



(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)



1-0023771

(51)⁷ F25J 3/00; F25J 5/00; C10L 3/10

(13) B

(21) 1-2011-03599

(22) 21/03/2011

(86) PCT/US2011/029234 21/03/2011

(87) WO2011/123276 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; PCT/US2010/035121

17/05/2010 US; 12/781,259 17/05/2010 US; 13/048,315 15/03/2011 US;
PCT/US2011/028872 17/03/2011 US; PCT/US2011/029034 18/03/2011 US;
13/051,682 18/03/2011 US; 13/052,348 21/03/2011 US

(45) 25/05/2020 386

(43) 25/03/2013 300A

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

415 W. Wall, Suite 2000, Midland, TX 79701, US

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

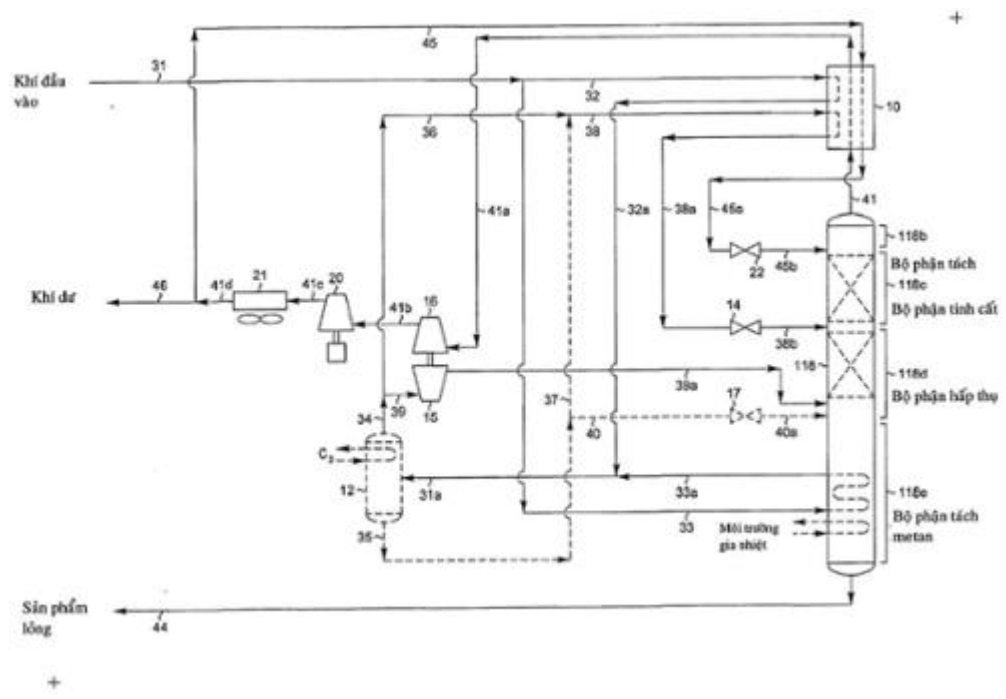
6715 Theall, Houston, Texas 77066, US

(72) JOHNKE, Andrew, F. (US); WILKINSON, John D. (US); LEWIS, Larry W. (US);
CUELLAR, Kyle T. (US); HUDSON, Hank M. (US); TYLER, Don L. (US); LYNCH, Joe
T. (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 thành phần hydrocacbon nặng hơn từ dòng khí chứa hydrocacbon. Dòng khí này được làm lạnh và được phân tách thành các dòng thứ nhất và thứ hai. Dòng thứ nhất được tiếp tục làm lạnh, giãn nở đến áp suất thấp hơn, và được cấp dưới dạng nguyên liệu giữa các phương tiện hấp thụ thứ nhất và thứ hai. Dòng thứ hai được làm giãn nở đến áp suất thấp hơn và được cấp dưới dạng nguyên liệu dưới đáy vào phương tiện hấp thụ thứ hai. Dòng hơi chung cất đi ra từ phương tiện hấp thụ được gia nhiệt, được nén đến áp suất cao hơn, và được phân chia thành phân đoạn khí dư dễ bay hơi và dòng tuần hoàn đã được nén. Dòng tuần hoàn đã được nén này được làm lạnh, được giãn nở đến áp suất thấp hơn, và được cấp dưới dạng dòng nạp trên đỉnh vào phương tiện hấp thụ thứ nhất. Dòng chất lỏng chung cất đi ra khỏi phương tiện hấp thụ thứ hai được gia nhiệt trong phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối để cất tách các thành phần dễ bay hơi của nó.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

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 chứa hydrocacbon.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Etylen, etan, propylen, propan, và/hoặc hydrocacbon nặng hơn có thể được thu hồi 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 chiếm ít nhất đến 50 phần trăm mol của khí. Khí này còn chứa lượng tương đối ít hơn của các 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 cho dòng khí được tiến hành theo sáng chế này cho kết quả là, tính theo giá trị xấp xỉ của phần trăm mol, 90,3% 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 một cách hữu hiệu với vốn đầu tư thấp hơn. Các quy trình có thể dùng để tách các nguyên liệu này gồm có 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 cực 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 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; 12/979,563; 13/048,315; và 13/051,682 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 làm 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 tiếp 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 điều mong muốn để hạ thấp tiếp 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, nito, 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 lỏng phía dưới đáy, hoặc tách metan, các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon, nito, 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 giãn nở nhanh được nạp dưới dạng dòng nạp trên đỉnh vào thiết bị loại bỏ metan. Nhìn chung, phần hơi của dòng được 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 giãn nở và làm lạnh có thể cấp vào thiết bị tách để tạo ra dòng hơi và dòng 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.

Trong sự vận hành lý tưởng của quy trình tách này, khí dư rời khỏi quy trình này về cơ bản sẽ chứa tất cả metan trong khí nguyên liệu và gần như không chứa các thành phần hydrocacbon nặng hơn và phần cất ở đáy rời thiết bị tách metan về cơ bản

chứa toàn bộ các thành phần hydrocacbon nặng hơn và gần như không chứa metan hoặc các thành phần dễ bay hơi hơn. Tuy nhiên, trên thực tế, tình huống lý tưởng này không đạt được vì thiết bị tách metan thông thường chủ yếu hoạt động như cột cất. Do đó, sản phẩm metan của quy trình, thường chứa hơi rời khỏi công đoạn cất phần ngọn của cột, cùng với hơi không đi vào bước tinh cất. Sự hao hụt đáng kể các thành phần gồm hai, ba và nhiều hơn bốn nguyên tử cacbon xảy ra bởi vì nguyên liệu lỏng trên đỉnh chủ yếu chứa các thành phần này và các thành phần hydrocacbon nặng hơn, tạo ra các lượng cân bằng tương ứng các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon, các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon, các thành phần gồm bốn nguyên tử cacbon, và các thành phần hydrocacbon nặng hơn trong hơi rời khỏi công đoạn cất phần ngọn của thiết bị loại bỏ metan. Sự hao hụt các thành phần mong muốn này có thể giảm đáng kể nếu các hơi đi lên có thể được cho tiếp xúc với một lượng lớn chất lỏng (hồi lưu) có khả năng hấp thụ các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon, các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon, các thành phần gồm bốn nguyên tử cacbon, và các thành phần hydrocacbon nặng hơn từ các hơi này.

Trong những năm gần đây, các quy trình được ưu tiên để tách hydrocacbon sử dụng bộ phận hấp thụ phía trên để tạo ra sự tinh cất bổ sung các hơi đi lên. Nguồn dòng hồi lưu dùng cho bộ phận tinh cất phía trên thường là dòng tuần hoàn của khí dư được nạp dưới áp suất. Dòng khí dư tuần hoàn thường được làm lạnh để ngưng tụ gần như hoàn toàn bằng sự trao đổi nhiệt với các dòng xử lý khác, ví dụ, phần cất đỉnh tháp lạnh. Sau đó, phần ngưng tụ gần như hoàn toàn thu được được giãn nở qua cơ cấu làm giãn nở phù hợp, như van giãn nở, đến áp suất mà ở đó thiết bị tách metan hoạt động. Trong quá trình giãn nở, một phần chất lỏng thường sẽ bay hơi, dẫn đến làm lạnh dòng tổng. Sau đó, dòng được giãn nở nhanh được nạp vào dưới dạng dòng nạp trên đỉnh vào thiết bị loại bỏ metan. Nhìn chung, phần hơi của dòng đã được giãn nở và hơi cất đỉnh của thiết bị tách metan được hòa trộn ở bộ phận tách phía trên trong tháp cất phân đoạn thành khí thành phẩm chứa metan dư. Theo cách khác, dòng đã được giãn nở và làm lạnh có thể được nạp vào thiết bị tách để tạo ra các dòng hơi và chất lỏng, sau đó hơi được hòa trộn với phần cất đỉnh tháp và chất lỏng được cấp vào cột dưới dạng nguyên liệu nạp phía trên cột. Các sơ đồ xử lý điển hình thuộc dạng này được bộc lộ trong các Patent Mỹ số 4,889,545; 5,568,737; và 5,881,569, đơn đang được thẩm định

ở Mỹ số 11/430,412; 11/971,491; và 12/717,394, và trong tài liệu Mowrey, E. Ross, "Efficient, High Recovery of Liquids from Natural Gas Utilizing a High Pressure Absorber", Proceedings of the Eighty-First Annual Convention of the Gas Processors Association, Dallas, Texas, March 11-13, 2002.

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 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), nên 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, đã phát hiện ra rằng, sự thu hồi các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon vượt quá 95% 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 95% 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 có thể áp dụng ở áp suất thấp hơn và nhiệt độ ẩm hơn, đặc biệt có lợi nếu xử lý khí nguyên liệu ở phạm vi nằm trong khoảng từ 400 đến 1500 psia [2.758 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, trong đó:

FIG. 1 là sơ đồ của nhà máy xử lý khí tự nhiên theo patent Mỹ số 5,568,737;

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-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 kilogram 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 kilogram mol trên giờ.

Mô tả giải pháp kỹ thuật đã biết

FIG. 1 là sơ đồ xử lý thể hiện 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 5,568,737. Theo sự mô phỏng của quy trình này, khí đầu vào đi vào nhà máy ở 110°F [43°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 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 -26°F [-32°C] trong bộ trao đổi nhiệt **10** bằng cách trao đổi nhiệt với dòng hơi chung cất lạnh **41a**, trong khi dòng **33** được làm lạnh xuống -32°F [-35°C] trong bộ trao đổi nhiệt **11** bằng cách trao đổi nhiệt với các chất lỏng nồi đun sôi lại của thiết bị tách metan ở 41°F [5°C] (dòng **43**) và các chất lỏng nồi đun sôi lại bên cạnh ở -49°F [-45°C] (dòng **42**). Các dòng **32a** và **33a** phối hợp để tạo thành dòng **31a**, dòng này đi vào thiết bị tách **12** ở -28°F [-33°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 27% 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 dòng hơi chung cất lạnh **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 -139°F [-95°C] được làm giãn nở nhanh qua van giãn nở **14** đến áp suất vận hành (xấp xỉ 396 psia [2.730 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 giãn nở **38b** rồi

van giãn nở **14** có nhiệt độ -140°F [-95°C] và được cấp vào tháp cất phân đoạn **18** tại điểm nạp liệu đầu tiên ở giữa cột.

73% hơi còn lại đi ra từ thiết bị tách **12** (dòng **39**) đi vào máy làm giãn nở **15** mà tại đó năng lượng cơ học được thu 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 giãn nở **39a** đến nhiệt độ xấp xỉ -95°F [-71°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. Chẳng hạn, sản phẩm được thu hồi thường được dùng để dẫn động máy nén ly tâm (như cơ cấu **16**) là thiết bị được dùng để tái nén dòng hơi chung cất nóng (dòng **41b**). Sau đó, dòng đã được giãn nở ngưng tụ một phần **39a** được cấp dưới dạng nguyên liệu vào tháp cất phân đoạn **18** tại điểm nạp nguyên liệu thứ hai ở giữa cột.

Dòng hơi chung cất lạnh và đã được nén lại **41e** được chia thành hai dòng. Một phần, dòng **46**, là sản phẩm khí dư dễ bay hơi. Phần khác, dòng tuần hoàn **45**, chảy vào bộ trao đổi nhiệt **10** tại đó nó được làm lạnh đến -26°F [-32°C] bằng cách trao đổi nhiệt với dòng hơi chung cất lạnh **41a**. Sau đó, dòng tuần hoàn lạnh **45a** được chảy vào bộ trao đổi **13** tại đó nó được làm lạnh đến -139°F [-95°C] và ngưng tụ gần như hoàn toàn bằng cách trao đổi nhiệt với dòng hơi chung cất lạnh **41**. Sau đó, dòng ngưng tụ gần như hoàn toàn **45b** được làm giãn nở thông qua cơ cấu làm giãn nở phù hợp, như van giãn nở **22**, đến áp suất vận hành của thiết bị loại bỏ metan, dẫn đến làm nguội dòng tổng đến -147°F [-99°C]. Sau đó, dòng đã được giãn nở **45c** được nạp vào tháp cất phân đoạn **18** dưới dạng nguyên liệu nạp phía trên cột. Phần hơi (nếu có) của dòng **45c** phối trộn với hơi đi lên từ công đoạn cất phần ngọn của cột để tạo thành dòng hơi chung cất **41**, là dòng được lấy ra từ vùng phía trên tháp.

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 chưng 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 -144°F [-98°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 64°F [18°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. Dòng hơi cất đỉnh của thiết bị tách metan **41** đi ngược chiều với khí nguyên liệu đi vào và dòng tuần hoàn trong bộ trao đổi nhiệt **13** tại đó nó được gia nhiệt đến -40°F [-40°C] (dòng **41a**) và trong bộ trao đổi nhiệt **10** nơi nó được gia nhiệt đến 104°F [40°C] (dòng **41b**). Sau đó, dòng hơi chung cất 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 110°F [43°C] trong bộ phận làm lạnh khí thoát ra **21**, dòng **41e** được chia thành sản phẩm khí dư (dòng **46**) và dòng tuần hoàn **45** như được đề cập ở trên. Dòng khí dư **46** 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	12.398	546	233	229	13.726
32	8.431	371	159	156	9.334
33	3.967	175	74	73	4.392
34	12.195	501	179	77	13.261
35	203	45	54	152	465
36	3.317	136	49	21	3.607
38	3.520	181	103	173	4.072
39	8.878	365	130	56	9.654
41	13.765	30	0	0	13.992
45	1.377	3	0	0	1.400
46	12.388	27	0	0	12.592
44	10	519	233	229	1.134

Khả năng thu hồi*

Etan 94,99%

Propan 99,99%

Butan+ 100,00%

Năng lượng

Sự nén khí dư 6.149 HP [10.109 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, gồm có 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 chưng 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 dưới của bộ phận làm lạnh nguyên liệu **118a**. Dòng **32** được làm lạnh trong khi gia nhiệt tiếp dòng hơi chưng cất, với dòng **32a** rời các bộ trao đổi nhiệt ở -25°F [-32°C].

Phần thứ hai, dòng **33**, đi vào các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối trong bộ phận tách metan **118e** bên trong bộ phận xử lý **118**. Các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối này có thể gồm có 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 chưng cất chảy xuống dưới từ bộ phận hấp thụ **118d** bên trong bộ phận xử lý **118**, sao cho dòng **33** được làm lạnh đồng thời gia nhiệt dòng chất lỏng chưng cất, làm lạnh dòng **33a** đến -47°F [-44°C] trước khi nó rời các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối. Do dòng chất lỏng chưng cất được gia nhiệt, một phần của nó bị bay hơi để tạo thành các hơi cất phân 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 **118f** bên trong bộ phận xử lý **118** ở -32°F [-36°C] và 900 psia [6.203 kPa(a)], sau đó, hơi (dòng **34**) được tách khỏi chất lỏng ngưng tụ (dòng **35**). Bộ phận tách **118f** 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 **118f** được chia thành hai dòng, **36** và **39**. Dòng **36**, chứa khoảng 27% 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 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, phương tiện 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 -138°F [-95°C] được làm giãn nở nhanh qua van giãn nở **14** đến áp suất vận hành (xấp xỉ 400 psia [2.758 kPa(a)]) của bộ phận tinh cất **118c** (phương tiện hấp thụ) và bộ phận hấp thụ **118d** (phương tiện hấp thụ khác) bên trong bộ phận xử lý **118**. Trong quá trình làm giãn nở một phần dòng này có thể bị bay hơi, dẫn đến làm nguội dòng tổng. Theo quy trình được minh họa trên FIG. 2, dòng đã được giãn nở **38b** rời van giãn nở **14** đạt được nhiệt độ -139°F [-95°C] và được cấp vào bộ phận xử lý **118** giữa bộ phận tinh cất **118c** và bộ phận hấp thụ **118d**. Các chất lỏng trong dòng **38b** hòa trộn với các chất lỏng rơi xuống từ bộ phận tinh cất **118c** và được đi vào bộ phận hấp thụ **118d**, trong

khi đó hơi hòa trộn với các hơi đi lên từ bộ phận hấp thụ **118d** và được đi vào bộ phận tinh cất **118c**.

73% hơi còn lại thoát ra từ bộ phận tách **118f** (dòng **39**) đi vào máy làm giãn nở **15** tại đó năng lượng cơ học được thu hồi 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 **118d**, với việc làm giãn nở này làm nguội dòng đã được giãn nở **39a** đến nhiệt độ xấp xỉ -99°F [-73°C]. Sau đó, dòng đã được giãn nở ngưng tụ một phần **39a** này được cấp dưới dạng nguyên liệu vào vùng dưới của bộ phận hấp thụ **118d** bên trong bộ phận xử lý **118**.

Dòng hơi chung cất lạnh và đã được nén lại **41c** được chia thành hai dòng. Một phần, dòng **46**, là sản phẩm khí dư dễ bay hơi. Phần còn lại, dòng tuần hoàn **45**, đi vào các bộ trao đổi nhiệt trong bộ phận làm lạnh nguyên liệu **118a** bên trong bộ phận xử lý **118**. Các bộ trao đổi nhiệt còn 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 các bộ trao đổi nhiệt nhiều rãnh và/hoặc bộ trao đổi nhiệt đa ứng dụng. Phương tiện trao đổi nhiệt được cấu hình để tạo ra sự trao đổi nhiệt giữa dòng **45** 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 **45** được làm lạnh để ngưng tụ gần như hoàn toàn trong khi gia nhiệt dòng hơi chung cất.

Dòng tuần hoàn ngưng tụ gần như hoàn toàn **45a** rời khỏi các bộ trao đổi nhiệt trong bộ phận làm lạnh nguyên liệu **118a** ở -138°F [-95°C] và được làm giãn nở nhanh qua van giãn nở **22** đến áp suất vận hành của bộ phận tinh cất **118c** bên trong bộ phận xử lý **118**. Trong quá trình làm giãn nở một phần dòng bị bay hơi, dẫn đến làm nguội dòng tổng. Theo quy trình được minh họa trên FIG. 2, dòng đã được giãn nở **45b** rời khỏi van giãn nở **22** đạt được nhiệt độ -146°F [-99°C] và được cấp vào bộ phận tách **118b** bên trong bộ phận xử lý **118**. Các chất lỏng được tách ra ở đó được cấp vào bộ phận tinh cất **118c**, trong khi các hơi còn lại sẽ hòa trộn với các hơi đi lên từ bộ phận tinh cất **118c** để tạo thành dòng hơi chung cất mà được gia nhiệt trong bộ phận làm lạnh **118a**.

Bộ phận tinh cất **118c** và bộ phận hấp thụ **118d**, mỗi bộ phận gồm có phương tiện hấp thụ 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 tinh cất **118c** và bộ phận hấp thụ **118d** 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 giãn nở **39a** hòa lẫn với các chất lỏng rơi xuống dưới từ bộ phận hấp thụ **118d** và các chất lỏng được hòa trộn này tiếp tục đi xuống dưới đi đến bộ phận tách metan **118e**. Các hơi cất phần nhẹ đi lên từ bộ phận tách metan **118e** hòa trộn với phần hơi của dòng đã được giãn nở **39a** và đi lên phía trên qua bộ phận hấp thụ **118d**, để được tiếp xúc với chất lỏng lạnh rơi xuống dưới để làm ngưng tụ và hấp thụ hầu hết 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. Các hơi đi lên từ bộ phận hấp thụ **118d** hòa trộn với phần hơi bất kỳ của dòng đã được giãn nở **38b** và đi lên phía trên qua bộ phận tinh cất **118c**, để được tiếp xúc với phần chất lỏng lạnh của dòng đã giãn nở **45b** rơi xuống dưới để làm ngưng tụ và hấp thụ hầu hết các thành phần gồm hai nguyên tử cacbon, các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon, và các thành phần nặng hơn còn sót lại trong các hơi này. Phần chất lỏng này của dòng đã được giãn nở **38b** hòa trộn với các chất lỏng rơi xuống từ bộ phận tinh cất **118c** và chất lỏng đã hòa trộn này tiếp tục đi xuống dưới đi vào bộ phận hấp thụ **118d**.

Chất lỏng chung cất rơi xuống dưới từ các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối trong bộ phận tách metan **118e** 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 **118e** và rời khỏi bộ phận xử lý **118** ở 65°F [18°C]. Dòng hơi chung 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**, **38**, và **45** như đã được đề cập ở trên, và dòng hơi chung cất **41** tạo thành rời bộ phận xử lý **118** ở 105°F [40°C]. Sau đó, dòng hơi chung cất 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 110°F [43°C] trong bộ phận làm lạnh khí thoát ra **21** để tạo thành dòng **41c**, dòng tuần hoàn **45** được rút ra như đã mô tả ở trên,

tạo thành dòng khí dư **46**, 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]

Dòng	Metan	Etan	Propan	Butan+	Tổng
31	12.398	546	233	229	13.726
32	8.679	382	163	160	9.608
33	3.719	164	70	69	4.118
34	12.164	495	174	72	13.213
35	234	51	59	157	513
36	3.248	132	46	19	3.528
37	234	51	59	157	513
38	3.482	183	105	176	4.041
39	8.916	363	128	53	9.685
40	0	0	0	0	0
41	13.863	30	0	0	14.095
45	1.475	3	0	0	1.500
46	12.388	27	0	0	12.595
44	10	519	233	229	1.131

Thu hồi*

Etan	95,03%
Propan	99,99%
Butan+	100,00%

Năng lượng

Nén khí dư	5.787 HP	[9.514 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 giải pháp 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 hơn 6% 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 giải pháp kỹ thuật đã biết 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 **118e** 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 giải pháp kỹ thuật đã biết, 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 giải pháp kỹ thuật đã biết có thể tạo ra áp suất đầu ra thấp hơn. Vì vậy, bộ phận tinh cất **118c** và bộ phận hấp thụ **118d** trong bộ phận xử lý **118** của sáng chế có thể vận hành ở áp suất cao hơn cột cất phân đoạn **18** của giải pháp kỹ thuật đã biết 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 dòng hơi chưng cất do hạn chế đường ống nối, tạo ra áp suất cao đáng kể cho dòng hơi chưng cất 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 **118e** để đồng thời gia nhiệt chất lỏng chưng cất rời khỏi bộ phận hấp

thụ **118d** 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 giải pháp kỹ thuật đã biết 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 giải pháp kỹ thuật đã biết (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 giải pháp kỹ thuật đã biết. 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 giải pháp kỹ thuật đã biết, 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 làm giảm nguy cơ phát thải ra khí quyển mà có thể hủy hoại môi trường.

Các phương án khác

Một số trường hợp có thể thích hợp để loại bỏ bộ phận làm lạnh nguyên liệu **118a** ra khỏi bộ phận 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 ưa thích cấp dòng chất lỏng **35** trực tiếp vào vùng phía dưới của bộ phận hấp thụ **118d** 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 **118d** và dòng chất lỏng đã được giãn nở **40a** thu được này được cấp dưới dạng nguyên liệu vào vùng phía dưới của bộ phận hấp thụ **118d** (như được thể hiện bằng các đường nét đứt). Một số trường hợp có thể ưa thích sự 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 **118d** qua các dòng **40/40a**. Một số trường hợp có thể ưa thích hòa trộn dòng chất lỏng đã được giãn nở **40a** với dòng đã được giãn nở **39a** (các FIG. 2, 6, 10, và 14) hoặc dòng đã được 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 **118d** 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 **118e** giữa dòng đã được giãn nở **39a** và dòng chất lỏng đã được giãn nở **40a** như được thể hiện trên các FIG. 3, 7, 11, và 15, hoặc giữa dòng đã được giãn nở **34a** và dòng chất lỏng đã được 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 **118e** có thể được bố trí ở các phần trên và dưới sao cho dòng chất lỏng đã được giãn nở **40a** có thể được dẫn vào giữa hai phần. Như được thể hiện bằng các đường nét đứt, một số tình huống có thể ưa thích việc 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 **118e** 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 **118f** 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 **118d**, sau đó dòng đã được giãn nở **34a** được cấp dưới dạng nguyên liệu vào vùng phía dưới của bộ phận hấp thụ **118d** 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** (hoặc bộ trao đổi nhiệt **10** nằm ngoài 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 tinh cất **118c** và bộ phận hấp thụ **118d**, sau đó dòng đã được giãn nở **38b** được cấp vào bộ phận xử lý **118** giữa bộ phận tinh cất **118c** và bộ phận hấp thụ **118d**. 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 **118d** qua van giãn nở **17**. Các tình huống khác có thể ưu tiên chuyển toàn bộ dòng chất lỏng **35** vào vùng phía dưới của bộ phận hấp thụ **118d** qua van giãn nở **17**.

Trong một số tình huống, 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 **118f** 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 **118f** 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 **118f** 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 **118f** 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 giãn nở **38b** cấp vào bộ phận xử lý **118** giữa bộ phận tinh cất **118c** và bộ phận hấp thụ **118d**. Trong những tình huống như vậy, bộ phận tách **118f** 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 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**) hoặc dòng tuần hoàn đã ngưng tụ gần như hoàn toàn (dòng **45a**).

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, phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối có thể được đưa vào trong bộ phận tách **118f** (hoặc 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 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. Phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối này có thể gồm có 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 tiếp 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 **118f** (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 **118f** (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 hồi 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 **118e** 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 **118e** 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, phương tiện gia nhiệt và chuyển khối khác có thể được đặt ở vùng phía dưới của bộ phận tách metan **118e** 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 **118e**.

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 phương tiện phù hợp để phân phối, cô lập, và thu gom dòng **32**,

dòng **38**, dòng **45**, và dòng hơi chung cất 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 **118e**. Trong những trường hợp như vậy, phương tiện chuyển khối có thể đặt phía dưới nơi dòng đã được giãn nở **39a** (các FIG. 2, 3, 6, 7, 10, 11, 14, và 15) hoặc dòng đã được giãn nở **34a** (các FIG. 4, 5, 8, 9, 12, 13, 16, và 17) đi vào vùng dưới của bộ phận hấp thụ **118d** và phía trên nơi phần đã được làm lạnh thứ hai **33a** rời khỏi các cơ cấu truyền nhiệt và chuyển khối trong bộ phận tách metan **118e**.

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, 6, và 7 hoặc rãnh tách biệt trong bộ trao đổi nhiệt **10** trên các FIG. 10, 11, 14, và 15 (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 giãn nở đến vùng giữa trong bộ phận hấp thụ **118d**.

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, gồm có 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 **118d** 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 **118d** sẽ giảm sự tiêu thụ công suất tính theo mã 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 nhu cầu về năng lượng giảm để nén hoặc nén lại, những nhu cầu về năng lượng giảm đối với sự làm lạnh bên ngoài, những nhu 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 hiểu biết 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 trong 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 (46) 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 nêu trên hoặc các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon và các thành phần hydrocacbon nặng hơn nêu trên, trong đó:

- (1) dòng khí (31, 34) 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 (118e);
- (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) được chia thành các dòng thứ nhất (36) và thứ hai (39);
- (6) dòng thứ nhất (36, 38) được làm lạnh (10) để ngưng tụ gần như toàn bộ dòng thứ nhất (38a) và sau đó được làm giãn nở (14) đến áp suất thấp hơn nhờ đó nó được tiếp tục làm lạnh (38b);
- (7) dòng thứ nhất đã được làm lạnh và giãn nở (38b) được cấp dưới dạng nguyên liệu giữa các phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) và thứ hai (118d) được lắp trong thiết bị xử lý (118) kiểu thiết bị đơn, phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) được đặt phía trên phương tiện hấp thụ thứ hai (118d);
- (8) dòng thứ hai (39) được giãn nở (15) đến áp suất thấp hơn và được cấp dưới dạng nguyên liệu dưới đáy (39a) đến phương tiện hấp thụ thứ hai (118d);

(9) dòng hơi chung cất (41) được thu gom từ vùng trên của phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) và được gia nhiệt (10);

(10) dòng hơi chung cất đã được gia nhiệt (41a) được nén (16, 20) đến áp suất cao hơn (41b, 41c, 41d) và sau đó được chia thành phân đoạn khí dư dễ bay hơi (46) và dòng tuần hoàn đã được nén (45);

(11) dòng tuần hoàn đã được nén (45) được làm lạnh (10) để ngưng tụ gần như toàn bộ dòng tuần hoàn đã được nén;

(12) dòng tuần hoàn đã được nén và ngưng tụ gần như hoàn toàn (45a) được làm giãn nở (22) đến áp suất thấp hơn và được cấp dưới dạng dòng nạp trên đỉnh (45b) vào phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c);

(13) sự gia nhiệt (10) của dòng hơi chung cất (41) được thực hiện trong một hoặc nhiều phương tiện trao đổi nhiệt (10), bằng cách đó cung cấp ít nhất một phần cho sự làm lạnh (10) ở các bước (2), (6), và (11);

(14) dòng chất lỏng chung cất được thu gom từ vùng dưới của phương tiện hấp thụ thứ hai (118d) và được gia nhiệt trong phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e) được lắp trong thiết bị xử lý (118), bằng cách đó cung cấp ít nhất một phần cho sự làm lạnh (118e) ở 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 bộ phận xử lý dưới dạng phân đoạn tương đối ít bay hơi (44); và

(15) hàm lượng và nhiệt độ của các dòng nguyên liệu (45b, 38b, 39a) đi đến các phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) và thứ hai (118d) là hữu hiệu để duy trì nhiệt độ của vùng phía trên của phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) ở nhiệt độ mà tại đó các phần chủ yếu của các thành phần trong phân đoạn tương đối ít bay hơi (44) được thu hồi.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó:

(a) phần thứ nhất được làm lạnh (32a) được kết hợp với phần thứ hai được làm lạnh (33a) để tạo ra dòng khí được ngưng tụ một phần (31a);

(b) dòng khí ngưng tụ một phần (31a) 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); và

(d) ít nhất một phần (40) của ít nhất một dòng chất lỏng (35) được 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 thứ hai (118d).

3. Quy trình theo điểm 2, trong đó:

(a) dòng thứ nhất (36) được 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 toàn bộ dòng hỗn hợp (38a) và sau đó được làm giãn nở (14) đến áp suất thấp hơn nhờ đó dòng hỗn hợp được tiếp tục làm lạnh (38b);

(c) dòng hỗn hợp đã được làm lạnh và giãn nở (38b) được cấp dưới dạng nguyên liệu giữa các phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) và thứ hai (118d); và

(d) phần còn lại bất kỳ (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 thứ hai (118d).

4. Quy trình theo điểm 1, trong đó:

(a) phần thứ nhất (32) được làm lạnh (10) và sau đó được giãn nở (15) đến áp suất thấp hơn (34a);

(b) phần thứ hai (33) được làm lạnh (118e, 10) để ngưng tụ gần như toàn bộ phần thứ hai (38a) và sau đó được làm giãn nở (14) đến áp suất thấp hơn nhờ đó nó được tiếp tục làm lạnh (38b);

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

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

5. Quy trình theo điểm 4, trong đó:

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

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

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

(d) ít nhất một phần (40) của ít nhất một dòng chất lỏng (35) được 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 thứ hai (118d).

6. Quy trình theo điểm 5, trong đó:

(a) phần thứ hai (33) được làm lạnh (118e) 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);

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

(c) dòng hỗn hợp đã được làm lạnh và giãn nở (38b) được cấp dưới dạng nguyên liệu giữa các phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) và thứ hai (118d); và

(d) phần còn lại bất kỳ (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 thứ hai (118d).

7. Quy trình theo điểm 2, trong đó:

- (1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e) được bố trí ở các vùng phía trên và dưới; và
- (2) ít nhất một phần đã được giãn nở của ít nhất một dòng chất lỏng (40a) 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 (118e).

8. Quy trình theo điểm 3, trong đó:

- (1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e) được bố trí ở các vùng phía trên và dưới; và
- (2) phần còn lại bất kỳ đã được giãn nở của ít nhất một dòng chất lỏng (40a) 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 (118e).

9. Quy trình theo điểm 5, trong đó:

- (1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e) được bố trí ở các vùng phía trên và dưới; và
- (2) ít nhất một phần đã được giãn nở 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 (118e).

10. Quy trình theo điểm 6, trong đó:

- (1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e) được bố trí ở các vùng phía trên và dưới; và
- (2) phần còn lại bất kỳ đã được giãn nở 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 (118e).

11. Quy trình theo điểm 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9 hoặc 10, trong đó phương tiện tách (118f) được lắp trong thiết bị xử lý (118).

12. Quy trình theo điểm 1, trong đó:

(1) phương tiện thu gom khí (118f) 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 (118f), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung này gồm có 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 (118f) và được dẫn vào phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung này để được tiếp tục làm lạnh bằng môi trường làm lạnh bên ngoài; và

(4) dòng khí đã được làm lạnh tiếp (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 (118f) 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 (118f), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung này gồm có 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 (118f) và đi vào phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung này để được tiếp tục làm lạnh bằng môi trường làm lạnh bên ngoài; và

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

14. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9 hoặc 10, 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 gồm có 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.

15. Quy trình theo điểm 11, trong đó:

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

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

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

16. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 hoặc 13, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e) gồm có một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để hỗ trợ sự gia nhiệt được cung cấp bởi phần thứ hai (33) để cắt tách các thành phần dễ bay hơi hơn ra khỏi dòng chất lỏng chung cất.

17. Quy trình theo điểm 11, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e) gồm có một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để hỗ trợ sự gia nhiệt được cung cấp bởi phần thứ hai (33) để cắt tách các thành phần dễ bay hơi hơn ra khỏi dòng chất lỏng chung cất.

18. Quy trình theo điểm 14, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e) gồm có một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để hỗ trợ sự gia nhiệt được cung cấp bởi phần thứ hai (33) để cất tách các thành phần dễ bay hơi hơn ra khỏi dòng chất lỏng chung cất.

19. Quy trình theo điểm 15, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e) gồm có một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để hỗ trợ sự gia nhiệt được cung cấp bởi phần thứ hai (33) để cất tách các thành phần dễ bay hơi hơn ra khỏi dòng chất lỏng chung cất.

20. 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 (46) 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 nêu trên hoặc các thành phần gồm ba nguyên tử cacbon và các thành phần hydrocacbon nặng hơn nêu trên, trong đó 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 (10) được nối với phương tiện phân chia thứ nhất này để tiếp nhận phần thứ nhất (32) và làm lạnh phần thứ nhất này;

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

(4) phương tiện trộn được nối với phương tiện trao đổi nhiệt (10) và phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e) 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 (10) được tiếp tục nối với phương tiện phân chia thứ hai để tiếp nhận dòng thứ nhất (36, 38) và làm lạnh dòng thứ nhất đủ để ngưng tụ gần như hoàn toàn dòng thứ nhất này;
- (7) phương tiện làm giãn nở thứ nhất (14) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt (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) các phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) và thứ hai (118d) 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 được cấp vào giữa các phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) và thứ hai (118d), phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) được đặt phía trên phương tiện hấp thụ thứ hai (118d);
- (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 giãn nở dòng thứ hai đến áp suất thấp hơn, phương tiện làm giãn nở thứ hai này được tiếp tục nối với phương tiện hấp thụ thứ hai (118d) để cấp dòng thứ hai đã được giãn nở (39a) dưới dạng nguyên liệu dưới đáy vào đó;
- (10) phương tiện thu gom hơi được lắp trong thiết bị xử lý (118) và được nối với phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) để tiếp nhận dòng hơi chung cất từ vùng phía trên của phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c);
- (11) phương tiện trao đổi nhiệt (10) tiếp tục được nối với phương tiện thu gom hơi để tiếp nhận dòng hơi chung cất và gia nhiệt nó, bằng cách đó cung cấp ít nhất một phần cho sự làm lạnh (10) ở các bước (2) và (6);
- (12) phương tiện nén (16, 20) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt (10) để tiếp nhận dòng hơi chung cất đã được gia nhiệt (41a) và nén nó đến áp suất cao hơn (41b, 41c);

(13) phương tiện làm lạnh (21) được nối với phương tiện nén (20) để tiếp nhận dòng hơi chung cất đã được nén (41c) và làm lạnh dòng hơi chung cất đã được nén;

(14) phương tiện phân chia thứ ba được nối với phương tiện làm lạnh (21) để tiếp nhận dòng hơi chung cất đã được nén và làm lạnh (41d) và chia dòng hơi chung cất đã được nén và làm lạnh này thành phân đoạn khí dư dễ bay hơi (46) và dòng tuần hoàn đã được nén (45);

(15) phương tiện trao đổi nhiệt (10) được tiếp tục nối với phương tiện phân chia thứ ba để tiếp nhận dòng tuần hoàn đã được nén (45) và làm lạnh dòng tuần hoàn đã được nén này đủ để ngưng tụ gần như hoàn toàn dòng tuần hoàn đã được nén, bằng cách đó cung cấp ít nhất một phần cho sự gia nhiệt (10) ở bước (11);

(16) phương tiện làm giãn nở thứ ba (22) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt (10) để tiếp nhận dòng tuần hoàn đã được nén và ngưng tụ gần như hoàn toàn (45a) và làm giãn nở nó đến áp suất thấp hơn, phương tiện làm giãn nở thứ ba (22) được tiếp tục nối với phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) để cấp dòng tuần hoàn đã được giãn nở (45b) dưới dạng dòng nạp trên đỉnh vào đó;

(17) phương tiện gom chất lỏng được lắp trong thiết bị xử lý (118) và được nối với phương tiện hấp thụ thứ hai (118d) để tiếp nhận dòng chất lỏng chung cất đi ra từ vùng dưới của phương tiện hấp thụ thứ hai (118d);

(18) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e) được tiếp tục nối với phương tiện gom chất lỏng để tiếp nhận dòng chất lỏng chung cất và gia nhiệt nó, bằng cách đó cung cấp ít nhất một phần cho sự làm lạnh ở 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

(19) phương tiện điều chỉnh được lắp đặt để điều chỉnh hàm lượng và nhiệt độ của các dòng nguyên liệu (45b, 38b, 39a) đi vào các phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) và thứ hai (118d) để duy trì nhiệt độ của vùng phía trên của phương tiện hấp thụ thứ

nhất (118c) ở nhiệt độ mà tại đó phần chủ yếu của các thành phần trong phân đoạn tương đối ít bay hơi (44) được thu hồi.

21. Thiết bị theo điểm 20, trong đó:

(a) phương tiện trộn được nối với phương tiện trao đổi nhiệt (10) và phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e) 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 ngưng tụ một phần (31a);

(b) phương tiện tách (12) được nối với phương tiện trộn để tiếp nhận dòng khí đã 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 dòng thứ nhất (36) và dòng thứ hai (39); và

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

22. Thiết bị theo điểm 21, 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 (10) được tiếp tục nối với phương tiện trộn bổ sung này để tiếp nhận dòng hỗn hợp này và làm lạnh nó đủ để ngưng tụ gần như hoàn toàn nó (38a);

(c) phương tiện làm giãn nở thứ nhất (14) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt (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) các phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) và thứ hai (118d) 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 đi vào giữa các phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) và thứ hai (118d); và

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

23. Thiết bị theo điểm 20, trong đó:

(a) phương tiện trao đổi nhiệt (10) được tiếp tục nối với phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e) để tiếp nhận phần thứ hai đã được làm lạnh (33a, 38) và tiếp tục làm lạnh nó đủ để ngưng tụ một cách gần như hoàn toàn phần thứ hai đã được làm lạnh;

(b) phương tiện làm giãn nở thứ nhất (14) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt (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) các phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) và thứ hai (118d) 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 được cấp vào giữa các phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) và thứ hai (118d); và

(d) phương tiện làm giãn nở thứ hai (15) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt (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) được tiếp tục nối với phương tiện hấp thụ thứ hai (118d) để cấp phần thứ nhất đã được làm lạnh và giãn nở (34a) dưới dạng nguyên liệu dưới đáy vào đó.

24. Thiết bị theo điểm 23, trong đó:

(a) phương tiện trao đổi nhiệt (10) được nối với phương tiện phân chia thứ nhất để tiếp nhận phần thứ nhất (32) và làm lạnh phần thứ nhất này đủ để ngưng tụ một phần phần thứ nhất;

(b) phương tiện tách (12) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt (10) để tiếp nhận phần thứ nhất đã được ngưng tụ một phần (32a) và tách phần thứ nhất đã ngưng tụ một phần này 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 dòng hơi này đến áp suất thấp hơn, phương tiện làm giãn nở thứ hai (15) được tiếp tục nối với phương tiện hấp thụ thứ hai (118d) để cấp dòng hơi đã giãn nở (34a) dưới dạng nguyên liệu dưới đáy thứ nhất vào đó; và

(d) phương tiện làm giãn nở thứ tư (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 ít nhất một phần (40) của ít nhất một dòng chất lỏng này đến áp suất thấp hơn, phương tiện làm giãn nở thứ tư (17) được tiếp tục nối với phương tiện hấp thụ thứ hai (118d) để cấp dòng chất lỏng đã được giãn nở (40a) 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 truyền nhiệt và chuyển khối (118e) 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 (10) được tiếp tục nối với phương tiện trộn bổ sung để tiếp nhận dòng hỗn hợp (38) và làm lạnh dòng hỗn hợp này 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 (10) để tiếp nhận dòng hỗn hợp đã được ngưng tụ gần như hoàn toàn (38a) và làm giãn nở dòng hỗn hợp đã được ngưng tụ gần như hoàn toàn (38a) đến áp suất thấp hơn;

(d) các phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) và thứ hai (118d) 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 được cấp vào giữa các phương tiện hấp thụ thứ nhất (118c) và thứ hai (118d); và

(e) phương tiện làm giãn nở thứ tư (17) được nối với phương tiện tách (12) để tiếp nhận phần còn lại bất kỳ (40) của ít nhất một dòng chất lỏng (35) và làm giãn nở phần còn lại bất kỳ của ít nhất một dòng chất lỏng đến áp suất thấp hơn, phương tiện làm giãn nở thứ tư (17) được tiếp tục nối với phương tiện hấp thụ thứ hai (118d) để cấp dòng chất lỏng đã được giãn nở (40a) dưới dạng nguyên liệu dưới đáy bể sung.

26. Thiết bị theo điểm 21, trong đó:

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

(2) thiết bị xử lý (118) được nối với phương tiện làm giãn nở thứ ba (22) để tiếp nhận dòng chất lỏng đã được giãn nở (40a) và hướng nó đi vào giữa các vùng phía trên và dưới của phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e).

27. Thiết bị theo điểm 22, trong đó:

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

(2) thiết bị xử lý (118) được nối với phương tiện làm giãn nở thứ ba (22) để tiếp nhận dòng chất lỏng đã được giãn nở (40a) và hướng nó đi vào giữa các vùng phía trên và dưới của phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e).

28. Thiết bị theo điểm 24, trong đó:

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

(2) thiết bị xử lý (118) được nối với phương tiện làm giãn nở thứ ba (22) để tiếp nhận dòng chất lỏng đã được giãn nở (40a) và hướng nó đi vào giữa các vùng phía trên và dưới của phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e).

29. Thiết bị theo điểm 25, trong đó:

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

(2) thiết bị xử lý (118) được nối với phương tiện làm giãn nở thứ ba (22) để tiếp nhận dòng chất lỏng đã được giãn nở (40a) và hướng nó đi vào giữa các vùng phía trên và dưới của phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e).

30. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28 hoặc 29, trong đó phương tiện tách (118f) được lắp trong thiết bị xử lý (118).

31. Thiết bị theo điểm 20, trong đó:

(1) phương tiện thu gom khí (118f) 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 (118f), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung này gồm có một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường làm lạnh bên ngoài;

(3) phương tiện thu gom khí (118f) được nối với phương tiện trộn để tiếp nhận dòng khí đã được làm lạnh (31a) và hướng 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 lắp phù hợp để được nối với phương tiện thu gom khí (118f) để tiếp nhận dòng khí đã được làm lạnh tiếp (34) và chia tách nó thành các dòng thứ nhất (36) và thứ hai (39).

32. Thiết bị theo điểm 23, trong đó:

(1) phương tiện thu gom khí (118f) 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 (118f), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung này gồm có một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường làm lạnh bên ngoài;

(3) phương tiện thu gom khí (118f) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt (10) để tiếp nhận phần thứ nhất đã được làm lạnh (32a) và hướng 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 lắp phù hợp để được nối với phương tiện thu gom khí (118f) để tiếp nhận phần thứ nhất đã được làm lạnh tiếp (34) và làm giãn nở nó đến áp suất thấp hơn, phương tiện làm giãn nở thứ hai (15) được tiếp tục nối với phương tiện hấp thụ thứ hai (118d) để cấp phần thứ nhất đã được làm lạnh tiếp và giãn nở (34a) dưới dạng nguyên liệu dưới đáy vào đó.

33. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28 hoặc 29, trong đó:

(1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung được bố trí bên trong phương tiện tách (12), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung này gồm có 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 bổ sung này để được làm lạnh bằng môi trường làm lạnh bên ngoài để tạo thành lượng chất ngưng tụ bổ sung; và

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

34. Thiết bị theo điểm 30, trong đó:

(1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung được bố trí bên trong phương tiện tách (12), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung gồm có 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 bổ sung này để được làm lạnh bằng môi trường làm lạnh bên ngoài để tạo thành lượng chất ngưng tụ bổ sung; và

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

35. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31 hoặc 32, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e) gồm có một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để hỗ trợ sự gia nhiệt được cung cấp bởi phần thứ hai (33) để cắt tách các thành phần dễ bay hơi hơn ra khỏi dòng chất lỏng chung cất.

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

37. Thiết bị theo điểm 33, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e) gồm có một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để hỗ trợ sự gia nhiệt được cung cấp bởi phần thứ hai (33) để cắt tách các thành phần dễ bay hơi hơn ra khỏi dòng chất lỏng chung cất.

38. Thiết bị theo điểm 34, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118e) gồm có một hoặc nhiều rãnh dùng cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để hỗ trợ sự gia nhiệt được cung cấp bởi phần thứ hai để cắt tách các thành phần dễ bay hơi hơn ra khỏi dòng chất lỏng chung cất.

+

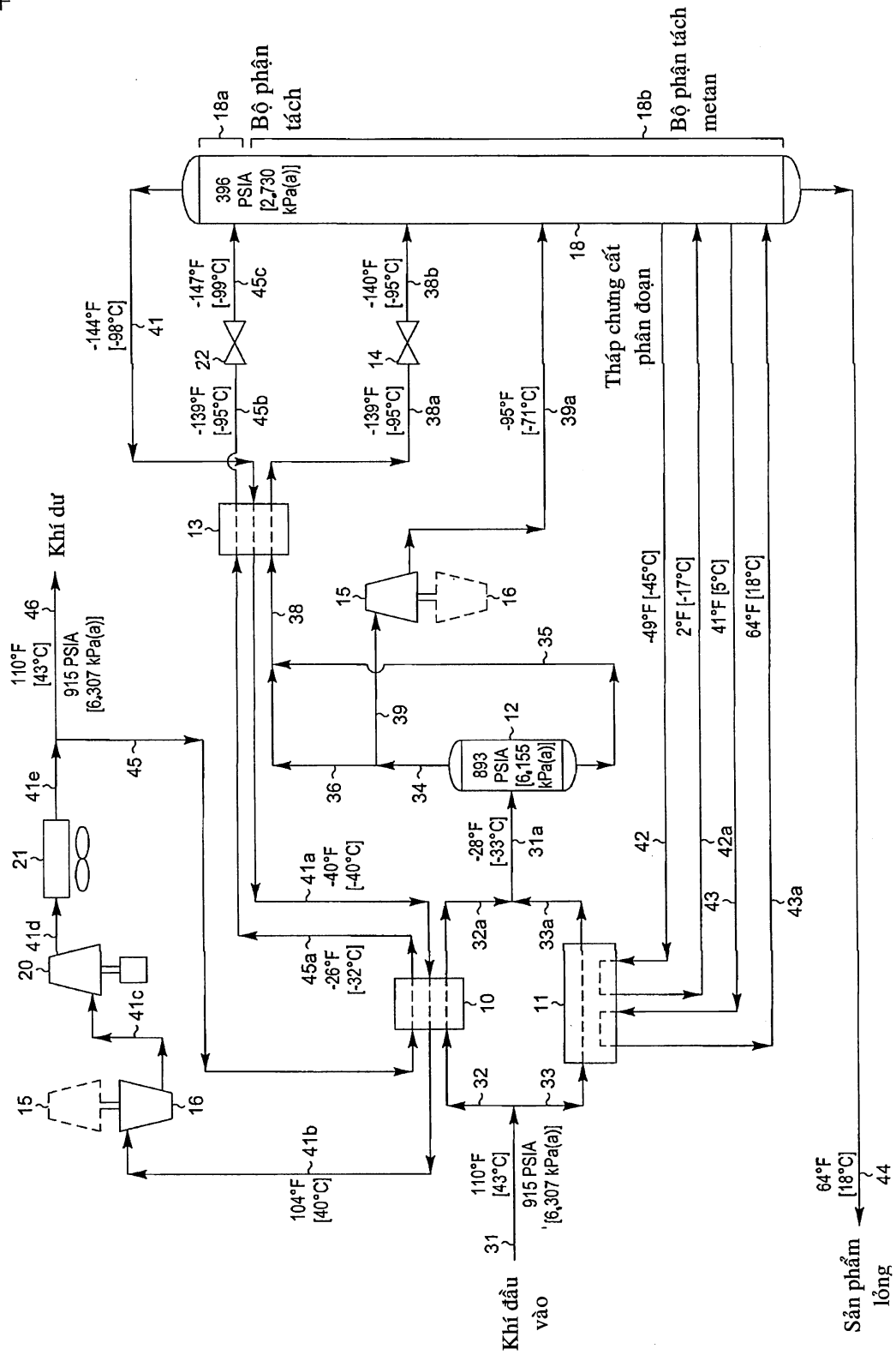


FIG. 1

Giải pháp kỹ thuật đã biết

+

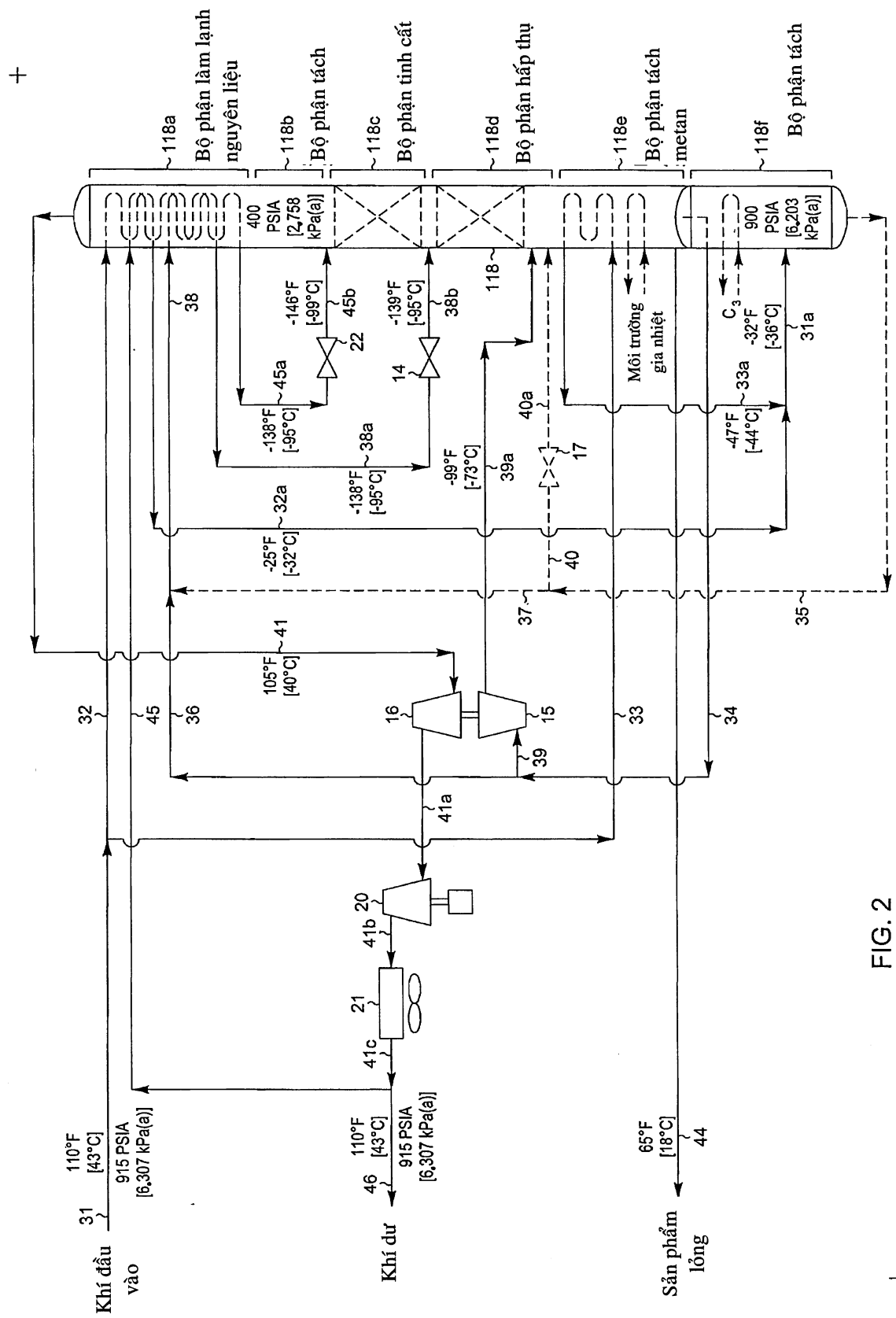


FIG. 2

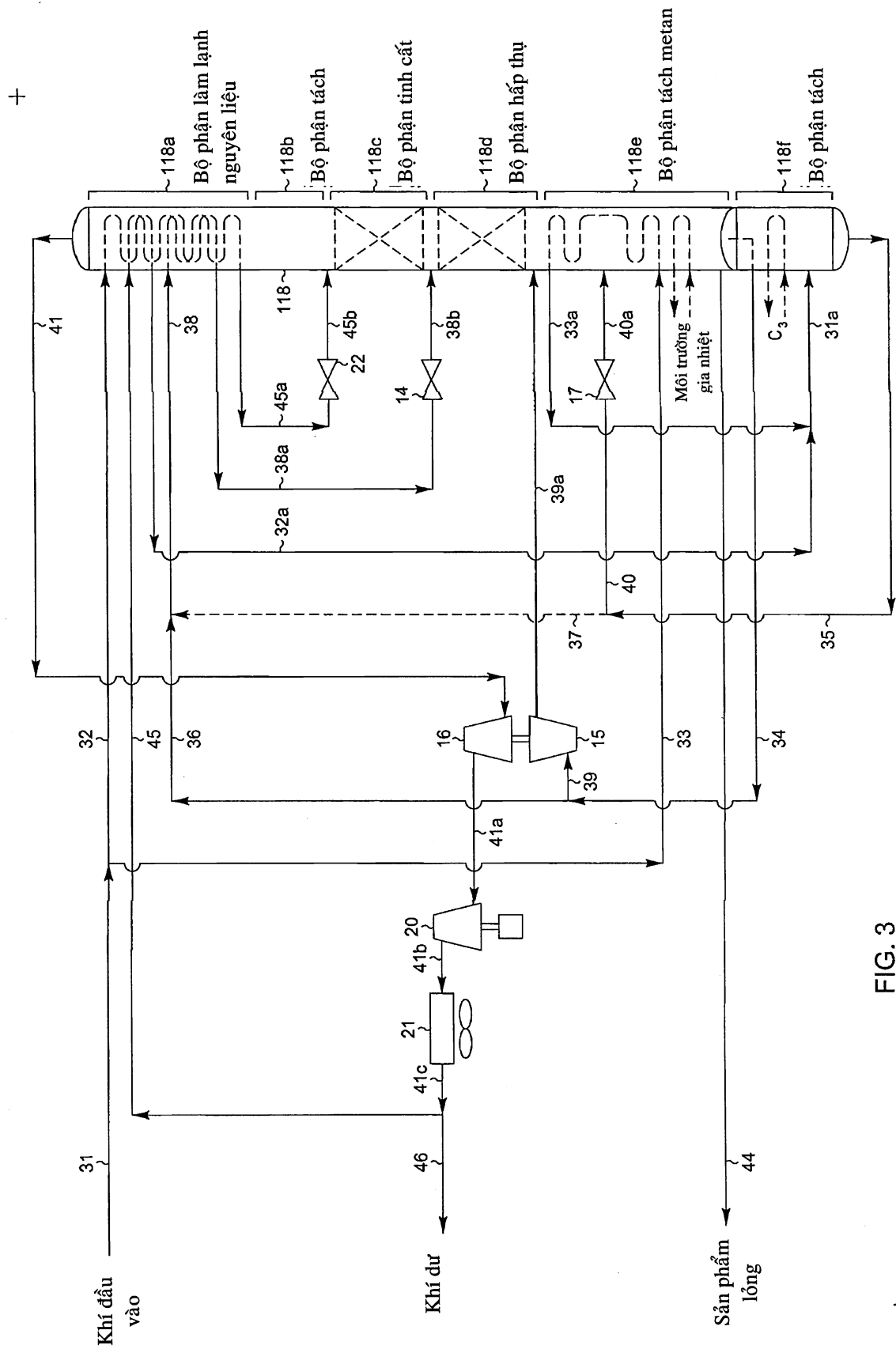


FIG. 3

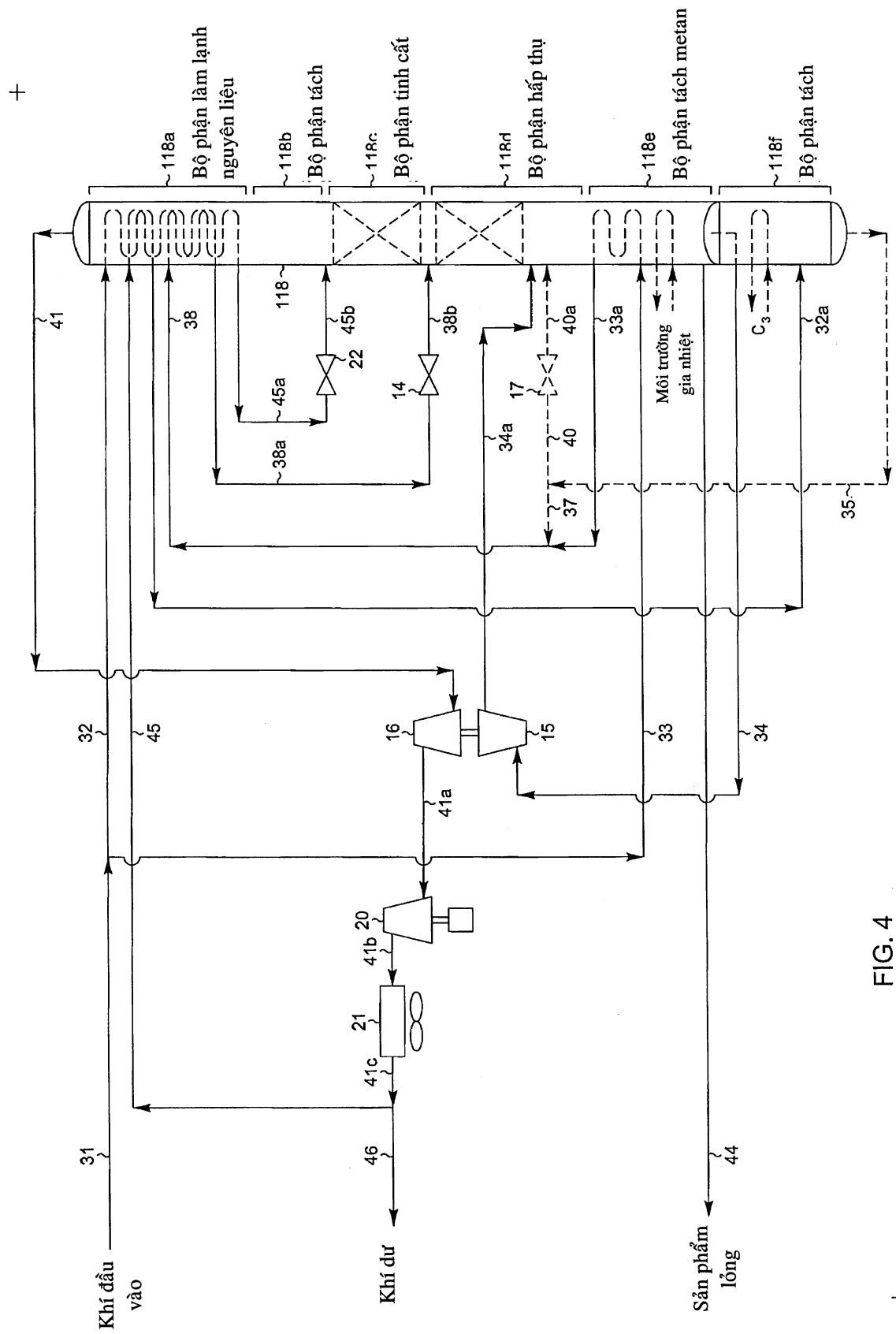


FIG. 4

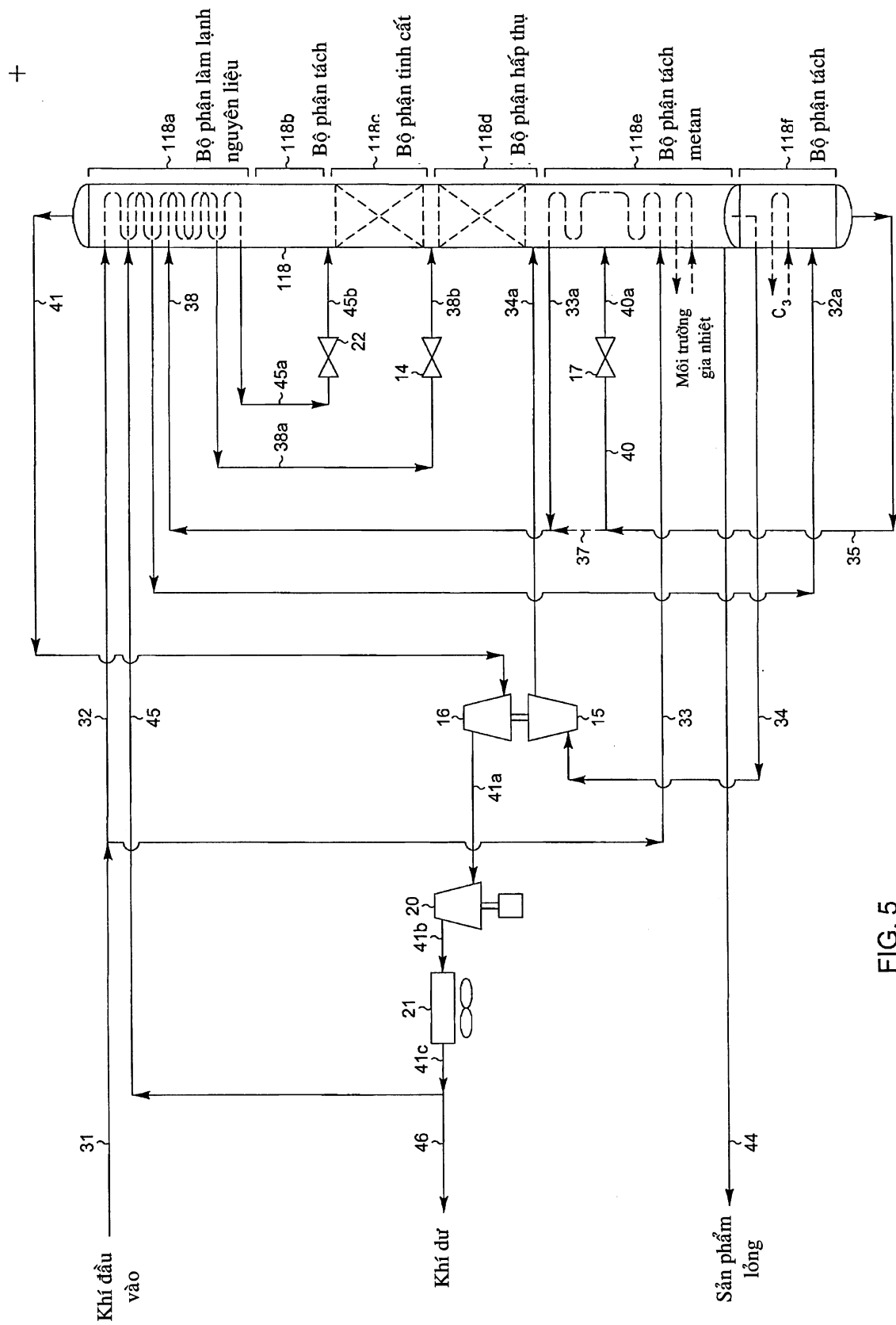


FIG. 5

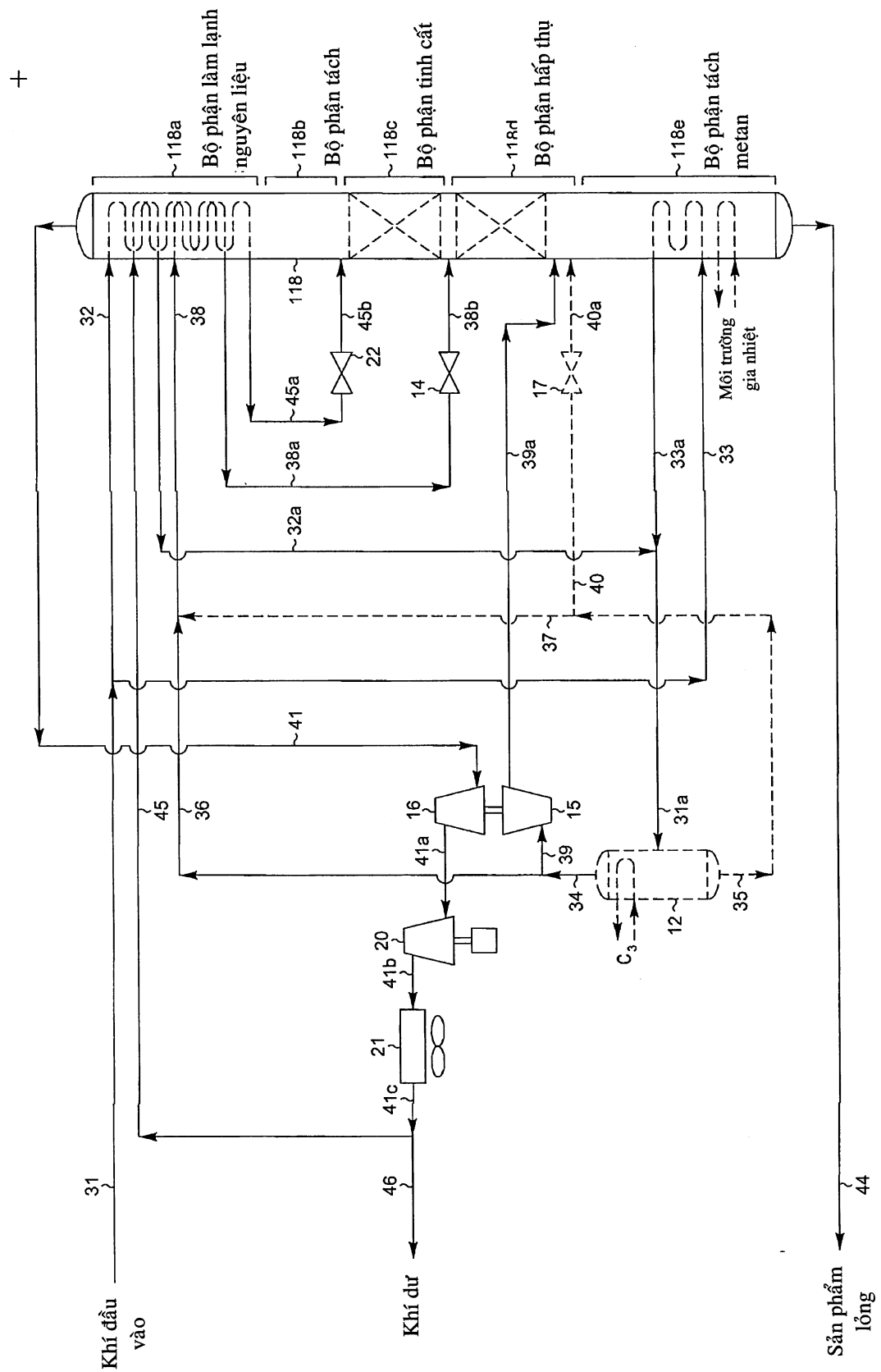


FIG. 6

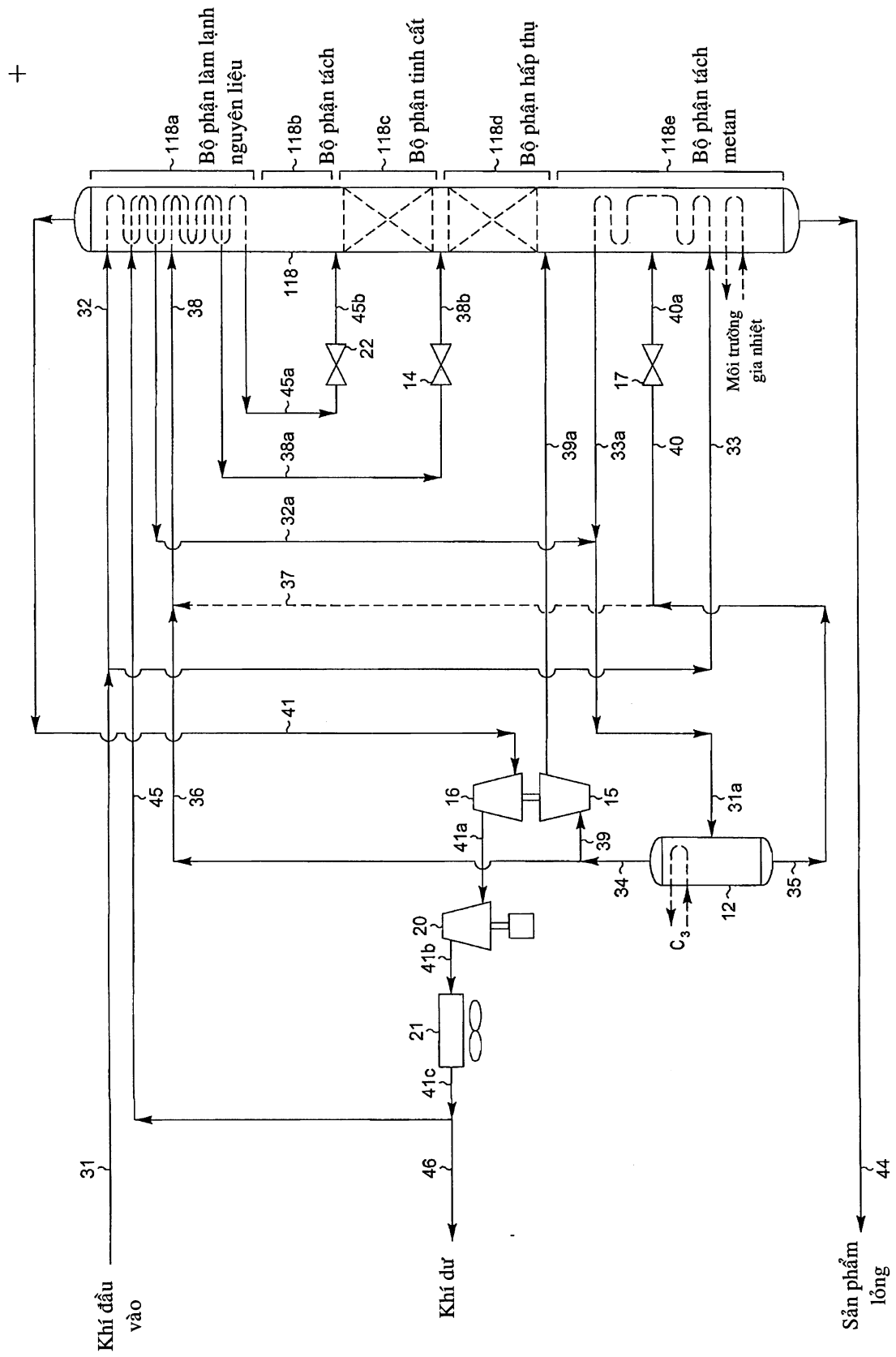


FIG. 7

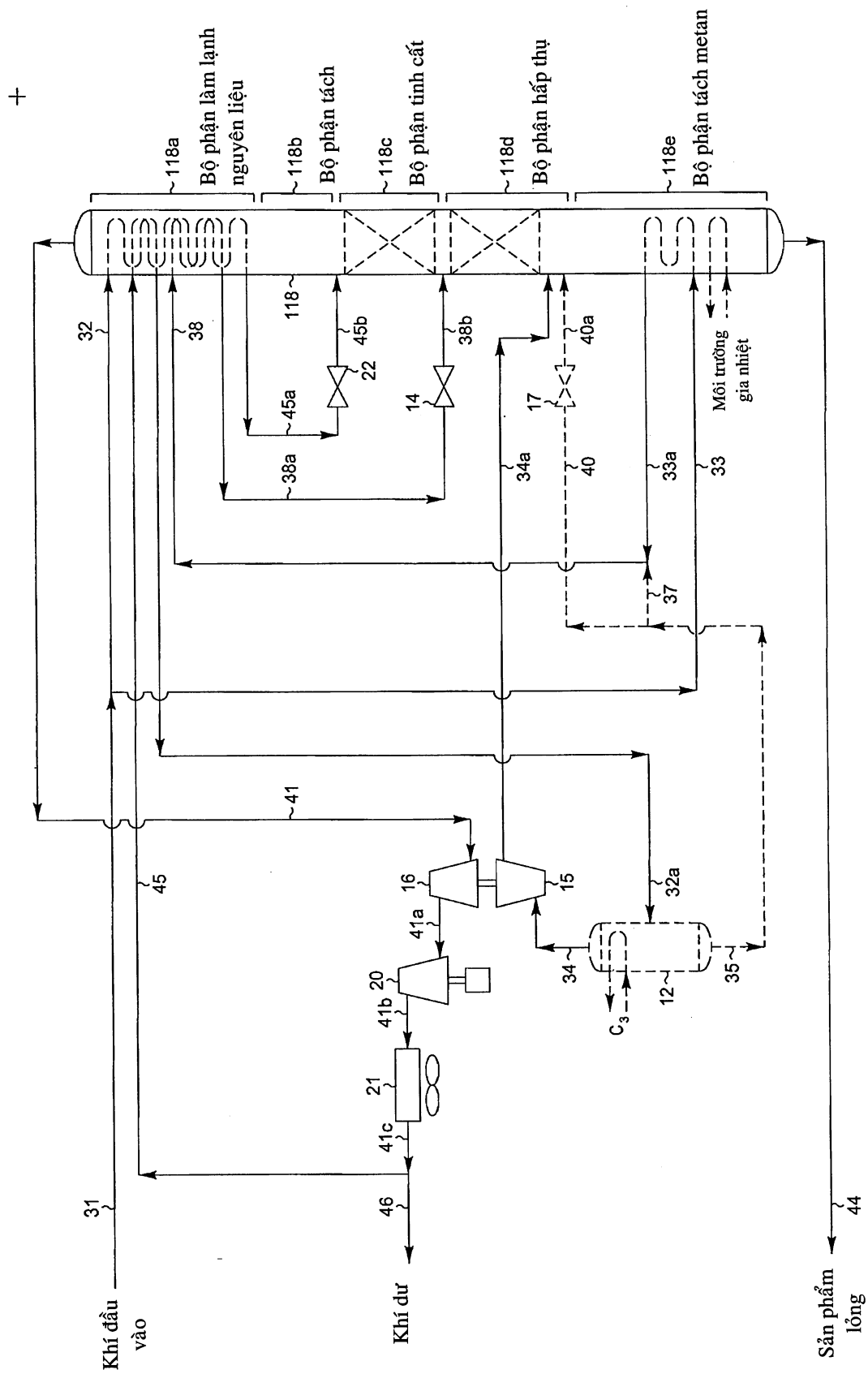


FIG. 8

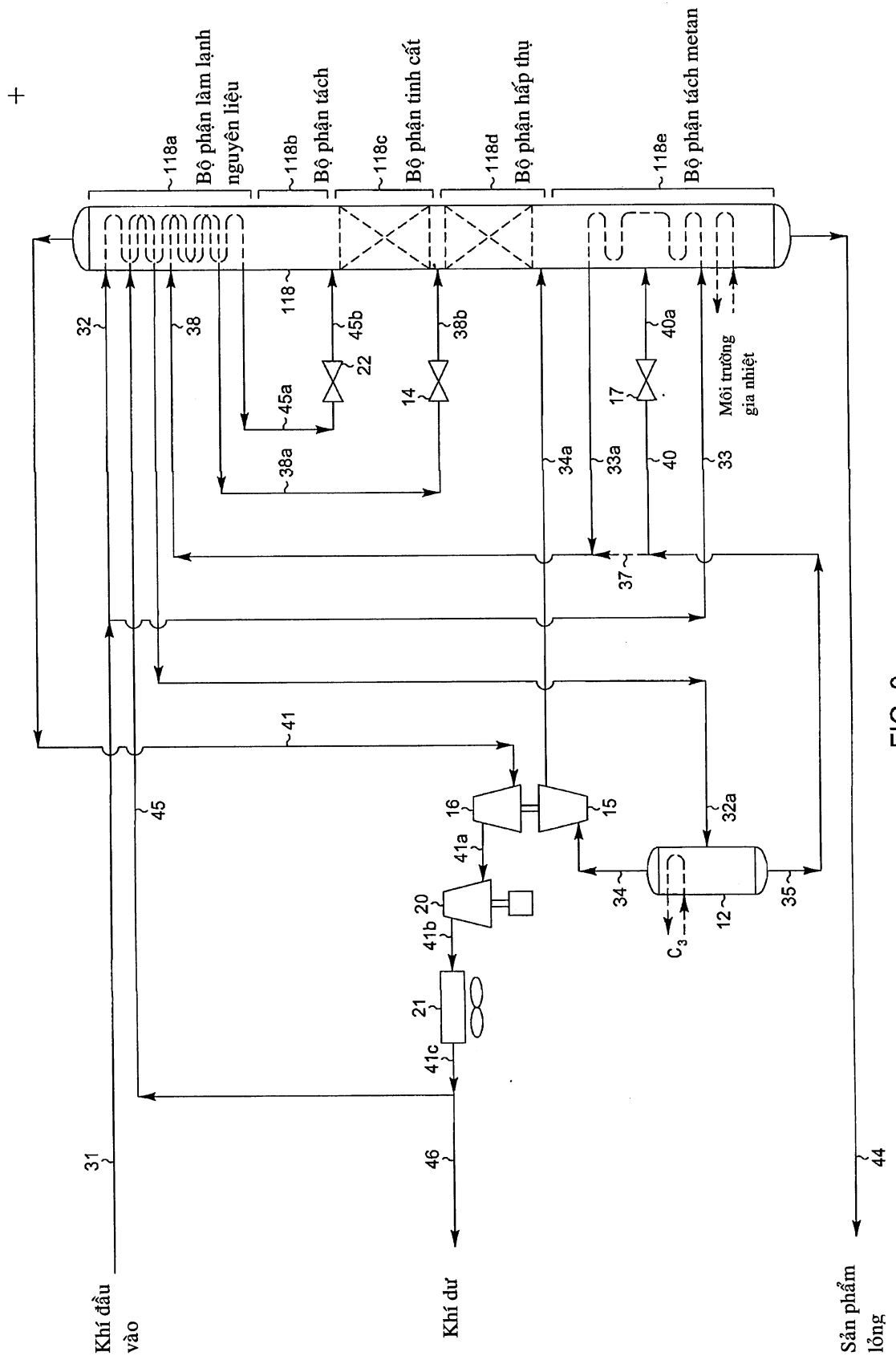


FIG. 9

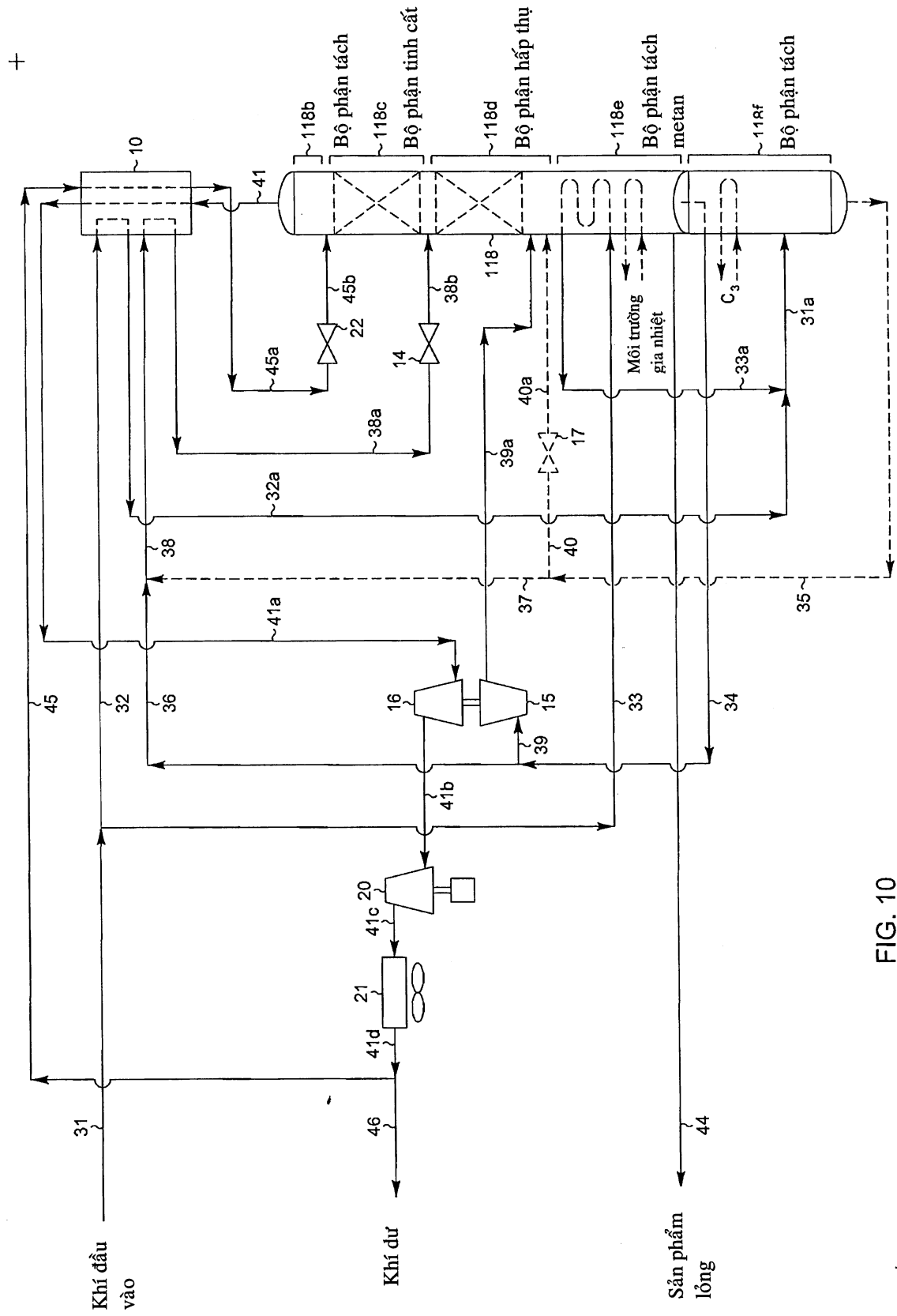


FIG. 10

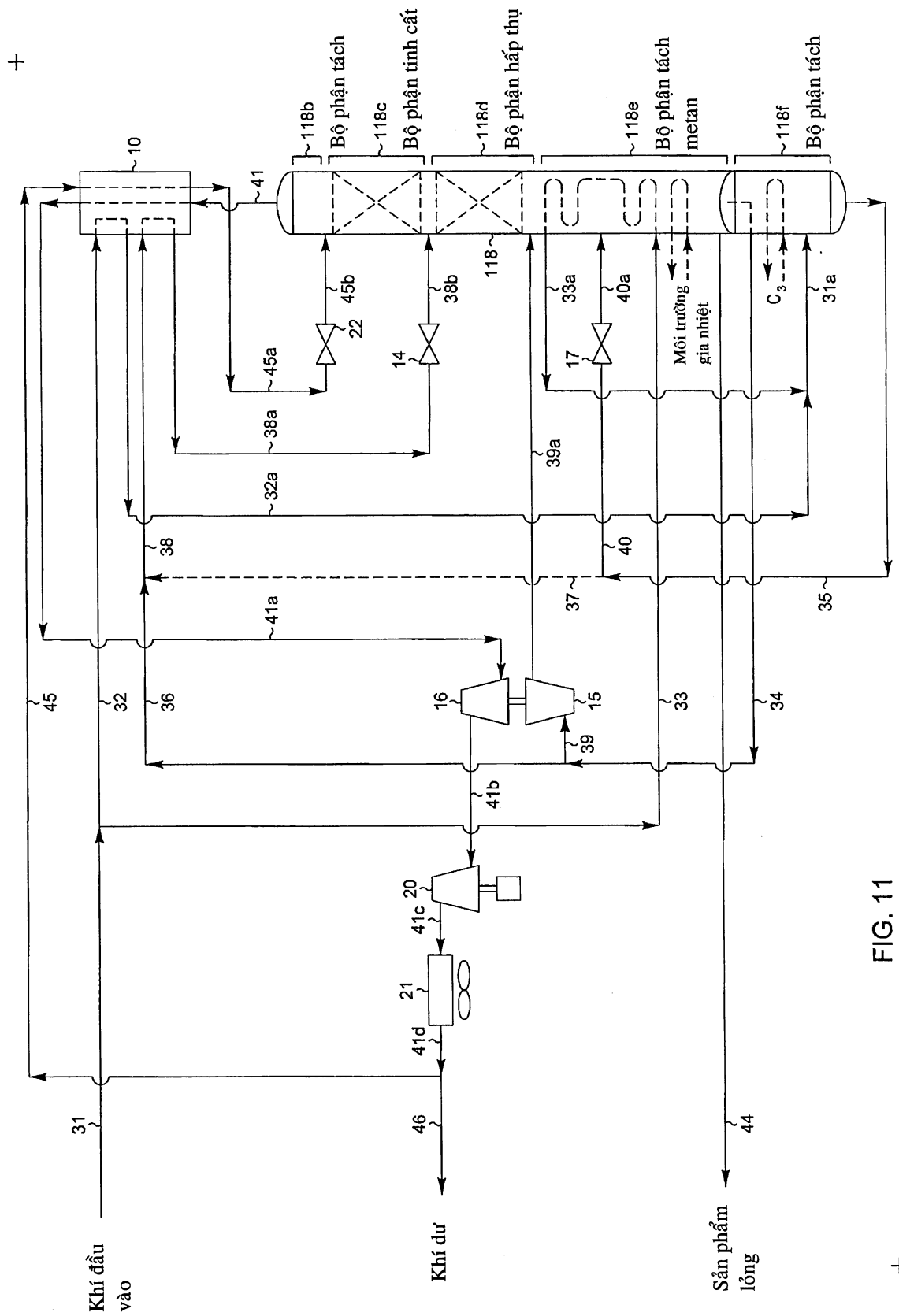


FIG. 11

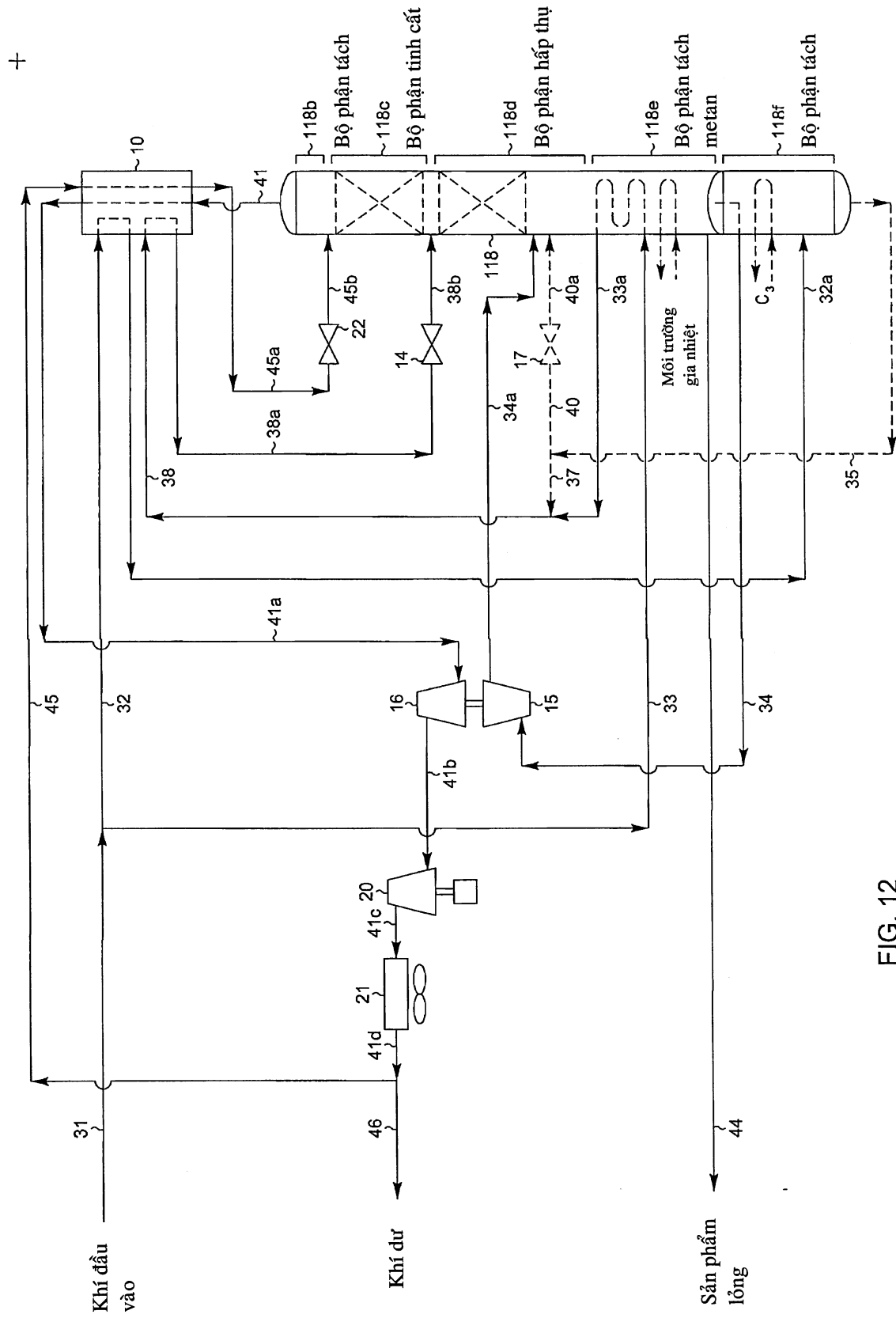


FIG. 12

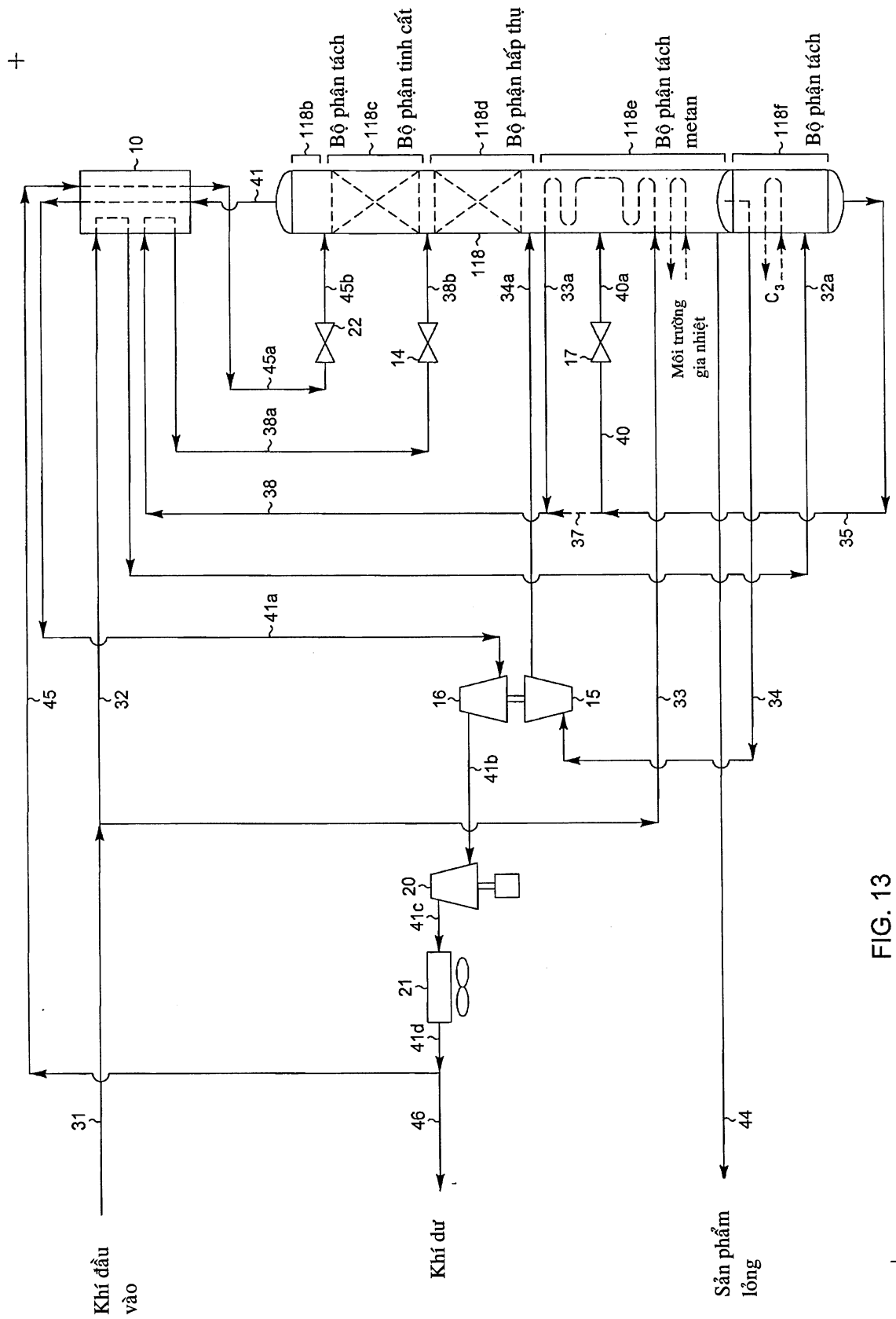


FIG. 13

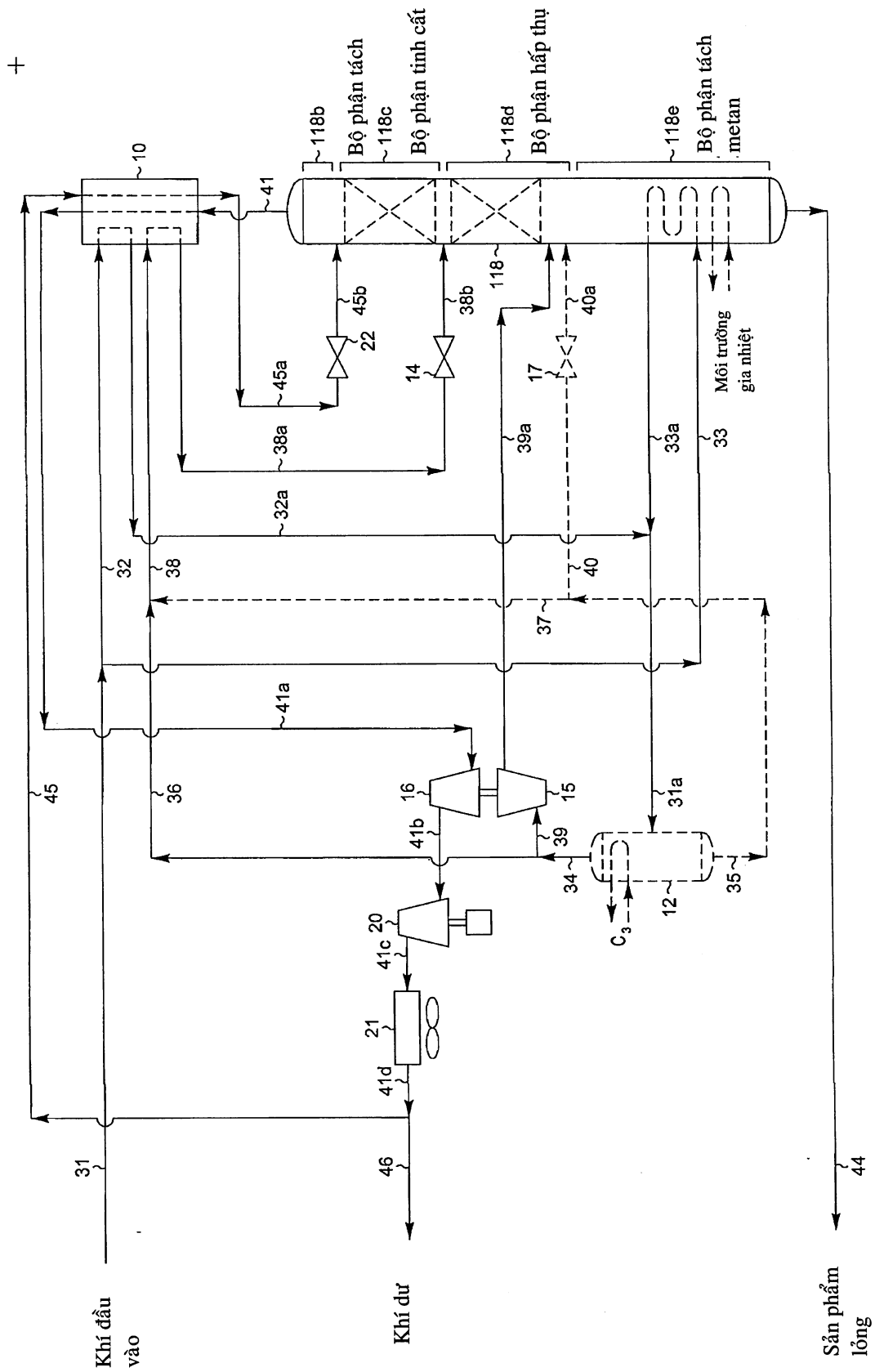


FIG. 14

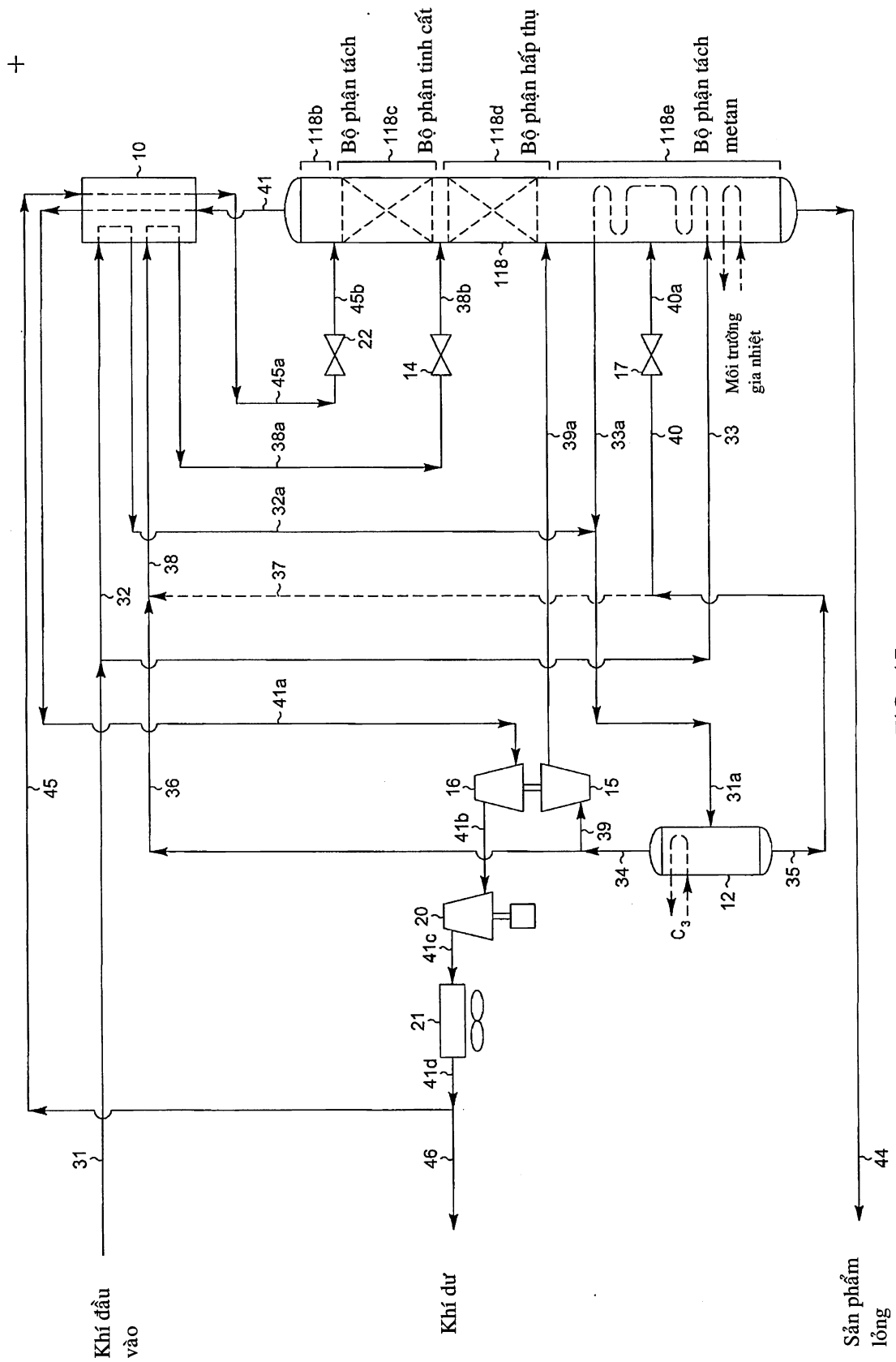


FIG. 15

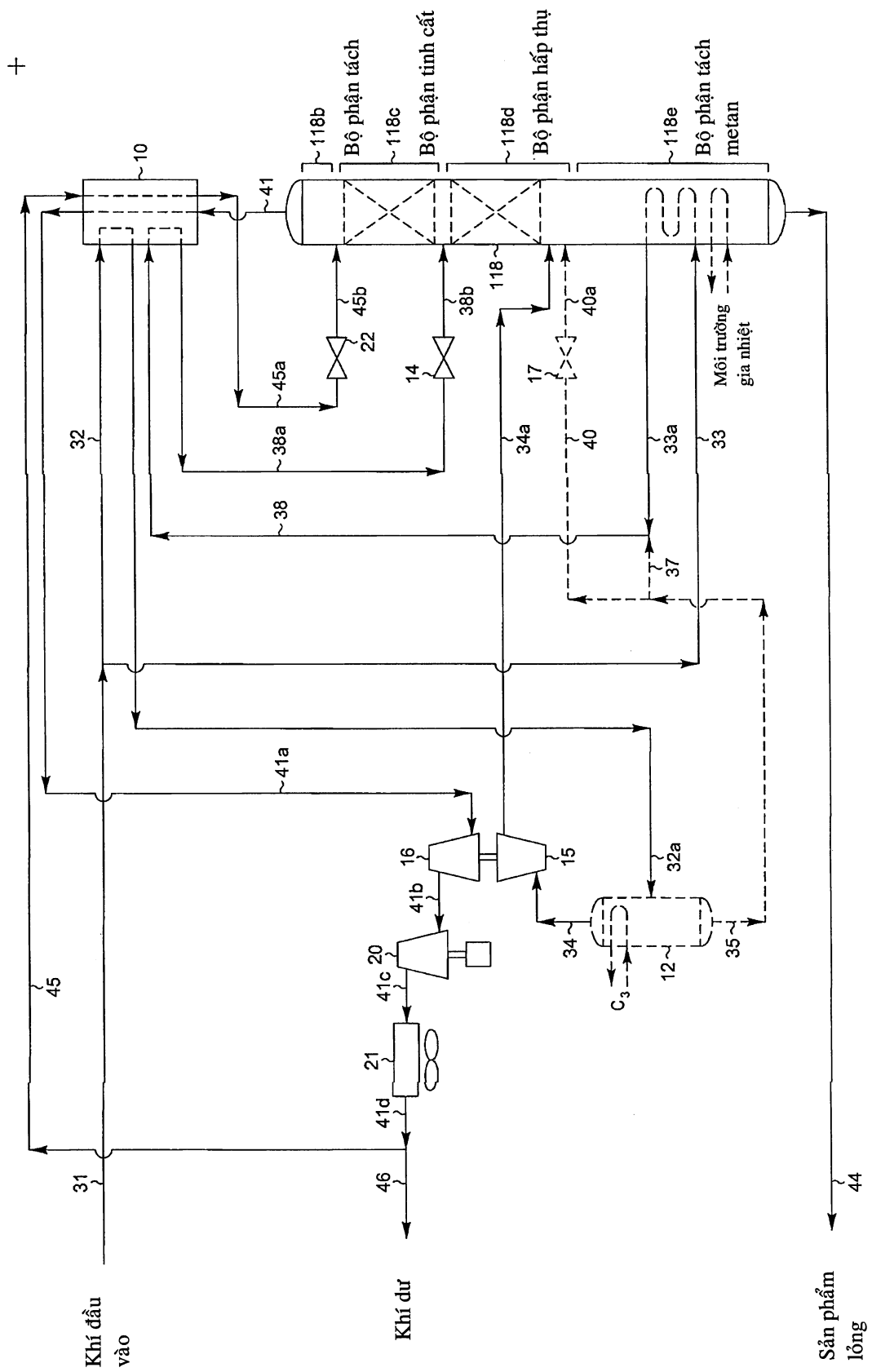


FIG. 16

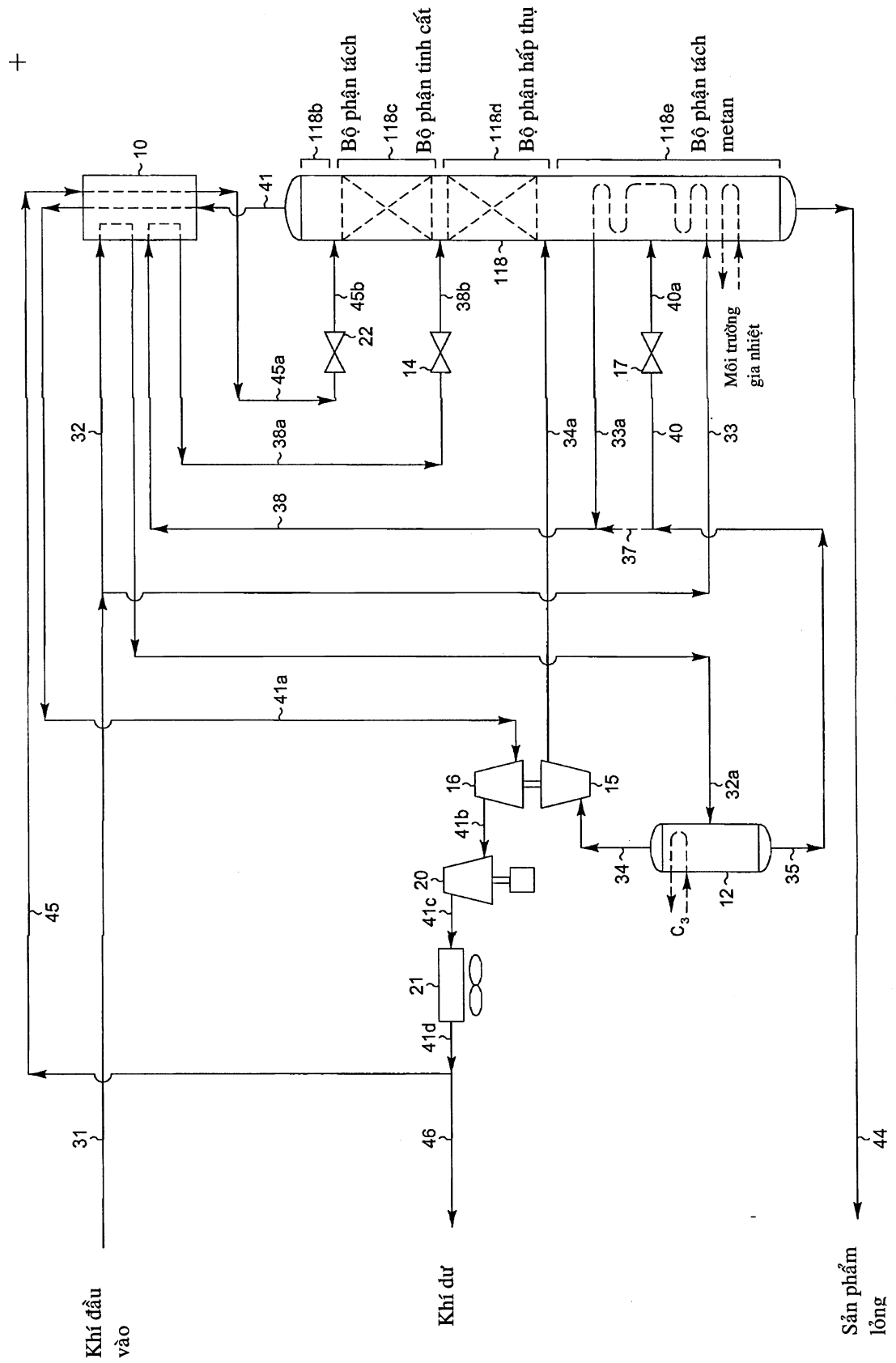


FIG. 17