



(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)



1-0019453

(51)⁷ **F01K 23/10, F02C 6/00, 6/18, 7/08, 3/00**

(13) **B**

(21) 1-2012-01325

(22) 17.09.2010

(86) PCT/US2010/049279 17.09.2010

(87) WO2011/059567 19.05.2011

(30) 61/260,636 12.11.2009 US

(45) 25.07.2018 364

(43) 25.07.2012 292

(73) **EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY (US)**

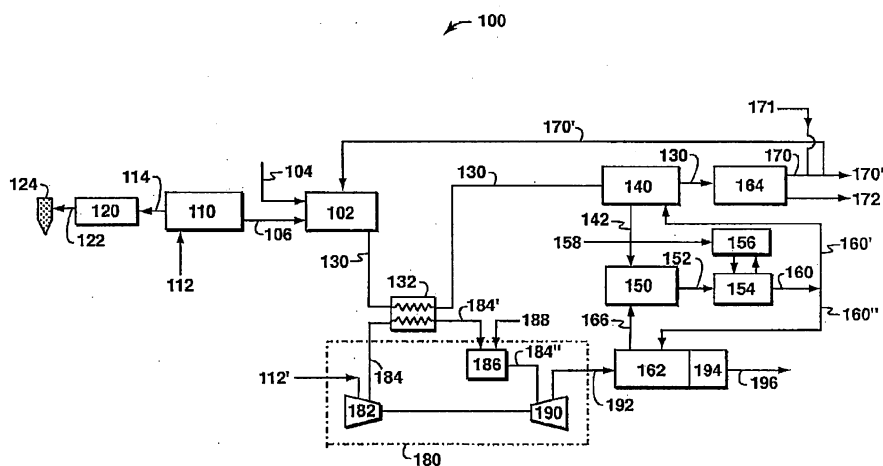
P.O. Box 2189 (Corp-urc-sw-359), Houston Texas, 77252-2189 (US)

(72) **NELSON, Eric, D. (US), MINTA, Moses (US), STARCHER, Loren, K. (US), MITTRICKER, Franklin (US), SITES, Angus (US), DICKSON, Jasper, L. (US)**

(74) **Công ty Luật TNHH AMBYS Hà Nội (AMBYS HANOI)**

(54) **HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP THU HỒI HYĐROCACBON VÀ TẠO RA NĂNG LƯỢNG PHÁT KHÍ THẢI THẤP**

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống và các phương pháp để tạo ra năng lượng phát thải thấp trong các quy trình thu hồi hydrocacbon. Hệ thống bao gồm dòng nhiên liệu điều chỉnh, dòng oxy, buồng đốt, hệ thống tạo năng lượng thứ nhất và hệ thống tạo năng lượng thứ hai. Buồng đốt được kết cấu để thu nhận và đốt cháy dòng nhiên liệu điều chỉnh và dòng oxy để tạo thành dòng đốt thể khí có cacbon đioxit và nước. Hệ thống tạo năng lượng thứ nhất được kết cấu để tạo ít nhất một đơn vị năng lượng và dòng cacbon đioxit. Hệ thống tạo năng lượng thứ hai được kết cấu để thu nhận nhiệt năng từ dòng đốt thể khí và biến đổi nhiệt năng thành ít nhất một đơn vị năng lượng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Các phương án của sáng chế đề cập tới việc tạo ra năng lượng mà phát khí thải thấp trong các quy trình thu hồi hydrocacbon. Cụ thể hơn, các phương án của sáng chế đề cập tới các phương pháp và các hệ thống sử dụng nitơ, oxy, cacbon đioxit, và/hoặc nhiên liệu hydrocacbon để tạo ra năng lượng trong quy trình thu hồi hydrocacbon mà phát khí thải rất thấp.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phần này nhằm giới thiệu các khía cạnh khác nhau của tình trạng kỹ thuật, các khía cạnh này có thể được kết hợp với các phương án ví dụ của sáng chế. Phần thảo luận này được tin rằng sẽ giúp cung cấp sườn ý để giúp hiểu tốt hơn các khía cạnh cụ thể của sáng chế. Theo đó, cần hiểu rằng phần này được đọc theo nghĩa này, và không nhất thiết được xem là sự thừa nhận tình trạng kỹ thuật.

Nhiều hoạt động thu hồi hydrocacbon tăng cường có thể được phân loại thành một trong các loại dưới đây: duy trì áp suất và bơm ép trộn lẫn. Trong hoạt động duy trì áp suất, các khí trơ như nitơ được phun vào trong một tầng chứa chủ yếu thể khí để duy trì ít nhất một áp suất tối thiểu trong tầng chứa để ngăn làm giảm sự ngưng tụ và nâng cao tổng lượng thu hồi. Trong hoạt động bơm ép trộn lẫn, các khí trộn lẫn được như cacbon đioxit được phun vào trong tầng chứa chủ yếu thể lỏng để trộn với các chất lỏng, làm giảm độ nhớt của các chất lỏng và làm tăng áp suất để nâng cao tốc độ thu hồi.

Nhiều nước sản xuất dầu đang có sự gia tăng nhu cầu năng lượng mạnh mẽ trong nội địa và có mối quan tâm về thu hồi dầu tăng cường (EOR) để nâng cao sự thu hồi dầu từ các tầng chứa của họ. Hai kỹ thuật thu hồi dầu tăng cường (EOR) phổ biến bao gồm phun nitơ (N_2) để duy trì áp suất tầng chứa và phun cacbon đioxit (CO_2) để bơm ép trộn lẫn cho EOR. Ngoài ra còn một lo ngại mang tính toàn cầu về các khí thải gây hiệu ứng nhà kính (GHG). Mối lo ngại này kết hợp với việc thực hiện các chính sách cho phép thương mại hóa lượng khí thải cắt giảm ở nhiều nước để làm giảm các khí thải CO_2 là ưu tiên hàng

đầu đối với các quốc gia này và các quốc gia khác cũng như các công ty vận hành hệ thống sản xuất hydrocacbon trong các quốc gia đó.

Một số phương thức để giảm khí thải CO₂ bao gồm thu giữ sau khi đốt hoặc khử cacbon nhiên liệu. Tuy nhiên, cả hai giải pháp này đều tốn kém và làm giảm hiệu suất tạo năng lượng, dẫn tới sự sản xuất năng lượng thấp, yêu cầu nhiên liệu bị tăng lên và chi phí điện năng bị tăng lên để đáp ứng yêu cầu năng lượng nội địa. Phương thức khác là tuabin chạy khí oxy nhiên liệu trong chu trình kết hợp (ví dụ, trong đó nhiệt phát ra từ chu trình Brayton cho tuabin khí được giữ lại để tạo hơi và sản xuất năng lượng bổ sung trong chu trình Rankine). Tuy nhiên, không có tuabin khí nào có sẵn trong thương mại mà có thể hoạt động trong chu trình đã nêu và năng lượng được yêu cầu để sản xuất oxy có độ tinh khiết cao làm giảm đáng kể tổng hiệu suất của quy trình. Một vài nghiên cứu đã so sánh các quy trình này và chỉ ra một số thuận lợi của mỗi phương thức. Xem, ví dụ BOLLAND, OLAV, and UND UM, HENRIETTE, Removal of CO₂ from Gas Turbine Power Plants: Evaluation of pre- and post-combustion methods, SINTEF Group, found at <http://www.energy.sintef.no/publ/xergi/98/3/3art-8-engelsk.htm> (1998).

Tài liệu sáng chế Mỹ số 4344486 (Patent '486) bộc lộ quy trình bổ sung oxy cơ bản tinh khiết vào các hydrocacbon và cacbon đioxit được sản xuất từ quá trình sản xuất chất lỏng để tạo ra nhiệt hoặc năng lượng và phun lại cacbon đioxit cho EOR. Tài liệu này bộc lộ việc phân tách các chất lỏng hydrocacbon từ các cấu tử khí trong dòng sản xuất của quá trình sản xuất chất lỏng, sau đó trộn các cấu tử khí với oxy cơ bản tinh khiết và đốt cháy hỗn hợp để tạo nhiệt và CO₂. CO₂ sau đó được phun vào trong cùng quá trình sản xuất chất lỏng hoặc khác. Phương thức này không hướng dẫn hoặc gợi ý giải pháp để lấy hiệu quả từ trạm oxy.

Tài liệu sáng chế Mỹ số 2007/0237696 (công bố '696) bộc lộ cơ bản một sự kết hợp của quy trình oxy nhiên liệu và EOR như được bộc lộ trong tài liệu trên. Tài liệu này cũng yêu cầu trạm oxy hoặc thiết bị phân tách đứng một mình và không hướng dẫn hay gợi ý kết cấu tuabin lực chạy bằng khí hoạt động.

Gần đây hơn, tài liệu sáng chế Mỹ số US2009/038247 bộc lộ hệ thống cung cấp giải pháp để lấy hiệu quả từ trạm oxy và còn cung cấp sự phun khí trơ (nitơ) để duy trì áp suất tầng chứa. Tuy nhiên, trong hệ thống tích hợp của US2009/038247, công suất hiệu dụng được tạo ra thường bị giảm đi bởi yêu cầu tiêu thụ năng lượng của quy trình thậm chí ở hiệu suất nâng cao.

Như vậy, vẫn cơ bản cần một quy trình thu hồi hydrocacbon hiệu suất cao, phát khí thải thấp với sự sản xuất năng lượng tăng lên.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo ít nhất một phương án của sáng chế đề xuất một hệ thống tích hợp. Hệ thống bao gồm dòng oxy, dòng nhiên liệu điều chỉnh chính, buồng đốt chính, hệ thống tạo năng lượng thứ nhất, và hệ thống tạo năng lượng thứ hai. Buồng đốt chính được kết cấu để thu nhận và đốt cháy dòng nhiên liệu điều chỉnh chính và dòng oxy để tạo thành dòng đốt thể khí có cacbon đioxit và nước. Hệ thống tạo năng lượng thứ nhất được kết cấu để thu nhận dòng đốt thể khí và tạo ra ít nhất một dòng cacbon đioxit cơ bản thể khí được nén. Hệ thống tạo năng lượng thứ hai được kết cấu để thu nhận nhiệt năng từ dòng đốt thể khí và biến đổi nhiệt năng thành ít nhất một đơn vị năng lượng.

Phương pháp thu hồi hydrocacbon với sự sản xuất năng lượng mà phát khí thải thấp cũng được đề xuất theo ít nhất một phương án của sáng chế. Phương pháp bao gồm các bước tạo dòng đốt thể khí có cacbon đioxit và nước, tạo dòng khí nén, truyền nhiệt từ dòng đốt thể khí vào dòng khí nén để tạo thành dòng đốt thể khí được làm nguội đi và dòng khí nén được làm nóng lên; tạo ra năng lượng, dòng nước, và dòng cacbon đioxit từ dòng đốt thể khí được làm nguội đi nhờ sử dụng hệ thống tạo năng lượng thứ nhất, tạo ra năng lượng từ dòng khí nén được làm nóng nhờ sử dụng hệ thống tạo năng lượng thứ hai, và phun ít nhất một phần dòng cacbon đioxit vào trong tầng chứa để tăng cường sản xuất hydrocacbon.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các thuận lợi nêu trên và khác nữa của sáng chế có thể trở nên rõ ràng khi xem sự mô tả chi tiết và các hình vẽ dưới đây của những ví dụ không mang tính hạn chế của các phương án trong đó:

FIG.1A minh họa các hệ thống tích hợp để thu hồi hydrocacbon và tạo ra năng lượng mà phát khí thải thấp theo một phương án của sáng chế;

FIG.1B minh họa các hệ thống tích hợp để thu hồi hydrocacbon và tạo ra năng lượng mà phát khí thải thấp theo một phương án khác của sáng chế;

FIG.1C minh họa các hệ thống tích hợp để thu hồi hydrocacbon và tạo ra năng lượng mà phát khí thải thấp theo một phương án khác nữa của sáng chế;

FIG.2A minh họa các hệ thống tích hợp để thu hồi hydrocacbon và tạo ra năng lượng mà phát khí thải thấp theo một phương án khác nữa của sáng chế;

FIG.2B minh họa các hệ thống tích hợp để thu hồi hydrocacbon và tạo ra năng lượng mà phát khí thải thấp theo một phương án khác nữa của sáng chế; và

FIG.3 minh họa lưu đồ của phương pháp để thu hồi hydrocacbon và tạo ra năng lượng mà phát khí thải thấp theo một phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các định nghĩa, các thuật ngữ khác nhau như được sử dụng ở đây được định nghĩa bên dưới. Trong phạm vi mà thuật ngữ được sử dụng trong yêu cầu bảo hộ không được định nghĩa bên dưới, nó nên được đưa ra bởi những người định nghĩa trong kỹ thuật liên quan đưa ra thuật ngữ đó.

Như được sử dụng ở đây, "một" đề cập tới một hoặc nhiều thể. Như vậy, thuật ngữ "một", "một hoặc nhiều", và "ít nhất một" có thể được sử dụng thay đổi cho nhau trừ khi giới hạn được chỉ ra cụ thể.

Như sử dụng ở đây, thuật ngữ "gồm có" là các thuật ngữ chuyển tiếp mở được sử dụng để chuyển tiếp từ chủ thể được trích dẫn trước thuật ngữ thành một hoặc nhiều chi tiết được trích dẫn sau thuật ngữ, trong đó chi tiết hoặc các chi tiết được liệt kê sau thuật ngữ chuyển tiếp không nhất thiết là các chi tiết duy nhất tạo nên chủ thể.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "chứa" có nghĩa mở tương tự như "gồm có".

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "có" có nghĩa mở tương tự như "gồm có".

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "bao gồm" có nghĩa mở tương tự như "gồm có".

Trong phần mô tả chi tiết dưới đây, các phương án cụ thể của sáng chế được mô tả kết hợp với các phương án ưu tiên. Tuy nhiên, trong phạm vi mà sự mô tả sau đây là cụ thể theo từng phương án cụ thể hoặc sự sử dụng cụ thể của sáng chế, điều này được nhằm chỉ để mục đích minh họa và cung cấp một cách đơn giản sự mô tả các phương án minh họa. Do đó, sáng chế không bị giới hạn đối với các phương án cụ thể mô tả bên dưới, mà còn bao gồm tất cả các thay đổi, các biến đổi, và các tương đương nằm trong tinh thần và phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ đính kèm.

FIG.1A là hệ thống tích hợp 100 được thể hiện đối với quy trình thu hồi hydrocacbon hiệu suất cao, phát khí thải thấp với việc sản xuất năng lượng tăng lên vượt mức. Nói chung, hệ thống 100 gồm có hai chu trình sản xuất năng lượng được ghép đồng vận với nhau để làm giảm tổng lượng khí thải; sản xuất CO₂ để thu hồi dầu tăng cường (EOR) hoặc phân lập; sản xuất N₂ cho EOR, phân lập, hoặc bán; sản xuất nước sạch mà nước sạch này có thể được sử dụng cho các mục đích nội địa; và/hoặc tương tự. Cụ thể hơn, hệ thống 100 bao gồm buồng đốt chính (ví dụ, buồng đốt oxy nhiên liệu) 102 được kết cấu để thu nhận dòng nhiên liệu điều chỉnh chính 104 và dòng oxy 106. Theo ít nhất một phương án, dòng oxy 106 được tạo ra bằng bộ phân tách khí ("ASU") 110 được kết cấu để phân tách dòng khí 112 thành thành phần cơ bản giàu oxy (ví dụ, dòng oxy 106) và thành phần cơ bản giàu nitơ (ví dụ, dòng nitơ 114). Dòng nitơ 114 có thể được nén nhờ máy nén 120 để tạo ra dòng phun nitơ 122 để sau đó nó được phun vào tầng chứa duy trì áp suất 124. Tuy nhiên, dòng nitơ 114 có thể được sử dụng trong bất cứ ứng dụng thích hợp nào và/hoặc được bán để thỏa mãn tiêu chuẩn thiết kế của một ứng dụng cụ thể. Cũng cần hiểu rằng dòng oxy 106 và dòng nhiên liệu điều chỉnh chính 104 có thể được tạo ra và/hoặc được cung cấp bởi bất cứ cơ cấu thích hợp nào để thỏa mãn tiêu chuẩn thiết kế của một ứng dụng cụ thể. Hơn nữa, một hoặc nhiều phương án có thể cung cấp dòng khí, bản thân dòng khí chứa oxy, nên nó là dòng oxy 106.

Tương tự, dòng nhiên liệu điều chỉnh chính 104 có thể là bất cứ nhiên liệu hoặc hỗn hợp nhiên liệu thích hợp nào (ví dụ, khí tự nhiên, than đá, chất lỏng hydrocacbon, và/hoặc bất cứ nhiên liệu chứa cacbon thích hợp khác nào) để thỏa mãn tiêu chuẩn thiết kế của một ứng dụng cụ thể. Nói chung, buồng đốt chính 102 xả hỗn hợp bao gồm cacbon đioxit (CO_2) và nước (H_2O) thành dòng đốt thể khí 130.

Dòng đốt thể khí 130 có thể được dẫn qua bộ trao đổi nhiệt 132. Bộ trao đổi nhiệt 132 thường được kết cấu để truyền nhiệt năng từ dòng đốt thể khí 130 vào tuabin khí 180. Như mô tả bên dưới trong sáng chế, bộ trao đổi nhiệt (bộ phận trao đổi nhiệt) 132 tạo thành thiết bị ghép nối giữa hai chu trình sản xuất năng lượng.

Sau khi đi qua bộ trao đổi nhiệt 132, dòng đốt thể khí 130 có thể được thu nhận bởi bộ tạo hơi thu hồi nhiệt (HRSG) thứ nhất 140. HRSG thứ nhất 140 bao gồm bộ trao đổi nhiệt, như ống xoắn dẫn hơi nóng (không được thể hiện), tiếp xúc với dòng đốt thể khí 130 để tạo hơi 142. Hơi 142 có thể được giãn nở qua tuabin hơi 150 để tạo công/năng lượng. Dòng xả từ tuabin hơi 152 sau đó có thể được ngưng tụ (ví dụ, trong bộ ngưng tụ thứ nhất 154) và/hoặc được làm lạnh (ví dụ, trong bộ làm lạnh 156) để tạo ra dòng nước 160. Theo ít nhất một phương án, bộ làm lạnh 156 được kết cấu để thu nhận dòng nước bổ sung 158. Tất cả hoặc một phần nước 160, như các dòng 160' và 160'', có thể được tuần hoàn vào một phần thích hợp của thiết bị, như HRSG thứ nhất 140 và/hoặc HRSG thứ hai 162 và/hoặc được áp dụng vào bất cứ sự sử dụng nào thích hợp để thỏa mãn tiêu chuẩn thiết kế của một ứng dụng cụ thể.

HRSG thứ nhất 140 có thể dẫn dòng đốt thể khí 130 đi vào bộ ngưng tụ thứ hai 164 để phân tách thành dòng CO_2 cơ bản thể khí được nén 170 và dòng nước 172. Theo ít nhất một phương án, phần 170' của dòng CO_2 được làm lạnh 170 có thể được tuần hoàn trở lại đi vào buồng đốt chính 102 để điều hòa nhiệt độ đốt. Theo ít nhất một phương án khác, phần thứ hai 170'' của dòng CO_2 170 có thể được sử dụng trong việc phun cho EOR, phân lập, và/hoặc bất cứ sự sử dụng thích hợp khác nào. Theo phương án khác nữa, các khí thải 171 từ ít nhất một nguồn bên ngoài (không được thể hiện) có thể được trộn (tức là, được kết hợp) với dòng CO_2 170 do đó các khí thải 171 cũng được sử dụng để điều hòa nhiệt độ đốt, phun cho EOR, phân lập, và/hoặc bất kỳ sự sử dụng thích hợp khác nào.

Giờ quay trở lại bộ trao đổi nhiệt 132, bộ trao đổi nhiệt 132 của hệ thống 100 thường hoạt động để truyền nhiệt năng từ dòng đốt thể khí 130 vào tuabin khí 180 dựa vào quy trình sản xuất năng lượng. Tuabin khí 180 thường thu nhận dòng khí, như dòng khí 112', dòng khí này có thể được thu nhận từ nguồn tương tự như dòng khí 112 và nén dòng khí, ví dụ nhờ máy nén 182 để tạo thành dòng khí tuabin được nén 184. Bộ trao đổi nhiệt 132 thu nhận dòng khí tuabin được nén 184 và làm nóng dòng khí 184 nhờ bộ truyền nhiệt giữa dòng đốt thể khí 130 và dòng 184. Theo FIG.1A, dòng khí tuabin được nén được làm nóng 184' sau đó được dẫn vào buồng đốt 186 (cụ thể, buồng đốt bổ sung) được gắn với bộ giãn 190 để tạo ra năng lượng/công từ dòng xả buồng đốt 184". Theo ít nhất một phương án, buồng đốt 186 được kết cấu để thu nhận dòng nhiên liệu (cụ thể, dòng nhiên liệu điều chỉnh bổ sung) 188. Dòng nhiên liệu điều chỉnh bổ sung 188 có thể là bất cứ nhiên liệu và/hoặc dòng nhiên liệu thích hợp nào, mà không bị giới hạn đối với dòng nhiên liệu điều chỉnh chính 104 để thỏa mãn tiêu chuẩn thiết kế của một ứng dụng cụ thể.

Lưu ý rằng, làm nóng dòng khí từ tuabin được nén 184 trong bộ trao đổi nhiệt 132 có thể làm giảm đáng kể yêu cầu lượng nhiên liệu điều chỉnh bổ sung 188 để tạo ra nhiệt độ không khí đầu vào mong muốn tại bộ giãn 190. Do đó, việc giảm lượng dòng nhiên liệu điều chỉnh bổ sung 188 thường cung cấp sự giảm lượng các khí thải sinh ra bởi buồng đốt bổ sung 186. Cụ thể hơn, ít nhất một sự mô phỏng dự đoán rằng có thể loại bỏ được hai phần ba khí thải bằng cách sử dụng bộ trao đổi nhiệt 132 để làm nóng dòng khí tuabin được nén 184 trước khi đốt.

Khí thải tuabin 192 sau đó có thể đi qua HRSG thứ hai 162 hoặc bất cứ thiết bị thích hợp khác nào để thỏa mãn tiêu chuẩn thiết kế của một ứng dụng cụ thể. Theo ít nhất một phương án HRSG thứ hai 162 được gắn với dòng tuabin 150 và dẫn hơi 166 vào tuabin hơi 150. Hơi 166 có thể được kết hợp với hoặc được sử dụng thay hơi 142 để tạo ra năng lượng và tạo thành dòng xả tuabin hơi 152. Ngoài ra, một hoặc nhiều phương án của sáng chế có thể bao gồm thiết bị khử xúc tác chọn lọc (SCR) 194 được gắn với HRSG thứ hai 162 để xử lý khí thải 196 trước khi giải phóng nó.

Theo ít nhất một phương án, hàm lượng nước trong dòng đốt thể khí 130 có thể được giảm xuống bằng cách vận hành buồng đốt chính 102 ở áp suất tăng, so với hàm

lượng nước có trong dòng đốt 130 khi buồng đốt chính 102 được vận hành gần (cụ thể, trên một chút, tại, hoặc dưới một chút) áp suất khí quyển. Theo phương án này, ASU 110 có thể được kết cấu để cung cấp dòng oxy áp suất cao 106 đi vào buồng đốt chính 102.

Theo ít nhất một phương án, giảm lượng nước có thể cho phép loại bỏ và/hoặc đơn giản hóa một hoặc nhiều bước xử lý tiếp theo, như sử dụng bộ khử nước (không được thể hiện). Tương tự, vận hành buồng đốt chính 102 ở áp suất tăng có thể làm giảm nhu cầu nén CO₂ đã sinh ra (ví dụ, dòng CO₂ cơ bản thể khí được nén 170). Cụ thể hơn, để sử dụng tiếp theo, ví dụ, EOR, có thể làm giảm lượng năng lượng được yêu cầu để nén CO₂ nhận được từ dòng đốt 130 đến mức phun vào tầng chứa thích hợp bởi ba yếu tố. Thiết bị đốt áp suất cao cũng có thể có điện năng vật lý nhỏ hơn. Tuy nhiên, ngược lại, đốt gần áp suất khí quyển thường không cần yêu cầu nén dòng oxy 106 và tránh được những phức tạp liên quan đến sự đốt cháy ở áp suất cao, như xu hướng tạo muối.

FIG.1B là sơ đồ minh họa hệ thống tích hợp 100' khác có thể được cung cấp được thể hiện trong sáng chế. Nói chung, hệ thống 100' có thể được cung cấp giống với hệ thống 100 bao gồm tầng chứa CO₂ 174 để phun ít nhất một phần của dòng CO₂ cơ bản thể khí được nén 170, như dòng 170'. Như minh họa, một phần của dòng CO₂ 170, như dòng 170'', vẫn có thể được dẫn tới buồng đốt chính 102 để điều hòa nhiệt độ đốt. Ngoài ra hoặc theo cách khác, dòng 170'' có thể nhận được từ (ví dụ, được phân tách từ) các chất lưu được tạo ra từ tầng chứa 174. Theo ít nhất một phương án, dòng nhiên liệu điều chỉnh chính 104 có thể thu được từ tầng chứa CO₂ 174. Tương tự, dòng nhiên liệu điều chỉnh bổ sung 188 có thể thu được từ tầng chứa duy trì áp suất 124. Lưu ý rằng sử dụng nitơ trong nhiên liệu thu được từ tầng chứa duy trì áp suất 124 có thể cung cấp một khối bổ sung, khối bổ sung này có thể nâng cao sự hoạt động của bộ giãn 190 và làm giảm yêu cầu nén khí do đó làm tăng công suất có ích của tuabin khí 180.

Theo ít nhất một phương án, dòng nước 172 có thể được phun vào trong tầng chứa (ví dụ 174) để nâng cao thu hồi hydrocacbon (ví dụ, EOR). Theo ít nhất một phương án khác, dòng nước 172 có thể được sử dụng cho giếng hoạt động, khoan, làm lạnh thiết bị, và/hoặc các hệ thống hơi. Tuy nhiên, dòng nước 172 có thể được cung cấp cho bất cứ sự sử dụng thích hợp nào để thỏa mãn tiêu chuẩn thiết kế của một ứng dụng cụ thể. Hơn nữa,

dòng nước 172 có thể được mô tả, hoặc được xử lý, hoặc được xử lý thêm, do đó nó có thể được mô tả, là nước có độ mặn thấp (cụ thể, nước có tổng các chất rắn hòa tan nhỏ hơn khoảng 10000 phần triệu). Nước có độ mặn thấp có thể đặc biệt thuận lợi để bơm ép nước vào tầng chứa ngược lại với nước có tính mặn không thấp. Trong khi dòng nước 172 thường thu được từ quy trình đốt, nước, như nước độ mặn thấp có thể được tạo ra nhờ sử dụng bất cứ quy trình thích hợp nào để thỏa mãn tiêu chuẩn thiết kế của phương án cụ thể.

FIG.1C là sơ đồ minh họa hệ thống khác 100" khác có thể được cung cấp được thể hiện trong sáng chế. Nói chung hệ thống 100" có thể được cung cấp giống với các hệ thống 100 và 100' bao gồm thiết bị trùng chỉnh 142 được kết cấu để thu nhận dòng nhiên liệu thiết bị trùng chỉnh 144, như dòng nhiên liệu 104 hoặc 188, và dòng hơi 146 như dòng 142 hoặc 166 và tạo thành dòng nhiên liệu hydro 148. Nói chung, dòng nhiên liệu hydro 148 có thể được cung cấp trong hệ thống 100" thành dòng nhiên liệu điều chỉnh bổ sung 188, và/hoặc bất cứ dòng nhiên liệu thích hợp khác nào. Việc sử dụng hydro làm nhiên liệu thường loại bỏ hoặc làm giảm việc tạo ra cacbon đioxit trong bất cứ dòng đốt nào thu được. Do đó nhiên liệu hydro có thể được ưu tiên trong buồng đốt 186 của tuabin khí 180 để loại bỏ các khí thải cacbon đioxit, các khí thải cacbon đioxit này nói cách khác thu được từ sử dụng nhiên liệu chứa cacbon. Điều này có thể là thuận lợi để đạt được các sự phát thải cực thấp cho hệ thống 100". Theo ít nhất một phương án, ít nhất một phần của dòng nhiên liệu hydro 148 như phần 148', có thể được chuyển hướng để bán. Lưu ý rằng dòng nhiên liệu hydro có thể, theo một hoặc nhiều phương án cũng có thể được cung cấp thành dòng nhiên liệu điều chỉnh chính 104. Tuy nhiên, có thể không mong muốn loại bỏ cacbon đioxit từ dòng đốt thể khí 130 vì cacbon đioxit thường được phân tách và kể đó được sử dụng để phun vào tầng chứa. Tuy nhiên, người ta cũng dự tính rằng một phần của dòng nhiên liệu hydro 148 và/hoặc dòng đi ra từ thiết bị trùng chỉnh được phân tách từ dòng hydro có thể được cung cấp (ví dụ được trộn) với dòng nhiên liệu điều chỉnh chính 104 để thu được sự hoạt động của buồng đốt mong muốn (cụ thể, đáp ứng tiêu chuẩn thiết kế của một ứng dụng cụ thể (ví dụ, tính ổn định ngọn lửa)) và/hoặc làm giảm cacbon đioxit trong dòng đốt thể khí 130.

FIG.2A minh họa hệ thống tích hợp 200 được thể hiện cho quy trình thu hồi hydrocacbon hiệu suất cao, phát khí thải thấp với việc sản xuất năng lượng tăng lên. Hệ thống 200 có thể được cung cấp giống với các hệ thống 100, 100' và 100'' ngoại trừ buồng đốt bổ sung 186 được loại bỏ. Do đó, dòng khí tuabin được nén được làm nóng 184' được dẫn trực tiếp vào bộ giãn 190. Việc loại bỏ buồng đốt bổ sung 186 cũng như khí thải gắn với việc đốt có thể là thuận lợi, ví dụ, để đạt được các sự phát khí thải cực thấp. Theo phương án này, dòng khí tuabin được nén được làm nóng 184' có thể đi tới bộ giãn 190 ở nhiệt độ cơ bản nhỏ hơn nhiệt độ đầu vào hoạt động ưu tiên (ví dụ, lớn nhất), như được chỉ ra bởi nhà sản xuất bộ giãn 190. Nhiệt độ giảm thường làm giảm tổng năng lượng được tạo ra bởi hệ thống 200 nhưng cũng làm giảm độ phức tạp của hệ thống 200 và các sự phát khí thải thấp. Ngược lại, buồng đốt bổ sung 186 thường cung cấp bộ giãn 190 với dòng khí 184'' ở nhiệt độ cơ bản bằng với nhiệt độ đầu vào đang hoạt động được ưu tiên (ví dụ tối đa) của bộ giãn 190. Buồng đốt bổ sung 186 thường tạo ra năng lượng bổ sung nhưng cũng có thể làm phức tạp thiết kế của hệ thống 200 và làm tăng các khí thải gắn với hệ thống 200. Lưu ý rằng việc sử dụng bộ trao đổi nhiệt bằng gốm cho chi tiết 132 có thể cung cấp sự trao đổi nhiệt đủ do đó khí tuabin được nén được làm nóng 184' đi vào bộ giãn 190 cơ bản ở nhiệt độ đầu vào hoạt động được ưu tiên (ví dụ lớn nhất) của bộ giãn 190. Nhiệt bổ sung có thể tạo ra năng lượng bổ sung trong khi bỏ được buồng đốt bổ sung 186, nhiệt bổ sung có thể làm giảm trong tổng khí thải của hệ thống 200 (ví dụ, các khí thải gắn với buồng đốt bổ sung 186). Cũng có thể lưu ý rằng, loại bỏ buồng đốt bổ sung 186 thường làm loại bỏ nhu cầu đối với SCR 194.

FIG.2B, là sơ đồ minh họa hệ thống tích hợp 200' khác có thể được cung cấp được thể hiện trong sáng chế. Nói chung, hệ thống 200' có thể được cung cấp giống với hệ thống 200 bao gồm tầng chứa CO₂ 174 để phun ít nhất một phần của dòng CO₂ cơ bản thể khí được nén 170, như dòng 170'. Như minh họa, một phần của dòng CO₂ 170, như dòng 170'', có thể được dẫn tới buồng đốt chính 102 để điều hòa nhiệt độ đốt. Ngoài ra hoặc theo phương án thay thế khác, dòng 170''' có thể nhận được từ (ví dụ, được phân tách từ) các chất lưu được sản xuất từ tầng chứa 174. Theo ít nhất một phương án, dòng nhiên liệu điều chỉnh chính 104 có thể thu được từ tầng chứa CO₂ 174. Ngoài ra, như với các hệ

thống 100, 100', 100" và 200, dòng nitơ 114 từ ASU 110 được kết hợp có thể được nén nhờ máy nén 120 để tạo thành dòng phun nitơ 122. Dòng nitơ 122 có thể được sử dụng để phun tiếp theo vào trong tầng chứa duy trì áp suất 124 hoặc dòng nitơ 114/122 có thể được sử dụng trong bất cứ ứng dụng thích hợp nào và/hoặc được bán để thỏa mãn tiêu chuẩn thiết kế của một ứng dụng cụ thể.

Bảng 1, bên dưới, cung cấp sự so sánh về hoạt động tương tự giữa các hệ thống 200 và 200' và chu trình kết hợp khí tự nhiên thông thường (NGCC).

Bảng 1 ví dụ hoạt động so sánh

	NGCC với sự thu giữ cacbon	Hệ thống của các Fig.2A-B
Năng lượng tuabin khí (MW)	361	370
Năng lượng của máy phát tuabin hơi (MW)	206	365
Các tải phụ trợ (MW)	114	112
Công suất hữu ích (mmscdf)	453	622
Sử dụng nhiên liệu (mmscdf)	86,6	120,8
CO ₂ được tạo ra (mmscdf)	85,7	119,9
Tốc độ nóng	7968	8096
Hiệu suất LHV	42,8	42,1

FIG.3 là lưu đồ của phương pháp 300 để thu hồi hydrocacbon với sự tạo năng lượng mà phát khí thải thấp theo một phương án được thể hiện. Phương pháp 300 có thể được thực hiện thuận lợi với hệ thống 100, 100', 100", 200 và/hoặc 200' đã được mô tả trước đó kết hợp với các FIG.1A-1C, các FIG.2A-2B, và/hoặc bất cứ hệ thống thích hợp nào để đáp ứng tiêu chuẩn thiết kế của một ứng dụng cụ thể. Phương pháp 300 nói chung bao gồm nhiều khối hoặc bước (ví dụ, 302, 304, 306, v.v) có thể được thực hiện theo thứ tự. Sẽ được hiểu rõ bởi người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng rằng, thứ tự của các bước được thể hiện trong FIG.3 là một ví dụ minh họa và thứ tự của một hoặc nhiều bước có thể được thay đổi mà vẫn nằm trong tinh thần và phạm vi của sáng chế. Hơn nữa, các bước của phương pháp 300 có thể được thực hiện theo ít nhất một trật tự mà không theo thứ tự (hoặc không theo dãy), và một hoặc nhiều bước có thể được bỏ qua để đáp ứng tiêu chuẩn thiết kế của một ứng dụng cụ thể.

Khối 302 là điểm bắt đầu vào phương pháp 300. Tại khối 304, có thể tạo ra dòng đốt thể khí (ví dụ, 130) và dòng khí được nén (ví dụ 184). Theo ít nhất một phương án, dòng oxy (ví dụ, 106) từ ASU (ví dụ, 110) được cung cấp vào buồng đốt (ví dụ 102) và dòng nhiên liệu (ví dụ 104) để tạo thành dòng đốt thể khí. Theo phương án này, dòng đốt thể khí thường bao gồm cacbon đioxit và nước. Cacbon đioxit cùng với nitơ được tạo ra là sản phẩm phụ trong ASU có thể được nén và/hoặc được phun vào trong tầng chứa (ví dụ, 124, 174) để tạo thuận lợi cho việc sản xuất hydrocacbon. Tuy nhiên, có thể tạo ra dòng đốt thể khí và/hoặc dòng khí được nén nhờ sử dụng bất cứ cơ cấu thích hợp nào để thỏa mãn tiêu chuẩn thiết kế của ứng dụng cụ thể.

Tại khối 306 nhiệt được truyền từ dòng đốt thể khí vào dòng khí được nén. Sự truyền nhiệt thường dẫn tới dòng đốt thể khí được làm nguội đi và dòng khí được nén được làm nóng lên. Theo ít nhất một phương án, nhiệt được truyền nhờ sử dụng bộ trao đổi nhiệt (ví dụ 132), bộ trao đổi nhiệt có thể có bất cứ vật liệu thích hợp nào và/hoặc thiết bị có khả năng trao đổi nhiệt ở nhiệt độ cao như composit nền gốm (CMC), các bộ trao đổi nhiệt khí với khí bằng gốm, các thiết bị thu hồi bằng gốm có cánh phẳng chắc gọn và các hợp kim kim loại khác như Inconel để áp dụng ở áp suất thấp và các hợp kim được bền hóa bằng cách phân tán oxit khác nhau (ODS). Các lớp phủ khác nhau như lớp phủ chắn nhiệt (TBC) và lớp phủ chắn môi trường (EBC) cũng có thể được sử dụng cho các ứng dụng này. Các ví dụ cụ thể của các bộ trao đổi nhiệt thích hợp hiệu quả là các bộ trao đổi nhiệt ở nhiệt độ cao (PCHE, FPHE, H²X) được tạo ra từ quy trình gắn kết-khuếch tán và sử dụng các hợp kim đặc biệt như Inconel 617 để có thể hoạt động ở các nhiệt độ quy trình rất cao. Tuy nhiên, nhiệt có thể được truyền nhờ sử dụng bất cứ thiết bị thích hợp nào và/hoặc vật liệu thích hợp nào để thỏa mãn các yêu cầu thiết kế của ứng dụng cụ thể.

Tại khối 308 hệ thống tạo năng lượng thứ nhất, theo ít nhất một phương án, có thể bao gồm HRSG (ví dụ, 140), tuabin hơi (ví dụ, 150), bộ ngưng tụ thứ nhất (ví dụ, 154), bộ làm lạnh (ví dụ, 156), và/hoặc bộ ngưng tụ thứ hai (ví dụ, 164) thường được cung cấp để thu nhận dòng đốt thể khí được làm nguội đi và tạo ra ít nhất một đơn vị năng lượng/công, dòng nước (ví dụ, 160, 172) và/hoặc dòng CO₂ cơ bản thể khí được nén (ví dụ, 170).

Tại khối 310, dòng khí được nén được làm nóng lên có thể, nếu muốn để thỏa mãn tiêu chuẩn thiết kế, được làm nóng lên thêm nhờ buồng đốt bổ sung (ví dụ 186). Theo ít nhất một phương án, thiết bị trùng chỉnh (ví dụ 142) có thể được cung cấp để tạo thành hydro để sử dụng tiếp theo thành dòng nhiên liệu (ví dụ, dòng nhiên liệu điều chỉnh bổ sung 188) dẫn vào buồng đốt bổ sung. Theo phương án này, dòng đốt thể khí của buồng đốt bổ sung có thể về cơ bản không có cacbon đioxit - Như vậy, việc sử dụng thiết bị trùng chỉnh có thể làm giảm đáng kể khí thải không mong muốn liên quan đến đốt cháy.

Tại khối 312 hệ thống tạo năng lượng thứ hai có thể, ví dụ, gồm có quy trình chu trình kết hợp khí tự nhiên thông thường (NGCC) được thay đổi để tách khí hoàn toàn, có thể được cung cấp để tạo ra ít nhất một đơn vị năng lượng/công. Theo ít nhất một phương án, hệ thống tạo năng lượng thứ hai có thể bao gồm tuabin khí (ví dụ, 180), HRSG (ví dụ 162), tuabin hơi (ví dụ, 150), bộ ngưng tụ thứ nhất (ví dụ, 154), bộ làm lạnh (ví dụ, 156), và/hoặc SCR (ví dụ, 194) như minh họa, ví dụ, trong hệ thống tích hợp minh họa 100 của FIG.1A và/hoặc 200 của FIG.2A.

Tại khối 314 ít nhất một phần của dòng cacbon đioxit được tạo ra bất kỳ (ví dụ, 170") có thể được phun vào trong tầng chứa để tăng cường sản xuất hydrocacbon (ví dụ, EOR). Tương tự, ít nhất một phần nitơ được tạo ra (ví dụ 114) có thể được phun vào trong tầng chứa để tăng cường sản xuất hydrocacbon (ví dụ, thông qua sự duy trì áp suất).

Tại khối 316, ít nhất một phần của dòng cacbon đioxit đã được tạo ra bất kỳ (ví dụ, 170') có thể được tái tuần hoàn vào một thiết bị thích hợp như buồng đốt ví dụ, để điều hòa nhiệt độ đốt. Khối 318 là điểm ra của phương pháp 300.

Có thể hiểu rằng, hệ thống và các phương pháp đã bộc lộ nói chung cung cấp một quy trình thu hồi hydrocacbon hiệu suất cao, phát khí thải thấp với sự sản xuất năng lượng được tăng cường. Hơn nữa, theo một hoặc nhiều phương án, buồng đốt chính (ví dụ 102) có thể được thiết kế để sử dụng nhiên liệu có nhiệt trị BTU thấp với sự nhiễm CO₂ cao như thường được thấy trong khí của dự án EOR sau khi CO₂ đi qua. Theo một hoặc nhiều phương án, hydro có thể được thêm vào nhiên liệu có nhiệt trị BTU thấp để hỗ trợ tính ổn định ngọn lửa.

Trong khi sáng chế có thể chấp nhận các dạng biến đổi hoặc các phương án thay thế khác nhau, các phương án minh họa được thảo luận bên trên được thể hiện chỉ bằng ví dụ. Tuy nhiên, lại cần hiểu rằng sáng chế không bị giới hạn đối với các phương án cụ thể được bộc lộ ở đây. Thực vậy, sáng chế bao gồm tất cả các phương án thay thế, các biến đổi và các tương đương mà chúng vẫn nằm trong tinh thần và phạm vi các điểm yêu cầu bảo hộ đính kèm.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống, gồm có:

bộ phận tách khí được tạo kết cấu để tạo ra dòng oxy;

và để tạo ra dòng nitơ;

máy nén để tăng áp dòng nitơ;

buồng đốt chính được tạo kết cấu để thu nhận và đốt dòng nhiên liệu điều chỉnh chính và dòng oxy để tạo thành dòng đốt thể khí có cacbon đioxit và nước;

hệ thống tạo năng lượng thứ nhất được kết cấu để thu nhận dòng đốt thể khí và tạo thành ít nhất dòng cacbon đioxit về cơ bản ở thể khí được nén; trong đó ít nhất một phần dòng cacbon đioxit về cơ bản là thể khí được nén được phun vào trong tầng chứa;

hệ thống tạo năng lượng thứ hai được tạo kết cấu để thu nhận nhiệt năng từ dòng đốt thể khí và biến đổi nhiệt năng thành ít nhất một đơn vị năng lượng; và

bộ trao đổi nhiệt được tạo kết cấu để thu nhận dòng đốt thể khí, tách nhiệt năng từ dòng đốt thể khí, và chuyển nhiệt năng vào hệ thống tạo năng lượng thứ hai,

trong đó bộ trao đổi nhiệt chuyển nhiệt năng đến dòng khí tuabin được nén của hệ thống tạo năng lượng thứ hai để tạo thành dòng khí tuabin được nén được làm nóng.

2. Hệ thống theo điểm 1, trong đó hệ thống tạo năng lượng thứ hai còn bao gồm buồng đốt bổ sung được tạo kết cấu để thu nhận dòng khí tuabin được nén được làm nóng, thu nhận dòng nhiên liệu điều chỉnh bổ sung, và đốt dòng khí tuabin được nén được làm nóng với dòng nhiên liệu điều chỉnh bổ sung để tạo thành dòng xả từ buồng đốt.

3. Hệ thống theo điểm 2, trong đó hệ thống này còn bao gồm bộ giãn để thu nhận dòng xả từ buồng đốt, trong đó buồng đốt bổ sung được tạo kết cấu để cung cấp dòng xả từ buồng đốt đến bộ giãn ở nhiệt độ cơ bản bằng với nhiệt độ đầu vào hoạt động được ưu tiên của bộ giãn.

4. Hệ thống theo điểm 2, trong đó hệ thống này còn bao gồm bộ giãn để thu nhận dòng xả từ buồng đốt, trong đó dòng xả từ buồng đốt được cung cấp đến bộ giãn ở nhiệt độ nhỏ hơn nhiệt độ đầu vào hoạt động được ưu tiên của bộ giãn.
5. Hệ thống theo điểm 2, trong đó dòng nhiên liệu điều chỉnh chính và dòng nhiên liệu điều chỉnh bổ sung được cung cấp bởi nguồn nhiên liệu được phân chia đơn lẻ.
6. Hệ thống theo điểm 2, trong đó hệ thống này còn bao gồm thiết bị trùng chỉnh được tạo kết cấu để thu nhận hơi và nhiên liệu và còn được kết cấu để tạo thành hydro, trong đó ít nhất một phần của hydro được sử dụng cho dòng nhiên liệu điều chỉnh bổ sung.
7. Hệ thống theo điểm 6, trong đó một phần khác của hydro được giữ lại để bán lại.
8. Hệ thống theo điểm 1, trong đó hệ thống này còn bao gồm thiết bị trùng chỉnh được tạo kết cấu để thu nhận hơi và nhiên liệu và còn được tạo kết cấu để tạo thành hydro, trong đó ít nhất một phần của các sản phẩm của thiết bị trùng chỉnh, hydro, hoặc cả hai được dùng làm dòng nhiên liệu điều chỉnh chính.
9. Hệ thống theo điểm 1, trong đó dòng oxy được tạo áp trước khi đốt trong buồng đốt chính.
10. Hệ thống theo điểm 1, trong đó áp suất của dòng oxy cơ bản là bằng với áp suất khí quyển khi dòng oxy được thu nhận bởi buồng đốt chính.
11. Hệ thống theo điểm 1, trong đó hệ thống tạo năng lượng thứ hai bao gồm buồng đốt bổ sung được tạo kết cấu để thu nhận dòng nhiên liệu điều chỉnh bổ sung và dòng nhiên liệu điều chỉnh bổ sung được sản xuất từ tầng chứa duy trì áp suất.
12. Hệ thống theo điểm 1, trong đó ít nhất một phần của dòng cacbon đioxit về cơ bản là thể khí được nén được tuần hoàn trở lại vào buồng đốt chính.
13. Hệ thống theo điểm 12, trong đó khí thải từ ít nhất một nguồn bên ngoài được trộn với dòng cacbon đioxit về cơ bản là thể khí được nén.
14. Hệ thống theo điểm 1, trong đó dòng nhiên liệu điều chỉnh chính được sản xuất từ tầng chứa.

15. Hệ thống theo điểm 1, trong đó khí thải từ ít nhất một nguồn bên ngoài được trộn với dòng cacbon đioxit về cơ bản là thể khí được nén.

16. Hệ thống theo điểm 1, trong đó hệ thống tạo năng lượng thứ hai bao gồm:

máy nén được kết cấu để thu nhận nguồn khí và tạo thành dòng khí tuabin được nén;

bộ trao đổi nhiệt được kết cấu để thu nhận dòng đốt thể khí, tách nhiệt năng từ dòng đốt thể khí, và truyền nhiệt năng tới dòng khí tuabin được nén để tạo thành dòng khí tuabin được nén được làm nóng; và

bộ giãn được tạo kết cấu để thu nhận dòng khí tuabin được nén được làm nóng và tạo thành khí thải tuabin.

17. Hệ thống theo điểm 16, trong đó bộ trao đổi nhiệt là bộ trao đổi nhiệt bằng gốm và dòng khí tuabin được nén được làm nóng ở nhiệt độ cơ bản bằng với nhiệt độ đầu vào hoạt động ưu tiên của bộ giãn.

18. Hệ thống theo điểm 16, trong đó dòng khí tuabin nén được làm nóng ở nhiệt độ cơ bản nhỏ hơn so với nhiệt độ đầu vào hoạt động được ưu tiên của bộ giãn.

19. Hệ thống theo điểm 16, trong đó hệ thống này còn bao gồm buồng đốt bổ sung được tạo kết cấu để thu nhận dòng khí tuabin nén được làm nóng từ bộ trao đổi nhiệt, và làm tăng nhiệt độ của dòng khí tuabin nén được làm nóng nhờ đốt dòng nhiên liệu điều chỉnh bổ sung.

20. Hệ thống theo điểm 1, trong đó dòng nước được tạo thành từ nước của dòng đốt thể khí và dòng nước được phun vào trong tầng chứa để tăng cường thu hồi hydrocacbon.

21. Hệ thống theo điểm 20, trong đó dòng nước là dòng nước có độ mặn thấp.

22. Hệ thống theo điểm 1, trong đó dòng nước được tạo thành từ nước của dòng đốt thể khí và dòng nước được sử dụng trong sự kết nối với ít nhất một trong các hệ thống hơi, làm lạnh thiết bị, khoan, giếng làm việc.

23. Hệ thống theo điểm 1, trong đó dòng oxy gồm có không khí.

24. Phương pháp thu hồi hydrocacbon với sự sản xuất năng lượng phát khí thải thấp, phương pháp bao gồm các bước:

tạo dòng đốt thể khí có cacbon đioxit và nước;

tạo dòng khí được nén;

truyền nhiệt từ dòng đốt thể khí sang dòng khí được nén để tạo thành dòng đốt thể khí được làm nguội đi và dòng khí được nén được làm nóng;

sản xuất năng lượng, dòng nước, và dòng cacbon đioxit từ dòng đốt thể khí đã được làm nguội sử dụng hệ thống tạo năng lượng thứ nhất;

sản xuất năng lượng từ dòng khí được nén được làm nóng lên nhờ sử dụng hệ thống tạo năng lượng thứ hai; trong đó bước sản xuất năng lượng sử dụng hệ thống tạo năng lượng thứ hai bao gồm

sử dụng bộ trao đổi nhiệt mà thu nhận dòng đốt thể khí để tách nhiệt năng từ dòng đốt thể khí, và

và truyền nhiệt năng tới dòng khí tuabin được nén của hệ thống tạo năng lượng thứ hai để tạo thành dòng khí tuabin được nén được làm nóng; và

phun ít nhất một phần dòng cacbon đioxit vào trong tầng chứa để tăng cường sản xuất hydrocacbon; và

phun ít nhất một phần của dòng nitơ vào tầng chứa duy trì áp suất.

25. Phương pháp theo điểm 24, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước làm tăng nhiệt độ của dòng khí được nén được làm nóng trước khi sản xuất năng lượng từ hệ thống sản xuất năng lượng thứ hai.

26. Phương pháp theo điểm 25, trong đó nhiệt độ của dòng khí được nén được làm nóng được làm tăng lên nhờ sử dụng buồng đốt bổ sung.

27. Phương pháp theo điểm 26, trong đó buồng đốt bổ sung được tạo kết cấu để thu nhận và đốt nguồn nhiên liệu hydro được sản xuất bởi thiết bị trùng chỉnh.

28. Phương pháp theo điểm 24, trong đó bước truyền nhiệt từ dòng đốt thể khí sang dòng khí được nén được thực hiện bởi bộ trao đổi nhiệt.
29. Phương pháp theo điểm 24, trong đó dòng đốt thể khí có cacbon đioxit và nước được tạo thành bởi buồng đốt chính để đốt hỗn hợp oxy và nhiên liệu.
30. Phương pháp theo điểm 29, trong đó oxy được tạo ra bởi bộ phận tách khí.
31. Phương pháp theo điểm 29, trong đó oxy được cung cấp dưới dạng không khí.
32. Phương pháp theo điểm 29, còn bao gồm bước tái tuần hoàn ít nhất một phần của dòng cacbon đioxit vào buồng đốt chính để điều hòa nhiệt độ đốt trong buồng đốt chính.

1/6

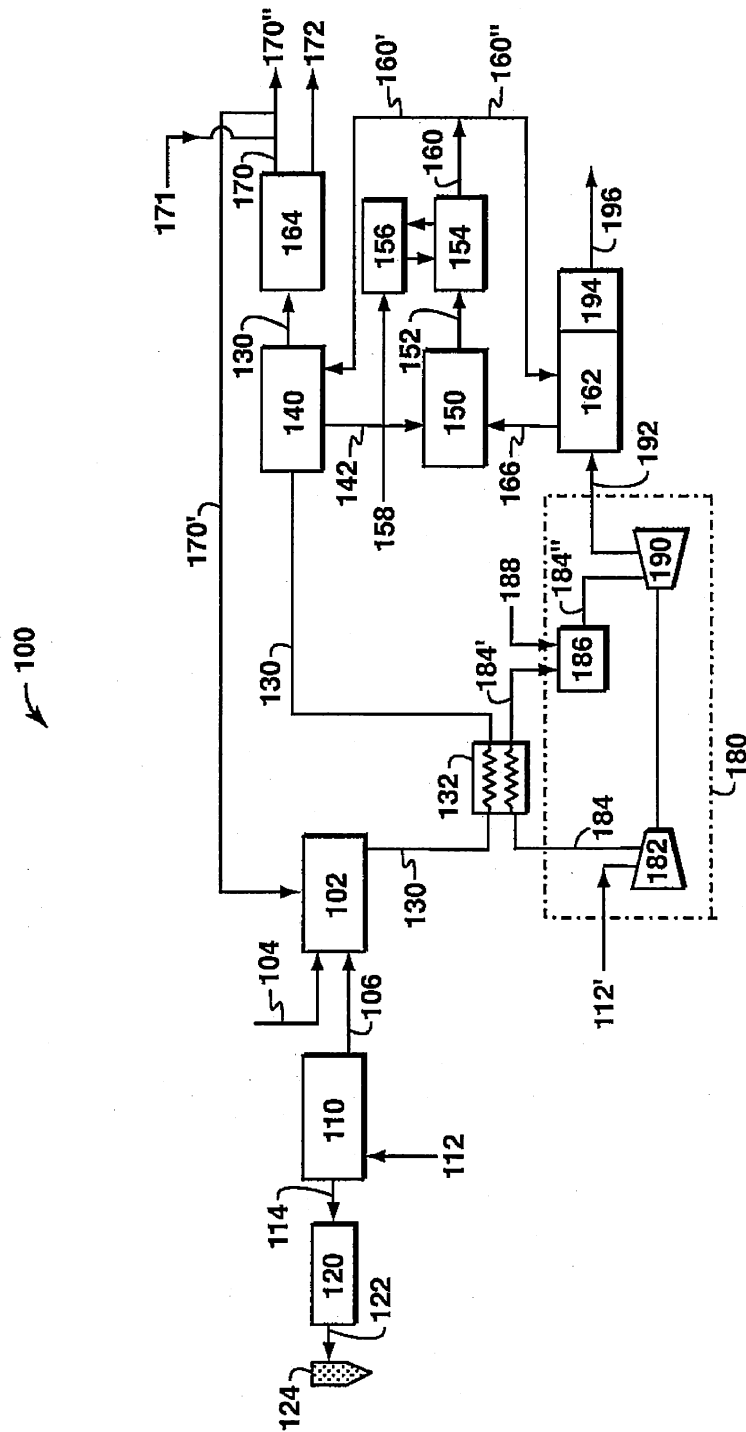
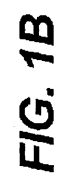


FIG. 1A



3/6

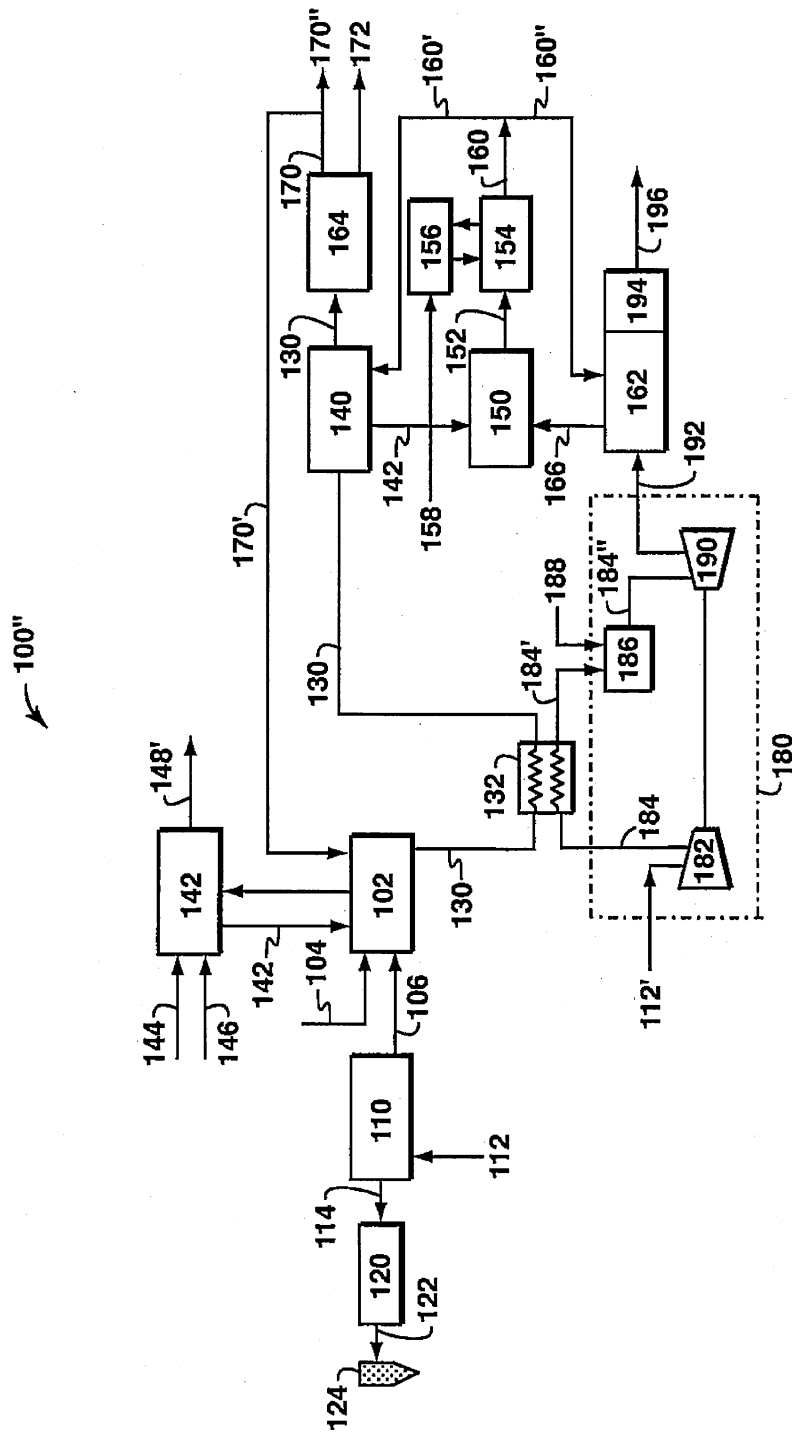


FIG. 1C

4/6

200

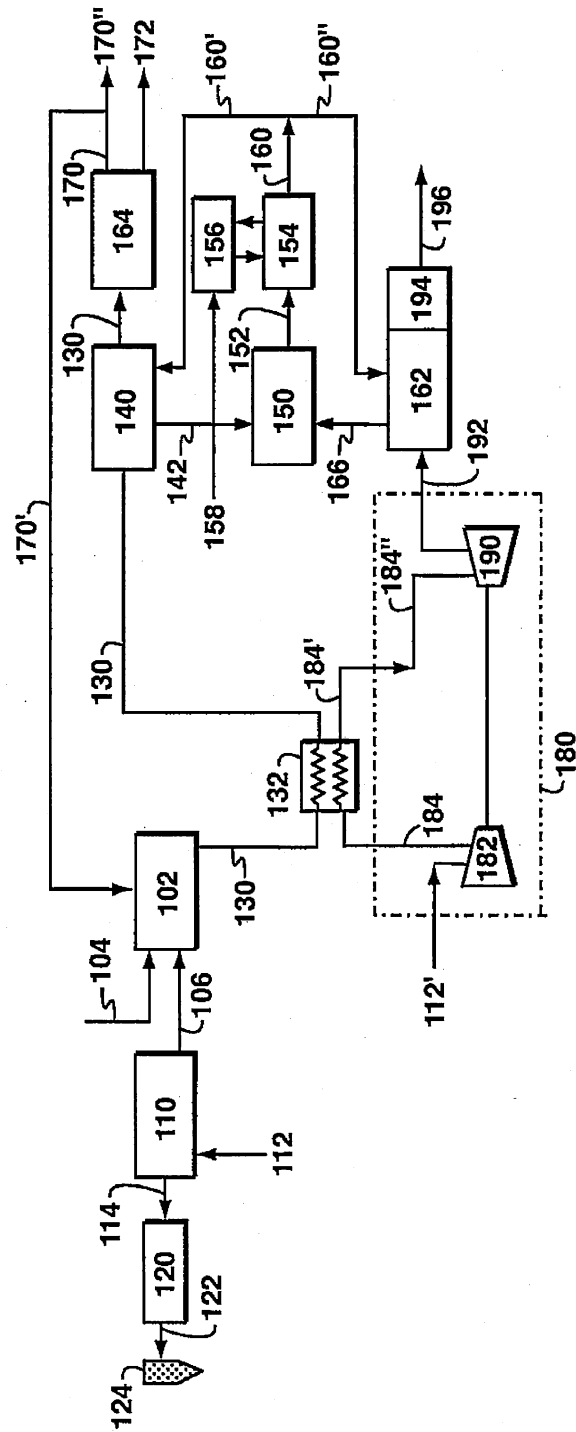


FIG. 2A



6/6

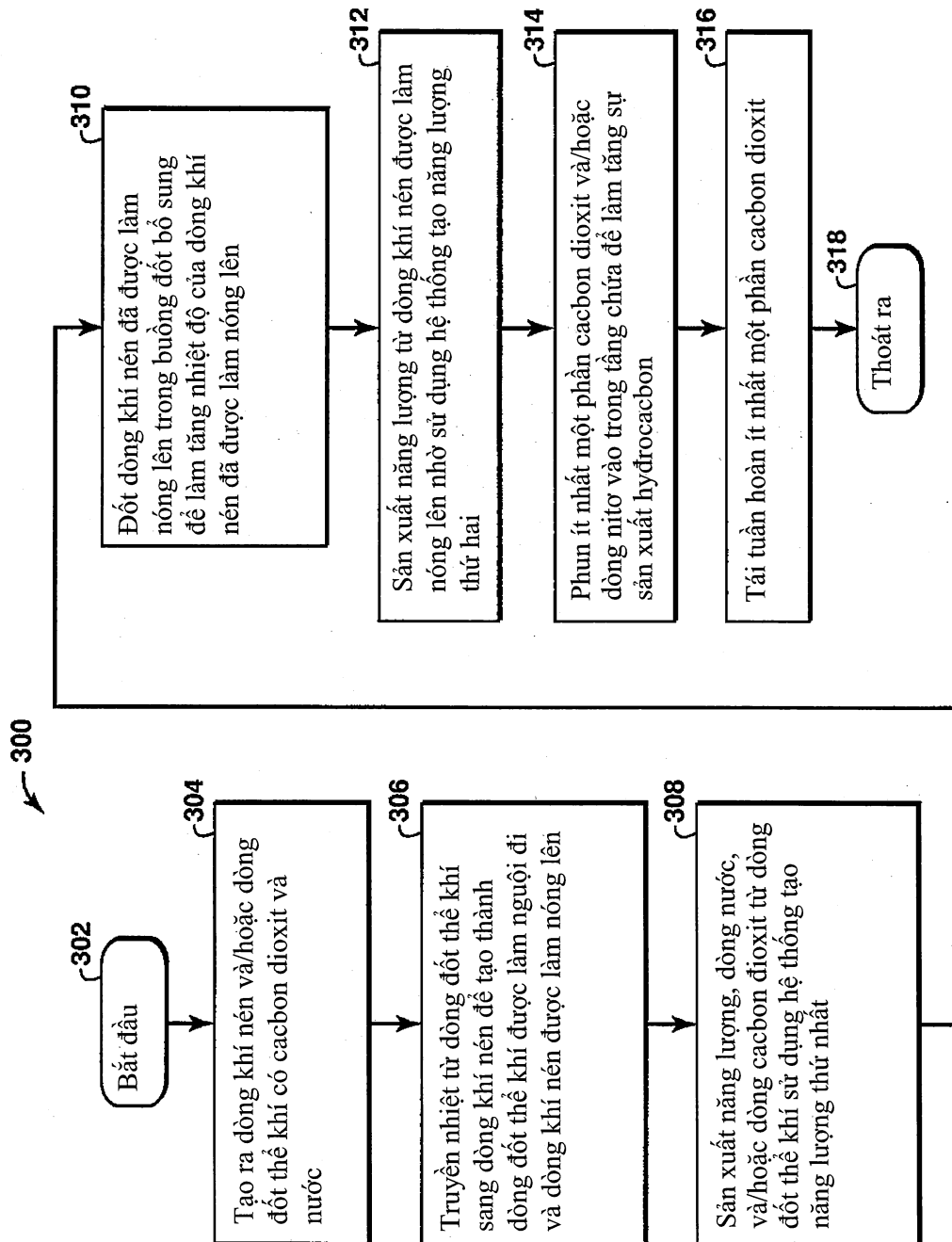


FIG. 3