



(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)



1-0036338

(51)^{2021.01} F17C 9/02; F01K 25/10; F01K 23/02;
F01K 23/06

(13) B

(21) 1-2019-02968

(22) 30/11/2017

(86) PCT/IB2017/057523 30/11/2017

(87) WO2018/100522 07/06/2018

(30) 102016000121521 30/11/2016 IT

(45) 25/07/2023 424

(43) 25/10/2019 379A

(73) SAIPEM S.P.A. (IT)

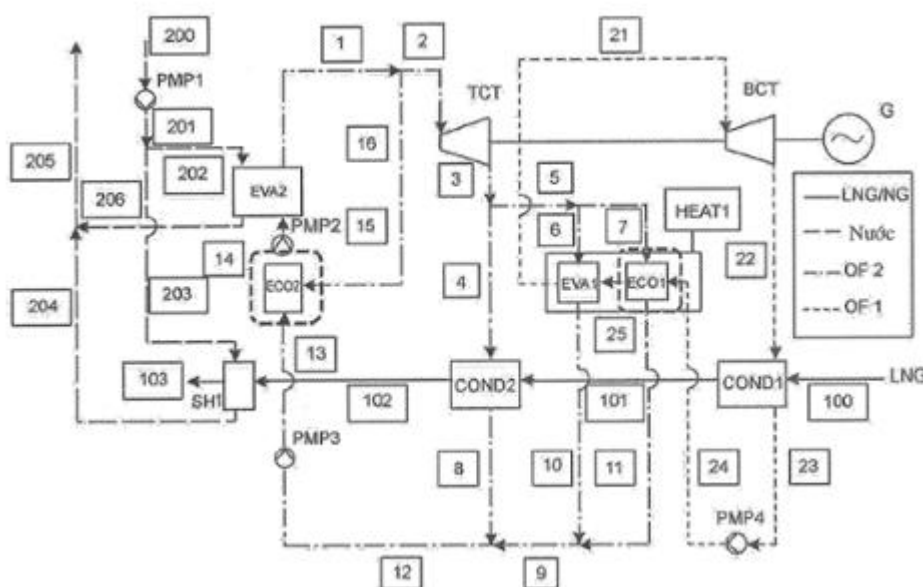
Via Martiri di Cefalonia, 67, I-20097 San Donato Milanese, Milano, Italy

(72) ASTOLFI, Marco (IT); MACCHI, Ennio (IT); VALENTI, Gianluca (IT); DE RINALDIS, Salvatore (IT); INGLESE, Luca Davide (IT); LEPORE, Alessandro (IT); MELONI, Fabrizio (IT).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) THIẾT BỊ TÁI KHÍ HÓA KHÍ HÓA LỎNG, QUY TRÌNH TÁI KHÍ HÓA KHÍ HÓA LỎNG VÀ HỆ THỐNG THIẾT BỊ TÁI KHÍ HÓA KHÍ HÓA LỎNG

(57) Sáng chế đề xuất thiết bị tái hóa khí khí hóa lỏng bao gồm bộ phận gia nhiệt thứ nhất (COND1), bộ phận gia nhiệt thứ hai (COND2), trong đó bộ phận gia nhiệt thứ nhất (COND1) là một phần của chu trình thứ nhất mà vận hành cùng với chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) và bộ phận gia nhiệt thứ hai (COND2) là một phần của chu trình thứ hai mà vận hành cùng với chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2), các chất lưu hữu cơ lỏng này (OF1, OF2) là khác nhau, và trong đó chu trình thứ nhất này còn có bộ bốc hơi (EVA1) của chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) mà vận hành cùng với chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2). Quy trình tái hóa khí khí hóa lỏng và hệ thống thiết bị tái hóa khí cũng được đề xuất.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến lĩnh vực năng lượng, cụ thể là đề cập đến việc tái hóa khí khí hóa lỏng, như khí tự nhiên, và đến việc tái hóa khí/hóa hơi các khí kỹ thuật được cất giữ ở nhiệt độ thấp hoặc ở nhiệt độ cực thấp (cryogenic temperature).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đã biết các công nghệ tái hoá khí khí hóa lỏng, như khí tự nhiên hóa lỏng (LNG: liquefied natural gas).

Khí tự nhiên hóa lỏng là hỗn hợp khí tự nhiên có thành phần chủ yếu là metan, và các thành phần hydrocacbon nhẹ khác ở mức độ ít hơn như etan, propan, isobutan, n-butan, pentan, và nitơ, đã được chuyển hóa từ trạng thái khí, ở nhiệt độ trong phòng, sang trạng thái lỏng, ở nhiệt độ khoảng -160°C , để thuận tiện cho việc vận chuyển.

Các nhà máy hoá lỏng khí thường được đặt gần nơi sản xuất khí tự nhiên, trong khi các nhà máy tái hoá khí (hoặc "hệ thống thiết bị tái hoá khí") thường được đặt gần nơi tiêu thụ.

Hầu hết các nhà máy này (khoảng 85%) được đặt trên đất liền trong khi các nhà máy còn lại (khoảng 15%) nằm ngoài khơi trên các giàn khai thác hoặc tàu.

Thông thường, mỗi hệ thống thiết bị tái hoá khí này bao gồm nhiều thiết bị tái hoá khí, nhằm đáp ứng công suất đầu vào của khí tự nhiên hóa lỏng hoặc các nhu cầu về khí này, cũng như vì lý do linh hoạt hoặc yêu cầu kỹ thuật (ví dụ, nhằm mục đích bảo dưỡng hệ thống).

Thông thường, các công nghệ tái hoá khí liên quan đến khí tự nhiên hóa lỏng được cất giữ trong các bể chứa ở áp suất khí quyển ở nhiệt độ -160°C và bao gồm các bước nén chất lưu lên tới áp suất khoảng 70-80 bar ($70-80 \cdot 10^5 \text{Pa}$) và hoá hơi và tăng nhiệt độ lên tới nhiệt độ khoảng 3°C .

Nhiệt năng cần thiết để tái hoá khí với công suất 139 tấn/giờ là khoảng 27MW nhiệt, trong khi điện năng là khoảng 2,25MW điện ($4,85\text{MW}$ điện nếu tính

Nhiệt năng cần thiết để tái hoá khí với công suất 139 tấn/giờ là khoảng 27MW nhiệt, trong khi điện năng là khoảng 2,25MW điện (4,85MW điện nếu tính đến cả các phụ tải khác của nhà máy; điện năng phụ tải tối đa của nhà máy có 4 thiết bị tái hoá khí là 19,4MW điện).

Nằm trong số các công nghệ được áp dụng phổ biến nhất, được sử dụng riêng biệt hoặc kết hợp với nhau, là công nghệ sử dụng thiết bị hoá hơi rãnh hở (ORV: Open Rack Vaporizer), chiếm khoảng 70% các hệ thống thiết bị tái hoá khí, và công nghệ sử dụng thiết bị hoá hơi đốt chìm (SCV: Submerged Combustion Vaporizer).

Thiết bị hoá hơi rãnh hở (ORV)

Công nghệ này đòi hỏi rằng khí tự nhiên ở trạng thái lỏng (áp suất khoảng 70-80 bar ($70-80 \cdot 10^5 \text{Pa}$) và ở nhiệt độ -160°C) được cho chảy từ dưới lên bên trong các ống nhôm có các cánh để tạo ra các màn; sự hoá hơi dần dần xảy ra khi chất lưu chảy.

Chất mang nhiệt là nước biển chảy từ trên xuống trên bề mặt ngoài của ống cung cấp nhiệt cần thiết đối với sự hoá hơi bởi sự chênh lệch nhiệt độ.

Cụ thể, việc trao đổi nhiệt này được tối ưu hoá bằng cách thiết kế profin và độ nhám mặt ngoài của ống, cho phép phân phối đồng màng nước biển trên màn này.

Thiết bị hoá hơi đốt chìm (SCV)

Công nghệ này sử dụng bể nước đã được khử khoáng được đun nóng bởi ngọn lửa chìm dưới nước làm chất mang nhiệt; cụ thể, khí nhiên liệu (FG: Fuel Gas) được đốt cháy trong bộ phận đốt và khói đã được tạo ra đi qua giàn ống xoắn đục lỗ mà từ đó các bong bóng khí đốt thoát ra, đun nóng bể nước đồng thời truyền nhiệt ngưng tụ.

Khí tự nhiên hóa lỏng (LNG) hoá hơi trong một dàn ống xoắn bằng thép không gỉ khác cũng nằm chìm trong bể nước đã khử khoáng và được đun nóng này.

Bể nước này được duy trì sự tuần hoàn để đảm bảo sự phân bố nhiệt độ đồng nhất.

Mặt khác, khói thoát ra được xả bởi ngăn thông hơi của SCV.

Chu trình Rankine hữu cơ

Các chu trình Rankine chất lưu hữu cơ (ORC: Organic Rankine Cycle) được áp dụng rộng rãi trong lĩnh vực địa nhiệt và cho các ứng dụng sinh khối hoặc để tận dụng nhiệt thải từ các quy trình công nghiệp.

Các chu trình như vậy mang lại khả năng lựa chọn chất lưu hữu ích trong số hàng chục chất lưu ứng viên và cho phép thực hiện các chu trình nhiệt động học có hiệu quả, ngay cả đối với nguồn nóng nhiệt độ thấp và có giá trị nhiệt thấp.

Hơn thế nữa, việc lựa chọn chất lưu có điểm sôi thấp cho phép thực hiện chu trình ngưng tụ ở nhiệt độ cực thấp, mà không phát sinh vấn đề đóng băng hoặc độ chân không quá mức.

Đơn yêu cầu cấp patent Mỹ US 2013/0160486 (Ormat Technologies Inc.) mô tả chu trình nén một hoặc hai cấp thực hiện với một chất lưu, có và không có việc trao đổi nhiệt trong chu trình này (tái tạo) ở cả hai cấp; theo một phương án, hai chu trình kiểu tăng nối tiếp nhau với hai chất lưu khác nhau được thực hiện, trong đó nhiệt của chu trình thứ nhất chỉ được sử dụng để làm bay hơi chất lưu thứ hai và khí tự nhiên hóa lỏng được hoá hơi chỉ bằng nhiệt được giải phóng bởi chu trình của chất lưu thứ hai.

Tuy nhiên, công nghệ được đề xuất bởi Đơn yêu cầu cấp patent Mỹ này có hiệu suất hạn chế.

Thực tế, nhiệt của chu trình của chất lưu thứ nhất chỉ được sử dụng để làm hoá hơi chất lưu hữu cơ của chu trình thứ hai và không cung cấp cho việc tái tạo trong chu trình của chất lưu thứ hai.

Hơn thế nữa, khí tự nhiên hóa lỏng được hoá hơi chỉ bằng nhiệt của chu trình của chất lưu thứ hai, nó chỉ ngưng tụ khi sử dụng một phần của các bộ phận làm lạnh khí tự nhiên hóa lỏng hiện có, tương ứng với nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ ngưng tụ chất lưu hữu cơ của chu trình của chất lưu thứ hai.

Có thể vẫn có vấn đề về sự cân bằng giữa phụ tải điện và phụ tải nhiệt trong các kết cấu trong đó nhiệt được cung cấp bởi một chu trình năng lượng chính (tuabin khí hoặc động cơ đốt trong) hoặc bởi một chu trình kết hợp được sử dụng, trong đó sự sinh điện gia tăng quá mức; nói cách khác, điện năng của chu trình năng lượng chính được cộng thêm vào điện năng của chu trình kín (ORC: power of the closed cycle) có thể vượt quá mức cần thiết của nhà máy hoặc của nhà máy tái hóa khí.

Đặc biệt với công nghệ sử dụng bộ hoá hơi đốt chìm (SCV), mức tiêu thụ nhiên liệu bằng khoảng 1,5% khí được sản xuất, tạo ra cacbon đioxit làm giảm độ pH của bể nước cần được xử lý bằng natri hydroxit và quyết định mức tạo ra CO₂ khoảng 50000 tấn/năm cho mức tái hóa khí 139 tấn/giờ.

Tuy nhiên, với công nghệ sử dụng bộ hoá hơi rãnh mở, có thể phần nào gây ra sự đóng băng của nước biển trong phần bên ngoài của ống, nhất là trong các vùng lạnh nhất của LNG; Hơn thế nữa: i) nó chỉ có thể sử dụng được trong các vùng địa lý và/hoặc trong thời tiết có nhiệt độ nước biển ít nhất là 5-9°C, chủ yếu là các vùng cận nhiệt đới, ii) nước biển phải được xử lý trước để loại bỏ hoặc làm giảm hàm lượng của các kim loại nặng có thể gây ra sự ăn mòn lớp tráng kẽm của ống, iii) dường như mức tiêu thụ điện năng để thực hiện các máy bơm nước biển phải thẳng được chiều cao cột nước tương ứng với chiều cao của ORV ngoài mức tiêu thụ 1,2 MW điện/thiết bị tái hoá khí theo công nghệ SCV (Tổng mức tiêu thụ của nhà máy là 24,2MW điện), iv) cuối cùng, công nghệ này là khá phức tạp và chỉ có thể thực hiện được bởi một số nhà cung cấp và có quy mô hạn chế.

Do đó, nói chung, các công nghệ thông thường không cho phép sản xuất điện năng cần thiết đối với nhà máy và có mức tổn hao năng lượng đáng kể liên quan đến các bộ phận làm lạnh.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các tác giả sáng chế đã ngạc nhiên phát hiện ra rằng có thể bổ sung ít nhất một chu trình kiểu Rankine hữu cơ (ORC) vào thiết bị tái hoá khí khí hoá lỏng thông thường, tốt hơn là hai chu trình kiểu Rankine hữu cơ kiểu tầng nối tiếp

nhau, được thực hiện với hai chất lưu khác nhau và trong đó nhiệt ngưng tụ từ chu trình của một chất lưu được sử dụng để làm bay hơi chất lưu thứ hai và để làm hóa hơi khí tự nhiên hóa lỏng.

Mục đích đầu tiên của sáng chế là đề xuất thiết bị tái hoá khí khí hoá lỏng.

Một mục đích khác của sáng chế là đề xuất hệ thống thiết bị tái hoá khí có các thiết bị tái hoá khí khí hoá lỏng này.

Một mục đích khác nữa của sáng chế là đề xuất quy trình tái hoá khí khí hoá lỏng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 thể hiện thiết bị tái hoá khí theo phương án thứ nhất của sáng chế trong đó nguồn nhiệt năng có nhiệt độ thấp được sử dụng;

Fig.2 thể hiện thiết bị tái hoá khí theo một phương án khác của sáng chế;

Fig.3 và Fig.3A lần lượt thể hiện thiết bị tái hoá khí theo các phương án của sáng chế;

Fig.4 thể hiện thiết bị tái hoá khí theo phương án thứ ba của sáng chế;

Fig.5A và Fig.5B thể hiện các ví dụ khác nhau về kết cấu của các tuabin và của các máy phát của thiết bị tái hoá khí theo sáng chế;

Fig.6 thể hiện dạng sơ đồ khối của hệ thống thiết bị theo sáng chế;

Fig.7 thể hiện dạng sơ đồ khối của bộ tái ngưng tụ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế được mô tả liên quan cụ thể tới việc tái hoá khí khí tự nhiên hóa lỏng (LNG), tuy nhiên, trong đó thiết bị tái hoá khí, hệ thống thiết bị tái hoá khí và quy trình tái hoá khí được mô tả dưới đây là cũng có thể được áp dụng cho việc tái hoá khí hoặc hoá hơi các chất lưu hoá lỏng khác được cất giữ ở nhiệt độ thấp (thấp hơn khoảng 0°C) hoặc ở nhiệt độ cực thấp (thấp hơn -45°C).

Ví dụ, sáng chế sẽ được áp dụng cho việc tái hoá khí khí hoá lỏng được chọn từ nhóm bao gồm, ví dụ, không khí, nitơ, các hợp chất hydrocacbon, như

alkan, bao gồm propan và butan chẳng hạn, hoặc alken, như etylen và propylen chẳng hạn; hydro.

Theo một khía cạnh được ưu tiên, sáng chế được áp dụng cho việc tái hoá khí khí tự nhiên hóa lỏng.

Nhằm mục đích đơn giản, trong phần mô tả dưới đây và trong các hình vẽ, sẽ chỉ nhắc đến khí tự nhiên hóa lỏng (LNG).

Trong phần mô tả dưới đây, các thuật ngữ "làm bay hơi" và "hoá hơi" là đồng nghĩa với cả thuật ngữ "tái hoá khí" .

Nhằm mục đích của sáng chế, trong phần mô tả dưới đây, thuật ngữ "bộ tiết nhiệt" (bộ tiết nhiệt) được dùng để chỉ bộ trao đổi nhiệt nằm trong bình chứa chịu áp lực trong đó việc trao đổi nhiệt hỗn hợp được thực hiện (tức là với sự tiếp xúc trực tiếp) giữa dòng vào hơi hữu cơ (bão hoà hoặc đã được tăng nhiệt độ) và dòng chất lưu hữu cơ ở trạng thái siêu lạnh cũng là dòng vào, để tạo ra dòng ra chất lỏng hữu cơ bão hoà; dòng ra như vậy sau đó được chuyển vào bộ bốc hơi để hoá hơi.

Thuật ngữ "bộ tái ngưng tụ" được dùng để chỉ bộ trao đổi nhiệt nằm trong một bình chứa chịu áp lực, trong đó vật liệu chèn lấp (ví dụ, hạt kim loại hoặc mảnh vụn chất dẻo) được nhồi vào một phần của nó, nó có chức năng làm tăng bề mặt tiếp xúc và do đó các chất lưu trao đổi nhiệt phải được trộn với nhau; ở đáy của bình chứa (cũng có dạng hình trụ), hỗn hợp này tích tụ sau khi trao đổi nhiệt và nhờ các van điều tiết điều chỉnh mức độ, nhiệt độ và các thông số xử lý khác.

Hơn thế nữa, trong bản mô tả này, thuật ngữ "khí hoá lỏng" được dùng để chỉ chất lưu có thành phần chủ yếu là chất lỏng .

Trong bản mô tả này, thuật ngữ "tái tạo" có nghĩa là bộ trao đổi nhiệt nằm trong một chu trình nhiệt động học mà việc trao đổi nhiệt xảy ra do sự tiếp xúc trực tiếp với các chất lưu đến từ cùng một chu trình nhiệt động học, ví dụ, bằng các bộ trao đổi nhiệt hỗn hợp, cho phép làm giảm tính không thuận nghịch đồng thời làm tăng hiệu suất của nó (thực tế là, tái tạo chu trình nhiệt động học).

Nhằm mục đích của sáng chế, bộ tiết nhiệt hoặc bộ tái ngưng tụ cũng có chức năng thực hiện việc tái tạo .

Hơn thế nữa, trong bản mô tả này, thuật ngữ "nguồn nóng nhiệt độ thấp" được dùng để chỉ, ví dụ, không khí xung quanh, nước biển, gia nhiệt bằng năng lượng mặt trời có nhiệt độ thấp, nhiệt nhả của chu trình nhiệt động học nhiệt độ thấp, sự thu hồi nhiệt quy trình và/hoặc máy phát nhiệt độ thấp.

Nguồn nhiệt độ thấp nói chung thực hiện ở nhiệt độ thấp hơn 180°C, tốt hơn là thấp hơn 180°C.

Thuật ngữ "nguồn nóng nhiệt độ cao" được dùng để chỉ, ví dụ, việc gia nhiệt bằng năng lượng mặt trời có nhiệt độ cao, nhiệt nhả của chu trình nhiệt động học nhiệt độ cao, khí xả của tuabin khí hoặc động cơ đốt trong, sự thu hồi nhiệt quy trình và/hoặc máy phát nhiệt độ cao.

Nguồn nóng nhiệt độ cao nói chung thực hiện ở nhiệt độ lớn hơn 180°C, tốt hơn là lớn hơn 300°C và thậm chí tốt hơn nữa là lớn hơn 400°C.

Trong phần mô tả dưới đây, thuật ngữ "nước biển" ngoài việc để chỉ nước biển được bơm, và được xử lý thích hợp để loại bỏ các chất lắng, còn được dùng để chỉ chung cho nước ngọt, lấy từ sông, kênh, giếng, lưu vực tự nhiên như hồ, v.v. và lưu vực nhân tạo.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, thiết bị tái hoá khí khí tự nhiên hóa lỏng (LNG) được đề xuất.

Thuật ngữ "thiết bị tái hoá khí" được dùng để chỉ một phần của hệ thống thiết bị bao gồm các kết cấu, thiết bị, máy móc và thiết bị tái hoá khí khí tự nhiên hóa lỏng (LNG).

Các kết cấu, thiết bị, máy móc và hệ thống như vậy bắt đầu, cụ thể là, từ bình chứa trong đó LNG được cất giữ và kết thúc ở điểm vào của LNG đã được tái hoá khí nằm trong mạng phân phối của chính khí này.

Chi tiết hơn, trong bình chứa, khí tự nhiên hóa lỏng (LNG) được cất giữ ở áp suất khí quyển và ở nhiệt độ khoảng -160°C.

Cụ thể là, bình chứa khí hoá lỏng có thể được đặt ở một nơi hoặc trong một kết cấu khác với nơi đặt hoặc kết cấu của hệ thống thiết bị tái hoá khí, ví dụ, có thể là trên bờ hoặc ngoài khơi.

Thực tế, sáng chế này có thể được áp dụng trên bờ, và do tính sẵn có của nước biển, nó có thể được áp dụng ngoài khơi và trên các giàn nổi.

Thiết bị tái hoá khí thông thường sẽ bao gồm thùng hoá hơi, nó có thể có dạng bộ hoá hơi đốt chìm (SCV).

Thùng hoá hơi kiểu SCV còn bao gồm hệ thống cấp không khí tuần hoàn riêng của nó bằng máy nén của nó (CMP1 trên Fig.6).

Trước khi đi vào thùng hoá hơi, LNG có thể được nén sơ bộ tới áp suất khoảng 70-80 bar ($70-80 \cdot 10^5 \text{Pa}$).

Việc nén này được thực hiện nhờ bơm áp lực thấp (nó tiêu thụ khoảng 400 kW điện) và nhờ bơm áp lực cao (nó tiêu thụ khoảng 1300 kW điện), chúng thực hiện nối tiếp nhau.

Trên Fig.6, BOG thể hiện các máy nén khí sôi trào (BOG: boil off gas) của thiết bị tái hoá khí.

Ở cửa vào bể của bộ phận hoá hơi, khí hoá lỏng có thể là ở trạng thái siêu tới hạn.

Trong bể SCV, khí tự nhiên hóa lỏng được hoá hơi và được tăng nhiệt độ lên tới nhiệt độ khoảng 3°C .

Sau khi đã hoá hơi, khí tự nhiên có thể được đưa vào mạng phân phối khí tự nhiên.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, một thiết bị tái hoá khí thông thường (vòng "cơ bản") đã nêu trên được cải biến để bao gồm vòng nhánh nhiệt dùng để tái hoá khí khí hoá lỏng, ví dụ, khí tự nhiên hóa lỏng (LNG).

Cụ thể, sự hợp nhất giữa hai vòng này là ở mỗi nối rút khí tự nhiên hóa lỏng từ vòng cơ bản này và ở mỗi nối đưa trở lại khí tự nhiên hóa lỏng đã được tái hoá khí trong vòng cơ bản được dành riêng cho mạng phân phối.

Tốt hơn là, mỗi nối rút này nằm sau các bơm cryo và trước thùng hoá hơi (SCV).

Do đó, các mục đích của sáng chế là đề xuất:

- thiết bị tái hoá khí thông thường, sẵn có, được cải biến để tích hợp vòng nhánh khí tự nhiên hóa lỏng tái hoá khí (cải tạo); và

- thiết bị tái hoá khí có vòng nhánh này làm hệ thống chính, ví dụ, để tạo ra các hệ thống thiết bị mới.

Vòng nhánh nhiệt dùng để tái hoá khí tự nhiên hóa lỏng (LNG)

Nhằm mục đích của sáng chế, một vòng nhánh như vậy, mà thực tế là thiết bị tái hoá khí, bao gồm :

- bộ phận gia nhiệt thứ nhất (COND1),
- bộ phận gia nhiệt thứ hai (COND2).

Theo một khía cạnh của sáng chế, bộ phận gia nhiệt thứ ba (SH1) cũng có thể được bố trí.

Cụ thể, bộ phận gia nhiệt thứ nhất (COND1) là một phần của chu trình thứ nhất mà vận hành cùng với chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1), trong khi bộ phận gia nhiệt thứ hai (COND2) là một phần của chu trình thứ hai mà vận hành cùng với chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2).

Bộ phận gia nhiệt thứ ba (SH1) thực hiện thay thế cùng với chất lưu thứ ba (SW).

Nhằm mục đích của sáng chế, các chất lưu hữu cơ này là khác nhau.

Cụ thể, chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) được chọn từ nhóm bao gồm: các alkan như etan và propan chẳng hạn, alken như etylen chẳng hạn và các chất lưu làm lạnh có ký hiệu, ví dụ, R41, R143a, R125.

Theo một khía cạnh được ưu tiên của sáng chế, chất lưu hữu cơ thứ nhất là etan.

Cụ thể, chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) được chọn từ nhóm bao gồm: các alkan, ví dụ, etan và propan, các alken, ví dụ, etylen và các chất lưu làm lạnh có ký hiệu, ví dụ, R143, R32, R143a, R125.

Theo một khía cạnh được ưu tiên của sáng chế, chất lưu hữu cơ thứ hai là propan.

Đối với bộ phận gia nhiệt thứ ba (SH1), nó thực hiện trong chu trình của chất lưu thứ ba.

Nhằm mục đích của sáng chế, chất lưu thứ ba này là nguồn nóng nhiệt độ thấp và, theo một khía cạnh được ưu tiên, nó là nước biển.

Đối với chu trình thứ nhất (hoặc "chu trình của chất lưu hữu cơ thứ nhất"), theo một phương án thứ nhất của sáng chế được thể hiện trên Fig.1, nó còn có bộ phận gia nhiệt (HEAT1), trong đó bước gia nhiệt chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) được thực hiện.

Theo một khía cạnh được ưu tiên được thể hiện trên Fig.1, việc gia nhiệt như vậy được thực hiện bằng bộ trao đổi nhiệt trong đó chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) nhận nhiệt từ chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2).

Cụ thể hơn, bộ phận gia nhiệt (HEAT1) này cũng bao gồm:

- bộ bốc hơi thứ nhất (EVA1) và
- bộ trao đổi nhiệt thứ nhất (ECO1),

trong đó việc trao đổi nhiệt được thực hiện với chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2).

Theo một khía cạnh được ưu tiên, theo một phương án như vậy, bộ trao đổi nhiệt thứ nhất ECO1 là bộ trao đổi nhiệt thông thường, ví dụ, bộ trao đổi nhiệt kiểu ống chùm.

Theo một khía cạnh được ưu tiên hơn, bộ trao đổi nhiệt thứ nhất ECO1 là bộ tiết nhiệt.

Theo một khía cạnh được thể hiện, ví dụ, trên Fig.2, việc gia nhiệt của chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) được thực hiện bằng bộ trao đổi nhiệt trong đó chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) cũng nhận nhiệt từ chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2).

Cụ thể hơn, hai bộ phận gia nhiệt độc lập được bố trí:

- bộ bốc hơi thứ nhất (EVA1) dùng để trao đổi nhiệt với chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) và
- bộ trao đổi nhiệt thứ nhất (ECO1) của chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1).

Theo một khía cạnh được ưu tiên, theo một phương án như vậy, bộ trao đổi nhiệt thứ nhất ECO1 là bộ tiết nhiệt (kiểu tái ngưng tụ) cho phép thực hiện việc tái tạo chu trình nhiệt động học của chất lưu hữu cơ thứ nhất OF1.

Nhằm mục đích của sáng chế, theo cả hai phương án, chu trình của chất lưu hữu cơ thứ nhất (chu trình thứ nhất) còn có tuabin (BCT), trong đó chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) giãn nở.

Theo một khía cạnh cụ thể của sáng chế, tuabin tạo điện năng, do máy phát (ký hiệu G trong hình vẽ, được nối vào nó).

Hơn thế nữa, bơm (PMP4) được đặt nằm sau bộ phận gia nhiệt COND1 và trước bộ trao đổi nhiệt thứ nhất ECO1.

Theo một khía cạnh được ưu tiên của sáng chế, chu trình thứ hai (hoặc chu trình của chất lưu hữu cơ thứ hai) còn có bộ bốc hơi thứ hai (EVA2) trong đó việc trao đổi nhiệt được thực hiện với chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) nhận nhiệt năng từ chất lưu thứ ba (SW).

Nhằm mục đích của sáng chế, chu trình của chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) còn có bộ trao đổi nhiệt thứ hai (ECO2).

Nhằm mục đích của sáng chế, bộ trao đổi nhiệt thứ hai (ECO2) là bộ trao đổi nhiệt thông thường kiểu ống chùm.

Tốt hơn nữa là bộ trao đổi nhiệt thứ hai ECO2 là bộ tiết nhiệt.

Chu trình thứ hai còn có tuabin (TCT), để làm giãn nở chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2).

Ngoài ra, còn có:

- bơm (PMP3) nằm sau bộ phận gia nhiệt COND2 và trước bộ trao đổi nhiệt thứ hai ECO2, và
- bơm (PMP2) nằm sau bộ trao đổi nhiệt thứ hai ECO2 và trước bộ bốc hơi (EVA2).

Theo một phương án khác không được thể hiện trên hình vẽ, các bộ bốc hơi thứ nhất và thứ hai (EVA1 và EVA2) và lần lượt các bộ trao đổi nhiệt thứ nhất và thứ hai (ECO1 và ECO2) có thể được đặt trong một thiết bị duy nhất.

Nhằm mục đích của sáng chế, chất lưu thứ ba là nguồn nóng nhiệt độ thấp hoặc nguồn nóng nhiệt độ cao, theo các định nghĩa đã nêu trên.

Theo một khía cạnh được ưu tiên của sáng chế, nguồn nóng như vậy được ưu tiên là nước biển (ký hiệu SW trên các hình vẽ).

Vòng chất lưu thứ ba còn bao gồm các bơm (PMP1) dùng để bơm nước biển.

Theo một khía cạnh được ưu tiên của sáng chế, chất lưu thứ ba như vậy là giống như chất lưu mà việc trao đổi nhiệt xảy ra cùng với chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) trong bộ bốc hơi EVA2.

Theo các phương án khác của sáng chế được thể hiện trên Fig.3 và Fig.4, thiết bị tái hoá khí theo sáng chế có thể còn bao gồm:

- trong chu trình thứ nhất: bộ phận tăng nhiệt độ (SH3) dùng để tăng nhiệt độ chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1), và/hoặc trong chu trình thứ hai: bộ phận tăng nhiệt độ (SH2) dùng để tăng nhiệt độ chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2), và tùy ý
- trong các chu trình thứ nhất và/hoặc thứ hai này nguồn nóng được tạo ra bởi pin nhiên liệu (FC1, FC2 trên Fig.3A).

Theo một khía cạnh được ưu tiên của sáng chế, trong một hoặc cả hai bước tăng nhiệt độ (SH3, SH2), việc trao đổi nhiệt có thể được thực hiện với nguồn nóng nhiệt độ thấp.

Theo một khía cạnh được ưu tiên hơn nữa của sáng chế, nguồn nóng nhiệt độ thấp như vậy là là chất lưu thứ ba (SW); Do đó, chất lưu như vậy có thể là nước biển (ký hiệu SW trên các hình vẽ).

Theo các khía cạnh khác của sáng chế, trong bộ phận tăng nhiệt độ (SH2) của chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2), việc trao đổi nhiệt được thực hiện cùng với:

- một phần của dòng chất lưu thứ ba (SW) (nguồn nóng nhiệt độ thấp);
- khí được tạo ra bởi tuabin khí hoặc bởi động cơ đốt trong hoặc bởi chu trình hơi hoặc sự thu hồi nhiệt quy trình (nguồn nóng nhiệt độ cao); hoặc
- kết hợp các kiểu trao đổi nêu trên.

Đối với phương án được thể hiện trên Fig.3A, còn bao gồm việc cấp thêm nhiệt, cụ thể là nằm sau các tuabin (TCT, BCT), tốt hơn là sau các bộ phận SH2 và SH3.

Như được thể hiện trên Fig.5 (trong đó TR = bộ giảm tốc tuabin của chu trình thứ hai, BR = bộ giảm tốc tuabin của chu trình thứ nhất và G = máy phát) nhằm mục đích của sáng chế, các tuabin của chu trình của chất lưu thứ nhất (BCT)

và của chất lưu thứ hai (TCT) được lắp thẳng trên cùng một trục; hơn thế nữa, chúng có thể có cùng tốc độ quay và truyền cơ năng đến cùng một máy phát điện (Fig.5A).

Theo một khía cạnh được ưu tiên, hai tuabin (BCT và TCT) có tốc độ khác nhau, được lắp trên các trục khác nhau và, nhờ bộ dẫn động, truyền cơ năng đến cùng một máy phát điện (Fig.5A).

Mặt khác, theo một khía cạnh khác, hai tuabin không được lắp trên cùng một trục và truyền cơ năng đến các máy phát điện khác nhau (Fig.5B).

Mục đích thứ hai của sáng chế là đề xuất hệ thống thiết bị tái hoá khí khí hoá lỏng bao gồm một hoặc nhiều thiết bị tái hoá khí theo sáng chế.

Cụ thể, mỗi thiết bị tái hoá khí này là một thiết bị tái hoá khí đã nêu trên.

Thuật ngữ "hệ thống thiết bị tái hoá khí" được dùng để chỉ hệ thống thiết bị và nói chung bao gồm các kết cấu thông thường là:

- bồn chứa khí hoá lỏng,
- bộ phận nén bao gồm các bơm cryo; nói chung, nó là bơm áp lực thấp (tiêu thụ khoảng 400kW điện) và bơm áp lực cao (tiêu thụ khoảng 1300kW điện),
- máy nén khí sôi trào (máy nén BOG),
- mỗi nối vào mạng bên ngoài để cấp điện năng, khi có thể, hoặc bộ phận phát điện như, ví dụ, tuabin khí hoặc động cơ đốt trong,
- bộ phận hoá hơi khí hoá lỏng, ví dụ, theo công nghệ hoá hơi đốt chìm hoặc hoá hơi rãnh mở cùng với vòng cấp không khí cho nó và máy nén của nó,
- và một hoặc nhiều thiết bị tái hoá khí thông thường và ít nhất một thiết bị tái hoá khí có kết cấu vòng nhánh nêu trên, để đáp ứng các yêu cầu khác nhau và cho phép hệ thống thiết bị có tính linh hoạt tốt.

Theo một khía cạnh của sáng chế, hệ thống thiết bị tái hoá khí gồm 2, 3, 4, 5 hoặc 6 thiết bị tái hoá khí, tốt hơn là 4 thiết bị tái hoá khí.

Các thiết bị tái hoá khí khác nhau này vận hành song song với nhau.

Do đó, với kết cấu như vậy cho phép các hệ thống thiết bị sẵn có thích ứng với quy trình theo sáng chế (cải tạo).

Nhằm mục đích của sáng chế, hệ thống thiết bị tái hoá khí có kết cấu mới này có thể gồm một hoặc nhiều thiết bị tái hoá khí có kết cấu vòng nhánh nêu trên, nhờ đó không cần đến bộ phận hoá hơi "thông thường", ví dụ, bộ phận hoá hơi kiểu SCV.

Đối với các yêu cầu kỹ thuật của hệ thống thiết bị, không thể loại trừ rằng một số thành phần của các vòng đơn được dùng chung cho nhiều thiết bị tái hoá khí.

Do đó, khả năng hiện thực hoá một hệ thống thiết bị gồm nhiều thiết bị tái hoá khí khác nhau cho phép thực hiện quy trình theo sáng chế theo cách thức độc lập, đồng thời hoặc không, trong mỗi thiết bị tái hoá khí, cùng với lợi thế rõ rệt về tính linh hoạt.

Theo mục đích thứ ba, sáng chế đề xuất quy trình tái hoá khí hoá lỏng.

Cụ thể, quy trình này còn bao gồm việc sản xuất nhiệt năng và điện năng.

Cụ thể, quy trình theo sáng chế bao gồm các bước:

- 1) thực hiện bước thứ nhất để gia nhiệt khí hoá lỏng nhờ việc trao đổi nhiệt với chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1); và
- 2) thực hiện bước thứ hai để gia nhiệt khí hoá lỏng bằng chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2).

Nhằm mục đích của sáng chế, chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) và chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) là khác nhau.

Cụ thể, chất lưu hữu cơ thứ nhất (ký hiệu OF1 trên các hình vẽ) được chọn từ nhóm bao gồm: các alkan, ví dụ, etan và propan, các alken, ví dụ, etylen và các chất lưu làm lạnh có ký hiệu, ví dụ, R41, R143a, R125.

Theo một khía cạnh được ưu tiên của sáng chế, chất lưu hữu cơ thứ nhất là etan.

Cụ thể, chất lưu hữu cơ thứ hai (ký hiệu OF2 trên các hình vẽ) được chọn từ nhóm bao gồm: các alkan như etan và propan chẳng hạn, alken như etylen chẳng hạn và các chất lưu làm lạnh có ký hiệu, ví dụ, R143, R32, R143a, R125.

Theo một khía cạnh được ưu tiên của sáng chế, chất lưu hữu cơ thứ hai là propan.

Theo một khía cạnh của sáng chế, quy trình này còn bao gồm bước:

3) tăng nhiệt độ/gia nhiệt khí này bằng chất lưu thứ ba.

Theo một khía cạnh được ưu tiên cụ thể, chất lưu thứ ba như vậy là nước biển.

Cụ thể hơn, theo phương án thứ nhất của quy trình theo sáng chế được thể hiện trên Fig.1, chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1), trước bước 1), được đưa vào bước I) để trao đổi nhiệt (HEAT1) nhờ đó nó nhận nhiệt năng từ chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2).

Theo khía cạnh như vậy, bước I) (HEAT1) lại bao gồm các bước:

Ia) đưa chất lưu hữu cơ thứ nhất vào bước gia nhiệt trong bộ trao đổi nhiệt thứ nhất (ECO1); và

Ib) đưa chất lưu hữu cơ thứ nhất vào bước làm bốc hơi trong bộ bốc hơi thứ nhất (EVA1).

Thậm chí tốt hơn nữa là, cả hai bước này được thực hiện bằng cách nhận nhiệt từ chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2).

Cụ thể, các bước Ia) và Ib) được thực hiện bằng cách nhận nhiệt từ các phần khác nhau của dòng chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2).

Cụ thể hơn nữa, phần chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) thực hiện ở bước Ia) sẽ không thực hiện ở bước Ib), và ngược lại.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế như được thể hiện trên Fig.2, ở bước I), chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) được đưa vào bước trao đổi nhiệt mà nó cũng nhận nhiệt từ chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2).

Cụ thể hơn, khía cạnh như vậy bao gồm các bước:

Ia) tái tạo chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) trong bộ trao đổi nhiệt thứ nhất (ECO1), trong trường hợp này là bộ tiết nhiệt và

Ib) đưa chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) vào bước làm bốc hơi trong bộ bốc hơi thứ nhất (EVA1).

Do đó, các bước nêu trên được thực hiện bằng cách nhận nhiệt từ chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) ở bước Ib) và bằng cách nhận nhiệt từ một phần chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) đi ra từ bộ bốc hơi thứ nhất (EVA1) ở bước Ib).

Cụ thể hơn, phương án như vậy bao gồm việc sử dụng bộ trao đổi nhiệt thứ nhất ECO1 là bộ tiết nhiệt .

Nhằm mục đích của sáng chế, trước bước 1) và sau bước I), tức là sau bước Ia) và Ib), chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) được đưa vào bước II) để làm giãn nở trong tuabin (BCT) trong đó cơ năng và điện năng được trích ra .

Theo một phương án của sáng chế được thể hiện trên Fig.3A, trước bước II) để làm giãn nở trong tuabin (BCT), chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) có thể được gia nhiệt bằng nhiệt nhận từ pin nhiên liệu (FC1).

Đối với chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2), trước bước 2), nó được bốc hơi trong bước Ib') trong bộ bốc hơi thứ hai (EVA2).

Hơn thế nữa, trước bước 2) và sau bước Ib') chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) còn được làm giãn nở trong tuabin (TCT) trong bước II').

Theo một phương án của sáng chế được thể hiện trên Fig.3A, trước bước được giãn nở trong tuabin II'), chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) có thể được gia nhiệt bằng nhiệt nhận từ nguồn nhiệt là pin nhiên liệu (FC2).

Chi tiết hơn, cần lưu ý rằng dòng chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) ở bước 2) là một phần của dòng thu được sau bước II') như vậy để làm giãn nở trong tuabin (TCT).

Nhằm mục đích của sáng chế, thực tế, phần thứ hai của dòng chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) đi ra từ tuabin (TCT) sau bước II') để làm giãn nở là dòng để thực hiện bước Ib), để làm bốc hơi chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) trong bộ bốc hơi thứ nhất (EVA1) và trong đó việc gia nhiệt cũng được thực hiện Ia) trong bộ trao đổi nhiệt thứ nhất (ECO1).

Theo một khía cạnh được ưu tiên của sáng chế, có thể được bố trí là một phần của dòng chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) đi ra từ bộ bốc hơi thứ hai (EVA2), và sau bước Ib'), thực hiện bước gia nhiệt sơ bộ Ia') (tái tạo) trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai (ECO2), tốt hơn là bộ tiết nhiệt, tận dụng lợi thế của chính chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) (nó ở trạng thái lỏng).

Theo một phương án tiếp theo của sáng chế, sau bước Ib') và trước bước Ia'), chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) được trao đổi nhiệt trong bước Ic') nhờ đó nó nhận nhiệt từ chất lưu thứ tư để tăng nhiệt độ chính nó (SH2).

Theo một phương án được ưu tiên, chất lưu thứ tư này được tạo ra bởi nguồn nóng nhiệt độ thấp hoặc bởi nguồn nóng nhiệt độ cao hoặc bởi việc kết hợp hai kiểu nguồn nhiệt này.

Theo khía cạnh như vậy, phần dòng của chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) thực hiện việc tái tạo ở bước Ia') là phần chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) thu được sau bước tăng nhiệt độ Ic').

Cụ thể, việc gia nhiệt như vậy của bước Ia') được thực hiện trong bộ trao đổi nhiệt thứ nhất (ECO1) kiểu ống chùm.

Hơn thế nữa, như được thể hiện trên Fig.3 và Fig.4, có thể được bố trí là một phần của chất lưu thứ tư sau bước Ic') thực hiện việc trao đổi nhiệt ở bước Ib') (trong EVA2).

Theo một phương án khác nữa, có thể được bố trí là một phần của chất lưu thứ tư sau bước Ic'), tùy ý, cả sau khi trao đổi nhiệt ở bước Ib'), thực hiện việc trao đổi nhiệt ở bước 3) (trong SH1) (và do đó, chất lưu thứ ba và chất lưu thứ tư là một).

Theo một phương án khác nữa của sáng chế không được thể hiện trên hình vẽ, sau bước 3), khí có thể được tăng nhiệt độ lên tới nhiệt độ khoảng 200°C và sau đó được làm giãn nở trong tuabin nhờ vậy tạo ra cơ năng và điện năng, được làm nguội xuống nhiệt độ cần thiết để cấp trở lại mạng này (khoảng 3°C).

Đối với chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1), theo một phương án khác của sáng chế, sau bước Ib) nó cũng có thể được tăng nhiệt độ trong bước Ic).

Tốt hơn, nếu bước Ic) được thực hiện bởi việc trao đổi nhiệt với một phần của dòng chất lưu thứ ba.

Nhằm mục đích này, chất lưu thứ ba là nguồn nóng nhiệt độ thấp, mà theo một phương án được ưu tiên, nó là nước biển.

Theo một khía cạnh tiếp theo, sáng chế đề xuất việc sử dụng bộ tái ngưng tụ theo chu trình Rankine có chức năng của bộ tiết nhiệt, để gia nhiệt sơ bộ chất

lưu hữu cơ ở trạng thái lỏng (trái ngược với chức năng thông thường của nó để làm siêu lạnh khí như làm ngưng tụ khí sôi trào).

Như được thể hiện chi tiết trên Fig.1, quy trình theo sáng chế theo một phương án được ưu tiên của sáng chế, có thể bao gồm các chu trình và các vòng sau.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Chu trình của chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1)

Chất lưu hữu cơ thứ nhất OF1 (etan) với lưu lượng 56 tấn/giờ, bốc hơi trong bộ bốc hơi thứ nhất EVA1, cùng với việc cấp nhiệt từ chu trình của chất lưu hữu cơ thứ hai (6,7MW nhiệt), ở nhiệt độ $-47,4^{\circ}\text{C}$ và áp suất 6,04 bar ($6,04 \cdot 10^5 \text{Pa}$) (21).

Dòng giãn nở trong tuabin (ký hiệu BCT trên các hình vẽ) với áp suất lên tới 0,85 bar ($0,85 \cdot 10^5 \text{Pa}$) và nhiệt độ $-91,8^{\circ}\text{C}$ (22), sau đó ngưng tụ trong bộ ngưng tụ COND1 (7,3MW nhiệt, phía bộ bốc hơi LNG) tới áp suất 0,8 bar ($0,8 \cdot 10^5 \text{Pa}$), nhiệt độ $-92,8^{\circ}\text{C}$ (23).

Bơm PMP4 với áp suất 6,76 bar ($6,76 \cdot 10^5 \text{Pa}$) (24).

Trong bộ trao đổi nhiệt thứ nhất ECO1, dòng này đạt nhiệt độ $-42,4^{\circ}\text{C}$ và áp suất 6,25 bar ($6,25 \cdot 10^5 \text{Pa}$) (25) do vậy kết thúc chu trình của chất lưu hữu cơ thứ nhất.

Chu trình của chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2)

Chất lưu hữu cơ OF2 (propan) với lưu lượng 204 tấn/giờ, bốc hơi trong bộ bốc hơi thứ hai EVA2, cùng với việc cấp nhiệt từ nước biển (21,3 MW nhiệt), ở nhiệt độ 0°C và áp suất 4,75 bar ($4,75 \cdot 10^5 \text{Pa}$) (1).

Một phần của dòng (16) khoảng 43 tấn/giờ được chuyển vào bộ trao đổi nhiệt hỗn hợp (kiểu tái ngưng tụ cấu trúc, ECO2) mà cũng có chức năng tái tạo của chu trình nhiệt động học của chất lưu thứ hai.

Dòng khoảng 160 tấn/giờ (2) đi vào tuabin TCT và giãn nở với áp suất lên tới 1 bar ($1 \cdot 10^5 \text{Pa}$) và nhiệt độ $-42,4^{\circ}\text{C}$ (3).

Một phần của dòng ra từ tuabin (TCT) (4) với lưu lượng khoảng 90 tấn/giờ ngưng tụ trong bộ ngưng tụ COND2 (10,5MW nhiệt, phía bộ bốc hơi LNG) ở áp suất 0,96 bar ($0,96 \cdot 10^5 \text{Pa}$) và nhiệt độ $-43,4^\circ\text{C}$ (8).

Một phần khác đi ra từ tuabin (TCT) với lưu lượng 72 tấn/giờ được chia thành hai dòng: một dòng với lưu lượng 57 tấn/giờ (6) và một dòng có lưu lượng 15 tấn/giờ lần lượt đi vào bộ bốc hơi thứ nhất EVA1 (6,7MW nhiệt) và đi vào bộ trao đổi nhiệt thứ nhất (ECO1) kiểu ống chùm (1,8MW nhiệt) của chu trình của chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1).

Các dòng đi ra từ bộ bốc hơi thứ nhất EVA (10) và từ bộ trao đổi nhiệt thứ nhất ECO1 (11) ở áp suất khoảng 0,95 bar ($0,95 \cdot 10^5 \text{Pa}$) và nhiệt độ $-43,4^\circ\text{C}$ và tái hợp thành một dòng đơn có lưu lượng 72 tấn/giờ (9), nó hợp nhất với dòng (8) nhờ đó tạo ra dòng đơn có lưu lượng khoảng 162 tấn/giờ (12).

Bơm PMP3 nén dòng (12) tới áp suất 6,65 bar ($6,65 \cdot 10^5 \text{Pa}$) (13).

Dòng (13) trộn trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai ECO2, ví dụ, bộ tiết nhiệt (nhờ vậy cũng thực hiện việc tái tạo) với dòng (16) nhờ vậy tạo ra dòng 14 có lưu lượng khoảng 204 tấn/giờ mà sau đó nó được bơm bởi bơm PMP2 với mức gia tăng áp suất nhỏ với áp suất lên tới 4,89 bar ($4,89 \cdot 10^5 \text{Pa}$) và ở nhiệt độ $-0,6^\circ\text{C}$, nhờ vậy kết thúc chu trình của chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2).

Vòng LNG (vòng nhánh năng lượng)

Khí tự nhiên hóa lỏng (LNG) được rút ra ở nhiệt độ khoảng -155°C và ở áp suất khí quyển và được bơm với áp suất lên tới 80 bar ($80 \cdot 10^5 \text{Pa}$) (100).

Sau đó, nó nhận nhiệt trong COND1 dẫn vào ở nhiệt độ -94°C (101) và sau đó được gia nhiệt trong COND2 lên tới -45°C (102); kết thúc quá trình bay hơi nó được tăng nhiệt độ trong bộ tăng nhiệt độ (SH1) nhờ vậy nhận nhiệt từ chất lưu thứ ba (nước biển) để đạt nhiệt độ lên tới 3°C (103).

Chu trình của chất lưu thứ ba

Nước biển với lưu lượng 5400 tấn/giờ được tháo ra ở nhiệt độ 9°C (200) ở cửa ra nước biển, trong đó các hệ thống lưới chặn và lọc (không được thể hiện trên hình vẽ) giữ lại các chất hữu cơ (tảo, nhuyễn thể, v.v.), cát và các hạt nói chung.

Nước được bơm với áp suất khoảng 2 bar ($2 \cdot 10^5$ Pa) (201) và dòng này được chia thành hai dòng, với một dòng có lưu lượng khoảng 3780 tấn/giờ đi vào bộ bốc hơi thứ hai EVA2 (202) và một dòng có lưu lượng khoảng 1620 tấn/giờ vào bộ tăng nhiệt độ SH1 (203).

Sau đó, hai dòng (204, 206) được làm nguội xuống 5°C, tái hợp và được xả ra biển ở nhiệt độ 4°C.

Mặt khác, như được thể hiện trên Fig.3, bộ tăng nhiệt độ (SH2, SH3) nhận nhiệt từ nước biển được chèn vào cả chu trình của chất lưu thứ nhất lẫn vào chu trình của chất lưu thứ hai đi ra từ bộ bốc hơi thứ hai và từ bộ bốc hơi thứ nhất (tương ứng với EVA2 và EVA1), có chức năng làm tăng entalpy của các chất lưu hữu cơ OF1 và OF2 trước khi đi vào tuabin và rút và/hoặc giữ năng lượng nhiều hơn sau khi giãn nở trong tuabin, bản thân lượng đầu ra chuẩn của tuabin phải lớn hơn các trị số cho phép có thể tránh được sự ăn mòn/làm hư hại các van của tuabin (> khoảng 0,9).

Như được thể hiện trên Fig.4, bộ tăng nhiệt độ SH2 của chu trình của chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) nhận nhiệt từ các khí xả của tuabin khí, động cơ đốt trong khác, chu trình hơi, sự thu hồi nhiệt quy trình, nguồn tái tạo (ví dụ: gia nhiệt bằng năng lượng mặt trời) và/hoặc sự kết hợp của các nguồn nhiệt này (ở nhiệt độ tương đối cao: lớn hơn 180°C, tốt hơn là lớn hơn 300°C, tốt hơn nữa là lớn hơn 400°C).

Từ phần mô tả trên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể hiểu được nhiều ưu điểm được mang lại bởi sáng chế này.

Trước hết, việc lựa chọn chất lưu hữu cơ có nhiệt độ nằm trong khoảng từ -40°C đến -90°C cho phép tối ưu hoá năng lượng và cho phép sử dụng lên tới 70% số lượng thiết bị tái tạo sẵn có cho việc làm bay hơi khí tự nhiên hóa lỏng ở dạng siêu tới hạn.

Việc sử dụng bộ trao đổi nhiệt kiểu tái ngưng tụ, trong chu trình của chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) (phương án được thể hiện trên Fig.2) và trong chu trình của chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2), cho phép tối đa hoá việc trao đổi nhiệt bằng các bộ trao đổi nhiệt có kích thước và trọng lượng tổng thể thấp.

Với phương pháp được đề xuất trong đơn yêu cầu cấp patent của Ormat Technologies Inc. đã nêu trên, hiệu quả cao có được do việc sử dụng nhiều thiết bị làm lạnh sẵn có, bao gồm các thiết bị ở nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ ngưng tụ chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1); thực tế là, một phần nhiệt sinh ra bởi chu trình của chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) làm bốc hơi khí tự nhiên hóa lỏng (LNG) nhờ sử dụng thiết bị làm lạnh sẵn có ở nhiệt độ cao, trong khi một phần khác làm bốc hơi chất lưu hữu cơ của chu trình của chất lưu hữu cơ thứ hai, trong đó phần còn lại cho phép thực hiện bước gia nhiệt sơ bộ trong chu trình của chất lưu hữu cơ thứ nhất, nhờ vậy cải thiện hoàn toàn hiệu quả của chu trình Rankine.

Phương pháp theo sáng chế cũng bao gồm việc cho phép sử dụng kết cấu vòng nhánh năng lượng, trong trường hợp có sự ngắt kết nối bất kỳ của chu trình Rankine hữu cơ do các vấn đề kỹ thuật hoặc bảo dưỡng.

Để điều chỉnh các thông số và trong các kết cấu trong đó nhiệt được cấp bởi chu trình năng lượng chính được sử dụng (ví dụ, tuabin khí hoặc động cơ đốt trong) hoặc bởi chu trình tổ hợp, mức sản xuất điện tổng thể gia tăng (điện năng của chu trình năng lượng chính + điện năng của chu trình ORC), mà nó có thể vượt quá yêu cầu của hệ thống thiết bị/thiết bị tái hoá khí kèm theo các vấn đề sự cân bằng giữa phụ tải điện và phụ tải nhiệt; trong trường hợp này, kết cấu vòng nhánh năng lượng cho phép điều chỉnh các phụ tải nhiệt và phụ tải điện của hệ thống thiết bị tái hoá khí mà không phải dừng sản xuất, do vậy có thể liên tục tái hoá khí theo phương pháp thông thường và lấy năng lượng từ mạng phân phối hoặc từ máy phát điện của hệ thống thiết bị hoặc tái hoá khí theo phương pháp của sáng chế và phát điện năng dư thừa khi mới nối vào mạng phân phối bên ngoài có mặt.

Xét đến giải pháp môđun, vòng nhánh năng lượng được sử dụng trong một số hệ thống lấy điện năng từ các hệ thống khác có điện năng dư thừa, tạo sự cân

bằng giữa các phụ tải điện và phụ tải nhiệt tổng thể mà không cần phải sử dụng mạng bên ngoài.

Việc áp dụng phương pháp áp dụng chu trình Rankine hữu cơ cho phép đóng kín hoàn toàn sự cân bằng điện của thiết bị tái hoá khí, của một phần điện năng của toàn bộ thiết bị hoặc của toàn bộ hệ thống thiết bị tái hoá khí.

Mặt khác, so với giải pháp sử dụng bộ hoá hơi rãnh mở, sáng chế cho phép dùng nước biển ngay cả trong các điều kiện không cho phép sử dụng ORV; Hơn thế nữa, việc không bắt buộc phải xử lý hoá học nước biển và phải bơm nó để thắng mức chênh cao của các panel và các nhà cung cấp thiết bị để sử dụng sẵn có và dễ tìm.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể dễ dàng hiểu rõ rằng phương pháp theo sáng chế không chỉ được áp dụng cho việc xây dựng các hệ thống thiết bị hoặc thiết bị tái hoá khí mới, mà còn có thể áp dụng để cải biến các hệ thống thiết bị hiện (cải tạo).

Hệ thống thiết bị tái hoá khí theo sáng chế cho phép đáp ứng nhiều nhu cầu, như nhu cầu điều chỉnh lưu lượng của hệ thống thiết bị theo các nhu cầu LNG được cất giữ hoặc hoá lỏng và, ngược lại, để điều chỉnh việc thực hiện hệ thống thiết bị thích ứng với sự giảm bất kỳ của lưu lượng LNG, với các yêu cầu kỹ thuật liên quan đến, ví dụ, việc bảo dưỡng thông thường hoặc cá biệt của một hoặc nhiều hệ thống, nhờ có tính linh hoạt khác biệt.

Sáng chế đã được mô tả ở trên có thể được áp dụng mà không có bất kỳ giới hạn nào đối với việc tái hoá khí hydro lỏng.

Hơn thế nữa, các nguyên tắc cơ bản của sáng chế cũng cho phép áp dụng để cất giữ ở nhiệt độ cực thấp chất lỏng (không nhất thiết phải là khí hoá lỏng) như giếng lạnh.

Là một ứng dụng khác, sáng chế có thể được áp dụng để tạo ra sự cất giữ ở nhiệt độ cực thấp.

Cụ thể, liên quan đến nhiệt độ cực thấp của các chất lưu được xác định như sau:

- thấp hơn $-90^{\circ}\text{C}/-100^{\circ}\text{C}$: các chất lưu ở nhiệt độ cực thấp;

- lớn hơn $-90^{\circ}\text{C}/-100^{\circ}\text{C}$: các chất lưu làm lạnh;

trong khi đối với các chất rắn, nhiệt độ -45°C được xem là giới hạn giữa chất lưu ở nhiệt độ cực thấp và chất lưu không ở nhiệt độ cực thấp.

Cuối cùng, việc bộ trao đổi nhiệt được nhồi một phần bằng chất thích hợp, ví dụ, hạt kim loại, mảnh vụn chất dẻo, cho phép tối ưu hoá việc trao đổi nhiệt và việc tái tạo bên trong, để mang lại hiệu quả có lợi của hệ thống này.

Yêu cầu bảo hộ

1. Thiết bị tái khí hóa khí hóa lỏng bao gồm bộ phận gia nhiệt thứ nhất (COND1), bộ phận gia nhiệt thứ hai (COND2), trong đó bộ phận gia nhiệt thứ nhất (COND1) là một phần của chu trình thứ nhất mà vận hành cùng với chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) và bộ phận gia nhiệt thứ hai (COND2) là một phần của chu trình thứ hai mà vận hành cùng với chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2), các chất lưu hữu cơ này (OF1, OF2) là khác nhau, trong đó chu trình thứ nhất này còn có bộ bốc hơi thứ nhất (EVA1) của chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) mà vận hành cùng với chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2), bộ trao đổi nhiệt thứ nhất (ECO1) trong đó việc gia nhiệt của chất lưu hữu cơ thứ nhất được thực hiện và tuabin (BCT) để làm giãn nở chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) và trong đó chu trình thứ hai còn có bộ bốc hơi thứ hai (EVA2) trong đó việc trao đổi nhiệt được thực hiện cùng với chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) nhận nhiệt năng từ nguồn nóng nhiệt độ thấp hoặc nguồn nóng nhiệt độ cao, bộ trao đổi nhiệt thứ hai (ECO2) để gia nhiệt chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) và tuabin (TCT) để làm giãn nở chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2), chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) đi qua tuabin (TCT) của chu trình thứ hai có kết cấu để chuyển vào bộ bốc hơi thứ nhất (EVA1) và bộ phận gia nhiệt thứ hai (COND2).

2. Thiết bị tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm 1, trong đó thiết bị này còn có bộ phận gia nhiệt thứ ba (SH1).

3. Thiết bị tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm 1, trong đó bộ trao đổi nhiệt thứ nhất (ECO1) là bộ tiết nhiệt.

4. Thiết bị tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm 2 hoặc 3, trong đó chu trình thứ nhất còn có nguồn nhiệt là pin nhiên liệu (FC1) nằm sau tuabin (BCT).

5. Thiết bị tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 tới 4, trong đó bộ phận gia nhiệt thứ ba (SH1) còn có bộ trao đổi nhiệt mà vận hành trong chu trình của chất lưu thứ ba là nguồn nóng nhiệt độ thấp.

6. Thiết bị tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm 1, trong đó bộ trao đổi nhiệt thứ hai (ECO2) là bộ tiết nhiệt.

7. Thiết bị tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 6, trong đó chu trình thứ hai còn có nguồn nhiệt là pin nhiên liệu (FC2) nằm sau tuabin (TCT).

8. Thiết bị tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 7, trong đó chu trình thứ nhất này còn có bộ phận gia nhiệt (SH3) của chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) và/hoặc trong đó chu trình thứ hai còn có bộ phận gia nhiệt (SH2) của chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2).

9. Thiết bị tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 8, trong đó khí hóa lỏng này được chọn từ nhóm bao gồm: không khí, nitơ, các hợp chất hydrocacbon, và hydro.

10. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng bao gồm các bước:

1) thực hiện bước thứ nhất để gia nhiệt khí hóa lỏng nhờ việc trao đổi nhiệt với chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1);

2) thực hiện bước thứ hai để gia nhiệt khí hóa lỏng này bằng chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2), chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) này là khác chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1);

chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1), trước bước 1) lại được đưa vào bước trao đổi nhiệt I) để nhờ đó nó nhận nhiệt năng từ chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2), bước I) này bao gồm các bước:

Ia) để đưa chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) vào bước gia nhiệt trong bộ trao đổi nhiệt thứ nhất (ECO1); và

Ib) để đưa chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) vào bước làm bốc hơi trong bộ bốc hơi thứ nhất (EVA1), bước Ib) được thực hiện bằng cách nhận nhiệt từ chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2),

trong đó chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) trước bước 2) được đưa vào bước Ib') để làm bốc hơi trong bộ bốc hơi thứ hai (EVA2) và bước II') để làm giãn nở trong tuabin (TCT),

trong đó dòng chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) ở bước 2) và ở bước Ib) là dòng thu được sau bước II') để làm giãn nở trong tuabin (TCT).

11. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm 10, trong đó quy trình này còn bao gồm bước:

3) thực hiện bước thứ ba để gia nhiệt khí hóa lỏng bằng chất lưu thứ ba, trong đó chất lưu thứ ba này là nguồn nóng nhiệt độ thấp.

12. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm 11, trong đó chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) trước bước II') được đưa vào bước gia nhiệt bằng nhiệt từ pin nhiên liệu (FC2).

13. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm 11 hoặc 12, trong đó một phần của dòng chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) trước bước Ib') được đưa vào bước Ia') để gia nhiệt trong bộ trao đổi nhiệt thứ hai (ECO2).

14. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm 13, trong đó bước Ia) được thực hiện bằng cách nhận nhiệt từ một phần của chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) thu được sau bước Ib).

15. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm 10, trong đó các bước Ia) và Ib) được thực hiện bằng cách nhận nhiệt từ các phần khác nhau của dòng chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2).

16. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 tới 15, trong đó trước các bước Ia) và Ib), chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) được đưa vào bước II) để làm giãn nở trong tuabin (BCT).

17. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm 16, trong đó chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) trước bước II) được đưa vào bước gia nhiệt bằng nhiệt từ pin nhiên liệu (FC1).

18. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 tới 17, trong đó ở bước Ib') chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) nhận nhiệt từ chất lưu thứ ba là nguồn nóng nhiệt độ thấp.

19. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm 11, trong đó bước Ib') và bước 3) được thực hiện nhờ các dòng khác nhau của chất lưu thứ ba là nguồn nóng nhiệt độ thấp.

20. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm 10 tới 19, trong đó bước Ic) để gia nhiệt tiếp chất lưu hữu cơ thứ nhất (OF1) được thực hiện sau bước Ia) và Ib).

21. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm 20, trong đó bước Ic) được thực hiện bằng cách trao đổi nhiệt với một phần của dòng chất lưu thứ ba là nguồn nóng nhiệt độ thấp.

22. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 tới 21, bước Ic') để gia nhiệt chất lưu thứ hai (OF2) được thực hiện sau bước bước Ib').

23. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm 22, trong đó bước Ic') được thực hiện bằng cách trao đổi nhiệt:

- với một phần của dòng chất lưu thứ ba là nguồn nóng nhiệt độ thấp;
- với một phần của dòng chất lưu thứ tư là nguồn nóng nhiệt độ cao;
- với việc kết hợp cả hai nguồn này.

24. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm 22 hoặc 23, trong đó phần dòng của chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) thực hiện việc tái tạo ở bước bước Ia') là phần chất lưu hữu cơ thứ hai (OF2) thu được sau bước gia nhiệt Ic').

25. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm 23, trong đó một phần của dòng chất lưu thứ ba hoặc dòng chất lưu thứ tư sau bước Ic') thực hiện việc trao đổi nhiệt ở bước Ib') (trong EVA2).
26. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm 23, trong đó một phần của dòng chất lưu thứ tư sau bước Ic') vận hành bước thứ ba 3) để gia nhiệt khí hóa lỏng bằng chất lưu thứ ba.
27. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm 10 tới 26, trong đó khí hóa lỏng này là khí tự nhiên hóa lỏng (LNG).
28. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm 23, trong đó chất lưu thứ ba là nước biển làm nguồn nóng nhiệt độ thấp.
29. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 tới 28, trong đó khí hóa lỏng này được chọn từ nhóm bao gồm: không khí, nitơ, các hợp chất hydrocacbon và hydro.
30. Quy trình tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 tới 29, trong đó quy trình này dùng để tạo ra sự cất giữ ở nhiệt độ cực thấp.
31. Hệ thống thiết bị tái khí hóa khí hóa lỏng, trong đó hệ thống này có một hoặc nhiều thiết bị tái khí hóa theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 9, mà có thể vận hành theo kiểu song song.

32. Hệ thống thiết bị tái khí hóa khí hóa lỏng theo điểm 31, trong đó hệ thống này còn có bộ phận bốc hơi kiểu bộ bốc hơi đốt chìm (SCV) hoặc bộ hóa hơi rãnh mở (ORV).

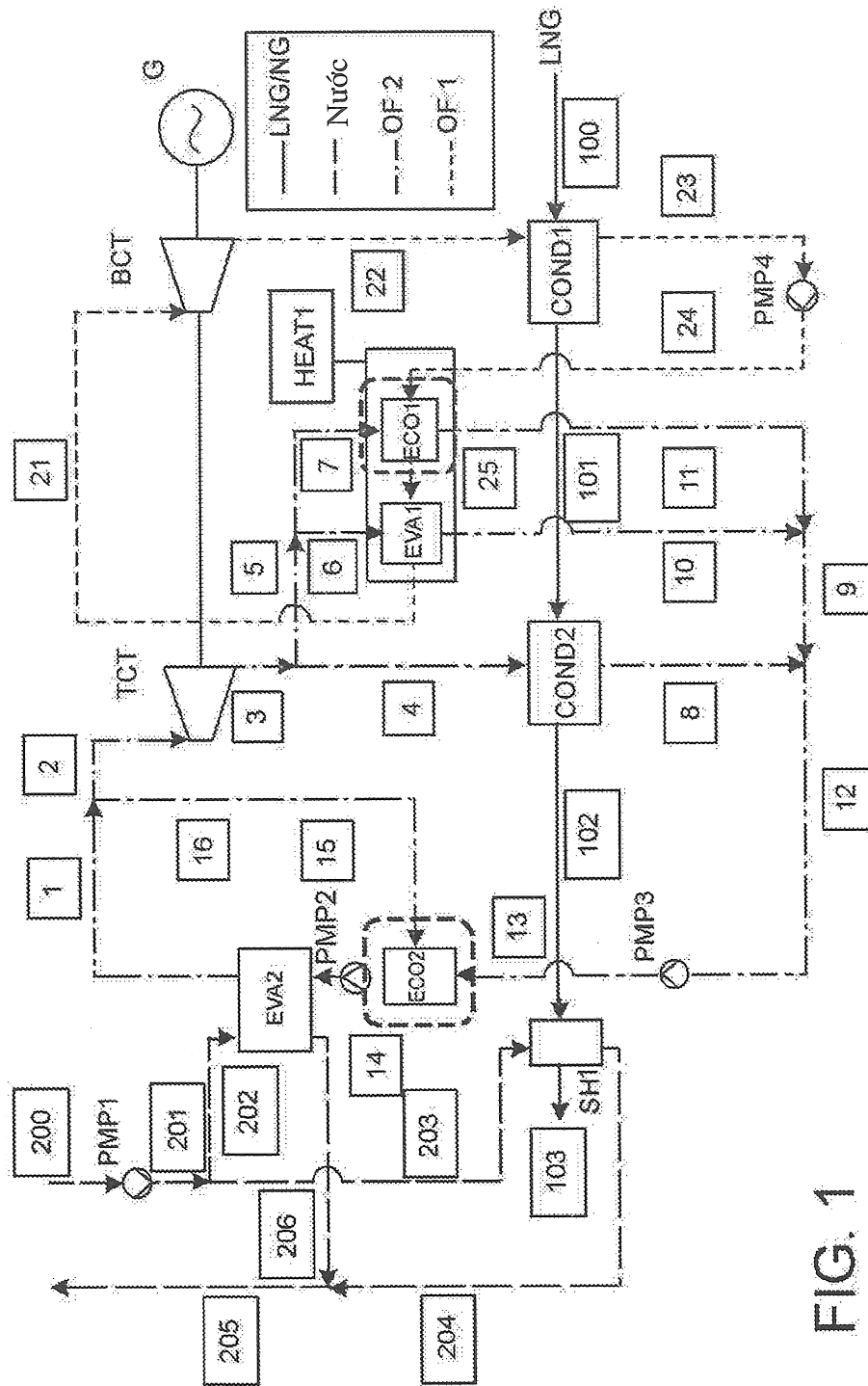
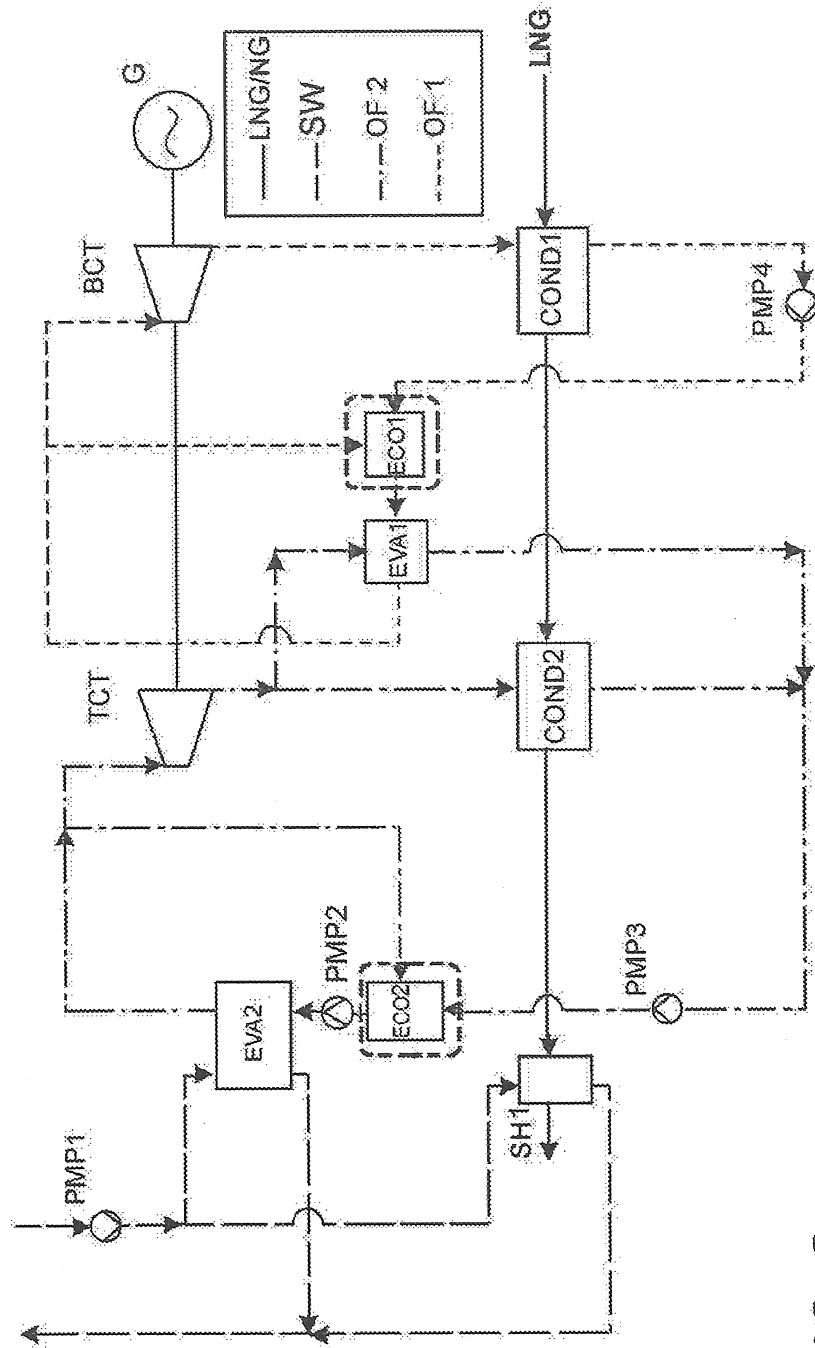


FIG. 1



256

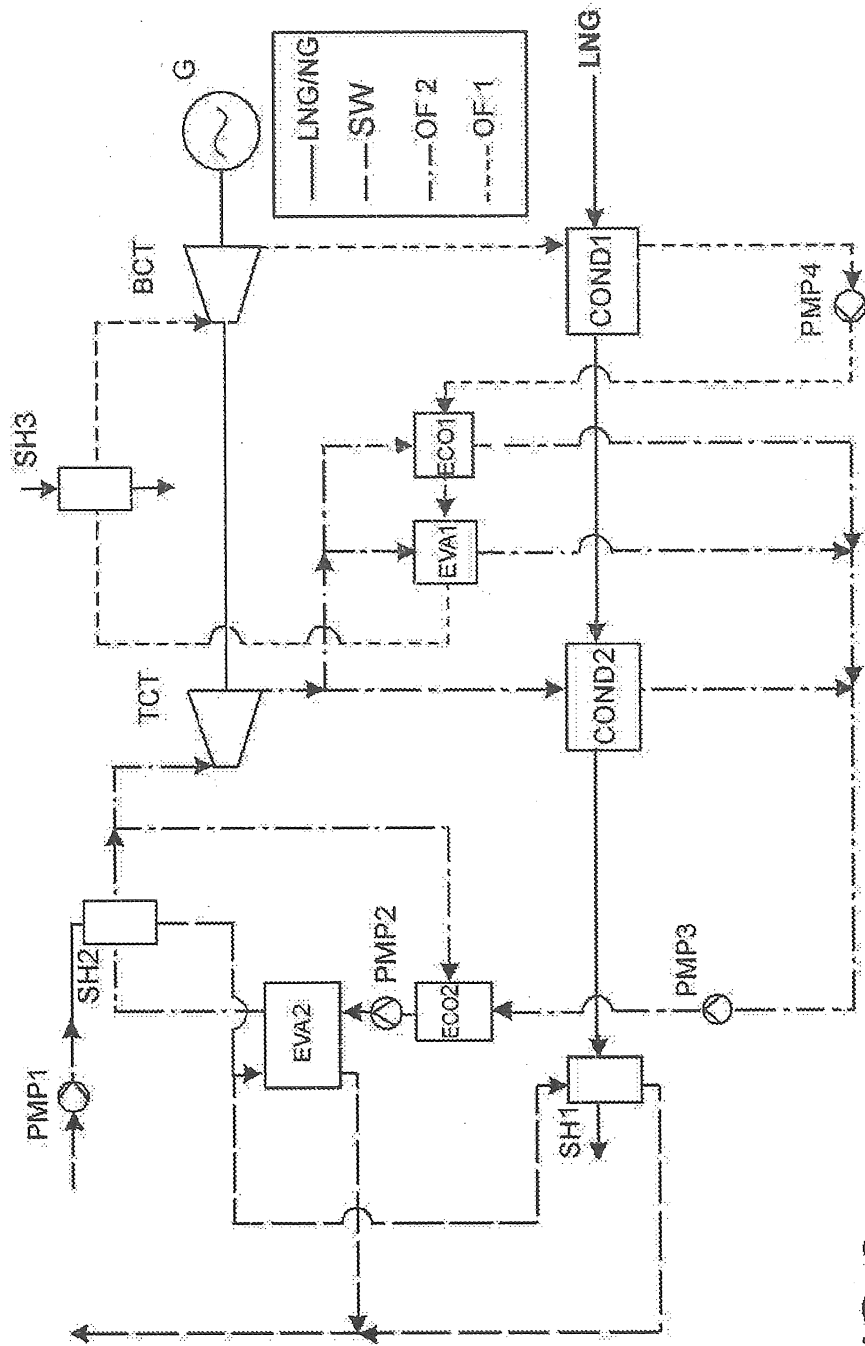


FIG. 3

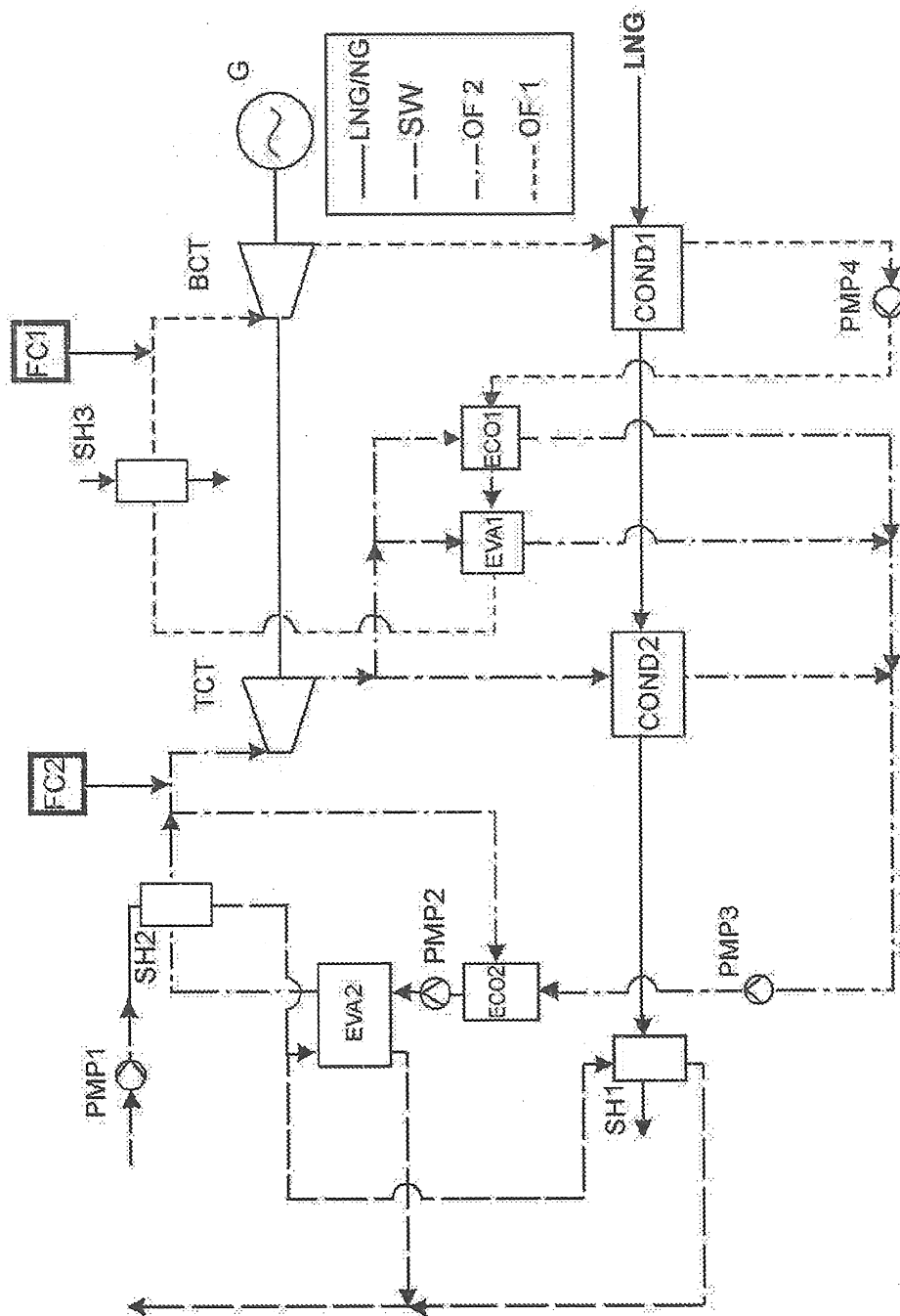


FIG. 3A

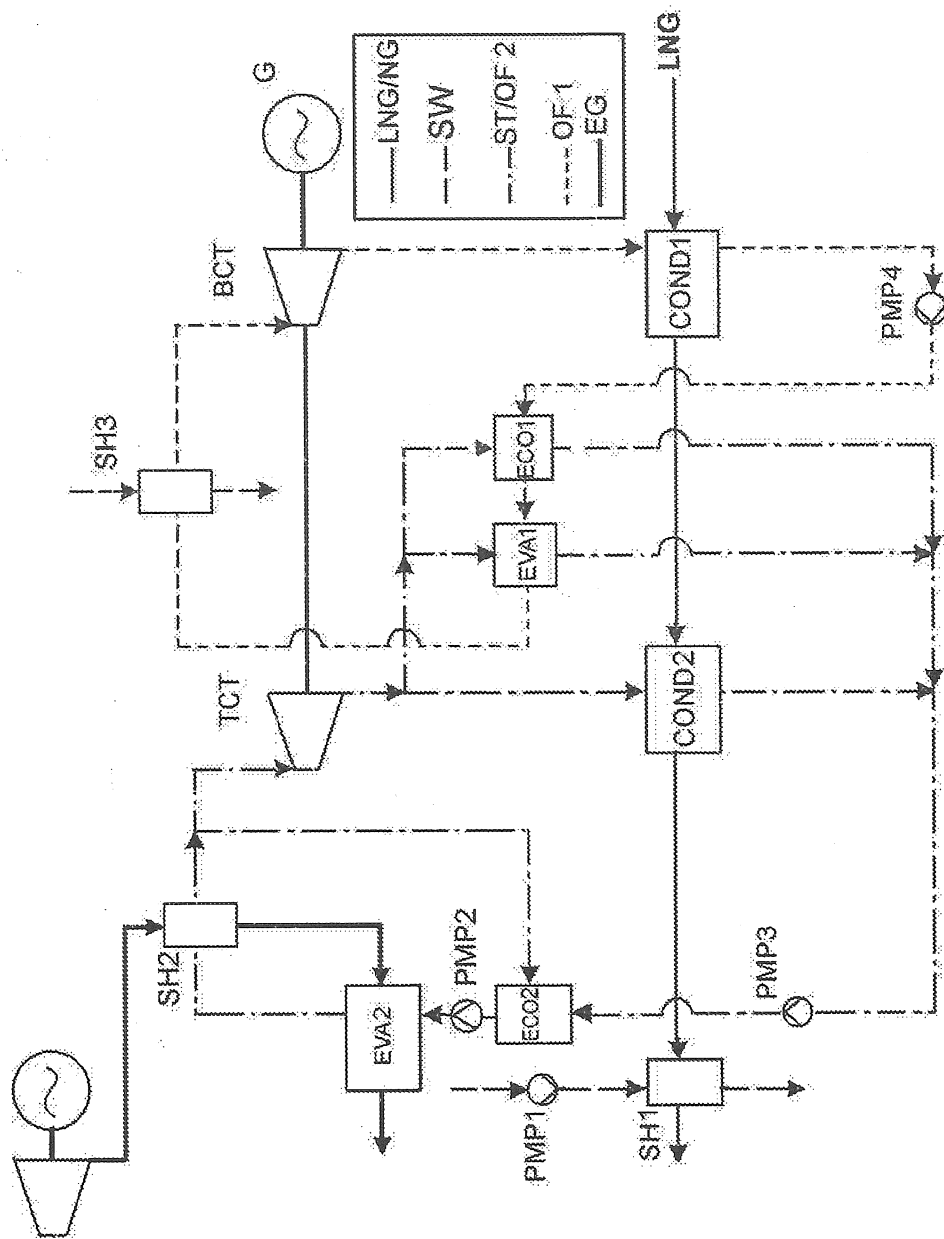


FIG. 4

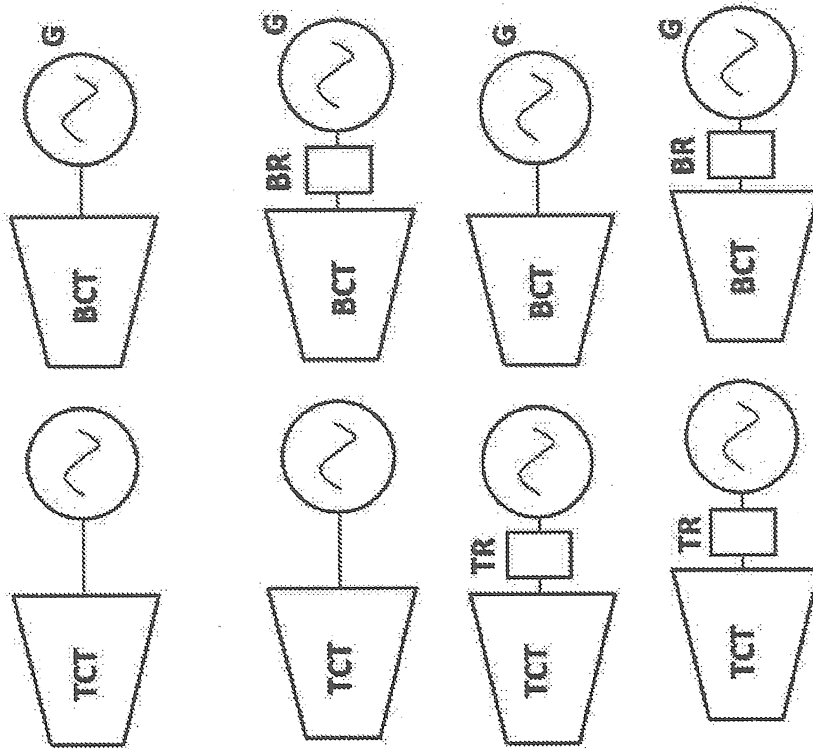


FIG. 5B

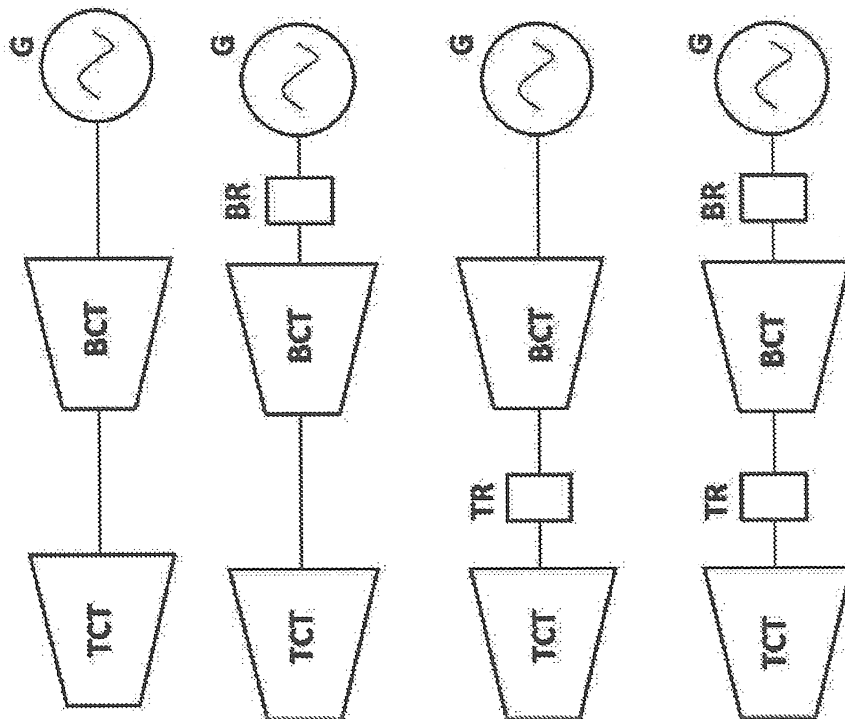


FIG. 5A

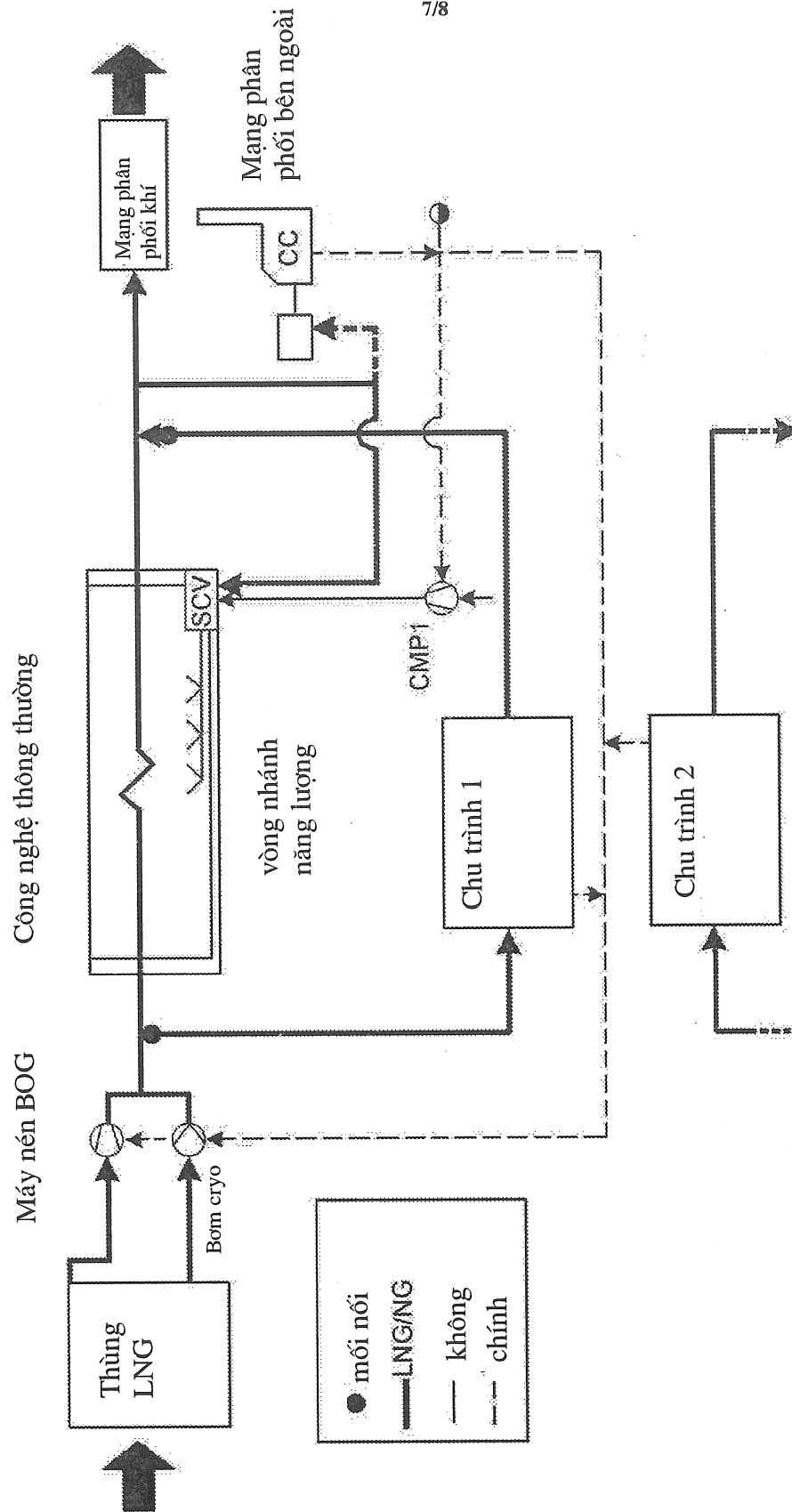


FIG. 6

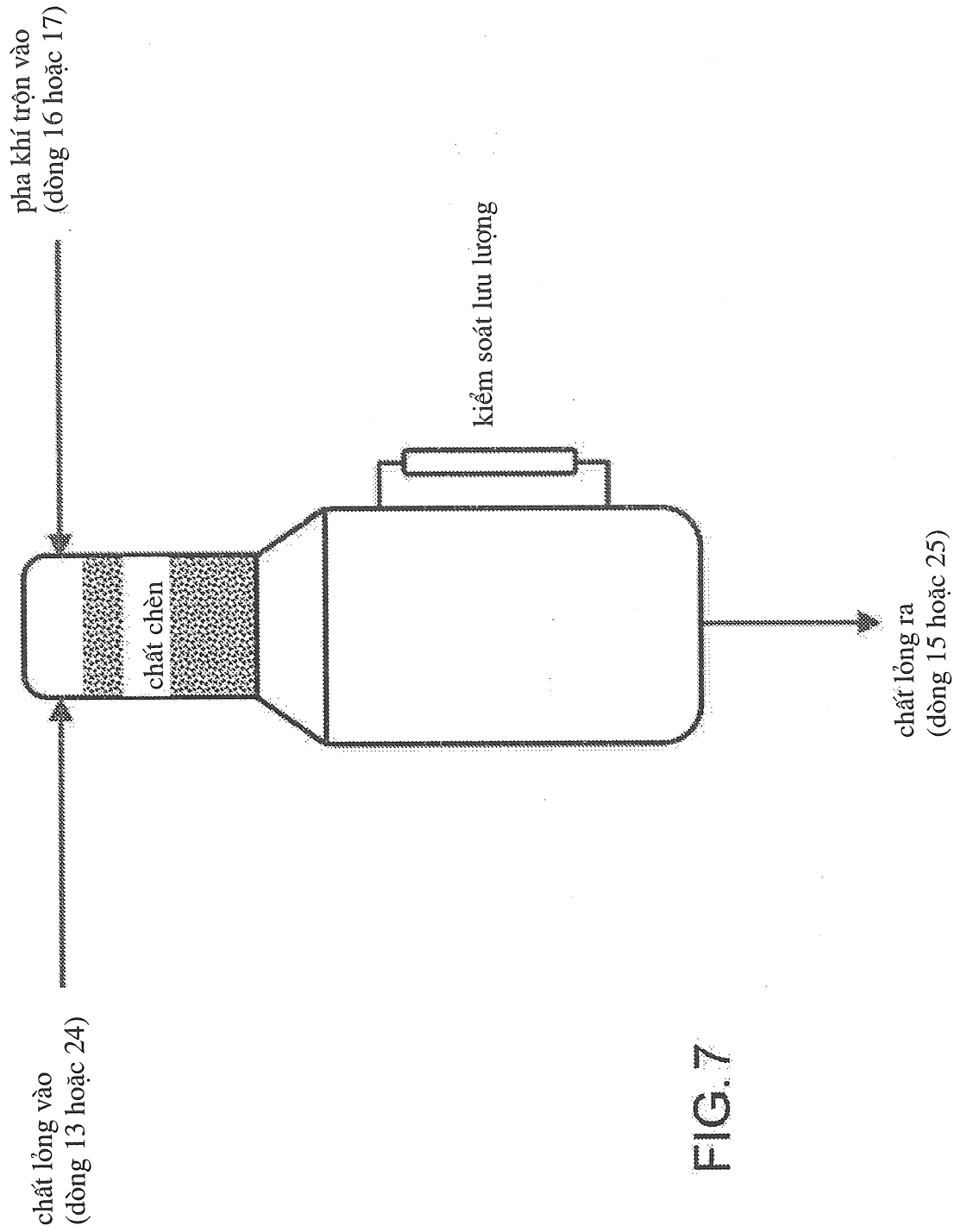


FIG. 7