng từ UBE (loại NM B01 A). Hỗn hợp khí thô gồm 50% metan và 50% cacbon dioxit, tương ứng xấp xỉ với hỗn hợp khí chứa khí sinh học, được đưa vào trong buồng trộn với lưu lượng 1,78 m³/giờ (không được thể hiện trên Fig.11) và sau đó được nén đến áp suất 2,5 MPa (25 bar) cùng với khí được tuần hoàn gồm các dòng khí (9) và (10). Khí đã được nén và được làm nguội đến nhiệt độ 20°C được cấp vào trạm tách dòng nguyên liệu (1).

Dòng không thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1) sau đó được cho qua dòng không thấm qua thứ nhất (7) vào trạm tách dòng không thấm qua (2). Van giảm áp (13) ở phía dòng không thấm qua của trạm tách dòng không thấm qua (2) được thiết lập đến giá trị 1,82 MPa (18,2 bar) và vì thế xác định lực dẫn động qua màng của các trạm tách màng (1) và (2). Dòng không thấm qua của trạm tách dòng không thấm qua (2) có hàm lượng metan bằng 98,5% và cacbon dioxit bằng 1,5%. Hỗn hợp này rời khỏi trạm tách dòng không thấm qua (2) với lưu lượng bằng 0,895 m³/giờ. Dòng thấm qua của trạm tách dòng không thấm qua (2) có lưu lượng thể tích bằng 0,743 m³/giờ với hàm lượng metan bằng 34,5% và hàm lượng cacbon dioxit bằng 65,5%, và được tuần hoàn qua dòng thấm qua thứ hai (9) vào trong buồng trộn và được nén lại bằng bộ phận nén (4).

Dòng thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1) có lưu lượng thể tích bằng 1,67 m³/giờ với hàm lượng cacbon dioxit bằng 91,0% và hàm lượng metan bằng 9,0%, và được cho qua dòng thấm qua thứ nhất (6) dưới dạng nguyên liệu vào trạm tách dòng

thấm qua (3). Sự giảm áp suất qua màng của trạm (1) không mở rộng đến áp suất môi trường, mà bị giới hạn ở giá trị 0,42 MPa (4,2 bar) bằng van giảm áp (14) ở phía dòng không thấm qua của trạm tách dòng thấm qua (3). Điều này tạo ra dòng thấm qua thứ ba (11) từ trạm tách dòng thấm qua (3) với lưu lượng bằng 0,885 m³/giờ với thành phần gồm 99,0% cacbon dioxit và chỉ 1,0% metan. Dòng không thấm qua thứ ba (10) từ trạm tách dòng thấm qua (3) với lưu lượng bằng 0,801 m³/giờ với thành phần gồm 17,9% metan và 82,1% cacbon dioxit và được tuần hoàn vào trong buồng trộn và được nén lại. Do đó, tổng các dòng khí được tuần hoàn (9) và (10) bằng 1,544 m³/giờ hoặc 86,7% tính theo lượng khí cần tách được cung cấp. Các dòng sản phẩm tinh khiết được thu với tỷ lệ nén kép tương đối cao. Các màng được sử dụng có độ chọn lọc khí hỗn hợp vừa phải đối với cacbon dioxit so với metan bằng 20.

Ví dụ 1: Tách hỗn hợp gồm metan và cacbon dioxit có tỷ lệ trộn là 50/50 bằng màng polyimit có độ chọn lọc cao

Fig.11 thể hiện cơ cấu kết nối được sử dụng. Mỗi trạm gồm môđun màng sợi rỗng chứa các sợi polyimit rỗng có độ chọn lọc cao với diện tích tách bằng khoảng 5 m² mỗi môđun. Các sợi polyimit rỗng này được chế tạo theo ví dụ 19 của đơn yêu cầu cấp patent Áo số A1164/2009, ngoại trừ việc thực hiện với nhiệt độ bề kết tủa là 40°C chứ không phải là 10°C. Hỗn hợp khí thô chứa 50% metan và 50% cacbon dioxit, tương ứng xấp xỉ với hỗn hợp khí chứa khí sinh học, được đưa vào trong buồng trộn với lưu lượng 1 m³/giờ và sau đó được nén đến áp suất 2,5 MPa (25 bar) cùng với khí được tuần hoàn gồm các dòng khí (9) và (10). Khí đã được nén và được làm nguội đến 20°C được cấp vào trạm tách dòng nguyên liệu (1). Dòng không thấm qua của trạm này được cho qua dòng không thấm qua thứ nhất (7) vào trạm tách dòng không thấm qua (2). Van giảm áp (13) ở phía dòng không thấm qua của trạm tách dòng không thấm qua (2) được thiết lập đến giá trị 1,84 MPa (18,4 bar) và vì thế xác định lực dẫn động qua màng của các trạm tách màng (1) và (2). Dòng không thấm qua của trạm tách dòng không thấm qua (2) có hàm lượng metan bằng 98,5% và cacbon dioxit bằng 1,5%. Hỗn hợp này rời khỏi trạm tách dòng không thấm qua (2) với lưu lượng 0,503 m³/giờ. Dòng thấm qua của trạm tách dòng không thấm qua (2) có lưu lượng thể tích bằng 0,262 m³/giờ với hàm lượng metan bằng 24,6% và hàm lượng cacbon dioxit bằng 75,4%, và được tuần hoàn qua dòng thấm qua thứ hai (9) vào trong buồng trộn và được nén lại bằng bộ phận nén (4).

Dòng thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1) có lưu lượng thể tích bằng $0,547 \text{ m}^3/\text{giờ}$ với hàm lượng cacbon dioxit bằng 92,4% và hàm lượng metan bằng 7,6%, và được cho qua dòng thấm qua thứ nhất (6) dưới dạng nguyên liệu vào trạm tách dòng thấm qua (3). Sự giảm áp suất qua màng của trạm (1) không mở rộng đến áp suất môi trường, mà bị giới hạn ở giá trị 0,5 MPa (5,0 bar) bởi van giảm áp (14) ở phía dòng không thấm qua của trạm tách dòng thấm qua (3). Điều này tạo ra dòng thấm qua thứ ba (11) từ trạm tách dòng thấm qua (3) với lưu lượng bằng $0,497 \text{ m}^3/\text{giờ}$ với thành phần gồm 99,0% cacbon dioxit và chỉ có 1,0% metan. Dòng không thấm qua thứ ba (10) từ trạm tách dòng thấm qua (3) có lưu lượng bằng $0,050 \text{ m}^3/\text{giờ}$. Do đó, tổng các dòng khí được tuần hoàn (9) và (10) bằng $0,312 \text{ m}^3/\text{giờ}$ hoặc 31,2% tính theo lượng khí cần tách được cung cấp. Các dòng sản phẩm tinh khiết được thu với tỷ lệ nén kép vừa phải. Các màng được sử dụng có độ chọn lọc khí hỗn hợp cao đối với cacbon dioxit so với metan là 45. Do đó, độ chọn lọc cao là 45 so với 20 trong ví dụ so sánh này cho phép đạt được quy trình ưu tiên về mặt kinh tế hơn nhờ tỷ lệ nén lại thấp hơn là 31,2% chứ không phải là 86,7%.

Ví dụ 2: Tách hỗn hợp gồm metan và cacbon dioxit với tỷ lệ trộn là 50/50 bằng màng polyimit có độ chọn lọc cao với hàm lượng metan trong dòng thấm qua nhỏ hơn 0,5%

Để đáp ứng quy định của các nhà lập pháp, cần phải giảm thiểu sự thất thoát metan vào trong khí quyển. Fig.11 thể hiện cơ cấu kết nối được sử dụng để làm giảm nồng độ metan trong dòng thấm qua thứ ba (11) xuống dưới 0,5% thể tích. Mỗi trạm gồm môđun màng sợi rỗng chứa polyimit có độ chọn lọc cao với diện tích tách bằng khoảng 5 m^2 mỗi môđun. Các sợi polyimit rỗng này được chế tạo theo ví dụ 19 của đơn yêu cầu cấp patent Áo A1164/2009, ngoại trừ việc thực hiện ở nhiệt độ bể kết tủa bằng 40°C chứ không phải là 10°C . Hỗn hợp khí thô gồm 50% metan và 50% cacbon dioxit, tương ứng xấp xỉ với hỗn hợp khí chứa khí sinh học, được đưa vào trong buồng trộn với lưu lượng bằng $1 \text{ m}^3/\text{giờ}$ và sau đó được nén đến áp suất 2,5 MPa (25 bar) cùng với khí được tuần hoàn gồm các dòng khí (9) và (10). Khí đã được nén và được làm nguội đến 20°C được đưa vào trạm tách dòng nguyên liệu (1). Dòng không thấm qua của trạm này được cho qua dòng không thấm qua thứ nhất (7) vào trạm tách dòng không thấm qua (2). Van giảm áp (13) ở phía dòng không thấm qua của trạm tách dòng không thấm qua (2) được thiết lập ở giá trị 1,81 MPa (18,1 bar) và vì thế xác định lực dẫn động qua màng của các trạm tách màng (1) và (2). Dòng không thấm qua của trạm tách dòng không

thấm qua (2) có hàm lượng metan là 98,5% và cacbon dioxit là 1,5%. Hỗn hợp này rời khỏi trạm tách dòng không thấm qua (2) với lưu lượng 0,505 m³/giờ. Dòng thấm qua của trạm tách dòng không thấm qua (2) có lưu lượng thể tích bằng 0,244 m³/giờ với hàm lượng metan bằng 26,1% và hàm lượng cacbon dioxit bằng 73,9%, và được tuần hoàn qua dòng thấm qua thứ hai (9) vào buồng trộn và được nén lại bằng bộ phận nén (4).

Dòng thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1) có lưu lượng thể tích bằng 0,607 m³/giờ với hàm lượng cacbon dioxit bằng 93,1% và hàm lượng metan bằng 6,9%, và được cho qua dòng thấm qua thứ nhất (6) dưới dạng nguyên liệu vào trạm tách dòng thấm qua (3). Sự giảm áp suất qua màng của trạm (1) không mở rộng đến áp suất môi trường, mà bị giới hạn ở giá trị 0,44 MPa (4,4 bar) bằng van giảm áp (14) ở phía dòng không thấm qua của trạm tách dòng thấm qua (3). Điều này tạo ra dòng thấm qua thứ ba (11) từ trạm tách dòng thấm qua (3) với lưu lượng bằng 0,495 m³/giờ với thành phần gồm 99,5% cacbon dioxit và 0,5% metan. Dòng không thấm qua thứ ba (10) từ trạm tách dòng thấm qua (3) có lưu lượng bằng 0,112 m³/giờ và có thành phần gồm 35% metan và 65% cacbon dioxit và được tuần hoàn vào trong buồng trộn và được nén lại. Do đó, tổng các dòng được tuần hoàn (9) và (10) bằng 0,356 m³/giờ hoặc 35,6% tính theo lượng khí cần tách được cung cấp. Các dòng sản phẩm tinh khiết được thu với tỷ lệ nén kép vừa phải. Các màng được sử dụng có độ chọn lọc khí hỗn hợp cao đối với cacbon dioxit so với metan là 45.

Ví dụ 3: Tách hỗn hợp gồm metan và cacbon dioxit với tỷ lệ trộn là 50/50 bằng màng polyimit có độ chọn lọc cao với hàm lượng metan trong dòng thấm qua nhỏ hơn 0,5% với sự trợ giúp của bơm chân không cho dòng thấm qua của trạm 2

Để đáp ứng quy định của các nhà lập pháp, cần phải giảm thiểu sự thất thoát metan vào trong khí quyển. Fig.11 thể hiện cơ cấu kết nối, có bổ sung bơm chân không nhưng không được thể hiện trên Fig.11, được sử dụng để làm giảm nồng độ của metan trong dòng thấm qua thứ ba (11) xuống dưới 0,5% thể tích. Mỗi trạm gồm môđun màng sợi rỗng chứa các sợi polyimit rỗng có độ chọn lọc cao với diện tích tách bằng khoảng 5 m² mỗi môđun. Các sợi polyimit rỗng này được chế tạo theo ví dụ 19 của đơn yêu cầu cấp patent Áo A1164/2009, ngoại trừ việc thực hiện ở nhiệt độ bề kết tủa bằng 40°C chứ không phải là 10°C. Hỗn hợp khí thô gồm 50% metan và 50% cacbon dioxit, tương ứng xấp xỉ với hỗn hợp khí chứa khí sinh học, được đưa vào trong buồng trộn với lưu lượng bằng 1 m³/giờ và sau đó được nén đến áp suất 2,5 MPa (25 bar) cùng với khí được tuần

hoàn gồm các dòng khí (9) và (10). Khí đã được nén và được làm nguội đến 20°C được cấp vào trạm tách dòng nguyên liệu (1). Dòng không thấm qua của trạm này được cho qua dòng không thấm qua thứ nhất (7) vào trạm tách dòng không thấm qua (2). Van giảm áp (13) ở phía dòng không thấm qua của trạm tách dòng không thấm qua (2) được thiết lập đến giá trị 1,45 MPa (14,5 bar) và vì thế xác định lực dẫn động qua màng của các trạm tách màng (1) và (2). Dòng không thấm qua của trạm tách dòng không thấm qua (2) có hàm lượng metan là 98,5% và cacbon dioxit là 1,5%. Hỗn hợp này rời khỏi trạm tách dòng không thấm qua (2) với lưu lượng 0,505 m³/giờ. Dòng thấm qua của trạm tách dòng không thấm qua (2) có áp suất bằng 0,02 MPa (0,2 bar), được thiết lập bằng bơm chân không, và có lưu lượng thể tích bằng 0,371 m³/giờ với hàm lượng metan bằng 13,3% và hàm lượng cacbon dioxit bằng 86,7%. Dòng khí này được tuần hoàn từ phía áp suất của bơm chân không qua dòng thấm qua thứ hai (9) vào trong buồng trộn và được nén lại bằng bộ phận nén (4).

Dòng thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1) có lưu lượng thể tích bằng 0,542 m³/giờ với hàm lượng cacbon dioxit bằng 94,8% và hàm lượng metan bằng 5,2%, và được cho qua dòng thấm qua thứ nhất (6) dưới dạng nguyên liệu vào trạm tách dòng thấm qua (3). Sự giảm áp suất qua màng của trạm (1) không mở rộng đến áp suất môi trường, mà bị giới hạn ở giá trị 0,44 MPa (4,4 bar) bằng van giảm áp (14) ở phía dòng không thấm qua của trạm tách dòng thấm qua (3). Điều này tạo ra dòng thấm qua thứ ba (11) từ trạm tách dòng thấm qua (3) với lưu lượng bằng 0,495 m³/giờ với thành phần gồm 99,5% cacbon dioxit và chỉ có 0,5% metan.

Dòng không thấm qua thứ ba (10) từ trạm tách dòng thấm qua (3) có lưu lượng bằng 0,047 m³/giờ và có thành phần gồm 54,9% metan và 45,1% cacbon dioxit và được tuần hoàn vào trong buồng trộn và được nén lại. Do đó, tổng các dòng được tuần hoàn (9) và (10) bằng 0,417 m³/giờ hoặc 41,7% tính theo lượng khí cần tách được cung cấp. Các dòng sản phẩm tinh khiết được thu với tỷ lệ nén kép vừa phải. Các màng được sử dụng có độ chọn lọc khí hỗn hợp cao đối với cacbon dioxit so với metan là 45. Trái với ví dụ 2 ở trên, chỉ cần đến áp suất nhỏ hơn (1,45 MPa (14,5 bar) chứ không phải là 1,81 MPa (18,1 bar), tức là bằng 80,1% của áp suất này), và chỉ cần tỷ lệ nén kép thêm 6,1%, vì thế tiết kiệm được trong công đoạn nén.

Ví dụ 4: Tách hỗn hợp gồm metan và cacbon dioxit với tỷ lệ trộn là 50/50 bằng màng polyimide có độ chọn lọc cao với nồng độ metan trong dòng thấm qua nhỏ hơn 0,5% với

sự trợ giúp của bơm chân không đối với dòng thấm qua của trạm 2 và độ tinh khiết của dòng không thấm qua được cải thiện.

Để đáp ứng quy định của các nhà lập pháp, cần phải giảm thiểu sự thất thoát metan vào trong khí quyển. Fig.11 thể hiện cơ cấu kết nối, có bổ sung bơm chân không nhưng không được thể hiện trên Fig.11, được sử dụng để làm tăng nồng độ metan trong dòng không thấm qua thứ hai (8). Chân không giúp cải thiện tỷ lệ áp suất trong trạm tách dòng không thấm qua (2) bằng cách làm giảm áp suất trong dòng thấm qua thứ hai (9), sao cho lực dẫn động được tăng lên và độ tinh khiết cao hơn có thể đạt được trong dòng không thấm qua thứ hai (8).

Mỗi trạm gồm môđun màng sợi rỗng chứa các sợi polyimide rỗng có độ chọn lọc cao với diện tích tách bằng khoảng 5 m^2 mỗi môđun. Các sợi polyimide rỗng này được chế tạo theo ví dụ 19 của đơn yêu cầu cấp patent Áo số A1164/2009, ngoại trừ việc sử dụng nhiệt độ bể kết tủa bằng 40°C chứ không phải là 10°C . Hỗn hợp khí thô gồm 50% metan và 50% cacbon dioxit, tương ứng xấp xỉ với hỗn hợp khí chứa khí sinh học, được đưa vào trong buồng trộn với lưu lượng bằng $1 \text{ m}^3/\text{giờ}$ và sau đó được nén đến áp suất 2,5 MPa (25 bar) cùng với khí được tuần hoàn gồm các dòng khí (9) và (10). Khí đã được nén và được làm nguội đến nhiệt độ 20°C được cấp vào trạm tách dòng nguyên liệu (1). Dòng không thấm qua của trạm này được cho qua dòng không thấm qua thứ nhất (7) vào trạm tách dòng không thấm qua (2). Van giảm áp (13) ở phía dòng không thấm qua của trạm tách dòng không thấm qua (2) được thiết lập ở giá trị 1,81 MPa (18,1 bar) và vì thế xác định lực dẫn động qua màng của các trạm tách màng (1) và (2). Dòng không thấm qua của trạm tách dòng không thấm qua (2) có hàm lượng metan bằng 99,7% và cacbon dioxit bằng 0,3%. Hỗn hợp này rời khỏi trạm tách dòng không thấm qua (2) với lưu lượng bằng $0,499 \text{ m}^3/\text{giờ}$. Dòng thấm qua của trạm tách dòng không thấm qua (2) có áp suất bằng 0,02 MPa (0,2 bar), được thiết lập bằng bơm chân không, và có lưu lượng thể tích bằng $0,258 \text{ m}^3/\text{giờ}$ với hàm lượng metan bằng 25,8% và hàm lượng cacbon dioxit bằng 74,2%. Dòng khí này được tuần hoàn từ phía áp suất của bơm chân không qua dòng thấm qua thứ hai (9) vào trong buồng trộn và được nén lại bằng bộ phận nén (4).

Dòng thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1) có lưu lượng thể tích bằng $0,608 \text{ m}^3/\text{giờ}$ với hàm lượng cacbon dioxit bằng 93,2% và hàm lượng metan bằng 6,8%, và được cho qua dòng thấm qua thứ nhất (6) dưới dạng nguyên liệu vào trạm tách dòng

thấm qua (3). Sự giảm áp suất qua màng của trạm (1) không mở rộng đến áp suất môi trường, mà bị giới hạn ở giá trị 0,44 MPa (4,4 bar) bằng van giảm áp (14) ở phía dòng không thấm qua của trạm tách dòng thấm qua (3). Điều này tạo ra dòng thấm qua thứ ba (11) từ trạm tách dòng thấm qua (3) với lưu lượng bằng 0,501 m³/giờ với thành phần gồm 99,5% cacbon dioxit và 0,5% metan. Dòng không thấm qua thứ ba (10) từ trạm tách dòng thấm qua (3) có lưu lượng bằng 0,107 m³/giờ và có thành phần gồm 36,2% metan và 63,8% cacbon dioxit và được tuần hoàn vào trong buồng trộn và được nén lại. Do đó, tổng các dòng được tuần hoàn (9) và (10) bằng 0,366 m³/giờ hoặc 36,6% tính theo lượng khí cần tách được cung cấp. Các dòng sản phẩm tinh khiết được thu với tỷ lệ nén kép vừa phải. Các màng được sử dụng có độ chọn lọc khí hỗn hợp cao đối với cacbon dioxit so với metan là 45. Trái với ví dụ 3 ở trên, việc sử dụng bơm chân không ở phía dòng thấm qua của trạm tách dòng không thấm qua (2) tạo ra dòng không thấm qua sạch hơn với cùng công suất của bộ phận nén (99,7% metan chứ không phải là 98,5%).

Danh mục các số chỉ dẫn:

- 1: Trạm tách dòng nguyên liệu
- 2: Trạm tách dòng không thấm qua
- 3: Trạm tách dòng thấm qua 3
- 4: Bộ phận nén một giai đoạn hoặc nhiều giai đoạn
- 5: Dòng nguyên liệu
- 6: Dòng thấm qua thứ nhất
- 7: Dòng không thấm qua thứ nhất
- 8: Dòng không thấm qua thứ hai
- 9: Dòng thấm qua thứ hai
- 10: Dòng không thấm qua thứ ba
- 11: Dòng thấm qua thứ ba
- 12: Van giảm áp tùy chọn trong dòng không thấm qua thứ nhất 7
- 13: Van giảm áp tùy chọn trong dòng không thấm qua thứ hai 8

14: Van giảm áp tùy chọn trong dòng không thấm qua thứ ba 10

15: Bơm chân không (không được thể hiện trong hình)

16: Buồng trộn (không được thể hiện trong hình)

17: Dòng khí thô

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị tách khí bao gồm các trạm tách màng từ (1) đến (3), ít nhất một bộ phận nén (4) và/hoặc ít nhất một bơm chân không (15), trạm tách dòng nguyên liệu (1) tách dòng nguyên liệu (5) gồm ít nhất hai thành phần thành dòng thấm qua thứ nhất (6) và dòng không thấm qua thứ nhất (7), trạm tách dòng không thấm qua (2) chia dòng không thấm qua thứ nhất (7) thành dòng thấm qua thứ hai (9) mà được cấp vào dòng nguyên liệu (5) và dòng không thấm qua thứ hai (8) mà được thu hồi dưới dạng sản phẩm, và trạm tách dòng thấm qua (3) chia dòng thấm qua thứ nhất (6) thành dòng không thấm qua thứ ba (10) mà được cấp vào dòng nguyên liệu (5) và dòng thấm qua thứ ba (11) mà được thu hồi dưới dạng sản phẩm, đặc trưng ở chỗ:

- dòng thấm qua thứ nhất (6) không được nén lại,
- môđun màng tách khí có độ chọn lọc khí hỗn hợp ít nhất là 30 được sử dụng ít nhất là trong trạm tách dòng nguyên liệu (1),
- thiết bị này được tạo cấu hình sao cho tổng thể tích khí được tuần hoàn trong dòng thấm qua thứ hai (9) và trong dòng không thấm qua thứ ba (10) nhỏ hơn 60% thể tích dòng khí thô (17),
- nồng độ của ít nhất một khí thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1), sau khi tuần hoàn dòng thấm qua thứ hai (9) và dòng không thấm qua thứ ba (10), tăng lên trong dòng nguyên liệu (5) trong mỗi trường hợp so với nồng độ trong dòng khí thô (17).

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị này bao gồm một hoặc hai bơm chân không.

3. Thiết bị theo điểm 1, trong đó nồng độ của ít nhất một khí thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1), sau khi tuần hoàn dòng thấm qua thứ hai (9) và dòng không thấm qua thứ ba (10), tăng lên trong dòng nguyên liệu (5), ít nhất là 2% trong mỗi trường hợp so với nồng độ trong dòng khí thô (17).

4. Thiết bị theo điểm 1, trong đó nồng độ của ít nhất một khí thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1), sau khi tuần hoàn dòng thấm qua thứ hai (9) và dòng không thấm qua thứ ba (10), tăng lên trong dòng nguyên liệu (5), ít nhất là 3% trong mỗi trường hợp so với nồng độ trong dòng khí thô (17).

5. Thiết bị theo điểm 1, trong đó nồng độ của ít nhất một khí thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1), sau khi tuần hoàn dòng thấm qua thứ hai (9) và dòng không thấm

qua thứ ba (10), tăng lên trong dòng nguyên liệu (5), từ 3% đến 40% trong mỗi trường hợp so với nồng độ trong dòng khí thô (17).

6. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, đặc trưng ở chỗ dòng thấm qua thứ hai (9) và dòng không thấm qua thứ ba (10) được cho di chuyển dọc theo phía hút của bộ phận nén (4) để xử lý lại.

7. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, đặc trưng ở chỗ bộ phận nén nhiều giai đoạn (4) được sử dụng.

8. Thiết bị theo điểm 7, đặc trưng ở chỗ dòng thấm qua thứ hai (9) và/hoặc dòng không thấm qua thứ ba (10) được đưa vào trong bộ phận nén (4) giữa hai giai đoạn nén.

9. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, đặc trưng ở chỗ dòng không thấm qua thứ nhất (7) và/hoặc dòng không thấm qua màng thứ hai (8) và/hoặc dòng không thấm qua thứ ba (10) được cho di chuyển qua van giảm áp.

10. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, đặc trưng ở chỗ môđun màng tách khí có độ chọn lọc khí hỗn hợp ít nhất là 35 được sử dụng trong ít nhất một trạm trong số các trạm tách màng từ (1) đến (3).

11. Thiết bị theo điểm 10, trong đó môđun màng tách khí có độ chọn lọc khí hỗn hợp ít nhất là 40 được sử dụng.

12. Thiết bị theo điểm 10, trong đó môđun màng tách khí có độ chọn lọc khí hỗn hợp ít nhất là 45 được sử dụng.

13. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó môđun màng tách khí có độ chọn lọc khí hỗn hợp ít nhất là 30 được sử dụng trong cả ba trạm tách màng từ (1) đến (3).

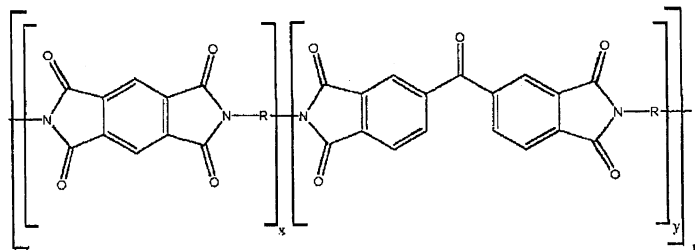
14. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, đặc trưng ở chỗ ít nhất một trạm trong số ba trạm tách màng từ (1) đến (3) bao gồm nhiều hơn một môđun màng tách khí, được nối theo cách song song và/hoặc nối tiếp.

15. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 14, đặc trưng ở chỗ (các) môđun màng tách khí bao gồm màng sợi rỗng và/hoặc màng phẳng.

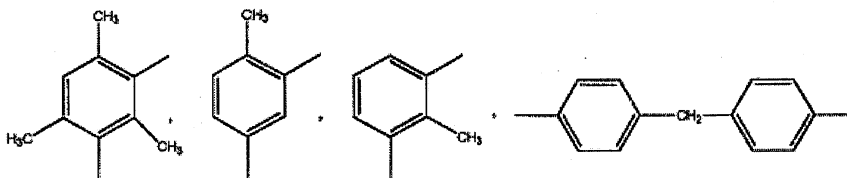
16. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 15, đặc trưng ở chỗ vật liệu được dùng cho lớp có tác dụng tách của màng là polyme vô định hình hoặc bán tinh thể,

polyme này là polyimit, polyamit, polysulfon, xenluloza axetat và các dẫn xuất, polyphenylen oxit, polysiloxan, polyme có các lỗ rỗng li ti bên trong (vi xốp nội), màng ma trận hỗn hợp, màng vận chuyển tăng cường, polyetylen oxit, polypropylen oxit hoặc hỗn hợp của chúng.

17. Thiết bị theo điểm 16, đặc trưng ở chỗ vật liệu được dùng cho lớp có tác dụng tách của màng là polyimit có công thức chung sau đây:



R được chọn từ nhóm bao gồm:



x, y: phần mol trong đó $0 < x < 0,5$ và $1 > y > 0,5$ và n là số nguyên lớn hơn 1.

18. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 17, đặc trưng ở chỗ ít nhất 95% thành phần không thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1) mà được đưa vào thiết bị này cùng với dòng khí thô (17) được xả ra qua dòng không thấm qua thứ hai (8).

19. Thiết bị theo điểm 18, đặc trưng ở chỗ ít nhất 97% thành phần không thấm qua được xả ra qua dòng không thấm qua thứ hai (8).

20. Thiết bị theo điểm 18, đặc trưng ở chỗ ít nhất 99% thành phần không thấm qua được xả ra qua dòng không thấm qua thứ hai (8).

21. Thiết bị theo điểm 18, đặc trưng ở chỗ ít nhất 99,5% thành phần không thấm qua được xả ra qua dòng không thấm qua thứ hai (8).

22. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 21, đặc trưng ở chỗ không nhiều hơn 5% thành phần không thấm qua của trạm tách dòng nguyên liệu (1) mà được đưa vào trong thiết bị này cùng với dòng khí thô (17) được xả ra qua dòng thấm qua thứ ba (11).

23. Thiết bị theo điểm 22, đặc trưng ở chỗ không nhiều hơn 3% thành phần không thấm qua được xả ra qua dòng thấm qua thứ ba (11).
24. Thiết bị theo điểm 22, đặc trưng ở chỗ không nhiều hơn 1% thành phần không thấm qua được xả ra qua dòng thấm qua thứ ba (11).
25. Thiết bị theo điểm 22, đặc trưng ở chỗ không nhiều hơn 0,5% thành phần không thấm qua được xả ra qua dòng thấm qua thứ ba (11).
26. Quy trình tách hỗn hợp khí, đặc trưng ở chỗ thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 25 được sử dụng.
27. Quy trình theo điểm 26, đặc trưng ở chỗ hỗn hợp khí được sử dụng là hỗn hợp chủ yếu chứa, nhưng không giới hạn ở, cacbon dioxit và metan, hoặc chủ yếu chứa, nhưng không giới hạn ở, hydro và metan, hoặc chủ yếu chứa, nhưng không giới hạn ở, cacbon monoxit và hydro hoặc khí sinh học thô hoặc khí tự nhiên thô.
28. Quy trình theo điểm 26 hoặc 27, đặc trưng ở chỗ áp suất ở phía dòng thấm qua (6) của trạm tách dòng nguyên liệu (1) được điều chỉnh đến giá trị nằm trong khoảng từ 0,1 đến 3 MPa (1 đến 30 bar).
29. Quy trình theo điểm 28, đặc trưng ở chỗ áp suất ở phía dòng thấm qua (6) của trạm tách dòng nguyên liệu (1) được điều chỉnh đến giá trị nằm trong khoảng từ 0,2 đến 2 MPa (2 đến 20 bar).
30. Quy trình theo điểm 28, đặc trưng ở chỗ áp suất ở phía dòng thấm qua (6) của trạm tách dòng nguyên liệu (1) được điều chỉnh đến giá trị nằm trong khoảng từ 0,3 đến 1 MPa (3 đến 10 bar).
31. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 28 đến 30, đặc trưng ở chỗ áp suất ở phía dòng thấm qua (6) của trạm tách dòng nguyên liệu (1) được điều chỉnh bằng van giảm áp (14) ở phía dòng không thấm qua của trạm tách dòng thấm qua (3).
32. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 26 đến 31, đặc trưng ở chỗ áp suất của dòng không thấm qua thứ nhất và thứ hai (7) và (8) được điều chỉnh đến giá trị nằm trong khoảng từ 0,1 đến 10 MPa (1 đến 100 bar).
33. Quy trình theo điểm 32, đặc trưng ở chỗ áp suất của dòng không thấm qua thứ nhất và thứ hai (7) và (8) được điều chỉnh đến giá trị nằm trong khoảng từ 0,5 đến 8 MPa (5 đến 80 bar).

34. Quy trình theo điểm 32, đặc trưng ở chỗ áp suất của dòng không thấm qua thứ nhất và thứ hai (7) và (8) được điều chỉnh đến giá trị nằm trong khoảng từ 1 đến 7 MPa (10 đến 70 bar).

35. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 32 đến 34, đặc trưng ở chỗ áp suất của dòng không thấm qua thứ nhất và thứ hai (7) và (8) được điều chỉnh bằng van giảm áp (13) trong dòng không thấm qua thứ hai (8).

36. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 26 đến 35, đặc trưng ở chỗ lực dẫn động được dùng để tách là độ chênh áp suất riêng phần giữa phía dòng không thấm qua và phía dòng thấm qua trong các trạm tách màng tương ứng, độ chênh áp suất riêng phần này được tạo ra bởi bộ phận nén trong dòng nguyên liệu (5) và/hoặc bởi bơm chân không (15) trong dòng thấm qua thứ hai và/hoặc thứ ba (9) và/hoặc (11) và/hoặc bởi dòng khí rửa phía dòng thấm qua.

37. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 32 đến 36, đặc trưng ở chỗ áp suất của dòng thấm qua trong trạm tách dòng nguyên liệu (1) là bằng hoặc tăng lên so với áp suất môi trường, sao cho độ chênh áp suất riêng phần vẫn tồn tại giữa dòng không thấm qua và dòng thấm qua trong trạm tách dòng thấm qua (3), vì thế xuất hiện lực dẫn động trong trường hợp dòng thấm qua của trạm tách dòng thấm qua (3) ở áp suất môi trường hoặc áp suất giảm được áp dụng.

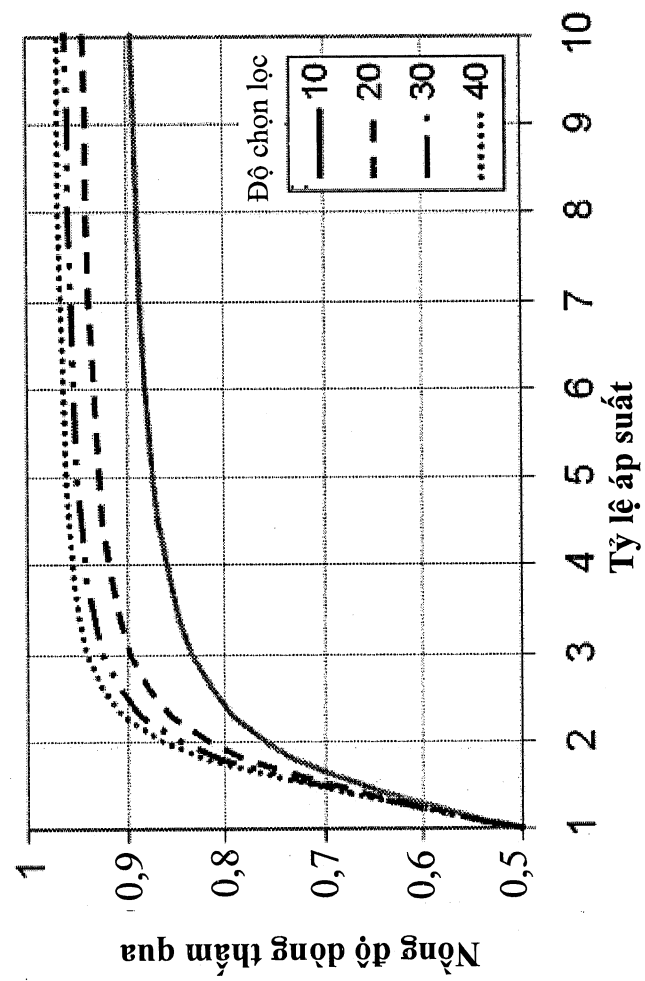


Fig. 1

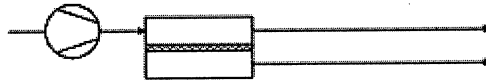


Fig.2. Trạm tách màng gồm 1 trạm không tuần hoàn

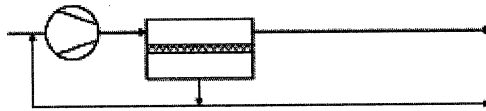


Fig.3. Trạm tách màng gồm 1 trạm có tuần hoàn

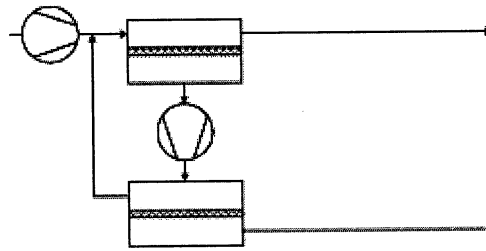


Fig.4. Trạm tách màng gồm 2 trạm có bước nén lại và tuần hoàn

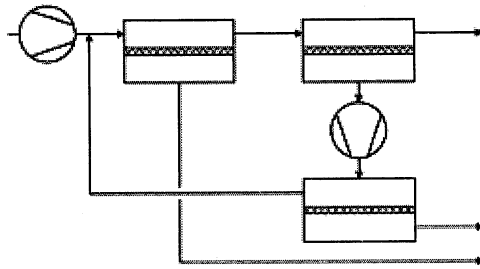


Fig.5. Cơ cấu dạng phân trạm để tách dòng không thấm qua và dòng thấm qua có bước nén lại và tuần hoàn trong trạm tách dòng không thấm qua thứ hai về phía trước của trạm tách dòng không thấm qua thứ nhất

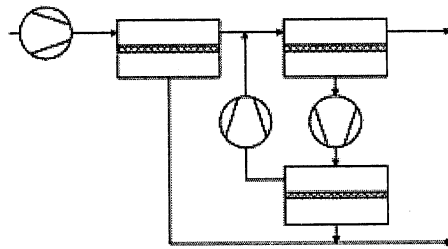


Fig.6. Cơ cấu dạng phân trạm để tách dòng không thấm qua và dòng thấm qua có bước nén lại và tuần hoàn trong trạm tách dòng không thấm qua thứ hai về phía trước của trạm tách dòng không thấm qua thứ hai

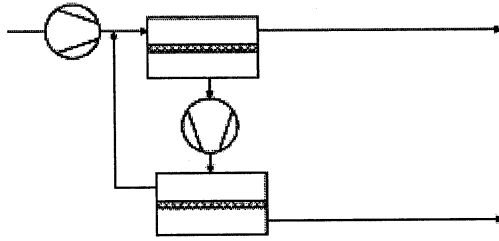


Fig.7. Cơ cấu dạng phân trạm để tách dòng thấm qua có bước nén lại

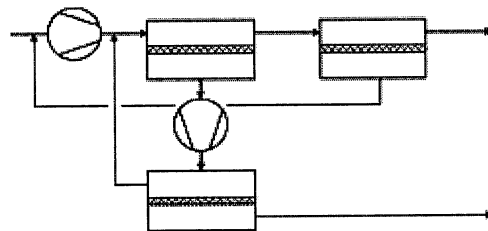


Fig.8. Cơ cấu dạng phân trạm để tách dòng không thấm qua có bước tuần hoàn dòng thấm qua từ trạm thứ hai và cơ cấu dạng phân trạm để tách dòng thấm qua có bước nén lại

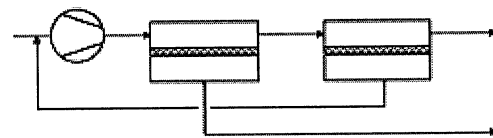


Fig.9. Cơ cấu dạng phân trạm để tách dòng không thấm qua có bước tuần hoàn dòng thấm qua từ trạm thứ hai

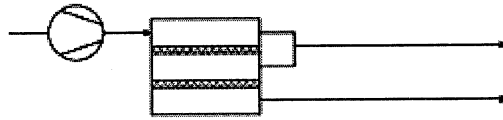


Fig.10. Cơ cấu kết nối có cơ cấu dạng phân trạm bên trong để tách dòng thấm qua

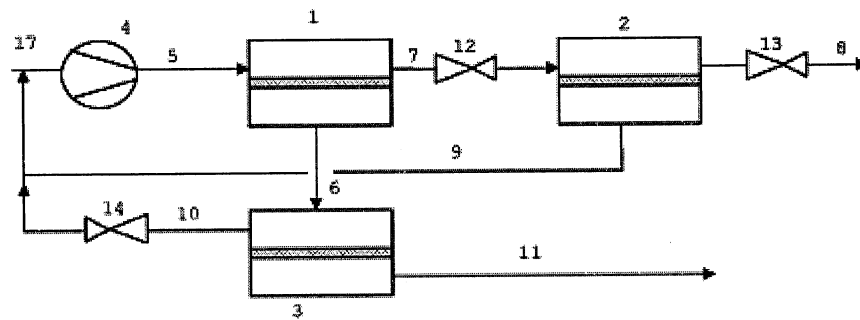


Fig.11. Cơ cấu kết nối minh họa gồm một số môđun màng theo sáng chế