



(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)



1-0023896

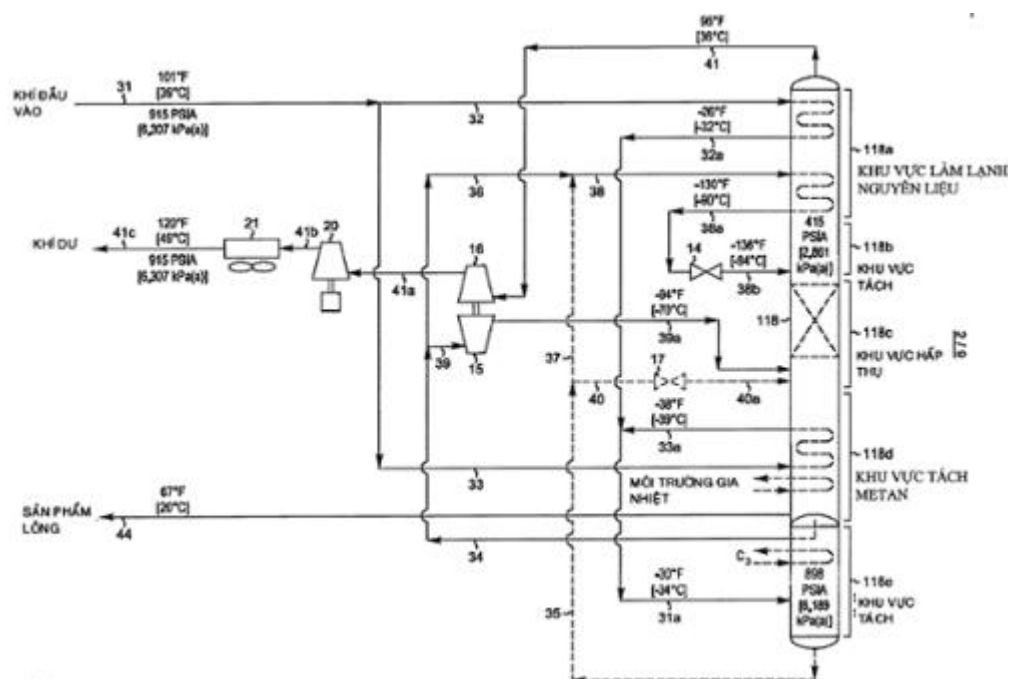
(51)⁷ F25J 3/00

(13) B

- (21) 1-2011-02052 (22) 19/01/2010
(86) PCT/US2010/021364 19/01/2010 (87) WO2010/096223A1 26/08/2010
(30) 12/372,604 17/02/2009 US; 61/186,361 11/06/2009 US
(45) 25/06/2020 387 (43) 26/12/2011 285A
(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, USA.
(72) JOHNKE, Andrew, F. (US); WILKINSON, John, D. (US); CUELLAR, Kyle, T.
(US); LEWIS, W., Larry (US); LYNCH, Joe, T. (US); HUDSON, Hank, M. (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 để thu hồi etan, etylen, propan, propylen và các thành phần hydrocacbon nặng hơn từ dòng khí hydrocacbon trong thiết bị xử lý nhỏ gọn. Dòng khí này được làm lạnh và phân chia thành dòng thứ nhất và dòng thứ hai. Dòng thứ nhất được làm lạnh thêm để ngưng tụ gần như toàn bộ nó, sau đó được làm giãn nở đến áp suất thấp hơn và được cung cấp dưới dạng nguyên liệu đỉnh vào phương tiện hấp thụ bên trong thiết bị xử lý. Dòng thứ hai cũng được làm giãn nở đến áp suất thấp hơn và được cung cấp dưới dạng nguyên liệu đáy vào phương tiện hấp thụ. Dòng hơi chưng cất được thu gom từ vùng trên của phương tiện hấp thụ và được dẫn vào một hoặc nhiều phương tiện trao đổi nhiệt bên trong thiết bị xử lý để gia nhiệt nó trong khi làm lạnh dòng khí này và dòng thứ nhất. Dòng chất lỏng chưng cất được thu gom từ vùng dưới của phương tiện hấp thụ và được dẫn vào phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bên trong thiết bị xử lý để gia nhiệt nó và cất tách ra các thành phần dễ bay hơi của nó trong khi làm lạnh dòng khí này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

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

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Etylen, etan, propylen, propan, và/hoặc các hydrocacbon nặng hơn có thể được thu hồi từ một loạt chất khí, như, khí tự nhiên, khí nhà máy lọc 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 có một tỷ lệ lớn metan và etan, tức là metan và etan kết hợp lại chiếm ít nhất 50 phần trăm mol của khí này. Khí tự nhiên cũng chứa lượng ít hơn tương đối gồm các hydrocacbon nặng hơn như propan, butan, pentan, và các chất tương tự, cũng như hydro, nitơ, cacbon đioxit và các khí khác.

Nhìn chung, sáng chế đề cập đến việc thu hồi etylen, etan, propylen, propan, và các hydrocacbon nặng hơn từ các dòng khí như vậy. Phân tích thành phần điển hình của dòng khí sẽ được xử lý 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 chứa hai nguyên tử cacbon khác, 1,7% propan và các thành phần chứa ba nguyên tử cacbon khác, 0,3% iso-butan, 0,5% n-butan, và 0,8% pentan cộng, phần còn lại là nitơ và cacbon đioxit. Đôi khi, các khí chứa lưu huỳnh cũng có mặt.

Những biến động có tính chu kỳ trước đây về giá cả của cả khí tự nhiên và các thành phần khí tự nhiên dạng lỏng (natural gas liquid-NGL) của nó đã đôi lúc làm giảm giá trị gia tăng của etan, etylen, propan, propylen, và các thành phần nặng hơn dưới dạng sản phẩm lỏng. Điều này đã tạo ra nhu cầu về những quy trình mà có thể cho phép thu hồi hiệu quả hơn đối với những sản phẩm này và nhu cầu về những quy trình mà có thể cho phép thu hồi hiệu quả với vốn đầu tư thấp hơn. Các quy trình sẵn có dùng để tách các nguyên liệu này bao gồm các quy trình trên cơ sở làm mát và làm lạnh chất khí, hấp thụ dầu, và hấp thụ dầu đã được làm lạnh. Ngoài ra, các quy trình nhiệt độ thấp đã trở nên thông dụng bởi vì tính khả dụng của thiết bị về mặt kinh tế đó là tạo ra năng lượng trong khi đồng thời giãn nở nhiệt và thu hồi nhiệt từ khí đang được xử lý. Tùy 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, mỗi một quy trình trong số các quy trình này hoặc dạng kết hợp của chúng có thể được sử dụng.

Nhìn chung, hiện nay quy trình làm giãn nở ở nhiệt độ thấp được ưu tiên cho việc thu hồi khí tự nhiên dạng lỏng bởi vì nó cực kỳ đơn giản ở việc dễ dàng khởi động, linh hoạt trong vận hành, hiệu suất cao, tính an toàn, và độ tin cậy cao. 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 cấp lại số 33,408; và các đơn đang thẩm định số 11/430,412; 11/839,693; 11/971,491; và 12/206,230 đề cập đến các quy trình có liên quan (mặc dù, trong một số trường hợp, bản mô tả của sáng chế này được dựa vào các điều kiện xử lý khác với những điều kiện được mô tả trong các patent Mỹ được trích dẫn).

Trong một quy trình thu hồi bằng cách làm giãn nở ở nhiệt độ thấp điển hình, dòng khí nạp vào bằng áp suất được làm lạnh bằng quá trình trao đổi nhiệt với các dòng khác của quy trình này và/hoặc các nguồn làm lạnh bên ngoài như hệ thống nén-làm lạnh propan. Khi khí này được làm lạnh, các chất lỏng có thể được ngưng tụ và gom trong một hoặc nhiều thiết bị tách ở dạng chất lỏng áp suất cao chứa một số thành phần gồm nhiều hơn hai nguyên tử cacbon mong muốn. Tùy thuộc vào độ giàu của khí và lượng chất lỏng hình thành, chất lỏng áp suất cao có thể được làm giãn nở đến áp suất thấp hơn và được cắt phân đoạn. Hiện tượng bay hơi xảy ra trong suốt quá trình làm giãn nở các chất lỏng gây ra quá trình làm lạnh thêm đối với dòng này. Trong một số điều kiện, việc làm lạnh sơ bộ các chất lỏng áp suất cao trước khi làm giãn nở có thể cần thiết để hạ thấp thêm nhiệt độ hình thành từ quá trình giãn nở. Dòng được làm giãn nở, bao gồm hỗn hợp của chất lỏng và hơi, được cắt phân đoạn trong cột chưng cất (thiết bị tách metan hoặc thiết bị tách etan). Trong cột này, (các) dòng được làm lạnh bằng giãn nở được chưng cất để tách metan dư, nitơ, và các khí dễ bay hơi khác ở dạng hơi ở đỉnh cột khỏi các thành phần chứa hai nguyên tử cacbon, các thành phần chứa ba nguyên tử cacbon, và các thành phần hydrocacbon nặng hơn mong muốn ở dạng sản phẩm lỏng ở đáy, hoặc

để tách metan dư, các thành phần chứa hai nguyên tử cacbon, nitơ, và các khí dễ bay hơi khác ở dạng hơi ở đỉnh cột khỏi thành phần chứa ba nguyên tử cacbon và các thành phần hydrocacbon nặng hơn mong muốn ở dạng sản phẩm lỏng ở đáy.

Nếu khí nạp vào không được ngưng tụ hoàn toàn (thông thường, nó không được ngưng tụ), hơi còn lại từ quá trình ngưng tụ một phần có thể được tách thành hai dòng. Một phần hơi được cho đi qua động cơ hoặc máy làm giãn nở sinh công, hoặc van làm giãn nở, đến mức áp suất thấp hơn mà tại đó các chất lỏng bổ sung được ngưng tụ do kết quả của sự làm lạnh thêm đối với dòng này. Áp suất sau khi giãn nở thì về cơ bản tương tự với áp suất vận hành cột chưng cất. Pha hơi-pha lỏng kết hợp hình thành từ quá trình làm giãn nở được cung cấp ở dạng nguyên liệu vào cột này.

Phần còn lại của hơi được làm lạnh cho đến khi có hiện tượng ngưng tụ cơ bản bằng quá trình trao đổi nhiệt với dòng quy trình khác, ví dụ phần đỉnh tháp cất phân đoạn lạnh. Một số hoặc tất cả các chất lỏng áp suất cao có thể được kết hợp với phần hơi này trước khi làm lạnh. Sau đó, làm giãn nở dòng được làm lạnh thu được thông qua thiết bị làm giãn nở thích hợp, như van làm giãn nở, đến mức áp suất vận hành thiết bị tách metan. Trong suốt quá trình giãn nở, một phần chất lỏng sẽ hóa hơi, gây ra hiện tượng làm lạnh toàn bộ dòng này. Sau đó, dòng đã được làm giãn nở nhanh được cung cấp ở dạng nguyên liệu đỉnh vào thiết bị tách metan. Thông thường, phần hơi của dòng được làm giãn nở nhanh và hơi phần đỉnh thiết bị tách metan kết hợp lại trong khu vực tách trên trong tháp cất phân đoạn ở dạng khí sản phẩm metan dư. Theo cách khác, có thể cấp dòng được làm giãn nở và được làm lạnh vào thiết bị tách để tạo ra dòng hơi và dòng chất lỏng. Hơi được kết hợp với phần đỉnh tháp và chất lỏng được cung cấp vào cột ở dạng nguyên liệu đỉnh cột.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế sử dụng các phương tiện mới để thực hiện một cách hiệu quả hơn các bước khác nhau được mô tả trên đây và sử dụng ít trang thiết bị hơn. Điều này được thực hiện bằng cách kết hợp những thiết bị riêng biệt đã biết trong một thiết bị chung, nhờ đó làm giảm không gian cần thiết cho nhà máy xử lý và làm giảm chi phí đầu tư của cơ sở này. Thật ngạc nhiên là, các chủ đơn đã phát hiện ra rằng sự sắp xếp nhỏ gọn hơn cũng làm giảm một cách đáng kể mức tiêu thụ năng lượng cần

thiết để đạt được mức thu hồi đã cho, nhờ đó làm tăng tính hiệu quả xử lý và làm giảm chi phí vận hành của cơ sở này. Ngoài ra, sự sắp xếp nhỏ gọn hơn cũng loại bỏ nhiều hệ thống ống dẫn được sử dụng để nối các chi tiết thiết bị riêng biệt trong các kiểu nhà máy truyền thống, làm giảm thêm chi phí đầu tư và đồng thời loại bỏ các mối nối hệ thống ống có bích đi kèm. Vì bích của hệ thống ống là nguồn gây rò rỉ tiềm tàng đối với các hydrocacbon (chúng là những hợp chất hữu cơ dễ bay hơi, VOC, chất này đóng góp vào các khí nhà kính và cũng có thể là tiền chất của quá trình hình thành ozon khí quyển), việc loại bỏ các mép bích này làm giảm nguy cơ về khí thải vào khí quyển mà có thể tác hại đến môi trường.

Theo sáng chế, phát hiện được rằng có thể đạt được các mức thu hồi các thành phần chứa hai nguyên tử cacbon cao hơn 88%. Tương tự, trong trường hợp không muốn thu hồi thành phần chứa hai nguyên tử cacbon, thì có thể duy trì các mức thu hồi các thành phần chứa ba nguyên tử cacbon cao hơn 93%. Ngoài ra, về cơ bản sáng chế cho phép tách 100% metan (hoặc các thành phần chứa hai nguyên tử cacbon) và các thành phần nhẹ hơn khỏi các thành phần chứa hai nguyên tử cacbon (hoặc các thành phần chứa ba nguyên tử cacbon) và các thành phần nặng hơn với yêu cầu về năng lượng thấp hơn so với công nghệ hiện có trong lĩnh vực này trong khi duy trì cùng một mức thu hồi. Mặc dù sáng chế có thể áp dụng được ở áp suất thấp hơn và nhiệt độ ẩm hơn, nhưng sáng chế đặc biệt thuận lợi khi xử lý các khí dầu vào nằm trong khoảng từ 400 đến 1500 psia [2.758 đến 10.342 kPa(a)] hoặc cao hơn dưới các điều kiện đòi hỏi nhiệt độ phần đỉnh cột thu hồi NGL là -50°F [-46°C] hoặc lạnh hơn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để hiểu rõ hơn về sáng chế, có thể tham khảo những ví dụ và hình vẽ dưới đây, trong đó:

FIG. 1 là sơ đồ của nhà máy xử lý khí tự nhiên của công nghệ hiện có trong lĩnh vực này theo Patent Mỹ số 4,157,904;

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

FIG. 3 đến FIG. 9 là các sơ đồ minh họa các phương án thay thế khác của việc ứng dụng sáng chế cho dòng khí tự nhiên.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần giải thích dưới đây về các hình vẽ nêu trên đây, các bảng được đưa ra để tóm tắt về các tốc độ dòng chảy được tính cho các điều kiện xử lý tiêu biểu. Trong các bảng xuất hiện ở đây, các trị số của tốc độ dòng chảy (tính bằng mol trên giờ) đã được làm tròn thành số nguyên gần nhất cho thuận tiện. Tổng tốc độ dòng được thể hiện trong các bảng bao gồm tất cả các thành phần không phải là hydrocacbon và vì vậy, về tổng thể lớn hơn tổng của các tốc độ dòng của các thành phần hydrocacbon. Nhiệt độ được nêu ra là những giá trị xấp xỉ được làm tròn thành mức độ gần nhất. Cũng cần phải lưu ý rằng các phép tính thiết kế quy trình được thực hiện cho mục đích so sánh các quy trình được mô tả trên các hình vẽ là dựa trên giả thiết là không có sự rò rỉ nhiệt từ (hoặc vào) môi trường xung quanh vào (hoặc từ) quy trình này. Chất lượng của vật liệu cách nhiệt có bán trên thị trường làm cho giả thiết này trở nên rất hợp lý và rằng nó thường được chuyên gia trong lĩnh vực này.

Để thuận tiện, các thông số quy trình được thể hiện theo cả đơn vị Anh truyền thống và theo các đơn vị của hệ đơn vị quốc tế (Système International d'Unités-SI). Tốc độ dòng chảy tính theo mol được đưa ra trong các bảng cũng có thể được hiểu là pao mol trên giờ hoặc kilogam mol trên giờ. Mức tiêu thụ năng lượng được thể hiện ở dạng mã lực (HP) và/hoặc nghìn đơn vị nhiệt lượng Anh trên giờ (MBTU/Hr) tương ứng với các tốc độ dòng chảy theo mol tính bằng pao mol trên giờ nêu trên. Mức tiêu thụ năng lượng được thể hiện ở dạng kilôoát (kW) tương ứng với các tốc độ dòng chảy theo mol tính bằng kilogam mol trên giờ nêu trên.

Mô tả giải pháp kỹ thuật đã biết

FIG. 1 là sơ đồ của quy trình thể hiện thiết kế của nhà máy xử lý để thu hồi các thành phần chứa nhiều hơn hai nguyên tử cacbon từ khí tự nhiên bằng cách sử dụng công nghệ hiện có trong lĩnh vực này theo patent Mỹ số 4,157,904. Trong dạng mô phỏng 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 nồng độ hợp chất lưu huỳnh mà ngăn cản các dòng sản phẩm đạt được các tính năng kỹ thuật, thì các hợp chất lưu huỳnh được loại ra bằng phương pháp xử lý sơ bộ thích hợp đối với khí đầu vào (không được minh họa). Ngoài ra, dòng đầu vào thường được loại nước

để ngăn ngừa hiện tượng tạo hydrat (nước đá) trong các điều kiện nhiệt độ thấp. Chất làm khô dạng rắn thường được sử dụng vì mục đích này.

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

Hơi (dòng 34) từ thiết bị tách 12 được chia ra thành hai dòng, 36 và 39. Dòng 36, chứa 32% tổng lượng hơi, được kết hợp với chất lỏng của thiết bị tách (dòng 35), và dòng kết hợp 38 đi qua thiết bị trao đổi nhiệt 13 có trao đổi nhiệt với khí dư lạnh (dòng 41), tại đây nó được làm lạnh cho đến khi có hiện tượng ngưng tụ về cơ bản. Sau đó, dòng được ngưng tụ về cơ bản thu được 38a ở -131°F [-90°C] được làm giãn nở nhanh thông qua van làm giãn nở 14 đến áp suất vận hành (xấp xỉ 410 psia [2.827 kPa(a)]) của tháp cất phân đoạn 18. Trong suốt quá trình giãn nở, một phần dòng này được làm bay hơi, gây ra hiện tượng làm lạnh toàn bộ dòng này. Trong quy trình được minh họa trên Fig.1, dòng được làm giãn nở 38b rời khỏi van làm giãn nở 14 đạt đến nhiệt độ là -137°F [-94°C] và được cung cấp vào khu vực tách 18a trong vùng trên của tháp cất phân đoạn 18. Các chất lỏng được tách trong đó trở thành nguyên liệu đỉnh đi vào khu vực tách metan 18b.

68% hơi còn lại từ thiết bị tách 12 (dòng 39) đi vào máy làm giãn nở sinh công 15 mà trong đó năng lượng cơ được trích xuất từ phần này của nguyên liệu áp suất cao. Máy 15 làm giãn nở hơi về cơ bản đẳng entropy đến áp suất vận hành thấp, mà việc giãn nở sinh công này làm lạnh dòng được làm giãn nở 39a đến nhiệt độ xấp xỉ -97°F [-72°C]. Các thiết bị làm giãn nở có bán trên thị trường tiêu biểu có khả năng thu hồi xấp xỉ 80-85% công là khả dụng về phương diện lý thuyết trong việc giãn nở đẳng entropy lý tưởng. Thông thường, công đã được thu hồi được sử dụng để dẫn động thiết bị nén ly tâm (như chi tiết 16) mà có thể được sử dụng để, ví

dự, tái nén khí dư (dòng 41b). Sau đó, dòng được làm giãn nở và ngưng tụ một phần 39a được cung cấp ở dạng nguyên liệu vào tháp cất phân đoạn 18 ở điểm cấp liệu giữa cột.

Thiết bị tách metan trong tháp 18 là cột chưng cất thông thường chứa các đĩa được đặt cách nhau theo chiều thẳng đứng, một hoặc nhiều tầng vật liệu đệm, hoặc một số dạng kết hợp của các đĩa và vật liệu đệm. Như vẫn diễn ra trong nhà máy xử lý khí tự nhiên, tháp cất phân đoạn có thể bao gồm hai khu vực. Khu vực trên 18a là thiết bị tách trong đó nguyên liệu đỉnh đã được làm bay hơi một phần được chia ra thành phần hơi và phần chất lỏng tương ứng của nó, và trong đó hơi đi lên từ khu vực chưng cất hoặc khu vực tách metan dưới 18b được kết hợp với phần hơi của nguyên liệu đỉnh để tạo hơi phần đỉnh thiết bị tách metan lạnh (dòng 41) mà thoát khỏi phần đỉnh của tháp ở -136°F [-93°C]. Khu vực tách metan dưới 18b chứa các đĩa và/hoặc vật liệu đệm và đem lại sự tiếp xúc cần thiết giữa các chất lỏng rơi xuống và hơi bay lên. Khu vực tách metan 18b còn bao gồm các nồi đun sôi lại (như, nồi đun sôi lại và nồi đun sôi lại bên cạnh được mô tả trên đây) mà gia nhiệt và làm bay hơi một phần các chất lỏng chảy xuống cột để tạo ra hơi cất tách mà chảy lên cột để cất tách sản phẩm lỏng, dòng 44, của metan và các thành phần nhẹ hơn.

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

Bản tóm tắt về các tốc độ dòng chảy và sự tiêu thụ năng lượng của quy trình được minh họa trên Fig.1 thì được thể hiện trong bảng dưới đây:

Bảng I

(Fig. 1)

Tóm tắt về dòng chảy của dòng - pao 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	8.404	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

Các mức thu hồi*

Etan	88,54%
Propan	97,70%
Butan+	99,65%

Năng lượng

Sức nén khí dư	5.174	HP	[8.506	kW]
----------------	-------	----	---------	-----

* (Dựa trên các tốc độ dòng chảy chưa được làm tròn số)

FIG. 2 minh họa sơ đồ của quy trình theo sáng chế. Thành phần khí nguyên liệu và các điều kiện được xem xét trong quy trình này được thể hiện trên FIG. 2 thì tương tự như đối với trên FIG.1. Do vậy, quy trình trên FIG. 2 có thể được so với quy trình trên FIG. 1 để minh họa các ưu điểm của sáng chế.

Trong dạng mô phỏng của quy trình trên FIG. 2, khí đầu vào đi vào nhà máy ở dạng dòng 31 và được chia ra thành hai phần, các dòng 32 và 33. Phần thứ nhất, dòng 32, đi vào phương tiện trao đổi nhiệt trong vùng trên của khu vực làm lạnh nguyên liệu 118a bên trong thiết bị xử lý 118. Phương tiện trao đổi nhiệt này có thể bao gồm thiết bị trao đổi nhiệt dạng lá tản nhiệt và ống, thiết bị trao đổi nhiệt loại tấm, thiết bị trao đổi nhiệt dạng nhôm tráng đồng, hoặc các loại thiết bị truyền nhiệt khác, gồm có thiết bị trao đổi nhiệt nhiều rãnh lưu thông và/hoặc thiết bị trao đổi nhiệt đa công năng. Các phương tiện trao đổi nhiệt được tạo kết cấu để đem lại sự trao đổi nhiệt giữa dòng 32 chảy qua một rãnh của phương tiện trao đổi nhiệt và dòng hơi chưng cất đi lên từ khu vực tách 118b bên trong thiết bị xử lý 118 mà đã được gia nhiệt trong phương tiện trao đổi nhiệt trong vùng dưới của khu vực làm lạnh nguyên liệu 118a. Dòng 32 được làm lạnh trong khi gia nhiệt thêm dòng hơi chưng cất, với dòng 32a rời khỏi phương tiện trao đổi nhiệt ở -26°F [-32°C].

Phần thứ hai, dòng 33, đi vào phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối trong khu vực tách metan 118d bên trong thiết bị xử lý 118. Phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối này cũng có thể bao gồm thiết bị trao đổi nhiệt dạng lá tản nhiệt và ống, thiết bị trao đổi nhiệt loại tấm, thiết bị trao đổi nhiệt dạng nhôm tráng đồng, hoặc các loại thiết bị truyền nhiệt khác, gồm có thiết bị trao đổi nhiệt nhiều rãnh lưu thông và/hoặc thiết bị trao đổi nhiệt đa công năng. Phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối được tạo kết cấu để đem lại sự trao đổi nhiệt giữa dòng 33 chảy thông qua một rãnh của phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối và dòng chất lỏng chưng cất chảy xuống từ khu vực hấp thụ 118c bên trong thiết bị xử lý 118, sao cho dòng 33 được làm lạnh trong khi gia nhiệt dòng chất lỏng chưng cất, làm lạnh dòng 33a xuống -38°F [-39°C] trước khi nó rời khỏi phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối. Khi dòng chất lỏng chưng cất được gia nhiệt, một phần của nó được làm bay hơi để tạo hơi cất tách đi lên khi chất lỏng còn lại tiếp tục chảy xuống qua phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối. Phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối tạo ra sự tiếp xúc liên tục giữa hơi cất tách và dòng chất lỏng chưng cất sao cho nó cũng hoạt

động để đem lại sự chuyển khối giữa pha hơi và pha lỏng, cắt tách dòng sản phẩm lỏng 44 chứa metan và các thành phần nhẹ hơn.

Các dòng 32a và 33a tái kết hợp để tạo dòng 31a, dòng này đi vào khu vực tách 118e bên trong thiết bị 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 đã được ngưng tụ (dòng 35). Khu vực tách 118e có đầu tách trong hoặc các phương tiện khác để phân chia nó từ khu vực tách metan 118d, sao cho hai khu vực bên trong thiết bị xử lý 118 có thể hoạt động ở các mức áp suất khác nhau.

Hơi (dòng 34) từ khu vực tách 118e được chia thành hai dòng, 36 và 39. Dòng 36, chứa 32% tổng lượng hơi, được kết hợp với chất lỏng được tách (dòng 35, thông qua dòng 37), và dòng kết hợp 38 đi vào phương tiện trao đổi nhiệt trong vùng dưới của khu vực làm lạnh nguyên liệu 118a bên trong thiết bị xử lý 118. Tương tự, phương tiện trao đổi nhiệt này có thể bao gồm thiết bị trao đổi nhiệt dạng lá tản nhiệt và ống, thiết bị trao đổi nhiệt loại tấm, thiết bị trao đổi nhiệt dạng nhôm tráng đồng, hoặc các loại thiết bị truyền nhiệt khác, gồm có thiết bị trao đổi nhiệt nhiều rãnh lưu thông và/hoặc thiết bị trao đổi nhiệt đa công năng. Các phương tiện trao đổi nhiệt được tạo kết cấu để đem lại sự trao đổi nhiệt giữa dòng 38 chảy thông qua một rãnh của các phương tiện trao đổi nhiệt và dòng hơi chung cất đi lên từ khu vực tách 118b, sao cho dòng 38 được làm lạnh cho đến khi có hiện tượng ngưng tụ về cơ bản trong khi gia nhiệt dòng hơi chung cất.

Sau đó, dòng được ngưng tụ về cơ bản thu được 38a ở -130°F [-90°C] được làm giãn nở nhanh thông qua van làm giãn nở 14 đến áp suất vận hành (xấp xỉ 415 psia [2.861 kPa(a)]) của khu vực hấp thụ 118c bên trong thiết bị xử lý 118. Trong suốt quá trình giãn nở, một phần dòng này được làm bay hơi, gây ra hiện tượng làm lạnh toàn bộ dòng này. Trong quy trình được minh họa trên FIG. 2, dòng được làm giãn nở 38b rời khỏi van làm giãn nở 14 đạt đến nhiệt độ là -136°F [-94°C] và được cung cấp vào khu vực tách 118b bên trong thiết bị xử lý 118. Các chất lỏng được tách trong đó được dẫn đến khu vực hấp thụ 118c, trong khi hơi còn lại kết hợp với hơi đi lên từ khu vực hấp thụ 118c để tạo dòng hơi chung cất mà được gia nhiệt trong khu vực làm lạnh 118a.

68% hơi còn lại từ khu vực tách 118e (dòng 39) đi vào máy làm giãn nở sinh công 15 mà trong đó năng lượng cơ được trích xuất từ phần này của nguyên liệu áp suất cao. Máy 15 làm giãn nở hơi về cơ bản đẳng entropy đến áp suất vận hành của khu vực hấp thụ 118c, mà việc giãn nở sinh công này làm lạnh dòng được làm giãn nở 39a đến nhiệt độ là xấp xỉ -94°F [-70°C]. Sau đó, dòng được làm giãn nở và ngưng tụ một phần 39a được cung cấp ở dạng nguyên liệu vào vùng dưới của khu vực hấp thụ 118c bên trong thiết bị xử lý 118.

Khu vực hấp thụ 118c chứa các đĩa được đặt cách nhau theo chiều thẳng đứng, một hoặc nhiều tầng vật liệu đệm, hoặc một số dạng kết hợp của các đĩa và vật liệu đệm. Các đĩa và/hoặc vật liệu đệm trong khu vực hấp thụ 118c tạo ra sự tiếp xúc cần thiết giữa hơi bay lên và chất lỏng lạnh rơi xuống. Phần chất lỏng của dòng đã được làm giãn nở 39a hòa lẫn với các chất lỏng rơi xuống từ khu vực hấp thụ 118c và chất lỏng đã được kết hợp tiếp tục rơi vào khu vực tách metan 118d. Hơi cất tách đi lên từ khu vực tách metan 118d kết hợp với phần hơi của dòng đã được làm giãn nở 39a và đi lên qua khu vực hấp thụ 118c, để được tiếp xúc với chất lỏng lạnh rơi xuống để làm ngưng tụ và hấp thụ thành phần chứa hai nguyên tử cacbon, thành phần chứa ba nguyên tử cacbon, và các thành phần nặng hơn từ các hơi này.

Chất lỏng chung cất chảy xuống từ phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối trong khu vực tách metan 118d bên trong thiết bị xử lý 118 đã được cất tách metan và các thành phần nhẹ hơn. Sản phẩm lỏng thu được (dòng 44) thoát khỏi vùng dưới của khu vực tách metan 118d và rời khỏi thiết bị xử lý 118 ở 67°F [20°C]. Dòng hơi chung cất đi lên từ khu vực tách 118b được làm ấm lên trong khu vực làm lạnh nguyên liệu 118a khi nó đem lại sự làm lạnh cho các dòng 32 và 38 như được mô tả trên đây, và dòng khí dư thu được 41 rời khỏi thiết bị xử lý 118 ở 96°F [36°C]. Sau đó, khí dư được tái nén trong hai giai đoạn, thiết bị nén 16 được dẫn động bằng máy làm giãn nở 15 và thiết bị nén 20 được dẫn động bằng nguồn năng lượng bổ sung. Sau khi dòng 41b được làm lạnh xuống 120°F [49°C] trong thiết bị làm lạnh xả ra 21, sản phẩm khí dư (dòng 41c) chảy vào đường ống khí thương phẩm ở 915 psia [6.307 kPa(a)].

Bản tóm tắt về các tốc độ dòng chảy và sự tiêu thụ năng lượng của quy trình được minh họa trên FIG. 2 thì được trình bày trong bảng dưới đây:

Bảng II

(FIG. 2)

Tóm tắt về dòng chảy của dòng - pao 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

Các mức 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 các tốc độ dòng chảy chưa được làm tròn số)

Việc so sánh các bảng I và II cho thấy sáng chế về cơ bản duy trì được cùng một mức thu hồi với công nghệ hiện có trong lĩnh vực này. Tuy nhiên, so sánh thêm

về các bảng I và II cho thấy đã thu được sản lượng sản phẩm bằng cách sử dụng ít năng lượng hơn một cách đáng kể so với công nghệ hiện có trong lĩnh vực này. Về phương diện hiệu suất thu hồi (được xác định bằng lượng etan được thu hồi trong mỗi đơn vị năng lượng), sáng chế đem lại mức cải thiện gần 7% so với công nghệ hiện có trong lĩnh vực này của quy trình trên FIG.1.

Mức cải thiện về hiệu suất thu hồi do sáng chế đem lại so với hiệu suất thu hồi của công nghệ hiện có trong lĩnh vực này của quy trình trên FIG.1 thì chủ yếu do hai yếu tố. Trước tiên, sự sắp xếp nhỏ gọn của các phương tiện trao đổi nhiệt trong khu vực làm lạnh nguyên liệu 118a và phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối trong khu vực tách metan 118d trong thiết bị xử lý 118 loại bỏ độ tụt áp do hệ thống đường ống kết nối gây ra mà được phát hiện thấy tại nhà máy xử lý thông thường. Kết quả là phần khí nguyên liệu chảy đến máy làm giãn nở 15 là ở áp suất cao hơn trong sáng chế này so với công nghệ hiện có trong lĩnh vực này, cho phép máy làm giãn nở 15 theo sáng chế sản xuất nhiều năng lượng với áp suất đầu ra cao hơn do máy làm giãn nở 15 theo công nghệ hiện có trong lĩnh vực này có thể tạo ra áp suất đầu ra thấp hơn. Vì vậy, khu vực hấp thụ 118c trong thiết bị xử lý 118 của sáng chế có thể vận hành ở mức áp suất cao hơn cột cất phân đoạn 18 của công nghệ hiện có trong lĩnh vực này trong khi duy trì cùng một mức thu hồi. Mức áp suất vận hành cao hơn này, cộng với mức giảm về hiện tượng tụt áp của khí dư do loại bỏ được hệ thống ống nối, tạo ra áp suất cao hơn một cách đáng kể cho khí dư đi vào thiết bị nén 20, nhờ đó làm giảm được năng lượng mà sáng chế cần để phục hồi khí dư về áp suất đường ống.

Thứ hai là, việc sử dụng phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối trong khu vực tách metan 118d để gia nhiệt một cách đồng thời chất lỏng chung cất rời khỏi khu vực hấp thụ 118c trong khi cho phép các hơi thu được tiếp xúc với chất lỏng và cất tách các thành phần dễ bay hơi của nó thì hiệu quả hơn việc sử dụng cột chưng cất thông thường có các nồi đun sôi lại bên ngoài. Các thành phần dễ bay hơi được cất tách khỏi chất lỏng một cách liên tục, làm giảm nồng độ của các thành phần dễ bay hơi trong hơi cất tách nhanh hơn và nhờ đó, cải thiện được hiệu suất cất tách của sáng chế.

Ngoài mức tăng về hiệu suất xử lý ra, sáng chế còn đem lại hai ưu điểm khác so với công nghệ hiện có trong lĩnh vực này. Trước tiên, sự sắp xếp nhỏ gọn của thiết bị xử lý 118 của sáng chế thay thế năm loại thiết bị tách biệt theo công nghệ hiện có trong lĩnh vực này (các thiết bị trao đổi nhiệt 10, 11 và 13; thiết bị tách 12; và tháp cất phân đoạn 18 trên Fig.1) bằng một loại thiết bị (thiết bị xử lý 118 trên FIG. 2). Điều này làm giảm các yêu cầu về không gian cần thiết và loại bỏ hệ thống ống nối, làm giảm chi phí đầu tư của nhà máy xử lý sử dụng sáng chế này so với nhà máy xử lý sử dụng công nghệ hiện có trong lĩnh vực này. Thứ hai là, loại bỏ hệ thống ống nối có nghĩa là nhà máy xử lý sử dụng sáng chế này có ít mối nối bằng bích hơn nhiều so với công nghệ hiện có trong lĩnh vực này, làm giảm số nguồn rò rỉ tiềm tàng trong nhà máy này. Các hydrocacbon là những hợp chất hữu cơ dễ bay hơi (VOC), một số trong các chất này được xếp loại là khí nhà kính và một số trong các chất này có thể là tiền chất của hiện tượng hình thành ozon khí quyển, điều này có nghĩa là sáng chế có tác dụng làm giảm nguy cơ về khí thải vào khí quyển mà có thể tác hại cho môi trường.

Các phương án khác

Một số trường hợp có thể tạo thuận lợi cho việc cung cấp dòng chất lỏng 35 một cách trực tiếp vào vùng dưới của khu vực hấp thụ 118c thông qua dòng 40 như được thể hiện trên các FIG. 2, 4, 6, và 8. Trong các trường hợp này, một thiết bị làm giãn nở thích hợp (như van làm giãn nở 17) được sử dụng để làm giãn nở chất lỏng đến áp suất vận hành của khu vực hấp thụ 118c và dòng chất lỏng được làm giãn nở thu được 40a được cung cấp ở dạng nguyên liệu vào vùng dưới của khu vực hấp thụ 118c (như được thể hiện bằng các đường nét đứt). Một số trường hợp có thể tạo thuận lợi cho việc kết hợp một phần của dòng chất lỏng 35 (dòng 37) với hơi trong dòng 36 (các FIG. 2 và 6) hoặc với phần thứ hai đã được làm lạnh 33a (các FIG. 4 và 8) để tạo dòng kết hợp 38 và dẫn phần còn lại của dòng chất lỏng 35 đến vùng dưới của khu vực hấp thụ 118c thông qua các dòng 40/40a. Một số trường hợp có thể tạo thuận lợi cho việc kết hợp dòng chất lỏng đã được làm giãn nở 40a với dòng đã được làm giãn nở 39a (các FIG. 2 và 6) hoặc dòng đã được làm giãn nở 34a (các FIG. 4 và 8) và sau đó cung cấp dòng kết hợp vào vùng dưới của khu vực hấp thụ 118c ở dạng nguyên liệu riêng biệt.

Nếu khí nguyên liệu giàu hơn, thì lượng chất lỏng được tách trong dòng 35 có thể đủ lớn để tạo thuận lợi cho việc đặt vùng chuyển khối bổ sung vào khu vực tách metan 118d giữa dòng được làm giãn nở 39a và dòng chất lỏng được làm giãn nở 40a như được thể hiện trên FIG. 3 và 7, hoặc giữa dòng được làm giãn nở 34a và dòng chất lỏng được làm giãn nở 40a như được thể hiện trên FIG. 5 và 9. Trong các trường hợp này, phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối trong khu vực tách metan 118d có thể được tạo kết cấu trong phần trên và phần dưới sao cho dòng chất lỏng đã được làm giãn nở 40a có thể được đưa vào giữa hai phần. Như được thể hiện bằng các đường nét đứt, một số trường hợp có thể tạo thuận lợi cho việc kết hợp một phần của dòng chất lỏng 35 (dòng 37) với hơi trong dòng 36 (các FIG. 3 và 7) hoặc với phần thứ hai đã được làm lạnh 33a (các FIG. 5 và 9) để tạo dòng kết hợp 38, trong khi phần còn lại của dòng chất lỏng 35 (dòng 40) được làm giãn nở đến áp suất thấp hơn và được cung cấp giữa phần trên và phần dưới của phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối trong khu vực tách metan 118d ở dạng dòng 40a.

Một số trường hợp có thể tạo thuận lợi cho việc không kết hợp phần thứ nhất được làm lạnh và phần thứ hai được làm lạnh (các dòng 32a và 33a) như được thể hiện trên FIG. 4, 5, 8, và 9. Trong các trường hợp này, chỉ phần thứ nhất được làm lạnh 32a được dẫn vào khu vực tách 118e bên trong thiết bị xử lý 118 (các FIG. 4 và 5) hoặc thiết bị tách 12 (các FIG. 8 và 9) tại đây hơi (dòng 34) được tách khỏi chất lỏng đã được ngưng tụ (dòng 35). Hơi dòng 34 đi vào máy làm giãn nở sinh công 15 và được làm giãn nở về cơ bản đẳng entropy đến áp suất vận hành của khu vực hấp thụ 118c, sau đó dòng đã được làm giãn nở 34a được cung cấp ở dạng nguyên liệu vào vùng dưới của khu vực hấp thụ 118c bên trong thiết bị xử lý 118. Phần thứ hai đã được làm lạnh 33a được kết hợp với chất lỏng được tách (dòng 35, thông qua dòng 37), và dòng kết hợp 38 được dẫn vào các phương tiện trao đổi nhiệt trong vùng dưới của khu vực làm lạnh nguyên liệu 118a bên trong thiết bị xử lý 118 và được làm lạnh cho đến khi có hiện tượng ngưng tụ về cơ bản. Dòng đã được làm ngưng tụ về cơ bản 38a được làm giãn nở nhanh thông qua van làm giãn nở 14 đến áp suất vận hành của khu vực hấp thụ 118c, sau đó dòng đã được làm giãn nở 38b được cung cấp vào khu vực tách 118b bên trong thiết bị xử lý 118. Một số trường hợp có thể tạo thuận lợi cho việc kết hợp chỉ một phần (dòng 37) của dòng chất lỏng 35 với phần thứ hai đã được làm lạnh 33a, với phần còn lại (dòng

40) được cung cấp vào vùng dưới của khu vực hấp thụ 118c thông qua van làm giãn nở 17. Các trường hợp khác có thể tạo thuận lợi cho việc dẫn tất cả dòng chất lỏng 35 vào vùng dưới của khu vực hấp thụ 118c thông qua van làm giãn nở 17.

Trong một số trường hợp, có thể thuận lợi khi sử dụng bình tách ngoài để tách dòng nguyên liệu đã được làm lạnh 31a hoặc phần thứ nhất đã được làm lạnh 32a, hơn là đưa khu vực tách 118e vào thiết bị xử lý 118. Như được thể hiện trên FIG. 6 và 7, 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. Cũng vậy, như được thể hiện trên FIG. 8 và 9, 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.

Tùy thuộc vào lượng hydrocacbon nặng hơn trong khí nguyên liệu và áp suất khí nguyên liệu, dòng nguyên liệu đã được làm lạnh 31a đi vào khu vực tách 118e trên các FIG. 2 và 3 hoặc thiết bị tách 12 trên các FIG. 6 và 7 (hoặc phần thứ nhất được làm lạnh 32a đi vào khu vực tách 118e trên các FIG. 4 và 5 hoặc thiết bị tách 12 trên các FIG. 8 và 9) có thể không chứa bất kỳ chất lỏng nào (bởi vì dòng nguyên liệu này thì cao hơn điểm sương của nó, hoặc bởi vì dòng nguyên liệu này thì cao hơn áp suất cực đại của nó). Trong các trường hợp này, không có chất lỏng trong các dòng 35 và 37 (như được thể hiện bằng các đường nét đứt), vì vậy chỉ có hơi từ khu vực tách 118e trong dòng 36 (các FIG. 2 và 3), hơi từ thiết bị tách 12 trong dòng 36 (các FIG. 6 và 7), hoặc phần thứ hai đã được làm lạnh 33a (các FIG. 4, 5, 8 và 9) chảy vào dòng 38 để trở thành dòng được ngưng tụ về cơ bản và được làm giãn nở 38b được cung cấp vào khu vực tách 118b trong thiết bị xử lý 118. Trong các trường hợp này, khu vực tách 118e trong thiết bị xử lý 118 (các FIG. 2 đến 5) hoặc thiết bị tách 12 (các FIG. 6 thông qua 9) có thể không cần thiết.

Các điều kiện khí nguyên liệu, quy mô nhà máy, trang thiết bị sẵn có, hoặc các yếu tố khác có thể cho thấy rằng việc loại bỏ máy làm giãn nở sinh công 15, hoặc thay thế bằng một thiết bị làm giãn nở khác (như van làm giãn nở), là khả thi. Mặc dù việc làm giãn nở dòng riêng biệt thì được mô tả theo các thiết bị làm giãn nở cụ thể, nhưng các phương tiện làm giãn nở thay thế có thể được dùng đến khi thích hợp. Ví dụ, các điều kiện có thể đảm bảo quá trình làm giãn nở sinh công đối với phần được ngưng tụ về cơ bản của dòng nguyên liệu (dòng 38a).

Theo sáng chế, việc sử dụng quá trình làm lạnh bên ngoài để bổ sung hơi mát sẵn có cho khí đầu vào từ các dòng chất lỏng và hơi chung cất có thể được dùng đến, cụ thể trong trường hợp khí đầu vào giàu. Trong các trường hợp này, phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối có thể được đưa vào khu vực tách 118e (hoặc trong các trường hợp này, là phương tiện thu gom khi dòng nguyên liệu đã được làm lạnh 31a hoặc phần thứ nhất được làm lạnh 32a không chứa chất lỏng) như được thể hiện bằng các đường nét đứt trên các FIG. 2 đến 5, hoặc phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối có thể được đưa vào thiết bị tách 12 như được thể hiện bằng các đường nét đứt trên các FIG. 6 đến 9. Phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối này có thể bao gồm thiết bị trao đổi nhiệt dạng lá tản nhiệt và ống, thiết bị trao đổi nhiệt loại tấm, thiết bị trao đổi nhiệt dạng nhôm tráng đồng, hoặc các loại thiết bị truyền nhiệt khác, gồm có thiết bị trao đổi nhiệt nhiều rãnh lưu thông và/hoặc thiết bị trao đổi nhiệt đa công năng. Phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối được tạo kết cấu để đem lại sự trao đổi nhiệt giữa dòng chất làm lạnh (ví dụ propan) chảy thông qua một rãnh của phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối và phần hơi của dòng 31a (các FIG. 2, 3, 6 và 7) hoặc dòng 32a (các FIG. 4, 5, 8 và 9) chảy lên, sao cho chất làm lạnh này làm lạnh thêm hơi và làm ngưng tụ chất lỏng bổ sung, chất lỏng này rơi xuống dưới để trở thành một phần của chất lỏng được loại ra trong dòng 35. Theo cách khác, (các) thiết bị làm lạnh khí thông thường có thể được sử dụng để làm lạnh dòng 32a, dòng 33a, và/hoặc dòng 31a bằng chất làm lạnh trước khi dòng 31a đi vào khu vực tách 118e (các FIG. 2 và 3) hoặc thiết bị tách 12 (các FIG. 6 và 7) hoặc dòng 32a đi vào khu vực tách 118e (các FIG. 4 và 5) hoặc thiết bị tách 12 (các FIG. 8 và 9).

Tùy thuộc vào nhiệt độ và độ giàu của khí nguyên liệu và lượng thành phần chứa hai nguyên tử cacbon sẽ được thu hồi trong dòng sản phẩm lỏng 44, có thể không có đủ lượng nhiệt sẵn có từ dòng 33 để làm cho chất lỏng rời khỏi khu vực tách metan 118d đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật của sản phẩm. Trong các trường hợp này, phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối trong khu vực tách metan 118d có thể bao gồm những dạng bố trí nhằm cung cấp lượng nhiệt bổ sung bằng môi trường gia nhiệt như được thể hiện bằng các đường nét đứt trên các FIG. 2 đến 9. Theo cách khác, phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối khác có thể được đưa vào vùng dưới của khu vực tách metan 118d để cung cấp lượng nhiệt bổ sung, hoặc

dòng 33 có thể được gia nhiệt bằng môi trường gia nhiệt trước khi nó được cung cấp vào phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối trong khu vực tách metan 118d.

Tùy thuộc vào loại thiết bị truyền nhiệt được chọn cho các phương tiện trao đổi nhiệt trong vùng trên và vùng dưới của khu vực làm lạnh nguyên liệu 118a, có thể kết hợp các phương tiện trao đổi nhiệt này trong một thiết bị truyền nhiệt nhiều rãnh lưu thông và/hoặc thiết bị truyền nhiệt đa công năng. Trong các trường hợp này, thiết bị truyền nhiệt nhiều rãnh lưu thông và/hoặc thiết bị truyền nhiệt đa công năng sẽ bao gồm phương tiện thích hợp dùng để phân bố, tách và thu gom dòng 32, dòng 38, và dòng hơi chung cất để thực hiện việc làm lạnh và gia nhiệt mong muốn.

Một số trường hợp có thể tạo thuận lợi cho việc tạo sự chuyển khối bổ sung trong vùng trên của khu vực tách metan 118d. Trong các trường hợp này, phương tiện chuyển khối có thể được đặt dưới vị trí dòng đã được làm giãn nở 39a (các FIG. 2, 3, 6 và 7) hoặc dòng đã được làm giãn nở 34a (các FIG. 4, 5, 8 và 9) đi vào vùng dưới của khu vực hấp thụ 118c và trên vị trí phần thứ hai đã được làm lạnh 33a rời khỏi phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối trong khu vực tách metan 118d.

Một lựa chọn ít được ưu tiên hơn dành cho các phương án của các FIG. 2, 3, 6 và 7 của sáng chế là bố trí một bình tách cho phần thứ nhất đã được làm lạnh 32a, một bình tách cho phần thứ hai đã được làm lạnh 33a, kết hợp các dòng hơi được tách trong đó để tạo dòng hơi 34, và kết hợp các dòng chất lỏng được tách trong đó để tạo dòng chất lỏng 35. Một lựa chọn ít được ưu tiên hơn khác dành cho sáng chế là làm lạnh dòng 37 trong các phương tiện trao đổi nhiệt tách biệt bên trong khu vực làm lạnh nguyên liệu 118a (hơn là kết hợp dòng 37 với dòng 36 hoặc dòng 33a để tạo dòng kết hợp 38), làm giãn nở dòng đã được làm lạnh trong một thiết bị làm giãn nở tách biệt, và cung cấp dòng được làm giãn nở vào vùng trung gian trong khu vực hấp thụ 118c.

Sẽ được nhìn nhận rằng lượng tương đối của nguyên liệu được tìm thấy trong mỗi nhánh của nguyên liệu hơi đã được chia tách sẽ phụ thuộc vào một vài yếu tố, trong đó có áp suất khí, thành phần khí nguyên liệu, lượng nhiệt mà có thể được trích xuất một cách thuận lợi về mặt kinh tế từ nguyên liệu, và lượng mã lực sẵn có. Càng nhiều nguyên liệu hơn bên trên khu vực hấp thụ 118c thì có thể làm tăng mức

thu hồi trong khi làm giảm năng lượng được thu hồi từ thiết bị làm giãn nở và nhờ đó, gia tăng các yêu cầu về mã lực tái nén. Việc tăng nguyên liệu bên dưới khu vực hấp thụ 118c có tác dụng làm giảm mức tiêu thụ mã lực nhưng cũng có thể làm giảm mức thu hồi sản phẩm.

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

Mặc dù đã có sự mô tả về những gì được cho là những phương án được ưu tiên của sáng chế, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ nhìn nhận rằng các cải biến khác và các cải biến thêm nữa là có thể được thực hiện đối với sáng chế, ví dụ để làm cho sáng chế thích ứng với các điều kiện khác nhau, các loại nguyên liệu, hoặc các yêu cầu khác, nhưng không nằm ngoài phạm vi bảo hộ của sáng chế như 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 chứa hai nguyên tử cacbon, các thành phần chứa ba nguyên tử cacbon và các thành phần hydrocacbon nặng hơn thành phần khí dư dễ bay hơi (41c) và phần tương đối ít bay hơi (44) chứa chủ yếu các thành phần chứa hai nguyên tử cacbon, các thành phần chứa ba nguyên tử cacbon và các thành phần hydrocacbon nặng hơn hoặc các thành phần chứa ba nguyên tử cacbon và các thành phần hydrocacbon nặng hơn, trong đó:

- (1) dòng khí (31) được chia thành phần thứ nhất (32) và phần thứ hai (33);
- (2) phần thứ nhất (31) được làm lạnh (118a);
- (3) phần thứ hai (33) được làm lạnh (118d);
- (4) phần thứ nhất đã được làm lạnh (32a) được kết hợp với phần thứ hai đã được làm lạnh (33a) để tạo ra dòng khí được làm lạnh (31a);
- (5) dòng khí được làm lạnh (31a) được chia thành dòng thứ nhất (36) và dòng thứ hai (39);
- (6) dòng thứ nhất (36) làm lạnh (118a) để về cơ bản làm ngưng tụ toàn bộ dòng này 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 (38b) được cấp ở dạng nguyên liệu đỉnh vào phương tiện hấp thụ (118c) nằm trong thiết bị xử lý (118) mà chứa bộ phận làm lạnh nguyên liệu (118a), bộ phận tách (118b), bộ phận hấp thụ (118c) và bộ phận tách metan (118d);
- (8) dòng thứ hai (39) được làm giãn nở (15) đến áp suất thấp hơn và được cấp ở dạng nguyên liệu đáy (39a) vào phương tiện hấp thụ (118c);
- (9) dòng hơi chung cất được thu gom từ vùng trên của phương tiện hấp thụ (118c) và được gia nhiệt trong một hoặc nhiều phương tiện trao đổi nhiệt (118a) nằm trong thiết bị xử lý (118), nhờ đó góp ít nhất một phần vào việc làm lạnh cho các bước (2) và (6), và sau đó xả dòng hơi chung cất đã được gia nhiệt (41) khỏi thiết bị xử lý (118) dưới dạng phần khí dư dễ bay hơi;

- (10) dòng chất lỏng chung cất được thu gom từ vùng dưới của phương tiện hấp thụ (118c) và được gia nhiệt trong phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) nằm trong thiết bị xử lý (118), nhờ đó góp ít nhất một phần vào việc làm lạnh cho bước (3) trong khi cất tách một cách đồng thời các thành phần dễ bay hơi hơn khỏi dòng chất lỏng chung cất, và sau đó xả dòng chất lỏng chung cất đã được gia nhiệt và được cất tách ra khỏi thiết bị xử lý (118) dưới dạng phần tương đối ít bay hơi; và
- (11) lượng và nhiệt độ của các dòng nguyên liệu cấp vào phương tiện hấp thụ (118c) là hữu hiệu để duy trì nhiệt độ của vùng trên của phương tiện hấp thụ (118c) ở nhiệt độ mà nhờ đó các phần chủ yếu của các thành phần trong phần tương đối ít bay hơi (44) được thu hồi.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó:

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

(b) dòng khí được ngưng tụ một phần (31a) được cấp cho phương tiện tách (12) hoặc (118e) và được tách ra ở trong đó để tạo ra dòng hơi (34) và ít nhất một dòng chất lỏng (35);

(c) dòng hơi (34) được chia thành dòng thứ nhất (36) và dòng 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 đáy bổ sung (40a) vào phương tiện hấp thụ (118c).

3. Quy trình theo điểm 2, trong đó:

(a) dòng thứ nhất (36) được kết hợp với ít nhất một phần (37) của ít nhất một dòng chất lỏng (35) để tạo ra dòng kết hợp (38);

(b) dòng kết hợp (38) được làm lạnh (118a) để ngưng tụ về cơ bản toàn bộ dòng này và sau đó được giãn nở (14) đến áp suất thấp hơn nhờ đó nó tiếp tục được làm lạnh;

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

(d) phần còn lại bất kỳ (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 đáy bổ sung (40a) vào phương tiện hấp thụ (118c); và

(e) dòng hơi chung cất được gia nhiệt trong một hoặc nhiều phương tiện trao đổi nhiệt (118a) nằm trong thiết bị xử lý (118), nhờ 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 (118a) và sau đó được 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 đáy vào phương tiện hấp thụ (118c);

(c) phần thứ hai (33) được làm lạnh để ngưng tụ về cơ bản hoàn toàn nó và sau đó được giãn nở (14) đến áp suất thấp hơn nhờ đó nó tiếp tục được làm lạnh;

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

(e) dòng hơi chung cất 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 (118a), nhờ đó góp ít nhất một phần vào việc làm lạnh cho các bước (a) và (c); và

(d) 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), nhờ đó 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 (118a) đủ để ngưng tụ nó một phần;

(b) phần thứ nhất đã được ngưng tụ một phần (32a) được cấp đến phương tiện tách (12) hoặc (118e) và được tách ra ở trong 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 (34a) vào phương tiện hấp thụ (118c); 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 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 kết hợp với ít nhất một phần (37) của ít nhất một dòng chất lỏng (35) để tạo ra dòng kết hợp (38);

(ii) dòng kết hợp (38) được làm lạnh (118a) để ngưng tụ về cơ bản hoàn toàn nó và sau đó được giãn nở (14) đến áp suất thấp hơn nhờ đó nó tiếp tục được làm lạnh;

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

(iv) phần còn lại bất kỳ (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 đáy bổ sung (40a) vào phương tiện hấp thụ (118c); và

(v) dòng hơi chung cất được gia nhiệt trong một hoặc nhiều phương tiện trao đổi nhiệt (118a), nhờ 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 phía dưới; và

(2) ít nhất một phần đã 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 phía 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 trong các vùng phía trên và phía dưới; và

(2) phần còn lại bất kỳ đã 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 phía dưới của phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d).

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

10. Quy trình theo điểm 1, trong đó:

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

(2) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung được chứa ở bên trong phương tiện thu gom khí (118e), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung bao gồm một hoặc nhiều đường dẫn 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 hướng đến phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung để tiếp tục được làm lạnh bởi môi trường làm lạnh bên ngoài; và

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

11. Quy trình theo điểm 4, trong đó:

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

(2) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung được chứa ở bên trong phương tiện thu gom khí (118e), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung bao gồm một hoặc nhiều đường dẫn 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 hướng đến phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung để tiếp tục được làm lạnh bởi môi trường làm lạnh bên ngoài; và

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

12. Quy trình theo điểm 2, 3, 5, 6, 7, 8 hoặc 9, trong đó:

(1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung được chứa ở bên trong phương tiện tách (12) hoặc (118e), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung bao gồm một hoặc nhiều đường dẫn cho môi trường làm lạnh bên ngoài;

(2) dòng hơi được dẫn hướng đến phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung để được làm lạnh bởi môi trường làm lạnh bên ngoài để tạo ra phần ngưng bổ sung; và

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

13. Quy trình theo điểm 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 hoặc 12, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) bao gồm một hoặc nhiều đường dẫn cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để bổ sung sự gia nhiệt được cấp bởi khí nguyên liệu (33) để cất tách các thành phần dễ bay hơi hơn từ dòng chất lỏng chưng cất.

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

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

(2) phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất (118a) được chứa trong thiết bị xử lý (118) và được nối với phương tiện phân chia thứ nhất để tiếp nhận phần thứ nhất (32) và làm lạnh nó;

(3) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) được chứa 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 kết hợp được nối với phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất (118a) 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 ra dòng khí đã được làm lạnh (31a);

(5) phương tiện phân chia thứ hai được nối với phương tiện kết hợp để tiếp nhận dòng khí đã được làm lạnh và chia nó thành dòng thứ nhất (36) và dòng thứ hai (39);

(6) phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (118a) được chứa trong thiết bị xử lý (118) và được nối với phương tiện phân chia thứ hai để tiếp nhận dòng thứ nhất (36) và làm lạnh nó đủ để gần như làm ngưng tụ nó;

(7) phương tiện giãn nở thứ nhất (14) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (118a) để tiếp nhận dòng thứ nhất gần như được ngưng tụ (38a) và giãn nở nó đến áp suất thấp hơn;

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

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

(10) phương tiện thu gom hơi được chứa 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 (118c);

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

(12) phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất (118a) còn được nối với phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (118a) để tiếp nhận dòng hơi chung cất đã được gia nhiệt và tiếp tục gia nhiệt nó, nhờ đó góp ít nhất một phần vào việc làm lạnh cho bước (2), và sau đó xả dòng hơi chung cất đã được gia nhiệt thêm (41) ra khỏi thiết bị xử lý (118) dưới dạng phân đoạn khí dư để bay hơi;

(13) phương tiện thu gom chất lỏng được chứa 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, nhờ 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 khỏi dòng chất lỏng chung cất, và sau đó xả dòng chất lỏng chung cất đã được gia nhiệt và cất tách ra khỏi thiết bị xử lý dưới dạng phân đoạn tương đối ít bay hơi hơn (44); và

(15) phương tiện điều khiển được lắp vào để điều tiết lượng và nhiệt độ của các dòng nạp vào phương tiện hấp thụ (118c) để duy trì nhiệt độ của vùng phía trên của phương tiện hấp thụ (118c) ở nhiệt độ mà tại đó các phần chủ yếu của các thành phần trong phân đoạn tương đối ít bay hơi hơn (44) được thu hồi.

15. Thiết bị theo điểm 14, trong đó:

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

(b) phương tiện tách (12) hoặc (118e) được nối với phương tiện kết hợp để tiếp nhận dòng khí được 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) hoặc (118e) để tiếp nhận dòng hơi (34) và tách nó thành dòng thứ nhất (36) và dòng thứ hai (39); và

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

16. Thiết bị theo điểm 15, trong đó:

(a) phương tiện kết hợp bổ sung được nối với phương tiện phân chia thứ hai và phương tiện tách (12) hoặc (118e) để tiếp nhận dòng thứ nhất (36) và ít nhất một phần (37) của ít nhất một dòng chất lỏng (35) và tạo ra dòng kết hợp (38);

(b) phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (118a) được nối với phương tiện kết hợp bổ sung để tiếp nhận dòng kết hợp (38) và làm lạnh nó đủ để gần như làm ngưng tụ nó;

(c) phương tiện giãn nở thứ nhất (14) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (118a) để tiếp nhận dòng kết hợp gần như được ngưng tụ (38a) và giãn nở nó đến áp suất thấp hơn;

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

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

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

17. Thiết bị theo điểm 14, trong đó:

(a) phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (118a) 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 gần như làm ngưng tụ nó;

(b) phương tiện giãn nở thứ nhất (14) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (118a) để tiếp nhận phần thứ hai gần như được ngưng tụ (38a) và giãn nở nó đến áp suất thấp hơn;

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

(d) phương tiện giãn nở thứ hai (15) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất (118a) để tiếp nhận phần thứ nhất đã được làm lạnh (32a) và giãn nở nó đến áp suất thấp hơn, phương tiện 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 đáy; và

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

18. Thiết bị theo điểm 17, trong đó:

(a) phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất (118a) được làm thích ứng để tiếp nhận phần thứ nhất (32) và làm lạnh nó đủ để ngưng nó một phần;

(b) phương tiện tách (12) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất (118a) để tiếp nhận phần thứ nhất được ngưng tụ một phần (32a) và tách nó thành dòng hơi (34) và ít nhất một dòng chất lỏng (35);

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

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

19. Thiết bị theo điểm 18, trong đó:

(a) phương tiện kết hợp được làm thích ứng để được nối với phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) và phương tiện tách (12) hoặc (118e) 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 kết hợp (38);

(b) phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (118a) được nối với phương tiện kết hợp để tiếp nhận dòng kết hợp (38) và làm lạnh nó đủ để gần như làm ngưng tụ nó;

(c) phương tiện giãn nở thứ nhất (14) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt thứ hai (118a) để tiếp nhận dòng kết hợp gần như được ngưng tụ (38a) và giãn nở nó đến áp suất thấp hơn;

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

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

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

20. Thiết bị theo điểm 15 hoặc 18, 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 giãn nở thứ ba (17) để tiếp nhận ít nhất một phần (40) đã được giãn nở của ít nhất một dòng chất lỏng (35) và dẫn nguyên liệu đáy bổ sung (40a) vào giữa các vùng phía trên và phía dưới của phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d).

21. Thiết bị theo điểm 16 hoặc 19, 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 giãn nở thứ ba (17) để tiếp nhận phần còn lại (40) bất kỳ đã được giãn nở của ít nhất một dòng chất lỏng (35) và dẫn nguyên liệu đáy bổ sung (40a) vào giữa các vùng phía trên và phía dưới của phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d).

22. Thiết bị theo điểm 15, 16, 18, 19, 20 hoặc 21, trong đó phương tiện tách (118e) được chứa trong thiết bị xử lý (118).

23. Thiết bị theo điểm 14, trong đó:

- (1) phương tiện thu gom khí (118e) được chứa trong thiết bị xử lý (118);
- (2) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung được chứa ở bên trong phương tiện thu gom khí (118e), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung bao gồm một hoặc nhiều đường dẫn cho môi trường làm lạnh bên ngoài;
- (3) phương tiện thu gom khí (118e) được nối với phương tiện kết hợp để tiếp nhận dòng khí đã được làm lạnh (31a) và dẫn nó đến phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung để tiếp tục được làm lạnh bởi 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 tách nó thành dòng thứ nhất (36) và dòng thứ hai (39).

24. Thiết bị theo điểm 17, trong đó:

- (1) phương tiện thu gom khí (118e) được chứa trong thiết bị xử lý (118);
- (2) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung được chứa ở bên trong phương tiện thu gom khí (118e), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung bao gồm một hoặc nhiều đường dẫn cho môi trường làm lạnh bên ngoài;
- (3) phương tiện thu gom khí (118e) được nối với phương tiện trao đổi nhiệt thứ nhất (118a) để tiếp nhận phần thứ nhất đã được làm lạnh (32a) và dẫn nó đến phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung để tiếp tục được làm lạnh bởi môi trường làm lạnh bên ngoài; và
- (4) phương tiện 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 giãn nở thứ hai (15) còn được nối với phương tiện hấp thụ (118c) để cấp phần thứ nhất đã làm lạnh thêm và giãn nở (34a) dưới dạng nguyên liệu đáy.

25. Thiết bị theo điểm 15, 16, 18, 19, 20, 21 hoặc 22, trong đó:

(1) phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung được chứa ở bên trong phương tiện tách (12) hoặc (118e), phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung bao gồm một hoặc nhiều đường dẫn cho môi trường làm lạnh bên ngoài;

(2) dòng hơi được dẫn hướng đến phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối bổ sung để được làm lạnh bởi môi trường làm lạnh bên ngoài để tạo ra phần ngưng bổ sung; và

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

26. Thiết bị theo điểm 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 hoặc 25, trong đó phương tiện truyền nhiệt và chuyển khối (118d) bao gồm một hoặc nhiều đường dẫn cho môi trường gia nhiệt bên ngoài để bổ sung sự gia nhiệt được cấp bởi phần thứ hai (33) để cắt tách các thành phần dễ bay hơi hơn ra khỏi dòng chất lỏng chung cất.

+

1/9

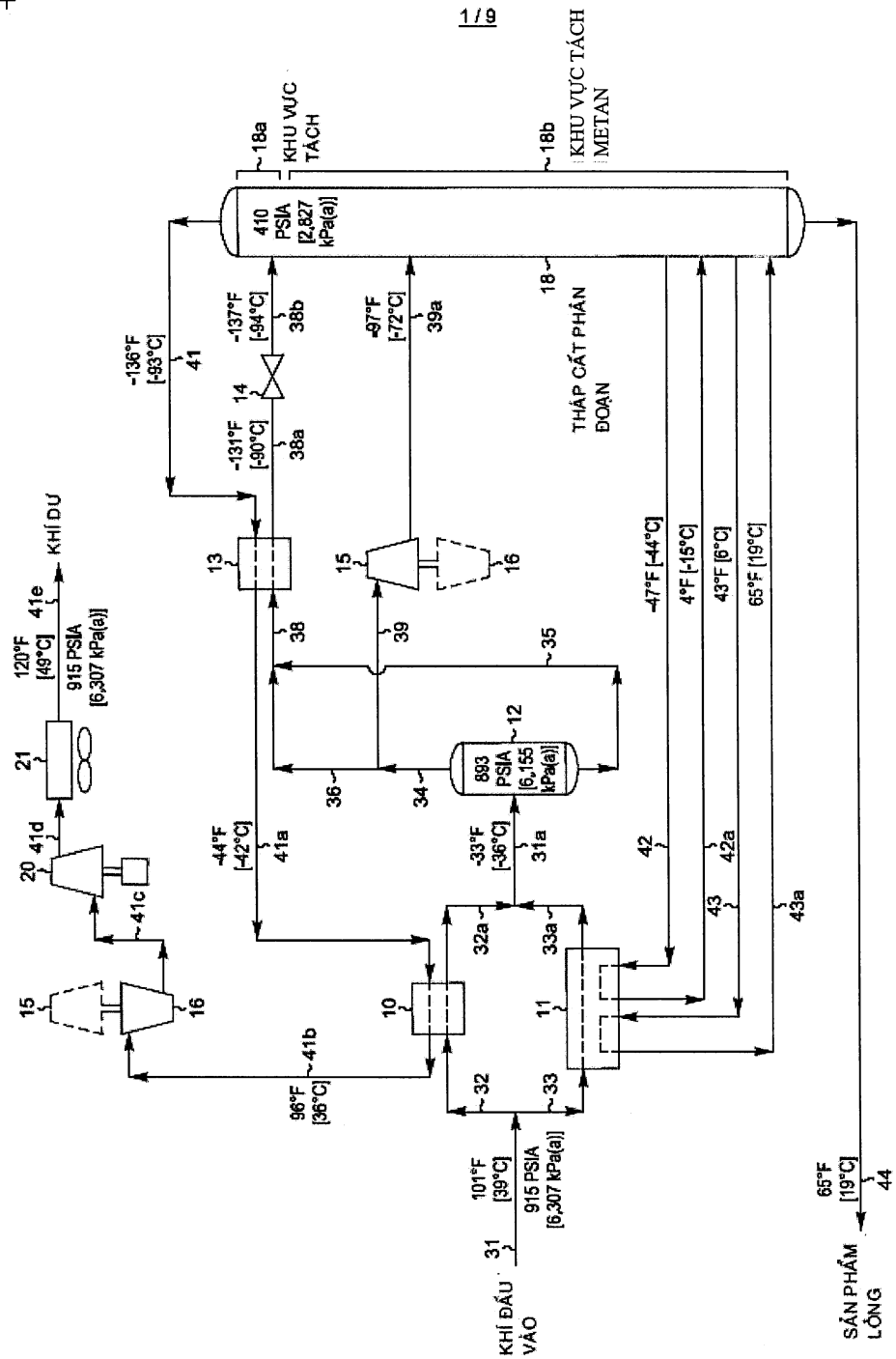


FIG. 1

(CÔNG NGHỆ HIỆN CÓ TRONG LĨNH VỰC NÀY)

+

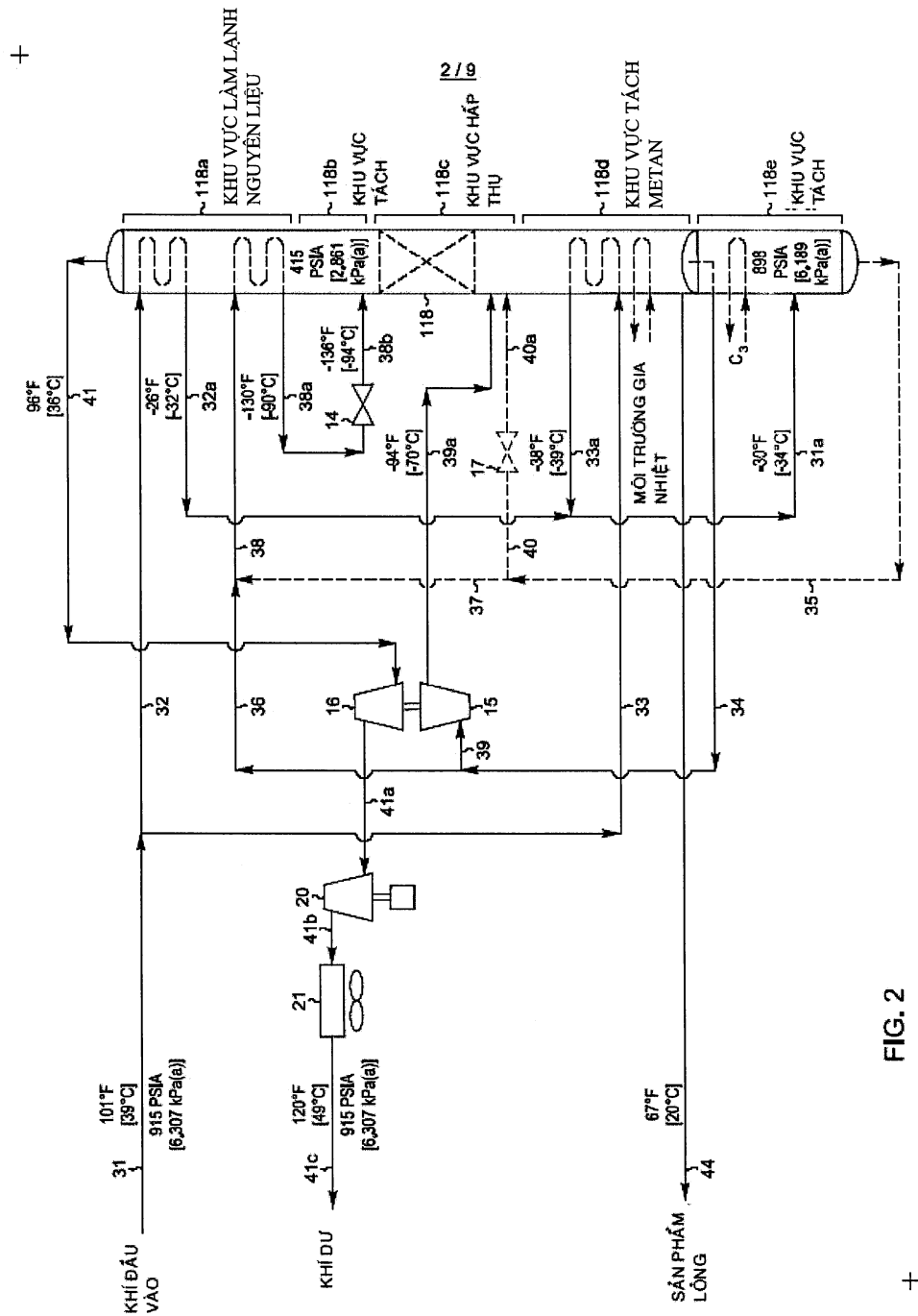


FIG. 2

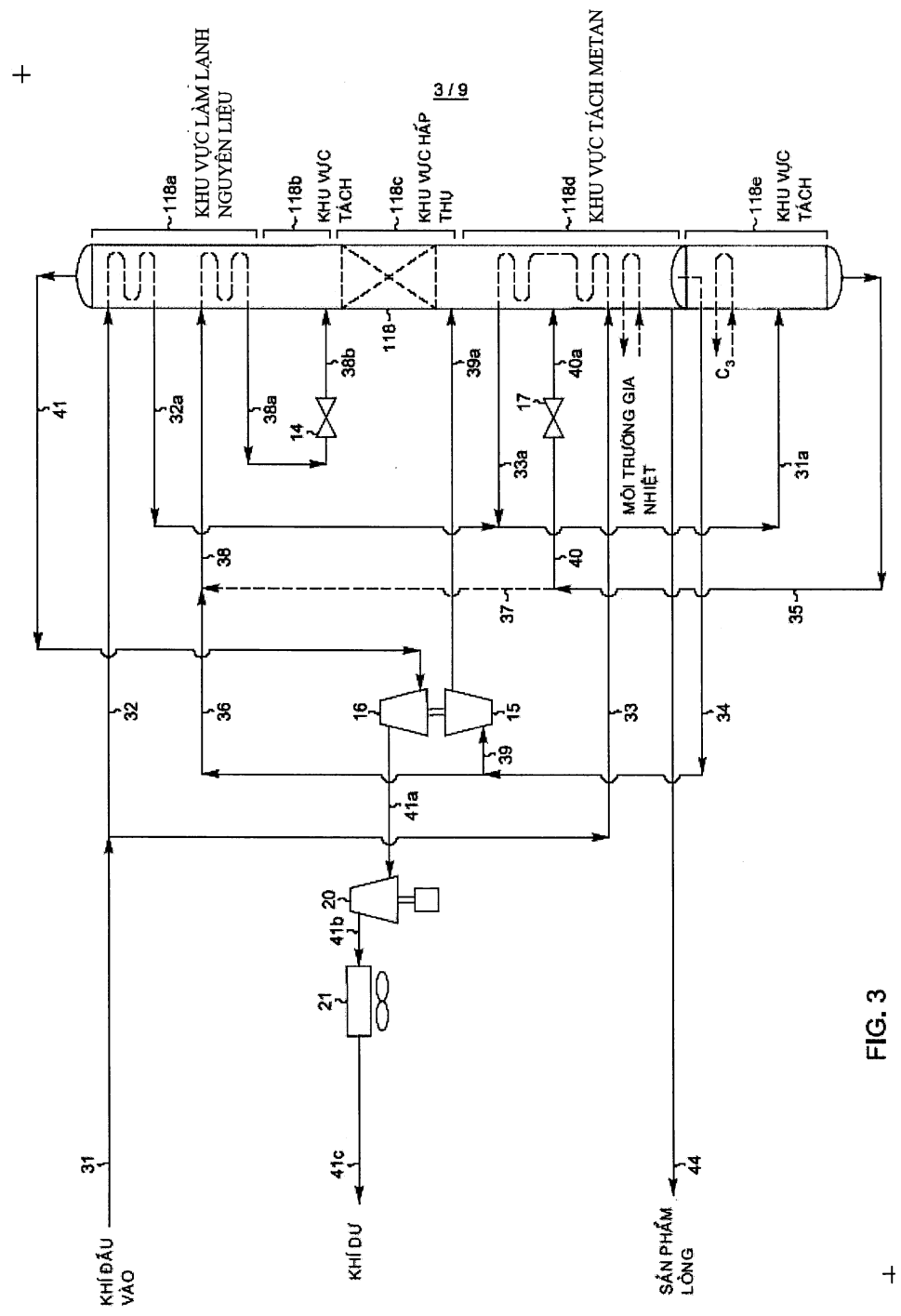


FIG. 3

+

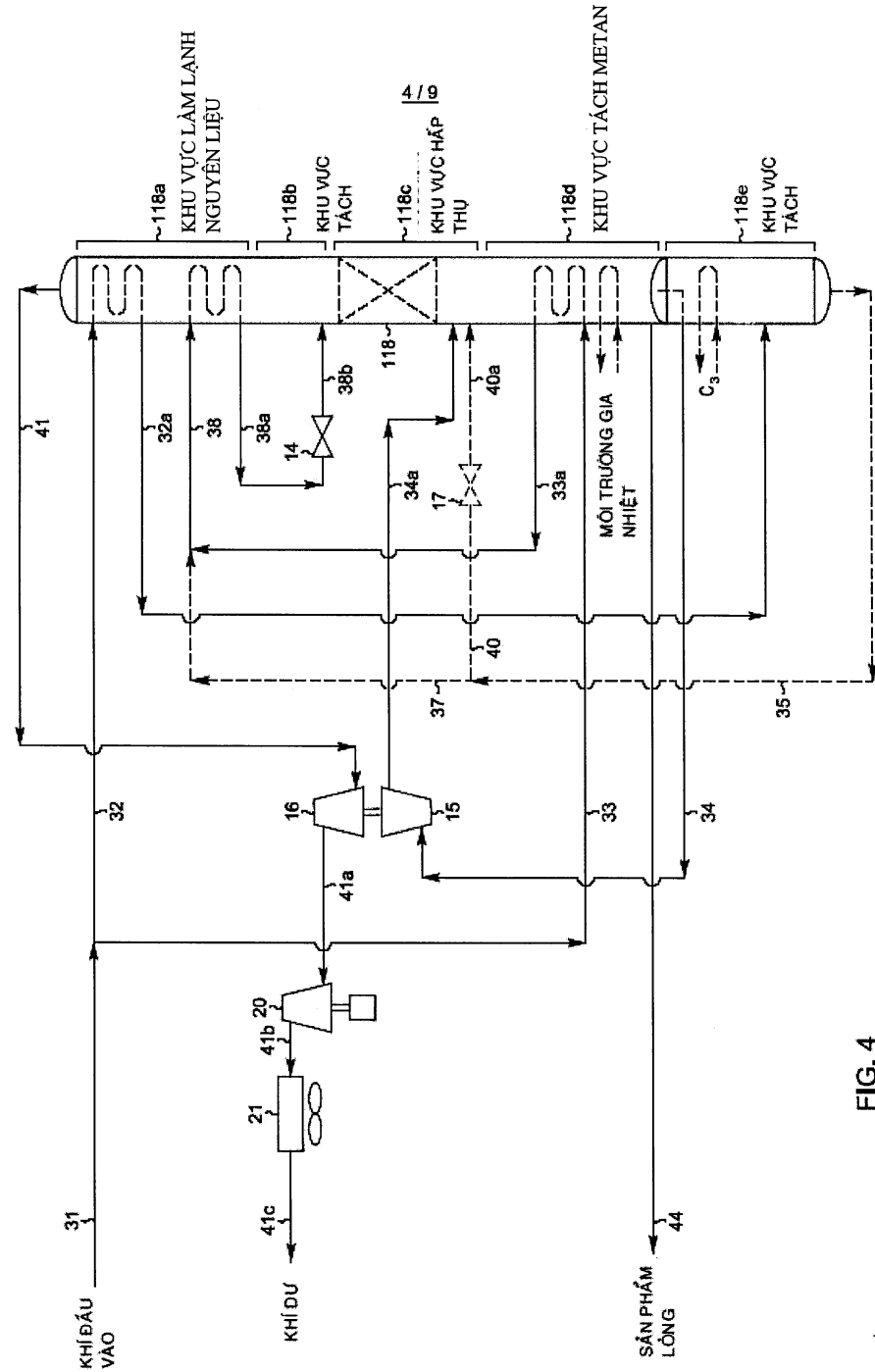


FIG. 4

+

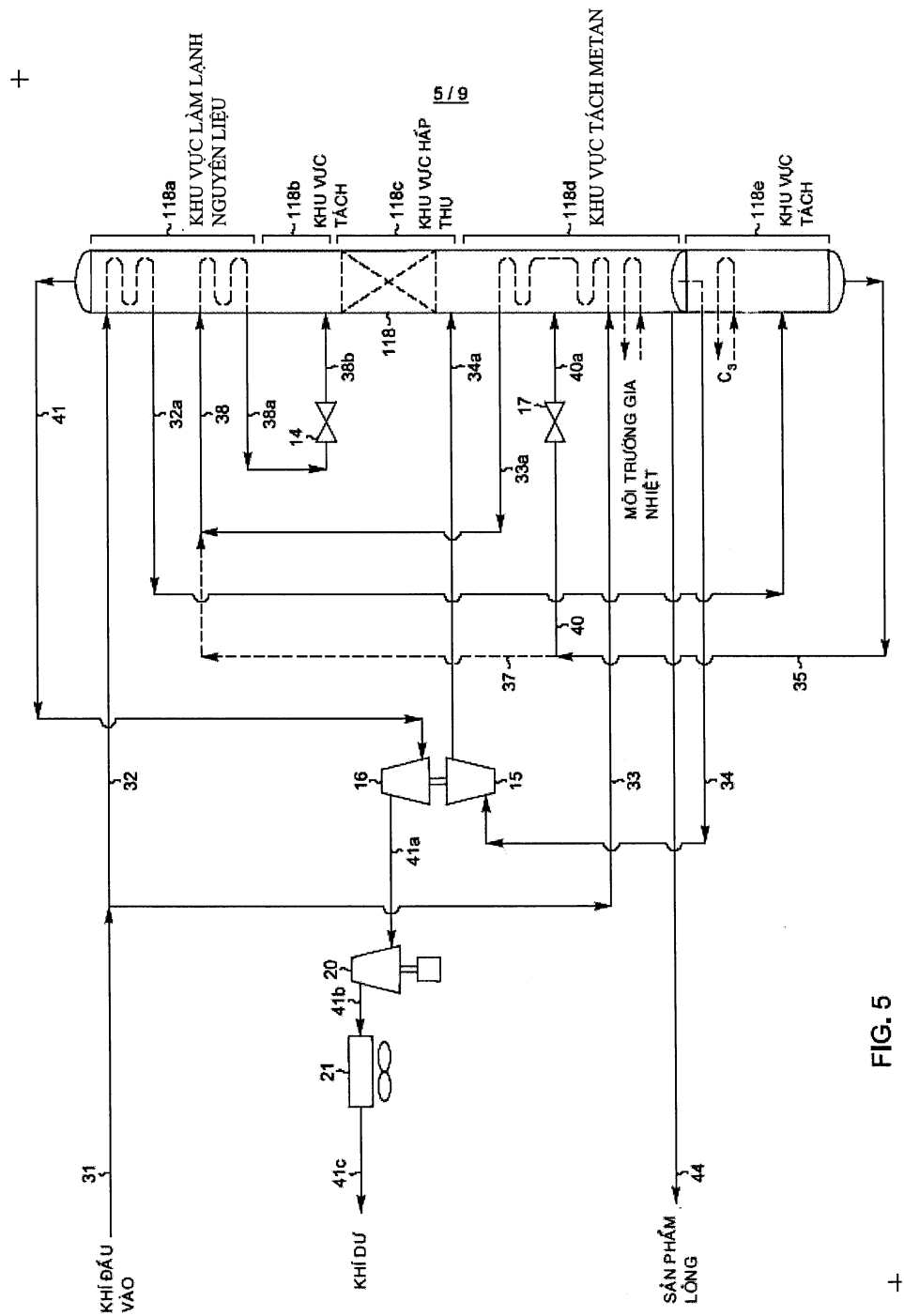


FIG. 5

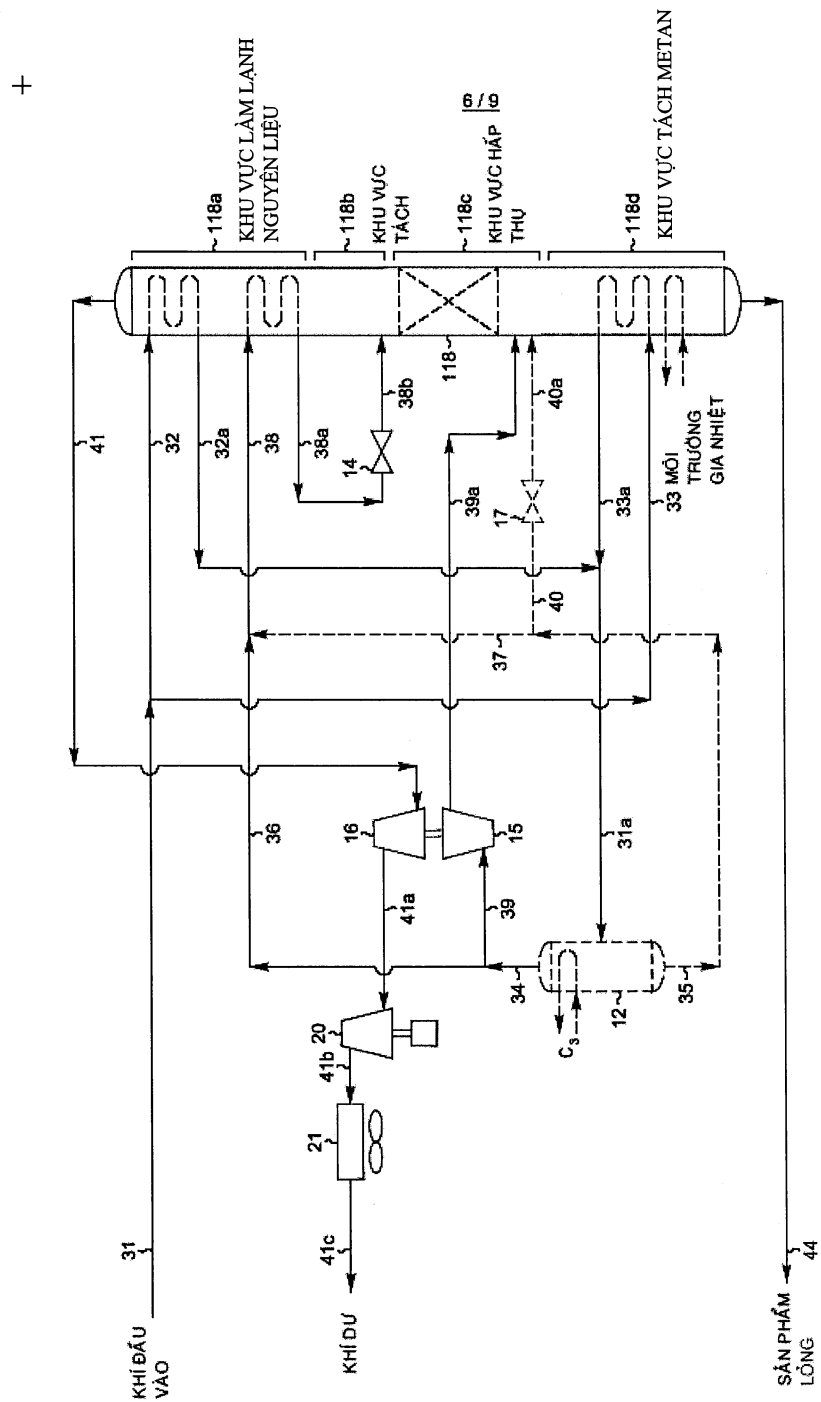
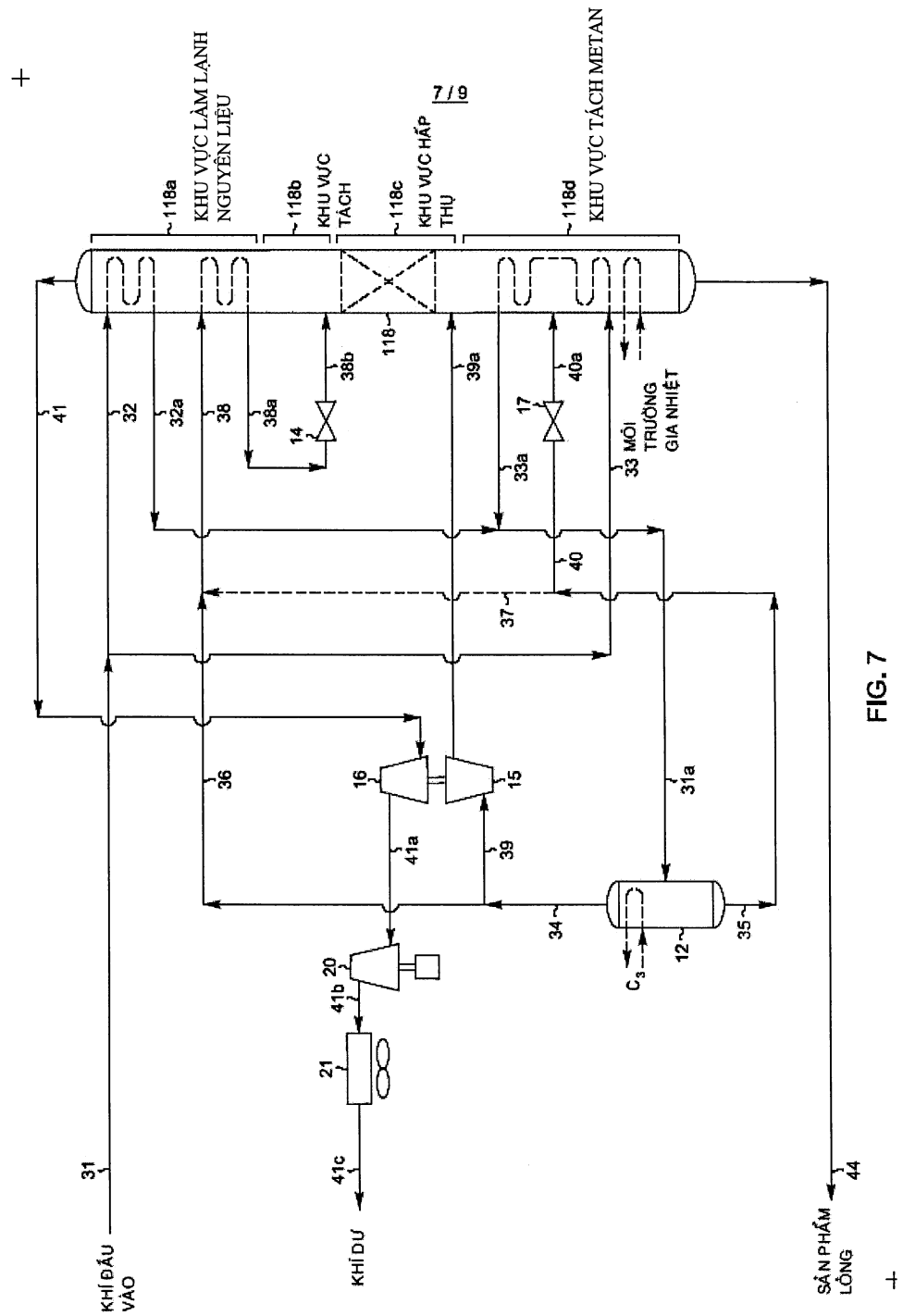


FIG. 6



+

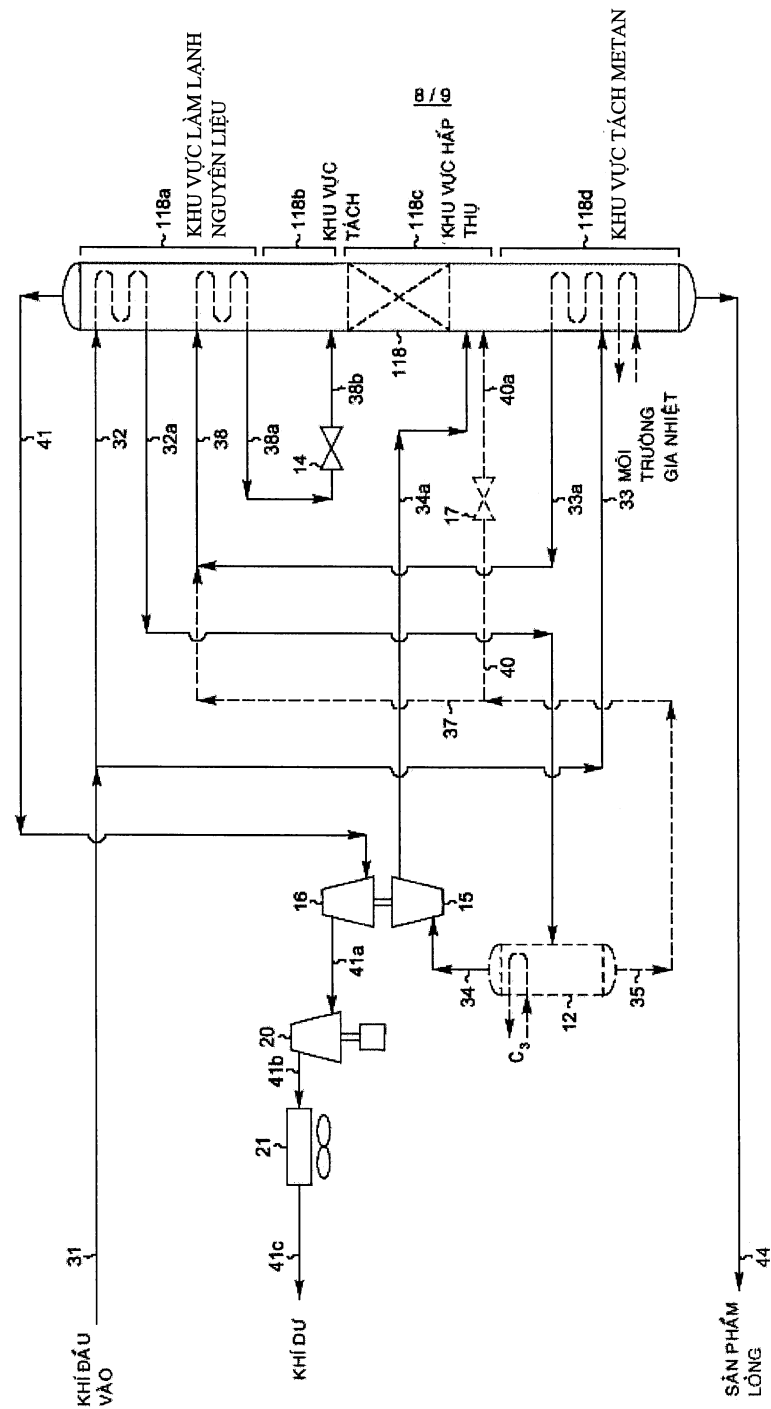


FIG. 8

+

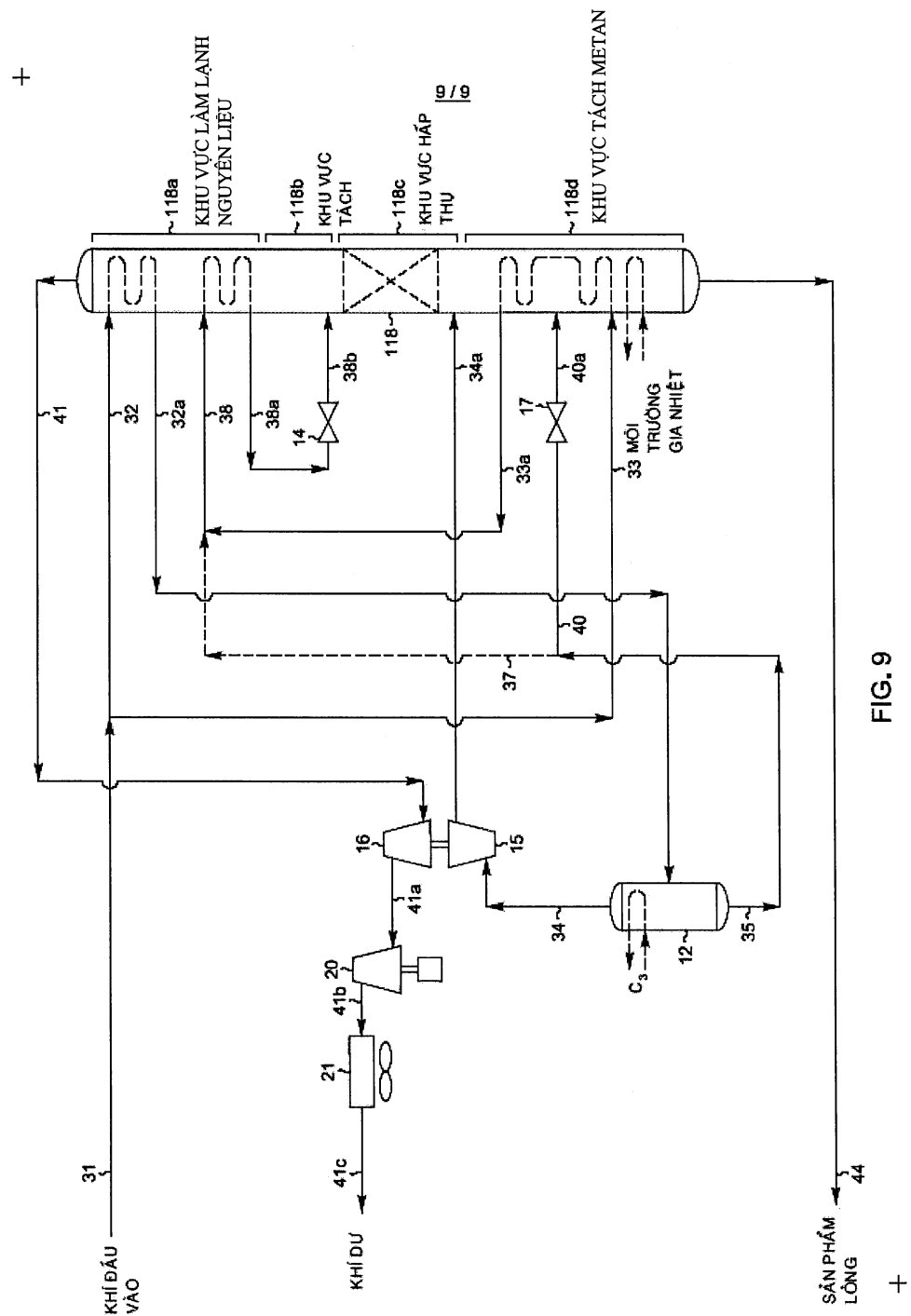


FIG. 9