



(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)



1-0033010

(51)⁸ C10J 3/84

(13) B

(21) 1-2018-04078

(22) 16/02/2017

(86) PCT/IB2017/050879 16/02/2017

(87) WO 2017/141186 24/08/2017

(30) 62/296,730 18/02/2016 US

(45) 25/08/2022 413

(43) 26/11/2018 368A

(73) 8 RIVERS CAPITAL, LLC (US)

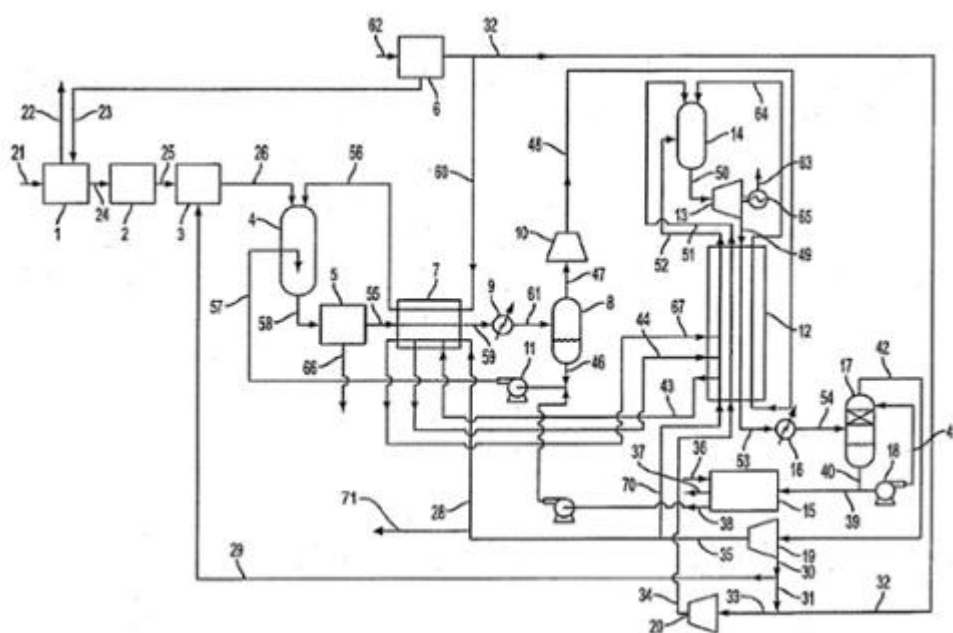
406 Blackwell Street, Durham, North Carolina 27701, United States of America

(72) Brock Alan FORREST (US); Xijia LU (CN).

(74) Công ty cổ phần tư vấn Trung Thực (TRUNG THUC.,JSC)

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP PHÁT ĐIỆN CÓ METAN HÓA

(57) Sáng chế đề cập tới hệ thống phát điện được làm thích ứng để phát điện hiệu quả cao có thu giữ cacbon bằng cách sử dụng hydrocacbon rắn hoặc lỏng hoặc nhiên liệu chứa cacbon. Cụ thể hơn, đầu tiên nhiên liệu rắn hoặc lỏng được oxy hóa một phần trong bình phản ứng oxy hóa một phần mà được tạo kết cấu để cấp dòng đầu ra được làm giàu lượng metan. Dòng oxy hóa một phần thu được có thể được làm nguội, lọc, làm nguội tiếp, và sau đó hướng vào buồng đốt của hệ thống phát điện như nhiên liệu đốt. Dòng oxy hóa một phần được kết hợp với dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén và oxy. Dòng đốt được giãn nở qua tuabin để tạo ra điện và đi qua bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt. Dòng CO₂ tái tuần hoàn được nén và đi qua bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt và tùy ý bộ trao đổi nhiệt POX theo cách hữu ích để tạo ra hiệu quả cao cho hệ thống kết hợp.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

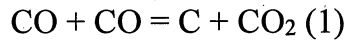
Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp phát điện, như điện năng. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp có thể tạo ra nhiên liệu có lượng metan tăng tiếp theo việc oxi hóa nhiên liệu một phần.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phương tiện phát điện thông thường bằng việc đốt nhiên liệu thông thường không thể đồng thời đạt được cả hai yêu cầu phát điện hiệu quả cao và thu giữ cacbon. Hạn chế này bị phóng đại khi sử dụng các nhiên liệu rắn trong phản ứng đốt do lượng chất rắn và khí nitơ tro còn lại trong dòng sản phẩm đốt. Do vậy, trong lĩnh vực kỹ thuật này có nhu cầu ngày càng phát triển về hệ thống và phương pháp phát điện hiệu quả cao cho phép giảm xả thải CO₂ và/hoặc nâng cao độ dễ khi cang hóa cacbon đioxit được sinh ra.

Trong lĩnh vực phát điện hiệu quả cao có thu giữ cacbon này, ấn phẩm bằng sáng chế Mỹ số 8.596.075 cấp cho Allam và các đồng tác giả, bộc lộ giải pháp nhờ đó mà nhiên liệu rắn như than, than non, cốc dầu mỏ hoặc sinh khối được khí hóa nhờ phản ứng với oxi và tùy ý với hơi trong bình phản ứng oxi hóa một phần vận hành ở áp suất và nhiệt độ đủ cao để cho phép chuyển đổi gần như hoàn toàn nhiên liệu rắn thành nhiên liệu khí chủ yếu bao gồm cacbon monoxit và hydro như các thành phần đốt được cùng với các tạp chất có nguồn gốc từ việc đốt, như H₂S, CS₂, cacbonyl sulfit (COS), HCN, và NH₃. Khí sản phẩm thuần được oxi hóa một phần được làm nguội, tro được tách, và tùy ý được nén để cho phép khí này được nạp như nhiên liệu vào trong buồng đốt của hệ thống phát điện. Áp suất vận hành của hệ thống oxi hóa một phần và hệ thống phát điện có thể ở mức không cần phải nén khí nhiên liệu. Buồng đốt trong hệ thống phát điện vận hành với lượng dư O₂ có mặt tiếp theo việc đốt, mà đảm bảo rằng nhiên liệu và các tạp chất có nguồn gốc từ việc đốt được chuyển đổi từ trạng thái khử sang các dạng được oxi hóa của chúng về cơ bản bao gồm SO₂ và NO. Bình phản ứng oxi hóa một phần có thể được trang bị các thành làm nguội kiểu bay hơi có dòng CO₂ tái tuần hoàn áp suất cao làm nguội khí sản phẩm oxi hóa một phần trước khi loại tro ở mức nhiệt độ khoảng 800°C. Hơn nữa việc làm nguội cho khí oxi hóa một phần đến khoảng 400°C là cần thiết để đảm bảo rằng tất cả các hạt tro mịn cùng với các thành phần vô cơ bay hơi bị rắn hóa được ngưng và lọc để ngăn chặn sự tích tụ chất rắn, ăn mòn, và

làm tắc thiết bị phía sau. Việc làm nguội khí oxi hóa một phần từ 800°C đến 400°C phải thực hiện trong bộ trao đổi nhiệt có các ống dành cho khí oxi hóa một phần áp suất cao mà chịu được ăn mòn do bụi kim loại do phản ứng tạo cacbon Boudouard và áp suất riêng phần của CO cao trong khí oxi hóa một phần. Điều này được thể hiện dưới đây trong Công thức (1).



Các ống phải được thiết kế để cho phép rửa nước theo định kỳ để loại bỏ các cặn chất rắn có nguồn gốc từ việc ngưng của các thành phần vô cơ bay hơi có mặt trong các nhiên liệu rắn, cụ thể là than và than non.

Cho dù có các tiến bộ, song hệ thống và phương pháp bộc lộ trong ấn phẩm nêu trên vẫn không đưa ra được giải pháp ưu việt nhất đối với các vấn đề nảy sinh khi sử dụng các nhiên liệu rắn làm nhiên liệu đốt để phát điện. Do đó, vẫn có nhu cầu đối với hệ thống và phương pháp mà đốt các nhiên liệu rắn hiệu quả cao có thu giữ cacbon.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp phát điện trong đó nhiên liệu rắn hoặc lỏng có thể được oxi hóa một phần, và dòng oxi hóa một phần có thể được đưa đến hệ thống phát điện. Cụ thể hơn, sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp có thể được tạo kết cấu sao cho dòng oxi hóa một phần được làm giàu theo lượng metan.

Theo một hoặc nhiều phương án, sáng chế đề xuất phương pháp phát điện bằng cách sử dụng sự kết hợp giữa hệ thống oxi hóa một phần (POX - Partial Oxidation) và hệ thống phát điện (PPS - Power Production System), phương pháp bao gồm các bước: kết hợp nhiên liệu rắn hoặc lỏng, oxy, và chất xúc tác trong bình phản ứng POX ở các điều kiện đủ để oxi hóa một phần nhiên liệu và tạo ra dòng POX bao gồm khí nhiên liệu chứa metan; làm nguội dòng POX đến nhiệt độ khoảng 500°C hoặc thấp hơn; tách một hoặc nhiều chất rắn, các kim loại nóng chảy, và khí axit ra khỏi dòng POX; đưa dòng POX đến bộ trao đổi nhiệt POX và rút nhiệt lượng ra khỏi dòng POX bằng cách làm nguội dòng POX đến nhiệt độ khoảng 100°C hoặc thấp hơn ngược với dòng làm nguội và tạo ra dòng khí nhiên liệu POX; cho dòng khí nhiên liệu POX đi qua bình tách và tách ít nhất một phần nước bất kỳ có mặt trong dòng khí nhiên liệu POX; nén dòng khí nhiên liệu POX đến áp suất khoảng 12MPa hoặc lớn hơn; đốt khí nhiên liệu POX trong bộ đốt PPS để tạo ra dòng sản phẩm đốt ở áp suất thấp nhất khoảng 10MPa và nhiệt độ thấp nhất khoảng 800°C; và giãn nở dòng sản

phẩm đốt qua tuabin PPS để phát điện và tạo ra dòng sản phẩm đốt PPS đã giãn nở; trong đó dòng khí nhiên liệu POX mà được tạo áp lực có lượng metan khoảng 20% hoặc lớn hơn theo thể tích, tốt hơn là lượng metan vào khoảng 30% hoặc lớn hơn, khoảng 50% hoặc lớn hơn, khoảng 60% hoặc lớn hơn, khoảng 70% hoặc lớn hơn, khoảng 80% hoặc lớn hơn, khoảng 90% hoặc lớn hơn, hoặc khoảng 95% hoặc lớn hơn theo thể tích dựa trên thể tích tổng của dòng khí nhiên liệu POX.

Trong các phương án tiếp theo, phương pháp phát điện có thể được các định liên quan đến một hoặc nhiều dấu hiệu nữa, mà có thể được kết hợp theo trình tự và số lượng bất kỳ.

Chất xúc tác có thể được chọn từ nhóm bao gồm kim loại kiềm, kim loại kiềm thổ, kim loại chuyển tiếp, các hợp chất của chúng, các phức chất của chúng, và các hỗn hợp của chúng.

Bình phản ứng POX có thể được vận hành ở nhiệt độ vào khoảng 1000°C hoặc thấp hơn, tốt hơn là khoảng 800°C hoặc thấp hơn, hoặc khoảng 600°C hoặc thấp hơn.

Phương pháp có thể còn bao gồm bước bổ sung hơi vào bình phản ứng POX.

Việc làm nguội dòng POX từ bình phản ứng POX có thể bao gồm bước đưa dòng POX qua bộ làm nguội đối lưu ngược với dòng làm nguội, tốt hơn là dòng làm nguội này có thể bao gồm một hoặc nhiều: dòng chất lưu tái chế áp suất cao rút ra từ và quay trở về PPS; hơi nước áp suất cao; hơi nitơ; dòng hơi có áp suất cao chứa O_2 và CO_2 ; hơi của nguồn cấp nhiên liệu lỏng vào bình phản ứng POX; và hơi của khí nhiên liệu POX nguội và sạch.

Chất rắn tách ra khỏi dòng POX có thể bao gồm một hoặc nhiều hạt tro, xỉ và chất xúc tác chưa phản ứng.

Bước tách một hoặc nhiều chất rắn, các kim loại nóng chảy, và khí axit ra khỏi dòng POX có thể bao gồm bước đưa dòng POX qua bộ lọc hạt và tháp lọc nước.

Trước khi thực hiện bước đưa dòng POX đến bộ trao đổi nhiệt POX, phương pháp có thể bao gồm bước đưa ít nhất một phần dòng POX qua bình phản ứng dịch chuyển khí nước có xúc tác được tạo kết cấu để chuyển đổi CO và H_2O trong dòng POX thành CO_2 và H_2 .

Khí nhiên liệu POX ra khỏi bình phản ứng dịch chuyển khí nước có xúc tác có thể có tỷ lệ H_2 so với CO nằm trong khoảng từ 5:1 đến 1:1.

Trước khi thực hiện bước đưa dòng POX đến bộ trao đổi nhiệt POX, phương pháp có thể bao gồm bước đưa ít nhất một phần dòng POX qua bình phản ứng thủy phân cacbonyl sulfit (COS) được tạo kết cấu để chuyển đổi COS thành H_2S .

Dòng POX đi qua bộ trao đổi nhiệt POX có thể được làm nguội ngược với dòng làm nguội bao gồm một hoặc nhiều dòng trong số: dòng chất lưu tái chế áp suất cao rút ra từ và quay trở về PPS; hơi nước áp suất cao; hơi nitơ; dòng hơi có áp suất cao chứa O_2 và CO_2 ; hơi của nguồn cấp nhiên liệu lỏng vào bình phản ứng POX; và hơi của khí nhiên liệu POX nguội và sạch.

Trước khi thực hiện bước nén dòng khí nhiên liệu POX đến áp suất khoảng 12MPa hoặc lớn hơn, ít nhất một phần dòng khí nhiên liệu POX có thể được đi qua một hoặc cả hai cụm loại thủy ngân và cụm loại khí axit.

Ít nhất một phần dòng khí nhiên liệu POX có thể được đi qua hệ thống hấp phụ tầng cacbon, không ngâm trong sulfua, có hoạt tính được tạo kết cấu để loại bỏ thủy ngân ra khỏi khí nhiên liệu POX.

Ít nhất một phần dòng khí nhiên liệu POX có thể được đi qua cụm loại khí axit được tạo kết cấu để loại bỏ một phần hoặc gần như toàn bộ ít nhất là một trong số H_2S và CO_2 ra khỏi dòng khí nhiên liệu POX.

Trước khi thực hiện bước nén dòng khí nhiên liệu POX đến áp suất khoảng 12MPa hoặc lớn hơn, ít nhất một phần dòng khí nhiên liệu POX có thể được đi qua cụm metan hóa được tạo kết cấu để chuyển đổi CO và H_2 thành CH_4 và H_2O .

Cụm metan hóa có thể là cụm xúc tác, và theo tùy ý việc metan hóa có thể được thực hiện bằng cách sử dụng chất xúc tác trên cơ sở nikel.

Khí nhiên liệu POX ra khỏi cụm metan hóa có thể có lượng metan vào khoảng 75% hoặc lớn hơn theo thể tích.

Cụm metan hóa có thể sinh nhiệt từ phản ứng metan hóa tỏa nhiệt, và nhiệt được sinh ra này có thể được hấp thụ bằng cách đưa khí nhiên liệu POX ra khỏi cụm metan hóa qua bộ trao đổi nhiệt sau metan hóa ngược với dòng làm nguội, tốt hơn là dòng làm nguội này có thể bao gồm một hoặc nhiều: dòng chất lưu tái chế áp suất cao rút ra từ và quay trở về PPS; hơi nước áp suất cao; hơi nitơ; dòng hơi có áp suất cao chứa O_2 và CO_2 ; hơi của nguồn cấp nhiên liệu lỏng vào bình phản ứng POX; và hơi của khí nhiên liệu POX nguội và sạch.

Phương pháp có thể bao gồm bước đưa dòng khí nhiên liệu POX từ cụm metan hóa đến thiết bị tách trong đó ít nhất một phần nước bất kỳ tạo ra trong bình phản ứng metan hóa được loại bỏ.

Sau khi thực hiện bước nén dòng khí nhiên liệu POX đến áp suất khoảng 12MPa hoặc lớn hơn và trước khi thực hiện bước đốt khí nhiên liệu POX trong buồng đốt PPS, phương pháp có thể bao gồm bước làm nóng khí nhiên liệu POX đã nén bằng cách đưa đi qua bộ trao đổi nhiệt POX.

Phương pháp có thể còn bao gồm bước: đưa dòng sản phẩm đốt PPS đã giãn nở đi qua bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt PPS và nhờ đó rút nhiệt ra khỏi dòng sản phẩm đốt PPS và tạo ra dòng sản phẩm đốt PPS đã nguội; tùy ý đưa dòng sản phẩm đốt PPS đã nguội qua bộ làm nguội bằng nước; xử lý dòng sản phẩm đốt PPS đã nguội trong tháp rửa PPS để tạo ra dòng CO₂ tái tuần hoàn bằng cách loại bỏ gần như toàn bộ các thành phần không phải CO₂; và tăng áp dòng CO₂ tái tuần hoàn trong máy nén PPS để tạo ra dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén.

Theo một hoặc nhiều phương án, sáng chế đặc biệt đề xuất hệ thống oxi hóa một phần (POX) và hệ thống phát điện (PPS) kết hợp. Ví dụ, hệ thống này có thể bao gồm: bình phản ứng POX xúc tác được làm thích ứng để oxi hóa một phần nhiên liệu rắn hoặc lỏng với sự có mặt của oxy, chất xúc tác, và tùy ý với hơi để tạo ra dòng POX bao gồm khí nhiên liệu; một hoặc nhiều thành phần được làm thích ứng để làm nguội dòng POX; bộ trao đổi nhiệt POX được làm thích ứng để rút nhiệt ra khỏi dòng POX và xả ra khí nhiên liệu POX đã nguội; cụm loại thủy ngân tùy ý; cụm loại khí axit tùy ý; cụm metan hóa tùy ý; bộ trao đổi nhiệt sau metan hóa tùy ý được tạo kết cấu để rút nhiệt từ dòng ra khỏi cụm metan hóa; máy nén được làm thích ứng để nén khí nhiên liệu POX đến áp suất khoảng 10MPa hoặc lớn hơn; buồng đốt PPS được làm thích ứng để đốt khí nhiên liệu POX với sự có mặt của oxy và dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén và tạo ra dòng sản phẩm đốt PPS ở áp suất khoảng 10MPa hoặc lớn hơn; tuabin được làm thích ứng để giãn nở dòng sản phẩm đốt PPS và phát điện trong máy phát điện liên kết; bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt được làm thích ứng để rút nhiệt ra khỏi dòng sản phẩm đốt PPS đã giãn nở và bổ sung nhiệt vào dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén; máy nén PPS được làm thích ứng để nén dòng CO₂ tái tuần hoàn đến áp suất khoảng 10MPa hoặc lớn hơn và tạo ra dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén; các thành phần dòng tùy ý được làm thích ứng để hướng một phần của dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén đến bộ trao đổi nhiệt POX; các thành phần dòng tùy ý được làm thích ứng để hướng một phần của

dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén đến bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt PPS; và các thành phần dòng tùy ý được làm thích ứng để hướng dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén từ bộ trao đổi nhiệt POX đến bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt PPS.

Sáng chế bao gồm nhưng không bị giới hạn ở, các phương án tiếp theo:

Phương án 1: Phương pháp phát điện bằng cách sử dụng sự kết hợp giữa hệ thống oxi hóa một phần (POX) và hệ thống phát điện (PPS), phương pháp bao gồm các bước: kết hợp nhiên liệu rắn hoặc lỏng, oxy, và chất xúc tác trong bình phản ứng POX ở các điều kiện đủ để oxi hóa một phần nhiên liệu và tạo ra dòng POX bao gồm metan làm nguội dòng POX đến nhiệt độ khoảng 500°C hoặc thấp hơn; tách một hoặc nhiều trong số chất rắn, các kim loại nóng chảy, và khí axit ra khỏi dòng POX; đưa dòng POX đến bộ trao đổi nhiệt POX và rút nhiệt lượng ra khỏi dòng POX bằng cách làm nguội dòng POX đến nhiệt độ khoảng 100°C hoặc thấp hơn ngược với dòng làm nguội và tạo ra dòng khí nhiên liệu POX bao gồm metan; đưa dòng khí nhiên liệu POX đi qua bình tách và tách ít nhất một phần nước bất kỳ có mặt trong dòng khí nhiên liệu POX; nén dòng khí nhiên liệu POX đến áp suất khoảng 12MPa hoặc lớn hơn; đốt khí nhiên liệu POX trong bộ đốt PPS để tạo ra dòng sản phẩm đốt ở áp suất thấp nhất khoảng 10MPa và nhiệt độ thấp nhất khoảng 800°C; và giãn nở dòng sản phẩm đốt qua tuabin PPS để phát điện và tạo ra dòng sản phẩm đốt PPS đã giãn nở; trong đó dòng khí nhiên liệu POX mà được nén đến áp suất khoảng 12MPa hoặc lớn hơn có lượng metan khoảng 20% hoặc lớn hơn theo thể tích dựa trên thể tích tổng của dòng khí nhiên liệu POX.

Phương án 2: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó chất xúc tác được dùng trong bình phản ứng POX được chọn từ nhóm bao gồm kim loại kiềm, kim loại kiềm thổ, kim loại chuyển tiếp, các hợp chất của chúng, các phức chất của chúng, và các hỗn hợp của chúng.

Phương án 3: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó bình phản ứng POX được vận hành ở nhiệt độ vào khoảng 1000°C hoặc thấp hơn.

Phương án 4: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó phương pháp còn bao gồm bước bổ sung hơi vào bình phản ứng POX.

Phương án 5: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó bước làm nguội dòng POX từ bình phản ứng POX bao gồm việc đưa dòng POX qua bộ làm nguội đối lưu ngược với dòng làm nguội.

Phương án 6: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó dòng làm nguội bao gồm một hoặc nhiều dòng trong số: dòng chất lưu tái chế áp suất cao rút ra từ và quay trở về PPS; hơi nước áp suất cao; hơi nitơ; hơi của nguồn cấp nhiên liệu lỏng vào bình phản ứng POX; dòng hơi có áp suất cao chứa O_2 và CO_2 ; và hơi của khí nhiên liệu POX nguội và sạch.

Phương án 7: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó chất rắn tách ra khỏi dòng POX bao gồm một hoặc nhiều hạt tro, xỉ và chất xúc tác chưa phản ứng.

Phương án 8: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó bước tách một hoặc nhiều chất rắn, các kim loại nóng chảy, và khí axit ra khỏi dòng POX bao gồm việc đưa dòng POX qua bộ lọc hạt và tháp lọc nước.

Phương án 9: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó trước khi thực hiện bước đưa dòng POX đến bộ trao đổi nhiệt POX, phương pháp bao gồm bước đưa ít nhất một phần dòng POX qua bình phản ứng dịch chuyển khí nước có xúc tác được tạo kết cấu để chuyển đổi CO và H_2O trong dòng POX thành CO_2 và H_2 .

Phương án 10: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó khí nhiên liệu POX ra khỏi bình phản ứng dịch chuyển khí nước có xúc tác có tỷ lệ H_2 so với CO vào khoảng 5:1 đến khoảng 1:1.

Phương án 11: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó trước khi thực hiện bước đưa dòng POX đến bộ trao đổi nhiệt POX, phương pháp bao gồm bước đưa ít nhất một phần dòng POX qua bình phản ứng thủy phân cacbonyl sulfit (COS) được tạo kết cấu để chuyển đổi COS thành H_2S .

Phương án 12: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó dòng POX đi qua bộ trao đổi nhiệt POX được làm nguội ngược với dòng làm nguội bao gồm một hoặc nhiều dòng trong số: dòng chất lưu tái chế áp suất cao rút ra từ và quay trở về PPS; hơi nước áp suất cao; hơi nitơ; hơi của nguồn cấp nhiên liệu lỏng vào bình phản ứng POX; dòng hơi có áp suất cao chứa O_2 và CO_2 ; và hơi của khí nhiên liệu POX nguội và sạch.

Phương án 13: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó trước khi nén dòng khí nhiên liệu POX đến áp suất khoảng

12MPa hoặc lớn hơn, ít nhất một phần dòng khí nhiên liệu POX được đi qua một hoặc cả hai cụm loại thủy ngân và cụm loại khí axit.

Phương án 14: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó ít nhất một phần dòng khí nhiên liệu POX được đi qua hệ thống hấp phụ tầng cacbon, không ngâm trong sulfua, có hoạt tính được tạo kết cấu để loại bỏ thủy ngân ra khỏi khí nhiên liệu POX.

Phương án 15: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó ít nhất một phần dòng khí nhiên liệu POX được đi qua cụm loại khí axit được tạo kết cấu để loại bỏ một phần hoặc gần như toàn bộ ít nhất là một trong số H_2S và CO_2 ra khỏi dòng khí nhiên liệu POX.

Phương án 16: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó trước khi thực hiện bước nén dòng khí nhiên liệu POX đến áp suất khoảng 12MPa hoặc lớn hơn, ít nhất một phần dòng khí nhiên liệu POX được đi qua cụm metan hóa được tạo kết cấu để chuyển đổi CO và H_2 thành CH_4 và H_2O .

Phương án 17: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó cụm metan hóa là cụm xúc tác, và tùy ý trong đó metan hóa được thực hiện bằng cách sử dụng chất xúc tác trên cơ sở nikel.

Phương án 18: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó khí nhiên liệu POX ra khỏi cụm metan hóa có lượng metan vào khoảng 50% hoặc lớn hơn theo thể tích.

Phương án 19: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, bao gồm bước đưa khí nhiên liệu POX ra khỏi cụm metan hóa qua bộ trao đổi nhiệt sau metan hóa ngược với dòng làm nguội, tùy ý trong đó dòng làm nguội bao gồm một hoặc nhiều dòng trong số: dòng chất lưu tái chế áp suất cao rút ra từ và quay trở về PPS; hơi nước áp suất cao; hơi nitơ; dòng hơi có áp suất cao chứa O_2 và CO_2 ; hơi của nguồn cấp nhiên liệu lỏng vào bình phản ứng POX; và hơi của khí nhiên liệu POX nguội và sạch.

Phương án 20: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, bao gồm đưa dòng khí nhiên liệu POX đi từ cụm metan hóa đến thiết bị tách trong đó ít nhất một phần nước bất kỳ tạo ra trong bình phản ứng metan hóa được loại bỏ.

Phương án 21: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó sau khi nén dòng khí nhiên liệu POX đến áp suất khoảng 12MPa hoặc lớn hơn và trước khi đốt khí nhiên liệu POX trong buồng đốt PPS, phương pháp còn bao gồm bước làm nóng khí nhiên liệu POX đã nén bằng cách đưa đi qua bộ trao đổi nhiệt POX;

Phương án 22: Phương pháp theo phương án nêu trên bất kỳ hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó phương pháp còn bao gồm bước: đưa dòng sản phẩm đốt PPS đã giãn nở đi qua bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt PPS và nhờ đó rút nhiệt ra khỏi dòng sản phẩm đốt PPS và tạo ra dòng sản phẩm đốt PPS đã nguội; tùy ý đưa dòng sản phẩm đốt PPS đã nguội đi qua bộ làm nguội bằng nước; xử lý dòng sản phẩm đốt PPS đã nguội trong tháp rửa PPS để tạo ra dòng CO₂ tái tuần hoàn bằng cách loại bỏ gần như toàn bộ các thành phần không phải CO₂; và tăng áp dòng CO₂ tái tuần hoàn trong máy nén PPS để tạo ra dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén.

Phương án 23: Hệ thống oxi hóa một phần (POX) và hệ thống phát điện (PPS) kết hợp bao gồm: bình phản ứng POX xúc tác được làm thích ứng để oxi hóa một phần nhiên liệu rắn hoặc lỏng với sự có mặt của oxy, chất xúc tác, và tùy ý với hơi để tạo ra dòng POX bao gồm metan; một hoặc nhiều thành phần được làm thích ứng để làm nguội dòng POX; bộ trao đổi nhiệt POX được làm thích ứng để rút nhiệt ra khỏi dòng POX và xả ra khí nhiên liệu POX đã nguội; máy nén được làm thích ứng để nén khí nhiên liệu POX đến áp suất khoảng 10MPa hoặc lớn hơn; buồng đốt PPS được làm thích ứng để đốt khí nhiên liệu POX với sự có mặt của oxy và dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén và tạo ra dòng sản phẩm đốt PPS ở áp suất khoảng 10MPa hoặc lớn hơn; tuabin được làm thích ứng để giãn nở dòng sản phẩm đốt PPS và phát điện trong máy phát điện liên kết; bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt được làm thích ứng để rút nhiệt ra khỏi dòng sản phẩm đốt PPS đã giãn nở và bổ sung nhiệt vào dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén; và máy nén PPS được làm thích ứng để nén dòng CO₂ tái tuần hoàn đến áp suất khoảng 10MPa hoặc lớn hơn và tạo ra dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén.

Phương án 24: Hệ thống oxi hóa một phần (POX) và hệ thống phát điện (PPS) kết hợp theo theo phương án bất kỳ nêu trên hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó hệ thống này còn bao gồm cụm loại thủy ngân.

Phương án 25: Hệ thống oxi hóa một phần (POX) và hệ thống phát điện (PPS) kết hợp theo theo phương án bất kỳ nêu trên hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó hệ thống này còn bao gồm cụm loại khí axit.

Phương án 26: Hệ thống oxi hóa một phần (POX) và hệ thống phát điện (PPS) kết hợp theo theo phương án bất kỳ nêu trên hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó hệ thống này còn bao gồm cụm metan hóa.

Phương án 27: Hệ thống oxi hóa một phần (POX) và hệ thống phát điện (PPS) kết hợp theo theo phương án bất kỳ nêu trên hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó hệ thống này còn bao gồm bộ trao đổi nhiệt sau metan hóa được tạo kết cấu để rút nhiệt từ dòng ra khỏi cụm metan hóa.

Phương án 28: Hệ thống oxi hóa một phần (POX) và hệ thống phát điện (PPS) kết hợp theo theo phương án bất kỳ nêu trên hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó hệ thống này còn bao gồm các thành phần dòng được làm thích ứng để hướng một phần của dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén đến bộ trao đổi nhiệt POX.

Phương án 29: Hệ thống oxi hóa một phần (POX) và hệ thống phát điện (PPS) kết hợp theo theo phương án bất kỳ nêu trên hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó hệ thống này còn bao gồm các thành phần dòng được làm thích ứng để hướng một phần của dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén đến bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt PPS.

Phương án 30: Hệ thống oxi hóa một phần (POX) và hệ thống phát điện (PPS) kết hợp theo theo phương án bất kỳ nêu trên hoặc bổ sung cho phương án nêu trên, trong đó hệ thống này còn bao gồm các thành phần dòng được làm thích ứng để hướng dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén từ bộ trao đổi nhiệt POX đến bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt PPS.

Các dấu hiệu, khía cạnh, ưu điểm nêu trên và khác nữa của sáng chế rõ trở nên rõ ràng sau khi đọc phần mô tả chi tiết dưới đây cùng với các hình vẽ kèm theo, mà được mô tả vắn tắt dưới đây. Sáng chế gồm tổ hợp bất kỳ của hai, ba, bốn hoặc nhiều phương án nêu trên cũng như các tổ hợp của hai, ba, bốn hoặc nhiều dấu hiệu hoặc chi tiết bất kỳ nêu trong bản mô tả này, không phụ thuộc việc có hay không dấu hiệu hoặc chi tiết này được kết hợp một cách rõ ràng trong phần mô tả phương án cụ thể này. Bản mô tả này nên được đọc một cách tổng quát khiến cho theo các khía cạnh và các phương án bất kỳ thì dấu hiệu hoặc chi tiết tách biệt bất kỳ của sáng chế sẽ được coi là có thể kết hợp được trừ khi ngữ cảnh chỉ ra rõ ràng theo cách khác.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Do đó, sáng chế được mô tả theo các thuật ngữ chung có dựa vào cách hình vẽ kèm theo mà không nhất thiết phải vẽ theo đúng tỷ lệ, và trong đó:

FIG.1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện phương án làm ví dụ minh họa của hệ thống POX và PPS kết hợp theo sáng chế trong đó PPS phát điện bằng cách sử dụng khí nhiên liệu có nguồn gốc từ việc oxi hóa một phần hydrocacbon lỏng hoặc rắn hoặc nhiên liệu chứa cacbon trong hệ thống POX; và

FIG.2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện phương án làm ví dụ minh họa của hệ thống POX mà có thể được kết hợp với PPS, trong đó hệ thống POX được tạo kết cấu để tạo ra dòng nhiên liệu được làm giàu metan.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả đầy đủ hơn có dựa vào các phương án khác nhau. Các phương án này được thực hiện khiến cho phần mô tả sáng chế sẽ đầy đủ và hoàn thiện, và sẽ chuyển tải đầy đủ phạm vi của sáng chế cho người có hiểu biết trung bình trung bình trong lĩnh vực. Thực vậy, sáng chế có thể được thực hiện theo nhiều dạng khác nhau và không được xây dựng như bị giới hạn ở các phương án nêu trong bản mô tả này; thực ra các phương án này được thực hiện để bản mô tả này đáp ứng các yêu cầu về luật pháp hiện hành. Khi dùng trong bản mô tả này (kể các trong các yêu cầu bảo hộ kèm theo), các dạng số ít “một”, “một chiếc”, “một cái”, bao hàm có viện dẫn đến số nhiều trừ khi ngữ cảnh chỉ rõ theo cách khác.

Hệ thống và phương pháp theo sáng chế được làm thích ứng để đạt được việc oxi hóa một phần (POX) của nhiên liệu chứa cacbon, cụ thể là nhiên liệu rắn và/hoặc nhiên liệu lỏng. Các ví dụ không hạn chế về nhiên liệu có thể được sử dụng theo sáng chế bao gồm than, than non, cốc dầu mỏ, bitum, sinh khối, tảo, gỗ, phế thải rắn cháy được đã nghiền, nhựa đường, lớp đã sử dụng, dầu thô, các nhiên liệu lỏng chứa tro khác, và các nhiên liệu tương tự.

Việc oxi hóa một phần của nhiên liệu chứa cacbon trong bình phản ứng POX tạo ra dòng POX, mà có thể được xác định theo thành phần của dòng này. Cụ thể hơn, dòng POX có thể bao gồm khí nhiên liệu và tùy ý một hoặc nhiều tạp chất (các tạp chất oxi hóa được và các tạp chất không oxi hóa được). Dòng khí nhiên liệu POX (chứa ít nhất một phần các tạp chất hoặc gần như không chứa các tạp chất bất kỳ, cụ thể là các tạp chất không oxi hóa được) có thể được nạp vào buồng đốt trong hệ thống phát điện. Ví dụ, buồng đốt và hu trình phát điện liên quan mà có thể được kết hợp với hệ thống và phương pháp theo sáng chế đã được mô tả trong bằng sáng chế Mỹ số 8.596.075 cấp cho Allam và các đồng tác giả, nội

dung của nó được đưa vào đây bằng cách viện dẫn. Phương pháp của bằng sáng chế 8.596.075 đạt được việc phát điện bằng cách sử dụng chủ yếu CO₂ làm chất lưu công tác. Cụ thể hơn, phương pháp sử dụng tuabin mà giãn nở hỗn hợp của dòng CO₂ tái tuần hoàn áp suất cao và các sản phẩm đốt bắt nguồn từ việc đốt nhiên liệu. Oxy nguyên chất có thể được sử dụng làm chất oxi hóa trong quy trình đốt, và chất oxi hóa có thể được pha loãng với CO₂ tái tuần hoàn trước khi đi đến buồng đốt. Phần xả tuabin nóng được sử dụng để làm nóng trước một phần dòng CO₂ tái tuần hoàn áp suất cao. Dòng CO₂ tái tuần hoàn cũng được làm nóng bằng cách sử dụng nhiệt bổ sung mà không có nguồn gốc từ phần xả tuabin nóng. Ví dụ, năng lượng nén của nguồn cấp không khí của nhà máy sản xuất O₂ có thể được sử dụng. Tất cả nhiên liệu và các tạp chất có nguồn gốc từ việc đốt như các hợp chất chứa sulfua, NO, NO₂, CO₂, H₂O, Hg và các tạp chất tương tự được tách để loại bỏ mà không phát thải ra khí quyển.

Hệ thống và phương pháp theo sáng chế có thể khác biệt ở sự kết hợp giữa hệ thống POX và hệ thống phát điện (PPS). Chu trình phát điện được mô tả trong bằng sáng chế Mỹ số 8.596.075 là ví dụ minh họa rằng PPS có thể được sử dụng trong giải pháp do sáng chế đề xuất. Cụ thể hơn, dòng khí nhiên liệu POX có thể được nạp vào buồng đốt PPS như một phần hoặc toàn bộ dòng nhiên liệu dành cho buồng đốt. trong chu trình đốt áp suất cao, nói chung khí nhiên liệu ra khỏi dòng POX cần phải được nén đến áp suất cao theo yêu cầu trong buồng đốt của hệ thống phát điện. Ví dụ, dòng khí nhiên liệu POX có thể được nén trong máy nén đến áp suất khoảng 10MPa hoặc lớn hơn, khoảng 15MPa hoặc lớn hơn, khoảng 20MPa hoặc lớn hơn, hoặc khoảng 25MPa hoặc lớn hơn. Theo các phương án khác, áp suất có thể nằm trong khoảng từ 8MPa đến khoảng 50MPa, khoảng 15MPa đến khoảng 45MPa, hoặc khoảng 20MPa đến khoảng 40MPa.

Việc kết hợp giữa hệ thống POX và hệ thống PPS đã được bộc lộ trong bằng sáng chế Mỹ số 8.776.532 cấp cho Allam và các đồng tác giả, nội dung của nó được đưa vào đây bằng cách viện dẫn. Hệ thống và phương pháp theo sáng chế có thể kết hợp nhiều khía cạnh của hệ thống và phương pháp được mô tả trong bản mô tả này. Dòng khí nhiên liệu POX phát sinh từ phản ứng của oxy với nhiên liệu rắn hoặc lỏng có thể bao gồm các lượng chất rắn khác nhau và chất rắn nóng chảy có thể được loại bỏ trước khi nạp dòng khí nhiên liệu POX vào trong buồng đốt PPS. Cụ thể là, nếu cần dòng khí nhiên liệu POX có thể được làm nguội đến nhiệt độ trong đó tro và các vật liệu rắn khác có thể được loại bỏ. Điều này là có lợi để ngăn chặn sự nhiễm bẩn thiết bị phía sau trong hệ thống POX và PPS. Nhiệt được

giải phóng khi làm nguội dòng khí nhiên liệu POX có thể được truyền đến hệ thống phát điện để tối đa hóa hiệu suất tổng thể của hệ thống phát điện. Cụ thể hơn, nhiệt này có thể được sử dụng để làm nóng riêng phần ít nhất một phần chất lưu CO₂ tái tuần hoàn đang tuần hoàn trong chu trình phát điện sau khi làm nguội dòng sản phẩm đốt và trước khi nạp chất lưu CO₂ tái tuần hoàn về lại buồng đốt của hệ thống phát điện. Cụ thể hơn, nhiệt có thể được bổ sung vào chất lưu CO₂ tái tuần hoàn tiếp theo bước nén chất lưu CO₂ tái tuần hoàn. Theo ví dụ khác, nhiệt này có thể được sử dụng để làm nóng nhiên liệu hoặc thành phần của dòng cấp nhiên liệu trước khi đi vào bình phản ứng POX để giảm mức tiêu thụ oxy trong bình phản ứng POX. Tùy ý dòng nhiên liệu và/hoặc oxy đi vào bình phản ứng POX và/hoặc đi vào buồng đốt của hệ thống phát điện cũng có thể được làm nóng ngược với dòng POX làm nguội trong cùng bộ trao đổi nhiệt hoặc trong bộ trao đổi nhiệt khác.

Bình phản ứng POX có thể được làm thích ứng để tạo ra dòng khí nhiên liệu POX đầu ra có nhiệt độ khoảng 600°C hoặc lớn hơn, khoảng 800°C hoặc lớn hơn, khoảng 1000°C hoặc lớn hơn, hoặc khoảng 1200°C hoặc lớn hơn. Cụ thể hơn, nhiệt độ có thể nằm trong khoảng từ 600°C đến khoảng 2000°C, khoảng 700°C đến khoảng 1800°C, hoặc khoảng 800°C đến khoảng 1600°C. Theo các phương án khác, một hoặc nhiều bước có thể được sử dụng để làm nguội dòng POX (và do đó khí nhiên liệu để nạp vào buồng đốt khác), như đến khoảng nhiệt độ môi trường xung quanh.

Theo một hoặc nhiều phương án, dòng POX ngay khi ra khỏi bình phản ứng POX ở nhiệt độ như nêu trên có thể được tôi đến nhiệt độ thấp hơn. Theo cách khác hoặc bổ sung cho cách nêu trên, dòng POX có thể được đi qua một hoặc nhiều bộ làm nguội. Tốt hơn là, việc tôi và/hoặc làm nguội giảm nhiệt độ dòng POX đến khoảng 500°C hoặc thấp hơn, khoảng 400°C hoặc thấp hơn, hoặc khoảng 300°C hoặc thấp hơn.

Việc tôi có thể được thực hiện bằng cách trộn dòng POX với một hoặc nhiều các chất lưu dùng để tôi. Ví dụ không mang tính hạn chế về các chất lưu dùng để tôi mà có thể được sử dụng theo sáng chế bao gồm hơi của sản phẩm POX tái tuần hoàn (nghĩa là, ít nhất một phần sản phẩm POX mà đã được làm nguội đến nhiệt độ của chất lưu dùng để tôi sau đó làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt khí POX được tiếp nối bằng việc tách nước lỏng), nước ở nhiệt độ của chất lưu dùng để tôi, CO₂ lỏng, hỗn hợp của chúng, và các chất tương tự. Nhiệt độ có ích của chất lưu dùng để tôi có thể vào khoảng 150°C hoặc thấp hơn, khoảng 100°C hoặc thấp hơn, khoảng 75°C hoặc thấp hơn, hoặc khoảng 60°C hoặc thấp hơn. Cụ thể hơn, nhiệt độ của chất lưu dùng để tôi có thể nằm trong khoảng từ 10°C đến khoảng 150°C,

khoảng 15°C đến khoảng 100°C, hoặc khoảng 20°C đến khoảng 75°C. Theo các phương án sử dụng việc tôi bằng nước, phần nước có thể được bay hơi do đó tạo ra hỗn hợp của khí nhiên liệu, hơi, và phần nước lỏng, mà rửa sạch khối hạt tro. Nhiệt độ của tổng chất lỏng và hơi sẽ được xác định nhờ áp suất được dùng trong bình phản ứng POX và lượng nước lỏng dùng để tôi.

Theo một hoặc nhiều phương án, hệ thống và phương pháp theo sáng chế có thể được tạo kết cấu để tách nước lỏng bất kỳ và khối hạt tro bất kỳ hoặc chất rắn khác ra khỏi hơi của dòng POX đã nguội. Việc loại bỏ chất rắn có thể được thực hiện bằng cách sử dụng phương tiện tách hoặc lọc thông thường. Ví dụ không mang tính hạn chế về phương tiện loại bỏ chất rắn thích hợp bao gồm các bộ lọc xyclon, các bể lắng, các bộ lọc nền, các túi lọc, các tháp rửa chất lỏng, và các phương tiện tương tự. Các bộ phận này có thể được tạo kết cấu để loại bỏ chất rắn và/hoặc các khí hòa tan. Ví dụ, tháp lọc nước có thể được sử dụng.

Dòng POX nguội có thể được làm nguội tiếp, như đến gần nhiệt độ môi trường xung quanh, bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt. Cụ thể hơn, bộ trao đổi nhiệt có thể được làm thích ứng để truyền nhiệt ra khỏi dòng POX đã tôi/nguội đến một hoặc nhiều phần của dòng tái tuần hoàn CO₂ áp suất cao dùng trong hệ thống phát điện. Ví dụ, nhiệt có thể được truyền đến dòng tái tuần hoàn CO₂ áp suất cao được lấy từ đầu xả của máy nén tái tuần hoàn CO₂ và/hoặc đến một hoặc nhiều điểm thích hợp trong bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt mà được dùng trong chu trình phát điện. Việc chọn nhiệt độ để cấp nhiệt đến bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt PPS và lượng và nhiệt độ nạp của các dòng được lấy từ bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt PPS cần được làm nóng trong bộ làm nguội khí nhiên liệu đã tôi có thể được xác định bằng cách thay đổi quy trình thu hồi nhiệt để đảm bảo mức thu hồi nhiệt là ở mức nhiệt độ cao nhất thích hợp với các cỡ bộ trao đổi nhiệt tiết kiệm.

Nhiên liệu rắn được dùng trong bình phản ứng POX có thể được cấp ở các dạng khác nhau. Theo các phương án nêu trên, nhiên liệu rắn có thể được cấp ở dạng hạt, tốt hơn là trạng thái bột mịn, và có thể được tạo sệt bằng môi trường chất quánh, như nước, CO₂ lỏng, và các hỗn hợp của chúng. Nhiên liệu chứa cacbon được dùng trong bình phản ứng POX có thể là chất lỏng, như bitum được làm nóng, trong trường hợp đó thì có thể không cần đến chất lưu tạo sệt.

Theo một số phương án, bình phản ứng POX do sáng chế đề xuất có thể được làm thích ứng để vận hành ở áp suất cao hơn so với áp suất trong buồng đốt của hệ thống phát

điện. Cụ thể hơn, buồng đốt của hệ thống phát điện có thể sử dụng CO₂ làm chất lưu công tác mà được tái tuần hoàn liên tục trong hệ thống. Tốt hơn là, dòng POX có thể được làm nguội thông qua trao đổi nhiệt như nêu trong bản mô tả này, và dòng POX nguội (nghĩa là, khí nhiên liệu) có thể được sử dụng trong hệ thống phát điện mà không cần nén thêm. Bình phản ứng POX có thể bao gồm bình phản ứng bất kỳ được làm thích ứng để đốt nhiên liệu chứa cacbon, cụ thể là trong đó nhiên liệu chỉ được oxi hóa một phần, và cụ thể hơn trong đó bình phản ứng được làm thích ứng để thực hiện chức năng ở áp suất mà lớn hơn áp suất vận hành của hệ thống phát điện buồng đốt như nêu trong bản mô tả này. Trong các phương án không hạn chế làm ví dụ minh họa, buồng đốt POX có thể sử dụng việc làm mát thông hơi như được mô tả trong bằng sáng chế Mỹ số 9.416.728 cấp cho Palmer và các đồng tác giả, bằng sáng chế Mỹ số 9.068.743 cấp cho Palmer và các đồng tác giả, và bằng sáng chế Mỹ số 8.986.002 cấp cho Palmer và các đồng tác giả, nội dung của chúng được đưa vào đây hoàn toàn bằng cách viện dẫn. Cụ thể hơn, buồng đốt POX có thể được làm thích ứng để tiếp nhận dòng nhiên liệu và nguồn oxy dành cho việc đốt dòng nhiên liệu. Tùy ý, chất xúc tác có thể được gồm trong bình phản ứng POX và/hoặc chất xúc tác có thể được nạp vào bình phản ứng POX, như trong hỗn hợp với nhiên liệu. Tùy ý, dòng hơi có thể được nạp vào bình phản ứng POX.

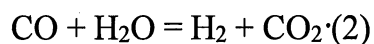
Trong các phương án tiếp theo, bình phản ứng POX do sáng chế đề xuất có thể được làm thích ứng để vận hành ở áp suất mà thấp hơn so với áp suất trong buồng đốt của hệ thống phát điện. Theo các phương án này, dòng POX để dùng làm nhiên liệu trong buồng đốt của hệ thống phát điện có thể được nén trước khi đi vào trong hệ thống phát điện buồng đốt. Bình phản ứng POX có thể bao gồm hệ thống có bán sẵn bất kỳ. Ví dụ không mang tính hạn chế về các hệ thống bán sẵn hữu ích theo sáng chế bao gồm bình phản ứng kiểu dòng cuộn cấp than bột Shell, bình phản ứng tôi GE/Texaco, bình phản ứng tôi có màn làm nguội Siemens, hoặc các hệ thống tương tự. Các bình phản ứng POX hữu ích có thể bao gồm các đoạn truyền nhiệt bên trong hấp thụ nhiệt tỏa ra khỏi các đầu đốt POX. Theo các phương án này, phần dòng CO₂ tái tuần hoàn áp suất cao ra khỏi hệ thống phát điện có thể được làm nóng và trả ở nhiệt độ cao hơn về hệ thống PPS. Ví dụ, CO₂ tái tuần hoàn ở nhiệt độ vào khoảng 400°C hoặc cao hơn có thể được làm nóng đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 450°C đến khoảng 600°C bên trong bình phản ứng POX và trả về bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt trong hệ thống phát điện nơi mà dòng này có thể được trộn lại với phần khác của dòng CO₂ tái tuần hoàn áp suất cao ở nhiệt độ tương tự.

Sự kết hợp giữa bình phản ứng POX với hệ thống phát điện theo sáng chế có thể tạo ra nhiều khía cạnh hữu ích. Ví dụ, sự kết hợp có thể được xác định do các tạp chất (như từ than hoặc nhiên liệu rắn khác và từ oxi hóa một phần của nhiên liệu) có thể được duy trì trong dòng POX áp suất cao, nguội mà đi vào buồng đốt của hệ thống phát điện. Các tạp chất này có thể bao gồm H_2S , COS , CS_2 , HCN , NH_3 , Hg . Các tạp chất này và khác nữa có thể được oxi hóa trong buồng đốt của hệ thống phát điện để tạo ra, ví dụ, SO_2 , CO_2 , N_2 , NO , và Hg , mà sau đó có thể được loại bỏ ra khỏi hệ thống phát điện. Ví dụ, dòng nước ngưng từ dòng dầu ra của buồng đốt của hệ thống phát điện có thể là dòng axit chứa một hoặc nhiều trong số HNO_3 , H_2SO_4 , và các muối vô cơ không hòa tan, như được mô tả trong công bố đơn đăng ký sáng chế Mỹ số 2011/0179799. Tuy nhiên, theo một hoặc nhiều phương án, gần như toàn bộ các tạp chất có thể được loại bỏ ra khỏi dòng nhiên liệu POX trước khi được nạp vào buồng đốt PPS. Ví dụ, như được nêu thêm trong bản mô tả này, có thể có lợi nếu tạo ra dòng POX như dòng metan được làm giàu (nghĩa là, bao gồm khoảng 20% hoặc lớn hơn, khoảng 30% hoặc lớn hơn, khoảng 50% hoặc lớn hơn, khoảng 60% hoặc lớn hơn, khoảng 70% hoặc lớn hơn, khoảng 80% hoặc lớn hơn, khoảng 90% hoặc lớn hơn, hoặc khoảng 95% hoặc lớn hơn metan dựa trên thể tích tổng của dòng khí nhiên liệu POX nạp vào buồng đốt PPS). Việc xử lý nhiên liệu rắn qua bình phản ứng POX chứ không phải xử lý một cách trực tiếp qua hệ thống phát điện buồng đốt có thể được là đặc biệt có lợi xét trên khả năng để loại bỏ các sản phẩm lỗi nếu có, cụ thể là tro và chất rắn khác.

Hệ thống và phương pháp theo sáng chế có thể được làm thích ứng để thu hồi gần như toàn bộ nhiệt được giải phóng khi làm nguội dòng POX, tốt hơn nếu làm nguội đến gần nhiệt độ môi trường xung quanh, và thu hồi nhiệt vào trong dòng CO_2 áp suất cao, tái tuần hoàn trong hệ thống phát điện. Cụ thể hơn, việc làm nóng bổ sung này có thể xuất hiện ở mức nhiệt độ thấp hơn trong bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt của hệ thống phát điện. Việc nạp thêm nhiệt theo cách này có thể tạo ra hiệu quả tích cực đáng kể lên hiệu quả tổng thể của hệ thống phát điện. Hiệu quả này là do nhiệt dung riêng cao hơn nhiều của dòng CO_2 tái tuần hoàn áp suất cao trong vùng nhiệt độ thấp hơn nằm trong khoảng từ 50°C đến 400°C so với nhiệt độ cao hơn nằm trong khoảng từ 400°C đến 800°C và do nhiệt dung riêng thấp hơn của dòng xả tuabin mà được làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt của hệ thống phát điện. Sự chênh lệch đáng kể này có nghĩa là nhiệt bổ sung thêm đáng kể cần đến trong bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt trên vùng nhiệt độ nằm trong khoảng từ 50°C đến 400°C để làm nóng dòng CO_2 tái tuần hoàn. Nhiệt bổ sung nhận được từ dòng POX đã tới

trong dòng bộ trao đổi nhiệt POX đem lại lượng nhiệt bổ sung có hiệu quả dành cho buồng đốt của hệ thống phát điện mà gần như tương đương với nhiệt lượng phát ra khi đốt khí nhiên liệu này.

Theo một số phương án, khí nhiên liệu được lấy từ bình phản ứng POX tiếp theo bước tôi và loại tro có thể chủ yếu bao gồm H_2 , CO, CO_2 và H_2O ở nhiệt độ vào khoảng $250^\circ C$ đến khoảng $400^\circ C$. Một phần của dòng khí nhiên liệu này có thể được dành để sản xuất H_2 nguyên chất, CO, hoặc kết hợp của chúng bằng cách thay đổi tỷ lệ H_2 so với CO. Ví dụ, các ứng dụng cụ thể để sản xuất H_2 quy mô lớn có thể là khử sulfua hóa và cracking trong môi trường hydro trong các nhà máy lọc dầu và, có khả năng, như nhiên liệu dùng cho xe hơi. Ví dụ, các ứng dụng điển hình đối với hỗn hợp của H_2 và CO có thể là việc sản xuất các chất lỏng hydrocarbon theo Fischer-Tropsch (ví dụ, với tỷ lệ H_2 so với CO nằm trong khoảng từ 1,5 đến khoảng 3, cụ thể là 2,2) và sản xuất metanol (ví dụ, với tỷ lệ H_2 so với CO nằm trong khoảng 1,5 đến khoảng 2,5, cụ thể là 2). Trong mỗi trường hợp, tỷ lệ H_2 so với CO phải được tăng từ tỷ lệ xấp xỉ 1 hoặc thấp hơn trong dòng khí nhiên liệu POX nơi mà tỷ lệ này phụ thuộc vào các thông số vận hành của bình phản ứng POX (ví dụ, nhiệt độ và/hoặc áp suất), phụ thuộc vào việc sử dụng CO_2 hoặc nước làm môi trường tạo sệt dành cho nhiên liệu rắn, và phụ thuộc vào tỷ lệ H_2 với carbon trong nhiên liệu rắn. Chất quánh trên cơ sở nước có nhiều nước hơn trong khí sản phẩm POX dẫn đến tỷ phần đáng kể của CO và H_2O được chuyển đổi thành H_2 và CO_2 , làm cho tỷ lệ H_2 so với CO chỉ thấp hơn 1. Chất quánh trên cơ sở CO_2 có tỷ lệ H_2 so với CO thấp hơn nhiều. Có thể có lợi nếu đưa ít nhất một phần dòng khí nhiên liệu POX đã tôi, tách qua bình phản ứng dịch chuyển xúc tác để chuyển đổi CO thành H_2 nhờ phản ứng với hơi, như được thể hiện dưới đây trong Công thức (2).



Điều này có thể được hoàn thành bằng cách sử dụng một phần của khí nhiên liệu lấy ở nhiệt độ vào khoảng $250^\circ C$ đến khoảng $400^\circ C$ tiếp theo bước loại tro và sử dụng chất xúc tác dịch chuyển CO chịu được sulfua, như một chất xúc tác trên cơ sở coban-molybden trong bình phản ứng dịch chuyển. Sau đó, phần khí nhiên liệu đã được làm giàu trong H_2 có thể được làm nguội trong lần đi riêng rẽ qua bộ trao đổi nhiệt POX. Nhiệt được giải phóng trong phản ứng dịch chuyển tỏa nhiệt có thể được truyền vào trong PPS như nêu trên. Sau đó, khí đã dịch chuyển xả ra có thể được trộn với một phần của dòng POX nguội còn lại và dòng kết hợp có thể được đi qua thiết bị hấp phụ áp suất chuyển đổi đa tầng được

thiết kế để tách H_2 và CO ở tỷ lệ H_2 so với CO cần thiết như một thành phần đã hấp phụ trong khi các thành phần đã hấp phụ có thể chứa tất cả các hợp chất chứa sulfua, HCN , NH_3 , Hg , CO_2 , H_2O và hầu hết CH_4 . Phân đoạn chưa hấp phụ này có thể còn chứa một số N_2 và Ar có nguồn gốc từ than (hoặc nhiên liệu rắn hoặc lỏng khác) và oxy được dùng trong bình phản ứng POX. Tốt hơn, nếu các thành phần trơ này sẽ có tổng nồng độ thấp hơn 5% mà có thể chấp nhận được đối với nguồn cấp khí vào cả bình phản ứng Fischer-Tropsch lẫn bình phản ứng metanol. Nếu cần sản xuất H_2 nguyên chất, chỉ khí nguội đã dịch chuyển được cấp vào PSA. Khí thải có áp suất gần áp suất khí quyển từ PSA với toàn bộ các tạp chất có nguồn gốc từ than và POX ở dạng khử sẽ được nén và trả về khí nhiên liệu POX còn lại để đốt trong buồng đốt PPS.

Một phương án của hệ thống phát điện có oxi hóa một phần nhiên liệu rắn được mô tả có dựa vào FIG.1, trong đó nhiên liệu rắn được cấp dưới dạng dòng cấp than 21 cần được oxi hóa một phần trong bình phản ứng POX 4. Dòng than 21 được nghiền và làm khô một phần trong thiết bị nghiền hạt lớn 1 mà cũng được cấp hơi nito khô 23 bao gồm N_2 ở nhiệt độ vào khoảng $82^\circ C$ ($180^\circ F$) được lấy từ cụm tách không khí 6, cụm này sản xuất các dòng oxy 32 và 60 và hơi nito 23 từ dòng nạp không khí 62. Tốt hơn là, hơi nito khô 23 có thể được làm nóng ngược với dòng có nhiệt độ cao hơn là dòng xả tuabin giàu CO_2 ra khỏi bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt trong PPS. Than được nghiền tiếp thành cỡ hạt tốt hơn là vào khoảng 250 micrôn hoặc thấp hơn trong máy nghiền hạt nhỏ 2 để tạo ra dòng than dạng hạt 25, mà được hướng đến máy trộn chất quánh 3. Trong máy trộn chất quánh 3, than dạng hạt được trộn với dòng môi trường chất quánh CO_2 29, mà tốt hơn là có áp suất khoảng 8,5MPa hoặc lớn hơn. Trong phương án này, CO_2 trong dòng môi trường chất quánh CO_2 29 có nhiệt độ vào khoảng $17^\circ C$. CO_2 trong dòng môi trường chất quánh CO_2 29 có tỷ trọng vào khoảng 865 kg/m^3 . Than bột được tăng áp suất trong hệ thống phễu khóa hoặc bằng phương tiện khác đến áp suất là 8,5MPa trước khi trộn với CO_2 . Dòng chất quánh than/ CO_2 26 ra khỏi máy trộn chất quánh 3 và tốt hơn nếu chứa khoảng 45% trọng lượng than. Theo cách khác, môi trường chất quánh có thể là dòng nước. Hệ thống phun than bột cũng có thể được tạo kết cấu như hệ thống cấp khô trong đó than bột được nén được cuốn theo hơi nito và cấp vào trong bộ đốt POX. Sau đó, dòng chất quánh 26 được bơm vào trong bình phản ứng POX 4 nơi mà dòng này được kết hợp với dòng oxy 56, mà tốt hơn là bao gồm 97% mol hoặc nồng độ oxy lớn hơn. Tốt hơn, nếu bình phản ứng POX 4 vận hành ở áp suất khoảng 8,5MPa và nhiệt độ vào khoảng $1400^\circ C$; tuy nhiên, nhiệt độ và áp suất có thể sự kết hợp bất

kỳ giữa các vùng nhiệt độ và áp suất như nêu ở phần khác trong bản mô tả này liên quan đến tính chất của dòng POX ra khỏi bình phản ứng POX. Do vậy, các điều kiện để sản xuất chất quánh than có thể được điều chỉnh.

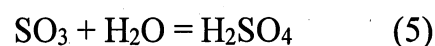
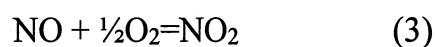
Bình phản ứng POX 4 được làm thích ứng để oxi hóa một phần than và tạo ra dòng POX, mà có thể ra khỏi bình phản ứng POX và đi vào buồng tôi (không được thể hiện trên hình vẽ) hoặc có thể được tôi bên trong bình phản ứng POX này, như được minh họa trên FIG.1. Dòng POX có thể bao gồm khí nhiên liệu có thể bao gồm một hoặc nhiều nguyên liệu cháy được (nghĩa là, oxi hóa được), bao gồm nhưng không bị giới hạn ở H_2 , CO, CH_4 , H_2S , COS, CS_2 , HCN, NH_3 . Hơn thế nữa, dòng POX có thể bao gồm Hg và các tạp chất khác có nguồn gốc từ than (hoặc nhiên liệu rắn khác) cũng như các nguyên liệu trơ (ví dụ, N_2 và Ar), như có nguồn gốc từ dòng oxy 56, cộng với các thành phần tạo vết khác.

Dòng POX cũng có thể bao gồm một hoặc nhiều các nguyên liệu không cháy được, như tro hoặc xỉ, mà có thể được lọc ra khỏi dòng POX như mong muốn. Dòng POX (ở bên trong bình phản ứng POX hoặc trong bộ phận tách rời) được tôi bằng cách trộn với chất lưu tôi (dòng nước lỏng 57 trong phương án này). Như được minh họa trên hình vẽ, dòng nước lỏng 57 đi vào bình phản ứng POX gần đáy trong vôi giới hạn. Việc bổ sung dòng tôi làm nguội các thành phần dòng POX mà tốt hơn là làm nguội đến nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ bão hòa của nước vào khoảng $304^\circ C$ (mặc dù các nhiệt độ cao hơn cũng được tính đến). Tốt hơn là nhiệt độ tôi cũng có thể là nhiệt độ mà ở đó các chất không cháy được, như tro và xỉ, ở dạng rắn. Nước tôi thừa gom lại với xỉ và khối tro mịn ở hồ gom của bình phản ứng POX (hoặc bình tôi riêng) mà được loại bỏ để xử lý tiếp. Dòng POX đã tôi 58 đi đến cụm tháp rửa 5, mà bao gồm tháp rửa nước được tiếp nối bởi bộ lọc có lõi mịn được làm thích ứng để giảm tải trọng bụi đến khoảng 4 mg/m^3 hoặc thấp hơn trong khí nhiên liệu, khoảng 3 mg/m^3 hoặc thấp hơn trong khí nhiên liệu, hoặc khoảng 2 mg/m^3 hoặc thấp hơn trong khí nhiên liệu. Cụm tháp rửa 5 còn có thể có tất cả các thiết bị và bơm để tải tuần hoàn nước của tháp rửa và còn để xử lý dòng tro 66 để loại bỏ. Theo một phương án, hệ thống làm ví dụ hữu ích để xử lý bình phản ứng tro POX và làm sạch khí là hệ thống POX GE/Texaco có bộ đốt chất quánh than/nước, theo cách khác, hệ thống này có thể được hoán cải để chất nhận chất quánh than/ CO_2 .

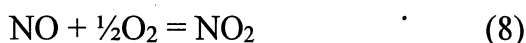
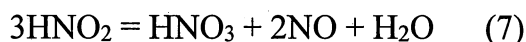
Khí nhiên liệu sạch công với dòng hơi 55 được làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt 7. Dòng xả ra 59 được làm nguội tiếp ngược với nước làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt 9. Nước lỏng 46 được tách trong bình tách 8 từ dòng nạp 61 và được bơm trong bơm 11 về lại

bước tới trong bình phản ứng POX và một số nước bù bổ sung từ dòng 38 để tạo ra dòng nước tới 57. Dòng khí nhiên liệu thuần 47 được nén trong máy nén ly tâm nhiều giai đoạn 10 đến áp suất đủ để nạp như dòng 48 vào buồng đốt của hệ thống phát điện 14. Ví dụ, dòng khí nhiên liệu 47 có thể được nén đến áp suất khoảng 30,5MPa. Dòng khí nhiên liệu đã nén 48 được làm nóng trong bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt 12 to nhiệt độ đủ để nạp vào buồng đốt của hệ thống phát điện 14. Ví dụ, dòng khí nhiên liệu đã nén 48 có thể được làm nóng đến nhiệt độ khoảng 746°C. Dòng khí nhiên liệu được làm nóng 64 được cho cháy trong buồng đốt của hệ thống phát điện 14 nơi mà dòng này được kết hợp với oxi và CO₂. Trong phương án được minh họa, dòng O₂/CO₂ kết hợp 1 bao gồm 30% O₂ và 70% CO₂ trên cơ sở mol. Tốt hơn là dòng O₂/CO₂ kết hợp 51 được làm nóng đến nhiệt độ đủ để nạp vào buồng đốt của hệ thống phát điện 14. Ví dụ, dòng O₂/CO₂ kết hợp 51 có thể được làm nóng đến nhiệt độ khoảng 746°C trong bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt 12. dòng CO₂ tái tuần hoàn nóng 52 được hướng ra khỏi bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt 12 và ở nhiệt độ đủ để nạp vào buồng đốt của hệ thống phát điện 14. Ví dụ, dòng CO₂ tái tuần hoàn nóng 52 có thể được làm nóng đến nhiệt độ khoảng 746°C.

Trong buồng đốt của hệ thống phát điện, các khí đốt từ việc đốt cháy khí nhiên liệu được làm nguội bằng dòng CO₂ tái tuần hoàn nóng 52 tạo ra dòng sản phẩm đốt kết hợp 50 ở nhiệt độ vào khoảng 1150°C và áp suất khoảng 30MPa trong phương án được minh họa. Dòng này được giãn nở đến áp suất khoảng 3MPa trong tuabin 13 được lắp với máy phát điện 65 tạo ra năng lượng đầu ra 63. Dòng ra tuabin 49 được làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt 12 thoát ra như dòng sản phẩm nguội 53 ở nhiệt độ vào khoảng 64°C trong phương án được minh họa. Dòng 53 được làm nguội đến nhiệt độ khoảng 17°C trong bộ làm nguội bằng nước 16. Dòng ra tuabin đã làm nguội tiếp 54 đi vào tháp rửa 17, có dòng đầu ra 40 mà được tái tuần hoàn mạnh qua bơm tuần hoàn 18 đến đầu nạp chất lỏng vào tháp rửa 41 nằm bên trên đoạn xếp chồng của tháp này mà tiếp nhận dòng ra tuabin đã làm nguội tiếp 54. Một phần của dòng 40 được chia ra thành dòng 39 để xử lý tiếp. Do khí xả tuabin nguội có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ điểm đọng nước trong bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt 12, phản ứng tiếp theo xảy ra.



Các phản ứng trên sẽ diễn ra với sự có mặt của nước lỏng, các nitơ oxit, SO_2/SO_3 , và oxy dư. Các nồng độ SO_2/SO_3 được giảm đến mức rất thấp do phản ứng hạn chế được thể hiện trong Công thức (3) diễn ra nhanh chóng ở 3MPa, và các phản ứng của Công thức (4) và Công thức (5) là rất nhanh. Khi toàn bộ các sulfua oxit đã được chuyển đổi thành axit sunfuric, các nitơ oxit được chuyển đổi với tốc độ chuyển đổi khoảng 95% trên mỗi lần đi thành axit nitric bằng chuỗi phản ứng dưới đây.



Quay lại FIG.1, axit nitric có mặt trong dòng sản phẩm axit lỏng thuần 39 sẽ chuyển đổi thủy ngân bất kỳ có mặt thành clorua thủy ngân. Tốt hơn, nếu tháp rửa 17 được lắp các đoạn loại bụi axit và rửa nước bổ sung. Chức năng chủ yếu của tháp này là tác động như thiết bị loại axit loãng hiệu quả do gần như toàn bộ các phản ứng nêu trên sẽ diễn ra ở phía trước tháp rửa 17. Các axit trộn lẫn được xử lý bằng dòng chất quánh đá vôi 36 (hoặc bazơ thích hợp khác) trong máy trộn 15 để tạo ra thạch cao và dòng canxi nitrat 37. Các muối kim loại có vết khác bất kỳ cũng có thể được tách. Dòng nước cặn 38 tiếp theo việc loại muối hòa tan và canxi nitrat có thể được sử dụng như phân bón cho tháp làm nguội hoặc hệ thống tưới POX hoặc như nước rửa rải tuần hoàn vào tháp rửa 17.

Dòng chủ yếu chứa CO_2 42 ra khỏi tháp rửa 17 ở áp suất khoảng 2,9MPa được nén trong máy nén làm nguội trung gian đa giai đoạn 19 được tiếp nối bằng bơm đa giai đoạn chất lưu đặc đến áp suất đủ để nạp vào buồng đốt của hệ thống phát điện, như khoảng 30,5MPa. dòng xả CO_2 đã nén 35 ra khỏi giai đoạn thành phẩm của bơm 19 ở nhiệt độ vào khoảng 54°C, và một phần của dòng này, dòng 70, được làm nóng trong bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt 12 đến nhiệt độ khoảng 746°C, ra khỏi như dòng CO_2 52.

Trong hệ thống theo phương án này, thiết bị tách không khí 6 tạo ra dòng sản phẩm có độ tinh khiết oxy 99,5% mol ở áp suất khoảng 8,6MPa mà được chia thành hai dòng riêng biệt. Dòng oxy 60 được làm nóng trong bộ trao đổi nhiệt 7 đến nhiệt độ khoảng 294°C, ra khỏi như dòng 56 để dùng trong bình phản ứng POX 4 nhằm oxi hóa một phần than. Dòng oxy 32 còn lại được trộn với CO_2 ở áp suất khoảng 8,6MPa. Cụ thể là, CO_2 được lấy từ giai đoạn trung gian của máy nén 19 như dòng 30, và phần dòng 31 trộn với dòng oxy 32 tạo ra hợp phần chứa khoảng 30% O_2 và 70% CO_2 theo mol. Dòng O_2 pha loãng 33 này được nén đến áp suất khoảng 30,5MPa trong máy nén làm nguội trung gian đa

giai đoạn 20 và dòng xả 34 được làm nóng trong bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt 12 đến nhiệt độ khoảng 746°C và đi vào buồng đốt của hệ thống phát điện 14 như dòng 51. Việc pha loãng dòng O_2 nguyên chất 32 là có lợi để cho phép oxy cần cho việc đốt trong buồng đốt của hệ thống phát điện 14 được làm nóng đến nhiệt độ cao mà không cần đến các nguyên liệu chịu oxi hóa. Điều này đảm bảo hoạt động an toàn của hệ thống phát điện. Dòng O_2 30% là hữu ích để điều hòa nhiệt độ đốt đoạn nhiệt trong hệ thống phát điện 14 đến trị số khoảng 2400°C . Phần còn lại của dòng CO_2 30 là dòng CO_2 29, mà cấp CO_2 để tạo quánh than bột và hướng đến máy trộn chất quánh 3.

Việc làm nguội khí POX đã tôi trong bộ trao đổi nhiệt 7 là hữu ích để truyền nhiệt lượng lớn nhất đến hệ thống phát điện để tăng đến mức cao nhất hiệu quả tổng thể. Hệ thống phát điện cần nhiệt lượng đáng kể từ nguồn bên ngoài trong vùng nhiệt độ từ gần nhiệt độ môi trường xung quanh lên đến khoảng 400°C . Điều này có thể được tạo ra bằng cách sử dụng các máy nén không khí đoạn nhiệt trong thiết bị tách không khí 6 và truyền nhiệt nén đến một phần của dòng CO_2 tái tuần hoàn áp suất cao. Trong hệ thống theo phương án này, tải nhiệt bên ngoài cần thiết được cung cấp bằng cách làm nguội khí POX đã tôi trong bộ trao đổi nhiệt 7 và làm nóng hai dòng tái tuần hoàn áp suất cao. Dòng CO_2 tái tuần hoàn áp suất cao 28 ở nhiệt độ vào khoảng 54°C và dòng CO_2 tái tuần hoàn áp suất cao 43 ở nhiệt độ vào khoảng 120°C được lấy từ điểm nhiệt trung gian trong bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt 12 được làm nóng để tạo ra dòng đầu ra làm nóng kết hợp 44 ở nhiệt độ vào khoảng 294°C , mà được quay lại để trộn với dòng CO_2 tái tuần hoàn chính ở điểm nhiệt độ tương ứng trong bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt 12. Tùy ý, dòng đầu ra 67 còn có thể được quay lại bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt ở điểm nhiệt độ tương ứng để cũng trộn với dòng CO_2 tái tuần hoàn chính.

Trong các phương án làm ví dụ minh họa sáng chế, bộ trao đổi nhiệt 7 có thể cụm đa kênh liên kết khuếch tán hoặc được hàn đồng ở áp suất cao. Tốt hơn là vật liệu chế tạo nó chịu ăn mòn với sự có mặt của các tạp chất có mặt trong nước lỏng công với khí POX. Tốt hơn, nếu bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt 12 là cụm liên kết đa kênh khuếch tán. Tốt hơn, nếu cụm này được làm thích ứng để vận hành ở nhiệt độ lên đến khoảng 800°C và chịu được ăn mòn axit ở nhiệt độ thấp hơn 200°C . Vật liệu làm ví dụ thích hợp là hợp kim Specialty Metals 740. Theo một số phương án, nhiệt độ trung bình ở đầu nóng của bộ trao đổi nhiệt 12 có thể được giảm thấp hơn 750°C và, trong các trường hợp này, hợp kim 617 có thể là thích hợp. Tùy ý, đoạn trung gian nằm trong khoảng từ 200°C và 540°C có thể

được làm bằng thép không gỉ. Đoạn này có khả năng chịu ăn mòn axit dưới đây 200°C có thể được tạo kết cấu để cho phép thay thế tùy lúc.

Theo một hoặc nhiều phương án, hệ thống POX có thể được tạo kết cấu để tạo ra dòng nhiên liệu được làm giàu metan. Hệ thống POX này có thể kết hợp các chi tiết bất kỳ nêu ở phần khác trong bản mô tả này. Cụ thể hơn, hệ thống POX này có thể bao gồm bình phản ứng POX xúc tác mà có thể được tạo kết cấu để oxi hóa một phần nhiên liệu rắn hoặc lỏng với oxi với sự có mặt của chất xúc tác và tùy ý với hơi để tạo ra dòng sản phẩm POX được làm giàu lượng metan nếu so với việc oxi hóa một phần mà vắng mặt chất xúc tác. Chất xúc tác có thể bao gồm chất xúc tác bất kỳ thích hợp để thúc đẩy việc sản xuất metan trong việc oxi hóa một phần của nhiên liệu chứa cacbon hoặc hydrocacbon. Ví dụ, các chất xúc tác thích hợp có thể bao gồm kim loại kiềm, kim loại kiềm thổ, kim loại chuyển tiếp, các hợp chất của chúng, các phức chất của chúng, và các hỗn hợp của chúng. Ví dụ, niken hoặc các chất xúc tác niken hỗ trợ có thể là có ích. Các ví dụ về các thành phần phản ứng POX xúc tác mà có thể được sử dụng theo các phương án theo sáng chế để tạo ra dòng nhiên liệu POX có lượng metan tương đối cao được mô tả trong các công bố bằng sáng chế Mỹ số 2003/0167961, 2006/0265953, 2007/000177, 2007/083072, 2007/0277437, 2009/0048476, 2009/0090056, 2009/0090055, 2009/0165383, 2009/0166588, 2009/0165379, 2009/0170968, 2009/0165380, 2009/0165381, 2009/0165361, 2009/0165382, 2009/0169449, 2009/0169448, 2009/0165376, 2009/0165384, 2010/0076235, 2011/0031439, 2011/0062721, và 2011/0064648, nội dung của các công bố này được đưa vào bản mô tả này bằng cách viện dẫn.

Theo một số phương án, hệ thống POX được tạo kết cấu dành cho lượng metan tăng có thể được vận hành một cách cụ thể ở các điều kiện tương đối vừa phải. Ví dụ, bình phản ứng POX có thể được vận hành ở nhiệt độ vào khoảng 1000°C hoặc thấp hơn, khoảng 800°C hoặc thấp hơn, khoảng 600°C hoặc thấp hơn, hoặc khoảng 400°C hoặc thấp hơn (ví dụ, giới hạn thấp hơn vào khoảng 200°C). Cụ thể hơn, bình phản ứng POX có thể được vận hành ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 300°C đến khoảng 1000°C, khoảng 325°C đến khoảng 900°C, khoảng 350°C đến khoảng 800°C, hoặc khoảng 400°C đến khoảng 700°C.

Phương án làm ví dụ về hệ thống POX có metan hóa được mô tả dưới đây dựa vào FIG.2. Như thể hiện trên hình vẽ, nhiên liệu rắn dòng 115, nguồn dòng oxy 56, và dòng hơi 116 được phun vào trong bình phản ứng POX 4 để oxi hóa một phần nhiên liệu rắn. Chất xúc tác cũng có thể được cấp vào bình phản ứng POX 4. Chất xúc tác có thể đứng yên trong

bình phản ứng POX và/hoặc có thể được luân chuyển. Ví dụ, chất xúc tác dạng hạt có thể được kết hợp với dòng nhiên liệu 115. Dòng hơi 116 nạp vào bình phản ứng POX 4 có thể là có lợi để tạo ra sự điều khiển nhiệt độ vận hành với vùng mong muốn và/hoặc để tăng đến mức cao nhất ngưỡng metan trong dòng sản phẩm. Dòng sản phẩm POX 85 ra khỏi bình phản ứng POX 4 có thể bao gồm tổ hợp bất kỳ của H_2 , CO, CO_2 , H_2O , tro than, CH_4 , H_2S , COS, CS_2 , HCN, và NH_3 . Theo một hoặc nhiều phương án, việc sử dụng phản ứng xúc tác có thể là có lợi để tăng một cách đáng kể lượng metan trong dòng đốt POX vượt quá lượng có thể có được theo cách khác. Do đó, dòng sản phẩm POX 85 ra khỏi bình phản ứng POX 4 có thể là khác biệt do được làm giàu lượng metan. Dòng đã làm giàu metan có thể bao gồm nhiều metan hơn với lượng ít nhất là 5%, ít nhất là 10%, ít nhất là 20%, hoặc ít nhất là 30% theo thể tích (ví dụ, nằm trong khoảng từ 5% đến 95%, 10 % đến 75%, hoặc 20 % đến 60%) so với lượng có mặt trong dòng tương ứng mà không sử dụng chất xúc tác. Theo một số phương án, dòng sản phẩm POX 85 ra khỏi bình phản ứng POX 4 có thể có lượng metan bằng ít nhất là 10%, ít nhất là 15%, ít nhất là 20%, hoặc ít nhất là 25% theo thể tích (với lượng metan cao nhất 95%, 85%, hoặc 75% theo thể tích) dựa trên thể tích tổng của dòng sản phẩm POX.

Dòng sản phẩm POX 85 được đưa đến bộ làm nguội đối lưu 86 để làm nguội dòng đốt POX đến khoảng $500^\circ C$ hoặc thấp hơn, khoảng $400^\circ C$ hoặc thấp hơn, hoặc khoảng $300^\circ C$ hoặc thấp hơn (với giới hạn thấp nhất vào khoảng $100^\circ C$). Dòng làm nguội được dùng trong bộ làm nguội đối lưu 86 có thể bao gồm dòng chất lưu tái chế áp suất cao rút ra từ và quay trở về PPS, dòng hơi có áp suất cao của nước, hơi nitơ được rút ra khỏi cụm tách không khí để xử lý sấy khô nhiên liệu rắn, dòng O_2/CO_2 áp suất cao, và/hoặc dòng khí nhiên liệu POX nguội và sạch. Các cụm làm nguội khác có thể được sử dụng bổ sung hoặc thay thế cho, bao gồm nhưng không bị giới hạn ở cụm tôi.

Dòng sản phẩm POX nguội 87 ra khỏi bộ làm nguội đối lưu 86 hướng đến cụm lọc 88 để loại bỏ chất rắn ra khỏi dòng sản phẩm POX. Dòng chất rắn 117 xả ra khỏi cụm lọc 88 có thể bao gồm, ví dụ, các hạt tro, than chưa cháy, và chất xúc tác. Chất xúc tác bất kỳ được lấy từ chất rắn dòng 117 có thể được đưa đến hệ thống thu hồi chất xúc tác để tái chế chất xúc tác, như được mô tả trong công bố bằng sáng chế Mỹ số 2010/0168495 và công bố bằng sáng chế Mỹ số 2011/0031439, nội dung của các công bố này được đưa vào bản mô tả này bằng cách viện dẫn.

Dòng sản phẩm POX nguội, đã lọc 89 ra khỏi cụm lọc 88 đi đến cụm tháp lọc nước 90 mà có thể được tạo kết cấu để loại bỏ tất cả các hạt mịn. Ngoài ra, cụm tháp lọc nước 90 có thể được tạo kết cấu để loại bỏ khí axit hòa tan bất kỳ, như NH_3 .

Dòng nhiên liệu POX sạch 91 có thể trải qua một hoặc nhiều bước chuyển đổi để thay đổi thành phần của dòng. Như được minh họa trên FIG.2, dòng nhiên liệu POX sạch 91 được đi qua bộ chia 92 để chia dòng này thành dòng phân đoạn thứ nhất 93 và dòng phân đoạn thứ hai 94. Dòng nhiên liệu POX phân đoạn thứ nhất 93 được đưa đến cụm thủy phân COS xúc tác 95 để chuyển đổi COS thành H_2S . Dòng nhiên liệu POX phân đoạn thứ hai 94 hướng đến bình phản ứng dịch chuyển khí nước có xúc tác 96 để chuyển đổi CO và H_2O thành CO_2 và H_2 . Các dòng ra khỏi cụm thủy phân COS xúc tác 95 và bình phản ứng dịch chuyển khí nước có xúc tác 96 có thể được kết hợp như dòng nhiên liệu POX 97. Nếu muốn, toàn bộ dòng nhiên liệu POX 91 có thể được xử lý qua cụm thủy phân COS xúc tác 95, hoặc toàn bộ dòng nhiên liệu POX 91 có thể được xử lý qua bình phản ứng dịch chuyển khí nước có xúc tác 96. Ví dụ, theo một hoặc nhiều phương án, chất xúc tác được dùng trong bình phản ứng dịch chuyển khí nước 96 có thể được tạo kết cấu để cũng thủy phân COS. Do đó, cụm thủy phân COS xúc tác 95 có thể vắng mặt. Tỷ lệ chia của bộ chia 92 có thể được xác định bằng cách cố định tỷ lệ H_2/CO của dòng nhiên liệu POX 97. Ví dụ, tỷ lệ H_2/CO của dòng nhiên liệu POX 97 có thể nằm trong khoảng 5:1 đến khoảng 1:1, khoảng 4:1 đến khoảng 2:1, hoặc khoảng 3:1. Tỷ lệ này có thể được xác định dựa trên lượng metan thành phẩm mong muốn nếu xét trên phương pháp metan hóa phía sau sẽ được thực hiện trong đó $\text{CO} + 3\text{H}_2$ tạo ra $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$. Ví dụ, tỷ lệ 3:1 có thể là đặc biệt hữu ích để đạt được việc khí tổng hợp thành phẩm có lượng metan lớn hơn 90% theo thể tích.

Dòng nhiên liệu POX 97 được đi qua bộ trao đổi nhiệt POX 7 để rút nhiệt lượng bằng cách làm nguội dòng nhiên liệu POX đến nhiệt độ khoảng 100°C hoặc thấp hơn ngược với dòng làm nguội. Ví dụ, như được minh họa trên hình vẽ, dòng oxy 60 được làm nóng trong bộ trao đổi nhiệt POX 7 ngược với dòng nhiên liệu POX 97 và thoát ra như dòng 56 (dòng này có thể được sử dụng trong bình phản ứng POX 4 để oxy hóa một phần của than – như được thể hiện trên FIG.1). Dòng CO_2 tái tuần hoàn áp suất cao 28 và dòng CO_2 tái tuần hoàn áp suất cao 43 (đã nêu trên có dựa vào FIG.1) có thể được làm nóng trong bộ trao đổi nhiệt POX để tạo ra dòng đầu ra làm nóng kết hợp 44 mà được trộn với dòng CO_2 tái tuần hoàn chính trong bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt 12. Dòng đầu ra 67 còn có thể được quay lại bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt 12 để trộn với dòng CO_2 tái tuần hoàn chính.

Dòng nhiên liệu POX 98 ra khỏi bộ trao đổi nhiệt POX 7 có thể được làm nguội tiếp bằng nước làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt 99, như đến nhiệt độ khoảng 35°C. Dòng nhiên liệu POX 100 ra khỏi bộ trao đổi nhiệt làm nguội bằng nước 99 được đi qua thiết bị tách 101 mà dòng nước ngưng 103 có thể được rút ra từ đó. Tùy thuộc vào thành phần của khí nhiên liệu POX (mà có thể thay đổi dựa trên thành phần của nhiên liệu được oxi hóa trong bình phản ứng POX), việc làm sạch tiếp khí nhiên liệu POX có thể được mong muốn. Trong hệ thống theo phương án được thể hiện trên FIG.2, dòng nhiên liệu POX 102 được đưa qua cụm loại khí axit và thủy ngân 104. Các dòng khí axit minh họa ra khỏi cụm 104 có thể bao gồm dòng H₂S 105 và dòng CO₂ 106 (mặc dù các khí axit khác cũng có thể được rút). Dòng H₂S 105 có thể được chuyển đổi thành sulfua nguyên tố lỏng, như bằng cách sử dụng quy trình Claus, như một ví dụ, hoặc có thể được chuyển đổi thành axit sunfuric có chất lượng thương phẩm, ví dụ như bằng cách sử dụng quy trình axit sunfuric ướt. Dòng CO₂ 106 loại ra khỏi cụm loại khí axit có thể được nén và kết hợp vào dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén 35 trên FIG.1 hoặc có thể được sử dụng theo cách khác hoặc được càng hóa. Theo các phương án khác, cụm loại thủy ngân riêng biệt có thể được sử dụng, cụm loại khí axit riêng biệt có thể được sử dụng, hoặc cụm loại khí axit và thủy ngân kết hợp có thể được sử dụng.

Ví dụ không mang tính giới hạn về cụm loại thủy ngân có thể bao gồm hệ thống hấp phụ tầng cacbon, không ngâm trong sulfua, có hoạt tính. Như các ví dụ không mang tính giới hạn, việc loại khí axit có thể diễn ra nhờ sử dụng một tác nhân hoặc kết hợp tác nhân bất kỳ trong số các chất phản ứng hóa học, các dung môi vật lý, và các dung môi hỗn hợp. Cụ thể hơn, ví dụ không mang tính hạn chế về việc xử lý loại khí axit có thể được sử dụng bao gồm: các hệ dung môi metanol (ví dụ, RECTISOL[®]); các hệ dung môi hỗn hợp (ví dụ, SUNFINOL[®], mà là hỗn hợp của diisopropanolamin (với lượng nằm trong khoảng từ 30% đến 45%) hoặc methyl dietanolamin (MDEA), sunfolan (tetrahydrothiophen đioxit) (với lượng nằm trong khoảng từ 40% đến 60%), và nước (với lượng nằm trong khoảng từ 5% đến 15%); các hệ xử lý amin (ví dụ, sử dụng dietanolamin (DEA), monoetanolamin (MEA), methyl dietanolamin (MDEA), và diisopropanolamin (DIPA)); SELEXOL[™] nghĩa là, (các dimethyl eter của polyetylen glycol); và FLEXSORB[™] (nghĩa là, các amin cân lập thể). Một phương pháp làm ví dụ có thể bao gồm việc sử dụng hệ xử lý hai giai đoạn SELEXOL[™] (có bán sẵn tại UOP LLC, USA), trong đó H₂S được loại bỏ ở giai đoạn thứ nhất, và CO₂ được loại bỏ ở giai đoạn thứ hai.

Dòng nhiên liệu POX 107 có thể được đưa vào cụm metan hóa 108 mà có thể được tạo kết cấu để chuyển đổi CO và H₂ thành CH₄ và H₂O. Ví dụ, cụm metan hóa 108 có thể là cụm xúc tác sử dụng chất xúc tác trên cơ sở nikel. Ví dụ không mang tính giới hạn về việc xử lý metan hóa mà có thể được thực hiện trong cụm metan hóa 108 là phương pháp xử lý ở nhiệt độ cao TREMP™ được mô tả trong bằng sáng chế Mỹ số 8.530.529, nội dung của nó được đưa vào đây bằng cách viện dẫn.

Dòng nhiên liệu POX 109 ra khỏi cụm metan hóa 108 có thể được đặc trưng do nó là dòng khí nhiên liệu POX làm giàu metan và có thể có lượng metan vào khoảng 50% hoặc lớn hơn, khoảng 60% hoặc lớn hơn, khoảng 70% hoặc lớn hơn, khoảng 80% hoặc lớn hơn, khoảng 85% hoặc lớn hơn, khoảng 90% hoặc lớn hơn, hoặc khoảng 95% hoặc lớn hơn metan theo thể tích (với giới hạn trên là 99,9%) dựa trên thể tích tổng của dòng. Nhiệt được giải phóng từ quy trình metan hóa có thể được hoàn lại trong một hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt mà có thể được tích hợp với cụm metan hóa 108 hoặc được sử dụng như các thành phần bổ sung.

Dòng nhiên liệu POX làm giàu metan 109 có thể được làm nguội tiếp trong bộ trao đổi nhiệt làm nguội bằng nước 110, như đến nhiệt độ khoảng 20°C. Dòng nhiên liệu POX làm giàu metan, nguội 111 có thể được đi qua thiết bị tách 112 để loại bỏ nước trong dòng 114, nước đã được tạo ra trong cụm metan hóa 108.

Dòng khí nhiên liệu POX 113 làm giàu metan, nguội, sạch có thể được nén bằng cách sử dụng máy nén như được thể hiện trên FIG.1. Ví dụ, dòng khí nhiên liệu POX 113 có thể được nén đến áp suất khoảng 30,5MPa trong máy nén 10 trên FIG 1, và sau đó khí nhiên liệu POX đã nén có thể được đưa đến hệ thống phát điện. Các dòng nước ngưng 103 và 114 có thể được bơm đến áp suất hơi cao hơn so với áp suất vận hành của bình phản ứng POX 4, và các dòng có áp suất này có thể được làm nóng trong bộ làm nguội đối lưu 86, và/hoặc trong bộ trao đổi nhiệt POX 7, và/hoặc trong PPS bộ trao đổi nhiệt 12 (xem FIG 1) để tạo ra hơi, mà ít nhất một phần của nó có thể được sử dụng trong dòng 116 nạp vào bình phản ứng POX 4. Theo một hoặc nhiều phương án, các bộ phận nhất định của hệ thống POX được minh họa dựa vào FIG.2 có thể vắng mặt. Ví dụ, theo FIG.2, dòng nhiên liệu POX sạch 91 ra khỏi cụm tháp lọc nước 90 có thể được đưa một cách trực tiếp đến bộ trao đổi nhiệt POX 7. Dòng khí nhiên liệu POX 98 vẫn có thể được làm nguội tiếp nhờ nước làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt 99 (ví dụ, đến nhiệt độ khoảng 20°C), và nước ngưng có thể được tách trong thiết bị tách 101 và được rút như dòng nước ngưng 103. Dòng nhiên

liệu POX nguội 102 gần như không có nước lỏng có thể được đưa một cách trực tiếp đến máy nén 10 trên FIG.1 nơi mà dòng này có thể được nén, ví dụ, đến áp suất khoảng 30,5MPa, và sau đó được đưa đến hệ thống phát điện trên FIG.1. Ví dụ, hệ thống đơn giản hóa được mô tả dựa vào FIG.2 có thể là có lợi, để giảm chi phí đầu tư và chi phí vận hành. Hơn thế nữa, hiệu suất tổng thể của hệ thống có thể được tăng lên do giảm tải ký sinh cho hệ thống.

Các biến thể và các phương án khác của các đối tượng sáng chế sẽ được người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này tính đến có dựa vào các lợi ích có được từ phần mô tả chi tiết trên đây và các hình vẽ kèm theo. Do đó, cần hiểu rằng sáng chế không bị giới hạn ở các phương án được mô tả trong bản mô tả này, các biến thể và các phương án khác được dự định nằm trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Mặc dù các thuật ngữ cụ thể được dùng trong bản mô tả này, song các thuật ngữ này được sử dụng theo nghĩa chung và chỉ mang tính mô tả và không nhằm giới hạn sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp phát điện bằng cách sử dụng sự kết hợp giữa hệ thống oxi hóa một phần (POX) và hệ thống phát điện (PPS), phương pháp bao gồm các bước:

kết hợp nhiên liệu rắn hoặc lỏng, oxy, và chất xúc tác trong bình phản ứng POX ở các điều kiện đủ để oxi hóa một phần nhiên liệu và tạo ra dòng POX bao gồm metan;

làm nguội dòng POX đến nhiệt độ khoảng 500°C hoặc thấp hơn;

tách một hoặc nhiều trong số chất rắn, các kim loại nóng chảy, và khí axit ra khỏi dòng POX;

đưa dòng POX đến bộ trao đổi nhiệt POX và rút nhiệt lượng ra khỏi dòng POX bằng cách làm nguội dòng POX đến nhiệt độ khoảng 100°C hoặc thấp hơn ngược với dòng làm nguội và tạo ra dòng khí nhiên liệu POX bao gồm metan;

đưa dòng khí nhiên liệu POX đi qua bình tách và tách ít nhất một phần nước bất kỳ có mặt trong dòng khí nhiên liệu POX;

nén dòng khí nhiên liệu POX đến áp suất khoảng 12MPa hoặc lớn hơn;

đốt khí nhiên liệu POX trong bộ đốt PPS để tạo ra dòng sản phẩm đốt ở áp suất thấp nhất khoảng 10MPa và nhiệt độ thấp nhất khoảng 800°C ; và

giãn nở dòng sản phẩm đốt qua tuabin PPS để phát điện và tạo ra dòng sản phẩm đốt PPS đã giãn nở;

trong đó dòng khí nhiên liệu POX mà được nén đến áp suất khoảng 12MPa hoặc lớn hơn có lượng metan khoảng 20% hoặc lớn hơn theo thể tích dựa trên thể tích tổng của dòng khí nhiên liệu POX,

trong đó trước khi thực hiện bước nén dòng khí nhiên liệu POX đến áp suất khoảng 12MPa hoặc lớn hơn, ít nhất một phần dòng khí nhiên liệu POX được đi qua cụm metan hóa được tạo kết cấu để chuyển đổi CO và H_2 thành CH_4 và H_2O .

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chất xúc tác được dùng trong bình phản ứng POX được chọn từ nhóm bao gồm kim loại kiềm, kim loại kiềm thổ, kim loại chuyển tiếp, các hợp chất của chúng, các phức chất của chúng, và các hỗn hợp của chúng.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó bình phản ứng POX được vận hành ở nhiệt độ vào khoảng 1000°C hoặc thấp hơn.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó phương pháp còn bao gồm bước bổ sung hơi vào bình phản ứng POX.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó bước làm nguội dòng POX từ bình phản ứng POX bao gồm việc đưa dòng POX qua bộ làm nguội đối lưu ngược với dòng làm nguội.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó dòng làm nguội bao gồm một hoặc nhiều dòng trong số:

dòng chất lưu tái chế áp suất cao rút ra từ và quay trở về PPS;

hơi nước áp suất cao;

hơi nito;

hơi của nguồn cấp nhiên liệu lỏng vào bình phản ứng POX;

dòng hơi có áp suất cao chứa O_2 và CO_2 ; và

hơi của khí nhiên liệu POX nguội và sạch.

7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó chất rắn tách ra khỏi dòng POX bao gồm một hoặc nhiều hạt tro, xỉ và chất xúc tác chưa phản ứng.

8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó bước tách một hoặc nhiều chất rắn, các kim loại nóng chảy, và khí axit ra khỏi dòng POX bao gồm việc đưa dòng POX qua bộ lọc hạt và tháp lọc nước.

9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 8, trong đó trước khi thực hiện bước đưa dòng POX đến bộ trao đổi nhiệt POX, phương pháp còn bao gồm bước đưa ít nhất một phần dòng POX qua bình phản ứng dịch chuyển khí nước có xúc tác được tạo kết cấu để chuyển đổi CO và H_2O trong dòng POX thành CO_2 và H_2 .

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó khí nhiên liệu POX ra khỏi bình phản ứng dịch chuyển khí nước có xúc tác có tỷ lệ H_2 so với CO nằm trong khoảng từ 5:1 đến khoảng 1:1.

11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó trước khi thực hiện bước đưa dòng POX đến bộ trao đổi nhiệt POX, phương pháp còn bao gồm bước đưa ít nhất một phần dòng POX qua bình phản ứng thủy phân cacbonyl sulfit (COS) được tạo kết cấu để chuyển đổi COS thành H_2S .

12. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11, trong đó dòng POX đi qua bộ trao đổi nhiệt POX được làm nguội ngược với dòng làm nguội bao gồm một hoặc nhiều dòng trong số:

dòng chất lưu tái chế áp suất cao rút ra từ và quay trở về PPS;

hơi nước áp suất cao;

hơi nitơ;

hơi của nguồn cấp nhiên liệu lỏng vào bình phản ứng POX;

dòng hơi có áp suất cao chứa O_2 và CO_2 ; và

hơi của khí nhiên liệu POX nguội và sạch.

13. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 12, trong đó trước khi nén dòng khí nhiên liệu POX đến áp suất khoảng 12MPa hoặc lớn hơn, ít nhất một phần dòng khí nhiên liệu POX được đi qua một hoặc cả hai cụm loại thủy ngân và cụm loại khí axit.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó ít nhất một phần dòng khí nhiên liệu POX được đi qua hệ thống hấp phụ tầng cacbon, không ngâm trong sulfua, có hoạt tính được tạo kết cấu để loại bỏ thủy ngân ra khỏi khí nhiên liệu POX.

15. Phương pháp theo điểm 13, trong đó ít nhất một phần dòng khí nhiên liệu POX được đi qua cụm loại khí axit được tạo kết cấu để loại bỏ một phần hoặc gần như toàn bộ ít nhất là một trong số H_2S và CO_2 ra khỏi dòng khí nhiên liệu POX.

16. Phương pháp theo điểm 1, trong đó cụm metan hóa là cụm xúc tác, và tùy ý trong đó metan hóa được thực hiện bằng cách sử dụng chất xúc tác trên cơ sở nikel.

17. Phương pháp theo điểm 16, trong đó khí nhiên liệu POX ra khỏi cụm metan hóa có lượng metan vào khoảng 50% hoặc lớn hơn theo thể tích.

18. Phương pháp theo điểm 16 hoặc điểm 17, trong đó phương pháp còn bao gồm bước đưa đi khí nhiên liệu POX ra khỏi cụm metan hóa qua bộ trao đổi nhiệt sau metan hóa ngược với dòng làm nguội, tùy ý trong đó dòng làm nguội bao gồm một hoặc nhiều dòng trong số: dòng chất lưu tái chế áp suất cao rút ra từ và quay trở về PPS; hơi nước áp suất cao; hơi nito; dòng hơi có áp suất cao chứa O_2 và CO_2 ; hơi của nguồn cấp nhiên liệu lỏng vào bình phản ứng POX; và hơi của khí nhiên liệu POX nguội và sạch.

19. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm 16 đến 18, trong đó phương pháp còn bao gồm đưa dòng khí nhiên liệu POX đi từ cụm metan hóa đến thiết bị tách trong đó ít nhất một phần nước bất kỳ tạo ra trong bình phản ứng metan hóa được loại bỏ.

20. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 19, trong đó sau khi nén dòng khí nhiên liệu POX đến áp suất khoảng 12MPa hoặc lớn hơn và trước khi đốt khí nhiên liệu POX trong buồng đốt PPS, phương pháp còn bao gồm bước làm nóng khí nhiên liệu POX đã nén bằng cách đưa đi qua bộ trao đổi nhiệt POX;

21. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 20, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

đưa dòng sản phẩm đốt PPS đã giãn nở qua bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt PPS và nhờ đó rút nhiệt ra khỏi dòng sản phẩm đốt PPS và tạo ra dòng sản phẩm đốt PPS đã nguội;

tùy ý đưa đi dòng sản phẩm đốt PPS đã nguội qua bộ làm nguội bằng nước;

xử lý dòng sản phẩm đốt PPS đã nguội trong tháp rửa PPS để tạo ra dòng CO_2 tái tuần hoàn bằng cách loại bỏ gần như toàn bộ các thành phần không phải CO_2 ; và

tăng áp dòng CO_2 tái tuần hoàn trong máy nén PPS để tạo ra dòng CO_2 tái tuần hoàn đã nén.

22. Hệ thống oxi hóa một phần (POX) và hệ thống phát điện (PPS) kết hợp bao gồm:

bình phản ứng POX xúc tác được làm thích ứng để oxi hóa một phần nhiên liệu rắn hoặc lỏng với sự có mặt của oxy, chất xúc tác, và tùy ý với hơi để tạo ra dòng POX bao gồm metan;

một hoặc nhiều thành phần được làm thích ứng để làm nguội dòng POX;

bộ trao đổi nhiệt POX được làm thích ứng để rút nhiệt ra khỏi dòng POX và xả ra khí nhiên liệu POX đã nguội;

cụm loại thủy ngân tùy ý;

cụm loại khí axit tùy ý;

cụm metan hóa tùy ý;

bộ trao đổi nhiệt sau metan hóa tùy ý được tạo kết cấu để rút nhiệt từ dòng ra khỏi cụm metan hóa;

máy nén được làm thích ứng để nén khí nhiên liệu POX đến áp suất khoảng 10MPa hoặc lớn hơn;

buồng đốt PPS được làm thích ứng để đốt khí nhiên liệu POX với sự có mặt của oxy và dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén và tạo ra dòng sản phẩm đốt PPS ở áp suất khoảng 10MPa hoặc lớn hơn;

tuabin được làm thích ứng để giãn nở dòng sản phẩm đốt PPS và phát điện trong máy phát điện liên kết; bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt được làm thích ứng để rút nhiệt ra khỏi dòng sản phẩm đốt PPS đã giãn nở và bổ sung nhiệt vào dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén;

máy nén PPS được làm thích ứng để nén dòng CO₂ tái tuần hoàn đến áp suất khoảng 10MPa hoặc lớn hơn và tạo ra dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén;

các thành phần dòng tùy ý được làm thích ứng để hướng một phần của dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén đến bộ trao đổi nhiệt POX;

các thành phần dòng tùy ý được làm thích ứng để hướng một phần của dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén đến bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt PPS; và

các thành phần dòng tùy ý được làm thích ứng để hướng dòng CO₂ tái tuần hoàn đã nén từ bộ trao đổi nhiệt POX đến bộ trao đổi nhiệt kiểu hoàn nhiệt PPS,

trong đó trước khi thực hiện bước nén dòng khí nhiên liệu POX đến áp suất khoảng 12MPa hoặc lớn hơn, ít nhất một phần dòng khí nhiên liệu POX được đi qua cụm metan hóa được tạo kết cấu để chuyển đổi CO và H₂ thành CH₄ và H₂O.

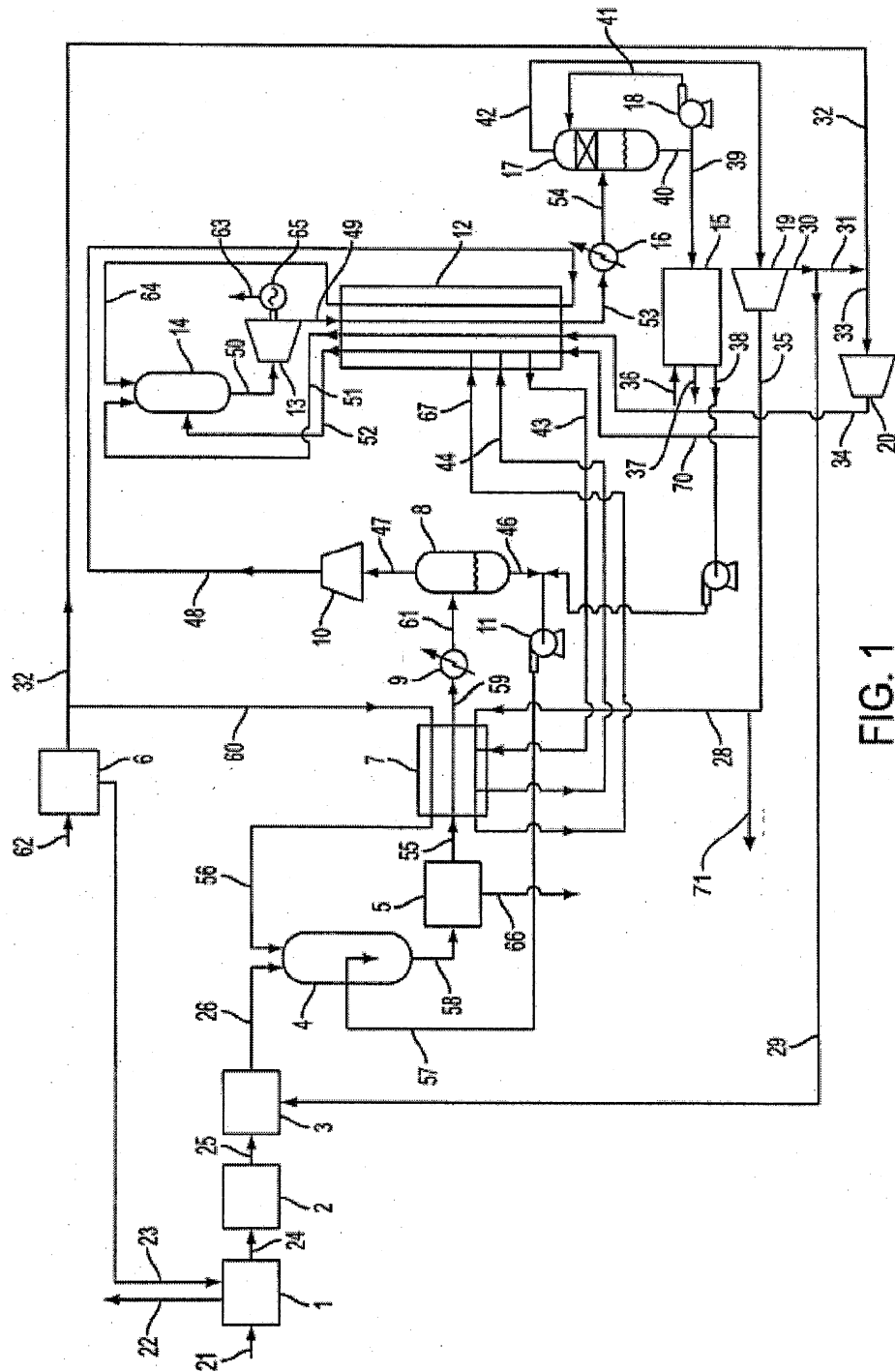


FIG. 1

2/2

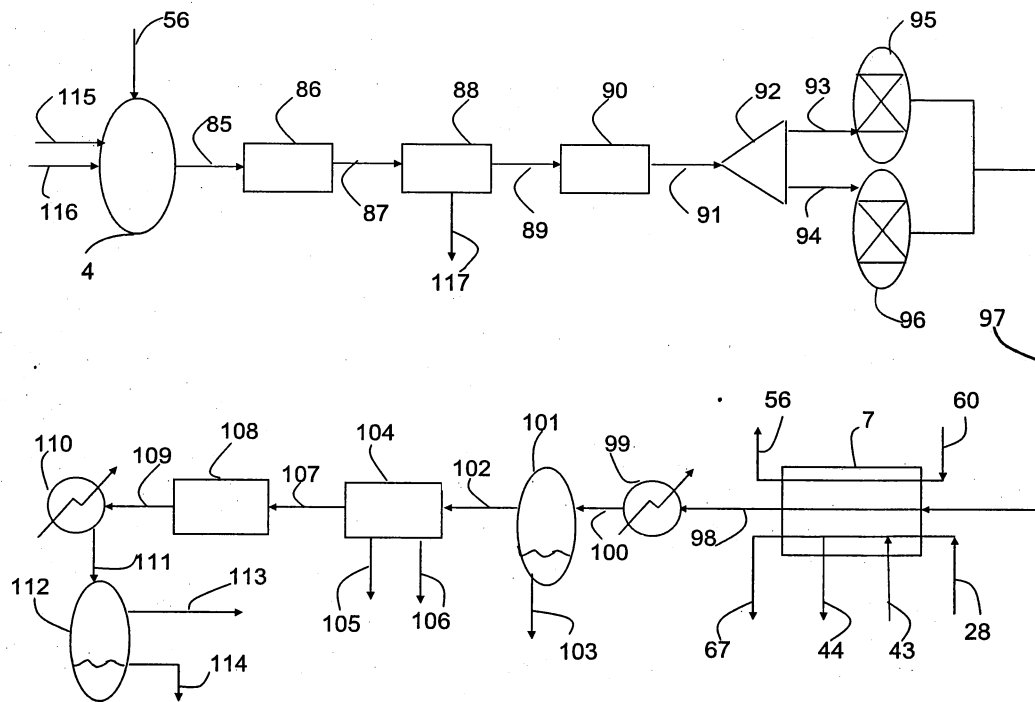


FIG. 2