



(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)



1-0023867

(51)⁷ F25J 3/02

(13) B

(21) 1-2011-03598

(22) 17/03/2011

(86) PCT/US2011/028872 17/03/2011

(87) WO2011/123253 06/10/2011

(30) 12/750,862 31/03/2010 US; PCT/US2010/029331 31/03/2010 US; 12/772,472
03/05/2010 US; PCT/US2010/033374 03/05/2010 US; 12/781,259 17/05/2010 US;
PCT/US2010/035121 17/05/2010 US; 13/048,315 15/03/2011 US

(45) 25/05/2020 386

(43) 25/02/2013 299A

(73) 1. ORTLOFF ENGINEERS, LTD. (US)

415 W. Wall, Suite 2000, Midland, TX 79701, United States of America

2. S.M.E. PRODUCTS LP (US)

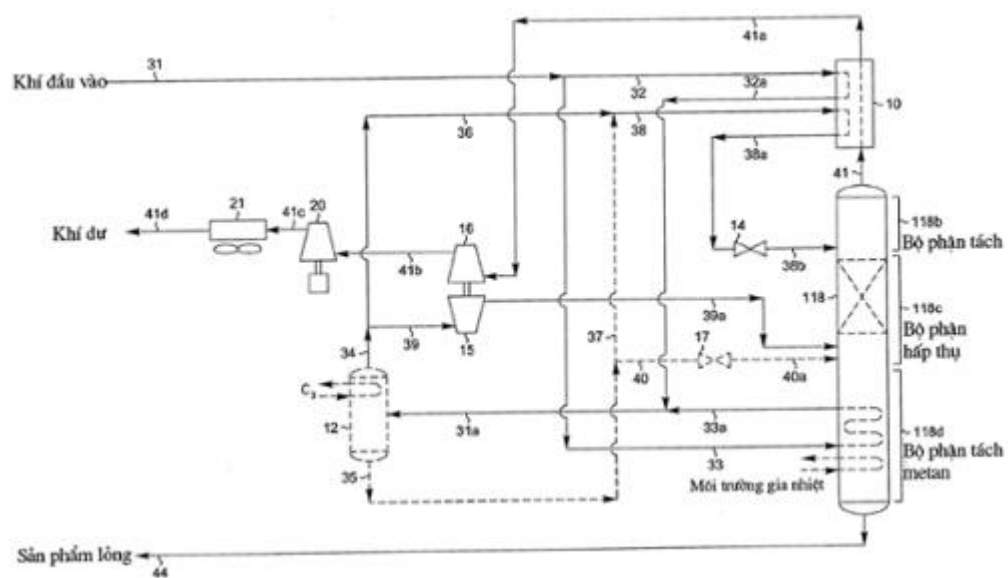
6715 Theall, Houston, Texas 77066, United States of America

(72) JOHNKE, Andrew, F. (US); HUDSON, Hank, M. (US); LYNCH, Joe, T. (US);
TYLER, L., Don (US); CUELLAR, Kyle, T. (US); WILKINSON, John, D. (US); LEWIS,
Larry, W. (US)

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) QUY TRÌNH VÀ THIẾT BỊ TÁCH DÒNG KHÍ CHỨA HYDROCACBON

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình và thiết bị dùng cho hệ thống thiết bị xử lý gọn nhẹ để thu hồi các thành phần gồm hai (hoặc ba) nguyên tử cacbon và các thành phần hydrocacbon nặng hơn từ dòng khí hydrocacbon. Dòng khí được làm lạnh và được chia thành dòng thứ nhất và dòng thứ hai. Dòng thứ nhất này được tiếp tục làm lạnh để ngưng tụ gần như hoàn toàn, được làm giãn nở đến áp suất thấp hơn, và được cấp dưới dạng nguyên liệu trên đỉnh vào phương tiện hấp thụ. Dòng thứ hai cũng được làm giãn nở đến áp suất thấp hơn và được cấp dưới dạng nguyên liệu dưới đáy vào phương tiện hấp thụ. Dòng hơi chưng cất từ phương tiện hấp thụ được gia nhiệt bằng cách làm lạnh dòng khí này và dòng thứ nhất. Dòng chất lỏng chưng cất đi ra từ các phương tiện hấp thụ được cấp vào phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối để gia nhiệt và cất tách các thành phần dễ bay hơi của nó trong khi làm lạnh dòng khí này. Phương tiện hấp thụ và và phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối được lắp trong thiết bị xử lý.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình và thiết bị để tách các khí chứa các hydrocacbon.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Etylen, etan, propylen, propan, và/hoặc hydrocacbon nặng hơn có thể được thu gom từ nhiều loại khí khác nhau như khí tự nhiên, khí nhà máy tinh luyện dầu và các dòng khí tổng hợp thu được từ các nguyên liệu hydrocacbon khác như than đá, dầu thô, naphta, diệp thạch dầu, cát dính nhựa và lignit. Khí tự nhiên thường chứa phần lớn metan và etan, tức là metan và etan cùng nhau chiếm ít nhất đến 50 phần trăm mol của khí. Khí này còn chứa một lượng ít hơn tương đối là hydrocacbon nặng hơn như propan, butan, pentan và các thành phần tương tự, kể cả hydro, nitơ, cacbon đioxit và các khí khác.

Nhìn chung, sáng chế đề cập đến sự thu hồi etylen, etan, propylen, propan, và hydrocacbon nặng hơn từ các dòng khí. Phương pháp phân tích điển hình dòng khí được tiến hành theo sáng chế này cho kết quả là, tính theo giá trị xấp xỉ của phần trăm mol, 90,0% metan, 4,0% etan và các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon khác, 1,7% propan và các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon khác, 0,3% iso-butan, 0,5% butan mạch thẳng và hơn 0,8% pentan, phần còn lại là nitơ và cacbon đioxit. Đôi khi, các khí chứa lưu huỳnh cũng có mặt.

Sự thay đổi thất thường một cách có chu kỳ về giá của cả khí tự nhiên và thành phần khí tự nhiên dạng lỏng đôi khi làm giảm giá trị gia tăng của các thành phần etan, etylen, propan, propylen và các thành phần nặng hơn để làm các sản phẩm lỏng. Điều này dẫn đến nhu cầu cần có các quy trình có thể cho phép thu hồi hiệu quả hơn các sản phẩm này và cho phép thu hồi hữu hiệu với vốn đầu tư thấp hơn. Các quy trình có thể dùng để tách các nguyên liệu này bao gồm các quy trình dựa vào sự làm mát và làm lạnh khí, sự hấp thụ dầu và sự hấp thụ dầu lạnh. Hơn nữa, các quy trình làm lạnh trở nên phổ biến vì tính lợi ích của thiết bị về mặt kinh tế đó là tạo ra năng lượng khi đồng thời giãn nở nhiệt và thu hồi nhiệt từ khí đang được xử lý. Phụ thuộc vào áp suất

của nguồn khí, độ giàu (hàm lượng etan, etylen và các hydrocacbon nặng hơn) của khí và các sản phẩm cuối mong muốn, từng quy trình riêng lẻ hoặc sự phối hợp của các quy trình này có thể được sử dụng.

Ngày nay, quy trình giãn nở ở nhiệt độ thấp thường được ưu tiên để thu hồi các khí tự nhiên dạng lỏng bởi vì nó rất đơn giản, dễ dàng khởi động, linh hoạt trong vận hành, hiệu suất tốt, độ an toàn và độ tin cậy tốt. Các patent Mỹ số 3,292,380; 4,061,481; 4,140,504; 4,157,904; 4,171,964; 4,185,978; 4,251,249; 4,278,457; 4,519,824; 4,617,039; 4,687,499; 4,689,063; 4,690,702; 4,854,955; 4,869,740; 4,889,545; 5,275,005; 5,555,748; 5,566,554; 5,568,737; 5,771,712; 5,799,507; 5,881,569; 5,890,378; 5,983,664; 6,182,469; 6,578,379; 6,712,880; 6,915,662; 7,191,617; 7,219,513; patent Mỹ tái bản số 33,408; các đơn yêu cầu cấp patent Mỹ đang thẩm định số 11/430,412; 11/839,693; 11/971,491; 12/206,230; 12/689,616; 12/717,394; 12/750,862; 12/772,472; 12/781,259; 12/868,993; 12/869,007; 12/869,139; và 12/979,563 đề cập đến các quy trình phù hợp (mặc dù phần mô tả của sáng chế này trong một số trường hợp là dựa vào các điều kiện xử lý khác nhau khác với các điều kiện được đề cập trong các patent Mỹ này).

Trong quy trình thu hồi bằng cách giãn nở ở nhiệt độ thấp điển hình, dòng khí nguyên liệu dưới áp suất được làm lạnh bằng sự trao đổi nhiệt với các dòng khác của quy trình và/hoặc các nguồn lạnh bên ngoài khác như hệ thống nén-lạnh propan. Khi khí được làm lạnh, các chất lỏng có thể ngưng tụ và được gom lại trong một hoặc nhiều thiết bị tách dưới dạng các chất lỏng cao áp chứa một số thành phần gồm nhiều hơn hai nguyên tử cacbon. Phụ thuộc vào độ giàu của khí và lượng chất lỏng được tạo thành, các chất lỏng cao áp có thể giãn nở đến áp suất thấp hơn và được cất phân đoạn. Sự bay hơi xảy ra trong quá trình giãn nở của các chất lỏng dẫn đến sự làm lạnh thêm dòng chất lỏng. Dưới một số điều kiện, sự làm lạnh sơ bộ các chất lỏng cao áp trước khi giãn nở có thể là mong muốn để tiếp tục hạ thấp nhiệt độ phát sinh từ sự giãn nở. Dòng đã giãn nở chứa hỗn hợp của chất lỏng và hơi, được cất phân đoạn trong cột chưng cất (thiết bị tách metan hoặc etan). Trong cột này, (các) dòng đã giãn nở lạnh được chưng cất để tách metan, nitơ, và các khí dễ bay hơi khác còn sót lại dưới dạng hơi cất đỉnh ra khỏi các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon, các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon, và các thành phần hydrocacbon nặng hơn dưới dạng các sản phẩm

lòng phía dưới đáy, hoặc tách metan, các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon, nitơ, các khí dễ bay hơi khác còn sót lại dưới dạng hơi cất đỉnh ra khỏi các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon mong muốn và các thành phần hydrocacbon nặng hơn dưới dạng sản phẩm lỏng phía dưới đáy.

Nếu khí nguyên liệu không ngưng tụ gần như hoàn toàn (thường là không), hơi sót lại từ quá trình ngưng tụ một phần có thể chia thành hai dòng. Một phần hơi này được đi qua máy hoặc động cơ giãn nở hoặc van giãn nở, đến áp suất thấp hơn tại đó các chất lỏng khác nữa lại được ngưng tụ do kết quả của việc tiếp tục làm lạnh dòng. Về cơ bản, áp suất sau khi giãn nở là bằng áp suất tại đó cột chưng cất hoạt động. Các pha hơi lỏng phối hợp thu được từ quá trình giãn nở được nạp vào cột dưới dạng nguyên liệu.

Phần hơi còn lại được làm lạnh đến khi ngưng tụ gần như hoàn toàn bằng sự trao đổi nhiệt với các dòng xử lý khác, ví dụ, phần cất đỉnh tháp lạnh. Một số hoặc tất cả chất lỏng cao áp có thể được gộp chung với phần hơi này trước khi làm lạnh. Sau đó, dòng lạnh thu được được làm giãn nở qua cơ cấu làm giãn nở phù hợp như van giãn nở, đến áp suất ở đó thiết bị tách metan hoạt động. Trong quá trình giãn nở, một phần chất lỏng sẽ bay hơi, dẫn đến làm lạnh dòng tổng. Sau đó, dòng đã được làm giãn nở nhanh được nạp dưới dạng dòng nạp trên đỉnh vào thiết bị loại bỏ metan. Nhìn chung, phần hơi của dòng được làm giãn nở nhanh và hơi cất đỉnh của thiết bị tách metan hòa trộn ở phần tách phía trên của tháp chưng cất phân đoạn thành khí thành phẩm chứa metan dư. Theo cách khác, dòng đã được làm giãn nở và làm lạnh có thể cấp vào thiết bị tách để tạo ra dòng hơi và dòng chất lỏng. Hơi được hòa trộn với phần cất đỉnh tháp và chất lỏng được nạp vào cột dưới dạng nguyên liệu nạp phía trên cột.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế sử dụng các phương pháp mới để thực hiện các bước khác nhau đã được đề cập ở trên một cách hiệu quả hơn và sử dụng ít thiết bị hơn. Điều này đạt được bằng cách gộp những thiết bị riêng lẻ đã biết trong một thiết bị chung, nhờ đó giảm diện tích cần dùng cho nhà máy xử lý và giảm chi phí đầu tư cho các phương tiện. Bất ngờ là, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng sự bố trí càng sát nhau còn làm giảm đáng kể sự tiêu thụ năng lượng cần để đạt được mức thu hồi đã định, do đó làm tăng

hiệu quả xử lý và giảm giá thành hoạt động của phương tiện. Hơn nữa, sự bố trí càng sát nhau còn hạn chế nhiều đường ống được dùng để nối các thiết bị riêng biệt trong các nhà máy truyền thống, làm giảm hơn nữa khoản tiền đầu tư và cũng làm giảm các mối nối ống có gờ kèm theo. Do các gờ nối ống là các nguồn rò rỉ tiềm năng đối với hydrocacbon (là các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi, VOCs, đóng góp vào các khí nhà kính và còn có thể là các tiền chất để tạo thành ozon khí quyển), việc hạn chế các gờ nối này làm giảm tiềm năng phát tán ra không khí mà có thể hủy hoại môi trường.

Theo sáng chế này, phát hiện ra rằng, sự thu hồi các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon vượt quá 88% có thể đạt được. Tương tự, trong những trường hợp nếu sự thu hồi các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon là không mong muốn, thì sự thu hồi các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon vượt quá 93% có thể đạt được. Hơn nữa, về cơ bản sáng chế cho phép có thể tách 100% metan (hoặc các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon) và các thành phần nhẹ hơn từ các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon (hoặc các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon) và các thành phần nặng hơn với sự đòi hỏi về năng lượng ít hơn so với tình trạng kỹ thuật đã biết nhưng vẫn duy trì được mức thu hồi giống nhau. Mặc dù vậy, sáng chế này có thể áp dụng ở áp suất thấp hơn và nhiệt độ ấm hơn, đặc biệt có lợi nếu xử lý khí nguyên liệu ở phạm vi nằm trong khoảng từ 400 đến 1500 psia [2758 đến 10.342 kPa(a)] hoặc cao hơn dưới các điều kiện nhiệt độ của phần cất đỉnh cột thu hồi NGL vào khoảng -50°F [-46°C] hoặc lạnh hơn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để hiểu sáng chế rõ ràng hơn, có thể tham khảo các ví dụ thực hiện và hình vẽ kèm theo.

FIG. 1 là sơ đồ của nhà máy xử lý khí tự nhiên theo patent Mỹ số 4,157,904;

FIG. 2 là sơ đồ của nhà máy xử lý khí tự nhiên theo sáng chế này; và

FIG.3 đến FIG.17 là các sơ đồ minh họa các phương án thay thế của việc ứng dụng sáng chế cho dòng khí tự nhiên.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần giải thích sau đây về các hình vẽ ở trên, các bảng trình bày tóm tắt tốc độ dòng được tính toán đối với các điều kiện xử lý điển hình. Trên các bảng xuất hiện ở đây, các giá trị về tốc độ dòng (mol trên giờ) được làm tròn đến số nguyên gần nhất để cho thuận tiện. Tốc độ dòng tổng được thể hiện trong các bảng bao gồm cả các thành phần không phải là hydrocacbon và do đó thường lớn hơn tổng các tốc độ dòng của các thành phần hydrocacbon. Nhiệt độ được thể hiện là các giá trị gần đúng được làm tròn đến nhiệt độ gần nhất. Cần phải lưu ý rằng những phép tính toán cho quy trình xử lý được thực hiện với mục đích so sánh các quy trình được thể hiện trên các hình vẽ là dựa trên giả thiết rằng không có sự rò rỉ nhiệt từ (hoặc ra) xung quanh đến (hoặc từ) quy trình. Chất lượng của các nguyên liệu cách nhiệt có bán trên thị trường làm cho giả thiết này trở nên rất hợp lý và rằng nó thường được thực hiện bởi các chuyên gia trong lĩnh vực này.

Để tiện lợi, các thông số của quy trình được ghi lại theo cả đơn vị đo Anh truyền thống và theo cả đơn vị đo của *Système International d'Unités* (SI). Tốc độ chảy theo mol được thể hiện trên các bảng có thể được hiểu là cả pao mol trên giờ hoặc kilogam mol trên giờ. Sự tiêu thụ năng lượng được thể hiện dưới dạng mã lực (HP) và/hoặc nghìn British Thermal Units trên giờ (MBTU/giờ) tương ứng với tốc độ chảy theo mol tính theo pao mol trên giờ. Sự tiêu thụ năng lượng được thể hiện dưới dạng kilôoat (kW) tương ứng với tốc độ chảy theo mol tính theo kilogam mol trên giờ.

Mô tả giải pháp kỹ thuật đã biết

FIG. 1 là sơ đồ xử lý thể hiện mô hình thiết kế của nhà máy xử lý để thu hồi các thành phần có nhiều hơn hai nguyên tử cacbon từ khí tự nhiên sử dụng quy trình theo patent Mỹ số 4,157,904. Theo sự mô phỏng của quy trình này, khí đầu vào đi vào nhà máy ở 101°F [39°C] và 915 psia [6.307 kPa(a)] dưới dạng dòng **31**. Nếu khí đầu vào chứa các hợp chất lưu huỳnh là hợp chất ngăn cản các dòng sản phẩm đạt được các đặc tính kỹ thuật, thì các hợp chất lưu huỳnh này được loại bỏ bằng cách xử lý sơ bộ phù hợp với khí nguyên liệu (không được thể hiện). Hơn nữa, dòng nguyên liệu thường được loại hydrat để ngăn sự tạo thành hydrat (nước đá) dưới các điều kiện làm lạnh. Chất làm khô dạng rắn thường được sử dụng cho mục đích này.

Dòng nguyên liệu **31** được chia thành hai phần, các dòng **32** và **33**. Dòng **32** được làm lạnh xuống -31°F [-35°C] trong bộ trao đổi nhiệt **10** bằng cách trao đổi nhiệt với khí dư lạnh (dòng **41a**), trong khi dòng **33** được làm lạnh xuống -37°F [-38°C] trong bộ trao đổi nhiệt **11** bằng cách trao đổi nhiệt với các chất lỏng nổi đun sôi lại của thiết bị tách metan ở 43°F [6°C] (dòng **43**) và các chất lỏng nổi đun sôi lại bên cạnh ở -47°F [-44°C] (dòng **42**). Các dòng **32a** và **33a** phối hợp để tạo thành dòng **31a**, dòng này đi vào thiết bị tách **12** ở -33°F [-36°C] và 893 psia [6.155 kPa(a)] tại đó hơi (dòng **34**) được tách ra từ chất lỏng ngưng tụ này (dòng **35**).

Hơi (dòng **34**) từ thiết bị tách **12** được chia thành hai dòng, **36** và **39**. Dòng **36**, chứa khoảng 32% hơi tổng, được phối trộn với chất lỏng của thiết bị tách (dòng **35**), và dòng phối trộn **38** đi qua bộ trao đổi nhiệt **13** để trao đổi nhiệt với khí dư lạnh (dòng **41**), tại đó nó được làm lạnh để ngưng tụ gần như hoàn toàn. Sau đó, dòng ngưng tụ gần như hoàn toàn thu được **38a** ở -131°F [-90°C] được làm giãn nở nhanh qua van giãn nở **14** đến áp suất vận hành (xấp xỉ 410 psia [2.827 kPa(a)]) của tháp cất phân đoạn **18**. Trong quá trình giãn nở, một phần dòng này bị bay hơi, dẫn đến làm nguội dòng tổng. Theo quy trình được mô tả trên FIG. 1, dòng đã được làm giãn nở **38b** rời van giãn nở **14** có nhiệt độ -137°F [-94°C] và được cấp vào phần tách ở vùng phía trên của tháp cất phân đoạn **18**. Chất lỏng được tách ở đây trở thành dòng nạp trên đỉnh cấp vào phần tách metan **18b**.

68% hơi còn lại đi ra từ thiết bị tách **12** (dòng **39**) đi vào máy làm giãn nở **15** tại đó năng lượng cơ học được thu gom lại từ phần này của nguyên liệu cao áp. Máy **15** làm giãn nở hơi gần như đẳng entropy đến áp suất vận hành tháp, với việc làm giãn nở này làm nguội dòng đã được làm giãn nở **39a** đến nhiệt độ xấp xỉ -97°F [-72°C]. Các bộ giãn nở điển hình có bán trên thị trường có khả năng thu hồi với mức 80-85% sản phẩm về mặt lý thuyết theo sự giãn nở đẳng entropy lý tưởng. Sản phẩm được thu gom thường được dùng để dẫn động máy nén ly tâm (như cơ cấu **16**) là thiết bị được dùng để tái nén khí dư (dòng **41b**) chẳng hạn. Sau đó, dòng đã được làm giãn nở ngưng tụ một phần **39a** được cấp dưới dạng nguyên liệu vào tháp cất phân đoạn **18** tại điểm nạp nguyên liệu ở giữa cột.

Thiết bị tách metan trong tháp **18** là cột chưng cất thông thường chứa nhiều đĩa chưng cất đặt cách nhau theo phương thẳng đứng, một hoặc nhiều tầng vật liệu

đệm, hoặc sự phối hợp của đĩa chung cất với vật liệu đệm. Giống như trường hợp thường xuyên trong các nhà máy xử lý khí tự nhiên, tháp cất phân đoạn có thể gồm hai phần. Phần trên **18a** là thiết bị tách trong đó dòng nạp trên đỉnh bay hơi một phần được chia thành các phần hơi và phần lỏng tương ứng của nó, và trong đó hơi đi lên từ phần chung cất thấp hoặc phần tách metan **18b** được hòa trộn với phần hơi của dòng nạp trên đỉnh để tạo thành hơi cất đỉnh lạnh của thiết bị tách metan (dòng **41**) dòng này thoát ra từ đỉnh tháp ở -136°F [-93°C]. Phần thấp hơn tách metan **18b** chứa các đĩa chung cất và/hoặc các vật liệu đệm và tạo ra sự tiếp xúc cần thiết giữa chất lỏng rơi xuống dưới và hơi đi lên trên. Phần tách metan **18b** còn bao gồm các nồi đun sôi lại (như nồi đun sôi lại và nồi đun sôi lại bên cạnh như đã đề cập ở trên) nồi đun sôi lại này gia nhiệt và làm bay hơi một phần chất lỏng chảy xuống cột để tạo ra các hơi cất phần nhẹ mà sẽ đi lên trên cột để giải hấp sản phẩm lỏng, dòng **44**, gồm metan và các thành phần nhẹ hơn.

Dòng sản phẩm lỏng **44** thoát ra từ đáy tháp ở 65°F [19°C], dựa vào đặc điểm kỹ thuật điển hình của tỷ lệ metan trên etan bằng 0,010:1 trên cơ sở về khối lượng trong sản phẩm phía dưới đáy. Khí dư (dòng hơi cất đỉnh của thiết bị tách metan **41**) đi ngược chiều với khí nguyên liệu đi vào trong bộ trao đổi nhiệt **13** tại đó nó được gia nhiệt đến -44°F [-42°C] (dòng **41a**) và trong bộ trao đổi nhiệt **10** nơi nó được gia nhiệt đến 96°F [36°C] (dòng **41b**). Sau đó, khí dư lại được nén trong hai giai đoạn. Giai đoạn thứ nhất là máy nén **16** được dẫn động bằng máy làm giãn nở **15**. Giai đoạn thứ hai là máy nén **20** được dẫn động bằng nguồn năng lượng bổ sung, nén khí dư (dòng **41d**) đến áp suất đường ống chứa sản phẩm. Sau khi làm lạnh đến 120°F [49°C] trong bộ phận làm lạnh khí thoát ra **21**, sản phẩm khí dư (dòng **41e**) chảy vào đường ống dẫn khí thành phẩm ở 915 psia [6.307 kPa(a)], đủ để thỏa mãn các yêu cầu của đường ống (thường là áp suất đầu vào).

Tóm tắt về tốc độ dòng và sự tiêu thụ năng lượng cho quy trình được minh họa trên FIG. 1 được thể hiện trên bảng sau:

Bảng I					
(FIG. 1)					
Tóm tắt dòng chảy - Lb. Mol/giờ [kg mol/giờ]					
Dòng	Metan	Etan	Propan	Butan+	Tổng
31	12.359	546	233	229	13.726
32	8.404	371	159	155	9.334
33	3.955	175	74	74	4.392
34	12.117	493	172	70	13.196
35	242	53	61	159	530
36	3.829	156	54	22	4.170
38	4.071	209	115	181	4.700
39	8.288	337	118	48	9.026
41	12.350	62	5	1	12.620
44	9	484	228	228	1.106

Khả năng thu hồi*

Etan 88,54%

Propan 97,70%

Butan+ 99,65%

Năng lượng

Sự nén khí dư 5.174 HP [8.506 kW]

* (Dựa trên các tốc độ dòng không làm tròn số)

Mô tả các phương án thực hiện của sáng chế

FIG. 2 minh họa sơ đồ quy trình xử lý theo sáng chế này. Thành phần khí nguyên liệu và các điều kiện được sử dụng trong quy trình được thể hiện trên FIG. 2 là giống như được đề xuất cho quy trình được thể hiện trên FIG. 1. Vì vậy, quy trình trên FIG. 2 có thể được so sánh với quy trình được thể hiện trên FIG. 1 để chứng minh các ưu điểm của sáng chế này.

Theo sự mô phỏng của quy trình thể hiện trên FIG. 2, khí đầu vào đi vào nhà máy dưới dạng dòng **31** và được chia thành hai phần, các dòng **32** và **33**. Phần thứ nhất, dòng **32**, đi vào các bộ trao đổi nhiệt nằm ở vùng phía trên của bộ phận làm lạnh nguyên liệu **118a** nằm trong bộ phận xử lý **118**. Các bộ trao đổi nhiệt này có thể bao

gồm bộ trao đổi nhiệt dạng lá tản nhiệt hoặc dạng ống, bộ trao đổi nhiệt dạng tấm, bộ trao đổi nhiệt dạng nhôm tráng đồng, hoặc các dạng cơ cấu truyền nhiệt khác, bao gồm bộ trao đổi nhiệt nhiều rãnh và/hoặc bộ trao đổi nhiệt đa ứng dụng. Các bộ trao đổi nhiệt được cấu hình để tạo ra sự trao đổi nhiệt giữa dòng **32** chảy qua một rãnh của các bộ trao đổi nhiệt và dòng hơi chung cất đi lên từ bộ phận tách **118b** bên trong bộ phận xử lý **118** vừa được gia nhiệt trong các bộ trao đổi nhiệt ở vùng phía dưới của bộ phận làm lạnh nguyên liệu **118a**. Dòng **32** được làm lạnh trong khi gia nhiệt tiếp dòng hơi chung cất, với dòng **32a** rời các bộ trao đổi nhiệt ở -26°F [-32°C].

Phần thứ hai, dòng **33**, đi vào các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối trong bộ phận tách metan **118d** bên trong bộ phận xử lý **118**. Các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối này có thể bao gồm bộ trao đổi nhiệt dạng lá tản nhiệt và dạng ống, bộ trao đổi nhiệt dạng tấm, bộ trao đổi nhiệt dạng nhôm tráng đồng, hoặc các dạng khác của cơ cấu truyền nhiệt, bao gồm các bộ trao đổi nhiệt nhiều rãnh và/hoặc bộ trao đổi nhiệt đa ứng dụng. Các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối được cấu hình để tạo ra sự trao đổi nhiệt giữa dòng **33** chảy qua một rãnh của các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối và dòng chất lỏng chung cất chảy xuống dưới từ bộ phận hấp thụ **118c** bên trong bộ phận xử lý **118**, sao cho dòng **33** được làm lạnh đồng thời gia nhiệt dòng chất lỏng chung cất, làm lạnh dòng **33a** đến -38°F [-39°C] trước khi nó rời các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối. Do dòng chất lỏng chung cất được gia nhiệt, một phần của nó bị bay hơi để tạo thành các hơi cất phần nhẹ đi lên phía trên còn chất lỏng còn lại tiếp tục chảy xuống phía dưới qua các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối. Các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối tạo ra sự tiếp xúc liên tục giữa các hơi cất phần nhẹ và dòng chất lỏng chung cất vì vậy nó còn có chức năng chuyển khối giữa các pha hơi và lỏng, cất phần nhẹ dòng sản phẩm lỏng **44** chứa metan và các thành phần nhẹ hơn.

Các dòng **32a** và **33a** hòa trộn để tạo thành dòng **31a**, dòng này đi vào bộ phận tách **118e** bên trong bộ phận xử lý **118** ở -30°F [-34°C] và 898 psia [6.189 kPa(a)], sau đó, hơi (dòng **34**) được tách khỏi chất lỏng ngưng tụ (dòng **35**). Bộ phận tách **118e** có đầu trong hoặc các cơ cấu khác để tách biệt nó ra khỏi bộ phận tách metan **118e**, vì vậy, hai phần bên trong bộ phận xử lý **118** có thể vận hành ở áp suất khác nhau.

Hơi (dòng **34**) thoát ra từ bộ phận tách **1183** được chia thành hai dòng, **36** và **39**. Dòng **36**, chứa khoảng 32% hơi tổng, được hòa trộn với chất lỏng đã được tách ra (dòng **35**, qua dòng **37**), và dòng được hòa trộn **38** đi vào các phương tiện trao đổi nhiệt ở vùng phía dưới của bộ phận làm lạnh nguyên liệu **118a** bên trong bộ phận xử lý **118**. Tương tự như vậy, các bộ trao đổi nhiệt này có thể bao gồm bộ trao đổi nhiệt dạng lá tản nhiệt và dạng ống, bộ trao đổi nhiệt dạng tấm, bộ trao đổi nhiệt dạng nhôm tráng đồng, hoặc các dạng khác của cơ cấu truyền nhiệt, bao gồm các bộ trao đổi nhiệt nhiều rãnh và/hoặc bộ trao đổi nhiệt đa ứng dụng. Các bộ trao đổi nhiệt được cấu hình để tạo ra sự trao đổi nhiệt giữa dòng **38** chảy qua một rãnh của các bộ trao đổi nhiệt và dòng hơi chung cất đi lên từ bộ phận tách **118b**, vì vậy, dòng **38** được làm lạnh để ngưng tụ gần như hoàn toàn trong khi gia nhiệt dòng hơi chung cất.

Sau đó, dòng ngưng tụ gần như hoàn toàn **38a** thu được ở -130°F [-90°C] được làm giãn nở nhanh qua van giãn nở **14** đến áp suất vận hành (xấp xỉ 415 psia [2.861 kPa(a)]) của bộ phận hấp thụ **118c** (các phương tiện hấp thụ) bên trong bộ phận xử lý **118**. Trong quá trình làm giãn nở một phần dòng này bị bay hơi, dẫn đến làm nguội dòng tổng. Theo quy trình được minh họa trên FIG. 2, dòng đã được làm giãn nở **38b** rời van giãn nở **14** đạt được nhiệt độ -136°F [-94°C] và được cấp vào bộ phận tách **118b** bên trong bộ phận xử lý **118**. Các chất lỏng được tách ở đây và đi vào bộ phận hấp thụ **118c**, trong khi đó hơi còn lại hòa trộn với các hơi đi lên từ bộ phận hấp thụ **118c** để tạo thành dòng hơi chung cất mà được gia nhiệt tại bộ phận làm lạnh **118a**.

68% hơi còn lại thoát ra từ bộ phận tách **118e** (dòng **39**) đi vào máy làm giãn nở **15** tại đó năng lượng cơ học được thu gom từ phần này của nguyên liệu cao áp. Máy **15** làm giãn nở hơi gần như đẳng entropy đến áp suất vận hành của bộ phận hấp thụ **118e**, với việc làm giãn nở này làm nguội dòng đã được làm giãn nở **39a** đến nhiệt độ xấp xỉ -94°F [-70°C]. Sau đó, dòng đã được làm giãn nở ngưng tụ một phần **39a** này được cấp dưới dạng nguyên liệu vào vùng phía dưới của bộ phận hấp thụ **118c** bên trong bộ phận xử lý **118**.

Bộ phận hấp thụ **118c** chứa nhiều đĩa chung cất đặt cách nhau theo phương thẳng đứng, một hoặc nhiều tầng vật liệu đệm, hoặc một số dạng kết hợp của đĩa chung cất và vật liệu đệm. Đĩa chung cất và/hoặc vật liệu đệm trong bộ phận hấp thụ **118c** tạo ra sự tiếp xúc cần thiết giữa các hơi đi lên phía trên và chất lỏng lạnh rơi

xuống phía dưới. Phần chất lỏng của dòng đã được làm giãn nở **39a** hòa lẫn với các chất lỏng rơi xuống dưới từ bộ phận hấp thụ **118c** và các chất lỏng được hòa trộn này tiếp tục đi xuống dưới đi đến bộ phận tách metan **118d**. Các hơi cất phần nhẹ đi lên từ bộ phận tách metan **118d** hòa trộn với phần hơi của dòng đã được làm giãn nở **39a** và đi lên phía trên qua bộ phận hấp thụ **118c**, để được tiếp xúc với chất lỏng lạnh rơi xuống dưới để làm ngưng tụ và hấp thụ các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon, các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon, và các thành phần nặng hơn từ các hơi này.

Chất lỏng chưng cất rơi xuống dưới từ các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối trong bộ phận tách metan **118d** bên trong bộ phận xử lý **118** đã được cất phần nhẹ metan và các thành phần nhẹ hơn. Sản phẩm lỏng tạo thành (dòng **44**) rời khỏi vùng phía dưới của bộ phận tách metan **118d** và rời khỏi bộ phận xử lý **118** ở 67°F [20°C]. Dòng hơi chưng cất đi lên từ bộ phận tách **118b** được làm ẩm trong bộ phận làm lạnh nguyên liệu **118a** đồng thời nó làm lạnh các dòng **32**, và **38** như đã được đề cập ở trên, và dòng khí dư **41** tạo thành rời bộ phận xử lý **118** ở 96°F [36°C]. Sau đó, khí dư lại được nén trong hai giai đoạn, máy nén **16** được dẫn động bằng máy làm giãn nở **15** và máy nén **20** được dẫn động bằng nguồn năng lượng bổ sung. Sau khi dòng **41b** được làm nguội đến 120°F [49°C] trong bộ phận làm lạnh khí thoát ra **21** để tạo thành sản phẩm khí dư (dòng **41c**), dòng này sau đó chảy vào đường ống dẫn khí thành phẩm ở 915 psia [6.307 kPa(a)].

Tóm tắt tốc độ chảy của dòng và sự tiêu thụ năng lượng đối với quy trình được minh họa trên FIG. 2 được thể hiện trên bảng dưới đây:

Bảng II					
(FIG. 2)					
Tóm tắt tốc độ chảy của dòng - Lb. Mol/giờ [kg mol/giờ]					
<u>Dòng</u>	<u>Metan</u>	<u>Etan</u>	<u>Propan</u>	<u>Butan+</u>	<u>Tổng</u>
31	12.359	546	233	229	13.726
32	8.651	382	163	160	9.608
33	3.708	164	70	69	4.118
34	12.139	498	176	74	13.234
35	220	48	57	155	492
36	3.860	158	56	24	4.208
37	220	48	57	155	492
38	4.080	206	113	179	4.700
39	8.279	340	120	50	9.026
41	12.350	62	5	1	12.625
44	9	484	228	228	1.101

Thu hồi*

Etan	88,58%
Propan	97,67%
Butan+	99,64%

Năng lượng

Sức nén khí dư	4.829	HP	[7.939	kW]
----------------	-------	----	---------	-----

* (Dựa trên tốc độ dòng không làm tròn số)

So sánh các bảng I và II cho thấy về cơ bản sáng chế vẫn duy trì được mức thu hồi giống như kết quả đạt được của giải pháp kỹ thuật đã biết. Tuy nhiên, so sánh tiếp các bảng I và II cho thấy rằng hiệu suất sản phẩm đạt được bằng cách sử dụng ít năng lượng hơn nhiều so với tình trạng kỹ thuật đã biết. Xét về hiệu suất thu hồi (được xác định bằng lượng etan thu hồi trên đơn vị năng lượng), sáng chế cải thiện gần 7% so với quy trình của giải pháp kỹ thuật đã biết được thể hiện trên FIG. 1.

Sự cải thiện về hiệu suất thu hồi của sáng chế so với quy trình thuộc tình trạng kỹ thuật được thể hiện trên FIG. 1 chủ yếu là do hai yếu tố. Thứ nhất, sự bố trí sát nhau của các bộ trao đổi nhiệt trong bộ phận làm lạnh nguyên liệu **118a** và các cơ

cấu truyền nhiệt và chuyển khối trong bộ phận tách metan **118d** trong bộ phận xử lý **118** hạn chế sự tụt áp do đường ống nối trong các nhà máy xử lý thông thường. Kết quả là, phần khí nguyên liệu đi vào máy làm giãn nở **15** là có áp suất cao hơn trong sáng chế này so với tình trạng kỹ thuật, cho phép máy làm giãn nở **15** trong sáng chế này tạo ra nhiều năng lượng hơn với áp suất đầu ra cao hơn so với máy làm giãn nở **15** của tình trạng kỹ thuật đã biết có thể tạo ra áp suất đầu ra thấp hơn. Vì vậy, bộ phận hấp thụ **118c** trong bộ phận xử lý **118** của sáng chế có thể vận hành ở áp suất cao hơn cột cất phân đoạn **18** của tình trạng kỹ thuật trong khi vẫn duy trì được mức thu hồi như nhau. Áp suất vận hành cao hơn này, cộng với việc giảm sự tụt áp đối với khí dư do hạn chế đường ống nối, tạo ra áp suất cao đáng kể cho khí dư đi vào máy nén **20**, do đó theo sáng chế, giảm năng lượng cần thiết để giữ khí dư đến áp suất đường ống.

Thứ hai, bằng việc sử dụng các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối trong bộ phận tách metan **118d** để đồng thời gia nhiệt chất lỏng chung cất rời khỏi bộ phận hấp thụ **118c** trong khi cho phép các hơi tạo thành được tiếp xúc với chất lỏng và cất phần nhẹ các thành phần dễ bay hơi của nó là hiệu quả hơn khi sử dụng cột chưng cất thông thường với các nồi đun sôi lại bên ngoài. Các thành phần dễ bay hơi được cất khỏi chất lỏng này một cách liên tục, làm giảm nồng độ của các thành phần dễ bay hơi trong các hơi cất phần nhẹ một cách nhanh hơn và do đó cải thiện hiệu suất cất phần nhẹ đối với sáng chế.

Sáng chế có hai ưu điểm khác nữa so với tình trạng kỹ thuật ngoài việc làm tăng hiệu suất xử lý. Thứ nhất, sự bố trí sát nhau của bộ phận xử lý **118** theo sáng chế thay thế năm thiết bị tách biệt trong tình trạng kỹ thuật (các bộ trao đổi nhiệt **10**, **11**, và **13**; thiết bị tách **12**; và tháp cất phân đoạn **18** trên FIG. 1) bằng một thiết bị (bộ phận xử lý **118** trên FIG. 2). Điều này giảm diện tích cần thiết và hạn chế đường ống kết nối, giảm chi phí đầu tư của nhà máy xử lý sử dụng sáng chế này so với tình trạng kỹ thuật. Thứ hai, việc hạn chế đường ống kết nối có nghĩa là nhà máy xử lý sử dụng sáng chế có ít hơn các mối nối so với tình trạng kỹ thuật, giảm lượng nhiên liệu rò rỉ tiềm tàng trong nhà máy. Hydrocacbon là các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOCs), một số trong chúng được phân loại là các khí nhà kính và một số khác có thể là các tiền chất để tạo ra ozon khí quyển, điều đó có nghĩa là sáng chế giảm sự phát thải ra môi trường có thể hủy hoại môi trường.

Các phương án khác

Một số trường hợp có thể ưu tiên loại bỏ bộ phận làm lạnh nguyên liệu **118a** ra khỏi thiết bị xử lý **118**, và sử dụng các bộ trao đổi nhiệt bên ngoài bộ phận xử lý để làm lạnh nguyên liệu, như bộ trao đổi nhiệt **10** được thể hiện trên các FIG. 10 đến 17. Với sự bố trí này cho phép bộ phận xử lý **118** nhỏ hơn, có thể giảm tổng chi phí cho nhà máy và/hoặc rút ngắn quy trình sản xuất trong một số trường hợp. Lưu ý rằng, trong mọi trường hợp bộ trao đổi **10** là đại diện cho vô số bộ trao đổi nhiệt riêng lẻ hoặc một bộ trao đổi nhiệt có nhiều rãnh, hoặc sự phối hợp bất kỳ của chúng. Mỗi bộ trao đổi nhiệt này có thể là bộ trao đổi nhiệt dạng lá tản nhiệt và dạng ống, bộ trao đổi nhiệt dạng tấm, bộ trao đổi nhiệt dạng nhôm tráng đồng, hoặc các dạng khác của cơ cấu truyền nhiệt, kể cả bộ trao đổi nhiệt nhiều rãnh hoặc bộ trao đổi nhiệt đa ứng dụng.

Một số trường hợp có thể ưu tiên cấp dòng chất lỏng **35** trực tiếp vào vùng phía dưới của bộ phận hấp thụ **118c** qua dòng **40** như được thể hiện trên các FIG. 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, và 16. Trong các trường hợp này, cơ cấu làm giãn nở phù hợp (như van giãn nở **17**) được sử dụng để làm giãn nở chất lỏng đến áp suất vận hành của bộ phận hấp thụ **118c** và dòng chất lỏng đã được làm giãn nở **40a** thu được này được cấp dưới dạng nguyên liệu vào vùng phía dưới của bộ phận hấp thụ **118c** (như được thể hiện bằng các đường nét đứt). Một số trường hợp có thể ưu tiên hòa trộn một phần dòng chất lỏng **35** (dòng **37**) với hơi trong dòng **36** (các FIG. 2, 6, 10, và 14) hoặc với phần đã được làm lạnh thứ hai **33a** (các FIG. 4, 8, 12, và 16) để tạo thành dòng hỗn hợp **38** và đưa phần còn lại của dòng chất lỏng **35** vào vùng phía dưới của bộ phận hấp thụ **118c** qua các dòng **40/40a**. Một số trường hợp có thể ưu tiên hòa trộn dòng chất lỏng đã được làm giãn nở **40a** với dòng đã được làm giãn nở **39a** (các FIG. 2, 6, 10, và 14) hoặc dòng đã được làm giãn nở **34a** (các FIG. 4, 8, 12, và 16) và sau đó cấp dòng hỗn hợp này vào vùng phía dưới của bộ phận hấp thụ **118c** dưới dạng một loại nguyên liệu.

Nếu khí nguyên liệu giàu hơn, thì lượng chất lỏng được tách trong dòng **35** có thể đủ lớn để khuyến khích việc đặt thêm một vùng chuyển khối bổ sung trong bộ phận tách metan **118d** giữa dòng đã được làm giãn nở **39a** và dòng chất lỏng đã được làm giãn nở **40a** như được thể hiện trên các FIG. 3, 7, 11, và 15, hoặc giữa dòng đã được làm giãn nở **34a** và dòng chất lỏng đã được làm giãn nở **40a** như được thể hiện

trên các FIG. 5, 9, 13, và 17. Trong những trường hợp này, các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối trong bộ phận tách metan **118d** có thể được bố trí ở các phần trên và dưới sao cho dòng chất lỏng đã được làm giãn nở **40a** có thể được dẫn vào giữa hai phần. Như được thể hiện bằng các đường nét đứt, một số trường hợp có thể ưu tiên hòa trộn phần của dòng chất lỏng **35** (dòng **37**) với hơi trong dòng **36** (các FIG. 3, 7, 11, và 15) hoặc với phần đã được làm lạnh thứ hai **33a** (các FIG. 5, 9, 13, và 17) để tạo thành dòng hỗn hợp **38**, trong khi đó các phần còn lại của dòng chất lỏng **35** (dòng **40**) được làm giãn nở đến áp suất thấp hơn và cấp vào giữa các phần trên và dưới của các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối trong bộ phận tách metan **118d** dưới dạng dòng **40a**.

Một số trường hợp có thể ưu tiên không hòa trộn các dòng thứ hai và thứ nhất đã được làm lạnh (dòng **32a** và **33a**) như được thể hiện trên các FIG. 4, 5, 8, 9, 12, 13, 16, và 17. Trong những trường hợp này, chỉ phần thứ nhất đã được làm lạnh **32a** được dẫn vào bộ phận tách **118e** bên trong bộ phận xử lý **118** (các hình FIG. 4, 5, 12, và 13) hoặc thiết bị tách **12** (các FIG. 8, 9, 16, và 17) tại đó hơi (dòng **34**) được tách ra khỏi chất lỏng ngưng tụ (dòng **35**). Dòng hơi **34** đi vào máy làm giãn nở **15** và được làm giãn nở gần như đẳng entropy đến áp suất vận hành của bộ phận hấp thụ **118c**, sau đó dòng đã được làm giãn nở **34a** được cấp dưới dạng nguyên liệu vào vùng phía dưới của bộ phận hấp thụ **118c** bên trong bộ phận xử lý **118**. Phần đã được làm lạnh thứ hai **33a** được hòa trộn với chất lỏng đã được tách ra (dòng **35**, qua dòng **37**), và dòng hỗn hợp **38** được dẫn vào các bộ trao đổi nhiệt ở vùng phía dưới của bộ phận làm lạnh nguyên liệu **118a** bên trong bộ phận xử lý **118** và được làm lạnh để ngưng tụ gần như hoàn toàn. Dòng ngưng tụ gần như hoàn toàn **38a** được làm giãn nở nhanh qua van giãn nở **14** đến áp suất vận hành của bộ phận hấp thụ **118c**, sau đó dòng đã được làm giãn nở **38b** được cấp vào bộ phận tách **118b** bên trong bộ phận xử lý. Một số tình huống có thể ưu tiên hòa trộn chỉ phần (dòng **37**) của dòng chất lỏng **35** với phần đã được làm lạnh thứ hai **33a**, với phần còn lại (dòng **40**) được cấp vào vùng phía dưới của bộ phận hấp thụ **118c** qua van giãn nở **17**. Các trường hợp khác có thể ưu tiên chuyển toàn bộ dòng chất lỏng **35** vào vùng phía dưới của bộ phận hấp thụ **118c** qua van giãn nở **17**.

Trong một số trường hợp, có thể có lợi nếu sử dụng thùng tách bên ngoài để tách dòng nguyên liệu đã được làm lạnh **31a** hoặc phần thứ nhất đã được làm lạnh **32a**,

hơn là có bộ phận tách **118e** trong bộ phận xử lý **118**. Như được thể hiện trên các FIG. 6, 7, 14, và 15, thiết bị tách **12** có thể được sử dụng để tách dòng nguyên liệu đã được làm lạnh **31a** thành dòng hơi **34** và dòng chất lỏng **35**. Tương tự, như được thể hiện trên các FIG. 8, 9, 16, và 17, thiết bị tách **12** có thể được sử dụng để tách phần thứ nhất đã được làm lạnh **32a** thành dòng hơi **34** và dòng chất lỏng **35**.

Phụ thuộc vào hydrocacbon nặng hơn trong khí nguyên liệu và áp suất khí nguyên liệu, dòng nguyên liệu đã được làm lạnh **31a** đi vào bộ phận tách **118e** trên các FIG. 2, 3, 10, và 11 hoặc thiết bị tách **12** trên các FIG. 6, 7, 14, và 15 (hoặc phần thứ nhất đã được làm lạnh **32a** đi vào bộ phận tách **118e** trên các FIG. 4, 5, 12, và 13 hoặc thiết bị tách **12** trên các FIG. 8, 9, 16, và 17) có thể không chứa bất kỳ một chất lỏng nào (bởi vì nó cao hơn điểm sương của nó, hoặc bởi vì nó cao hơn áp suất tới hạn của nó). Trong những trường hợp như vậy, sẽ không có chất lỏng trong các dòng **35** và **37** (như được thể hiện bằng các đường nét đứt), vì vậy chỉ hơi từ bộ phận tách **118e** trong dòng **36** (các FIG. 2, 3, 10, và 11), hơi từ thiết bị tách **12** trong dòng **36** (các FIG. 6, 7, 14, và 15), hoặc phần đã được làm lạnh thứ hai **33a** (các FIG. 4, 5, 8, 9, 12, 13, 16, và 17) đi vào dòng **38** để trở thành dòng ngưng tụ gần như hoàn toàn đã được làm giãn nở **38b** cấp vào bộ phận tách **118b** trong bộ phận xử lý **118**. Trong những tình huống như vậy, bộ phận tách **118e** trong bộ phận xử lý **118** (các FIG. 2 đến 5 và 10 đến 13) hoặc thiết bị tách **12** (các FIG. 6 đến 9 và 14 đến 17) có thể không cần đến.

Các điều kiện về khí nguyên liệu, tầm cỡ nhà máy, trang thiết bị sẵn có, hoặc các yếu tố khác có thể chỉ ra rằng sự loại bỏ máy làm giãn nở **15**, hoặc sự thay thế bằng một cơ cấu làm giãn nở thay thế (như van giãn nở), là có thể thực hiện được. Mặc dù sự giãn nở dòng cụ thể là được mô tả trong các cơ cấu giãn nở cụ thể, thì các phương tiện làm giãn nở thay thế khác có thể được sử dụng nếu phù hợp. Ví dụ, các điều kiện có thể đảm bảo sự giãn nở của phần đã ngưng tụ gần như hoàn toàn của dòng nguyên liệu (dòng **38a**).

Theo sáng chế này, việc sử dụng sự làm lạnh bên ngoài để bổ sung sự làm lạnh có thể cho khí đầu vào thoát ra từ hơi chưng cất và các dòng chất lỏng có thể được sử dụng, đặc biệt trong trường hợp khí đầu vào giàu. Trong những trường hợp như vậy, các phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối có thể được đưa vào trong bộ phận tách **118e** (hoặc các phương tiện thu gom khí trong những trường hợp mà dòng

nguyên liệu đã được làm lạnh **31a** hoặc phần thứ nhất đã được làm lạnh **32a** không chứa chất lỏng) như được thể hiện bằng các đường nét đứt trên các FIG. 2 đến 5 và 10 đến 13, hoặc các phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối có thể được đưa vào trong thiết bị tách **12** như được thể hiện bằng các đường nét đứt trên các FIG. 6 đến 9 và 14 đến 17. Các phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối này có thể bao gồm bộ trao đổi nhiệt dạng lá tản nhiệt và dạng ống, bộ trao đổi nhiệt dạng tấm, bộ trao đổi nhiệt dạng nhôm tráng đồng, hoặc các dạng khác của cơ cấu truyền nhiệt, kể cả bộ trao đổi nhiệt nhiều rãnh và/hoặc đa ứng dụng. Các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối được cấu hình để tạo ra sự trao đổi nhiệt giữa dòng chất làm lạnh (ví dụ, propan) chảy qua một rãnh của các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối và phần hơi của dòng **31a** (các FIG. 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, và 15) hoặc dòng **32a** (các FIG. 4, 5, 8, 9, 12, 13, 16, và 17) đi lên phía trên, vì vậy, chất làm lạnh làm lạnh thêm hơi và làm ngưng tụ thêm chất lỏng, là chất rơi xuống dưới để trở thành một phần của chất lỏng lấy ra trong dòng **35**. Theo cách khác, (các) thiết bị sinh hàn khí thông thường có thể được sử dụng để làm lạnh dòng **32a**, dòng **3a**, và/hoặc dòng **31a** bằng chất làm lạnh trước khi dòng **31a** đi vào bộ phận tách **118e** (các FIG. 2, 3, 10, và 11) hoặc thiết bị tách **12** (các FIG. 6, 7, 14, và 15) hoặc dòng **32a** đi vào bộ phận tách **118e** (các FIG. 4, 5, 12, và 13) hoặc thiết bị tách **12** (các FIG. 8, 9, 16, và 17).

Phụ thuộc vào nhiệt độ và độ giàu của khí nguyên liệu và lượng các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon được thu gom trong dòng sản phẩm lỏng **44**, có thể không đạt được sự gia nhiệt đầy đủ từ dòng **33** để làm cho chất lỏng rời bộ phận tách metan **118d** đạt được các đặc tính kỹ thuật của sản phẩm. Trong những trường hợp như vậy, các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối trong bộ phận tách metan **118d** có thể bao gồm những phương tiện dự phòng để tạo ra sự gia nhiệt bổ sung bằng môi trường gia nhiệt như được thể hiện bằng các đường nét đứt trong các FIG. 2 đến 17. Theo cách khác, các phương tiện gia nhiệt và chuyển khối khác có thể được đặt ở vùng phía dưới của bộ phận tách metan **118d** để tạo ra sự gia nhiệt bổ sung, hoặc dòng **33** có thể được gia nhiệt bằng môi trường gia nhiệt trước khi nó được cấp vào các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối trong bộ phận tách metan **118d**.

Phụ thuộc vào loại thiết bị truyền nhiệt được chọn cho các bộ trao đổi nhiệt trong các vùng phía trên và dưới của bộ phận làm lạnh nguyên liệu **118a**, có thể kết

hợp các bộ trao đổi nhiệt này trong một bộ phận truyền nhiệt nhiều rãnh và/hoặc đa ứng dụng. Trong những trường hợp như vậy, bộ truyền nhiệt nhiều rãnh và/hoặc đa ứng dụng sẽ bao gồm các phương tiện phù hợp để phân phối, cô lập, và thu gom dòng **32**, dòng **38**, và khí dư để hoàn thành việc làm lạnh và gia nhiệt mong muốn.

Một số tình huống có thể ưu tiên tạo ra sự chuyển khối bổ sung ở vùng phía trên của bộ phận tách metan **118d**. Trong những trường hợp như vậy, các phương tiện chuyển khối có thể đặt phía dưới nơi dòng đã được làm giãn nở **39a** (các FIG. 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, và 15) hoặc dòng đã được làm giãn nở **34a** (các FIG. 4, 5, 8, 9, 12, 13, 16, và 17) đi vào vùng phía dưới của bộ phận hấp thụ **118c** và phía trên nơi đó phần đã được làm lạnh thứ hai **33a** rời khỏi các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối trong bộ phận tách metan **118d**.

Một lựa chọn ít được ưu tiên hơn đối với các phương án được thể hiện trên các FIG. 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, và 15 của sáng chế là đề xuất thùng tách dùng cho phần thứ nhất đã được làm lạnh **32a**, thùng tách dùng cho phần đã được làm lạnh thứ hai **33a**, hòa trộn các dòng hơi được tách ra ở đó để tạo ra dòng hơi **34**, và hòa trộn các dòng chất lỏng được tách ra ở đó để tạo ra dòng chất lỏng **35**. Một lựa chọn ít được ưu tiên hơn nữa đối với sáng chế là làm lạnh dòng **37** trong các bộ trao đổi nhiệt tách biệt bên trong bộ phận làm lạnh nguyên liệu **118a** trên các FIG. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, và 9 hoặc rãnh tách trong bộ trao đổi nhiệt 10 trên các FIG. 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, và 17 (hơn là hòa trộn dòng **37** với dòng **36** hoặc dòng **33a** để tạo thành dòng hỗn hợp **38**), làm giãn nở dòng đã được làm lạnh trong cơ cấu làm giãn nở tách biệt, và cấp dòng đã được làm giãn nở đến vùng giữa trong bộ phận hấp thụ **118c**.

Sẽ nhận thấy rằng hàm lượng tương đối của nguyên liệu được phát hiện thấy trong mỗi nhánh của nguyên liệu hơi tách ra sẽ phụ thuộc vào một số yếu tố, bao gồm áp suất khí, thành phần khí nguyên liệu, lượng nhiệt có thể thu được từ nguyên liệu, và công suất sẵn có. Càng nhiều nguyên liệu hơn ở phía trên bộ phận hấp thụ **118c** có thể làm gia tăng mức thu hồi trong khi làm giảm năng lượng thu hồi từ bộ giãn và do đó, gia tăng những yêu cầu về công suất nén. Gia tăng nguyên liệu phía dưới bộ phận hấp thụ **118c** sẽ giảm sự tiêu thụ công lực nhưng cũng có thể giảm sự thu hồi sản phẩm.

Sáng chế cho phép thu hồi cải thiện hơn các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon, các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon, và các thành phần hydrocacbon nặng hơn hoặc các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon và các thành phần hydrocacbon nặng hơn trên tổng mức tiêu thụ hữu ích cần để vận hành quy trình. Sự cải thiện về sự tiêu thụ hữu ích cần thiết để vận hành quy trình có thể xuất hiện dưới dạng những yêu cầu về năng lượng giảm để nén hoặc nén lại, những yêu cầu về năng lượng giảm đối với sự làm lạnh bên ngoài, những yêu cầu về năng lượng giảm đối với sự gia nhiệt bổ sung, hoặc sự phối hợp của chúng.

Mặc dù ở đây mô tả các phương án được cho là các phương án được ưu tiên của sáng chế, người có trình độ trung bình trong lĩnh vực này sẽ hiểu được rằng những biến đổi hoặc cải biến khác là có thể có, ví dụ làm cho sáng chế thích ứng với các điều kiện khác nhau, các dạng nguyên liệu hoặc các yêu cầu khác nhau mà không chệch khỏi phạm vi bảo hộ của sáng chế được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ dưới đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình tách dòng khí (31) chứa metan, các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon, các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon, và các thành phần hydrocacbon nặng hơn thành phần đoạn khí dư dễ bay hơi (41d) và phân đoạn tương đối ít bay hơi (44) chứa chủ yếu các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon, các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon và các thành phần hydrocacbon nặng hơn hoặc các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon và các thành phần hydrocacbon nặng hơn, trong đó:

- (1) dòng khí (31) được chia thành các phần thứ nhất (32) và thứ hai (33);
- (2) phần thứ nhất (32) được làm lạnh (10);
- (3) phần thứ hai (33) được làm lạnh (118d);
- (4) phần thứ nhất đã được làm lạnh (32a) được hòa trộn với phần thứ hai đã được làm lạnh (33a) để tạo ra dòng khí đã được làm lạnh (31a, 34);
- (5) dòng khí đã được làm lạnh (31a, 34) này được chia thành các dòng thứ nhất (36) và thứ hai (39);
- (6) dòng thứ nhất (36) được làm lạnh (10) để ngưng tụ gần như hoàn toàn nó và sau đó được làm giãn nở (14) đến áp suất thấp hơn nhờ đó nó được tiếp tục làm lạnh;
- (7) dòng thứ nhất đã được làm lạnh và giãn nở này được cấp dưới dạng nguyên liệu trên đỉnh (38b) vào phương tiện hấp thụ (118c) được lắp trong thiết bị xử lý (118);
- (8) dòng thứ hai (39) được làm giãn nở (15) đến áp suất thấp hơn và được cấp dưới dạng nguyên liệu dưới đáy (39a) vào phương tiện hấp thụ (118c);
- (9) dòng hơi chưng cất (41) được thu gom từ vùng phía trên của phương tiện hấp thụ (118c) và được gia nhiệt trong một hoặc nhiều phương tiện trao đổi nhiệt (10), bằng cách đó góp ít nhất một phần vào việc làm lạnh cho các bước (2) và (6), và sau đó tháo dòng hơi chưng cất được gia nhiệt (41a) dưới dạng phân đoạn khí dư dễ bay hơi;

(10) dòng chất lỏng chung cất được thu gom từ vùng phía dưới của phương tiện hấp thụ (118c) và được gia nhiệt trong phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) được lắp trong thiết bị xử lý (118), bằng cách đó góp ít nhất một phần vào việc làm lạnh cho bước (3) trong khi đồng thời cất tách các thành phần dễ bay hơi hơn ra khỏi dòng chất lỏng chung cất này, và sau đó tháo dòng chất lỏng chung cất đã được gia nhiệt và cất tách ra khỏi thiết bị xử lý (118) dưới dạng phân đoạn tương đối ít bay hơi (44); và

(11) hàm lượng và nhiệt độ của các dòng nguyên liệu (38b, 39a) đi vào phương tiện hấp thụ (118c) là hữu hiệu để duy trì nhiệt độ của vùng phía trên của phương tiện hấp thụ (118c) ở nhiệt độ tại đó các phần chủ yếu của các thành phần trong phân đoạn tương đối ít bay hơi (44) được thu gom.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó:

(a) phần thứ nhất đã được làm lạnh (32a) được hòa trộn với phần thứ hai đã được làm lạnh (33a) để tạo thành dòng khí ngưng tụ một phần (31a);

(b) dòng khí ngưng tụ một phần (31a) này được cấp vào phương tiện tách (12) và được tách ở đó để tạo ra dòng hơi (34) và ít nhất một dòng chất lỏng (35);

(c) dòng hơi (34) được chia thành các dòng thứ nhất (36) và thứ hai (39);

(d) ít nhất một phần (40) của ít nhất một dòng chất lỏng (35) được làm giãn nở (17) đến áp suất thấp hơn và được cấp dưới dạng nguyên liệu dưới đáy bổ sung (40a) vào phương tiện hấp thụ (118c).

3. Quy trình theo điểm 2, trong đó:

(a) dòng thứ nhất (36) hòa trộn với ít nhất một phần (37) của ít nhất một dòng chất lỏng (35) để tạo thành dòng hỗn hợp (38);

(b) dòng hỗn hợp (38) được làm lạnh (10) để ngưng tụ gần như hoàn toàn nó và sau đó được làm giãn nở (14) đến áp suất thấp hơn nhờ đó nó được tiếp tục làm lạnh;

(c) dòng hỗn hợp đã được làm lạnh và giãn nở (38b) này được cấp dưới dạng nguyên liệu trên đỉnh vào phương tiện hấp thụ (118c);

(d) phần còn lại (40) bất kỳ của ít nhất một dòng chất lỏng (35) được làm giãn nở (17) đến áp suất thấp hơn và được cấp dưới dạng nguyên liệu dưới đáy bổ sung (40a) vào phương tiện hấp thụ (118c); và

(e) dòng hơi chung cất (41) được gia nhiệt trong một hoặc nhiều phương tiện trao đổi nhiệt (10), bằng cách đó góp ít nhất một phần vào việc làm lạnh cho các bước (2) và (b).

4. Quy trình theo điểm 1, trong đó:

(a) phần thứ nhất (32) được làm lạnh (10) và sau đó được làm giãn nở (15) đến áp suất thấp hơn;

(b) phần thứ nhất đã được làm lạnh và giãn nở (34a) được cấp dưới dạng nguyên liệu dưới đáy vào phương tiện hấp thụ (118c);

(c) phần thứ hai (33) được làm lạnh (118d, 10) để ngưng tụ gần như hoàn toàn nó và sau đó được làm giãn nở (14) đến áp suất thấp hơn nhờ đó nó được tiếp tục làm lạnh;

(d) phần thứ hai đã được làm lạnh và giãn nở (38b) được cấp dưới dạng nguyên liệu trên đỉnh vào phương tiện hấp thụ (118c);

(e) dòng hơi chung cất (41) được thu gom từ vùng phía trên của phương tiện hấp thụ (118c) và được gia nhiệt trong một hoặc nhiều phương tiện trao đổi nhiệt (10), bằng cách đó góp ít nhất một phần vào việc làm lạnh cho các bước (a) và (c); và

(f) dòng chất lỏng chung cất được thu gom từ vùng phía dưới của phương tiện hấp thụ (118c) và được gia nhiệt trong phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d), bằng cách đổ góp ít nhất một phần vào việc làm lạnh cho bước (c).

5. Quy trình theo điểm 4, trong đó:

(a) phần thứ nhất (32) được làm lạnh (10) đủ để ngưng tụ một phần nó;

(b) phần thứ nhất đã được ngưng tụ một phần (32a) được cấp vào phương tiện tách (12) và được tách ở đó để tạo ra dòng hơi (34) và ít nhất một dòng chất lỏng (35);

(c) dòng hơi (34) được làm giãn nở (15) về áp suất thấp hơn và được cấp dưới dạng nguyên liệu dưới đáy (34a) vào phương tiện hấp thụ (118c); và

(d) ít nhất một phần (40) của ít nhất một dòng chất lỏng (35) được làm giãn nở về áp suất thấp hơn và được cấp dưới dạng nguyên liệu dưới đáy bổ sung (40a) vào phương tiện hấp thụ (118c).

6. Quy trình theo điểm 5, trong đó:

(i) phần thứ hai (33) được làm lạnh (118d) và sau đó được hòa trộn với ít nhất một phần (37) của ít nhất một dòng chất lỏng (35) để tạo ra dòng hỗn hợp (38);

(ii) dòng hỗn hợp (38) được làm lạnh (10) để ngưng tụ gần như hoàn toàn nó và sau đó được làm giãn nở (14) đến áp suất thấp hơn nhờ đó nó được tiếp tục làm lạnh;

(iii) dòng hỗn hợp đã được làm lạnh và giãn nở (38b) được cấp dưới dạng nguyên liệu trên đỉnh vào phương tiện hấp thụ (118c);

(iv) phần còn lại (40) bất kỳ của ít nhất một dòng chất lỏng (35) được làm giãn nở (17) đến áp suất thấp hơn và được cấp dưới dạng nguyên liệu dưới đáy bổ sung (40a) vào phương tiện hấp thụ (118c); và

(v) dòng hơi chung cất (41) được gia nhiệt trong một hoặc nhiều phương tiện trao đổi nhiệt (10), bằng cách đó góp ít nhất một phần vào việc làm lạnh cho các bước (a) và (ii).

7. Quy trình theo điểm 2 hoặc 5, trong đó:

(1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) được bố trí ở các vùng phía trên và dưới; và

(2) ít nhất một phần đã được làm giãn nở (40a) của ít nhất một dòng chất lỏng được cấp vào thiết bị xử lý (118) để đi vào giữa các vùng phía trên và dưới của phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d).

8. Quy trình theo điểm 3 hoặc 6, trong đó:

(1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) được bố trí ở các vùng phía trên và dưới; và

(2) phần còn lại bất kỳ đã được làm giãn nở (40a) của ít nhất một dòng chất lỏng được cấp vào thiết bị xử lý (118) để đi vào giữa các vùng phía trên và dưới của phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d).

9. Quy trình theo điểm 2, 3, 5 hoặc 6, trong đó phương tiện tách (118e) được lắp trong thiết bị xử lý (118).

10. Quy trình theo điểm 7, trong đó phương tiện tách (118e) được lắp trong thiết bị xử lý (118).

11. Quy trình theo điểm 8, trong đó phương tiện tách (118e) được lắp trong thiết bị xử lý (118).

12. Quy trình theo điểm 1, trong đó:

(1) phương tiện thu gom khí (118e) được lắp trong thiết bị xử lý (118);

(2) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung được đặt bên trong phương tiện thu gom khí (118e), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung này bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường làm lạnh bên ngoài;

(3) dòng khí đã được làm lạnh (31a) được cấp vào phương tiện thu gom khí (118e) và được dẫn vào phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung để được tiếp tục làm lạnh bằng môi trường làm lạnh bên ngoài; và

(4) dòng khí đã được làm lạnh thêm (34) được chia thành các dòng thứ nhất (36) và thứ hai (39).

13. Quy trình theo điểm 4, trong đó:

(1) phương tiện thu gom khí (118e) được lắp trong thiết bị xử lý (118);

(2) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung được đặt bên trong phương tiện thu gom khí (118e), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung này bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường làm lạnh bên ngoài;

(3) phần thứ nhất đã được làm lạnh (32a) được cấp vào phương tiện thu gom khí (118e) và được dẫn vào phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung để được tiếp tục làm lạnh bằng môi trường làm lạnh bên ngoài; và

(4) phần thứ nhất đã được làm lạnh thêm (34) được làm giãn nở (15) đến áp suất thấp hơn và sau đó được cấp dưới dạng nguyên liệu dưới đáy (34a) vào phương tiện hấp thụ (118c).

14. Quy trình theo điểm 2, 3, 5 hoặc 6, trong đó:

(1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung được lắp đặt bên trong phương tiện tách (12), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung này bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường làm lạnh bên ngoài;

(2) dòng hơi được đưa vào phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung để được làm lạnh bằng môi trường làm lạnh bên ngoài để tạo thành chất ngưng tụ bổ sung; và

(3) chất ngưng tụ này trở thành một phần của ít nhất một dòng chất lỏng (35) tách ra trong đó.

15. Thiết bị theo điểm 7, trong đó:

(1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bỏ sung được lắp đặt bên trong phương tiện tách (12), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bỏ sung này bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường làm lạnh bên ngoài;

(2) dòng hơi được dẫn vào phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bỏ sung để được làm lạnh bằng môi trường làm lạnh bên ngoài để tạo thành chất ngưng tụ bỏ sung; và

(3) chất ngưng tụ này trở thành một phần của ít nhất một dòng chất lỏng (35) tách ra trong đó.

16. Quy trình theo điểm 8, trong đó:

(1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bỏ sung được lắp đặt bên trong phương tiện tách (12), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bỏ sung này bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường làm lạnh bên ngoài;

(2) dòng hơi được đưa vào phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bỏ sung để được làm lạnh bằng môi trường làm lạnh bên ngoài để tạo thành chất ngưng tụ bỏ sung; và

(3) chất ngưng tụ này trở thành một phần của ít nhất một dòng chất lỏng (35) tách ra trong đó.

17. Quy trình theo điểm 9, trong đó:

(1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bỏ sung được lắp đặt bên trong phương tiện tách (12), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bỏ sung này bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường làm lạnh bên ngoài;

(2) dòng hơi được đưa vào phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bỏ sung để được làm lạnh bằng môi trường làm lạnh bên ngoài để tạo thành chất ngưng tụ bỏ sung; và

(3) chất ngưng tụ này trở thành một phần của ít nhất một dòng chất lỏng (35) tách ra trong đó.

18. Quy trình theo điểm 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13, 15, 16 hoặc 17, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để bổ sung cho sự gia nhiệt được cung cấp bởi khí nguyên liệu (33) để cắt tách các thành phần dễ bay hơi hơn từ dòng chất lỏng chung cất.

19. Quy trình theo điểm 7, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để bổ sung cho sự gia nhiệt được cung cấp bởi khí nguyên liệu (33) để cắt tách các thành phần dễ bay hơi hơn từ dòng chất lỏng chung cất.

20. Quy trình theo điểm 8, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để bổ sung cho sự gia nhiệt được cung cấp bởi khí nguyên liệu (33) để cắt tách các thành phần dễ bay hơi hơn từ dòng chất lỏng chung cất.

21. Quy trình theo điểm 9, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để bổ sung cho sự gia nhiệt được cung cấp bởi khí nguyên liệu (33) để cắt tách các thành phần dễ bay hơi hơn từ dòng chất lỏng chung cất.

22. Quy trình theo điểm 14, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để bổ sung cho sự gia nhiệt được cung cấp bởi khí nguyên liệu (33) để cắt tách các thành phần dễ bay hơi hơn từ dòng chất lỏng chung cất.

23. Thiết bị dùng để tách dòng khí (31) chứa metan, các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon, các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon, và các thành phần hydrocacbon nặng hơn thành phần đoạn khí dư dễ bay hơi (41d) và phân đoạn tương đối ít bay hơi (44) chứa chủ yếu các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon, các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon và các thành phần hydrocacbon nặng hơn hoặc các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon và các thành phần hydrocacbon nặng hơn, thiết bị này bao gồm:

(1) phương tiện phân chia thứ nhất để chia dòng khí (31) thành các phần thứ nhất (32) và thứ hai (33);

(2) phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất (10) được nối với phương tiện phân chia thứ nhất này để tiếp nhận phần thứ nhất (32) và làm lạnh nó;

(3) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) được lắp trong thiết bị xử lý (118) và được nối với phương tiện phân chia thứ nhất để tiếp nhận phần thứ hai (33) và làm lạnh nó;

(4) phương tiện trộn được nối với phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất (10) và phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) để tiếp nhận phần thứ nhất đã được làm lạnh (32a) và phần thứ hai đã được làm lạnh (33a) và tạo thành dòng khí đã được làm lạnh (31a, 34);

(5) phương tiện phân chia thứ hai được nối với phương tiện trộn để tiếp nhận dòng khí đã được làm lạnh (31a, 34) và chia nó thành dòng thứ nhất (36) và dòng thứ hai (39);

(6) phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (10) được nối với phương tiện phân chia thứ hai để tiếp nhận dòng thứ nhất (36) và làm lạnh nó đủ để ngưng tụ gần như hoàn toàn nó;

(7) phương tiện làm giãn nở thứ nhất (14) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (10) để tiếp nhận dòng thứ nhất đã được ngưng tụ gần như hoàn toàn (38a) và làm giãn nở nó đến áp suất thấp hơn;

(8) phương tiện hấp thụ (118c) được lắp trong thiết bị xử lý (118) và được nối với phương tiện làm giãn nở thứ nhất (14) để tiếp nhận dòng thứ nhất đã được làm lạnh và giãn nở (38b) dưới dạng nguyên liệu trên đỉnh vào đó;

(9) phương tiện làm giãn nở thứ hai (15) được nối với phương tiện phân chia thứ hai để tiếp nhận dòng thứ hai (39) và làm giãn nở nó đến áp suất thấp hơn, phương tiện làm giãn nở thứ hai (15) còn được nối với phương tiện hấp thụ (118c) để cấp dòng thứ hai đã được làm giãn nở (39a) dưới dạng nguyên liệu dưới đáy vào đó;

(10) phương tiện thu gom hơi (118b) được lắp trong thiết bị xử lý (118) và được nối với phương tiện hấp thụ (118c) để tiếp nhận dòng hơi chung cất từ vùng phía trên của phương tiện hấp thụ;

(11) phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (10) còn được nối với phương tiện thu gom hơi (118b) để tiếp nhận dòng hơi chung cất (41) và gia nhiệt nó, bằng cách đó góp ít nhất một phần vào việc làm lạnh cho bước (6);

(12) phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất (10) còn được nối với phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (10) để tiếp nhận dòng hơi chung cất được gia nhiệt và gia nhiệt tiếp dòng hơi này, bằng cách đó góp ít nhất một phần vào việc làm lạnh cho bước (2), và sau đó tháo dòng hơi chung cất được gia nhiệt tiếp (41a) dưới dạng phân đoạn khí dư để bay hơi;

(13) phương tiện thu gom chất lỏng được lắp trong thiết bị xử lý (118) và được nối với phương tiện hấp thụ (118c) để tiếp nhận dòng chất lỏng chung cất từ vùng phía dưới của phương tiện hấp thụ (118c);

(14) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) còn được nối với phương tiện thu gom chất lỏng để tiếp nhận dòng chất lỏng chung cất và gia nhiệt nó, bằng cách đó góp ít nhất một phần vào việc làm lạnh cho bước (3) trong khi đồng thời cất tách các thành phần dễ bay hơi hơn ra khỏi dòng chất lỏng chung cất, và sau đó tháo dòng chất lỏng chung cất đã được gia nhiệt và cất tách ra khỏi thiết bị xử lý (118) dưới dạng phân đoạn tương đối ít bay hơi (44); và

(15) phương tiện điều khiển được làm thích ứng để điều khiển hàm lượng và nhiệt độ của các dòng nạp (38b, 39a) vào phương tiện hấp thụ (118c) để duy trì nhiệt độ của vùng phía trên của phương tiện hấp thụ (118c) ở nhiệt độ tại đó các phân chủ yếu của các thành phần trong phân đoạn tương đối ít bay hơi (44) này được thu hồi.

24. Thiết bị theo điểm 23, trong đó:

(a) phương tiện trộn được làm thích ứng để tiếp nhận phần thứ nhất được làm lạnh (32a) và phần thứ hai được làm lạnh (33a) và tạo thành dòng khí được ngưng tụ một phần (31a);

(b) phương tiện tách (12) được nối với phương tiện trộn để tiếp nhận dòng khí ngưng tụ một phần (31a) và tách nó thành dòng hơi (34) và ít nhất một dòng chất lỏng (35);

(c) phương tiện phân chia thứ hai được nối với phương tiện tách (12) để tiếp nhận dòng hơi (34) và chia nó thành các dòng thứ nhất (36) và thứ hai (39); và

(d) phương tiện làm giãn nở thứ ba (17) được nối với phương tiện tách (12) để tiếp nhận ít nhất một phần (40) của ít nhất một dòng chất lỏng (35) và làm giãn nở nó đến áp suất thấp hơn, phương tiện làm giãn nở thứ ba (17) còn được nối với phương tiện hấp thụ (118c) để cấp ít nhất một phần đã được làm giãn nở (40a) của ít nhất một dòng chất lỏng dưới dạng nguyên liệu dưới đáy bổ sung vào đó.

25. Thiết bị theo điểm 24, trong đó:

(a) phương tiện trộn bổ sung được nối với phương tiện phân chia thứ hai và phương tiện tách (12) để tiếp nhận dòng thứ nhất (36) và ít nhất một phần (37) của ít nhất một dòng chất lỏng (35) và tạo thành dòng hỗn hợp (38);

(b) phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (10) được nối với phương tiện trộn bổ sung để tiếp nhận dòng hỗn hợp (38) và làm lạnh nó đủ để ngưng tụ gần như hoàn toàn nó;

(c) phương tiện làm giãn nở thứ nhất (14) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (10) để tiếp nhận dòng hỗn hợp đã được ngưng tụ gần như hoàn toàn (38a) và làm giãn nở nó đến áp suất thấp hơn;

(d) phương tiện hấp thụ (118c) được nối với phương tiện làm giãn nở thứ nhất (14) để tiếp nhận dòng hỗn hợp đã được làm lạnh và giãn nở (38b) dưới dạng nguyên liệu trên đỉnh;

(e) phương tiện làm giãn nở thứ ba (17) được nối với phương tiện tách (12) để tiếp nhận phần còn lại (40) bất kỳ của ít nhất một dòng chất lỏng (35) và giãn nở nó về áp suất thấp hơn, phương tiện làm giãn nở thứ ba (17) còn được nối với phương tiện hấp thụ (118c) để cấp phần còn lại bất kỳ đã được làm giãn nở (40a) của ít nhất một dòng chất lỏng dưới dạng nguyên liệu dưới đáy bổ sung vào đó; và

(f) phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (10) còn được nối với phương tiện thu gom hơi (118b) để tiếp nhận dòng hơi chưng cất (41) và gia nhiệt nó, bằng cách đó góp ít nhất một phần vào việc làm lạnh cho bước (b).

26. Thiết bị theo điểm 23, trong đó:

(a) phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (10) được nối với phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) để tiếp nhận phần thứ hai đã được làm lạnh (33a) và tiếp tục làm lạnh nó đủ để ngưng tụ gần như hoàn toàn nó;

(b) phương tiện làm giãn nở thứ nhất (14) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (10) để tiếp nhận phần thứ hai đã được ngưng tụ gần như hoàn toàn (38a) và làm giãn nở nó đến áp suất thấp hơn;

(c) phương tiện hấp thụ (118c) được nối với phương tiện làm giãn nở thứ nhất (14) để tiếp nhận phần thứ hai đã được làm lạnh và giãn nở (38b) dưới dạng nguyên liệu trên đỉnh vào đó;

(d) phương tiện làm giãn nở thứ hai (15) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất (10) để tiếp nhận phần thứ nhất đã được làm lạnh (32a) và làm giãn nở nó đến áp suất thấp hơn, phương tiện làm giãn nở thứ hai (15) còn được nối với phương tiện hấp thụ (118c) để cấp phần thứ nhất đã được làm lạnh và giãn nở (34a) dưới dạng nguyên liệu dưới đáy vào đó; và

(e) phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (10) còn được nối với phương tiện thu gom hơi (118b) để tiếp nhận dòng hơi chung cất (41) và gia nhiệt nó, bằng cách đó góp ít nhất một phần vào việc làm lạnh cho bước (a).

27. Thiết bị theo điểm 26, trong đó:

(a) phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất (10) được làm thích ứng để tiếp nhận phần thứ nhất (32) và làm lạnh nó đủ để ngưng tụ nó một phần;

(b) phương tiện tách (12) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất (10) để tiếp nhận phần thứ nhất đã được ngưng tụ một phần (32a) và tách nó thành dòng hơi (34) và ít nhất một dòng chất lỏng (35);

(c) phương tiện làm giãn nở thứ hai (15) được nối với phương tiện tách (12) để tiếp nhận dòng hơi (34) và làm giãn nở nó đến áp suất thấp hơn, phương tiện làm giãn nở thứ hai (15) còn được nối với phương tiện hấp thụ (118c) để cấp dòng hơi đã giãn nở (34a) dưới dạng nguyên liệu dưới đáy vào đó; và

(d) phương tiện làm giãn nở thứ ba (17) được nối với phương tiện tách (12) để tiếp nhận ít nhất một phần (40) của ít nhất một dòng chất lỏng (35) và làm giãn nở nó đến áp suất thấp hơn, phương tiện làm giãn nở thứ ba (17) còn được nối với phương tiện hấp thụ (118c) để cấp ít nhất một phần đã được làm giãn nở (40a) của ít nhất một dòng chất lỏng dưới dạng nguyên liệu dưới đáy bổ sung vào đó.

28. Thiết bị theo điểm 27, trong đó:

(a) phương tiện trộn được làm thích ứng để được nối với phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) và phương tiện tách (12) để tiếp nhận phần thứ hai

đã được làm lạnh (33a) và ít nhất một phần (37) của ít nhất một dòng chất lỏng (35) và tạo ra dòng hỗn hợp (38);

(b) phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (10) được nối với phương tiện trộn này để tiếp nhận dòng hỗn hợp (38) và làm lạnh nó đủ để ngưng tụ gần như hoàn toàn nó;

(c) phương tiện làm giãn nở thứ nhất (14) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (10) để tiếp nhận dòng hỗn hợp đã được ngưng tụ gần như hoàn toàn (38a) và làm giãn nở nó đến áp suất thấp hơn;

(d) phương tiện hấp thụ (118c) được nối với phương tiện làm giãn nở thứ nhất (14) để tiếp nhận dòng hỗn hợp đã được làm lạnh và giãn nở (38b) dưới dạng nguyên liệu trên đỉnh;

(e) phương tiện làm giãn nở thứ ba (17) được nối với phương tiện tách (12) để tiếp nhận phần còn lại (40) bất kỳ của ít nhất một dòng chất lỏng (35) và giãn nở nó đến áp suất thấp hơn, phương tiện làm giãn nở thứ ba (17) còn được nối với phương tiện hấp thụ (118c) để cấp phần còn lại bất kỳ đã được làm giãn nở (40a) của ít nhất một dòng chất lỏng dưới dạng nguyên liệu dưới đáy bổ sung vào đó; và

(f) phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (10) còn được nối với phương tiện thu gom hơi (118b) để tiếp nhận dòng hơi chung cất (41) và gia nhiệt nó, bằng cách đó góp ít nhất một phần vào việc làm lạnh cho bước (b).

29. Thiết bị theo điểm 24 hoặc 27, trong đó:

(1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) được bố trí trong các vùng phía trên và phía dưới; và

(2) thiết bị xử lý (118) được nối với phương tiện làm giãn nở thứ ba (17) để tiếp nhận ít nhất một phần đã giãn nở (40a) của ít nhất một dòng chất lỏng và dẫn nó vào giữa các vùng phía trên và phía dưới của phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d).

30. Thiết bị theo điểm 25 hoặc 28, trong đó:

(1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) được bố trí ở các vùng phía trên và phía dưới; và

(2) thiết bị xử lý (118) được nối với phương tiện làm giãn nở thứ ba (17) để tiếp nhận phần còn lại bất kỳ đã được làm giãn nở (40a) của ít nhất một dòng chất

lòng và dẫn nó đi vào giữa vùng phía trên và vùng phía dưới của phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d).

31. Thiết bị theo điểm 24, 25, 27 hoặc 28, trong đó phương tiện tách (118e) được lắp trong thiết bị xử lý (118).

32. Thiết bị theo điểm 29, trong đó phương tiện tách (118a) được lắp trong thiết bị xử lý (118).

33. Thiết bị theo điểm 30, trong đó phương tiện tách (118a) được lắp trong thiết bị xử lý (118).

34. Thiết bị theo điểm 23, trong đó:

(1) phương tiện thu gom khí (118e) được lắp trong thiết bị xử lý (118);

(2) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung được đặt bên trong phương tiện thu gom khí (118e), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung này bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường làm lạnh bên ngoài;

(3) phương tiện thu gom khí (118e) được nối với phương tiện trộn để tiếp nhận dòng khí đã được làm lạnh (31a) và dẫn nó đi vào phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung để được tiếp tục làm lạnh bằng môi trường làm lạnh bên ngoài; và

(4) phương tiện phân chia thứ hai được làm thích ứng để được nối với phương tiện thu gom khí (118e) để tiếp nhận dòng khí đã được làm lạnh thêm (34) và phân chia nó thành dòng thứ nhất (36) và dòng thứ hai (39).

35. Thiết bị theo điểm 26, trong đó:

(1) phương tiện thu gom khí (118e) được lắp trong thiết bị xử lý (118);

(2) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung được đặt bên trong phương tiện thu gom khí (118e), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung này bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường làm lạnh bên ngoài;

(3) phương tiện thu gom khí (118e) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất (10) để tiếp nhận phần thứ nhất đã được làm lạnh (32a) và dẫn nó đi vào phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung để được tiếp tục làm lạnh bằng môi trường làm lạnh bên ngoài; và

(4) phương tiện làm giãn nở thứ hai (15) được làm thích ứng để được nối với phương tiện thu gom khí (118e) để tiếp nhận phần thứ nhất đã được làm lạnh thêm (34) và giãn nở nó đến áp suất thấp hơn, phương tiện làm giãn nở thứ hai (15) còn được nối với phương tiện hấp thụ (118c) để cấp phần thứ nhất đã được làm lạnh thêm và giãn nở (34a) dưới dạng nguyên liệu dưới đáy.

36. Thiết bị theo điểm 24, 25, 27 hoặc 28, trong đó:

(1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung được lắp đặt bên trong phương tiện tách (12), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung này bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường làm lạnh bên ngoài;

(2) dòng hơi được đi vào phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung này để được làm lạnh bằng môi trường làm lạnh bên ngoài để tạo thành chất ngưng tụ bổ sung; và

(3) chất ngưng tụ này trở thành một phần của ít nhất một dòng chất lỏng (35) tách ra trong đó.

37. Thiết bị theo điểm 29, trong đó:

(1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung được lắp đặt bên trong phương tiện tách (12), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung này bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường làm lạnh bên ngoài;

(2) dòng hơi được đi vào phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bỏ sung này để được làm lạnh bằng môi trường làm lạnh bên ngoài để tạo thành chất ngưng tụ bỏ sung; và

(3) chất ngưng tụ này trở thành một phần của ít nhất một dòng chất lỏng (35) tách ra trong đó.

38. Thiết bị theo điểm 30, trong đó:

(1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bỏ sung được lắp đặt bên trong phương tiện tách (12), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bỏ sung này bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường làm lạnh bên ngoài;

(2) dòng hơi được đi vào phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bỏ sung này để được làm lạnh bằng môi trường làm lạnh bên ngoài để tạo thành chất ngưng tụ bỏ sung; và

(3) chất ngưng tụ này trở thành một phần của ít nhất một dòng chất lỏng (35) tách ra trong đó.

39. Thiết bị theo điểm 31, trong đó:

(1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bỏ sung được lắp đặt bên trong phương tiện tách (12), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bỏ sung này bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường làm lạnh bên ngoài;

(2) dòng hơi được đi vào phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bỏ sung này để được làm lạnh bằng môi trường làm lạnh bên ngoài để tạo thành chất ngưng tụ bỏ sung; và

(3) chất ngưng tụ này trở thành một phần của ít nhất một dòng chất lỏng (35) tách ra trong đó.

40. Thiết bị theo điểm 23, 24, 25, 26, 27, 28, 34 hoặc 35, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để bỏ sung cho sự gia nhiệt được cung cấp bởi phần thứ hai (33) để cắt tách các thành phần dễ bay hơi hơn từ dòng chất lỏng chung cất.

41. Thiết bị theo điểm 29, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để bổ sung cho sự gia nhiệt được cung cấp bởi phần thứ hai (33) để cắt tách các thành phần dễ bay hơi hơn từ dòng chất lỏng chung cất.

42. Thiết bị theo điểm 30, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để bổ sung cho sự gia nhiệt được cung cấp bởi phần thứ hai (33) để cắt tách các thành phần dễ bay hơi hơn từ dòng chất lỏng chung cất.

43. Thiết bị theo điểm 31, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để bổ sung cho sự gia nhiệt được cung cấp bởi phần thứ hai (33) để cắt tách các thành phần dễ bay hơi hơn từ dòng chất lỏng chung cất.

44. Thiết bị theo điểm 36, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) bao gồm một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để bổ sung cho sự gia nhiệt được cung cấp bởi phần thứ hai (33) để cắt tách các thành phần dễ bay hơi hơn từ dòng chất lỏng chung cất.

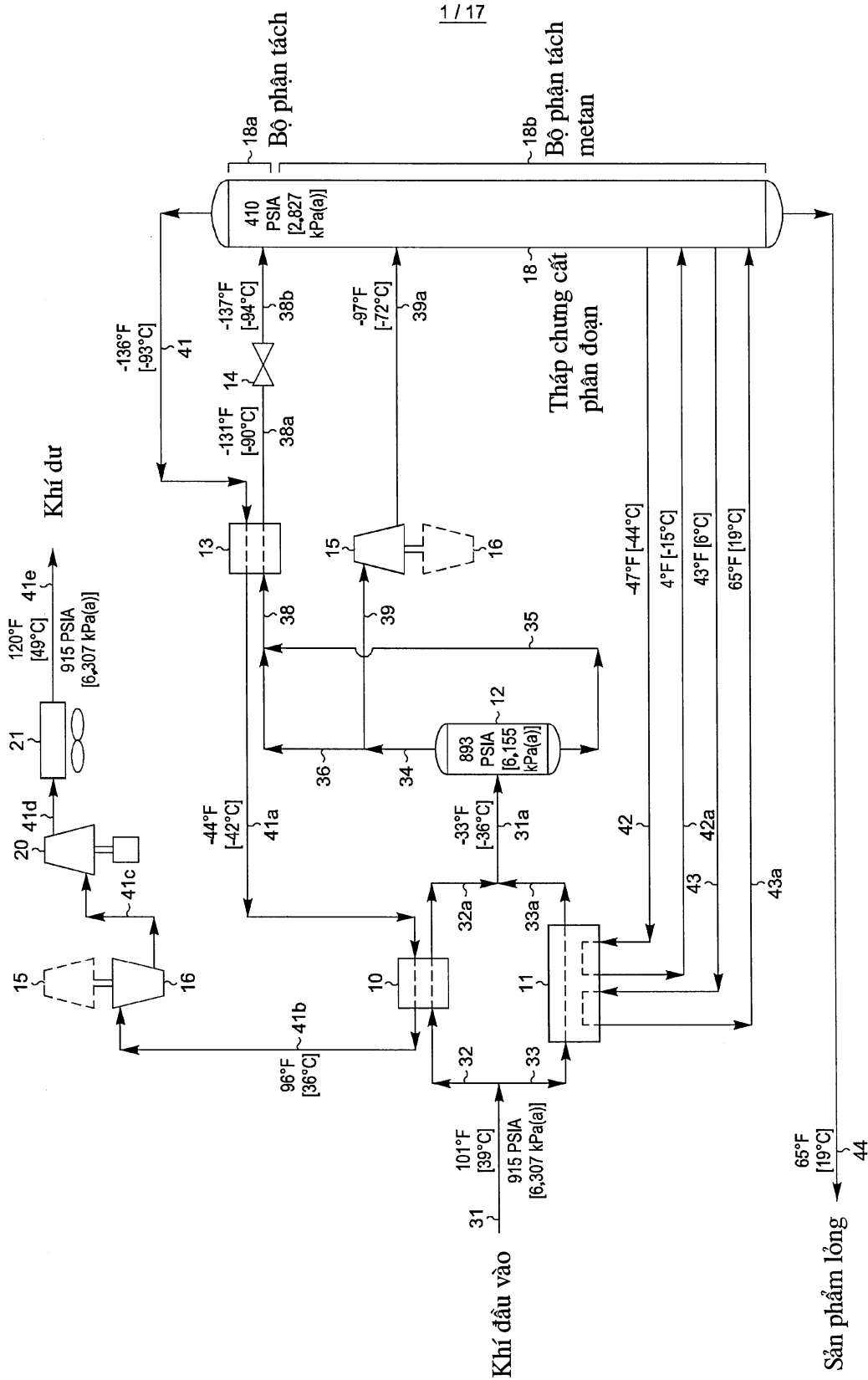


FIG. 1
(Giải pháp kỹ thuật đã biết)

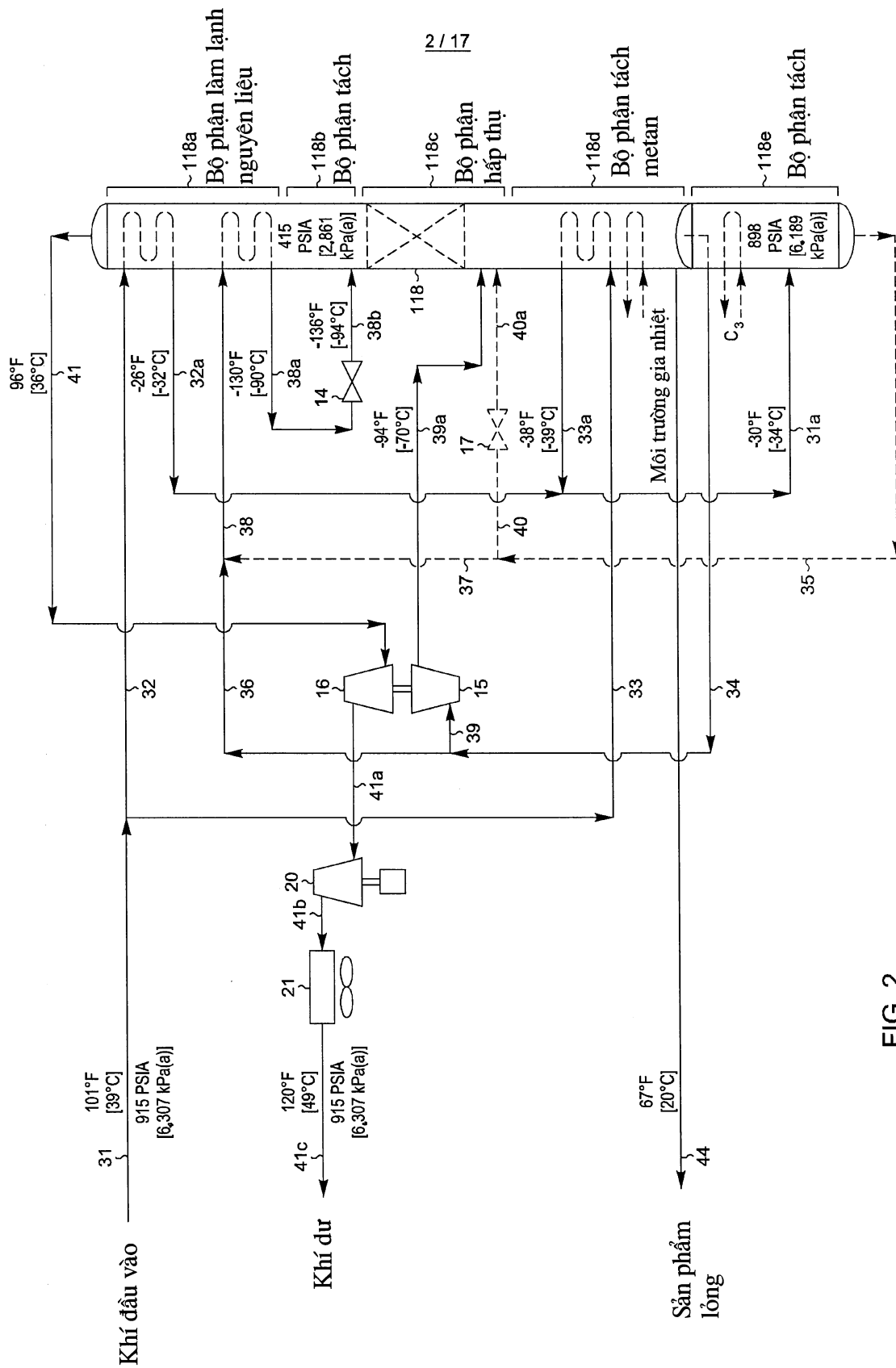


FIG. 2

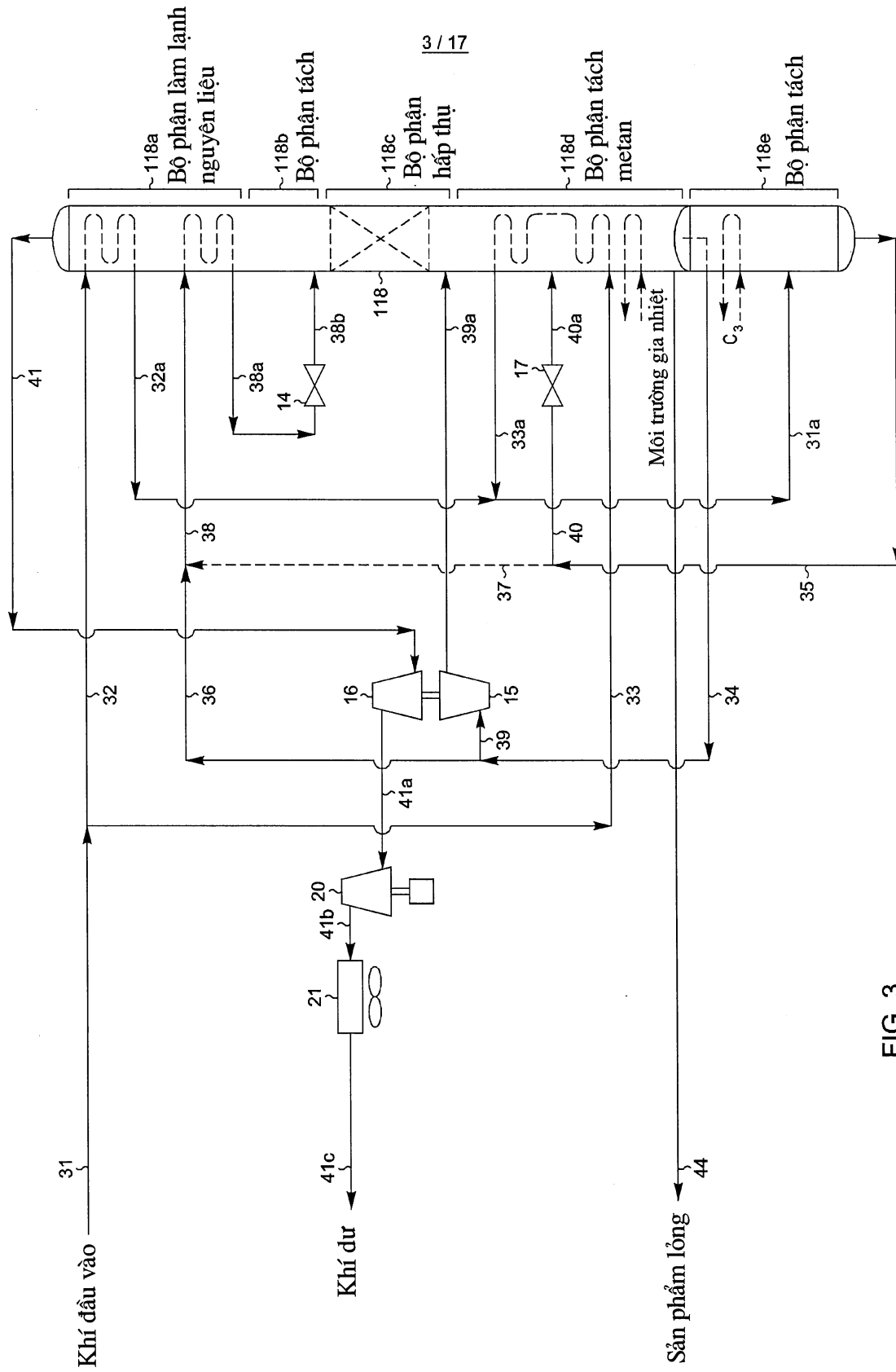


FIG. 3

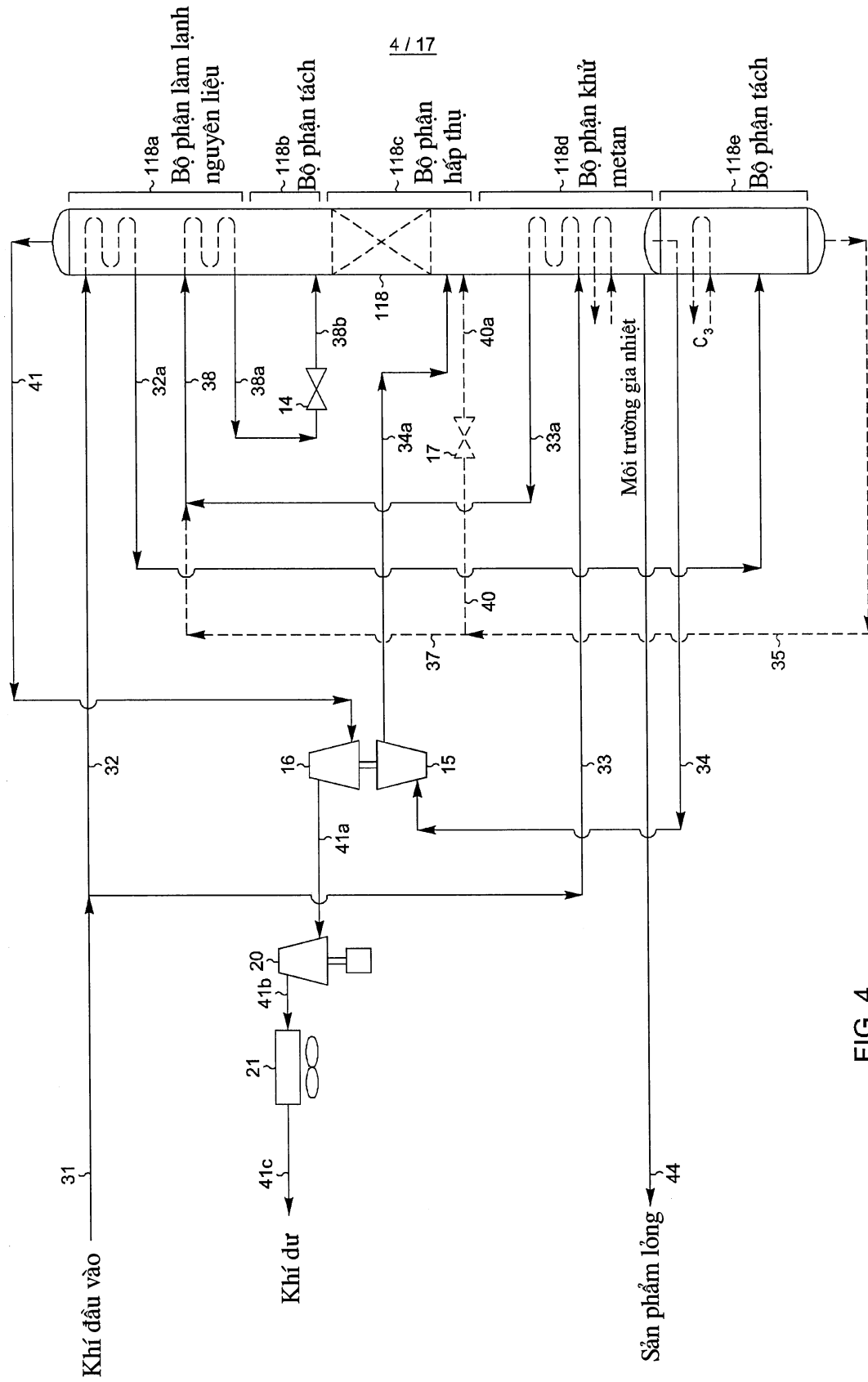
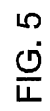


FIG. 4



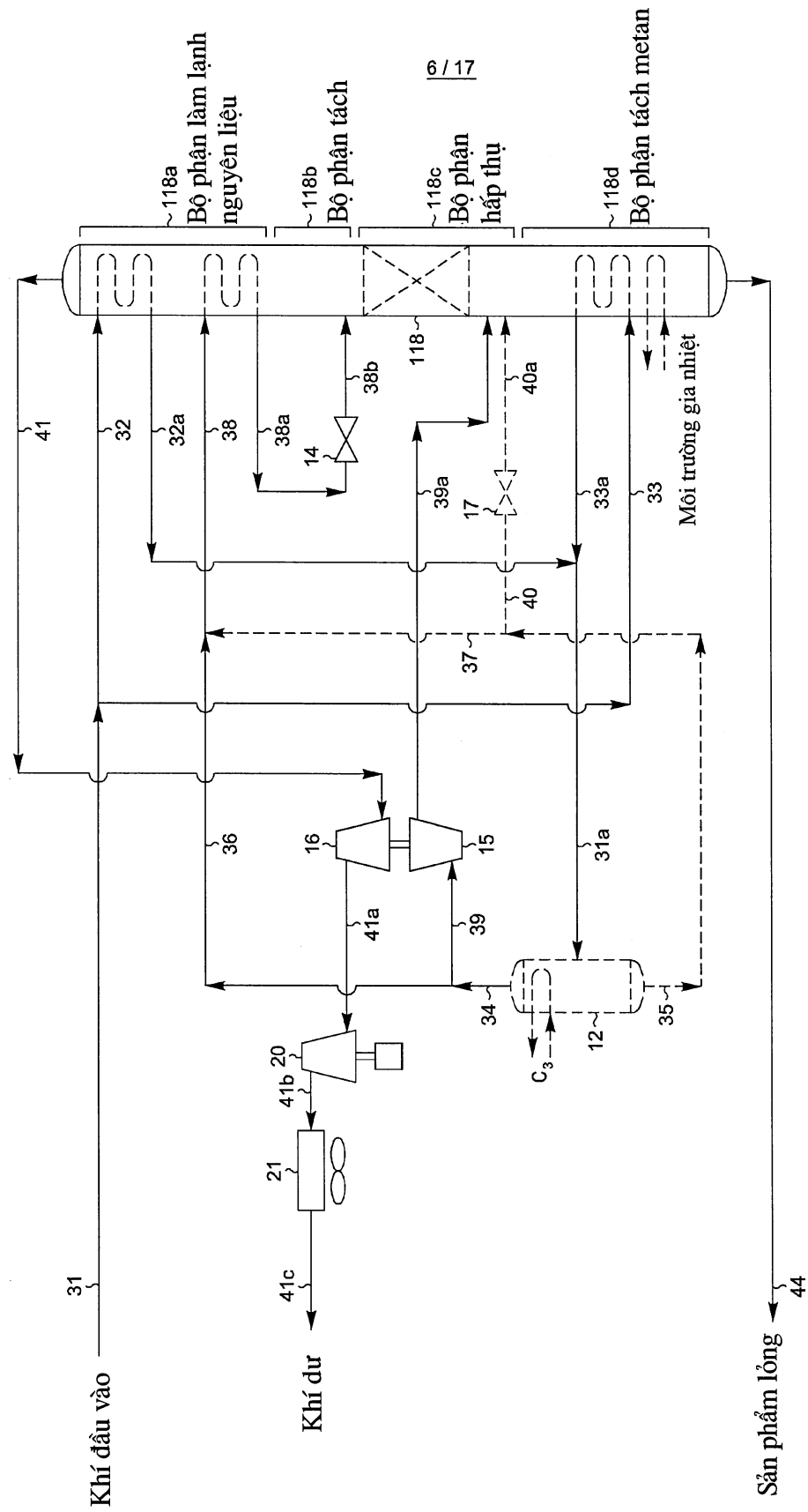


FIG. 6

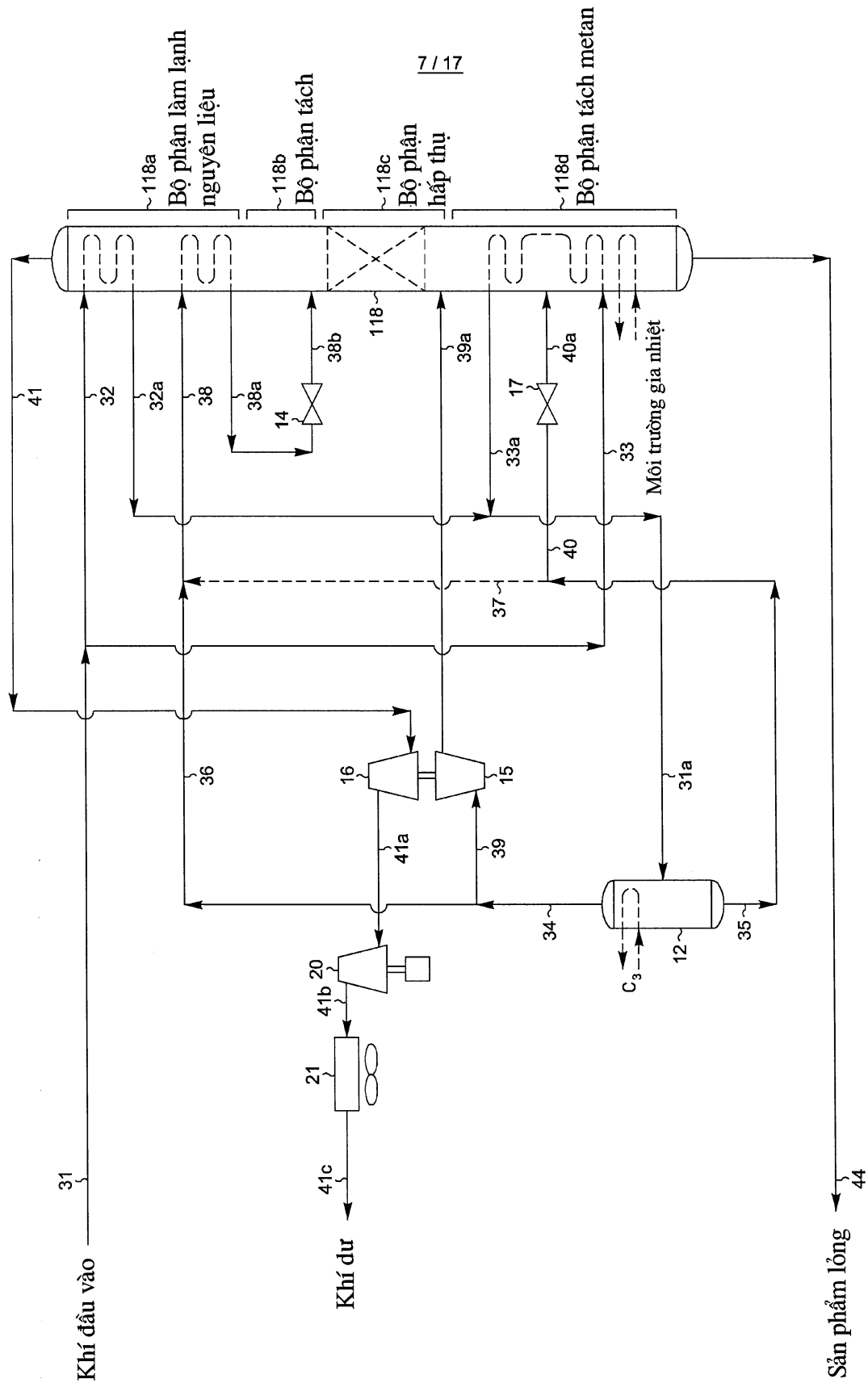


FIG. 7

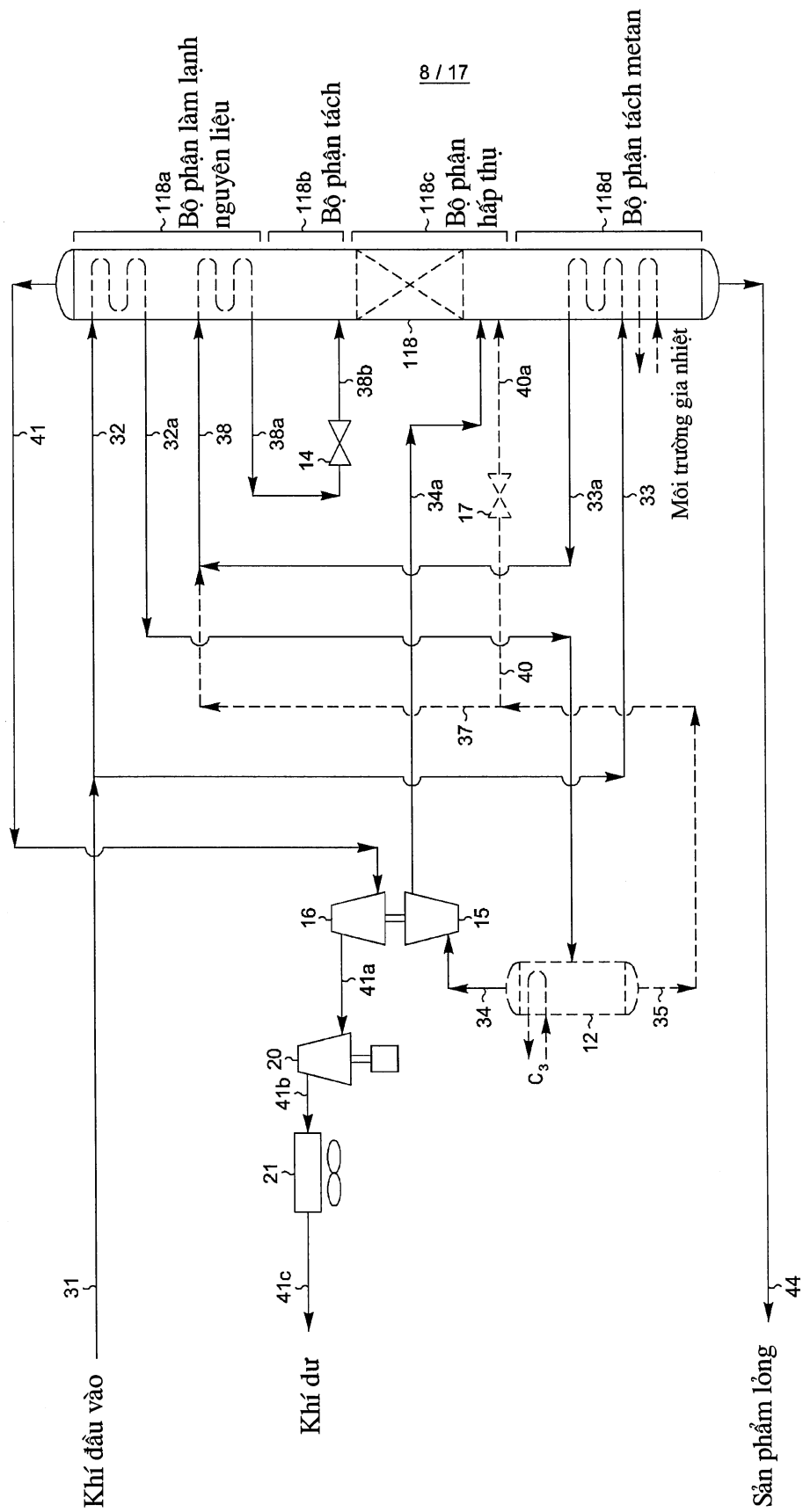
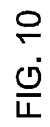


FIG. 8





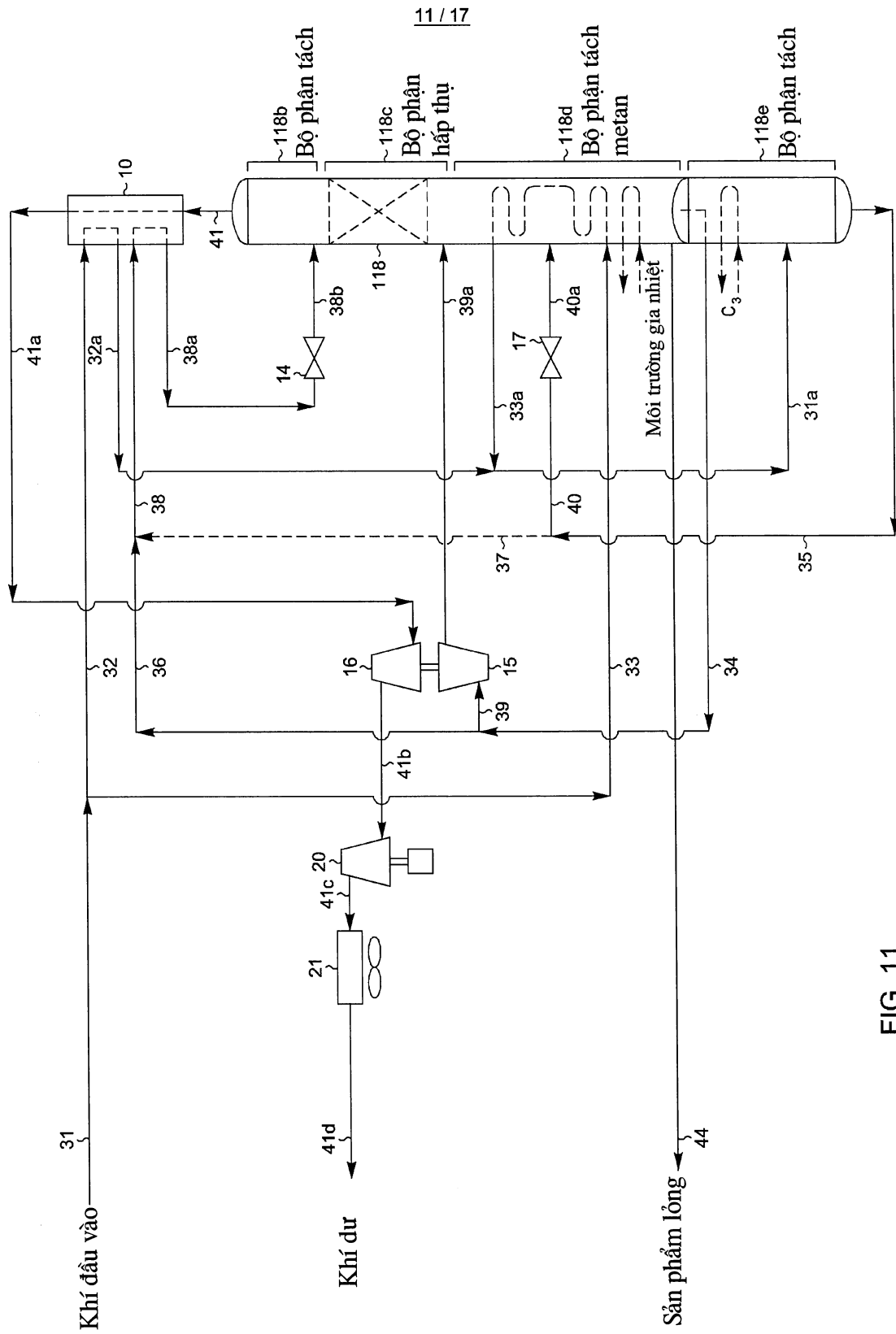


FIG. 11

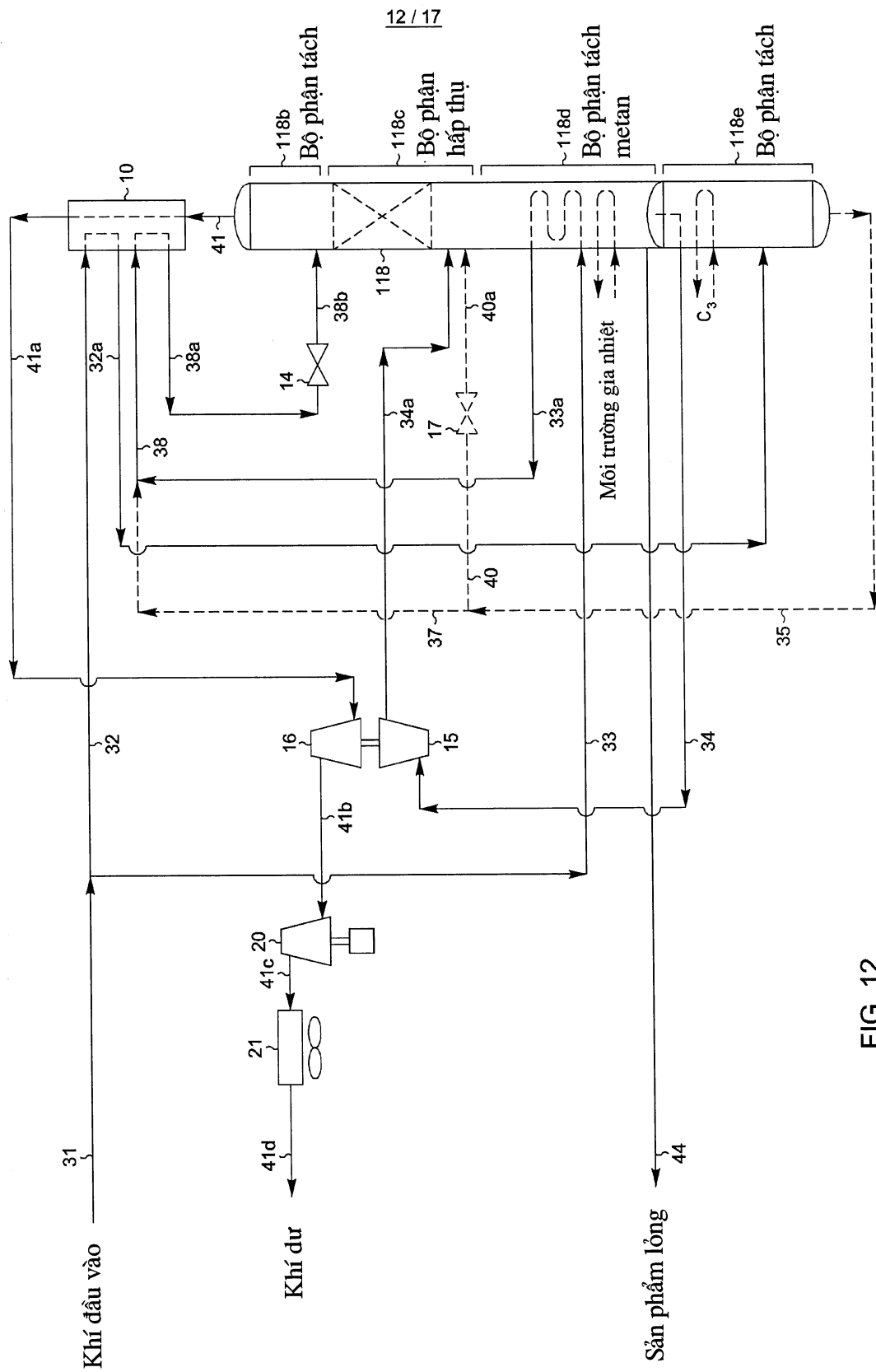


FIG. 12

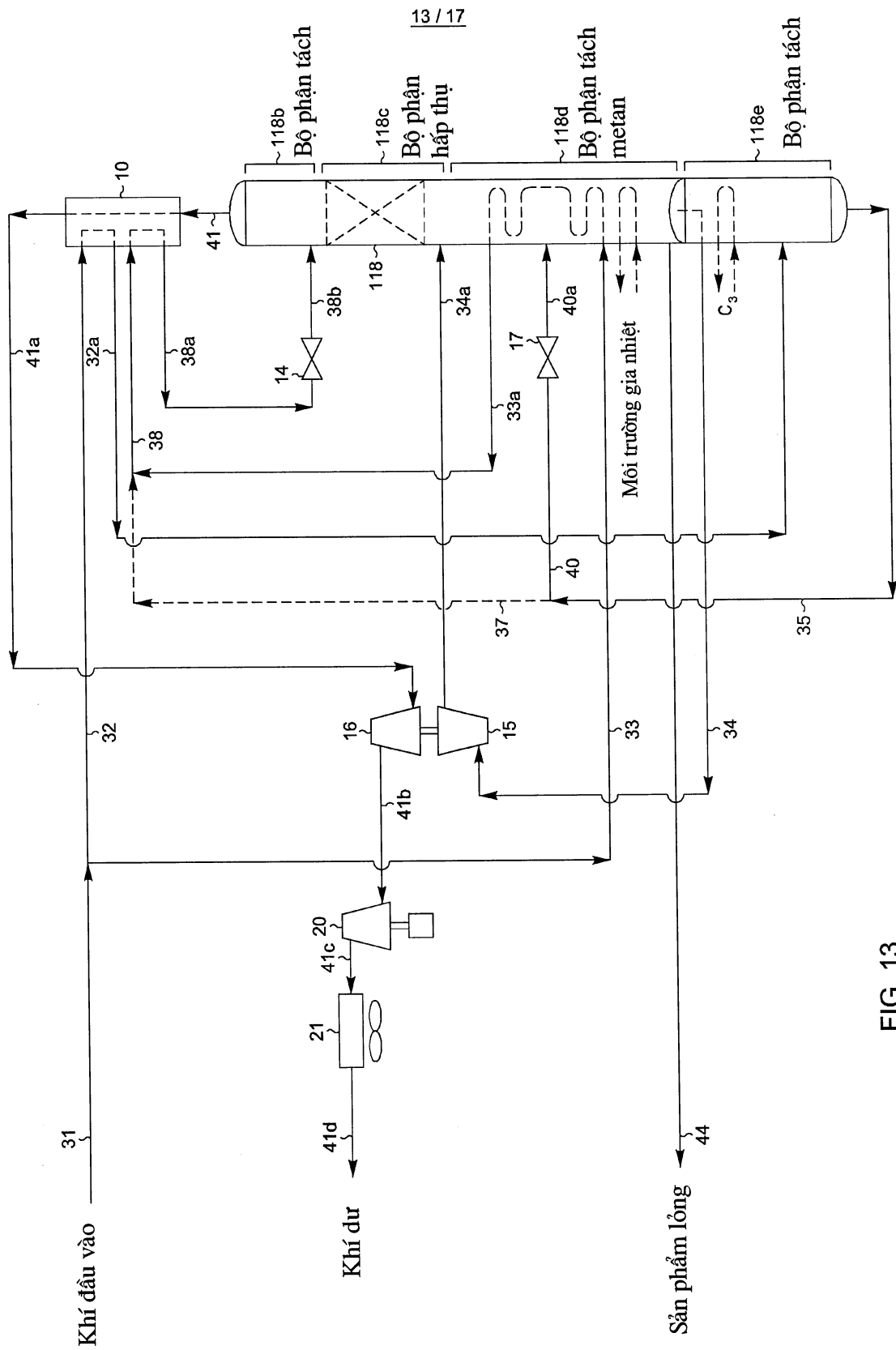


FIG. 13

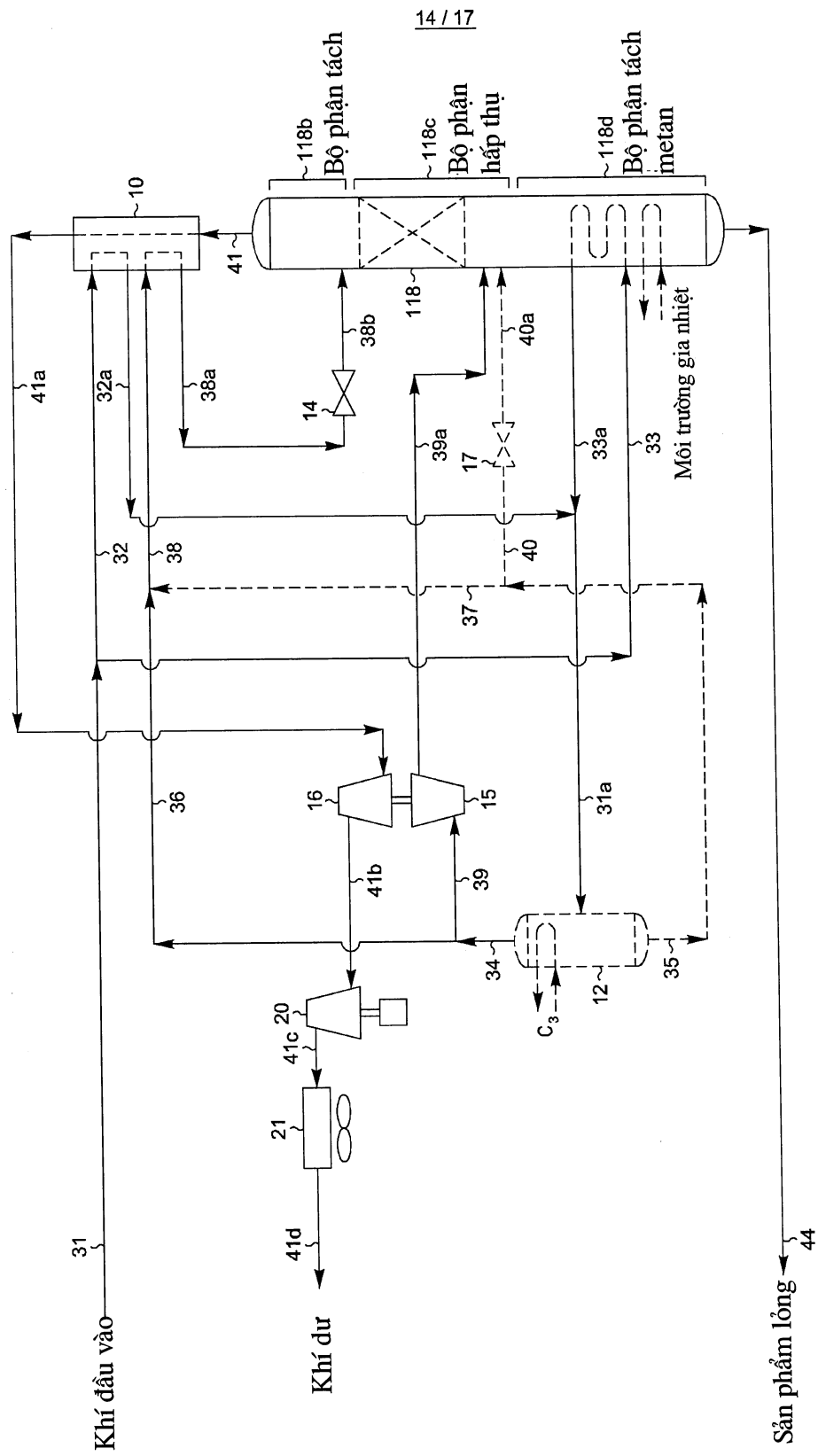


FIG. 14

15 / 17

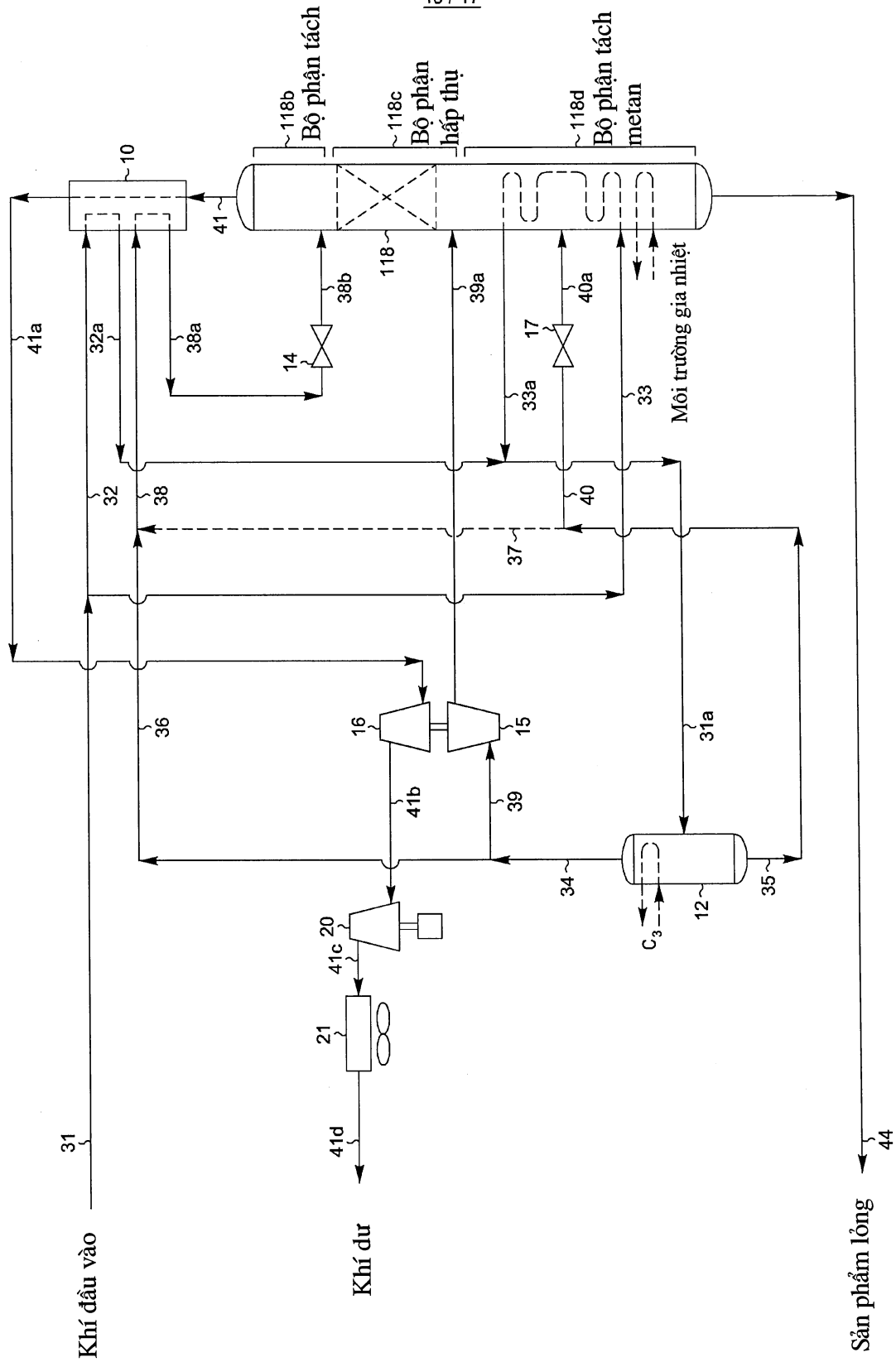


FIG. 15

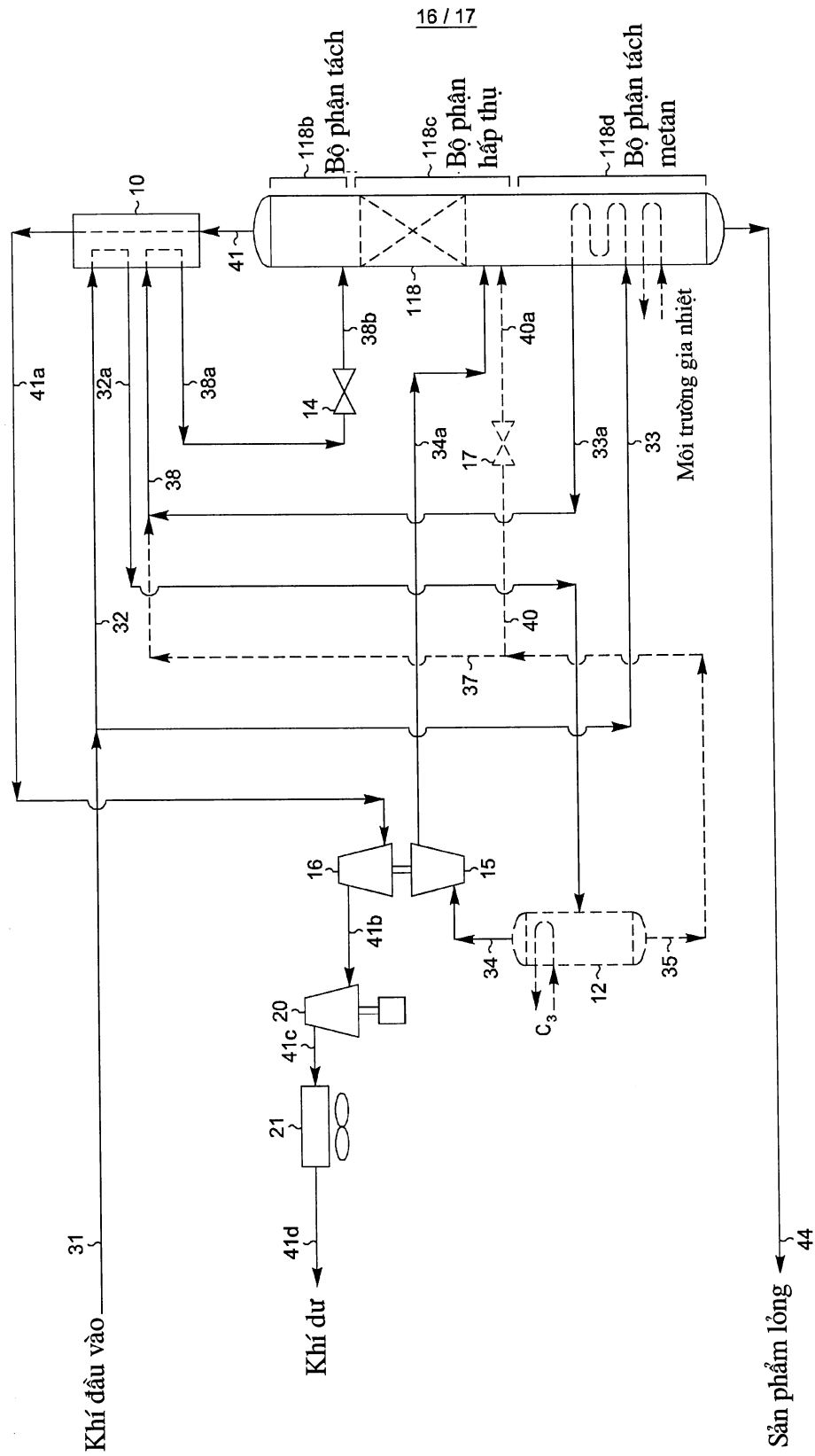


FIG. 16

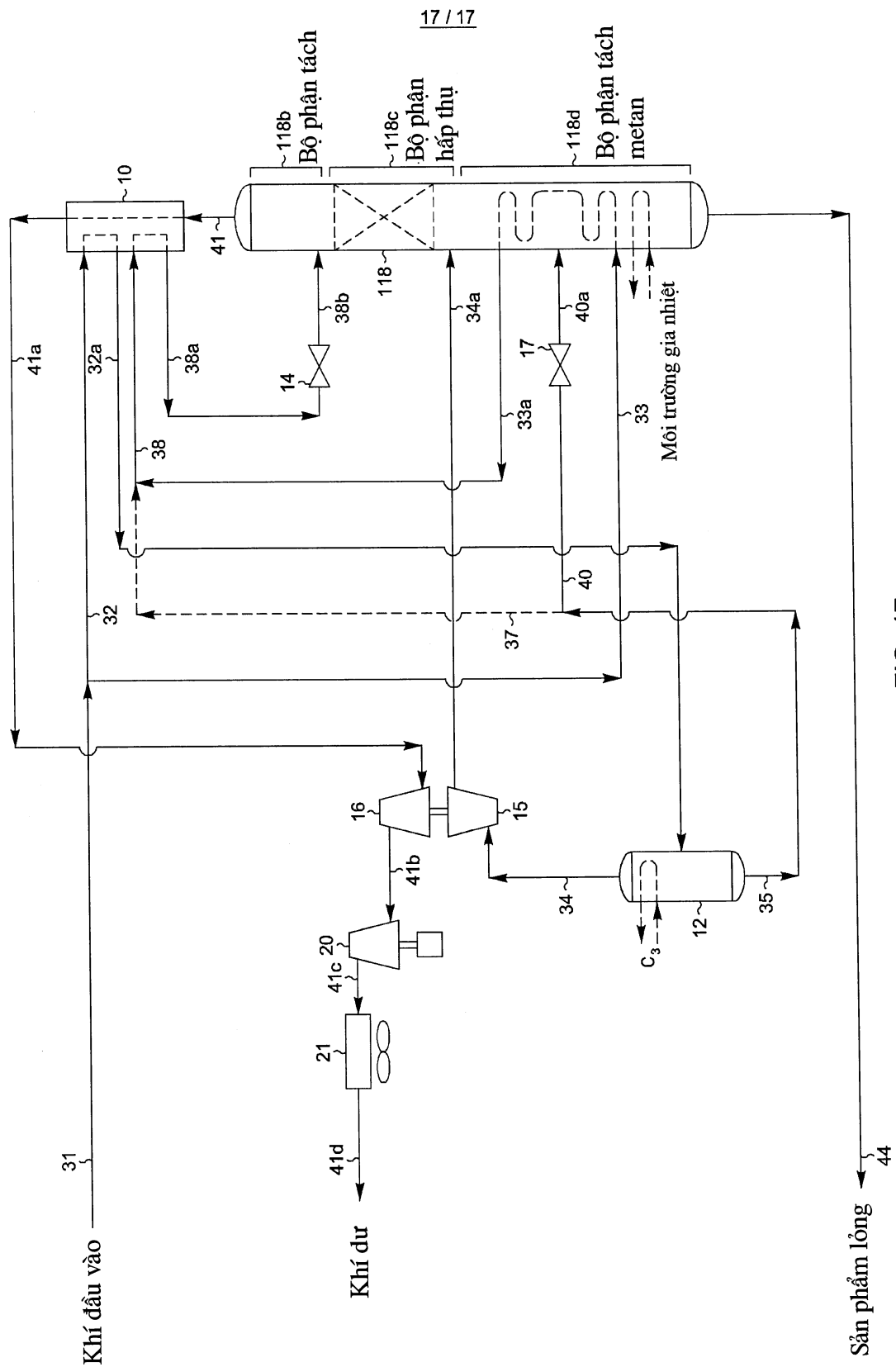


FIG. 17