



(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)



1-0049939

(51)<sup>2024.01</sup> C10J 3/00; C10B 53/02; F23G 7/00;  
F23G 5/027; F23G 5/44; C10B 49/02;  
F23G 5/00

(13) B

---

(21) 1-2024-06009

(22) 12/08/2024

(45) 25/08/2025 449

(43) 25/09/2024 438

(73) CÔNG TY CỔ PHẦN E-COAL VIET NAM (VN)

Cụm công nghiệp Gò Cây, xã Bình Thành, huyện Tây Sơn, tỉnh Bình Định

(72) Long D. Vu (US); Cao Kim Cương (VN).

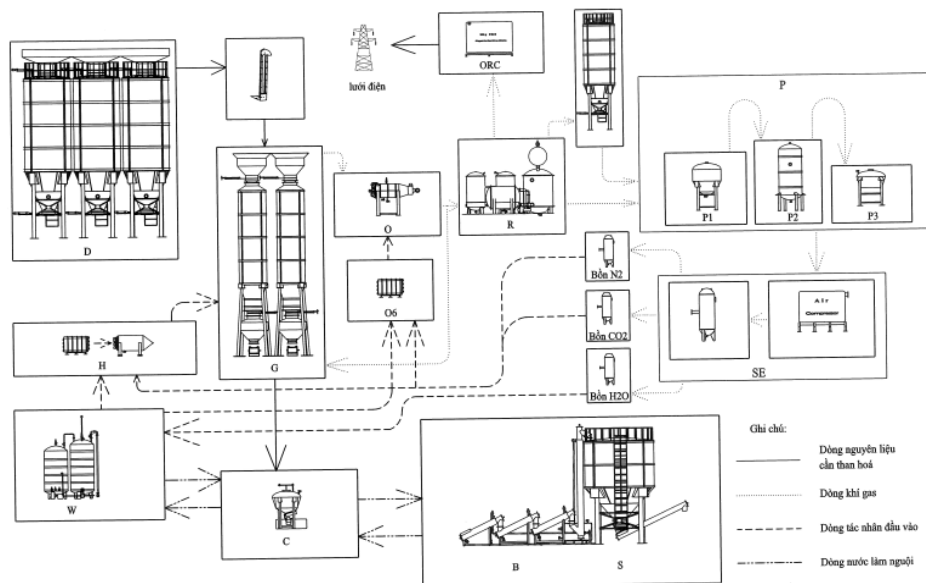
---

(54) HỆ THỐNG VÀ QUY TRÌNH NHIỆT PHÂN

(21) 1-2024-06009

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống nhiệt phân, khác biệt ở chỗ, bao gồm: ít nhất một lò phản ứng than hóa (G) có ít nhất một ống phân phối tác nhân than hóa trung tâm (G22) được bố trí dọc theo chiều dài và ở giữa của thân lò, trên mỗi ống có các lỗ được bố trí để phân phối đồng đều tác nhân than hóa sau khi cấp vào trong thân lò theo hướng từ trong ra ngoài; ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) được kết nối với ít nhất một ống phân phối tác nhân than hóa trung tâm (G22) và tùy ý với cả phần thân lò của ít nhất một lò phản ứng than hóa (G); và ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) có ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào (HO) được tạo kết cấu và bố trí để gia nhiệt gián tiếp cho khí gas đầu vào đến nhiệt độ nhất định trước khi cấp vào ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O).

Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến quy trình nhiệt phân sử dụng hệ thống nhiệt phân nêu trên.



Hình 1

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến hệ thống và quy trình nhiệt phân mà có khả năng thích ứng và đảm bảo thực hiện thuận lợi, hiệu quả quá trình nhiệt phân đối với nhiều loại vật liệu đầu vào, chẳng hạn các vật liệu chứa cacbon và/hoặc xenluloza như sinh khối, rác thải, chất thải hoặc các vật liệu tương tự, kể cả trong trường hợp các vật liệu đầu vào có sự biến động/không đồng nhất về thành phần, kích thước, độ ẩm, và không có sự tiền xử lý.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Để giảm khí nhà kính nhằm giảm bớt các vấn đề nóng lên toàn cầu và chuẩn bị cho việc giảm nguồn cung nhiên liệu hóa thạch, việc sử dụng các nguồn năng lượng tái tạo từ vật liệu phế thải ngày càng được quan tâm nghiên cứu và ứng dụng, bởi vì vật liệu thải có thể được chuyển đổi thành năng lượng tái tạo cũng như các hợp chất hydrocacbon cho ngành công nghệ hóa chất. Các vật liệu chứa cacbon, chẳng hạn như sinh khối, rác thải rắn và những thứ tương tự, có thể được chuyển đổi hoá nhiệt thành các vật liệu có thể thay thế nhiên liệu hóa thạch. Các quá trình hoá nhiệt này thường được phân loại theo ba cách, bao gồm: đốt, nhiệt phân, và khí hóa.

Trong nhiều thập kỷ qua, quá trình nhiệt phân và khí hóa đã được nghiên cứu rộng rãi để chuyển đổi sinh khối và/hoặc rác thải rắn có giá trị thấp và phân bố khắp nơi thành các sản phẩm khác nhau. Những sản phẩm này bao gồm chất lỏng sinh học được gọi là dầu sinh học, cặn rắn được gọi là than sinh học và hỗn hợp khí được gọi là khí tổng hợp. Khí tổng hợp hoặc syngas chủ yếu bao gồm hydro ( $H_2$ ), cacbon monoxit ( $CO$ ), metan ( $CH_4$ ), cacbon đioxit ( $CO_2$ ) và các hợp chất hydrocacbon có trọng lượng phân tử tương đối thấp hơn (hắc ín-tar). Hơn nữa, những sản phẩm này có thể được sử dụng làm vật liệu đầu vào công nghiệp, chẳng hạn để sản xuất nhiệt và điện kết hợp (CHP), tổng hợp nhiên liệu lỏng, hóa chất, sản xuất hydro.

Quá trình khí hóa cung cấp một phương cách chính thống để chuyển đổi sinh khối và/hoặc rác thải thành khí tổng hợp. Các tác nhân trong phương cách

khí hóa có thể là không khí,  $O_2$ , hơi nước,  $H_2$ ,  $CO_2$ , khí trơ hoặc hỗn hợp của chúng. Không khí, là tác nhân khí hóa rẻ tiền và được sử dụng rộng rãi, nó chứa lượng nitơ cao (khoảng 83 % khối lượng không khí). Tuy nhiên, không khí có tác dụng pha loãng và do đó làm giảm nhiệt trị của khí tổng hợp đầu ra. Nếu sử dụng oxy làm tác nhân khí hóa thì nhiệt trị của khí tổng hợp sẽ tăng lên. Tuy nhiên, tổng chi phí cũng sẽ tăng lên do yêu cầu sử dụng thiết bị tách khí để tạo ra oxy tinh khiết. Đốt cháy một phần sinh khối và/hoặc rác thải bằng không khí hoặc  $O_2$  có thể cung cấp năng lượng nhiệt cần thiết cho quá trình sấy khô cũng như các phản ứng khí hóa cấp nhiệt [Basu P. *Sự Cháy và Khí Hóa trong Lò Khí Động*. Boca Raton, Fla.: CRC Press; 2006. tr. 59-101].

Nếu sử dụng hơi nước làm tác nhân khí hóa thì nhiệt trị và hàm lượng hydro của khí tổng hợp có thể tăng lên khoảng  $10-15 \text{ MJNm}^{-3}$  [Rapagna S, Jand N, Kiennemann A, Foscolo P U. *Khí hóa sinh khối bằng hơi nước trong lò khí động chứa hạt olivin*. Biomass & Bioenergy 2000]. Tuy nhiên, cần có nguồn cung cấp nhiệt gián tiếp hoặc từ bên ngoài để thúc đẩy quá trình nhiệt hóa cấp nhiệt và hàm lượng hắc ín tương đối cao trong khí tổng hợp đòi hỏi các bước cải biến/loại bỏ hắc ín bổ sung để tránh tắc nghẽn trong các thiết bị hậu xử lý.

Thông thường, có ba loại thiết bị khí hóa chính: thiết bị khí hóa bằng lò có nền cố định, thiết bị khí hóa bằng lò có nền chuyển động và thiết bị khí hóa bằng lò khí động. Cả thiết bị khí hóa bằng lò có nền cố định và bằng lò có nền chuyển động đều tạo ra khí tổng hợp thường bị dính theo một lượng hắc ín đáng kể và/hoặc than mịn và/hoặc các bụi mịn do nhiệt lượng thấp và không đồng đều và sự chuyển khối giữa sinh khối/rác thải rắn và tác nhân khí hóa. Điều này hạn chế khả năng xử lý của các thiết bị khí hóa bằng lò có nền cố định và lò có nền di động ở quy mô nhỏ. Trong quá trình vận hành, sự ngưng tụ của hắc ín, các hạt dính theo và than mịn trong chất lỏng ngưng tụ, sự kết tụ vật liệu và các vấn đề liên quan đến tro, xỉ hiện ra những thách thức lớn đối với hoạt động của thiết bị khí hóa tầng cố định và tầng chuyển động cũng như việc sử dụng các sản phẩm cuối cùng. Vì vậy, cần có các giải pháp hiệu quả để vận hành an toàn và hiệu quả các loại hình khí hóa này. Thiết bị khí hóa lò khí động, bao gồm các vật liệu tro

nóng như cát, dolomit, olivin và các chất tương tự, đã được sử dụng rộng rãi làm tác nhân truyền nhiệt trong quá trình khí hóa sinh khối trong lò khí động. Quá trình khí hóa lò khí động có thể đạt được tốc độ gia nhiệt cao, gia nhiệt đồng đều và công suất xử lý cao, do đó cho phép sử dụng hệ thống khí hóa lò khí động trong các nhà máy quy mô vừa và lớn. Thêm vào đó, nhiệt độ hoạt động tương đối thấp hơn của thiết bị khí hóa dùng lò khí động so với nhiệt độ của thiết bị khí hóa trong lò nền cố định cũng giúp giảm các vấn đề liên quan đến tro. Tuy nhiên, do quá trình hóa lỏng của sinh khối và các tác nhân truyền nhiệt, các hạt mịn do hao mòn có thể bị cuốn vào khí tổng hợp được tạo ra, đòi hỏi phải sàng lọc hiệu quả trong quá trình tiếp theo. [L. Wang và cộng sự. *Các vấn đề đương đại về khí hóa sinh khối bằng nhiệt và ứng dụng của nó vào sản xuất điện và nhiên liệu*-Sinh khối và năng lượng sinh học 32 (2008) 573-581]. Hơn nữa, điều kiện hóa lỏng áp đặt các giới hạn trên đối với kích thước của vật liệu đầu vào, thông thường trong phạm vi nhỏ hơn khoảng 3 mm. Do đó, việc xử lý trước vật liệu đầu vào như sấy khô trước và giảm kích thước thường được yêu cầu. Tùy thuộc vào tính chất của vật liệu đầu vào, quá trình tiền xử lý có thể quá nhiều, do đó làm tăng độ phức tạp trong vận hành và chi phí. Hắc ín đã được xác định là một vấn đề lớn đối với hoạt động của hệ thống nhiệt hóa học cũng như việc sử dụng các sản phẩm cuối cùng. Trong quá trình khí hóa, một phần sinh khối và/hoặc rác thải được chuyển thành than và hắc ín thay vì khí tổng hợp. Việc sử dụng hiệu quả khí tổng hợp làm nhiên liệu cho động cơ đốt trong, tua bin khí và pin nhiên liệu để sản xuất nhiệt và điện cũng như làm nguyên liệu tổng hợp, nhiên liệu lỏng và hóa chất phụ thuộc nhiều vào công nghệ, điều kiện hóa khí phía đầu ra của khí tổng hợp tạo ra. Các thông số vận hành như nhiệt độ khí hóa, áp suất và tỷ lệ tương đương (ER, tỷ lệ  $O_2$  cần thiết cho quá trình khí hóa và  $O_2$  cần thiết cho sự tính toán liều lượng của quá trình đốt cháy một lượng sinh khối nhất định) cũng có ảnh hưởng đến sự hình thành than và hắc ín. Nhiệt độ khí hóa cao có thể đạt được mức chuyển hóa cacbon cao trong sinh khối và hàm lượng nhựa đường thấp trong khí tổng hợp. Tuy nhiên, nhiệt độ vận hành cao làm giảm hiệu quả sử dụng năng lượng và tăng nguy cơ tro kết tủa ở nhiệt độ cao và kết tụ.

Trong các quy trình nhiệt hóa học của vật liệu chứa cacbon, trong lĩnh vực này, đã biết rằng độ ẩm của vật liệu đầu vào là một trong những thông số quan trọng liên quan đến hiệu suất năng lượng cũng như các khía cạnh vận hành của các quy trình nhiệt hoá học. Độ ẩm thường được coi là gánh nặng về mặt năng lượng do cần có năng lượng cao để làm bốc hơi độ ẩm của vật liệu đầu vào. Trong tổng năng lượng cần thiết cho quá trình sấy khô, lượng nhiệt tiềm ẩn trong giai đoạn hóa hơi thường đòi hỏi một phần lớn trong tổng năng lượng cần thiết.

Như được đề cập trên Hình 17, thiết bị khí hóa lò cố định hoặc lò có nền chuyển động thông thường 100 được minh họa. Có nhiều khía cạnh của hoạt động cần được xem xét. Các khía cạnh chính là: độ ẩm, kích thước vật lý cũng như thành phần của nguyên liệu đầu vào, dòng chảy của hơi liên quan đến dòng nguyên liệu đầu vào, tức là khí hóa từ dưới lên, khí hóa từ trên xuống hoặc khí hóa ngang; thiết kế và xây dựng lò khí hóa, các thông số vận hành của thiết bị khí hóa, chẳng hạn như loại tác nhân xử lý, tức là không khí, oxy, hơi nước hoặc các khí khác, tỷ lệ tương đương biểu thị tỷ lệ oxy được cung cấp với oxy cân bằng hóa học để đốt cháy hoàn toàn trong trường hợp không khí và/hoặc oxy được sử dụng làm tác nhân xử lý; và việc loại bỏ than, các bụi mịn và tro khỏi thiết bị khí hóa cũng như từ khí tổng hợp được tạo ra.

Nói chung, sự phức tạp của thành phần vật liệu đầu vào, tính chất tuần tự của quá trình phân hủy đối với các loại nguyên liệu đầu vào, ví dụ như sấy khô, phân hủy hoặc nhiệt phân, khử và đốt cháy, sự tiến hóa phức tạp và tương tác phản ứng của hơi bay hơi như cũng như khối lượng nội tại và giới hạn truyền nhiệt giữa nguyên liệu thô, và khi xử lý những điều đó đã đặt ra một số hạn chế đối với hoạt động mong muốn của các thiết bị khí hóa có sẵn. Kết quả là, mục tiêu về điều kiện vận hành ổn định và những khó khăn trong việc tăng công suất xử lý là những thách thức lớn đối với nỗ lực thương mại hóa các nhà máy khí hóa quy mô lớn.

Do những vấn đề và thách thức nêu trên, có nhu cầu và mong muốn rất lớn về một hệ thống khí hoá hay nhiệt phân mới tiết kiệm năng lượng, có độ

linh hoạt và mức độ an toàn cao khi vận hành, khả thi về mặt kinh tế để ứng dụng trong việc chuyển đổi các vật liệu chứa cacbon và/hoặc xenluloza, như sinh khối, rác thải, chất thải thành các sản phẩm cuối cùng có giá trị cao.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Mục đích của sáng chế là đề xuất hệ thống nhiệt phân các vật liệu chứa cacbon nhằm đáp ứng nhu cầu nêu trên.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất hệ thống nhiệt phân có khả năng thích ứng và đảm bảo thực hiện thuận lợi, hiệu quả quá trình nhiệt phân đối với nhiều loại vật liệu đầu vào, chẳng hạn các vật liệu chứa cacbon và/hoặc xenluloza như sinh khối, rác thải, chất thải hoặc các vật liệu tương tự, kể cả trong trường hợp các vật liệu đầu vào có sự biến động/không đồng nhất về thành phần, kích thước, độ ẩm, và không có sự tiền xử lý.

Mục đích khác nữa của sáng chế là đề xuất hệ thống nhiệt phân bao gồm lò phản ứng than hoá và các môđun chức năng phía trước và phía sau của nó được tạo kết cấu, bố trí và kết nối thích hợp với nhau nhằm cung cấp cơ chế xử lý, thu hồi và sử dụng hiệu quả các dòng vật chất và/hoặc các nguồn năng lượng nhiệt được tạo ra trong quá trình vận hành, nhằm tối ưu hóa việc sử dụng năng lượng, nguyên vật liệu trong quy trình nhiệt phân.

Mục đích khác nữa của sáng chế là đề xuất hệ thống nhiệt phân bao gồm lò phản ứng nhiệt phân và các môđun chức năng của nó được tạo kết cấu, bố trí và kết nối với nhau sao cho đảm bảo sự kín hoá của toàn hệ thống từ khâu đầu tiên nạp liệu đến khâu cuối cùng lưu trữ sản phẩm, nhằm tạo ra môi trường làm việc sạch sẽ, đảm bảo vệ sinh, an toàn cho người lao động.

Mục đích khác nữa của sáng chế là triển khai ý tưởng sáng chế vào hệ thống với quy mô bao gồm một hoặc nhiều dãy, nhóm hay cụm các lò phản ứng than hoá. Tốt hơn là trong quá trình triển khai, cấu hình của toàn hệ thống được môđun hóa theo từng lò phản ứng riêng biệt, nhằm tối ưu hoá hoạt động và cung cấp năng lực vận hành của toàn hệ thống ở quy mô phân tán nhỏ cũng như quy mô công nghiệp lớn.

Để đạt được các mục đích nêu trên, theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất:

[1]. Hệ thống nhiệt phân bao gồm:

ít nhất một lò phản ứng than hóa (G);

ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) được tạo kết cấu để cung cấp ít nhất một tác nhân than hóa, mà ít nhất bao gồm hơi quá nhiệt hoặc cả hơi quá nhiệt và khí trơ, vào ít nhất một lò phản ứng than hóa (G) nêu trên;

ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) được tạo kết cấu bao gồm buồng đốt để đốt triệt để khí gas sinh ra từ ít nhất một lò phản ứng than hoá (G) nêu trên;

khác biệt ở chỗ:

ít nhất một lò phản ứng than hóa (G) nêu trên bao gồm ít nhất một ống phân phối tác nhân than hóa trung tâm (G22) được bố trí dọc theo chiều dài và ở giữa của thân lò, trên mỗi ống có các lỗ được bố trí để phân phối đồng đều tác nhân than hóa sau khi cấp vào trong thân lò theo hướng từ trong ra ngoài;

ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) nêu trên được kết nối với ít nhất một ống phân phối tác nhân than hóa trung tâm (G22) và tùy ý với cả phần thân lò của ít nhất một lò phản ứng than hóa (G); và

ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) nêu trên còn bao gồm ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào (HO) được tạo kết cấu và bố trí để gia nhiệt gián tiếp cho khí gas đầu vào đến nhiệt độ nhất định trước khi cấp vào ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O).

[2]. Hệ thống theo điểm [1], trong đó hệ thống này còn bao gồm ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R) được tạo kết cấu dưới dạng hệ thống trao đổi nhiệt gián tiếp và được bố trí nối tiếp với ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) để làm nguội khí thải và đồng thời thu hồi nguồn nhiệt của khí thải thoát ra khỏi ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) để tạo ra hơi nước.

[3]. Hệ thống theo điểm [1] hoặc [2], trong đó hệ thống này còn bao gồm hệ thống máy phát điện ORC (Organic Rankine Cycle), trong đó hệ thống máy phát điện này sử dụng hơi nước của ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R) nêu trên làm nguồn nhiệt.

[4]. Hệ thống theo điểm [2] hoặc [3], trong đó hệ thống này còn bao gồm ít nhất một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội (P) được tạo kết cấu và bố trí nối tiếp với ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R) nêu trên để loại bỏ tạp chất trong khí thải sau làm nguội thoát ra khỏi ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R), nhằm thu được khí sạch về cơ bản chứa  $N_2$ ,  $CO_2$ , hơi  $H_2O$ .

[5]. Hệ thống theo điểm [4], trong đó hệ thống này còn bao gồm ít nhất một hệ thống phân tách khí (SE) được tạo kết cấu và bố trí nối tiếp với ít nhất một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội (P) nêu trên để tách phân đoạn ít nhất một phần khí sạch thoát ra khỏi ít nhất một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội (P) thành các sản phẩm  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  riêng rẽ dạng lỏng.

[6]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó hệ thống này còn bao gồm ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá (C) được tạo kết cấu và bố trí nối tiếp với ít nhất một lò phản ứng than hoá (G) để làm nguội sản phẩm sau than hoá bằng nước.

[7]. Hệ thống theo điểm [6], trong đó hệ thống này còn bao gồm ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội (B) được tạo kết cấu và bố trí để trung chuyển sản phẩm sau làm nguội từ ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá (C), trong đó ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội (B) nêu trên được tạo kết cấu dạng ống với trục vít được bố trí ở bên trong.

[8]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó hệ thống này còn bao gồm ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa (D) được bố trí để sấy sơ bộ nguyên liệu cần than hoá trước khi được nạp vào ít nhất một lò phản ứng than hoá (G), trong đó ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa (D) sử dụng ít nhất một tác nhân sấy được chọn từ nhóm bao gồm hơi nước, khí nóng và không khí nóng.

[9]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) nêu trên còn bao gồm bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ cho ít nhất một lò phản ứng than hóa (G), tốt hơn là bộ phận này được bố trí bên trong buồng đốt (O1, O2, O4) của ít nhất một hệ thống oxy hóa

khí gas (O), với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ (O14, O221) được nối với ít nhất một nguồn cung cấp tác nhân than hoá đầu vào bất kỳ và ít nhất một đầu ra tác nhân than hoá phụ trợ (O15, O223) được kết nối với ít nhất một trong số: ít nhất một đầu vào tác nhân than hóa (H1) của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H); ít nhất một ống phân phối tác nhân than hóa trung tâm (G22), ít nhất một thân lò của ít nhất một lò phản ứng than hóa (G).

[10]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) nêu trên có ít nhất một đầu ra khí thải (O13, O42) cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước và khí trợ để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, ít nhất một đầu ra khí thải (O13, O42) này được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá (H1) của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) và/hoặc với, nếu có, ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ (O14, O221) của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O).

[11]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) nêu trên còn bao gồm ống tuần hoàn khí gas (O113, O213, O5), ống này được nối với ít nhất một vị trí trong số: đầu vào khí gas (O11, O211), buồng đốt (O1, O4), đầu ra khí thải (O13, O42) của ít nhất một hệ thống oxy hóa, để tuần hoàn khí gas từ ít nhất một hệ thống oxy hóa trở lại ít nhất một lò phản ứng than hóa (G) khi hệ thống nhiệt phân gặp trục trặc.

[12]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ [2] đến [11], trong đó ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R) nêu trên có ít nhất một đầu ra hơi nước cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, ít nhất một đầu ra hơi nước này được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá (H1) của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) và/hoặc với, nếu có, ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ (O14, O221) của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O).

[13]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ [2] đến [12], trong đó ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R) nêu trên có ít nhất một đầu ra khí thải cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước và khí trợ để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, ít nhất một đầu ra khí thải này được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá (H1) của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) và/hoặc với, nếu có, ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ (O14, O221) của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O).

[14]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ [4] đến [13], trong đó hệ thống tinh chế khí sau làm nguội (P) nêu trên có ít nhất một đầu ra khí sạch cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước và khí trợ để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, ít nhất một đầu ra khí sạch này được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá (H1) của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) và/hoặc với, nếu có, ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ (O14, O221) của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O).

[15]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ [5] đến [14], trong đó hệ thống phân tách khí (SE) nêu trên có ít nhất một đầu ra trong số các đầu ra sản phẩm  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước và khí trợ để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, ít nhất một đầu ra sản phẩm này được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá (H1) của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) và/hoặc với, nếu có, ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ (O14, O221) của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O).

[16]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ [6] đến [15], trong đó ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá (C) nêu trên có hệ thống cấp nước làm nguội (C4) được bố trí để rửa và làm nguội sản phẩm sau than hoá trực tiếp bằng nước và có ít nhất một đầu ra hơi nước (C51), được sinh ra trong quá trình làm nguội sản phẩm sau than hoá trực tiếp bằng nước, cũng có

thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, ít nhất một đầu ra hơi nước (C51) này được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá (H1) của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) và/hoặc với, nếu có, ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ (O14, O221) của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O).

[17]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ [6] đến [16], trong đó ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá (C) nêu trên bao gồm bồn chứa sản phẩm sau làm nguội (C5) được tạo kết cấu dưới dạng hai lớp vỏ, trong đó không gian giữa hai lớp vỏ là không gian chứa nước làm nguội gián tiếp sản phẩm sau than hoá.

[18]. Hệ thống theo điểm [17], trong đó ít nhất một không gian chứa nước làm nguội của ít nhất một bồn chứa sản phẩm sau làm nguội (C5) nêu trên có đầu ra nước nóng:

tùy ý được nối với đầu vào nước của ít nhất một trong số: ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H), ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O), ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R), như một nguồn cung cấp nước đầu vào;

và/hoặc tùy ý được nối với bộ phận bất kỳ của hệ thống bất kỳ nêu trên trong hệ thống nhiệt phân, như một nguồn cung cấp nước để vệ sinh và/hoặc khử trùng.

[19]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ [7] đến [18], trong đó ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội (B) nêu trên bao gồm ống trung chuyển (B1) được tạo kết cấu dưới dạng hai lớp vỏ, trong đó không gian giữa hai lớp vỏ là không gian chứa nước để tiếp tục làm nguội gián tiếp sản phẩm sau than hoá trong quá trình trung chuyển.

[20]. Hệ thống theo điểm [19], trong đó ít nhất một không gian chứa nước làm nguội của ít nhất một ống trung chuyển (B1) nêu trên có đầu ra nước nóng:

tùy ý được nối với đầu vào nước của ít nhất một trong số: ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H), ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ

trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O), ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R), như một nguồn cung cấp nước đầu vào;

và/hoặc tùy ý được nối với bộ phận bất kỳ của hệ thống bất kỳ nêu trên trong hệ thống nhiệt phân, như một nguồn cung cấp nước để vệ sinh và/hoặc khử trùng.

[21]. Hệ thống theo điểm [19] hoặc [20], trong đó ít nhất một không gian chứa nước làm nguội của ít nhất một bồn chứa sản phẩm sau làm nguội (C5) có đầu vào nước và đầu ra nước, ít nhất một không gian chứa nước làm nguội của ít nhất một ống trung chuyển (B1) cũng có đầu vào nước và đầu ra nước tương ứng, trong đó các đầu vào nước và các đầu ra nước này được kết nối với nguồn cung cấp nước theo kiểu nối tiếp hoặc song song, sao cho nước làm nguội được dẫn qua các không gian chứa nước làm nguội nêu trên theo kiểu nối tiếp hoặc song song.

[22]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ [8] đến [21], trong đó ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa (D) nêu trên có ít nhất một đầu vào tác nhân sấy là hơi nước và/hoặc khí nóng được nối với đầu vào và/hoặc đầu ra nếu có bất kỳ, mà tại đó có hơi nước và/hoặc khí nóng được cấp vào hoặc thoát ra, của ít nhất một trong số: ít nhất một lò phản ứng than hóa (G), ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H), ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O), ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R) và ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá (C), để sử dụng trực tiếp hơi nước và/hoặc khí nóng từ đầu vào và/hoặc đầu ra đó làm tác nhân sấy.

[23]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ [8] đến [22], trong đó ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa (D) nêu trên có ít nhất một đầu vào tác nhân sấy là không khí được nối với ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp tác nhân sấy là không khí (DA), trong đó ít nhất một bộ gia nhiệt này được nối với đầu vào và/hoặc đầu ra nếu có bất kỳ, mà tại đó có ít nhất một trong số hơi nước, hơi nóng, khí nóng và nước nóng được cấp vào hoặc thoát ra, của ít nhất một trong số: ít nhất một lò phản ứng than hóa (G), ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H), ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O), ít nhất một hệ

thống thu hồi nhiệt (R), ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá (C) và ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội (B), để sử dụng nguồn nhiệt của ít nhất một trong số hơi nước, hơi nóng, khí nóng và nước nóng từ đầu vào và/hoặc đầu ra đó để gia nhiệt cho tác nhân sấy là không khí.

[24]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào (HO) của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) nêu trên bao gồm cơ cấu gia nhiệt gián tiếp được nối với đầu vào và/hoặc đầu ra nếu có bất kỳ, mà tại đó có ít nhất một trong số hơi nước, hơi nóng, khí nóng và nước nóng được cấp vào hoặc thoát ra, của ít nhất một trong số: ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H), ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O), ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R), ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá (C) và ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội (B), để sử dụng nguồn nhiệt của ít nhất một trong số hơi nước, hơi nóng, khí nóng và nước nóng từ đầu vào và/hoặc đầu ra đó gia nhiệt gián tiếp cho khí gas đầu vào của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O).

[25]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào (HO) của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) nêu trên được bố trí trên ít nhất một phần bề mặt và/hoặc ở bên trong, tốt hơn là buồng đốt của, ít nhất một hệ thống oxy hóa, để tận dụng nhiệt từ, tốt hơn là buồng đốt của, ít nhất một hệ thống oxy hoá khí gas (O).

[26]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ [3] đến [25], trong đó hệ thống máy phát điện ORC nêu trên còn sử dụng, nếu thích hợp, ít nhất một trong số hơi nước, hơi nóng, khí nóng và nước nóng từ đầu vào và/hoặc đầu ra nếu có bất kỳ, mà tại đó có ít nhất một trong số hơi nước, hơi nóng, khí nóng và nước nóng được cấp vào hoặc thoát ra, của ít nhất một trong số: ít nhất một lò phản ứng than hóa (G), ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H), ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O), ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R), ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá (C) và ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội (B), để làm nguồn nhiệt.

[27]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó hệ thống này còn có hệ thống cung cấp nước (W) được tạo kết cấu để cung cấp nước đầu ra có áp suất nhất định, hệ thống cung cấp nước (W) này bao gồm bồn chứa nước (W1) và bồn tích trữ khí nén (W2) được nối thông với nhau, bồn chứa nước (W1) có đường nước đầu vào (W11) và đường nước đầu ra (W12), bồn tích trữ khí nén (W2) có đường khí nén vào (W21) được kết nối với nguồn cung cấp khí nén bất kỳ, bồn tích trữ khí nén (W2) tùy ý còn có đường khí nén ra (W22) được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá (H1) của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H), nhằm tạo động lực để luân chuyển dòng khí trong hệ thống nhiệt phân ở giai đoạn đầu vận hành.

[28]. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó hệ thống này được tạo kết cấu dưới dạng môđun, trong đó:

mỗi môđun có một hoặc nhiều lò phản ứng than hóa (G) riêng rẽ được bố trí thành dãy, mỗi lò hoặc mỗi dãy lò có

một hệ thống cơ cấu nạp liệu (G1) riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm (G3) riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas (O),

và tùy ý

một hệ thống thu hồi nhiệt (R) riêng, một hệ thống máy phát điện ORC riêng, một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội (P), một hệ thống phân tách khí (SE) riêng, hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá (C) riêng, hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội (B) riêng, silo chứa sản phẩm sau than hóa (S) riêng, một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa (D) riêng, và hệ thống cung cấp nước (W) riêng.

[29]. Hệ thống theo điểm [28], trong đó mỗi môđun có một lò phản ứng than hóa (G) riêng, mỗi lò có một hệ thống cơ cấu nạp liệu (G1) riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm (G3) riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas (O), một hệ thống thu hồi nhiệt (R) riêng, một hệ thống máy phát điện ORC riêng, một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội (P), một hệ thống phân tách khí (SE) riêng, hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau

than hoá (C) riêng, hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội (B) riêng, silo chứa sản phẩm sau than hóa (S) riêng, một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa (D) riêng, và hệ thống cung cấp nước (W) riêng.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất:

[30]. Quy trình nhiệt phân sử dụng hệ thống nhiệt phân theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Hình 1 là hình vẽ sơ lược dưới dạng sơ đồ nhằm thể hiện, theo một phương án thực hiện để làm ví dụ, các bộ phận cấu thành có thể có và các dòng vật chất chính giữa chúng của hệ thống nhiệt phân theo sáng chế.

Hình 2A-2D là các hình vẽ thể hiện một dãy lò phản ứng than hóa bao gồm hai lò, theo một phương án thực hiện để làm ví dụ.

Hình 3A-3E là các hình vẽ thể hiện hệ thống cơ cấu nạp liệu của lò phản ứng than hoá, theo một số phương án thực hiện để làm ví dụ.

Hình 4A-4B là các hình vẽ thể hiện hệ thống cấp tác nhân than hoá cho lò phản ứng than hóa, theo một số phương án thực hiện để làm ví dụ.

Hình 5A-5D là các hình vẽ thể hiện hệ thống oxy hóa khí gas sinh ra từ lò phản ứng than hóa, theo một số phương án thực hiện để làm ví dụ.

Hình 6A-6B là các hình vẽ thể hiện một số cấu hình của hệ thống oxy hóa khí gas sinh ra từ lò phản ứng than hóa, theo một số phương án thực hiện để làm ví dụ.

Hình 7A-7C là các hình vẽ thể hiện một số cấu hình của bộ gia nhiệt sơ bộ, theo một số phương án thực hiện để làm ví dụ, để gia nhiệt nguồn cung cấp khí đốt chứa oxy và nguồn cung cấp tác nhân than hóa đầu vào trước khi được cấp vào hệ thống oxy hóa khí gas.

Hình 8 là hình vẽ thể hiện hệ thống thu hồi nhiệt của hệ thống nhiệt phân theo sáng chế, theo một phương án thực hiện để làm ví dụ.

Hình 9A-9B là các hình vẽ thể hiện một số cấu hình của hệ thống thu hồi nhiệt, theo một phương án thực hiện để làm ví dụ.

Hình 10A-10D là các hình vẽ thể hiện hệ thống làm nguội sản phẩm sau than hoá, theo một phương án thực hiện để làm ví dụ.

Hình 11A-11D là các hình vẽ thể hiện hệ thống làm nguội sản phẩm sau than hoá, theo một phương án thực hiện khác để làm ví dụ.

Hình 12A-12D là các hình vẽ thể hiện hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội, theo một phương án thực hiện để làm ví dụ.

Hình 13A-13B là các hình vẽ thể hiện hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội, theo một số phương án thực hiện khác để làm ví dụ.

Hình 14 là hình vẽ thể hiện hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa, theo một phương án thực hiện để làm ví dụ.

Hình 15 là hình vẽ thể hiện bộ gia nhiệt tác nhân sấy là không khí, theo một số phương án thực hiện để làm ví dụ.

Hình 16A-16C là các hình vẽ thể hiện hệ thống cung cấp nước cho toàn hệ thống nhiệt phân, theo một phương án thực hiện để làm ví dụ.

Hình 17A-17C là các hình vẽ thể hiện về các hệ thống khí hoá đã biết.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Sau đây, các phương án thực hiện ưu tiên của hệ thống và quy trình nhiệt phân theo sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết hơn có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Tuy nhiên, lưu ý rằng phạm vi của sáng chế không chỉ giới hạn ở các phương án thực hiện ưu tiên được mô tả dưới đây dưới dạng ví dụ minh họa cho sáng chế và cần hiểu rằng phạm vi của sáng chế bao gồm tất cả các cải biến, các thay đổi tương đương khác của chúng.

Các định nghĩa/giải thích:

Nguyên liệu được nhiệt phân được đề cập trong sáng chế này không bị giới hạn một cách cụ thể, chẳng hạn nguyên liệu này có thể bao gồm các loại vật liệu chứa cacbon và/hoặc các loại vật liệu chứa xenluloza, chẳng hạn như sinh khối, rác thải các loại và những thứ tương tự. Nguyên liệu được nhiệt phân có thể là không đồng nhất, tức là nguyên liệu thô đầu vào có thành phần khác nhau, kích thước vật lý không đồng nhất và độ ẩm khác nhau.

Do hệ thống và quy trình nhiệt phân theo sáng chế thực hiện việc nhiệt phân nguyên liệu đầu vào nêu trên và tạo ra sản phẩm sau than hoá chứa than và sản phẩm khí tổng hợp, do đó thuật ngữ “nhiệt phân” gắn với hệ thống và quy trình nhiệt phân theo sáng chế này có thể được thay thế bởi các thuật ngữ khác, như “than hóa”, “khí hóa”. Tức là trong hệ thống và quy trình theo sáng chế này, các thuật ngữ nêu trên có thể được sử dụng thay thế cho nhau.

Tương tự, các thuật ngữ “tác nhân than hóa”, “tác nhân khí hóa”, “tác nhân nhiệt phân”, mà được dùng để chỉ tác nhân được cấp vào hệ thống lò phản ứng than hóa để thực hiện việc nhiệt phân nguyên liệu đầu vào nêu trên, cũng có thể được sử dụng thay thế cho nhau trong trường hợp của hệ thống và quy trình nhiệt phân theo sáng chế này.

Tương tự, các thuật ngữ “sản phẩm sau than hóa”, “sản phẩm sau nhiệt phân”, “sản phẩm than”, mà được dùng để chỉ hỗn hợp sản phẩm rắn thu được sau khi thực hiện việc nhiệt phân nguyên liệu đầu vào nêu trên, cũng có thể được sử dụng thay thế cho nhau trong trường hợp của hệ thống và quy trình nhiệt phân theo sáng chế này.

Thành phần của tác nhân than hóa đầu vào của hệ thống và quy trình theo sáng chế ít nhất bao gồm hơi quá nhiệt, là thành phần bắt buộc phải có, trong số hơi quá nhiệt, khí trơ, khí gas, trong đó khí trơ bao gồm cả khí có tính trơ bất kỳ, chẳng hạn như nitơ ( $N_2$ ), heli (He), argon (Ar), cacbon đioxit ( $CO_2$ ).

Sản phẩm sau than hoá được tạo bởi hệ thống và quy trình theo sáng chế bao gồm than có nguồn gốc từ vật liệu chứa cacbon, vật liệu chứa xenluloza, vật liệu trơ bao gồm thủy tinh; kim loại; chai, lọ, vỏ lon bằng thủy tinh hoặc kim loại; gạch, ngói; đất, cát; v.v..

Khí gas hay còn được gọi là khí tổng hợp được tạo bởi hệ thống và quy trình theo sáng chế chủ yếu bao gồm hydro ( $H_2$ ), cacbon monoxit (CO), metan ( $CH_4$ ), cacbon đioxit ( $CO_2$ ), hơi nước ( $H_2O$ ), khí nitơ ( $N_2$ ), các hợp chất hydrocacbon có trọng lượng phân tử tương đối thấp hơn (hắc ín-tar), và có thể một lượng nhỏ các khí hoặc hơi khác của clo, lưu huỳnh, thủy ngân.

Trong bản mô tả, các bộ phận giống hoặc tương tự nhau được đề cập trong các phương án khác nhau sẽ được đánh bằng cùng một số chỉ dẫn. Các bộ phận đã được đề cập trong một phương án thực hiện bất kỳ, trong phần mô tả hoặc trên hình vẽ tương ứng của phương án thực hiện đó, thì cũng có thể được áp dụng cho phương án thực hiện khác nếu phù hợp, mà không cần phải mô tả hay vẽ lại.

Theo khía cạnh thứ nhất, như được thể hiện trên các Hình 1-16, sáng chế đề xuất hệ thống nhiệt phân, linh hoạt và đa chức năng, hệ thống này bao gồm:

ít nhất một lò phản ứng than hóa G;

ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H được tạo kết cấu để cung cấp ít nhất một tác nhân than hóa, mà ít nhất bao gồm hơi quá nhiệt hoặc cả hơi quá nhiệt và khí trơ, vào ít nhất một lò phản ứng than hóa G nêu trên;

ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O được tạo kết cấu bao gồm buồng đốt để đốt triệt để khí gas sinh ra từ ít nhất một lò phản ứng than hoá G nêu trên;

khác biệt ở chỗ:

ít nhất một lò phản ứng than hóa G nêu trên bao gồm ít nhất một ống phân phối tác nhân than hóa trung tâm G22 được bố trí dọc theo chiều dài và ở giữa của thân lò, trên mỗi ống có các lỗ được bố trí để phân phối đồng đều tác nhân than hóa sau khi cấp vào trong thân lò theo hướng từ trong ra ngoài;

ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H nêu trên được kết nối với ít nhất một ống phân phối tác nhân than hóa trung tâm G22 và tùy ý với cả phần thân lò của ít nhất một lò phản ứng than hóa G; và

ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O nêu trên tùy ý còn bao gồm ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO được tạo kết cấu và bố trí để gia nhiệt gián tiếp cho khí gas đầu vào đến nhiệt độ nhất định trước khi cấp vào ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O.

Tiếp theo, từng hệ thống trong hệ thống nhiệt phân nêu trên sẽ được mô tả chi tiết hơn theo một số phương án thực hiện của chúng để làm ví dụ.

#### *Lò phản ứng than hóa G*

Như được thể hiện trên các Hình 1-4, hệ thống nhiệt phân theo sáng chế bao gồm ít nhất một lò phản ứng than hóa G, chẳng hạn ít nhất từ hai đến năm lò phản

ứng than hóa G. Lò phản ứng than hóa G theo sáng chế tốt hơn là có dạng lò đứng, cố định. Mỗi lò phản ứng than hóa G có thể được tạo kết cấu dưới dạng môđun, bao gồm hệ thống cơ cấu nạp liệu G1, thân lò G2 có dạng hình trụ được bố trí theo phương thẳng đứng nối tiếp dưới hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 để nhận nguyên liệu từ hệ thống cơ cấu nạp liệu G1, và hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 được bố trí nối tiếp dưới thân lò G2 để tháo phẩm khỏi thân lò G2.

Thân lò G2 của lò phản ứng than hóa G là nơi chứa và thực hiện việc khí hóa các nguyên liệu ở nhiệt độ cao và áp suất cao. Thân lò G2 phải được kín hóa tuyệt đối trong quá trình khí hóa nguyên liệu, tránh để các khí thải độc hại chưa qua xử lý thoát ra ngoài; phải chịu được các điều kiện vận hành liên tục, lâu dài ở nhiệt độ và áp suất cao; và tốt hơn là phải được cách nhiệt, cách điện nhằm đảm bảo an toàn khi vận hành. Tốt hơn là thân lò G2 được làm bằng các vật liệu có độ dày và độ cứng cao, và có khả năng chống gỉ sét. Thân lò G2 có đường cấp tác nhân than hóa vào G21 được bố trí, tốt hơn là, ở phía dưới và đường thoát khí gas G23 được bố trí, tốt hơn là, ở phía trên thân lò.

Đường cấp tác nhân than hóa vào G21 của mỗi thân lò G2 có thể được kết nối với ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H. Đường cấp tác nhân than hóa vào G21 được tạo kết cấu và bố trí thích hợp để có thể thực hiện việc phân phối tác nhân than hóa vào trong lò theo hướng từ dưới lên trên (Hình 4B), từ trong ra ngoài, hoặc kết hợp cả từ trong ra ngoài và từ ngoài vào trong (Hình 4A).

Theo một phương án thực hiện ưu tiên (Hình 4A), trong đó thân lò G2 có ít nhất một ống phân phối tác nhân than hóa trung tâm G22 được nối với đường cấp tác nhân than hóa vào G21 và được bố trí dọc theo chiều dài và ở giữa của thân lò, trên mỗi ống có các lỗ được bố trí để phân phối đồng đều tác nhân than hóa sau khi cấp vào trong thân lò theo hướng từ trong ra ngoài. Theo một phương án thực hiện ưu tiên hơn nữa, trong đó đường cấp tác nhân than hóa vào G21 còn được nối với thành lò để thực hiện cấp tác nhân than hóa vào trong lò theo hướng từ ngoài vào trong.

Đường thoát khí gas G23 của ít nhất một thân lò G2 được kết nối với ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O. Theo một phương án thực hiện tùy ý, như được

thể hiện trên Hình 5B và được mô tả cụ thể hơn dưới đây, trong đó đường thoát khí gas G23 của ít nhất một thân lò G2 có thể được kết nối với ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D nếu có, để tận dụng nguồn nhiệt của khí gas cho mục đích sấy nguyên liệu trước khi khí hóa.

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 2, trong đó hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 của mỗi lò phản ứng than hóa G bao gồm phễu tiếp nhận nguyên liệu G11 và cửa nạp G12 có thể điều chỉnh được độ mở khi cần nạp nguyên liệu vào thân lò G2 và khi cần đóng kín thân lò G2. Theo một phương án thực hiện khác, như được thể hiện trên Hình 3, trong đó hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 được thiết kế dưới dạng hai tầng, trong đó tầng thứ nhất bao gồm phễu tiếp nhận nguyên liệu G11 tầng thứ nhất và cửa nạp G12 tầng thứ nhất có kết cấu như nêu trên; tầng thứ hai được bố trí nối tiếp dưới tầng thứ nhất và bao gồm phễu tiếp nhận nguyên liệu G11 tầng thứ hai và cửa nạp G12 tầng thứ hai, cửa nạp này cũng có thể điều chỉnh được độ mở giống như cửa nạp G12 tầng thứ nhất. Với kết cấu nạp liệu dạng hai tầng, quá trình nạp nguyên liệu được nhiệt phân vào thân lò G2 được tiến hành theo tuần tự theo hai cấp như sau: đầu tiên nguyên liệu được nạp vào phễu tiếp nhận nguyên liệu G11 tầng thứ nhất, lúc này cửa nạp G12 tầng thứ nhất mở và cửa nạp G12 tầng thứ hai đóng để nguyên liệu từ phễu tiếp nhận nguyên liệu G11 tầng thứ nhất được đưa xuống phễu tiếp nhận nguyên liệu G11 tầng thứ hai và được giữ ở đó, sau đó cửa nạp G12 tầng thứ nhất đóng và cửa nạp G12 tầng thứ hai mở để nguyên liệu từ phễu tiếp nhận nguyên liệu G11 tầng thứ hai được đưa xuống thân lò G2. Với hoạt động đóng mở tuần tự của các cửa nạp G12 tầng thứ nhất và thứ hai như nêu trên, quá trình nạp nguyên liệu được nhiệt phân vào thân lò G2 có thể được tiến hành ổn định, liên tục nhưng vẫn đảm bảo sự kín hóa của lò phản ứng than hóa G. Theo sáng chế, việc điều chỉnh độ mở của các cửa nạp G12 tầng thứ nhất và tầng thứ hai có thể được thực hiện bằng phương pháp thích hợp bất kỳ, chẳng hạn như bằng tay, bằng thủy lực, bằng khí nén, tốt hơn là tự động.

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 2, trong đó hệ thống nhiệt phân theo sáng chế có thể bao gồm nhiều lò phản ứng than hóa G

được bố trí thành một hoặc nhiều dãy chẳng hạn, mỗi lò có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng biệt. Theo một phương án cải biến, như được thể hiện trên Hình 3E, đối với các lò phản ứng than hóa G được bố trí theo dãy, các miệng phễu tiếp nhận nguyên liệu G11 của các hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng biệt nêu trên có thể được liên kết với nhau để tạo thành một phễu tiếp nhận nguyên liệu G11 duy nhất với một đầu vào ở phía trên và nhiều đầu ra ở phía dưới tương ứng số lò phản ứng than hóa G. Phương án cải biến này tạo ra sự liên kết chắc chắn cho các lò phản ứng than hóa G trong dãy đó.

Như được thể hiện trên Hình 2, trong đó hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 của mỗi lò phản ứng than hóa G bao gồm cửa tháo sản phẩm G31 có thể điều chỉnh được độ mở được gắn với phần đáy của thân lò G2, phễu chứa sản phẩm G32 được bố trí nối tiếp dưới cửa tháo sản phẩm G31, và băng tải vận chuyển sản phẩm G33 được bố trí dưới phễu chứa sản phẩm G32.

Tốt hơn là, hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 của mỗi lò phản ứng than hóa G được tạo kết cấu bao gồm: cửa tháo sản phẩm G31 thứ nhất có thể điều chỉnh được độ mở được gắn với phần đáy của thân lò G2, phễu chứa sản phẩm G32 được bố trí nối tiếp dưới cửa tháo sản phẩm G31 thứ nhất, cửa tháo sản phẩm G31 thứ hai được bố trí nối tiếp dưới phễu chứa sản phẩm G32, và băng tải vận chuyển sản phẩm G33 được bố trí dưới cửa tháo sản phẩm G31 thứ hai. Theo sáng chế, việc điều chỉnh độ mở của các cửa tháo sản phẩm G31 thứ nhất và thứ hai có thể được thực hiện bằng phương pháp thích hợp bất kỳ, chẳng hạn như bằng tay, bằng thủy lực, bằng khí nén, tốt hơn là tự động. Với cách bố trí các cửa tháo sản phẩm G31 theo hai tầng, quá trình tháo sản phẩm khỏi thân lò G2 cũng được tiến hành theo tuần tự theo hai cấp như sau: đầu tiên cửa tháo sản phẩm G31 thứ nhất mở và cửa tháo sản phẩm G31 thứ hai đóng để sản phẩm từ đáy của thân lò G2 được tháo xuống phễu chứa sản phẩm G32 và được giữ ở đó, sau đó cửa tháo sản phẩm G31 thứ nhất đóng và cửa tháo sản phẩm G31 thứ hai mở để sản phẩm từ phễu chứa sản phẩm G32 được tháo xuống băng tải vận chuyển sản phẩm G33. Với hoạt động đóng mở tuần tự của các cửa tháo sản phẩm G31 thứ nhất và thứ hai như nêu trên, quá trình tháo sản phẩm sau khi hóa khỏi thân lò G2 có thể

được tiến hành ổn định, liên tục nhưng vẫn đảm bảo sự kín hóa cho lò phản ứng than hóa G.

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 2, trong đó mỗi lò phản ứng than hóa G trong hệ thống nhiệt phân theo sáng chế cũng sử dụng một băng tải vận chuyển sản phẩm G33 riêng biệt. Theo một phương án cải biến, như được thể hiện trên Hình 3E, trong đó đối với các lò phản ứng than hóa G được bố trí theo dãy, các lò này có thể sử dụng chung một băng tải vận chuyển sản phẩm G33 duy nhất bố trí dưới các cửa tháo sản phẩm G31 của chúng.

Theo một phương án thực hiện, hệ thống nhiệt phân theo sáng chế có thể được tạo kết cấu dưới dạng môđun, trong đó mỗi môđun có một hoặc nhiều lò phản ứng than hóa G riêng rẽ được bố trí thành dãy, trong đó mỗi lò hoặc mỗi dãy lò có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng và một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng. Tốt nhất là mỗi lò trong mỗi môđun có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng và một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng.

#### *Hệ thống cấp tác nhân than hoá H*

Như được thể hiện trên Hình 1 và Hình 4, hệ thống nhiệt phân theo sáng chế bao gồm ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H được tạo kết cấu và bố trí để thực hiện việc gia nhiệt ít nhất một nguồn tác nhân than hóa đầu vào thành tác nhân than hóa có nhiệt độ cao thích hợp để thực hiện việc nhiệt phân nguyên liệu, sau đó cung cấp cho ít nhất một lò phản ứng than hóa G trong hệ thống nhiệt phân. Theo sáng chế, ít nhất một nguồn tác nhân than hóa đầu vào nêu trên ít nhất bao gồm  $H_2O$  hoặc cả  $H_2O$  và khí trơ, và tác nhân than hóa có nhiệt độ cao nêu trên ít nhất bao gồm hơi quá nhiệt hoặc cả hơi quá nhiệt và khí trơ. Theo sáng chế,  $H_2O$  và khí trơ để làm nguồn tác nhân than hóa đầu vào nêu trên có thể ở dạng lỏng và/hoặc dạng hơi. Ít nhất một nguồn tác nhân than hóa đầu vào nêu trên có thể là từ: nguồn cung cấp tác nhân than hóa đầu vào dùng chung, đầu vào và/hoặc đầu ra bất kỳ của hệ thống bất kỳ trong hệ thống nhiệt phân theo sáng chế, mà chứa thành phần thích hợp để làm nguồn tác nhân than hóa đầu vào, chẳng hạn như các phương án được đề cập bởi phần mô tả và hình vẽ của bản mô tả này.

Theo một phương án thực hiện để làm ví dụ, như được thể hiện trên Hình 4, trong đó ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H theo sáng chế có cấu tạo bao gồm:

ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá H1 được nối với ít nhất một nguồn cung cấp tác nhân than hóa đầu vào bất kỳ;

phương tiện gia nhiệt cho tác nhân H2 được tạo kết cấu và bố trí để thực hiện việc gia nhiệt ít nhất một tác nhân than hóa đầu vào nêu trên; và

ít nhất một đầu ra tác nhân than hóa H3 được kết nối với ít nhất một lò phản ứng than hóa G, qua đường cấp tác nhân than hóa vào G21.

Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá H1 của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H nêu trên có thể được nối đồng thời với nhiều nguồn cung cấp tác nhân than hóa đầu vào bất kỳ mà có nguồn gốc khác nhau, chẳng hạn như các phương án được đề cập bởi phần mô tả và hình vẽ của bản mô tả này.

Theo một phương án thực hiện tùy ý (Hình 4A), trong đó ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H nêu trên có thể còn bao gồm ít nhất một bộ gia nhiệt trước H4 được tạo kết cấu và bố trí trên ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá H1 nêu trên để làm hóa hơi nguồn tác nhân than hóa đầu vào ở dạng lỏng thành dạng hơi, trước khi tiếp tục được gia nhiệt để tạo ra tác nhân than hóa có nhiệt độ cao nêu trên. Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một bộ gia nhiệt trước H4 nêu trên có thể được tạo kết cấu giống như bộ gia nhiệt sơ bộ O6 từ thứ nhất đến thứ ba của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O dưới đây. Theo sáng chế, đầu vào và đầu ra dành cho nguồn tác nhân than hóa của bộ gia nhiệt trước H4 nêu trên cũng được coi là ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá H1 của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H nêu trên. Tương tự đầu vào và đầu ra dành cho nguồn tác nhân than hóa phụ trợ của bộ gia nhiệt sơ bộ O6 cũng được coi là ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O14, O221 của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O.

Theo sáng chế, hệ thống, thiết bị hay cơ cấu gia nhiệt bất kỳ mà được tạo kết cấu thích hợp để tạo ra nguồn nhiệt bằng cách sử dụng xăng, dầu, gas, điện,

than, vật liệu chứa cacbon, xenluloza bất kỳ như sinh khối hoặc rác thải, nguồn nhiệt thải, v.v., và thích hợp để thực hiện việc gia nhiệt cho nguồn tác nhân than hóa đầu vào để tạo ra tác nhân than hóa có nhiệt độ cao như nêu trên, thì đều có thể được sử dụng làm ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H theo sáng chế.

Theo sáng chế, ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H có thể chỉ được kết nối với, ví dụ phần dưới của, ít nhất một ống phân phối tác nhân than hóa trung tâm G22 của ít nhất một lò phản ứng than hóa G (Hình 4B). Tuy nhiên, để tác nhân than hóa được phân phối đồng đều hơn qua toàn bộ khối nguyên liệu trong lò phản ứng nhằm tăng hiệu quả than hoá, tùy ý nhưng tốt hơn là, ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H còn được kết nối với cả, ví dụ phần dưới của, thân lò G2 của ít nhất một lò phản ứng than hóa G. Trong trường hợp này, tác nhân than hóa sẽ được phân phối đồng đều khắp khối nguyên liệu theo các hướng từ giữa lò về phía thành lò và từ thành lò về phía giữa lò, tức là phân phối kết hợp theo các hướng từ trong ra ngoài và từ ngoài vào trong.

Theo một phương án thực hiện tùy ý, như được thể hiện trên Hình 5B và được mô tả cụ thể hơn dưới đây, trong đó đầu vào và/hoặc đầu ra của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H còn tùy ý được nối với ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O, để sử dụng nguồn nhiệt từ ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H gia nhiệt gián tiếp cho khí gas đầu vào.

Theo một phương án thực hiện, hệ thống nhiệt phân theo sáng chế có thể được tạo kết cấu dưới dạng môđun, trong đó mỗi môđun có một hoặc nhiều lò phản ứng than hóa G riêng rẽ được bố trí thành dãy, mỗi lò hoặc mỗi dãy lò có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, và một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng. Tốt nhất là mỗi lò trong mỗi môđun có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, và một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng.

#### *Hệ thống oxy hóa khí gas O*

Như được thể hiện trên các Hình 1, 4-5, hệ thống nhiệt phân theo sáng chế bao gồm ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O được bố trí phía sau ít nhất một

lò phản ứng than hóa G để oxy hóa đốt triệt để khí gas sinh ra trong quá trình nhiệt phân nguyên liệu từ ít nhất một lò phản ứng than hoá G thành khí thải mà về cơ bản chứa  $N_2$ ,  $CO_2$ , hơi  $H_2O$ , và có thể một lượng nhỏ các khí hoặc hơi khác như  $HCl$ ,  $SO_x$ , hơi thủy ngân.

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 4A-4B, trong đó ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O theo sáng chế có cấu tạo bao gồm:

buồng đốt O1 để đốt triệt để khí gas sinh ra từ ít nhất một lò phản ứng than hoá G thành khí thải, buồng đốt O1 có đầu vào buồng đốt thứ nhất O11 được kết nối với đường thoát khí gas G23 của ít nhất một lò phản ứng than hóa G, đầu vào buồng đốt thứ hai O12 được kết nối với nguồn cung cấp khí đốt chứa oxy.

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 5A, trong đó ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O nêu trên còn bao gồm bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ cho ít nhất một lò phản ứng than hóa G, tốt hơn là bộ phận này được bố trí bên trong buồng đốt O1 của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O, với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O14 được nối với ít nhất một nguồn cung cấp tác nhân than hoá đầu vào bất kỳ và ít nhất một đầu ra tác nhân than hoá phụ trợ O15 được kết nối với ít nhất một trong số: ít nhất một đầu vào tác nhân than hóa H1 của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H; ít nhất một ống phân phối tác nhân than hóa trung tâm G22 và/hoặc ít nhất một thân lò (chẳng hạn qua đường cấp tác nhân than hóa vào G21) của ít nhất một lò phản ứng than hóa G. Với việc kết nối đầu ra tác nhân than hoá phụ trợ O15 với, ví dụ phần dưới của, ít nhất một ống phân phối tác nhân than hóa trung tâm G22 và thân lò G2, việc cấp tác nhân than hóa vào lò phản ứng than hóa G không chỉ được thực hiện bởi ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H mà còn được thực hiện bổ sung bởi ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O.

Theo sáng chế, ít nhất một nguồn cung cấp tác nhân than hóa đầu vào của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ nêu trên có thể được chọn từ nhóm ít nhất bao gồm  $H_2O$  và khí trơ ở dạng lỏng và/hoặc dạng hơi. Theo sáng chế, ít nhất một đầu ra tác nhân than hoá phụ trợ O15 của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ nêu trên có thể cung cấp tác nhân than hóa có nhiệt độ

cao được chọn từ nhóm ít nhất bao gồm hơi quá nhiệt và khí tro. Ít nhất một nguồn cung cấp tác nhân than hóa đầu vào nêu trên có thể là từ: nguồn cung cấp tác nhân than hóa đầu vào dùng chung, đầu vào và/hoặc đầu ra bất kỳ của hệ thống bất kỳ trong hệ thống nhiệt phân theo sáng chế, mà chứa thành phần thích hợp để làm nguồn tác nhân than hóa đầu vào, chẳng hạn như các phương án được đề cập bởi phần mô tả và hình vẽ của bản mô tả này. Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O14 của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ nêu trên có thể được nối đồng thời với nhiều nguồn cung cấp tác nhân than hóa đầu vào bất kỳ mà có nguồn gốc khác nhau, chẳng hạn như các phương án được đề cập bởi phần mô tả và hình vẽ của bản mô tả này.

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 5B, trong đó ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O nêu trên có ít nhất một đầu ra khí thải O13 cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước và khí tro để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, ít nhất một đầu ra khí thải O13 này có thể được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá H1 của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H và/hoặc với, nếu có, ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O14 của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O (Hình 5A).

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 5B, trong đó ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O nêu trên còn bao gồm ống tuần hoàn khí gas O113, ống này được nối với ít nhất một vị trí trong số: đầu vào khí gas O11, buồng đốt O1, đầu ra khí thải O13 của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O, để tuần hoàn khí gas từ ít nhất một hệ thống oxy hóa đó trở lại ít nhất một lò phản ứng than hóa G khi hệ thống nhiệt phân gặp trục trặc hoặc dừng hoạt động. Theo một phương án thực hiện cụ thể hơn để làm ví dụ, ống tuần hoàn khí gas nêu trên có thể được nối với, chẳng hạn phần dưới của, ít nhất một ống phân phối tác nhân than hóa trung tâm G22 và/hoặc thân lò G2 của ít nhất một lò phản ứng than hóa G. Trong trường hợp ống tuần hoàn khí gas được nối với đầu ra khí thải của hệ

thông oxy hóa, ống tuần hoàn này còn được sử dụng như một ống tuần hoàn khí thải về hệ thống oxy hóa.

Theo một phương án thực hiện, trong đó đầu ra khí thải O13 tùy ý còn được kết nối với ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R và/hoặc ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D nếu có, như được đề cập cụ thể hơn dưới đây.

Theo một phương án thực hiện tùy ý (Hình 4-5), trong đó ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O, như đã đề cập ở trên, có thể có ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO được bố trí ở phía đầu vào nhằm mục đích gia nhiệt khí gas đến nhiệt độ nhất định trước khi cấp vào trong ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O. Tức là, tùy từng trường hợp, khí gas có thể được cấp thẳng vào ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O nếu nhiệt độ của khí gas vẫn đảm bảo ở một nhiệt độ nhất định, hoặc cần được gia nhiệt bởi ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO nêu trên, bởi vì trong quá trình vận chuyển trong đường ống, nhiệt độ của khí gas có thể bị giảm do truyền nhiệt cho môi trường.

Theo sáng chế, hệ thống, thiết bị hay cơ cấu gia nhiệt gián tiếp bất kỳ mà được tạo kết cấu thích hợp để tạo ra nguồn nhiệt bằng cách sử dụng xăng, dầu, gas, điện, than, vật liệu chứa cacbon, xenluloza bất kỳ như sinh khối hoặc rác thải, nguồn nhiệt thải, v.v., và thích hợp để thực hiện việc gia nhiệt gián tiếp cho khí gas đầu vào nêu trên, thì đều có thể được sử dụng làm ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O nêu trên.

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 5A-5B và 6A-6B như được đề cập dưới đây, trong đó ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O nêu trên có thể được nối với ít nhất một trong số: ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá H1, ít nhất một đầu ra tác nhân than hoá H3 của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H; ít nhất một đầu ra khí thải O13, O42, ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O14, O221, ít nhất một đầu ra tác nhân than hoá phụ trợ O15, O223 của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O, để sử dụng nguồn nhiệt từ ít nhất một hệ thống đó gia nhiệt cho khí gas đầu vào. Tuy nhiên, sáng chế không chỉ giới hạn ở đó, bộ gia nhiệt gián tiếp này

có thể tùy ý được nối với hệ thống khác trong hệ thống nhiệt phân mà có sử dụng và/hoặc tạo ra nguồn nhiệt, như được đề cập cụ thể hơn dưới đây. Theo sáng chế, đầu ra của ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước và/hoặc khí trợ để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, đầu ra của ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO này cũng có thể được nối, chẳng hạn, với ít nhất một trong số: ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá H1 của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H; ít nhất một đầu vào của bộ gia nhiệt sơ bộ O6, O6', ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O14, O221 của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O nếu có. Trong trường hợp được nối với ít nhất một đầu ra khí thải O13, O42, đầu ra của ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO nêu trên cũng có thể được nối với ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D nếu có.

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 5C-5D, trong đó ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O nêu trên được bố trí trên ít nhất một phần bề mặt và/hoặc ở bên trong của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O, tốt hơn là buồng đốt O1 hoặc bộ phận có nhiệt bất kỳ khác của ít nhất một hệ thống oxy hóa, để tận dụng nhiệt từ, tốt hơn là buồng đốt hoặc bộ phận có nhiệt bất kỳ khác của, ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O. Theo sáng chế, bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO nêu trên có thể được bố trí bao quanh một phần hoặc toàn bộ bề mặt của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O, tốt hơn là buồng đốt O1 hoặc bộ phận có nhiệt bất kỳ khác, và bề mặt này có thể là bề mặt ngoài, bề mặt trong, hoặc cả bề mặt ngoài và bề mặt trong của buồng đốt O1 hoặc bộ phận có nhiệt bất kỳ khác của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O.

Theo một phương án thực hiện cải biến để làm ví dụ, như được thể hiện trên các Hình 6A, trong đó ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O theo sáng chế có cấu tạo bao gồm:

cụm trao đổi nhiệt O2 có dạng hai vỏ (trong bản mô tả này, cụm trao đổi nhiệt O2 còn có thể được gọi là buồng đốt thứ nhất O2), trong đó vỏ ngoài O21

có đầu khí gas vào O211 được kết nối với đường thoát khí gas G23 của ít nhất một lò phản ứng than hóa G và có đầu khí gas ra O212, vỏ trong O22 đóng vai trò như bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ cho ít nhất một lò phản ứng than hóa G, vỏ trong O22 có ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O221 được nối với ít nhất một nguồn cung cấp tác nhân than hóa đầu vào bất kỳ và có ít nhất một đầu ra tác nhân than hoá phụ trợ O223 được kết nối với ít nhất một trong số: ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ H1, ít nhất một đầu ra tác nhân than hoá phụ trợ H3 của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H; ít nhất một ống phân phối tác nhân than hóa trung tâm G22 và/hoặc ít nhất một thân lò G2 (chẳng hạn qua đường cấp tác nhân than hóa vào G21) của ít nhất một lò phản ứng than hóa G;

buồng đốt thứ hai O4 được kết nối với đầu khí gas ra O212 của vỏ ngoài O21 và có cấu tạo bao gồm: đầu vào khí đốt chứa oxy được kết nối với nguồn cung cấp khí đốt chứa oxy bất kỳ, phương tiện đốt O41 được bố trí để đốt triệt để khí gas từ vỏ ngoài O21 đưa sang, và ít nhất một đầu ra khí thải O42 cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước và khí trơ để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, ít nhất một đầu ra khí thải O42 này có thể được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá H1 của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H và/hoặc với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O221 của vỏ trong O22 nêu trên.

Theo sáng chế, ít nhất một nguồn cung cấp tác nhân than hóa đầu vào của vỏ trong O22 nêu trên cũng có thể được chọn từ nhóm ít nhất bao gồm  $H_2O$  và khí trơ ở dạng lỏng và/hoặc dạng hơi, trong đó ít nhất một đầu ra tác nhân than hoá phụ trợ O223 của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ nêu trên có thể cung cấp tác nhân than hóa có nhiệt độ cao được chọn từ nhóm ít nhất bao gồm hơi quá nhiệt và khí trơ. Ít nhất một nguồn cung cấp tác nhân than hóa đầu vào nêu trên cũng có thể là từ: nguồn cung cấp tác nhân than hóa đầu vào dùng chung, đầu vào và/hoặc đầu ra bất kỳ của hệ thống bất kỳ trong hệ thống nhiệt phân theo sáng chế, mà chứa thành phần thích hợp để làm nguồn tác nhân than hóa đầu vào, chẳng hạn như các phương án được đề cập bởi phần mô tả và hình

vẽ của bản mô tả này. Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O221 của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ nêu trên có thể được nối đồng thời với nhiều nguồn cung cấp tác nhân than hóa đầu vào bất kỳ mà có nguồn gốc khác nhau, chẳng hạn như các phương án được đề cập bởi phần mô tả và hình vẽ của bản mô tả này.

Theo một phương án thực hiện, như được minh họa trên các Hình 6A-6B, trong đó ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O221 của vỏ trong O22 nêu trên còn có bộ phận gia nhiệt trước O6' được bố trí bên trong buồng đốt thứ hai O4 để gia nhiệt trước cho nguồn cung cấp tác nhân than hóa đầu và sau đó mới được nối với vỏ trong O22.

Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một đầu vào tác nhân than hóa của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H và của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O nêu trên là từ cùng một nguồn.

Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một đầu ra khí thải O42 tùy ý còn được kết nối với ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R nếu có và/hoặc ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hoá D nếu có, như được đề cập dưới đây, hoặc tùy ý được nối với ít nhất một lò phản ứng than hóa G, chẳng hạn với phần dưới của ít nhất một ống phân phối tác nhân than hóa trung tâm G22 và/hoặc thân lò G2 qua đường cấp tác nhân than hóa vào G21.

Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O nêu trên còn có ống tuần hoàn khí gas O5 được bố trí để tuần hoàn khí gas từ buồng đốt thứ hai O4 về vỏ trong O22 của cụm trao đổi nhiệt O2, để trong trường hợp hệ thống nhiệt phân theo sáng chế gặp trục trặc hoặc dừng hoạt động, khí gas từ buồng đốt thứ hai O4 sẽ được đưa trở lại ít nhất một lò phản ứng than hóa G qua vỏ trong O22 và sau đó qua ít nhất một đầu ra tác nhân than hoá phụ trợ O223 của cụm trao đổi nhiệt O2.

Theo một phương án thực hiện, trong đó đầu khí gas vào O211 của vỏ ngoài O21 của cụm trao đổi nhiệt O2 cũng có nhánh tuần hoàn O213 được kết nối với ít nhất một lò phản ứng than hóa G, chẳng hạn với phần dưới của ống phân phối tác nhân than hóa trung tâm G22 và/hoặc thân lò G2 qua đường cấp tác nhân than

hóa vào G21, để tuần hoàn hoặc đưa ít nhất một phần khí gas thoát ra khỏi ít nhất một lò phản ứng than hóa G trở lại ít nhất một lò phản ứng than hóa G.

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 6B, trong đó buồng đốt thứ hai O4 được kết nối với đầu khí gas ra O212 của vỏ ngoài O21 thông qua hộp gom khí gas O3, trong đó hộp gom khí gas O3 gom khí gas thoát ra khỏi vỏ ngoài O21 qua đầu khí gas ra O212 và sau đó cấp vào buồng đốt thứ hai O4. Tức là, hộp gom khí gas O3 có đầu vào được nối với đầu khí gas ra O212 của vỏ ngoài O21 và có đầu ra được nối với buồng đốt thứ hai O4. Theo một phương án thực hiện, trong đó ống tuần hoàn khí gas O5 của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O có đầu vào được kết nối với hộp gom khí gas O3 và có đầu ra được kết nối với vỏ trong O22 của cụm trao đổi nhiệt O2, để trong trường hợp hệ thống nhiệt phân theo sáng chế gặp trục trặc hoặc dừng hoạt động, khí gas từ buồng đốt thứ hai O4 sẽ được đưa trở lại ít nhất một lò phản ứng than hóa G qua vỏ trong O22 và sau đó qua ít nhất một đầu ra tác nhân than hoá phụ trợ O223 của cụm trao đổi nhiệt O2.

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên các Hình 6A-6B, trong đó đầu khí gas ra O212 của vỏ ngoài O21 nêu trên còn có nhánh gia nhiệt bổ sung O2121 được kéo dài vào bên trong vỏ trong O22 của cụm trao đổi nhiệt O2 và/hoặc buồng đốt thứ hai O4 để gia nhiệt bổ sung cho khí gas nếu cần và sau đó mới được nối với buồng đốt thứ hai O4 trực tiếp hoặc thông qua hộp gom khí gas O3.

Theo một phương án thực hiện, như được minh họa trên các Hình 1, 4A, 5A, 6A-6B chẳng hạn, trong đó ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O còn bao gồm bộ gia nhiệt sơ bộ O6 thứ nhất dành cho nguồn cung cấp khí đốt chứa oxy đầu vào và/hoặc bộ gia nhiệt sơ bộ O6 thứ hai dành cho nguồn cung cấp tác nhân than hóa phụ trợ đầu vào, để thực hiện việc gia nhiệt trước nguồn khí đốt chứa oxy và nguồn tác nhân than hóa phụ trợ đầu vào trước khi cấp vào ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O.

Theo một phương án thực hiện, như được minh họa trên các Hình 6A-6B, trong đó đầu vào và/hoặc đầu ra của bộ phận gia nhiệt trước O6' có thể được bố

trí phía trước, phía sau, hoặc cả phía trước và phía sau của bộ gia nhiệt sơ bộ O6 thứ hai dành cho nguồn cung cấp tác nhân than hóa phụ trợ đầu vào.

Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một ít nhất một đầu ra khí thải O42 nêu trên cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước và khí trợ để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, ít nhất một đầu ra khí thải O42 tùy ý còn được nối với ít nhất một trong số: đầu vào của bộ gia nhiệt sơ bộ O6 thứ hai dành cho nguồn cung cấp tác nhân than hóa phụ trợ đầu vào, đầu vào của bộ phận gia nhiệt trước O6', đầu ra của bộ phận gia nhiệt trước O6' nếu đầu ra này được bố trí phía trước đầu vào của bộ gia nhiệt sơ bộ O6 thứ hai dành cho nguồn cung cấp tác nhân than hóa phụ trợ đầu vào, và đầu vào của bộ gia nhiệt sơ bộ O6 thứ hai dành cho nguồn cung cấp tác nhân than hóa phụ trợ đầu vào.

Theo một phương án thực hiện tùy ý, như được minh họa trên Hình 6A-6B, trong đó ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O còn bao gồm bộ gia nhiệt sơ bộ O6 thứ ba được bố trí ở bên trong vỏ trong O22 của cụm trao đổi nhiệt O2 và được tạo kết cấu để thực hiện việc gia nhiệt gián tiếp bổ sung cho tác nhân than hóa đầu vào bên trong vỏ trong O22.

Theo sáng chế, hệ thống, thiết bị hay cơ cấu gia nhiệt bất kỳ mà được tạo kết cấu thích hợp để tạo ra nguồn nhiệt bằng cách sử dụng xăng, dầu, gas, điện, than, vật liệu chứa cacbon, xenluloza bất kỳ như sinh khối hoặc rác thải, nguồn nhiệt thải, v.v., và thích hợp để thực hiện việc gia nhiệt cho nguồn khí đốt chứa oxy đầu vào và nguồn tác nhân than hóa phụ trợ đầu vào nêu trên, thì đều có thể được sử dụng để làm các bộ gia nhiệt sơ bộ O6 thứ nhất, thứ hai và thứ ba nêu trên.

Theo một phương án thực hiện để làm ví dụ, như được thể hiện trên Hình 7A, trong đó các bộ gia nhiệt sơ bộ O6 từ thứ nhất đến thứ ba nêu trên là hệ thống gia nhiệt bằng điện trở, bao gồm: đường ống dẫn O61 dành cho nguồn khí đốt chứa oxy đầu vào hoặc nguồn tác nhân than hóa phụ trợ đầu vào tương ứng, và phương tiện gia nhiệt bằng điện trở O62 được bố trí bên trong đường ống dẫn O61, trong đó đường ống dẫn O61 có đầu vào O611 được nối với nguồn khí đốt

chứa oxy hoặc nguồn tác nhân than hóa phụ trợ đầu vào tương ứng và có đầu ra O612 được nối với ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O theo một trong số các cách như nêu trên.

Theo một phương án thực hiện khác để làm ví dụ, như được thể hiện trên các Hình 7B-7C, trong đó các bộ gia nhiệt sơ bộ O6 từ thứ nhất đến thứ ba nêu trên là hệ thống gia nhiệt bằng khí thải nóng tuần hoàn, các hệ thống này có cấu tạo bao gồm:

đường ống dẫn O61 có đầu vào và đầu ra;

lớp vỏ O63 bao quanh đường ống dẫn O61 và cũng có đầu vào và đầu ra tương ứng.

Theo một phương án thực hiện (Hình 7B), trong đó đường ống dẫn O61, dành cho nguồn khí đốt chứa oxy đầu vào hoặc nguồn tác nhân than hóa phụ trợ đầu vào tương ứng cần gia nhiệt, có đầu vào được nối với nguồn khí đốt chứa oxy đầu vào hoặc nguồn tác nhân than hóa phụ trợ đầu vào tương ứng và có đầu ra được nối với ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O theo một trong số các cách như nêu trên; trong khi lớp vỏ O63, dành cho khí thải, có đầu vào được nối với đầu ra khí thải O13 (Hình 5) hoặc O42 (Hình 6) của chính hệ thống oxy hóa khí gas O nêu trên.

Theo một phương án thực hiện ngược lại (Hình 7C), trong đó đường ống dẫn O61, dành cho khí thải, có đầu vào được nối với đầu ra khí thải O13 (Hình 5) hoặc O42 (Hình 6) của chính hệ thống oxy hóa khí gas O nêu trên; trong khi lớp vỏ O63, dành cho nguồn khí đốt chứa oxy đầu vào hoặc nguồn tác nhân than hóa phụ trợ đầu vào tương ứng cần gia nhiệt, có đầu vào được nối với nguồn khí đốt chứa oxy đầu vào hoặc nguồn tác nhân than hóa phụ trợ đầu vào tương ứng và có đầu ra được nối với ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O theo một trong số các cách như nêu trên.

Đầu ra khí thải sau khi truyền nhiệt từ bộ gia nhiệt sơ bộ O6 nêu trên cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước và khí trợ để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, đầu ra khí thải này có thể được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá H1 của ít nhất một hệ

thống cấp tác nhân than hoá H và/hoặc với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O221 của vỏ trong O22 nêu trên.

Theo một phương án thực hiện, hệ thống nhiệt phân theo sáng chế có thể được tạo kết cấu dưới dạng môđun, trong đó mỗi môđun có một hoặc nhiều lò phản ứng than hóa G riêng rẽ được bố trí thành dãy, mỗi lò hoặc mỗi dãy lò có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, và một hệ thống oxy hóa khí gas O. Tốt nhất là mỗi lò trong mỗi môđun có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, và một hệ thống oxy hóa khí gas O.

Với kết cấu như nêu trên, hệ thống oxy hóa khí gas O theo sáng chế đóng vai trò như là nơi:

xử lý liên tục và triệt để khí gas, bao gồm cả hắc ín, được tạo và thải ra bởi quá trình nhiệt phân trong ít nhất một lò phản ứng than hóa G, bảo đảm khí thải sau khi xử lý về cơ bản chứa  $N_2$ ,  $CO_2$ , hơi  $H_2O$ , trong đó khí thải này còn cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước và khí trợ để làm tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân;

phân bổ các luồng khí, bao gồm khí gas và tác nhân than hóa, đến các vị trí khác nhau giữa ít nhất một lò phản ứng than hóa G, ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H và ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O, đảm bảo rằng nhiệt được cung cấp đầy đủ, đồng đều, ổn định theo yêu cầu công nghệ trong toàn bộ hệ thống và chi phí năng lượng cho hệ thống được tối ưu hóa;

tạo ra nguồn khí thải nóng để dùng cho ít nhất một mục đích trong số: cấp cho hệ thống thu hồi nhiệt R nếu có ở phía sau, như được đề cập cụ thể hơn dưới đây, nhằm tạo ra nguồn hơi quá nhiệt trước hết cung cấp cho hệ thống máy phát điện ORC; tuần hoàn để làm tác nhân than hóa đầu vào của hệ thống nhiệt phân; cung cấp cho ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hoá D nếu có để tận dụng nguồn nhiệt của khí thải sấy sơ bộ nguyên liệu.

Theo một phương án thực hiện, trong đó khi ít nhất một lò phản ứng than hóa G đã được vận hành ổn định, ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H

của nó có thể được dùng vận hành, lúc này ít nhất một lò phản ứng than hóa G nêu trên có thể chỉ cần sử dụng nguồn cung cấp tác nhân than hóa từ ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O để duy trì quá trình nhiệt phân/than hóa. Tức là, theo sáng chế, ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O cũng có thể thay thế vai trò của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H trong việc cung cấp tác nhân than hóa đầu vào cho ít nhất một lò phản ứng than hóa G.

#### *Hệ thống thu hồi nhiệt R*

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 1 và Hình 8, hệ thống nhiệt phân theo sáng chế tùy ý còn bao gồm ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R được tạo kết cấu dưới dạng hệ thống trao đổi nhiệt gián tiếp và được bố trí nối tiếp với ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O để làm nguội khí thải và đồng thời thu hồi nguồn nhiệt của khí thải thoát ra khỏi ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O để tạo ra hơi nước, phục vụ cho các mục đích thích hợp bất kỳ trong và/hoặc ngoài hệ thống nhiệt phân.

Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R nêu trên có ít nhất một đầu ra hơi nước cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, ít nhất một đầu ra hơi nước này có thể được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá H1 của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H và/hoặc với, nếu có, ít nhất một đầu vào của bộ gia nhiệt sơ bộ O6, O6', ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O14, O221 của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O.

Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R nêu trên có ít nhất một đầu ra khí thải cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước và khí trơ để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, ít nhất một đầu ra khí thải này được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá H1 của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H và/hoặc với, nếu có, ít nhất một đầu vào của bộ gia nhiệt sơ bộ O6, O6', ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O14, O221 của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O.

Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R nêu trên có ít nhất một đầu ra hơi nước và/hoặc ít nhất một đầu vào khí thải tùy ý được nối với ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O nêu trên, để sử dụng nguồn nhiệt từ ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R gia nhiệt gián tiếp cho khí gas đầu vào. Theo một phương án thực hiện, trong đó đầu ra sau khi truyền nhiệt của ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước và/hoặc khí trợ để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, đầu ra của ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO này cũng có thể được nối, chẳng hạn, với ít nhất một trong số: ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá H1 của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H; ít nhất một đầu vào của bộ gia nhiệt sơ bộ O6, O6', ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O14, O221 của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O nếu có. Trong trường hợp được nối với ít nhất một đầu vào khí thải của ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R nêu trên, đầu ra của ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO nêu trên cũng có thể được nối với ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D nếu có, để sử dụng hơi nước và/hoặc khí thải nóng từ đó trực tiếp làm tác nhân sấy trực tiếp hoặc gia nhiệt gián tiếp cho tác nhân sấy là không khí.

Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R nêu trên có ít nhất một đầu ra hơi nước và/hoặc ít nhất một đầu vào khí thải tùy ý được nối với ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D nếu có, để sử dụng hơi nước và/hoặc khí thải nóng từ đó trực tiếp làm tác nhân sấy trực tiếp hoặc gia nhiệt gián tiếp cho tác nhân sấy là không khí.

Theo một phương án thực hiện để làm ví dụ, như được thể hiện trên Hình 8, trong đó hệ thống thu hồi nhiệt R theo sáng chế bao gồm:

thiết bị tạo hơi nước sử dụng nhiệt thải R1; và tùy ý có thể còn bao gồm

ít nhất một thiết bị trao đổi nhiệt gián tiếp phía trước R2 được bố trí phía trước thiết bị tạo hơi nước sử dụng nhiệt thải R1, nếu cần, để làm nguội sơ bộ dòng khí thải đầu vào bằng nước theo cách gián tiếp;

ít nhất một thiết bị trao đổi nhiệt gián tiếp phía sau R3 được bố trí phía sau thiết bị tạo hơi nước sử dụng nhiệt thải R1, nếu cần, để làm nguội hơn nữa dòng khí thải bằng nước theo cách gián tiếp;

trong đó thiết bị tạo hơi nước sử dụng nhiệt thải R1 nêu trên bao gồm:

bộ phận chứa nước R11;

bộ phận gia nhiệt nước R12 được tạo kết cấu để tiếp xúc gián tiếp với nước được chứa trong bộ phận chứa nước R11 và thực hiện việc đun sôi nước thành hơi bằng nguồn nhiệt của khí thải từ ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O, bộ phận gia nhiệt nước R12 có đầu khí thải vào R121 và đầu khí thải ra R122; và

bộ phận chứa hơi nước R13 được tạo kết cấu để liên thông về mặt chất lưu với bộ phận chứa nước R11.

Theo một phương án thực hiện để làm ví dụ, như được thể hiện trên Hình 8, trong đó bộ phận gia nhiệt nước R12 bao gồm hệ ống dẫn khí thải được bố trí bên trong hoặc chạy qua bộ phận chứa nước R11. Trong trường hợp này, khí thải chạy bên trong ống và truyền nhiệt cho nước ở bên ngoài ống để tạo ra hơi nước.

Theo một phương án thực hiện khác để làm ví dụ, như được thể hiện trên Hình 9A, trong đó bộ phận chứa nước R11 bao gồm hệ ống dẫn nước được bố trí bên trong hoặc chạy qua bộ phận gia nhiệt nước R12. Trong trường hợp này, khí thải ở bên ngoài ống và truyền nhiệt cho nước chạy bên trong ống để tạo ra hơi nước. Hệ thống với cấu hình như vậy còn được biết đến với tên gọi là nồi hơi nhiệt thải dạng ống nước.

Theo một phương án thực hiện khác nữa để làm ví dụ, như được thể hiện trên Hình 9B, trong đó bộ phận chứa nước R11 và bộ phận gia nhiệt nước R12 được liên kết với nhau qua hệ ống dẫn nhiệt R14, trong đó hệ ống dẫn nhiệt R14 có một đầu được bố trí trong bộ phận chứa nước R11 và đầu còn lại được bố trí trong bộ phận gia nhiệt nước R12, theo đó hệ ống dẫn nhiệt R14 sẽ lấy nhiệt từ dòng khí thải chạy qua bộ phận gia nhiệt nước R12 và sau đó truyền cho nước chứa trong bộ phận chứa nước R11. Hệ thống với cấu hình như vậy còn được biết đến với tên gọi là nồi hơi nhiệt thải dạng ống nhiệt. Theo một phương án thực

hiện của trường hợp này, bộ phận chứa nước R11 cũng chính là bộ phận chứa hơi nước R13.

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 8, trong đó có ít nhất một thiết bị trao đổi nhiệt gián tiếp phía trước R2 được bố trí phía trước thiết bị tạo hơi nước sử dụng nhiệt thải R1, mỗi thiết bị trao đổi nhiệt gián tiếp phía trước R2 này có đầu nước vào R21 và đầu nước ra R22. Tốt hơn là, đường ống cấp nước cấp vào bộ phận chứa nước R11 của thiết bị tạo hơi nước sử dụng nhiệt thải R1 được nối với đầu nước ra R22 của ít nhất một thiết bị trao đổi nhiệt gián tiếp phía trước R2, theo đó nước cấp vào bộ phận chứa nước R11 là nước nóng đã được gia nhiệt sơ bộ trước. Trong trường hợp có nhiều thiết bị trao đổi nhiệt gián tiếp phía trước R2 được sử dụng, tính theo chiều của dòng khí thải hoặc theo chiều ngược lại, đầu nước ra R22 của thiết bị trao đổi nhiệt liền trước được kết nối với đầu nước vào R21 của thiết bị trao đổi nhiệt liền sau, và đầu nước ra R22 của thiết bị trao đổi nhiệt cuối cùng được kết nối với đường ống cấp nước cấp vào bộ phận chứa nước R11 của thiết bị tạo hơi nước sử dụng nhiệt thải R1.

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 8, trong đó có ít nhất một thiết bị trao đổi nhiệt gián tiếp phía sau R3 được bố trí phía sau thiết bị tạo hơi nước sử dụng nhiệt thải R1, mỗi thiết bị trao đổi nhiệt gián tiếp phía sau R3 này có đầu nước vào R31 và đầu nước ra R32. Tốt hơn là, đường ống cấp nước cấp vào bộ phận chứa nước R11 của thiết bị tạo hơi nước sử dụng nhiệt thải R1 cũng được nối với đầu nước ra R32 của ít nhất một thiết bị trao đổi nhiệt gián tiếp phía sau R3, theo đó nước cấp vào bộ phận chứa nước R11 là nước nóng đã được gia nhiệt sơ bộ trước. Trong trường hợp có nhiều thiết bị trao đổi nhiệt gián tiếp phía sau R3 được sử dụng, tính theo chiều của dòng khí thải hoặc theo chiều ngược lại, đầu nước ra R32 của thiết bị trao đổi nhiệt liền trước được kết nối với đầu nước vào R31 của thiết bị trao đổi nhiệt liền sau, và đầu nước ra R32 của thiết bị trao đổi nhiệt cuối cùng được kết nối với đường ống cấp nước cấp vào bộ phận chứa nước R11 của thiết bị tạo hơi nước sử dụng nhiệt thải R1.

Trong quá trình trao đổi nhiệt gián tiếp với nước trong ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R, nhiệt độ của khí thải đầu vào có thể được làm giảm từ nhiệt độ

ban đầu 700-800°C xuống còn 40-50°C. Nguồn nhiệt từ quá trình làm nguội khí thải được thu hồi để tạo ra hơi nước. Hơi nước đầu ra của ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R có thể được cung cấp cho ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H và/hoặc ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O (như đã đề cập ở trên). Hơi nước đầu ra của ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R cũng có thể được cung cấp cho hệ thống máy phát điện nếu có và/hoặc ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D nếu có (như được đề cập cụ thể hơn dưới đây). Đầu ra nước nóng của ít nhất một thiết bị trao đổi nhiệt gián tiếp phía trước R2 và/hoặc ít nhất một thiết bị trao đổi nhiệt gián tiếp phía sau R3 cũng có thể được cung cấp cho ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O nêu trên và/hoặc ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp tác nhân sấy là không khí DA của ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D nếu có.

Trong quá trình làm nguội khí thải, một số thành phần hơi, khí trong dòng khí thải có thể được ngưng tụ và được thu hồi. Hơn nữa, trong quá trình di chuyển, dòng khí thải bị đổi hướng và/hoặc va chạm với các ống dẫn khí thải hoặc dẫn nước trong hệ thống, khiến cho các chất cặn, bụi bẩn có trong dòng khí thải bị mất động năng, rơi xuống và được thu hồi có thể là cùng với dịch ngưng tụ của khí và/hoặc hơi nêu trên. Chính nhờ những điều này, dòng khí đầu ra là khí nguội và đã được loại bỏ một phần lớn các hơi, khí có thể ngưng tụ, các chất cặn, bụi bẩn.

Trong trường hợp nước đầu vào hệ thống là nước nhiễm bẩn, nước phèn hoặc nước mặn, nước đầu vào có thể được làm sạch thông qua quá trình trao đổi nhiệt với khí thải nóng trong hệ thống. Cụ thể là khi được làm nóng bởi nguồn nhiệt của khí thải, nước đầu vào bị bay hơi trong khi cặn và các thành phần tạp chất khác trong nước vẫn bị giữ lại ở trong hệ thống và sau đó được loại bỏ. Hơi nước sạch thoát ra được ngưng tụ bằng cách làm nguội và được thu hồi dưới dạng nước chưng cất. Tức là, hệ thống thu hồi nhiệt R theo sáng chế còn được sử dụng như một hệ thống lọc nước hay chưng cất nước.

Khí sau làm nguội thoát ra hệ thống thu hồi nhiệt R trong thành phần có thể vẫn còn chứa bụi, khí, hơi có tính axit. Khí sau làm nguội có thể được lưu trữ trước tạm thời trong hệ thống bình chứa thích hợp, hoặc được đưa thẳng sang ít nhất một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội.

Theo một phương án thực hiện, hệ thống nhiệt phân theo sáng chế có thể được tạo kết cấu dưới dạng môđun, trong đó mỗi môđun có một hoặc nhiều lò phản ứng than hóa G riêng rẽ được bố trí thành dãy, mỗi lò hoặc mỗi dãy lò có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas O, và hệ thống thu hồi nhiệt R riêng. Tốt nhất là mỗi lò trong mỗi môđun có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas O, và hệ thống thu hồi nhiệt R riêng.

#### *Hệ thống phát điện EG*

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 1, trong đó hệ thống nhiệt phân theo sáng chế còn bao gồm hệ thống máy phát điện ORC Organic Rankine Cycle, trong đó hệ thống máy phát điện này sử dụng hơi nước của ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R nêu trên làm nguồn nhiệt.

Theo một phương án thực hiện (không được thể hiện trên hình vẽ), trong đó hệ thống máy phát điện ORC nêu trên còn sử dụng, nếu thích hợp, ít nhất một trong số hơi nước, hơi nóng, khí nóng và nước nóng từ đầu vào và/hoặc đầu ra nếu có bất kỳ, mà tại đó có ít nhất một trong số hơi nước, hơi nóng, khí nóng và nước nóng được cấp vào hoặc thoát ra, của ít nhất một trong số: ít nhất một lò phản ứng than hóa G, ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H, ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O, ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R, ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C và ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B, để làm nguồn nhiệt.

Theo một phương án thực hiện, hệ thống nhiệt phân theo sáng chế có thể được tạo kết cấu dưới dạng môđun, trong đó mỗi môđun có một hoặc nhiều lò phản ứng than hóa G riêng rẽ được bố trí thành dãy, mỗi lò hoặc mỗi dãy lò có

một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas O, một hệ thống thu hồi nhiệt R riêng, và một hệ thống máy phát điện ORC riêng. Tốt nhất là mỗi lò trong mỗi môđun có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas O, một hệ thống thu hồi nhiệt R riêng, và một hệ thống máy phát điện ORC riêng.

#### *Hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P*

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 1, trong đó hệ thống nhiệt phân theo sáng chế còn bao gồm ít nhất một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P được tạo kết cấu và bố trí nối tiếp với ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R nêu trên để loại bỏ tạp chất như bụi, thành phần có tính axit trong khí thải sau làm nguội thoát ra khỏi ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R, nhằm thu được khí sạch về cơ bản chứa  $N_2$ ,  $CO_2$ , hơi  $H_2O$ , đáp ứng tiêu chuẩn khí thải.

Theo một phương án thực hiện, trong đó hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P nêu trên có ít nhất một đầu ra khí sạch cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước và khí trơ để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân (không được thể hiện trên hình vẽ), ít nhất một đầu ra khí sạch này được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá H1 của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H và/hoặc với, nếu có, ít nhất một đầu vào của bộ gia nhiệt sơ bộ O6, O6', ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O14, O221 của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O.

Theo sáng chế, hệ thống, thiết bị, cơ cấu hay phương tiện xử lý khí đã biết bất kỳ mà thích hợp để thực hiện việc tinh chế khí, chẳng hạn như rửa, tháp thụ, hấp phụ, phân tách, khử, lắng, lọc, v.v., tùy thuộc thành phần của khí thải, thì đều có thể được sử dụng trong ít nhất một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P theo sáng chế.

Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P theo sáng chế bao gồm: thiết bị loại bỏ thành phần có tính axit

P1 được tạo kết cấu để loại bỏ các thành phần khí, hơi có tính axit có trong dòng khí thải, chẳng hạn bằng dung dịch có tính kiềm như NaOH; và thiết bị lọc bụi được bố trí phía trước và/hoặc phía sau thiết bị khử thành phần có tính axit P1 nêu trên. Theo một phương án thực hiện, trong đó thiết bị lọc bụi này bao gồm thiết bị lọc bụi khô P2 và thiết bị lọc bụi ướt P3 được bố trí theo thứ tự này phía sau thiết bị loại bỏ thành phần có tính axit P1, trong đó thiết bị lọc bụi khô P2 được tạo kết cấu để lọc khô bụi thô có trong dòng khí thải và thiết bị lọc bụi ướt P3 được tạo kết cấu để lọc ướt bụi mịn có trong dòng khí thải.

Theo một phương án thực hiện, hệ thống nhiệt phân theo sáng chế có thể được tạo kết cấu dưới dạng môđun, trong đó mỗi môđun có một hoặc nhiều lò phản ứng than hóa G riêng rẽ được bố trí thành dãy, mỗi lò hoặc mỗi dãy lò có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas O, một hệ thống thu hồi nhiệt R riêng, hệ thống máy phát điện ORC riêng, và một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P. Tốt nhất là mỗi lò trong mỗi môđun có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas O, một hệ thống thu hồi nhiệt R riêng, hệ thống máy phát điện ORC riêng, và một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P.

#### *Hệ thống phân tách khí SE*

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 1, trong đó hệ thống nhiệt phân theo sáng chế còn bao gồm ít nhất một hệ thống phân tách khí SE được tạo kết cấu và bố trí nối tiếp với ít nhất một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P nêu trên để tách phân đoạn ít nhất một phần khí sạch thoát ra khỏi ít nhất một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P thành các sản phẩm  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  riêng rẽ dạng lỏng. Các sản phẩm này có thể được tái sử dụng ngay trong hệ thống nhiệt phân hoặc trong các ứng dụng khác.

Theo một phương án thực hiện, trong đó hệ thống phân tách khí SE nêu trên có ít nhất một đầu ra trong số các đầu ra sản phẩm  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước và khí trơ để tạo ra tác

nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân (Hình 1), ít nhất một đầu ra sản phẩm này được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá H1 của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H và/hoặc với, nếu có, ít nhất một đầu vào của bộ gia nhiệt sơ bộ O6, O6', ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O14, O221 của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O.

Theo sáng chế, sản phẩm  $\text{CO}_2$  không chỉ được tái sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp khí trợ để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân như nêu trên, sản phẩm  $\text{CO}_2$  còn được thu lại dưới dạng lỏng vừa ứng dụng được trong nhiều lĩnh vực khác nhau, vừa đạt được mục tiêu giảm phát thải  $\text{CO}_2$  ra ngoài môi trường.

Theo sáng chế,  $\text{H}_2\text{O}$  được thu hồi từ ít nhất một hệ thống phân tách khí SE có thể còn được tuần hoàn trở lại hệ thống cung cấp nước W, như được đề cập dưới đây, để sử dụng chung cho toàn hệ thống nhiệt phân.

Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một hệ thống phân tách khí SE còn được sử dụng để tách phân đoạn không khí môi trường thành các sản phẩm  $\text{N}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  riêng rẽ dạng lỏng, (các) sản phẩm này cũng được tái sử dụng như là một trong số các nguồn đầu vào để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào ngay trong hệ thống nhiệt phân (Hình 1) hoặc trong các ứng dụng khác như nêu trên.

Theo sáng chế, các hệ thống phân tách khí đã biết bất kỳ mà thích hợp để thực hiện việc phân tách phân đoạn hỗn hợp khí chứa  $\text{N}_2$  và  $\text{CO}_2$ , hoặc phân tách phân đoạn không khí, để thu được các sản phẩm  $\text{N}_2$  và  $\text{CO}_2$  riêng rẽ dạng lỏng, thì đều có thể được sử dụng để làm ít nhất một hệ thống phân tách khí SE theo sáng chế.

Theo một phương án thực hiện, hệ thống nhiệt phân theo sáng chế có thể được tạo kết cấu dưới dạng môđun, trong đó mỗi môđun có một hoặc nhiều lò phản ứng than hóa G riêng rẽ được bố trí thành dãy, mỗi lò hoặc mỗi dãy lò có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas O, một hệ thống thu hồi nhiệt R riêng, một hệ thống máy phát điện ORC riêng,

một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P, và một hệ thống phân tách khí SE riêng. Tốt nhất là mỗi lò trong mỗi môđun có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas O, một hệ thống thu hồi nhiệt R riêng, một hệ thống máy phát điện ORC riêng, một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P, và một hệ thống phân tách khí SE riêng.

*Hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C*

Như được thể hiện trên Hình 1 và Hình 10, trong đó hệ thống nhiệt phân theo sáng chế còn bao gồm ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C được tạo kết cấu và bố trí nối tiếp với ít nhất một lò phản ứng than hoá G để làm nguội sản phẩm sau than hoá bằng nước.

Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C nêu trên có hệ thống cấp nước làm nguội C4 được bố trí để rửa và làm nguội sản phẩm sau than hoá trực tiếp bằng nước và có ít nhất một đầu ra hơi nước C51 (Hình 10), được sinh ra trong quá trình làm nguội sản phẩm sau than hoá trực tiếp bằng nước, cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, ít nhất một đầu ra hơi nước C51 này được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá H1 của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H và/hoặc với, nếu có, ít nhất một đầu vào của bộ gia nhiệt sơ bộ O6, O6', ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O14, O221 của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O.

Theo một phương án thực hiện, trong đó đầu ra hơi nước nêu trên có thể còn tùy ý được kết nối với ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O nêu trên, để sử dụng nguồn nhiệt của hơi nước gia nhiệt gián tiếp cho khí gas đầu vào (Hình 10).

Theo một phương án thực hiện, trong đó đầu ra hơi nước nêu trên có thể còn tùy ý được kết nối với ít nhất một đầu vào nước của ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R nêu trên, để cung cấp ít nhất một phần nước đầu vào cho ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R nêu trên (Hình 10).

Theo một phương án thực hiện (Hình 10), như được đề cập cụ thể hơn dưới đây, trong đó đầu ra hơi nước nêu trên có thể còn tùy ý được kết nối với ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D nếu có để cung cấp hơi nước làm tác nhân sấy trực tiếp cho ít nhất một hệ thống sấy đó, và/hoặc có thể còn tùy ý được kết nối với ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp tác nhân sấy DA của ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D nếu có, để sử dụng nguồn nhiệt của hơi nước gia nhiệt gián tiếp cho tác nhân sấy là không khí.

Theo một phương án thực hiện, trong đó đầu ra hơi nước nêu trên cũng có thể được tận dụng cho mục đích vệ sinh, khử trùng hệ thống nhiệt phân. Theo đó, đầu ra hơi nước nêu trên có thể còn tùy ý được kết nối với (không được thể hiện trên hình vẽ) một hoặc nhiều bộ phận của hệ thống nhiệt phân, thông qua hệ thống đường ống thích hợp, để cung cấp hơi nước thực hiện việc vệ sinh, khử trùng bộ phận đó.

Theo một phương án thực hiện, trong trường hợp nước đầu vào của ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C nêu trên là nước nhiễm bẩn, nước phèn hoặc nước mặn (sau đây gọi chung là nước bẩn), nước bẩn đầu vào có thể được làm sạch thông qua quá trình trao đổi nhiệt trực tiếp với sản phẩm đang được làm nguội trong hệ thống. Cụ thể là khi được làm nóng trực tiếp bởi nguồn nhiệt của sản phẩm đang được làm nguội trong hệ thống, nước đầu vào bị bay hơi trong khi cặn và các thành phần tạp chất khác trong nước vẫn bị giữ lại ở trong sản phẩm đang được làm nguội. Hơi nước sạch thoát ra có thể được sử dụng theo một hoặc nhiều mục đích như nêu trên, và tùy ý có thể còn được ngưng tụ bằng cách làm nguội và được thu hồi dưới dạng nước chưng cất. Tức là, hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C theo sáng chế còn được sử dụng như một hệ thống lọc nước hay chưng cất nước. Nước sạch thu hồi được sau khi ngưng tụ tùy ý có thể đưa về hệ thống cung cấp nước W để tái sử dụng trong toàn hệ thống nhiệt phân.

Theo một phương án thực hiện (Hình 11), trong đó ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C nêu trên bao gồm bồn chứa sản phẩm sau làm nguội C5 được tạo kết cấu dưới dạng hai lớp vỏ, trong đó không gian

giữa hai lớp vỏ là không gian chứa nước làm nguội gián tiếp sản phẩm sau than hoá, không gian này có đầu vào nước nguội C521 và đầu ra nước nóng C522. Với kết cấu như vậy, sản phẩm sau than hoá không chỉ được làm nguội trực tiếp bởi nước được cấp bên trong, mà còn được làm nguội gián tiếp bởi nước được cấp bên ngoài hệ thống bồn làm nguội, nhờ đó hiệu quả làm nguội sản phẩm sau than hoá được tăng cường. Theo một phương án thực hiện, trong đó đầu ra nước nóng C522 của không gian giữa hai lớp vỏ nêu trên có thể tuỳ ý được kết nối với đầu vào nước của ít nhất một trong số: ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá H1 của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H (Hình 4), ít nhất một đầu vào của bộ gia nhiệt sơ bộ O6, O6', ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O14, O221 của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O (các Hình 5-6), ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R (Hình 8).

Theo một phương án thực hiện, trong đó đầu ra nước nóng C522 của không gian giữa hai lớp vỏ nêu trên có thể còn tuỳ ý được kết nối với ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O, để sử dụng nguồn nhiệt của nước nóng gia nhiệt gián tiếp cho khí gas đầu vào.

Theo một phương án thực hiện, như được đề cập cụ thể hơn dưới đây, trong đó đầu ra nước nóng C522 của không gian giữa hai lớp vỏ nêu trên có thể còn tuỳ ý được kết nối với ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp tác nhân sấy DA của ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D nếu có như được đề cập dưới đây, để sử dụng nguồn nhiệt của nước nóng gia nhiệt gián tiếp cho tác nhân sấy là không khí.

Theo một phương án thực hiện, trong đó đầu ra nước nóng C522 của không gian giữa hai lớp vỏ nêu trên cũng có thể được tận dụng cho mục đích vệ sinh, khử trùng hệ thống nhiệt phân. Theo đó, đầu ra nước nóng nêu trên có thể còn tuỳ ý được kết nối với (không được thể hiện trên hình vẽ) một hoặc nhiều bộ phận của hệ thống nhiệt phân, thông qua hệ thống đường ống thích hợp, để cung cấp nước nóng thực hiện việc vệ sinh, khử trùng bộ phận đó.

Theo một phương án thực hiện, trong đó nước được cấp vào không gian giữa hai lớp vỏ nêu trên là nước chạy tuần hoàn, tức là nước từ nguồn cung cấp nước được cho chạy qua không gian giữa hai lớp vỏ nêu trên và sau đó được thu hồi để đưa trở lại nguồn cung cấp nước ban đầu, chẳng hạn như hệ thống cung cấp nước W.

Theo một phương án thực hiện cụ thể để làm ví dụ (Hình 10), trong đó ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C theo sáng chế có cấu tạo bao gồm:

phễu tiếp nhận sản phẩm sau than hoá C1 được bố trí để tiếp nhận sản phẩm sau than hoá từ băng tải vận chuyển sản phẩm G33 của ít nhất một lò phản ứng than hoá G, phần đáy của phễu tiếp nhận này tùy ý có van có thể đóng mở được;

ống truyền tải sản phẩm sau than hoá C2 có đầu vào được nối với đáy phễu tiếp nhận sản phẩm sau than hoá C1, bên trong ống có trục vít truyền tải C3;

hệ thống cấp nước làm nguội C4 được bố trí để cấp nước vào trong ống truyền tải sản phẩm sau than hoá C2 để rửa và làm nguội sản phẩm sau than hoá đang được truyền tải ở bên trong trực tiếp bằng nước; và

bồn chứa sản phẩm sau làm nguội C5 được nối với đầu ra của ống truyền tải sản phẩm sau than hoá C2, bồn chứa sản phẩm sau làm nguội C5 có ít nhất một đầu ra hơi nước C51.

Theo một phương án thực hiện, trong đó hệ thống cấp nước làm nguội C4 bao gồm các đường ống được bố trí để cấp nước vào trong ống truyền tải sản phẩm sau than hoá C2, tốt hơn là, từ phía trên và dọc theo ít nhất một đoạn chiều dài ống, chẳng hạn như dọc theo một đoạn ống ở phía đầu ra.

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 11, trong đó bồn chứa sản phẩm sau làm nguội C5 còn bao gồm lớp vỏ ngoài C52 mà tạo với lớp vỏ trong không gian giữa hai lớp vỏ để chứa nước làm nguội, không gian này có đầu vào nước nguội C521 và đầu vào nước nóng C522.

Theo một phương án thực hiện, trong đó nước làm nguội được cấp vào ống truyền tải sản phẩm sau than hoá C2 và không gian giữa hai lớp vỏ của bồn chứa sản phẩm sau làm nguội C5 nêu trên được cung cấp từ hệ thống cung cấp nước W. Theo một phương án thực hiện, trong đó nước thải sau khi làm nguội trực tiếp

sản phẩm sau than hoá, nếu có, được thu gom để xử lý, nếu cần, và sau đó được đưa trở lại hệ thống cung cấp nước W để tái sử dụng cho hệ thống nhiệt phân.

Theo một phương án thực hiện, hệ thống nhiệt phân theo sáng chế có thể được tạo kết cấu dưới dạng môđun, trong đó mỗi môđun có một hoặc nhiều lò phản ứng than hóa G riêng rẽ được bố trí thành dãy, mỗi lò hoặc mỗi dãy lò có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas O, một hệ thống thu hồi nhiệt R riêng, một hệ thống máy phát điện ORC riêng, một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P, một hệ thống phân tách khí SE riêng, và hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C riêng. Tốt nhất là mỗi lò trong mỗi môđun có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas O, một hệ thống thu hồi nhiệt R riêng, một hệ thống máy phát điện ORC riêng, một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P, một hệ thống phân tách khí SE riêng, và hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C riêng.

#### *Hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B*

Như được thể hiện trên các Hình 1 và 12, trong đó hệ thống theo sáng chế còn tùy ý bao gồm ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B được tạo kết cấu và bố trí để trung chuyển sản phẩm sau làm nguội từ ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C đến một nơi bất kỳ, chẳng hạn vào silo chứa sản phẩm sau than hóa S, trong đó ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B nêu trên được tạo kết cấu dạng ống với trục vít được bố trí ở bên trong.

Theo một phương án thực hiện (các Hình 11, 12A, 12D), trong đó ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B nêu trên bao gồm ống trung chuyển B1 được tạo kết cấu dưới dạng hai lớp vỏ, trong đó không gian giữa hai lớp vỏ là không gian chứa nước để tiếp tục làm nguội gián tiếp sản phẩm sau than hoá trong quá trình trung chuyển, không gian này có đầu vào nước nguội B21 và đầu ra nước nóng B22.

Theo một phương án thực hiện (Hình 12D), trong đó ít nhất một không gian chứa nước làm nguội của ít nhất một ống trung chuyển B1 nêu trên có đầu ra nước nóng B22 tùy ý được nối với đầu vào nước của ít nhất một trong số: ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá H1 của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H, ít nhất một đầu vào của bộ gia nhiệt sơ bộ O6, O6', ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ O14, O221 của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O, ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R, để cung cấp ít nhất một phần nước đầu vào cho ít nhất một hệ thống/bộ phận đó.

Theo một phương án thực hiện, trong đó đầu ra nước nóng B22 nêu trên còn tùy ý được nối với ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O, để sử dụng nguồn nhiệt của nước nóng gia nhiệt gián tiếp cho tác nhân sấy là không khí.

Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một không gian chứa nước làm nguội của ít nhất một bồn chứa sản phẩm sau làm nguội C5 có đầu vào nước nguội C521 và đầu ra nước nóng C522 (Hình 11), ít nhất một không gian chứa nước làm nguội của ít nhất một ống trung chuyển B1 cũng có đầu vào nước nguội B21 và đầu ra nước nóng B22 tương ứng (Hình 12A, 12D), trong đó các đầu vào nước và các đầu ra nước của các không gian chứa nước làm nguội nêu trên được kết nối với nguồn cung cấp nước theo kiểu nối tiếp hoặc song song, sao cho nước làm nguội được dẫn qua các không gian chứa nước làm nguội nêu trên theo kiểu nối tiếp hoặc song song.

Theo một phương án thực hiện, như được đề cập cụ thể hơn dưới đây, trong đó đầu ra nước nóng B22 nêu trên còn tùy ý được nối với ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp tác nhân sấy DA của ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D, để sử dụng nguồn nhiệt của nước nóng gia nhiệt gián tiếp cho tác nhân sấy là không khí.

Theo một phương án thực hiện, trong đó đầu ra nước nóng B22 của không gian giữa hai lớp vỏ nêu trên cũng có thể được tận dụng cho mục đích vệ sinh, khử trùng hệ thống nhiệt phân. Theo đó, đầu ra nước nóng B22 nêu trên có thể

còn tùy ý được kết nối với một hoặc nhiều bộ phận của hệ thống nhiệt phân, thông qua hệ thống đường ống thích hợp (không được thể hiện trên hình vẽ), để cung cấp nước nóng thực hiện việc vệ sinh, khử trùng bộ phận đó.

Theo một phương án thực hiện cụ thể hơn để làm ví dụ, như được thể hiện trên Hình 12D, trong đó mỗi hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B theo sáng chế có cấu tạo bao gồm:

ống trung chuyển B1 có đầu vào B11 để tiếp nhận sản phẩm sau làm nguội cần trung chuyển và đầu ra B12 để xả sản phẩm sau làm nguội cần trung chuyển;

lớp vỏ chứa nước làm mát B2 được bố trí bao xung quanh ống trung chuyển B1 để tiếp tục làm nguội gián tiếp bằng nước sản phẩm sau làm nguội đang được trung chuyển, lớp vỏ này có đầu vào nước nguội B21, tốt hơn là, ở phía dưới và đầu ra nước nóng B22, tốt hơn là, ở phía trên; và

trục vít B3 được bố trí ở bên trong ống trung chuyển B1 (Hình 11D).

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 11 và Hình 12, trong đó ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B nêu trên có ít nhất một đầu vào B11 trong số các đầu vào B11 được nối với đáy của ít nhất một bồn chứa sản phẩm sau làm nguội C5 và có ít nhất một đầu ra B12 trong số các đầu ra B12 được nối với silo chứa sản phẩm sau than hóa S.

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 12A, trong đó có nhiều hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B được sử dụng, các đầu vào nước nguội B21 của các hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B, và tùy ý cả đầu vào nước nguội C521 của lớp vỏ ngoài C52 của bồn chứa sản phẩm sau làm nguội C5, được kết nối theo kiểu song song với đường ống cấp nước nguội chung B23. Theo một phương án thực hiện, trong đó đường ống cấp nước nguội chung B23 được kết nối với hệ thống cung cấp nước W.

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 12A, trong đó nhiều hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B được sử dụng, các đầu ra nước nóng B22 của các hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B, và tùy ý cả đầu vào nước nóng C522 của lớp vỏ ngoài C52 của bồn chứa sản phẩm sau

làm nguội C5, cũng được kết nối theo kiểu song song với đường ống thu nước nóng chung B24.

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 13A, trong đó các đầu vào nước nguội B21 và các đầu ra nước nóng B22 của các hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B được kết nối theo kiểu nối tiếp, theo đó đầu ra nước nóng B22 của hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B phía trước được nối với đầu vào nước nguội B21 của hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B phía sau, tính từ bồn chứa sản phẩm sau làm nguội C5. Theo một phương án thực hiện, trong đó đầu vào nước nguội B21 của hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B đầu tiên, tính từ bồn chứa sản phẩm sau làm nguội C5, được kết nối hoặc là trực tiếp với hệ thống cung cấp nước W (Hình 13A), hoặc là gián tiếp với hệ thống cung cấp nước W thông qua đầu vào nước nguội C521 và đầu vào nước nóng C522 của không gian giữa hai lớp vỏ của bồn chứa sản phẩm sau làm nguội C5 (Hình 13B). Đầu ra nước nóng B22 của hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B cuối cùng, tính từ bồn chứa sản phẩm sau làm nguội C5, cũng được kết nối với đường ống thu nước nóng chung B24.

Hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C và hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B được thiết kế đảm bảo chịu được nhiệt độ cao trên  $500^{\circ}\text{C}$  và áp suất cao từ 0,1 bar đến 10 bar. Thông qua các hệ thống này, có thể làm nguội sản phẩm sau than hoá của ít nhất một lò phản ứng than hóa G từ nhiệt độ ban đầu  $400\text{-}500^{\circ}\text{C}$  xuống dưới  $100^{\circ}\text{C}$ ; đảm bảo độ kín hóa khi vừa làm nguội vừa vận chuyển sản phẩm, nhằm ngăn chặn các chất dễ cháy có trong sản phẩm bốc cháy khi gặp oxy, ngăn chặn sản phẩm, bụi, khí và các thành phần độc hại khác thoát ra ngoài, gây mất vệ sinh và ô nhiễm môi trường; thu hồi được nguồn nhiệt từ quá trình làm nguội và vận chuyển để tạo ra hơi nước và/hoặc nước nóng nhằm cung cấp cho một hoặc nhiều hệ thống khác nhau trong hệ thống nhiệt phân; nghiền thô một phần nào đó sản phẩm sau khí hóa trong quá trình vận chuyển.

Theo một phương án thực hiện, hệ thống nhiệt phân theo sáng chế có thể được tạo kết cấu dưới dạng môđun, trong đó mỗi môđun có một hoặc nhiều lò phản ứng than hóa G riêng rẽ được bố trí thành dãy, mỗi lò hoặc mỗi dãy lò có

một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas O, một hệ thống thu hồi nhiệt R riêng, một hệ thống máy phát điện ORC riêng, một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P, một hệ thống phân tách khí SE riêng, hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C riêng, và hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B riêng. Tốt nhất là mỗi lò trong mỗi môđun có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas O, một hệ thống thu hồi nhiệt R riêng, một hệ thống máy phát điện ORC riêng, một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P, một hệ thống phân tách khí SE riêng, hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C riêng, và hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B riêng.

#### *Silo chứa sản phẩm sau than hóa S*

Như được thể hiện trên Hình 12, trong đó hệ thống nhiệt phân theo sáng chế có thể tùy ý còn bao gồm silo chứa sản phẩm sau than hóa S được sử dụng để lưu trữ sản phẩm sau than hoá thành phẩm. Silo này là silo kín và được kết nối với ít nhất một đầu ra B12 của ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B theo cách kín hóa để tránh bụi bẩn thoát ra ngoài, tạo môi trường làm việc sạch sẽ cho người lao động. Phía dưới silo có thể còn có hệ thống tháo và vận chuyển sản phẩm.

Theo một phương án thực hiện, hệ thống nhiệt phân theo sáng chế có thể được tạo kết cấu dưới dạng môđun, trong đó mỗi môđun có một hoặc nhiều lò phản ứng than hóa G riêng rẽ được bố trí thành dãy, mỗi lò hoặc mỗi dãy lò có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas O, một hệ thống thu hồi nhiệt R riêng, một hệ thống máy phát điện ORC riêng, một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P, một hệ thống phân tách khí SE riêng, hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C riêng, hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B riêng, và silo chứa sản phẩm sau than hóa S riêng. Tốt nhất là mỗi lò trong mỗi môđun có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một

hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas O, một hệ thống thu hồi nhiệt R riêng, một hệ thống máy phát điện ORC riêng, một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P, một hệ thống phân tách khí SE riêng, hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C riêng, hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B riêng, và silo chứa sản phẩm sau than hóa S riêng.

*Hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D*

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 1 và Hình 14, trong đó hệ thống nhiệt phân theo sáng chế tùy ý còn bao gồm ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D được bố trí để sấy sơ bộ nguyên liệu cần than hoá trước khi được nạp vào ít nhất một lò phản ứng than hoá G, trong đó ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D sử dụng ít nhất một tác nhân sấy được chọn từ nhóm bao gồm hơi nước, khí nóng và không khí nóng.

Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D nêu trên có ít nhất một đầu vào tác nhân sấy là hơi nước và/hoặc khí nóng được nối với đầu vào và/hoặc đầu ra nếu có bất kỳ, mà tại đó có hơi nước và/hoặc khí nóng được cấp vào hoặc thoát ra, của ít nhất một trong số: ít nhất một lò phản ứng than hóa G, ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H, ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O, ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R và ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C, để sử dụng trực tiếp hơi nước và/hoặc khí nóng từ đầu vào và/hoặc đầu ra đó làm tác nhân sấy.

Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D nêu trên có ít nhất một đầu vào tác nhân sấy là không khí được nối với ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp tác nhân sấy là không khí DA, trong đó ít nhất một bộ gia nhiệt này được nối với đầu vào và/hoặc đầu ra nếu có bất kỳ, mà tại đó có ít nhất một trong số hơi nước, hơi nóng, khí nóng và nước nóng được cấp vào hoặc thoát ra, của ít nhất một trong số: ít nhất một lò phản ứng than hóa G, ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H, ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O, ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R, ít nhất một hệ

thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C và ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B, để sử dụng nguồn nhiệt của ít nhất một trong số hơi nước, hơi nóng, khí nóng và nước nóng từ đầu vào và/hoặc đầu ra đó để gia nhiệt cho tác nhân sấy là không khí. Tùy thuộc vào đầu vào là hơi nước, khí nóng hay nước nóng, thành phần đầu ra sau khi truyền nhiệt cho không khí có thể bao gồm nước, khí gas (nếu đầu vào là khí nóng từ ít nhất một lò phản ứng than hóa G), khí trơ (nếu đầu vào là hơi nóng và/hoặc khí nóng chứa thành phần khí trơ từ ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H, ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O, ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R). Cũng giống như đối với ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O nêu trên, đầu ra nước từ ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO và từ ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp tác nhân sấy là không khí DA có thể được nối với hệ thống hệ thống cung cấp nước W để tái sử dụng cho toàn hệ thống nhiệt phân, hoặc có thể được nối trực tiếp với ít nhất một trong số: ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H, ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O, ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R, để tuần hoàn trở lại đó làm nguồn cung cấp tác nhân đầu vào/nước đầu vào. Đầu ra khí gas từ đây có thể được nối, trực tiếp hoặc gián tiếp qua ít nhất một bộ gia nhiệt sơ bộ O6, với ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O để đốt. Cũng giống như đối với ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O nêu trên, đầu ra khí trơ từ ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào HO và từ ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp tác nhân sấy là không khí DA có thể được nối trực tiếp với ít nhất một trong số: ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H, ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O, để tuần hoàn trở lại đó làm nguồn cung cấp tác nhân đầu vào.

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 14, trong đó ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D bao gồm ít nhất một bồn chứa kết hợp sấy nguyên liệu D1, mỗi bồn có cửa nạp nguyên liệu D11, cửa tháo nguyên liệu D12, ít nhất một đầu vào tác nhân sấy D13, và đầu ra tác nhân sấy D14.

Theo một phương án thực hiện, trong đó đầu ra tác nhân sấy D14 bao gồm khí và hơi, đầu ra tác nhân sấy D14 này hoặc được kết nối với hệ thống xử lý khí thích hợp bất kỳ (không được thể hiện trên hình vẽ) để làm sạch trước khi thải ra môi trường; hoặc được kết nối với ít nhất một trong số: ít nhất một lò phản ứng than hoá G, ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H, ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O (trực tiếp hoặc gián tiếp qua ít nhất một bộ gia nhiệt sơ bộ O6). Theo một phương án thực hiện, trong đó đầu ra tác nhân sấy D14 hoặc được kết nối với hệ thống hấp thụ sử dụng dung dịch kiềm, chẳng hạn như NaOH, để xử lý, hoặc được kết nối với ít nhất một lò phản ứng than hoá G.

Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D nêu trên còn bao gồm hệ thống gàu tải nguyên liệu thứ nhất D2 được tạo kết cấu và bố trí để nạp nguyên liệu đầu vào vào ít nhất một bồn chứa kết hợp sấy nguyên liệu D1 nêu trên, và hệ thống truyền tải nguyên liệu D3 được tạo kết cấu và bố trí để tiếp nhận và vận chuyển nguyên liệu sau khi sấy từ ít nhất một bồn chứa kết hợp sấy nguyên liệu D1 nêu trên.

Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D nêu trên còn bao gồm ít nhất một bồn chứa nguyên liệu sau khi sấy D4 được bố trí để chứa nguyên liệu sau khi sấy trước khi cấp vào ít nhất một lò phản ứng than hóa G. Theo một phương án thực hiện, trong đó ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D còn bao gồm hệ thống gàu tải nguyên liệu thứ hai D5 được kết cấu và bố trí để vận chuyển nguyên liệu sau khi sấy từ hệ thống truyền tải nguyên liệu D3 vào ít nhất một bồn chứa nguyên liệu sau khi sấy D4, và hệ thống gàu tải nguyên liệu thứ ba D6 được tạo kết cấu và bố trí để vận chuyển nguyên liệu sau khi sấy từ ít nhất một bồn chứa nguyên liệu sau khi sấy D4 vào ít nhất một lò phản ứng than hóa G.

Theo một phương án thực hiện, hệ thống nhiệt phân theo sáng chế có thể được tạo kết cấu dưới dạng môđun, trong đó mỗi môđun có một hoặc nhiều lò phản ứng than hóa G riêng rẽ được bố trí thành dãy, mỗi lò hoặc mỗi dãy lò có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas

O, một hệ thống thu hồi nhiệt R riêng, một hệ thống máy phát điện ORC riêng, một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P, một hệ thống phân tách khí SE riêng, hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C riêng, hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B riêng, silo chứa sản phẩm sau than hóa S riêng, và một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D riêng. Tốt nhất là mỗi lò trong mỗi môđun có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas O, một hệ thống thu hồi nhiệt R riêng, một hệ thống máy phát điện ORC riêng, một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P, một hệ thống phân tách khí SE riêng, hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C riêng, hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B riêng, silo chứa sản phẩm sau than hóa S riêng, và một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D riêng.

#### *Hệ thống cung cấp nước W*

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 1 và Hình 16, trong đó hệ thống nhiệt phân theo sáng chế còn bao gồm hệ thống cung cấp nước W để cung cấp nước cho toàn hệ thống nhiệt phân, dưới dạng nước đầu vào phục vụ cho các hệ thống/bộ phận mà có sử dụng và/hoặc tạo ra hơi nước, nước đầu vào phục vụ cho việc làm nguội sản phẩm sau than hoá, nước rửa, vệ sinh hệ thống. Tuy ý, hệ thống cung cấp nước W theo sáng chế còn được sử dụng để thu hồi và xử lý mọi nguồn nước phát sinh trong hệ thống nhiệt phân nếu cần trước khi cấp trở lại hệ thống nhiệt phân.

Theo một phương án thực hiện, trong đó hệ thống cung cấp nước W được tạo kết cấu để cung cấp nước đầu ra có áp suất nhất định, hệ thống cung cấp nước W này bao gồm bồn chứa nước W1 và bồn tích trữ khí nén W2 được nối thông với nhau, bồn chứa nước W1 có đường nước đầu vào W11 và đường nước đầu ra W12, bồn tích trữ khí nén W2 có đường khí nén vào W21 được kết nối với nguồn cung cấp khí nén bất kỳ, chẳng hạn máy nén khí, trong đó bồn tích trữ khí nén W2 tùy ý còn có đường khí nén ra W22 được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá H1 của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H, nhằm tạo động lực để luân chuyển dòng khí trong hệ thống nhiệt phân ở giai đoạn đầu vận hành.

Theo một phương án thực hiện, trong đó đường khí nén ra W22 nêu trên còn tùy ý được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O.

Theo một phương án thực hiện, trong đó bồn tích trữ khí nén W2 có khả năng cung cấp luồng khí nén đầu ra có áp suất từ 0,1 đến 10 bar.

Bồn tích trữ khí nén W2 phải đảm bảo chịu được áp và tốt hơn là phải có van an toàn. Bồn chứa nước W1 liên thông về mặt chất lưu với bồn tích trữ khí nén W2 để cung cấp nước đầu ra có áp suất và có thể được tùy chỉnh theo nhu cầu cho các hệ thống/bộ phận tương ứng của hệ thống nhiệt phân. Bồn chứa nước W1 cũng phải chịu được áp do bồn tích trữ khí nén W2 cung cấp. Tốt hơn là bồn chứa nước W1 cũng có van an toàn.

Theo một phương án thực hiện, hệ thống nhiệt phân theo sáng chế có thể được tạo kết cấu dưới dạng môđun, trong đó mỗi môđun có một hoặc nhiều lò phản ứng than hóa G riêng rẽ được bố trí thành dãy, mỗi lò hoặc mỗi dãy lò có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas O, một hệ thống thu hồi nhiệt R riêng, một hệ thống máy phát điện ORC riêng, một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P, một hệ thống phân tách khí SE riêng, hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C riêng, hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B riêng, silo chứa sản phẩm sau than hóa S riêng, một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D riêng, và hệ thống cung cấp nước W riêng. Tốt nhất là mỗi lò trong mỗi môđun có một hệ thống cơ cấu nạp liệu G1 riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm G3 riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá H riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas O, một hệ thống thu hồi nhiệt R riêng, một hệ thống máy phát điện ORC riêng, một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P, một hệ thống phân tách khí SE riêng, hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C riêng, hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B riêng, silo chứa sản phẩm sau than hóa S riêng, một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D riêng, và hệ thống cung cấp nước W riêng.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất quy trình nhiệt phân sử dụng hệ thống nhiệt phân theo phương án bất kỳ trong số các phương án nêu trên của khía cạnh thứ nhất.

Theo một phương án thực hiện, trong đó quy trình theo sáng chế bao gồm các bước:

nạp nguyên liệu cần than hóa vào ít nhất một lò phản ứng than hóa G;

cung cấp ít nhất một tác nhân than hóa, mà ít nhất bao gồm hơi quá nhiệt hoặc cả hơi quá nhiệt và khí trơ, vào ít nhất một lò phản ứng than hóa G nêu trên, bằng cách sử dụng ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá H; và

đốt triệt để khí gas sinh ra từ ít nhất một lò phản ứng than hoá G nêu trên, bằng cách sử dụng bằng ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O.

Theo một phương án thực hiện, trong đó quy trình theo sáng chế còn bao gồm bước làm nguội khí thải và đồng thời thu hồi nguồn nhiệt của khí thải thoát ra khỏi ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas O để tạo ra hơi nước, bằng cách sử dụng ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R.

Theo một phương án thực hiện, trong đó quy trình theo sáng chế còn bao gồm bước sản xuất điện bằng cách sử dụng hệ thống máy phát điện ORC Organic Rankine Cycle, trong đó hệ thống máy phát điện này sử dụng hơi nước của ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R nêu trên làm nguồn nhiệt.

Theo một phương án thực hiện, trong đó quy trình theo sáng chế còn bao gồm bước loại bỏ tạp chất trong khí thải sau làm nguội thoát ra khỏi ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt R nêu trên bằng cách sử dụng ít nhất một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P, nhằm thu được khí sạch về cơ bản chứa  $N_2$ ,  $CO_2$ , hơi  $H_2O$ .

Theo một phương án thực hiện, trong đó quy trình theo sáng chế còn bao gồm bước tách phân đoạn ít nhất một phần khí sạch thoát ra khỏi ít nhất một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P nêu trên bằng cách sử dụng ít nhất một hệ thống phân tách khí SE thành các sản phẩm  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  riêng rẽ dạng lỏng.

Theo một phương án thực hiện, trong đó quy trình theo sáng chế còn bao gồm bước làm nguội sản phẩm sau than hoá bằng nước sử dụng ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C.

Theo một phương án thực hiện, trong đó quy trình theo sáng chế còn bao gồm bước trung chuyển sản phẩm sau làm nguội từ ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C bằng cách sử dụng ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B.

Theo một phương án thực hiện, trong đó quy trình theo sáng chế còn bao gồm bước sấy sơ bộ nguyên liệu cần than hoá trước khi được nạp vào ít nhất một lò phản ứng than hoá G, bằng cách sử dụng ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D.

Theo một phương án thực hiện, trong đó việc sử dụng lò phản ứng than hóa G, hệ thống cấp tác nhân than hoá H, hệ thống oxy hóa khí gas O, hệ thống thu hồi nhiệt R, hệ thống máy phát điện ORC, hệ thống tinh chế khí sau làm nguội P, hệ thống phân tách khí SE, hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá C, hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội B, hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa D trong quy trình nhiệt phân theo sáng chế nêu trên là theo phương án bất kỳ trong số các phương án đã được đề cập trong phần mô tả về hệ thống nhiệt phân theo khía cạnh thứ nhất nêu trên.

### **Hiệu quả đạt được của sáng chế**

Hệ thống và quy trình nhiệt phân theo sáng chế có khả năng ứng dụng trong việc chuyển đổi các vật liệu chứa cacbon và/hoặc xenluloza, như sinh khối, rác thải, chất thải thành các sản phẩm cuối cùng có giá trị cao với sự tiết kiệm năng lượng, linh hoạt và mức độ an toàn cao trong vận hành, khả thi về mặt kinh tế.

Hệ thống và quy trình nhiệt phân theo sáng chế có khả năng thích ứng và đảm bảo thực hiện thuận lợi, hiệu quả quá trình nhiệt phân đối với nhiều loại vật liệu đầu vào, chẳng hạn các vật liệu chứa cacbon và/hoặc xenluloza như sinh khối, rác thải, chất thải hoặc các vật liệu tương tự, kể cả trong trường hợp các vật liệu đầu vào có sự biến động/không đồng nhất về thành phần, kích thước, độ ẩm, và không có sự tiền xử lý.

Hệ thống và quy trình nhiệt phân theo sáng chế bao gồm lò phản ứng than hoá và các môđun chức năng phía trước và phía sau của nó được tạo kết cấu, bố trí và kết nối thích hợp với nhau nhằm cung cấp cơ chế xử lý, thu hồi và sử dụng

hiệu quả các dòng vật chất và/hoặc các nguồn năng lượng nhiệt được tạo ra trong quá trình vận hành, nhằm tối ưu hóa việc sử dụng năng lượng, nguyên vật liệu trong quy trình nhiệt phân. Hơn nữa, phần lớn lượng nước có trong vật liệu đầu vào sẽ được đưa vào trong lò phản ứng than hóa để xử lý đồng thời cùng với vật liệu, tại đây nước sẽ được tách ra dưới dạng hơi và cuối cùng được thu hồi để tái sử dụng trong toàn hệ thống nhiệt phân. Do đó, hệ thống nhiệt phân theo sáng chế không cần đến hệ thống thu hồi và xử lý nước rỉ rác từ vật liệu đầu vào.

Hệ thống và quy trình nhiệt phân theo sáng chế bao gồm lò phản ứng nhiệt phân và các môđun chức năng của nó được tạo kết cấu, bố trí và kết nối với nhau sao cho đảm bảo sự kín hoá của toàn hệ thống từ khâu đầu tiên nạp liệu đến khâu cuối cùng lưu trữ sản phẩm, nhằm tạo ra môi trường làm việc sạch sẽ, đảm bảo vệ sinh, an toàn cho người lao động.

Hệ thống và quy trình nhiệt phân theo sáng chế có thể được môđun hóa theo từng lò hoặc từng cụm lò phản ứng riêng biệt, trong đó mỗi lò hoặc mỗi cụm lò phản ứng riêng biệt sẽ có các môđun chức năng riêng biệt, nhằm tối ưu hoá hoạt động và cung cấp năng lực vận hành của toàn hệ thống ở quy mô phân tán nhỏ cũng như quy mô công nghiệp lớn.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

### 1. Hệ thống nhiệt phân bao gồm:

ít nhất một lò phản ứng than hóa (G);

ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) được tạo kết cấu để cung cấp ít nhất một tác nhân than hóa, mà ít nhất bao gồm hơi quá nhiệt hoặc cả hơi quá nhiệt và khí trơ, vào ít nhất một lò phản ứng than hóa (G) nêu trên, ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) này có ít nhất một đầu vào tác nhân than hóa (H1);

ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) được tạo kết cấu bao gồm buồng đốt để đốt triệt để khí gas sinh ra từ ít nhất một lò phản ứng than hoá (G) nêu trên;

khác biệt ở chỗ:

ít nhất một lò phản ứng than hóa (G) nêu trên bao gồm ít nhất một ống phân phối tác nhân than hóa trung tâm (G22) được bố trí dọc theo chiều dài và ở giữa của thân lò, trên mỗi ống có các lỗ được bố trí để phân phối đồng đều tác nhân than hóa sau khi cấp vào trong thân lò theo hướng từ trong ra ngoài;

ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) nêu trên được kết nối với ít nhất một ống phân phối tác nhân than hóa trung tâm (G22) và tùy ý với cả phần thân lò của ít nhất một lò phản ứng than hóa (G);

ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) nêu trên còn bao gồm ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào (HO) được tạo kết cấu và bố trí để gia nhiệt gián tiếp cho khí gas đầu vào đến nhiệt độ nhất định trước khi cấp vào ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O); và

ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) nêu trên còn bao gồm bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ cho ít nhất một lò phản ứng than hóa (G), tốt hơn là bộ phận này được bố trí bên trong buồng đốt của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) nêu trên, với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ của bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ được nối với ít nhất một nguồn cung cấp tác nhân than hoá đầu vào bất kỳ và ít nhất một đầu ra tác nhân than hoá phụ trợ được kết nối với ít nhất một trong số: ít nhất một đầu vào tác nhân than hóa (H1) của ít

nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H); ít nhất một ống phân phối tác nhân than hoá trung tâm (G22) của ít nhất một lò phản ứng than hoá (G); ít nhất một thân lò của ít nhất một lò phản ứng than hoá (G).

2. Hệ thống theo điểm 1, trong đó hệ thống này còn bao gồm ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R) được tạo kết cấu dưới dạng hệ thống trao đổi nhiệt gián tiếp và được bố trí nối tiếp với ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) để làm nguội khí thải và đồng thời thu hồi nguồn nhiệt của khí thải thoát ra khỏi ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) để tạo ra hơi nước.

3. Hệ thống theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hệ thống này còn bao gồm hệ thống máy phát điện ORC (Organic Rankine Cycle), trong đó hệ thống máy phát điện này sử dụng hơi nước của ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R) nêu trên làm nguồn nhiệt.

4. Hệ thống theo điểm 2 hoặc 3, trong đó hệ thống này còn bao gồm ít nhất một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội (P) được tạo kết cấu và bố trí nối tiếp với ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R) nêu trên để loại bỏ tạp chất trong khí thải sau làm nguội thoát ra khỏi ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R), nhằm thu được khí sạch về cơ bản chứa  $N_2$ ,  $CO_2$ , hơi  $H_2O$ .

5. Hệ thống theo điểm 4, trong đó hệ thống này còn bao gồm ít nhất một hệ thống phân tách khí (SE) được tạo kết cấu và bố trí nối tiếp với ít nhất một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội (P) nêu trên để tách phân đoạn ít nhất một phần khí sạch thoát ra khỏi ít nhất một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội (P) thành các sản phẩm  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  riêng rẽ dạng lỏng.

6. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó hệ thống này còn bao gồm ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá (C) được tạo kết cấu và bố trí nối tiếp với ít nhất một lò phản ứng than hoá (G) để làm nguội sản phẩm sau than hoá bằng nước.

7. Hệ thống theo điểm 6, trong đó hệ thống này còn bao gồm ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội (B) được tạo kết cấu và bố trí để trung chuyển sản phẩm sau làm nguội từ ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm

sau than hoá (C), trong đó ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội (B) nêu trên được tạo kết cấu dạng ống với trục vít được bố trí ở bên trong.

8. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó hệ thống này còn bao gồm ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa (D) được bố trí để sấy sơ bộ nguyên liệu cần than hoá trước khi được nạp vào ít nhất một lò phản ứng than hoá (G), trong đó ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa (D) sử dụng ít nhất một tác nhân sấy được chọn từ nhóm bao gồm hơi nước, khí nóng và không khí nóng.

9. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) nêu trên có ít nhất một đầu ra khí thải (O13, O42) cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước và khí tro để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, ít nhất một đầu ra khí thải (O13, O42) này được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá (H1) của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) và/hoặc với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ (O14, O221) của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O).

10. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) nêu trên còn bao gồm ống tuần hoàn khí gas (O113, O213, O5), ống này được nối với ít nhất một vị trí trong số: đầu vào khí gas (O11, O211), buồng đốt (O1, O4), đầu ra khí thải (O13, O42) của ít nhất một hệ thống oxy hóa, để tuần hoàn khí gas từ ít nhất một hệ thống oxy hóa trở lại ít nhất một lò phản ứng than hóa (G) khi hệ thống nhiệt phân gặp trục trặc.

11. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 10, trong đó ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R) nêu trên có ít nhất một đầu ra hơi nước cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, ít nhất một đầu ra hơi nước này được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá (H1) của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) và/hoặc với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ (O14, O221) của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O).

12. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 11, trong đó ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R) nêu trên có ít nhất một đầu ra khí thải cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước và khí trợ để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, ít nhất một đầu ra khí thải này được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá (H1) của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) và/hoặc với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ (O14, O221) của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O).

13. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 12, trong đó hệ thống tinh chế khí sau làm nguội (P) nêu trên có ít nhất một đầu ra khí sạch cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước và khí trợ để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, ít nhất một đầu ra khí sạch này được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá (H1) của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) và/hoặc với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ (O14, O221) của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O).

14. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 13, trong đó hệ thống phân tách khí (SE) nêu trên có ít nhất một đầu ra trong số các đầu ra sản phẩm  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$  cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước và khí trợ để tạo ra tác nhân than hoá đầu vào của hệ thống nhiệt phân, ít nhất một đầu ra sản phẩm này được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá (H1) của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) và/hoặc với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ (O14, O221) của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O).

15. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 14, trong đó ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá (C) nêu trên có hệ thống cấp nước làm nguội (C4) được bố trí để rửa và làm nguội sản phẩm sau than hoá trực tiếp bằng nước và có ít nhất một đầu ra hơi nước (C51), được sinh ra trong quá trình làm nguội sản phẩm sau than hoá trực tiếp bằng nước, cũng có thể được sử dụng như một trong số các nguồn cung cấp hơi nước để tạo ra tác nhân than hoá đầu

vào của hệ thống nhiệt phân, ít nhất một đầu ra hơi nước (C51) này được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá (H1) của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) và/hoặc với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá phụ trợ (O14, O221) của ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O).

16. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 15, trong đó ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá (C) nêu trên bao gồm bồn chứa sản phẩm sau làm nguội (C5) được tạo kết cấu dưới dạng hai lớp vỏ, trong đó không gian giữa hai lớp vỏ là không gian chứa nước làm nguội gián tiếp sản phẩm sau than hoá.

17. Hệ thống theo điểm 16, trong đó ít nhất một không gian chứa nước làm nguội của ít nhất một bồn chứa sản phẩm sau làm nguội (C5) nêu trên có đầu ra nước nóng:

tùy ý được nối với đầu vào nước của ít nhất một trong số: ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H), ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O), ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R), như một nguồn cung cấp nước đầu vào;

và/hoặc tùy ý được nối với bộ phận bất kỳ của hệ thống bất kỳ nêu trên trong hệ thống nhiệt phân, như một nguồn cung cấp nước để vệ sinh và/hoặc khử trùng.

18. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 17, trong đó ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội (B) nêu trên bao gồm ống trung chuyển (B1) được tạo kết cấu dưới dạng hai lớp vỏ, trong đó không gian giữa hai lớp vỏ là không gian chứa nước để tiếp tục làm nguội gián tiếp sản phẩm sau than hoá trong quá trình trung chuyển.

19. Hệ thống theo điểm 18, trong đó ít nhất một không gian chứa nước làm nguội của ít nhất một ống trung chuyển (B1) nêu trên có đầu ra nước nóng:

tùy ý được nối với đầu vào nước của ít nhất một trong số: ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H), ít nhất một bộ phận cấp tác nhân than hoá phụ

trợ của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O), ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R), như một nguồn cung cấp nước đầu vào;

và/hoặc tùy ý được nối với bộ phận bất kỳ của hệ thống bất kỳ nêu trên trong hệ thống nhiệt phân, như một nguồn cung cấp nước để vệ sinh và/hoặc khử trùng.

20. Hệ thống theo điểm 18 hoặc 19, trong đó ít nhất một không gian chứa nước làm nguội của ít nhất một bồn chứa sản phẩm sau làm nguội (C5) có đầu vào nước và đầu ra nước, ít nhất một không gian chứa nước làm nguội của ít nhất một ống trung chuyển (B1) cũng có đầu vào nước và đầu ra nước tương ứng, trong đó các đầu vào nước và các đầu ra nước này được kết nối với nguồn cung cấp nước theo kiểu nối tiếp hoặc song song, sao cho nước làm nguội được dẫn qua các không gian chứa nước làm nguội nêu trên theo kiểu nối tiếp hoặc song song.

21. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 20, trong đó ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa (D) nêu trên có ít nhất một đầu vào tác nhân sấy là hơi nước và/hoặc khí nóng được nối với ít nhất một trong số: ít nhất một lò phản ứng than hóa (G), ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H), ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O), ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R) và ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá (C), để sử dụng trực tiếp hơi nước và/hoặc khí nóng từ ít nhất một trong số đó làm tác nhân sấy.

22. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 21, trong đó ít nhất một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa (D) nêu trên có ít nhất một đầu vào tác nhân sấy là không khí được nối với ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp tác nhân sấy là không khí (DA), trong đó ít nhất một bộ gia nhiệt này được nối với ít nhất một trong số: ít nhất một lò phản ứng than hóa (G), ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H), ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O), ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R), ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá (C) và ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội (B), để sử dụng nguồn nhiệt của ít nhất một trong số hơi nước, hơi nóng, khí nóng và nước nóng từ ít nhất một trong số đó để gia nhiệt cho tác nhân sấy là không khí.

23. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 22, trong đó ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào (HO) của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) nêu trên bao gồm cơ cấu gia nhiệt gián tiếp được nối với ít nhất một trong số: ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H), ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O), ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R), ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá (C) và ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội (B), để sử dụng nguồn nhiệt của ít nhất một trong số hơi nước, hơi nóng, khí nóng và nước nóng từ ít nhất một trong số đó gia nhiệt gián tiếp cho khí gas đầu vào của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O).

24. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ít nhất một bộ gia nhiệt gián tiếp khí gas đầu vào (HO) của ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O) nêu trên được bố trí trên ít nhất một phần bề mặt và/hoặc ở bên trong, tốt hơn là buồng đốt của, ít nhất một hệ thống oxy hóa, để tận dụng nhiệt từ, tốt hơn là buồng đốt của, ít nhất một hệ thống oxy hoá khí gas (O).

25. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 24, trong đó hệ thống máy phát điện ORC nêu trên còn sử dụng, nếu thích hợp, ít nhất một trong số hơi nước, hơi nóng, khí nóng và nước nóng từ ít nhất một trong số: ít nhất một lò phản ứng than hóa (G), ít nhất một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H), ít nhất một hệ thống oxy hóa khí gas (O), ít nhất một hệ thống thu hồi nhiệt (R), ít nhất một hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá (C) và ít nhất một hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội (B), để làm nguồn nhiệt.

26. Hệ thống theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó hệ thống này còn có hệ thống cung cấp nước (W) được tạo kết cấu để cung cấp nước đầu ra có áp suất nhất định, hệ thống cung cấp nước (W) này bao gồm bồn chứa nước (W1) và bồn tích trữ khí nén (W2) được nối thông với nhau, bồn chứa nước (W1) có đường nước đầu vào (W11) và đường nước đầu ra (W12), bồn tích trữ khí nén (W2) có đường khí nén vào (W21) được kết nối với nguồn cung cấp khí nén bất kỳ, bồn tích trữ khí nén (W2) tùy ý còn có đường khí nén ra (W22) được nối với ít nhất một đầu vào tác nhân than hoá (H1) của ít nhất một hệ thống cấp tác nhân

than hoá (H), nhằm tạo động lực để luân chuyển dòng khí trong hệ thống nhiệt phân ở giai đoạn đầu vận hành.

27. Hệ thống theo điểm 26, trong đó hệ thống này được tạo kết cấu dưới dạng môđun, trong đó:

mỗi môđun có một hoặc nhiều lò phản ứng than hóa (G) riêng rẽ được bố trí thành dãy, mỗi lò hoặc mỗi dãy lò có

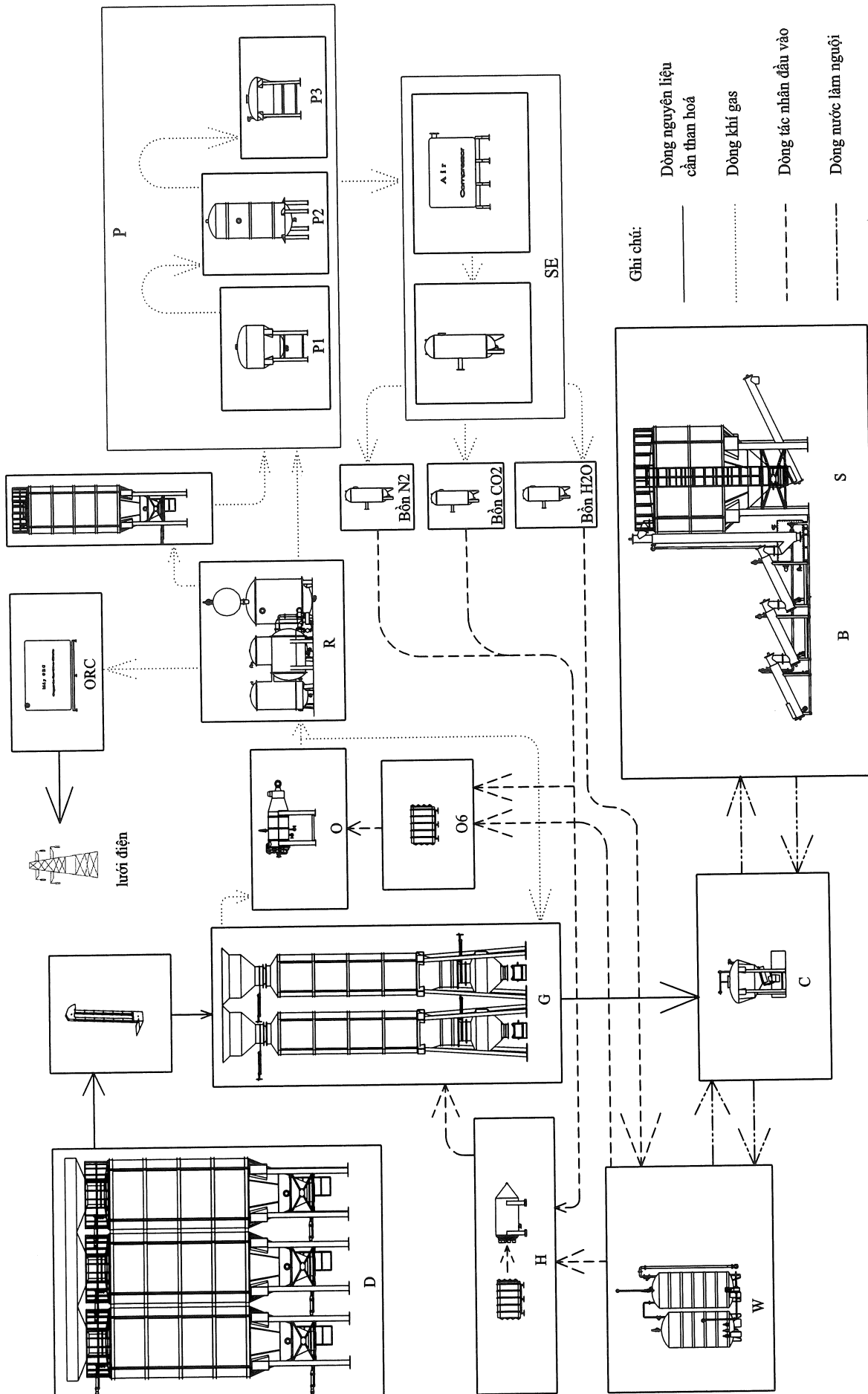
một hệ thống cơ cấu nạp liệu (G1) riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm (G3) riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas (O),

và tùy ý

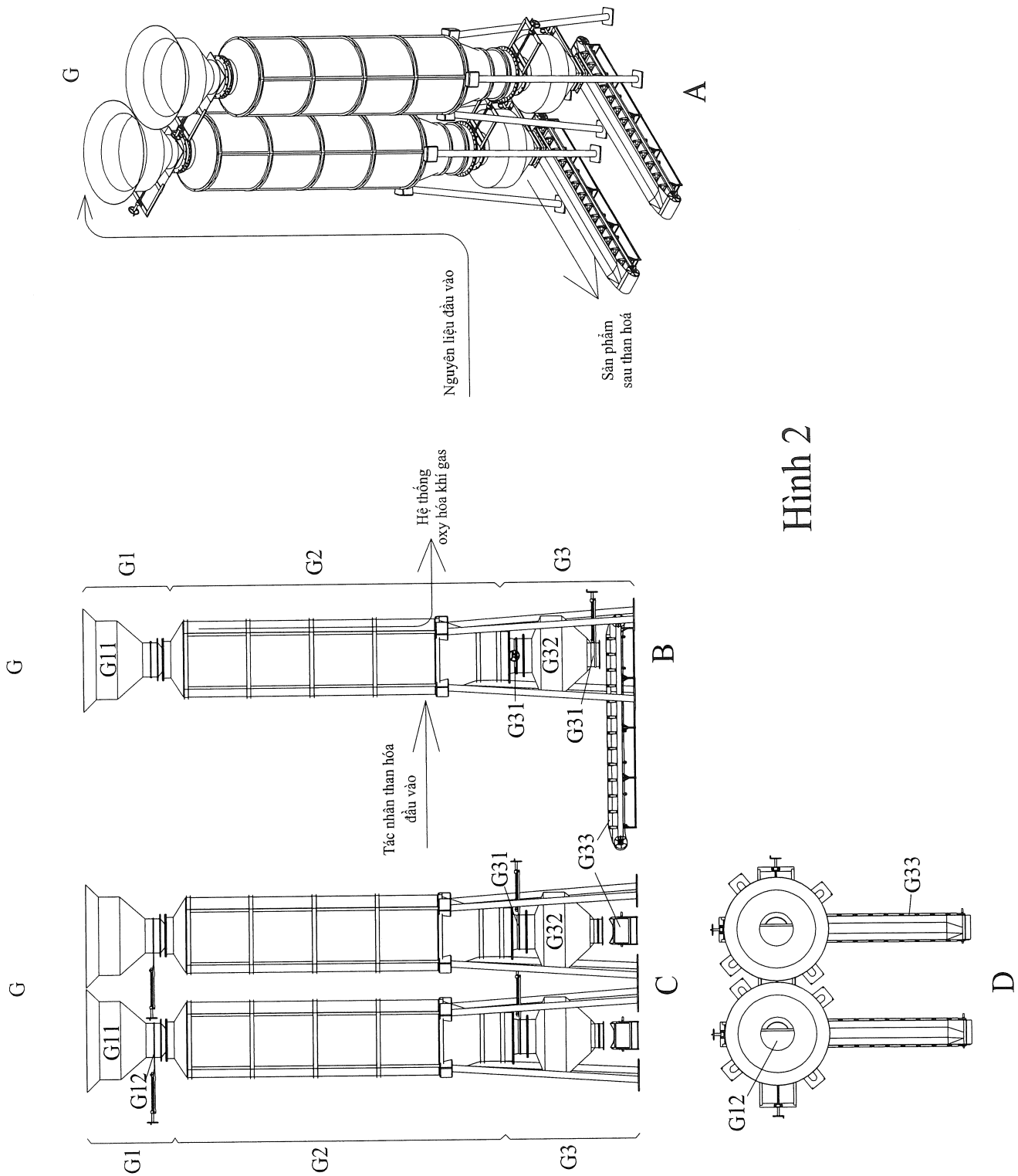
một hệ thống thu hồi nhiệt (R) riêng, một hệ thống máy phát điện ORC riêng, một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội (P), một hệ thống phân tách khí (SE) riêng, hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá (C) riêng, hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội (B) riêng, silo chứa sản phẩm sau than hóa (S) riêng, một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa (D) riêng, và hệ thống cung cấp nước (W) riêng.

28. Hệ thống theo điểm 27, trong đó mỗi môđun có một lò phản ứng than hóa (G) riêng, mỗi lò có một hệ thống cơ cấu nạp liệu (G1) riêng, một hệ thống cơ cấu tháo sản phẩm (G3) riêng, một hệ thống cấp tác nhân than hoá (H) riêng, một hệ thống oxy hóa khí gas (O), một hệ thống thu hồi nhiệt (R) riêng, một hệ thống máy phát điện ORC riêng, một hệ thống tinh chế khí sau làm nguội (P), một hệ thống phân tách khí (SE) riêng, hệ thống bồn làm nguội sản phẩm sau than hoá (C) riêng, hệ thống trung chuyển sản phẩm sau làm nguội (B) riêng, silo chứa sản phẩm sau than hóa (S) riêng, một hệ thống sấy nguyên liệu trước khi than hóa (D) riêng, và hệ thống cung cấp nước (W) riêng.

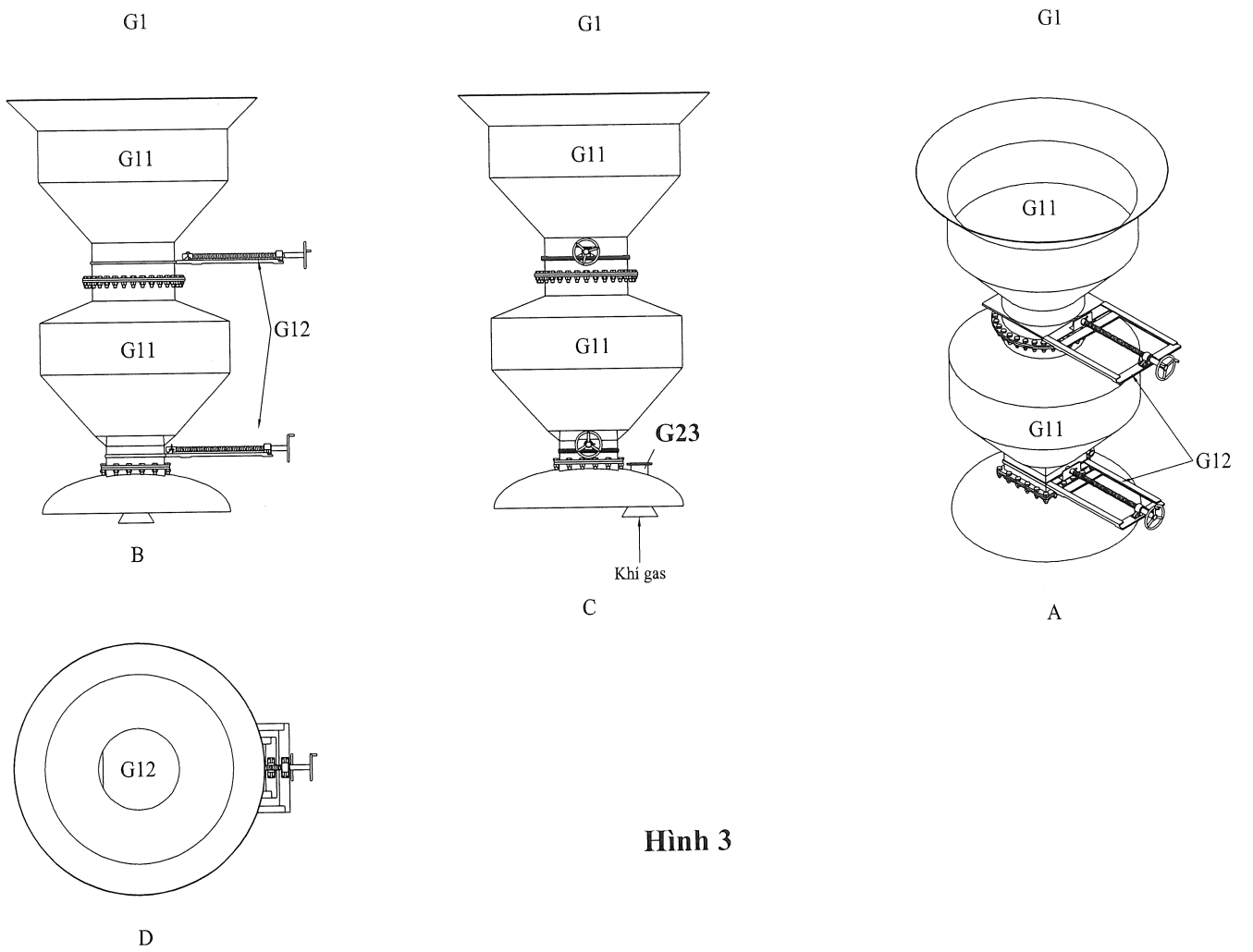
29. Quy trình nhiệt phân sử dụng hệ thống nhiệt phân theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên.



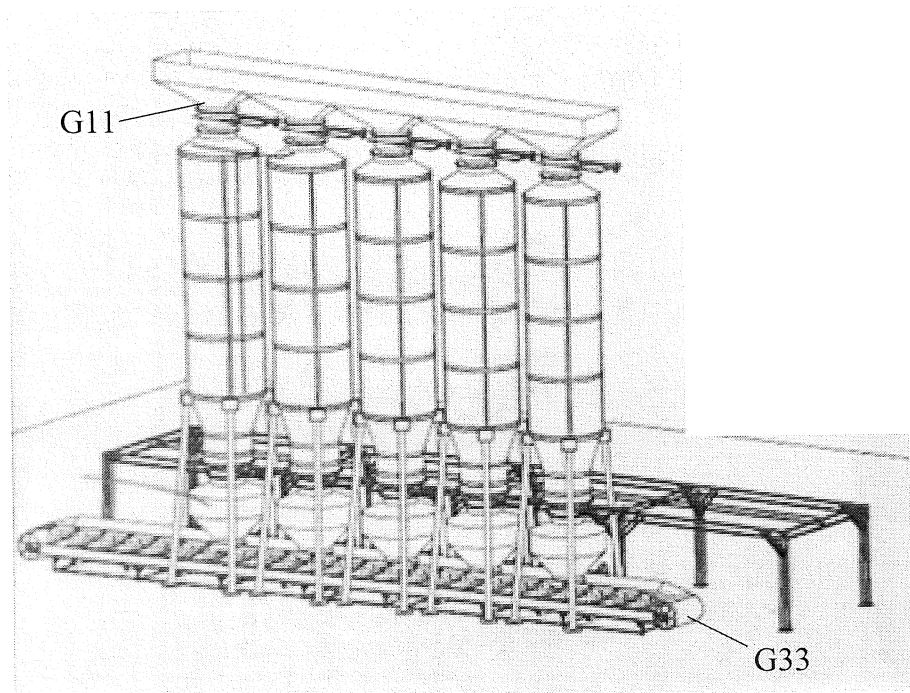
Hình 1



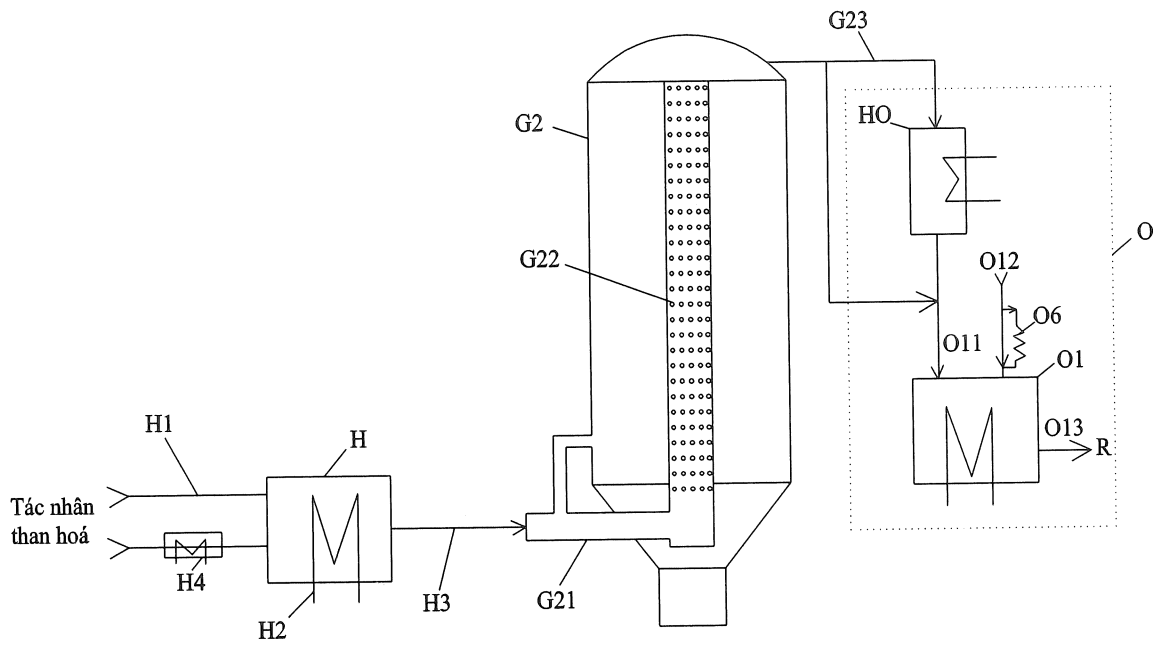
Hình 2



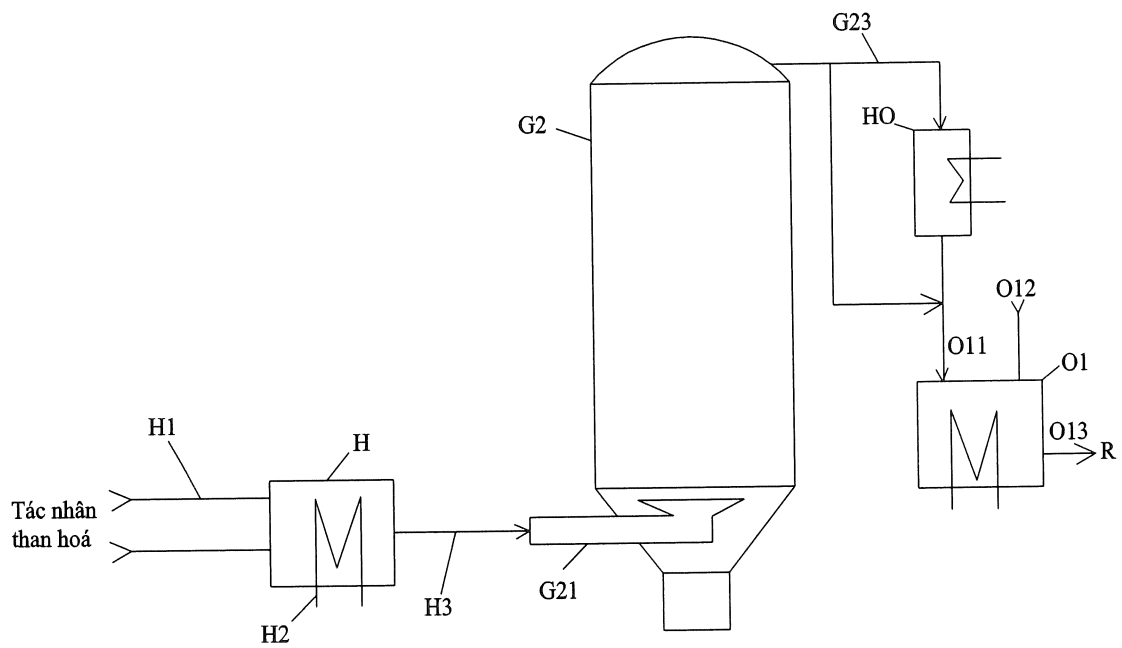
Hình 3



E

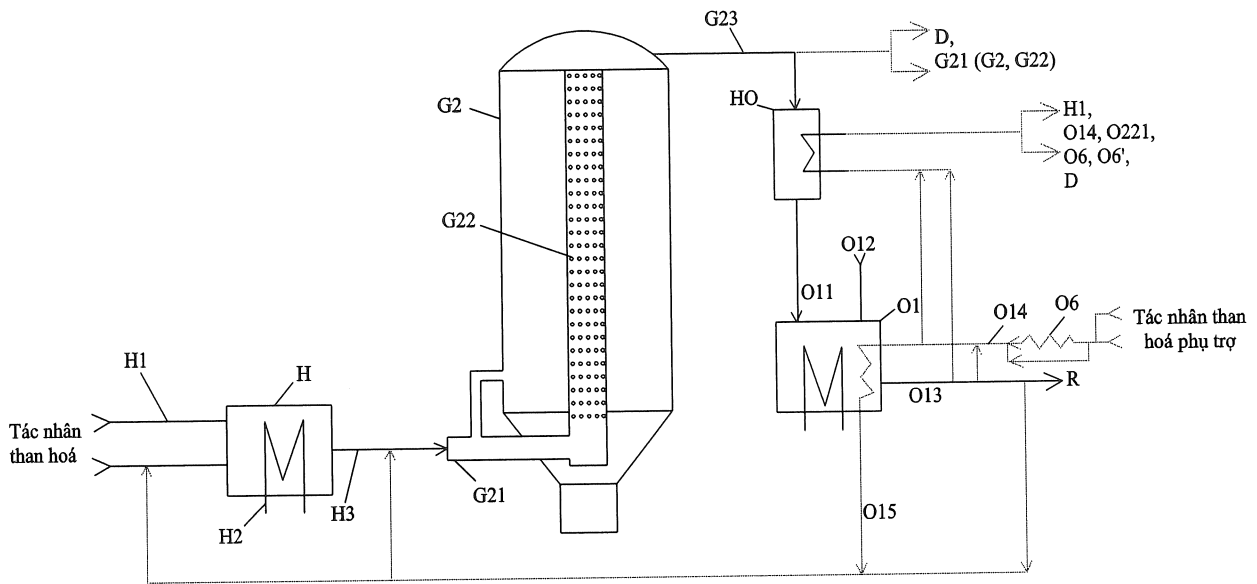


A

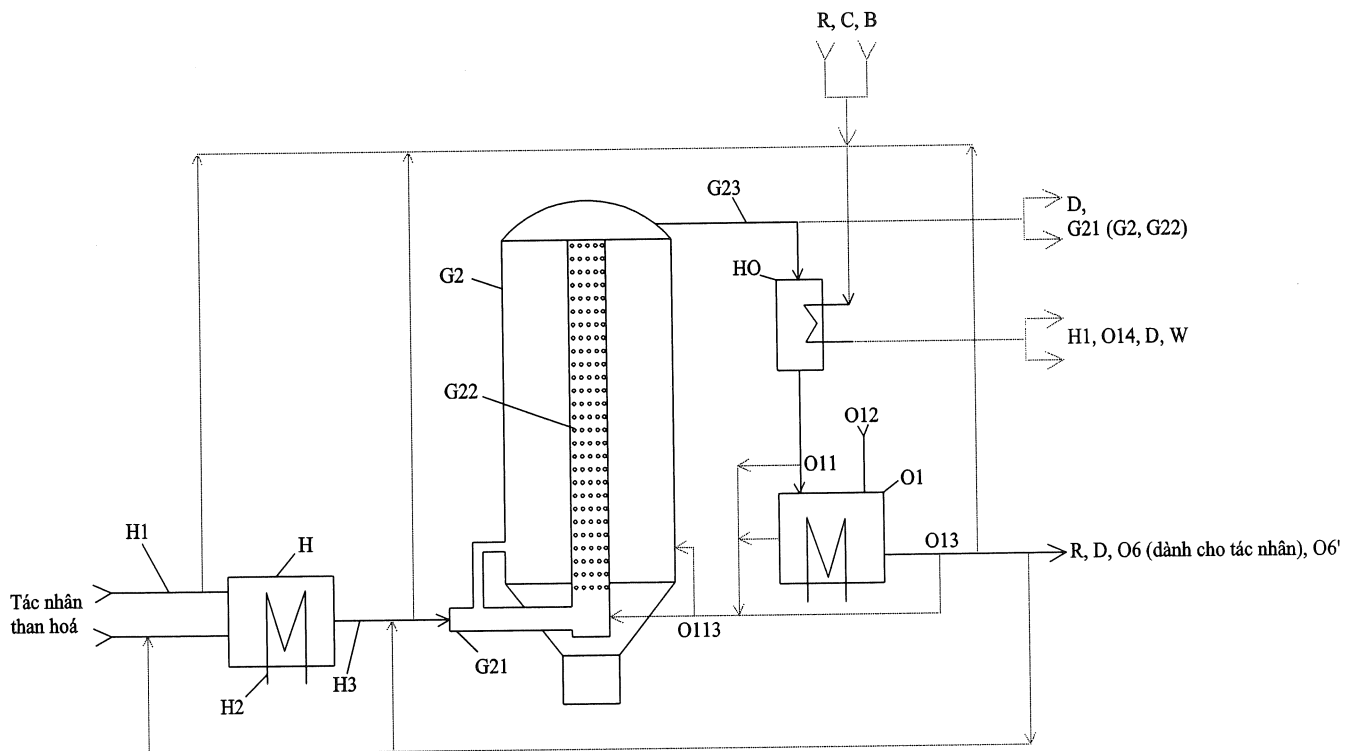


B

Hình 4

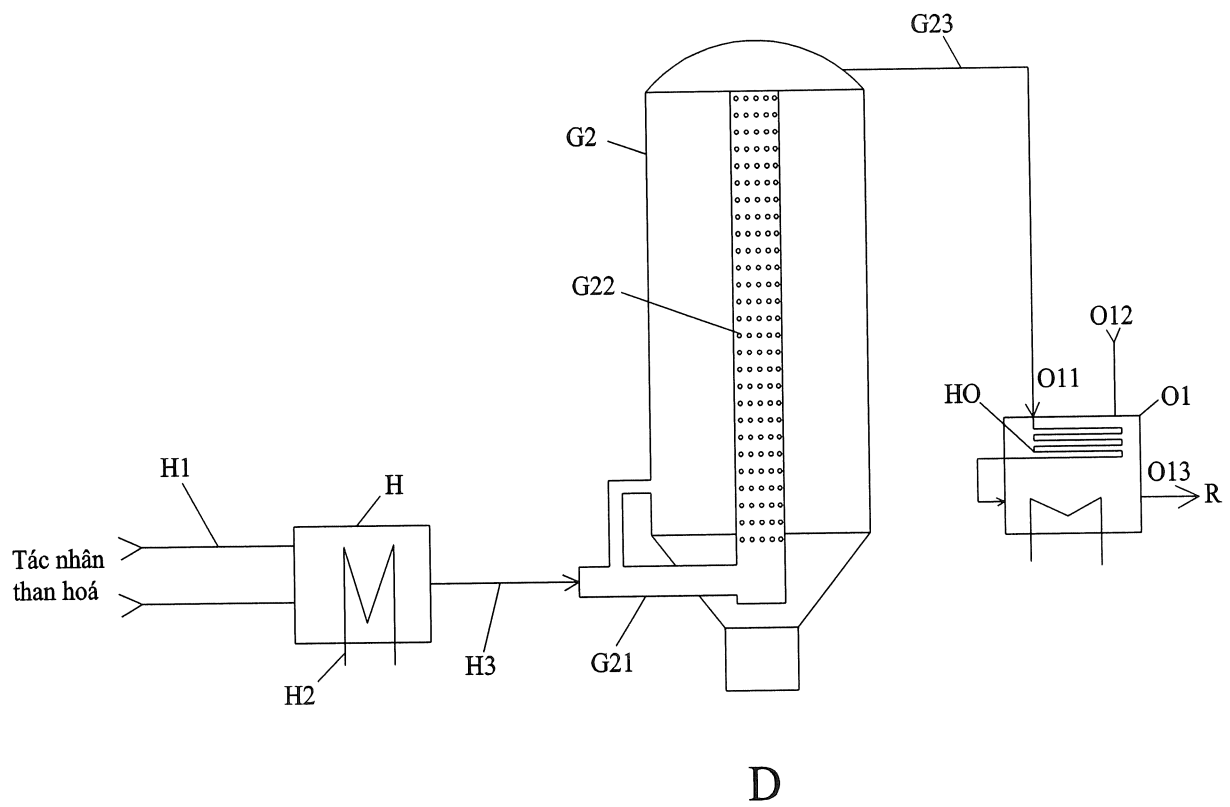
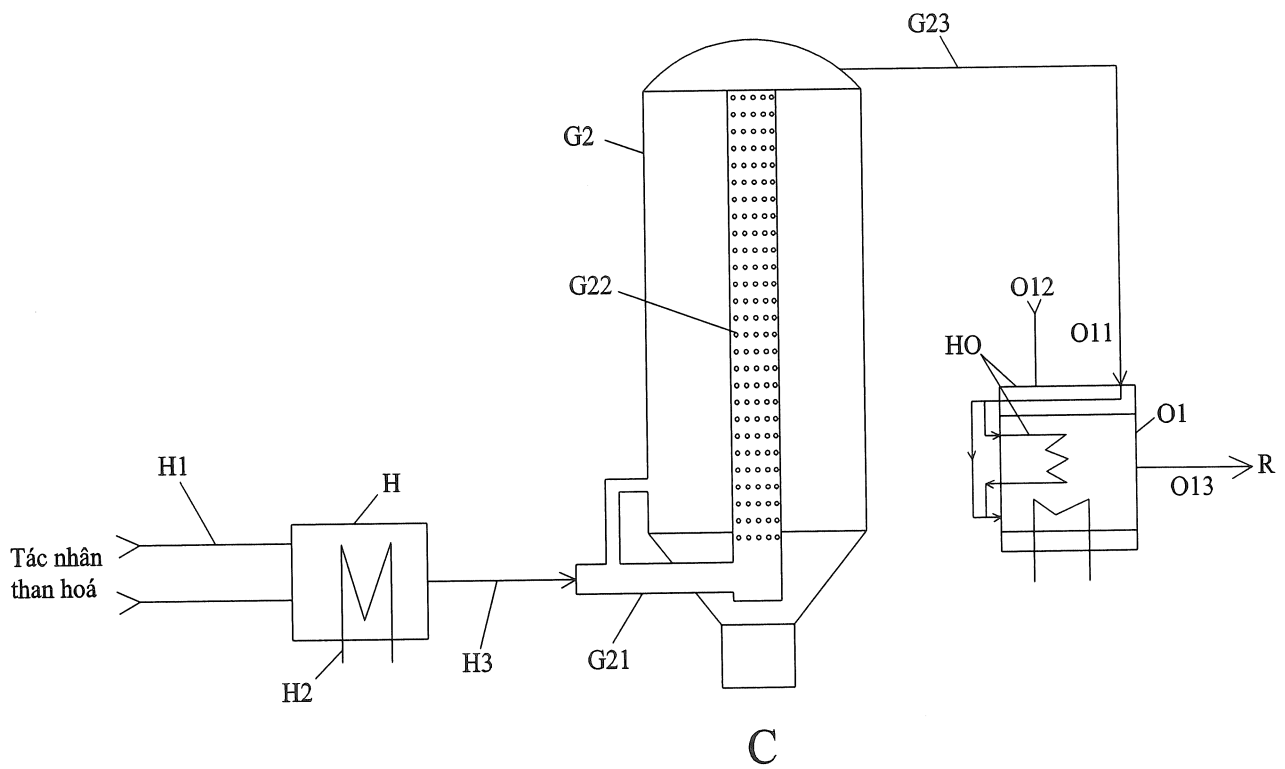


A

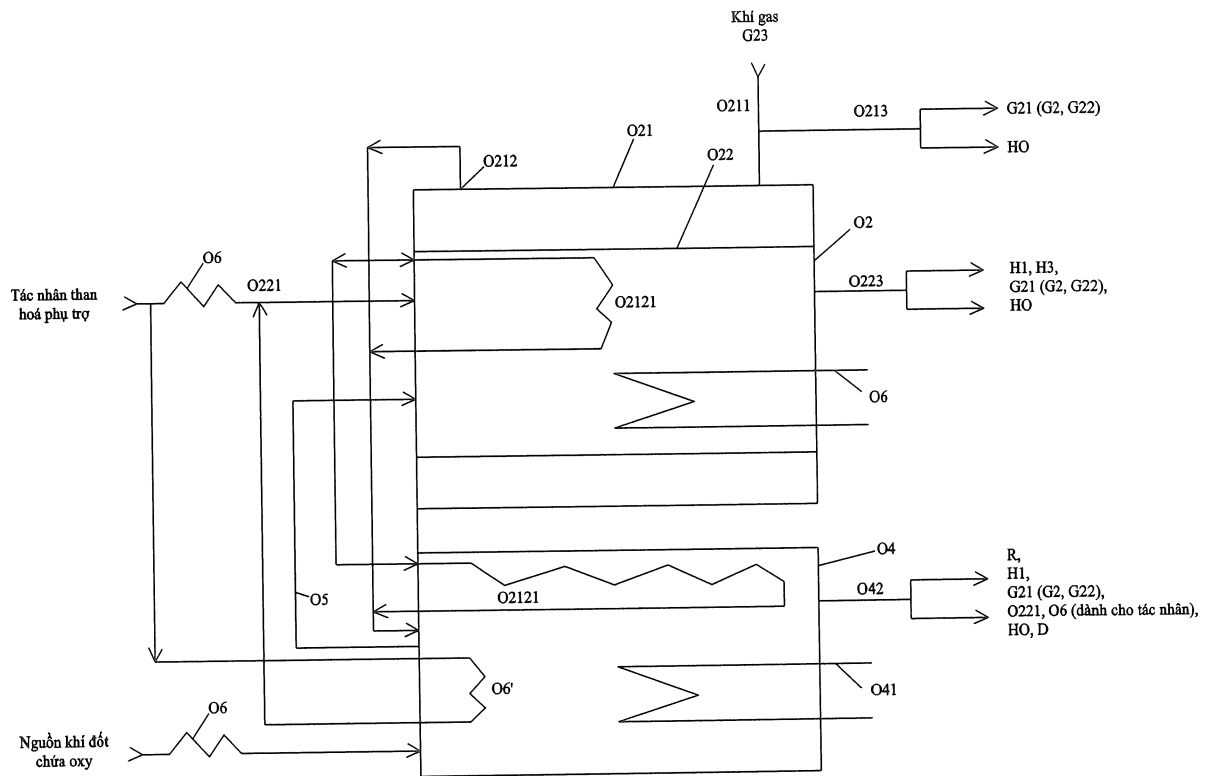


B

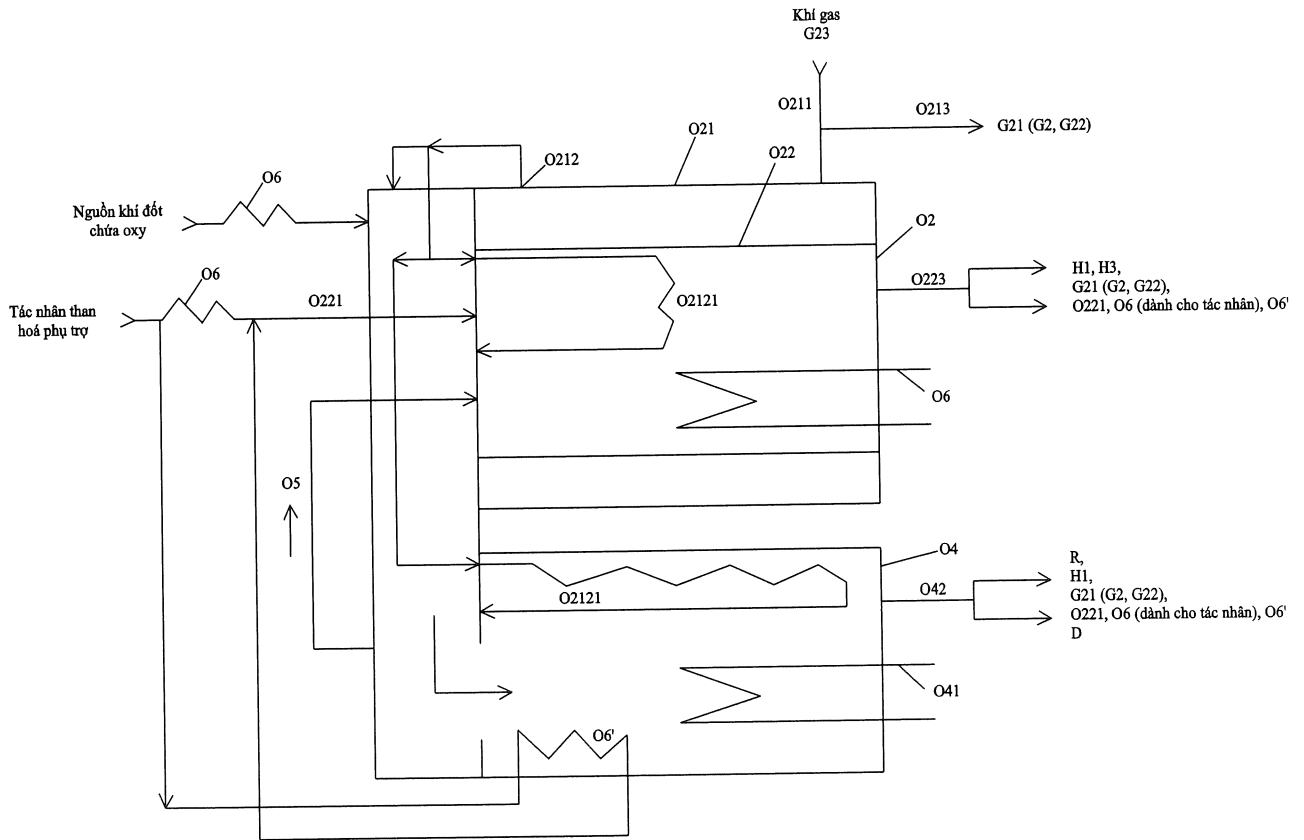
Hình 5



Hình 5

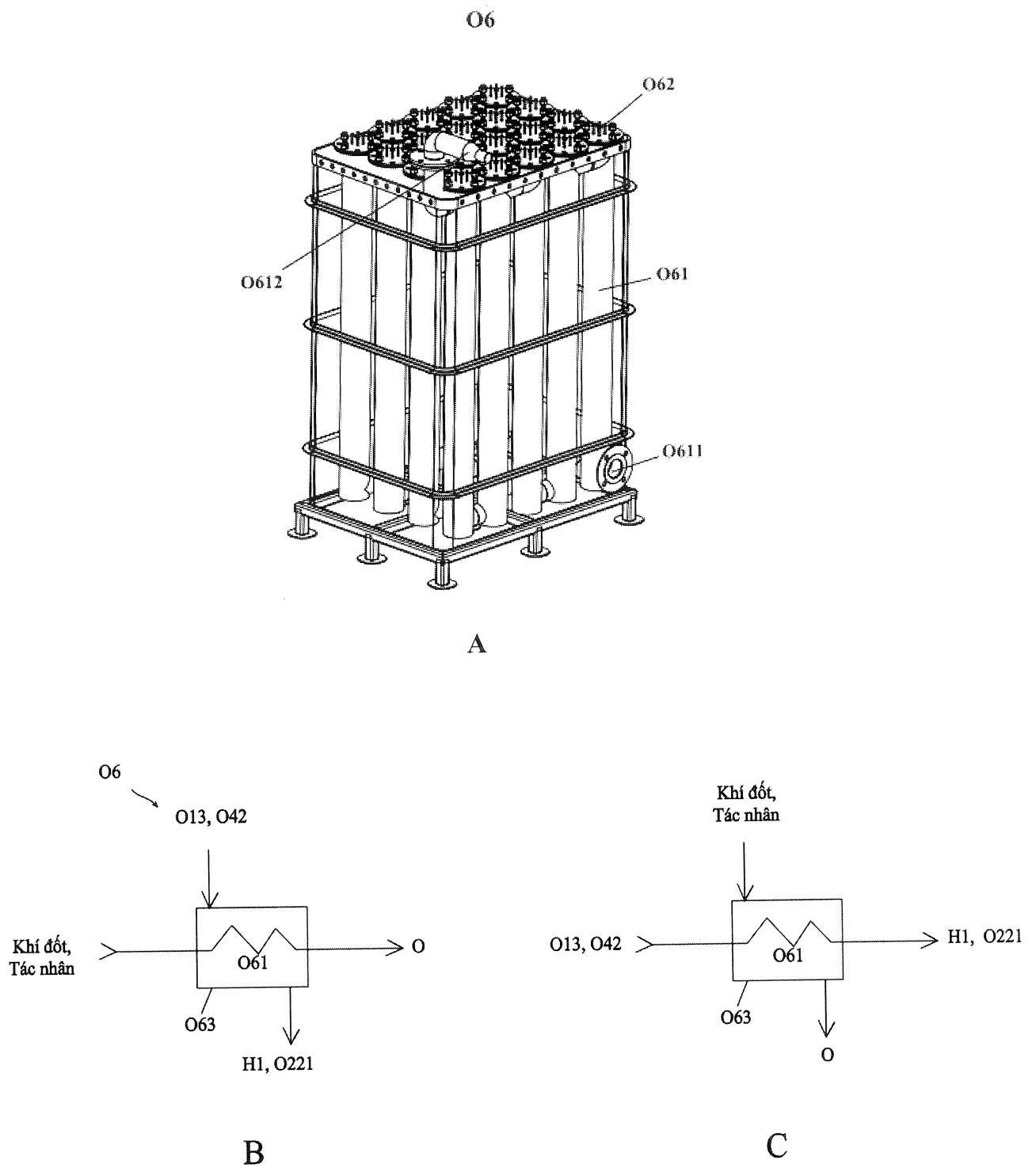


A



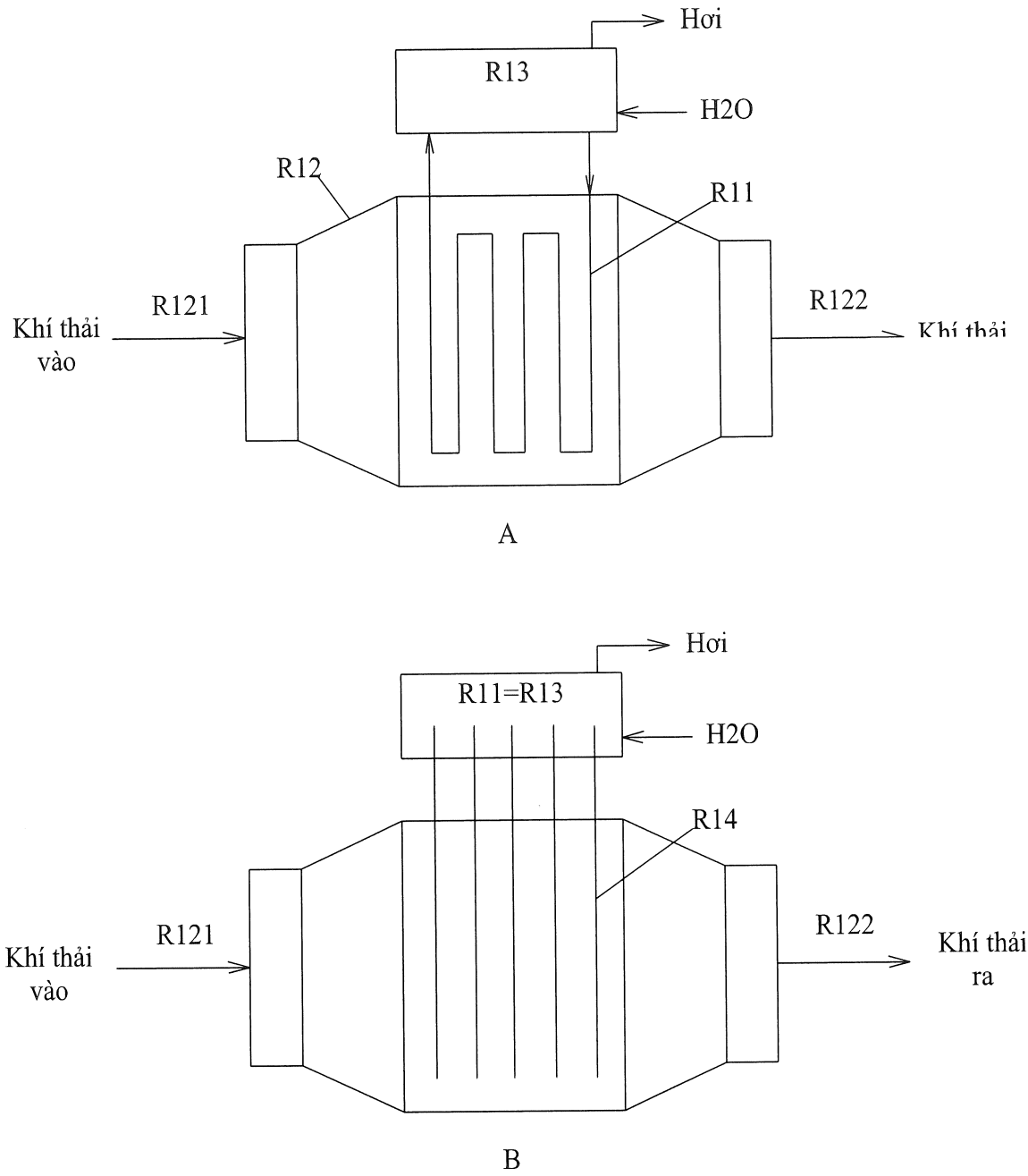
B

Hình 6

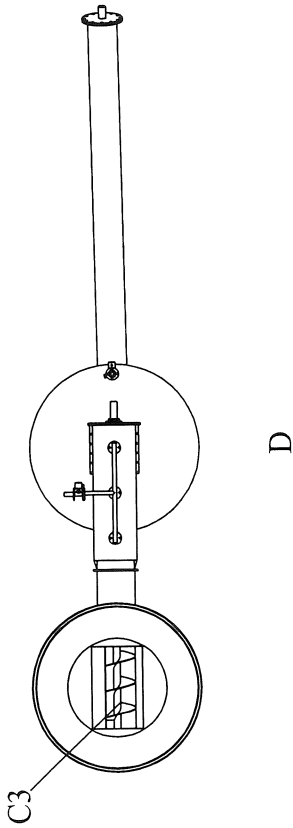
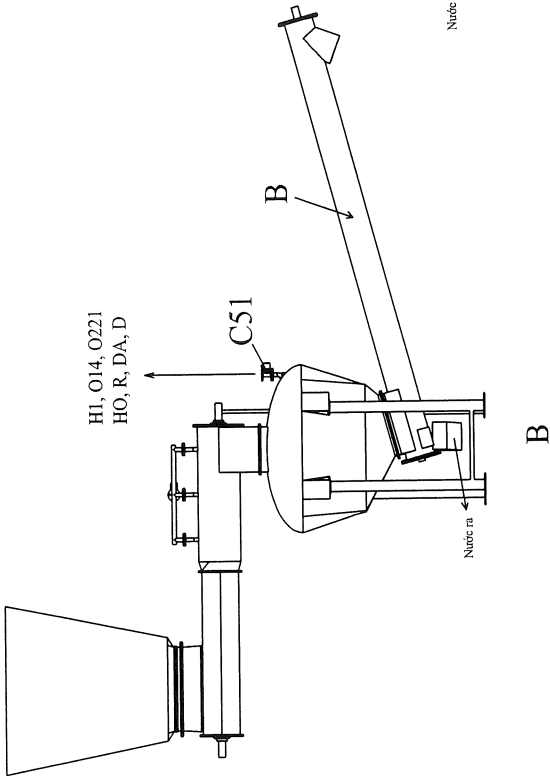
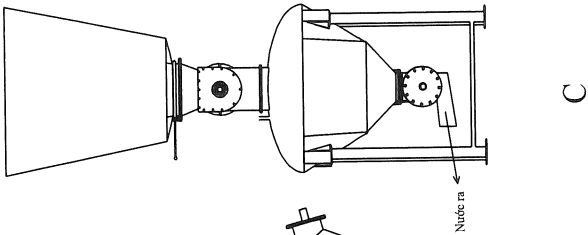
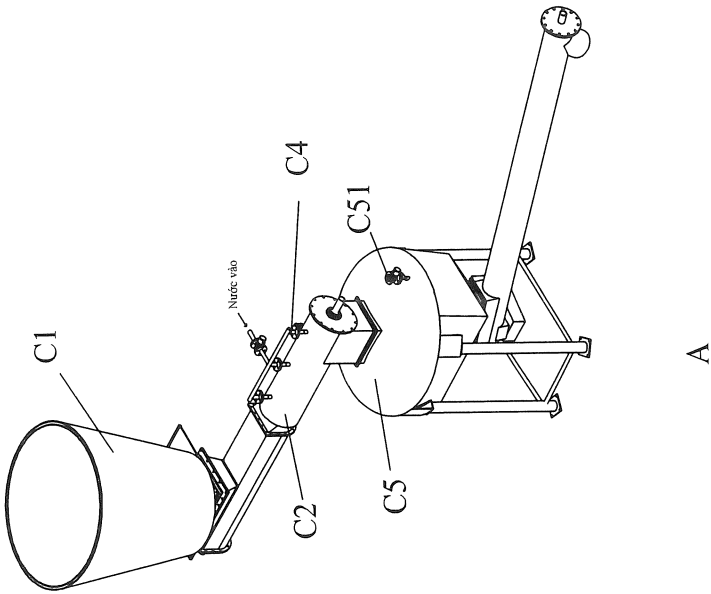


Hình 7

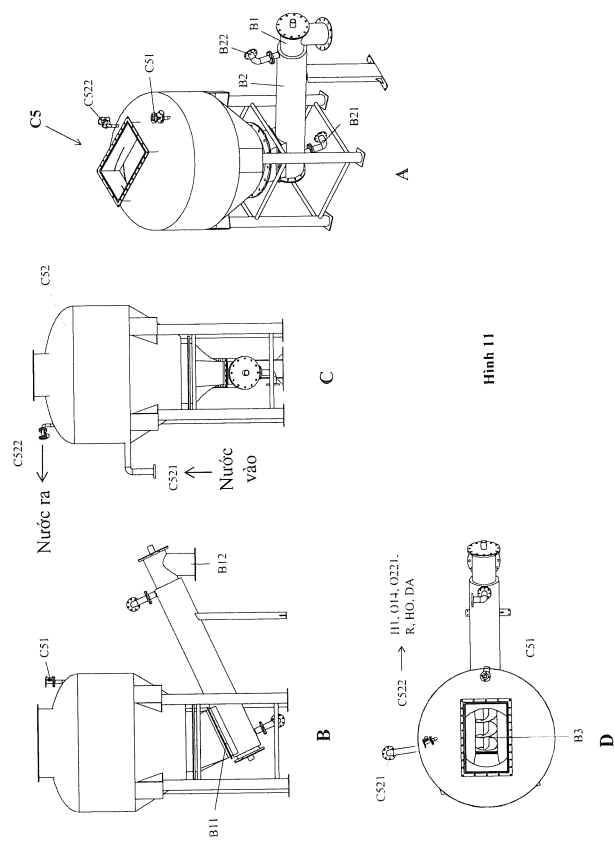




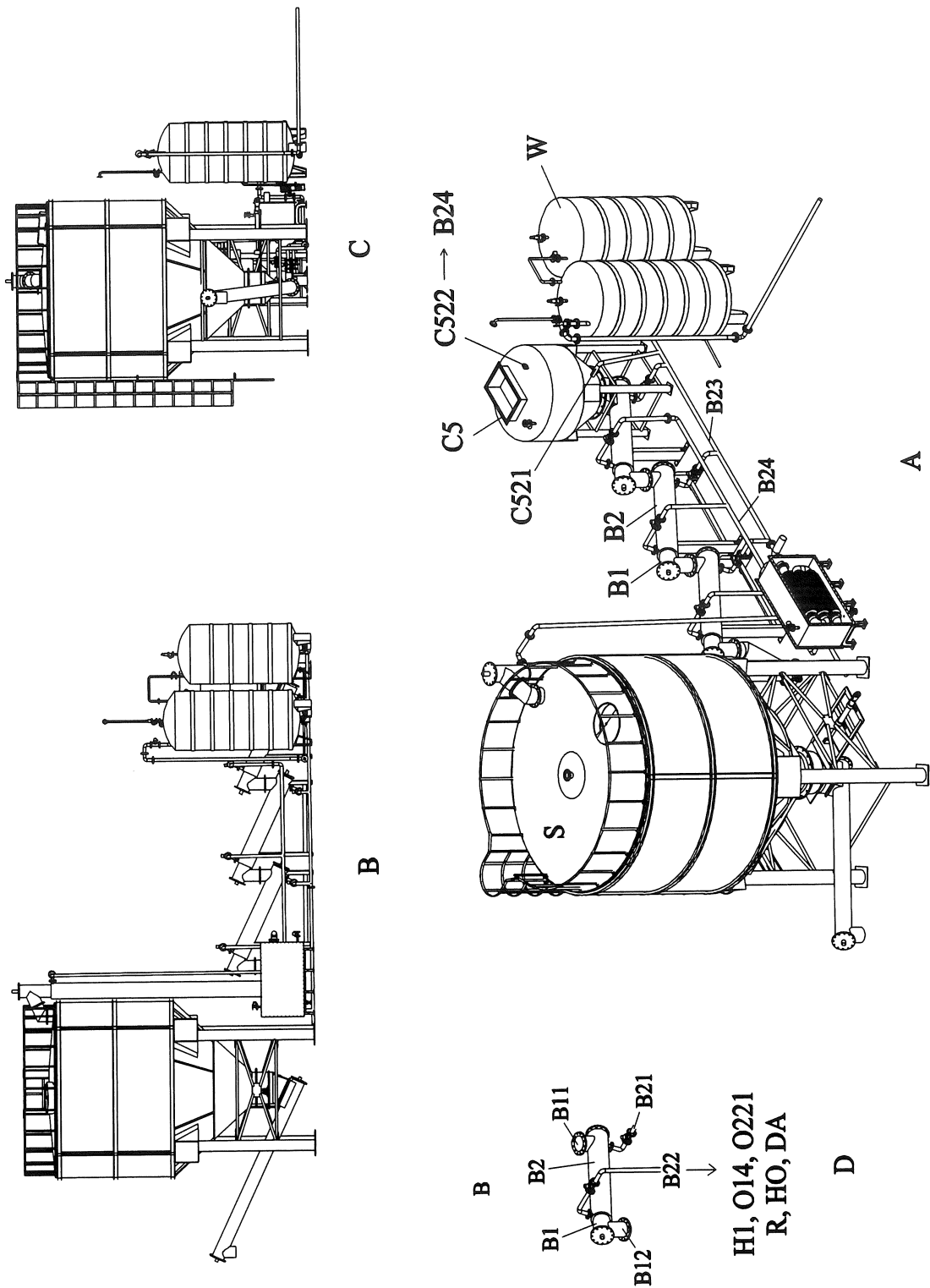
Hình 9



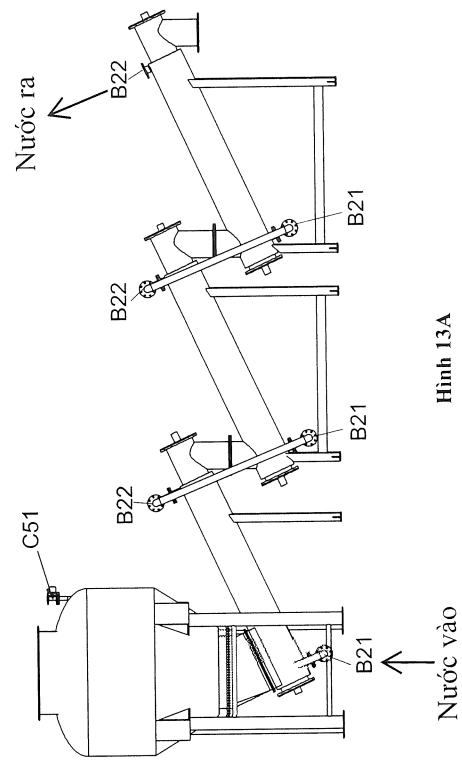
Hình 10



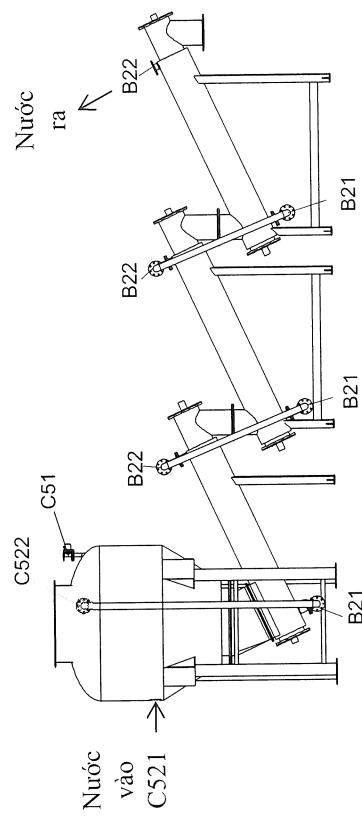
Hình 11



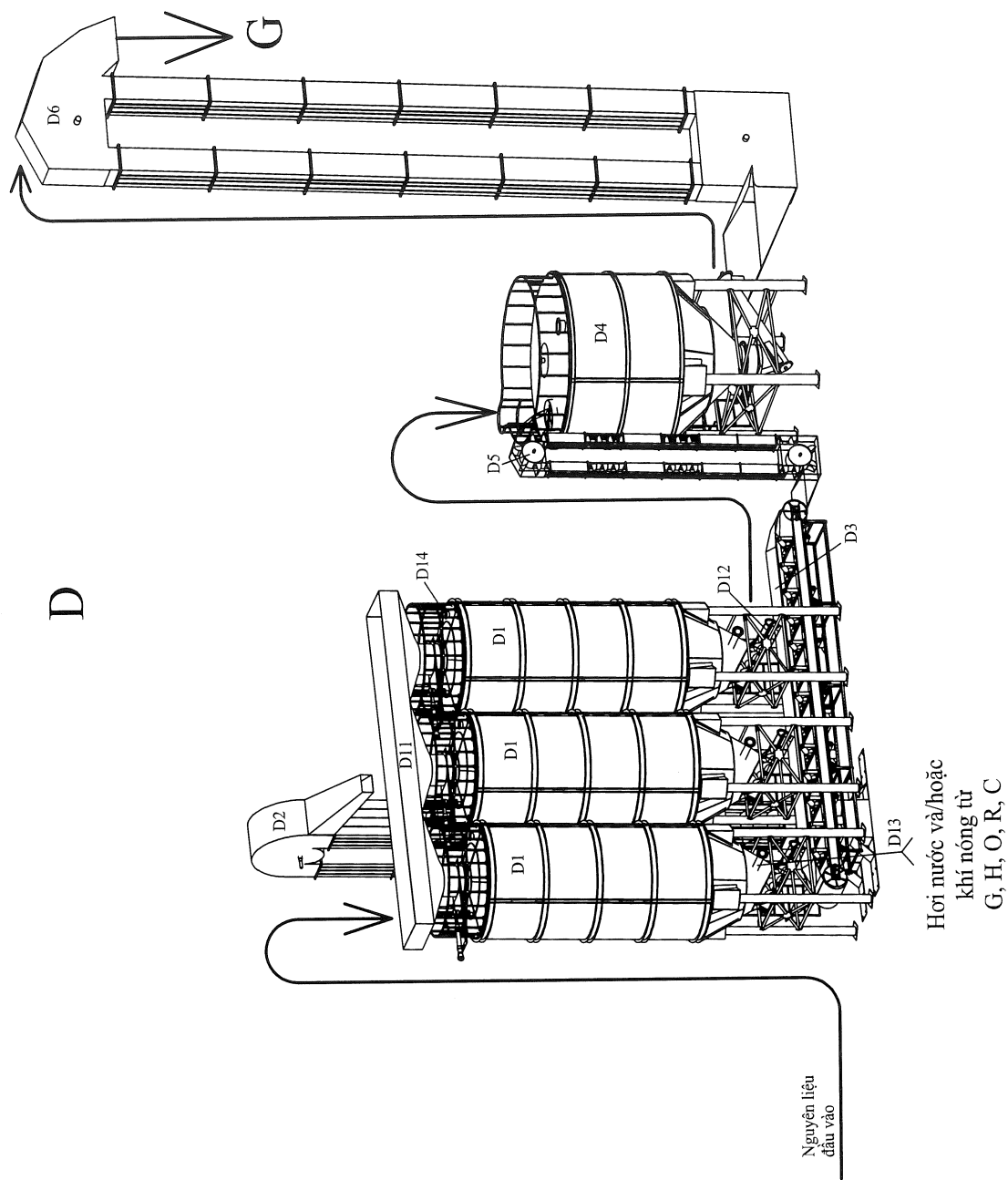
Hình 12



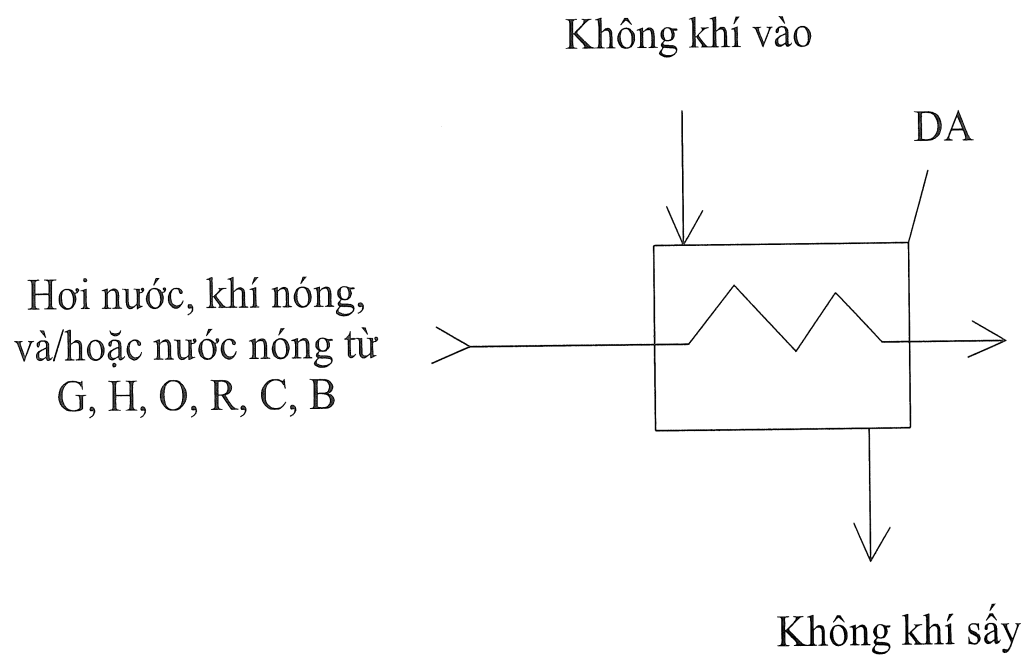
Hình 13A



Hình 13B

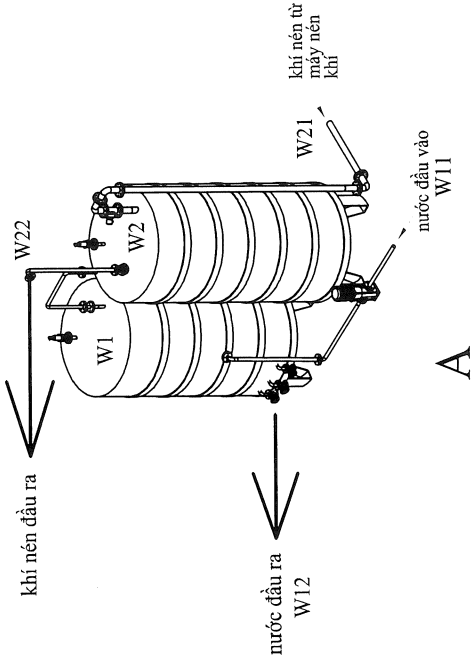
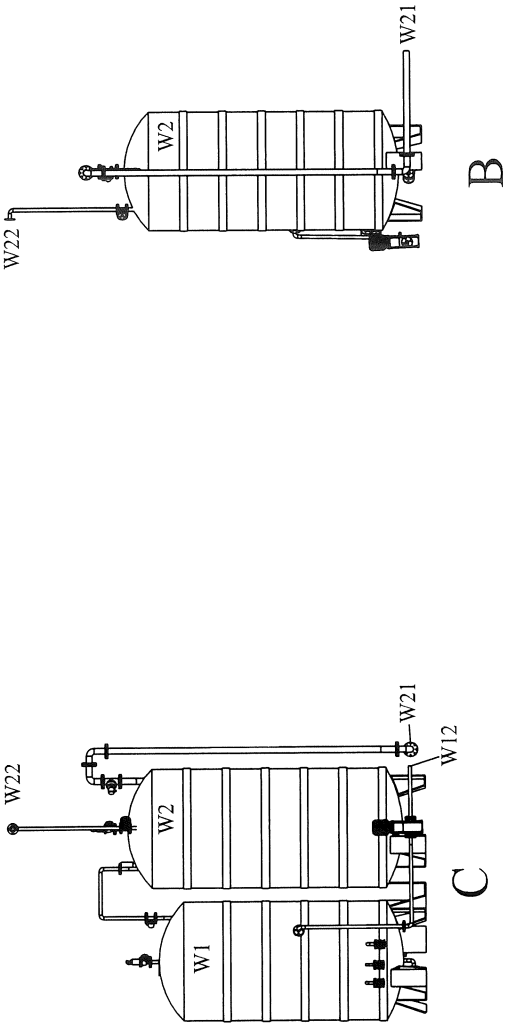


Hình 14

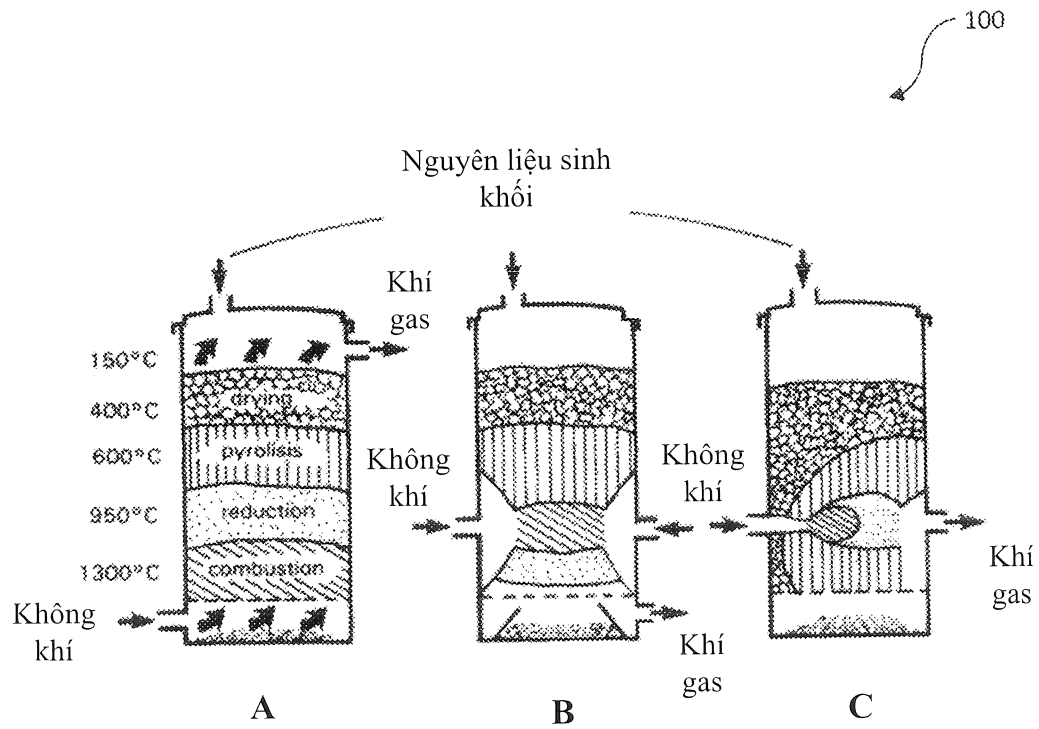


Hình 15

W



Hình 16



Hình 17