



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0035001

(51)⁷ C10J 3/46; C10K 3/02; C10K 1/10;
C10K 1/32; C10K 1/00; C10K 1/04

(13) B

(21) 1-2019-01811

(22) 13/09/2017

(86) PCT/IB2017/055538 13/09/2017

(87) WO 2018/051251 22/03/2018

(30) 62/393,752 13/09/2016 US

(45) 27/03/2023 420

(43) 25/06/2019 375A

(73) 8 RIVERS CAPITAL, LLC (US)

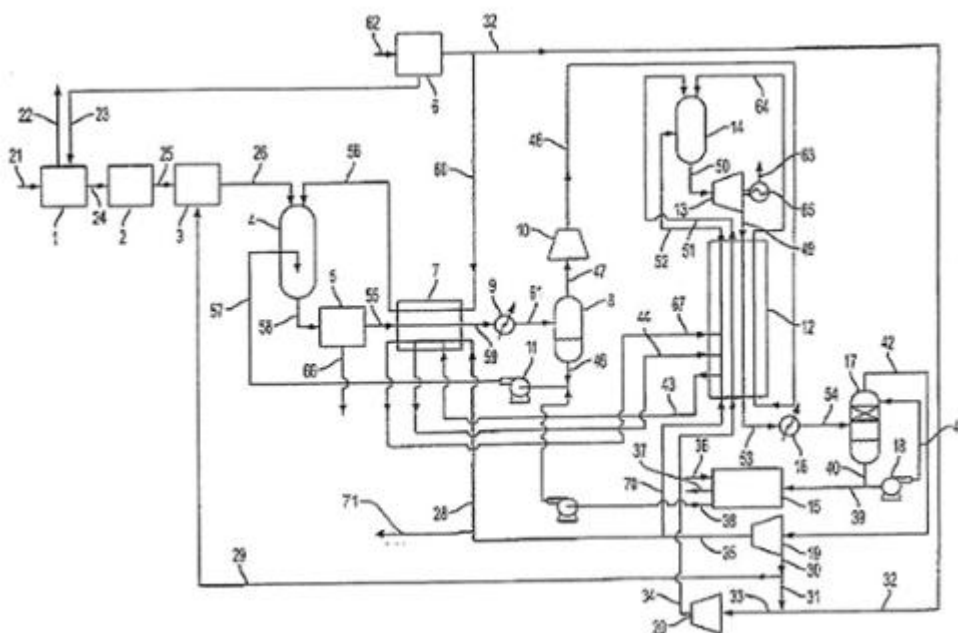
406 Blackwell Street, Durham, North Carolina 27701, United States of America

(72) Brock Alan FORREST (US); Xijia LU (US); Rodney John ALLAM (GB); Jeremy Eron FETVEDT (US); Miles R. PALMER (US).

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

(54) QUY TRÌNH PHÁT ĐIỆN VÀ CỤM PHÁT ĐIỆN

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình phát điện và cụm phát điện được làm thích ứng để đạt được sự phát điện hiệu quả cao sử dụng sự oxy hóa một phần của nhiên liệu rắn hoặc nhiên liệu lỏng để tạo ra dòng oxy hóa một phần mà chứa khí nhiên liệu. Dòng khí nhiên liệu này có thể là một hoặc nhiều dòng đã được tôi, được lọc, và được làm nguội trước khi được hướng đến buồng đốt của hệ thống phát điện dưới dạng nhiên liệu đốt. Dòng oxy hóa một phần được kết hợp với dòng CO₂ đã được nén tái tuần hoàn và oxy. Dòng đốt được làm giãn nở qua tuabin để phát điện và được đưa qua bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi. Dòng khí xả đã được làm giãn nở và làm nguội có thể được xử lý thêm để tạo ra dòng CO₂ tái tuần hoàn, mà được nén và được đưa qua một hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi theo cách có lợi để tạo ra hiệu suất tăng đối với các hệ thống kết hợp.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình phát điện và cụm phát điện để phát năng lượng, như điện năng, mà sử dụng sự oxy hóa một phần trong việc đốt cháy nhiên liệu.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phương tiện phát điện thông thường từ sự đốt cháy nhiên liệu thường không có khả năng đạt được đồng thời cả sự phát điện hiệu suất cao và thu giữ cacbon. Hạn chế này tăng thêm khi sử dụng các nhiên liệu rắn trong phản ứng đốt cháy do hàm lượng chất rắn và khí nitơ trơ còn lại trong dòng sản phẩm đốt. Do vậy, có nhu cầu ngày càng tăng trong lĩnh vực kỹ thuật này về hệ thống và phương pháp phát điện hiệu suất cao cho phép giảm sự phát thải CO₂ và/hoặc cải thiện dễ dàng sự cang hóa của cacbon đioxit đã được tạo ra.

Một công bố trong lĩnh vực phát điện hiệu suất cao với sự thu giữ cacbon, Patent Mỹ số 8,596,075 cấp cho Allam và các đồng tác giả, đề xuất một giải pháp mà nhờ đó nhiên liệu rắn như than, than non, cốc dầu mỏ hoặc sinh khối được khí hóa bởi phản ứng với oxy và tùy ý hơi trong lò phản ứng oxy 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 dạng khí chứa chủ yếu cacbon monoxit và hydro dưới dạng các thành phần cháy được cùng với các tạp chất bắt nguồn từ sự đốt cháy, như H₂S, CS₂, cacbonyl sunfua (COS), HCN, và NH₃. Khí thành phẩm thuần đã được oxi hóa một phần được làm nguội, tro được tách ra, và được nén tùy ý để cho phép được đưa dưới dạng nhiên liệu vào trong buồng đốt của hệ thống phát điện. Áp suất vận hành của hệ thống oxy hóa một phần và hệ thống phát điện có thể là sao cho không cần nén khí nhiên liệu. Buồng đốt của hệ thống phát điện vận hành với sự dư thừa của O₂ có mặt sau quá trình đốt cháy, mà đảm bảo rằng nhiên liệu và các tạp chất bắt nguồn từ sự đốt cháy được chuyển đổi từ dạng khử thành dạng oxy hóa của chúng chứa phần lớn SO₂ và NO. Lò phản ứng oxy hóa một phần có thể được trang bị các thành làm nguội kiểu thoát hơi với dòng CO₂ tái tuần hoàn áp suất cao làm nguội khí thành phẩm oxy hóa một phần trước khi loại bỏ tro ở mức nhiệt độ khoảng 800°C. Việc làm nguội thêm

khí oxy 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 dễ bay hơi đã được hóa cứng được ngưng tụ và được lọc để ngăn chặn sự kết tủa của chất rắn, sự ăn mòn, và sự tắc nghẽn của các thiết bị phía sau. Việc làm nguội khí oxy hóa một phần từ 800°C xuống 400°C phải được thực hiện trong bộ trao đổi nhiệt với các ống dẫn dành cho khí oxy hóa một phần áp suất cao mà chịu được sự ăn mòn tạo ra bụi kim loại do phản ứng hình thành cacbon Boudouard và áp suất riêng phần CO cao trong khí oxy hóa một phần. Điều này được thể hiện dưới đây trong Công thức (1).



Các ống dẫn phải được thiết kế để cho phép làm sạch nước theo chu kỳ nhằm loại bỏ các trầm tích rắn bắt nguồn từ sự ngưng tụ của các thành phần vô cơ dễ bay hơi có mặt trong các nhiên liệu rắn, cụ thể là than và than non.

Bất kể tiên bộ của công bố nêu trên, hệ thống và phương pháp được mô tả trong công bố này vẫn không đem lại giải pháp thuận lợi nhất cho các vấn đề phát sinh khi sử dụng các nhiên liệu rắn làm nhiên liệu đốt để sản xuất điện.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất hệ thống và phương pháp khác để đốt cháy các nhiên liệu rắn với hiệu suất cao cùng với việc thu giữ cacbon.

Sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp phát điện hiệu quả cao với sự đốt cháy các nhiên liệu trong khi đồng thời đạt được sự thu giữ cacbon. Cụ thể, hệ thống và phương pháp này có thể sử dụng lò phản ứng oxy hóa một phần (POX - Partial Oxidation) trong đó nhiên liệu được đốt cháy để tạo ra dòng POX chứa các sản phẩm oxy hóa một phần. Dòng POX có thể được hướng đến buồng đốt trong đó ít nhất một vài sản phẩm trong số các sản phẩm oxy hóa một phần được oxy hóa gần như hoàn toàn để tạo ra dòng sản phẩm đốt.

Hệ thống và phương pháp phát điện sử dụng sự oxy hóa một phần được bộc lộ, ví dụ, trong Patent Mỹ số 8,776,532, cấp cho Allam và các đồng tác giả, và nội dung của tài liệu này được đưa vào đây hoàn toàn bằng cách viện dẫn. Sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp khác mà có thể kết hợp một hoặc nhiều bộ phận trong giải pháp của Allam và các đồng tác giả nhưng đem lại các ưu điểm khác cho việc phát điện

hiệu quả cao kết hợp sự oxy hóa một phần của nhiên liệu kèm theo sự đốt cháy ít nhất một phần của các sản phẩm oxy hóa một phần.

Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện của sáng chế, sáng chế đề xuất quy trình phát điện sử dụng sự kết hợp của hệ thống oxy hóa một phần (POX) và hệ thống sản xuất điện (PPS - Power Production System). Trong ví dụ không bị giới hạn, quy trình này có thể bao gồm ít nhất các bước sau:

kết hợp nhiên liệu rắn hoặc nhiên liệu lỏng và oxy trong lò phản ứng POX theo các điều kiện đủ để oxy hóa một phần nhiên liệu và tạo ra dòng POX chứa khí nhiên liệu ở nhiệt độ thứ nhất;

loại bỏ ra khỏi dòng POX chứa khí nhiên liệu ít nhất một phần của các thành phần chất rắn hoặc các thành phần dạng khí bất kỳ mà không tạo ra phần của khí nhiên liệu;

làm nguội dòng POX chứa khí nhiên liệu trong bộ trao đổi nhiệt POX đến nhiệt độ thấp hơn thứ hai;

làm sạch dòng POX chứa khí nhiên liệu bằng cách loại bỏ ít nhất một phần trong số nước lỏng và các khí axit bất kỳ ra khỏi dòng này và nhờ đó tạo ra dòng khí nhiên liệu;

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

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

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

đưa dòng sản phẩm đốt PPS đã được làm giãn nở qua bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS và nhờ đó rút nhiệt từ dòng sản phẩm đốt PPS và tạo ra dòng sản phẩm đốt PPS đã được làm nguội;

loại bỏ ít nhất một phần của một hoặc nhiều tạp chất ra khỏi dòng sản phẩm đốt PPS đã được làm nguội để tạo ra dòng CO₂ tái tuần hoàn; và

tăng áp dòng CO₂ tái tuần hoàn trong máy nén PPS để tạo ra dòng CO₂ đã được nén tái tuần hoàn.

Theo các phương án thực hiện khác của sáng chế, quy trình như được mô tả trên đây có thể còn được xác định liên quan đến một hoặc nhiều dấu hiệu bất kỳ trong số các dấu hiệu sau, mà có thể được kết hợp theo số lượng hoặc theo thứ tự bất kỳ.

Lò phản ứng POX có thể là bộ khí hóa.

Lò phản ứng POX có thể là lò phản ứng có tầng hóa lỏng.

Lò phản ứng POX có thể là lò phản ứng kiểu xúc tác.

Quy trình này có thể bao gồm bước giảm nhiệt độ của dòng POX chứa khí nhiên liệu đến nhiệt độ mà thấp hơn nhiệt độ thứ nhất và cao hơn nhiệt độ thứ hai trước khi làm nguội dòng POX chứa khí nhiên liệu trong bộ trao đổi nhiệt POX.

Bước giảm nhiệt độ của dòng POX chứa khí nhiên liệu có thể bao gồm việc bổ sung chất lưu tơi vào lò phản ứng POX.

Chất lưu tơi có thể chứa một hoặc cả hai trong số nước và CO_2 .

Quy trình này có thể còn bao gồm bước làm nóng dòng khí nhiên liệu sau khi nén và trước khi đốt cháy.

Bước làm nóng dòng khí nhiên liệu có thể bao gồm việc đưa dòng khí nhiên liệu qua bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS.

Quy trình này có thể còn bao gồm bước xử lý phân của dòng POX chứa khí nhiên liệu trong lò phản ứng thủy phân cacbonyl sunfua (COS) được làm thích ứng để chuyển đổi COS thành H_2S .

Quy trình này có thể còn bao gồm bước cung cấp một hoặc cả hai trong số hơi và CO_2 vào trong lò phản ứng POX.

Bộ trao đổi nhiệt POX có thể được tạo kết cấu để rút nhiệt từ dòng POX chứa khí nhiên liệu ngược với một hoặc nhiều dòng sau: phần của dòng CO_2 đã được nén tái tuần hoàn; dòng nước có áp; dòng nitơ; dòng O_2 và CO_2 có áp; dòng khí nhiên liệu.

Quy trình này có thể còn bao gồm bước đưa phần của dòng POX chứa khí nhiên liệu qua lò phản ứng dịch chuyển được tạo kết cấu để chuyển đổi hỗn hợp H_2 và CO_2 thành hỗn hợp CO và H_2O hoặc được tạo kết cấu để chuyển đổi hỗn hợp CO và H_2O thành hỗn hợp H_2 và CO_2 .

Quy trình này có thể còn bao gồm bước trộn phần của dòng POX chứa khí nhiên liệu với phần của dòng CO_2 tái tuần hoàn để tạo ra hỗn hợp, và xử lý hỗn hợp này trong lò phản ứng dịch chuyển.

Lò phản ứng dịch chuyển có thể là lò phản ứng dịch chuyển nước khí (WGS - Water Gas Shift) ngược.

Quy trình này có thể còn bao gồm bước đưa phần của dòng POX chứa khí nhiên liệu qua cụm tách lưu huỳnh ẩm được tạo kết cấu để loại bỏ một hoặc nhiều trong số H_2S , COS , và các kim loại nặng ra khỏi dòng POX chứa dòng khí nhiên liệu.

Quy trình này có thể còn bao gồm bước đưa ít nhất một phần của dòng POX chứa khí nhiên liệu qua hệ thống hấp thụ hoạt hóa được tạo kết cấu để loại bỏ thủy ngân ra khỏi dòng POX chứa khí nhiên liệu.

Quy trình này có thể còn bao gồm bước đưa ít nhất một phần của dòng khí nhiên liệu qua cụm loại bỏ khí axit được tạo kết cấu để tách một hoặc cả hai trong số ít nhất một phần của H_2S bất kỳ và ít nhất một phần của CO_2 bất kỳ có mặt trong dòng khí nhiên liệu.

Quy trình này có thể còn bao gồm bước đưa ít nhất một phần của dòng khí nhiên liệu qua hệ thống metan hóa kiểu xúc tác được tạo kết cấu để chuyển đổi CO và H_2 thành CH_4 và H_2O .

Ít nhất một phần của dòng CO_2 đã được nén tái tuần hoàn có thể được làm nóng trong bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS và được đưa đến buồng đốt PPS.

Một phần của dòng CO_2 đã được nén tái tuần hoàn có thể được đưa đến bộ trao đổi nhiệt POX.

Dòng CO_2 đã được nén tái tuần hoàn có thể đi ra khỏi bộ trao đổi nhiệt POX và được đưa đến bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS.

Một phần của dòng CO_2 đã được nén tái tuần hoàn có thể được đưa đến lò phản ứng POX.

Một phần của dòng CO_2 đã được nén tái tuần hoàn có thể được kết hợp với nhiên liệu rắn hoặc nhiên liệu lỏng trước khi kết hợp nhiên liệu rắn hoặc nhiên liệu lỏng với oxy trong lò phản ứng POX.

Nhiên liệu rắn hoặc nhiên liệu lỏng có thể chứa huyền phù nhiên liệu được tạo ra bởi nhiên liệu rắn kết hợp với CO_2 lỏng hoặc siêu tới hạn.

Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện của sáng chế, sáng chế còn đề xuất hệ thống được tạo kết cấu để sản xuất điện. Cụ thể, hệ thống này có sự kết hợp của hệ thống oxy hóa một phần (POX) và hệ thống sản xuất điện (PPS). Hệ thống kết hợp

này có thể có sự kết hợp của một số bộ phận. Tối thiểu, hệ thống kết hợp này có thể bao gồm:

lò phản ứng POX xúc tác hoặc không xúc tác được làm thích ứng để oxy hóa một phần nhiên liệu lỏng hoặc nhiên liệu rắn với sự có mặt của oxy (và tùy ý, hơi, CO_2 , và/hoặc chất xúc tác) để tạo ra dòng POX chứa khí nhiên liệu;

một hoặc nhiều thành phần được làm thích ứng để dòng POX tiếp xúc với chất lưu sôi;

bộ trao đổi nhiệt POX được làm thích ứng để rút nhiệt từ dòng POX ngược với một hoặc nhiều trong số phần của dòng CO_2 đã được nén tái tuần hoàn, dòng nước áp suất cao, dòng nitơ đã được rút từ ASU, dòng O_2/CO_2 áp suất cao, và khí nhiên liệu đã được làm sạch và làm nguội, và cung cấp dòng POX đã được làm nguội từ bộ trao đổi nhiệt POX;

máy nén được làm thích ứng để nén dòng POX đã được làm nguội (hoặc khí nhiên liệu từ dòng POX) đến áp suất khoảng 10MPa hoặc lớn hơn;

buồng đốt PPS được làm thích ứng để đốt khí nhiên liệu từ dòng POX với sự có mặt của oxy và phần của dòng CO_2 đã được nén tái tuần hoàn và tạo ra dòng sản phẩm đốt PPS ở áp suất khoảng 10MPa hoặc lớn hơn;

tuabin được làm thích ứng để làm giãn nở dòng sản phẩm đốt PPS và phát điện trong máy phát đã được nối;

bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi được làm thích ứng để rút nhiệt từ dòng sản phẩm đốt PPS đã được làm giãn nở và bổ sung nhiệt cho dòng CO_2 đã được nén tái tuần hoàn;

máy nén PPS được làm thích ứng để nén dòng CO_2 tái tuần hoàn đến áp suất khoảng 10MPa hoặc lớn hơn và tạo ra dòng CO_2 đã được nén tái tuần hoàn; và

các bộ phận dòng chảy (ví dụ, các đường dòng chảy) được làm thích ứng để truyền một hoặc nhiều dòng đến một hoặc nhiều bộ phận khác nhau của hệ thống kết hợp.

Theo các phương án thực hiện nhất định, hệ thống kết hợp này có thể có một hoặc nhiều bộ phận khác. Ví dụ, sáng chế dự định bao gồm hệ thống kết hợp có các bộ phận được liệt kê trên đây và một hoặc nhiều bộ phận trong số các bộ phận sau mà có

thể được kết hợp theo thứ tự bất kỳ và theo số lượng bất kỳ. Do vậy, hệ thống kết hợp này có thể có một, hai, ba, hoặc nhiều bộ phận bất kỳ trong số:

bộ trao đổi nhiệt ở nhiệt độ cao, như bộ làm lạnh theo kiểu tỏa nhiệt hoặc bộ làm lạnh theo kiểu đối lưu, được tạo kết cấu để thu hồi nhiệt thể cao của dòng POX đã được tôi một phần (ví dụ, dòng POX ở nhiệt độ khoảng 900°C hoặc thấp hơn);

tháp lọc POX được làm thích ứng để tách ít nhất một phần các chất rắn và/hoặc các khí axit hòa tan được mà có mặt trong dòng POX đã tôi;

thiết bị lọc được làm thích ứng để tách các hạt tro đã hóa cứng ra khỏi dòng POX đã tôi một pha;

lò phản ứng dịch chuyển kiểu xúc tác được làm thích ứng để hoặc chuyển đổi hỗn hợp H_2 và CO_2 thành hỗn hợp CO và H_2O hoặc chuyển đổi hỗn hợp CO và H_2O thành hỗn hợp H_2 và CO_2 ;

lò phản ứng thủy phân COS được làm thích ứng để chuyển đổi COS thành H_2S ;

cụm tách lưu huỳnh ẩm được làm thích ứng để loại bỏ H_2S , COS, và các kim loại nặng ra khỏi dòng POX bằng cách sử dụng chất hấp thụ rắn tái sinh được;

thiết bị tách được làm thích ứng để tách nước lỏng bất kỳ ra khỏi dòng POX;

hệ thống hấp thụ hoạt hóa được làm thích ứng để loại bỏ thủy ngân ra khỏi dòng POX;

cụm loại bỏ khí axit đốt cháy trước được làm thích ứng để tách ít nhất một phần của H_2S và/hoặc CO_2 bất kỳ có mặt trong dòng POX;

hệ thống metan hóa kiểu xúc tác được làm thích ứng để chuyển đổi CO và H_2 trong dòng POX (hoặc trong dòng khí nhiên liệu từ dòng POX) thành CH_4 và H_2O ;

tháp rửa PPS được làm thích ứng để tách một hoặc nhiều trong số H_2SO_4 , HNO_3 , và các muối Hg hòa tan nước ra khỏi dòng sản phẩm đốt PPS đã được làm giàu nơ và cung cấp dòng CO_2 tái tuần hoàn;

các bộ phận dòng chảy được làm thích ứng để hướng phần của dòng CO_2 đã được nén tái tuần hoàn đến bộ trao đổi nhiệt POX;

các bộ phận dòng chảy được làm thích ứng để hướng phần của dòng CO_2 đã được nén tái tuần hoàn đến bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS;

các bộ phận dòng chảy được làm thích ứng để hướng dòng CO_2 đã được nén tái tuần hoàn từ bộ trao đổi nhiệt POX đến bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS;

các bộ phận dòng chảy được làm thích ứng để hướng phần của dòng CO₂ đã được nén tái tuần hoàn đến lò phản ứng POX, như để điều khiển nhiệt độ vận hành của lò phản ứng POX; và

các bộ phận dòng chảy được làm thích ứng để hướng phần của dòng CO₂ đã được nén tái tuần hoàn đến hệ thống nạp nhiên liệu rắn để dẫn nhiên liệu rắn đã được nghiền vào trong lò phản ứng POX.

Cụ thể, theo một hoặc nhiều phương án thực hiện của sáng chế, sáng chế có thể đề xuất cụm phát điện bao gồm hệ thống oxy hóa một phần (POX) và hệ thống sản xuất điện (PPS), trong đó cụm phát điện này bao gồm:

lò phản ứng POX;

cụm tháp lọc POX có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của lò phản ứng POX;

bộ trao đổi nhiệt POX có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của cụm tháp lọc;

thiết bị tách nước POX có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của bộ trao đổi nhiệt POX;

hệ thống loại bỏ khí axit POX có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của thiết bị tách nước;

máy nén POX có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của hệ thống loại bỏ khí axit;

buồng đốt PPS có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của máy nén POX và được tạo kết cấu để tiếp nhận khí nhiên liệu từ đó;

tuabin PPS có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của buồng đốt PPS và được tạo kết cấu để tiếp nhận dòng sản phẩm đốt từ đó;

bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của tuabin PPS;

thiết bị tách PPS có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS; và

máy nén PPS có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của thiết bị tách PPS.

Theo các phương án thực hiện khác của sáng chế, cụm phát điện có thể khác biệt liên quan đến một hoặc nhiều dấu hiệu trong số các dấu hiệu sau, mà có thể được kết hợp theo số lượng hoặc thứ tự bất kỳ.

Cụm phát điện có thể còn bao gồm một hoặc nhiều bộ phận: hệ thống nạp nhiên liệu rắn; lò phản ứng dịch chuyển; lò phản ứng thủy phân cacbonyl sunfua (COS); cụm tách lưu huỳnh; cụm hấp thụ hoạt hóa; và hệ thống metan hóa kiểu xúc tác.

Cụm phát điện này có thể còn bao gồm vòng truyền nhiệt kín giữa bộ trao đổi nhiệt POX và bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS.

Cụm phát điện có thể bao gồm một hoặc nhiều điều kiện sau: thiết bị tách nước POX có đầu ra nối thông chất lưu với đầu vào của lò phản ứng POX; máy nén PPS có đầu ra nối thông chất lưu với đầu vào của bộ trao đổi nhiệt POX; máy nén PPS có đầu ra nối thông chất lưu với đầu vào của bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS.

Cụm phát điện có thể còn bao gồm một hoặc nhiều điều kiện sau: một hoặc nhiều đường dòng chảy để nối thông chất lưu giữa máy nén PPS và bộ trao đổi nhiệt POX; một hoặc nhiều đường dòng chảy để nối thông chất lưu giữa máy nén PPS và bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS; một hoặc nhiều đường dòng chảy để nối thông chất lưu giữa máy nén PPS và lò phản ứng POX.

Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện của sáng chế, nhiên liệu khác nhau có thể được sử dụng để khởi động cụm phát điện. Ví dụ, dòng nhiên liệu dạng khí có thể được sử dụng trong một hoặc cả hai trong số lò phản ứng POX và buồng đốt PPS cho đến khi hệ thống POX và/hoặc PPS chạy ở trạng thái ổn định.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế phải được mô tả theo các thuật ngữ chung dưới đây, phần mô tả này sẽ được thực hiện dựa vào các hình vẽ kèm theo, mà không cần thiết phải vẽ đúng tỷ lệ, và trong đó:

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

FIG.2 là lưu đồ thể hiện một phần của hệ thống kết hợp được thể hiện trên FIG.1, trong đó phần được thể hiện thể hiện cụ thể các bộ phận của hệ thống kết hợp có lợi cho việc sản xuất các hỗn hợp H_2 hoặc $H_2 + CO$ xuất khẩu;

FIG.3 là lưu đồ thể hiện sự bố trí của thiết bị làm lạnh theo phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.4 là lưu đồ thể hiện sự bố trí của lò phản ứng dịch chuyển, lò phản ứng thủy phân COS, và cụm tách lưu huỳnh theo phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.5 là lưu đồ thể hiện sự bố trí của hệ thống loại bỏ khí axit, hệ thống hấp thụ hoạt hóa, và hệ thống metan hóa kiểu xúc tác theo phương án thực hiện của sáng chế; và

FIG.6 là lưu đồ thể hiện vòng truyền nhiệt kín được tạo kết cấu để truyền nhiệt giữa bộ trao đổi nhiệt POX và bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS theo phương án thực hiện của sáng chế.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả một cách đầy đủ hơn thông qua việc dựa vào các phương án thực hiện khác nhau của sáng chế. Các phương án thực hiện này được đưa ra sao cho việc bộc lộ này sẽ là triệt để và trọn vẹn, và sẽ truyền đạt đầy đủ phạm vi của sáng chế đến người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Trên thực tế, sáng chế có thể được thể hiện theo nhiều kiểu khác nhau và không được hiểu là chỉ giới hạn ở các phương án thực hiện nêu trong bản mô tả này; hơn nữa, các phương án thực hiện này được thực hiện khiến cho bản mô tả này sẽ đáp ứng các yêu cầu về luật pháp. Khi được sử dụng trong bản mô tả và trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo, các dạng số ít “một”, “một chiếc”, “một cái”, bao gồm cả các 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 sự oxy hóa một phần (POX) của nhiên liệu chứa cacbon, cụ thể là, nhiên liệu rắn và/hoặc nhiên liệu lỏng. Các ví dụ không bị giới hạn 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 dễ cháy đã được phân loại, nhựa đường, các lốp xe đã sử dụng, dầu thô, các nhiên liệu lỏng chứa tro khác, và các nhiên liệu tương tự khác. Nhiên liệu này có thể được cung

cấp cho lò phản ứng POX dưới dạng chất rắn dạng bột, dưới dạng chất lưu có độ nhớt cao, và dưới dạng chất rắn đã được đóng bánh.

Sự oxy hóa một phần của nhiên liệu chứa cacbon trong lò phản ứng POX tạo ra dòng POX, mà có thể được xác định theo các bộ phận của nó. Cụ thể, dòng POX có thể chứa khí nhiên liệu và tùy ý một hoặc nhiều tạp chất (các tạp chất oxy hóa được và không oxy hóa được). Khí nhiên liệu được lấy từ dòng đi ra khỏi lò phản ứng POX có thể được nạp vào buồng đốt trong hệ thống sản xuất điện. Ví dụ, buồng đốt và chu trình sản xuất điện kết hợp mà có thể được kết hợp với hệ thống và phương pháp theo sáng chế được mô tả trong Patent Mỹ số 8,596,075 cấp cho Allam và các đồng tác giả, mà nội dung của nó được đưa vào đây bằng cách viện dẫn. Buồng đốt và chu trình sản xuất điện kết hợp có thể được nói đến trong bản mô tả này là “ chu trình Allam”. Việc xử lý theo chu trình Allam đạt được sự phát điện bằng cách sử dụng phần lớn CO₂ làm chất lưu công tác. Cụ thể, quy trình này sử dụng tuabin mà làm giãn nở hỗn hợp dòng CO₂ tái tuần hoàn áp suất cao và các sản phẩm đốt do sự đốt cháy của nhiên liệu. Oxy tinh khiết có thể được sử dụng làm chất oxy hóa trong quy trình đốt. Khí 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 theo chu trình Allam cũng được làm nóng bằng cách sử dụng nhiệt bổ sung mà không bắt nguồn từ khí xả tuabin nóng. Ví dụ, năng lượng nén từ đầu nạp không khí của nhà máy sản xuất O₂ có thể được sử dụng. Tất cả nhiên liệu và các tạp chất bắt nguồn từ sự đốt cháy như các hợp chất lưu huỳnh, NO, NO₂, CO₂, H₂O, Hg và các chất tương tự khác có thể được tách ra để xử lý mà không có sự phát thải ra khí quyển.

Cụ thể, hệ thống và phương pháp theo sáng chế có thể khác biệt ở chỗ là sự kết hợp của hệ thống POX và hệ thống sản xuất điện (PPS). chu trình Allam là một ví dụ về PPS mà có thể được sử dụng theo sáng chế. Cụ thể, khí nhiên liệu từ dòng POX có thể được đưa vào buồng đốt PPS như một phần hoặc tất cả của dòng nhiên liệu cho buồng đốt. Nói chung, trong chu trình đốt áp suất cao, khí nhiên liệu từ dòng POX phải được nén đến áp suất cao yêu cầu trong buồng đốt của hệ thống phát điện. Ví dụ, khí nhiên liệu từ dòng 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 thực hiện khác của sáng chế,

áp suất này có thể nằm trong khoảng từ 8MPa đến 50MPa, từ 15MPa đến 45MPa, hoặc từ 20MPa đến 40MPa.

Sự kết hợp của hệ thống POX và hệ thống PPS được mô tả trong Patent Mỹ số 8,776,532 cấp cho Allam và các đồng tác giả, mà 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 tài liệu này.

Phản ứng của oxy với nhiên liệu rắn hoặc nhiên liệu lỏng có thể tạo ra dòng POX chứa khí nhiên liệu, và dòng này có thể chứa lượng chất rắn và chất rắn nóng chảy khác nhau dựa trên kiểu lò phản ứng POX được sử dụng, và các chất rắn này có thể được loại bỏ trước khi đưa khí nhiên liệu vào trong buồng đốt PPS. Cụ thể, dòng POX chứa khí nhiên liệu có thể được làm nguội nếu cần đến nhiệt độ trong đó tro và các nguyên liệu rắn khác có thể được loại bỏ. Tuy nhiên, theo một số phương án thực hiện của sáng chế, các chất rắn có thể được loại bỏ trước khi làm nguội. Việc loại bỏ này có lợi là ngăn không cho làm bẩn thiết bị phía sau trong hệ thống POX và PPS. Nhiệt được giải phóng trong khi làm nguội dòng POX có thể được truyền đến hệ thống phát điện để tối đa hóa hiệu suất tổng thể của hệ thống sản xuất điện. Cụ thể, nhiệt này có thể được sử dụng cho việc làm nóng một phần ít nhất một phần chất lưu CO₂ tái tuần hoàn đang tuần hoàn trong quá trình sản xuất điện sau khi làm nguội dòng sản phẩm đốt và trước khi nạp chất lưu CO₂ tái tuần hoàn trở lại vào trong buồng đốt của hệ thống sản xuất điện. Cụ thể, nhiệt có thể được bổ sung vào chất lưu CO₂ tái tuần hoàn sau khi nén chất lưu CO₂ tái tuần hoàn. Tùy ý, oxy cần cho lò phản ứng POX và/hoặc buồng đốt của hệ thống sản xuất điện cũng có thể được làm nóng ngược với việc làm nguội dòng POX trong cùng một hoặc bộ trao đổi nhiệt khác nhau.

Lò phản ứng POX được sử dụng theo sáng chế có thể là lò phản ứng bất kỳ mà được biết là có lợi trong việc hình thành các khí đốt cháy một phần. Ví dụ, các bộ khí hóa có lợi trong việc hình thành khí tổng hợp có thể được sử dụng. Tương tự, các lò phản ứng có tầng hóa lỏng có thể được sử dụng. Hơn nữa, lò phản ứng có thể là lò phản ứng kiểu xúc tác hoặc có thể là lò phản ứng kiểu không xúc tác. Dòng POX đi ra khỏi lò phản ứng POX có thể chứa khí nhiên liệu như được mô tả thêm trong bản mô tả này. Cần hiểu rằng, việc sử dụng thuật ngữ “dòng POX” trong bản mô tả này là nói đến dòng đi ra khỏi lò phản ứng POX mà chứa khí nhiên liệu và tùy ý một hoặc nhiều

chất gây ô nhiễm hoặc các nguyên liệu không phải khí nhiên liệu. Khí nhiên liệu từ dòng POX có thể được tách ra khỏi dòng này, như thông qua việc loại bỏ các chất gây ô nhiễm – ví dụ, các chất rắn, lưu huỳnh, kim loại, nước, các khí axit, và các chất tương tự khác. Do đó, dòng POX có thể được xử lý một cách đầy đủ (ví dụ, được làm sạch và/hoặc chuyển đổi) để tạo ra khí nhiên liệu cuối cùng mà có thể gần như tinh khiết – nghĩa là, có thể chứa gần như chỉ các thành phần là các khí nhiên liệu mà cháy được trong buồng đốt PPS như được mô tả trong bản mô tả này. Tuy nhiên, nếu muốn, dòng khí nhiên liệu này có thể được tạo kết cấu để chứa hàm lượng các chất rắn cháy được và/hoặc các chất lỏng cháy được, mà có thể được đốt cháy trong buồng đốt PPS.

Lò phản ứng POX có thể được làm thích ứng để cung cấp dòng POX đầu ra có nhiệt độ thứ nhất, và dòng POX có thể được làm nguội đến dòng thấp hơn thứ hai. Tùy thuộc vào lò phản ứng POX được sử dụng, dòng POX chứa khí nhiên liệu đi ra khỏi lò phản ứng POX có thể ở nhiệt độ khoảng 1200°C hoặc lớn hơn, khoảng 1300°C hoặc lớn hơn, hoặc khoảng 1400°C hoặc lớn hơn. Cụ thể hơn, nhiệt độ này có thể nằm trong khoảng từ 1000°C đến 2000°C, từ 1200°C đến 1800°C, hoặc từ 1300°C đến 1600°C. Theo các phương án thực hiện khác của sáng chế, lò phản ứng POX có thể được tạo kết cấu để vận hành ở nhiệt độ thấp hơn đáng kể. Theo các phương án thực hiện của sáng chế, dòng POX chứa khí nhiên liệu đi ra khỏi lò phản ứng POX có thể ở nhiệt độ khoảng 300°C hoặc lớn hơn, khoảng 400°C hoặc lớn hơn, hoặc khoảng 500°C hoặc lớn hơn. Cụ thể hơn, nhiệt độ này có thể nằm trong khoảng từ 300°C đến 1000°C, từ 350°C đến 900°C, hoặc từ 400°C đến 800°C. Theo các phương án thực hiện khác nhau của sáng chế, 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), tốt hơn là đến khoảng nhiệt độ môi trường.

Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện của sáng chế, dòng POX ngay khi đi ra khỏi lò phản ứng POX ở nhiệt độ như được mô tả trên đây có thể được làm nguội đến nhiệt độ thấp hơn. Bước làm nguội có thể bao gồm việc sử dụng một hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt. Theo cách khác hoặc ngoài ra, dòng POX chứa khí nhiên liệu có thể được tôi bởi sự đưa vào của chất lưu tôi vào trong lò phản ứng POX. Việc tôi và/hoặc làm nguội có thể được thực hiện trước khi tách các chất rắn ra khỏi dòng POX, sau khi tách các chất rắn ra khỏi dòng POX, hoặc cả hai. Tốt hơn là, việc tôi và/hoặc làm

nguội giảm nhiệt độ của dòng khí nhiên liệu POX khoảng 100°C hoặc hơn, khoảng 200°C hoặc hơn, khoảng 300°C, khoảng 400°C hoặc hơn, hoặc khoảng 500°C hoặc hơn. Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, việc tôi có thể được coi như làm nguội dòng POX đến nhiệt độ thấp hơn thứ hai. Tuy nhiên, như được mô tả thêm trong bản mô tả này, việc tôi có thể được coi như bước làm nguội trung gian, và dòng POX sau đó được làm nguội đến nhiệt độ thấp hơn thứ hai.

Việc tôi có thể được thực hiện bằng cách trộn dòng POX với một hoặc nhiều chất lưu tôi. Các ví dụ không bị giới hạn về chất lưu tôi mà có thể được sử dụng theo sáng chế bao gồm dòng của dòng POX tái tuần hoàn (nghĩa là, khí nhiên liệu hoặc dòng POX chứa khí nhiên liệu và một hoặc nhiều tạp chất), nước ở nhiệt độ chất lưu tôi, CO₂ lỏng, hỗn hợp của chúng, và các chất tương tự khác. Ví dụ, theo một số phương án thực hiện của sáng chế, bộ khí hóa nạp khô có thể được sử dụng với CO₂ được cung cấp dưới dạng khí nạp hoặc phễu khóa. Trong các ví dụ khác, các khí gần như trơ khác, như N₂, có thể được sử dụng. Nhiệt độ chất lưu tôi có lợi 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, nhiệt độ chất lưu tôi có thể nằm trong khoảng từ 10°C đến 150°C, từ 15°C đến 100°C, hoặc từ 20°C đến 75°C. Theo các phương án thực hiện của sáng chế sử dụng việc tôi bằng nước, một phần của nước có thể được làm bay hơi, nhờ đó, tạo ra hỗn hợp của khí nhiên liệu, hơi, và phần nước lỏng, mà pha loãng khối của các hạt tro. Nhiệt độ của toàn bộ chất lỏng và hơi sẽ được xác định bởi áp suất được sử dụng trong lò phản ứng POX và lượng nước lỏng được sử dụng cho việc tôi.

Dòng POX đi ra khỏi buồng đốt POX có thể được xử lý để loại bỏ ít nhất một phần của các thành phần chất rắn hoặc các thành phần dạng khí bất kỳ mà không tạo ra phần của khí nhiên liệu. Việc xử lý có thể bao gồm nhiều bước làm sạch và/hoặc nhiều bước chuyển đổi.

Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, dòng POX đi ra khỏi lò phản ứng POX (không được tôi hoặc đã được tôi hoặc theo cách khác đã được làm nguội) có thể được xử lý trong lò phản ứng thủy phân COS. Điều này có lợi cho việc chuyển đổi COS thành H₂S. Hơn nữa, dòng POX có thể được xử lý trong cụm tách lưu huỳnh ẩm. Điều này có thể có lợi cho việc loại bỏ H₂S, COS, và các kim loại nặng ra khỏi

dòng POX bằng cách sử dụng, ví dụ, chất hấp thụ rắn tái sinh được, như oxit kẽm. Sự thủy phân và tách lưu huỳnh COS có thể được thực hiện liên tục (theo thứ tự bất kỳ), hoặc chỉ một quy trình trong số các quy trình này có thể được thực hiện.

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

Việc làm nguội dòng POX có thể có nhiều giai đoạn. Đầu tiên, dòng này có thể được làm nguội, có các chất rắn đã được tách ra khỏi dòng này và sau đó được làm nguội thêm, như đến gần nhiệt độ môi trường, bằng cách sử dụng một hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt. Cụ thể, bộ trao đổi nhiệt POX có thể được làm thích ứng để truyền nhiệt từ dòng POX (mà tùy ý đã được tôi và/hoặc theo cách khác được làm nguội đến nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ của lò phản ứng POX) đến một hoặc nhiều phần của dòng tái tuần hoàn CO₂ áp suất cao được sử dụng trong hệ thống phát điện. Ví dụ, nhiệt có thể được truyền đến dòng tái tuần hoàn CO₂ áp suất cao thu được từ khí xả của máy nén tái tuần hoàn CO₂ và/hoặc đến một hoặc nhiều điểm thích hợp trong bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi mà được sử dụng trong chu trình phát điện. Sự lựa chọn các nhiệt độ cho việc phun nhiệt vào bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS và số lượng và nhiệt độ đầu vào của các dòng thu được từ bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS được làm nóng trong bộ làm nguội khí nhiên liệu đã được tôi có thể được xác định bằng cách thay đổi quy trình thu hồi nhiệt để đảm bảo việc thu hồi nhiệt là ở mức nhiệt độ tối đa phù hợp với các kích cỡ của bộ trao đổi nhiệt kinh tế.

Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, quy trình theo sáng chế có thể bao gồm bước oxy hóa một phần nhiên liệu rắn hoặc nhiên liệu lỏng trong lò phản ứng POX để tạo ra dòng POX chứa khí nhiên liệu ở nhiệt độ thứ nhất. Dòng POX có thể được tôi tùy ý đến nhiệt độ thấp hơn bên trong lò phản ứng POX, bên trong đoạn tách

của lò phản ứng POX, hoặc bên trong thùng tôi riêng biệt. Dòng POX chứa khí nhiên liệu có thể được xử lý để loại bỏ ít nhất một phần trong số các thành phần chất rắn hoặc các thành phần dạng khí bất kỳ mà không tạo ra phần của khí nhiên liệu. Ví dụ, dòng POX có thể được xử lý qua tháp lọc. Sau đó, dòng POX có thể tùy ý được xử lý qua một hoặc nhiều trong số lò phản ứng dịch chuyển, lò phản ứng thủy phân COS, và cụm tách lưu huỳnh ẩm. Sau đó, dòng POX có thể được làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt POX đến nhiệt độ thấp hơn thứ hai. Sau đó, dòng POX đã được làm nguội có thể được làm sạch bằng cách loại bỏ nước bất kỳ ra khỏi dòng này và loại bỏ các khí axit bất kỳ ra khỏi dòng này. Ở điểm này, dòng gần như đã được làm sạch có thể được coi như dòng khí nhiên liệu bắt nguồn từ dòng POX. Tuy nhiên, cần hiểu rằng cũng có thể được coi là dòng POX chứa khí nhiên liệu trong đó khí nhiên liệu chứa phần lớn (theo mol%) dòng này. Dòng khí nhiên liệu có thể tùy ý được xử lý qua một hoặc cả hai trong số hệ thống hấp thụ hoạt hóa và hệ thống metan hóa kiểu xúc tác. Sau đó, khí nhiên liệu có thể được nén đến áp suất thích hợp để nạp vào buồng đốt PPS.

Nhiên liệu được sử dụng trong lò phản ứng POX có thể được cung cấp theo nhiều dạng. Theo các phương án thực hiện nêu trên của sáng chế, nhiên liệu rắn có thể được cung cấp ở dạng hạt, tốt hơn là trạng thái bột mịn và có thể được tạo huyền phù bằng môi trường huyền phù. Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, môi trường huyền phù có thể bao gồm, ví dụ, nước, CO₂ lỏng, và tổ hợp của chúng. CO₂ lỏng có thể được tạo ra, ít nhất trong phần, từ CO₂ tái tuần hoàn từ hệ thống phát điện. Nhiên liệu chứa cacbon được sử dụng trong lò phản ứng POX có thể là chất lỏng như bitum đã được làm nóng, trong trường hợp không cần chất lưu tạo huyền phù. Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, nhiên liệu rắn dạng bột có thể được trộn với CO₂ (và/hoặc N₂) và nạp vào trong lò phản ứng POX, ví dụ, bộ khí hóa nạp khô mà ở đó CO₂ được sử dụng làm khí nạp cho phễu khóa.

Nhiệt được giải phóng bằng cách làm nguội dòng POX đã tôi trong bộ trao đổi nhiệt sau khi loại bỏ tro có thể được truyền đến một hoặc nhiều phần của dòng tái tuần hoàn CO₂ áp suất cao thu được từ hệ thống phát điện. Chất lưu tôi có thể được tái tuần hoàn dòng POX rời khỏi đầu lạnh của bộ trao đổi nhiệt POX sau khi tách nước lỏng, hoặc nó có thể được ngưng tụ và tách nước. Nó cũng có thể là tổ hợp của khí nhiên liệu và nước. Hơn thế nữa, nó có thể là CO₂ tái tuần hoàn, hoặc tổ hợp của khí nhiên

liệu, hoặc nước, hoặc cả hai với CO_2 . Theo các phương án thực hiện khác của sáng chế, dòng nitơ (ví dụ, được rút từ cụm tách không khí) có thể được sử dụng làm chất lưu tải. Hơn nữa, dòng áp suất cao của O_2 và CO_2 có thể được sử dụng.

Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, nguồn chất lưu tải có thể đặc biệt thích hợp. Các phương án thực hiện sử dụng môi trường tạo huyền phù CO_2 có thể dẫn đến sản phẩm thuần của nước bắt nguồn từ hydro và nước có mặt trong việc nạp nhiên liệu rắn (ví dụ, than). Do đó, nước lỏng đã được tách có thể được xử lý để tách các thành phần dễ cháy đã được hòa tan trong nước. Các thành phần dễ cháy đã được tách này có thể được nén và đưa trở lại đến buồng đốt của hệ thống phát điện. Sau đó, dòng nước đã được làm sạch có thể được tái tuần hoàn đến hệ thống tạo huyền phù nhiên liệu rắn hoặc hệ thống tải POX, và nước dư thừa bất kỳ có thể được gửi đến hệ thống phát điện mà ở đó nó có thể được sử dụng để pha loãng axit $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HNO}_3$ bất kỳ được tạo ra ở giai đoạn tách nước trong hệ thống phát điện như được mô tả trong Patent Mỹ số 8,596,075 cấp cho Allam và các đồng tác giả. Theo các phương án thực hiện trong đó nhiên liệu rắn được tạo huyền phù với nước, nước có mặt trong dòng POX nhiệt độ cao có thể phản ứng với CO được tạo ra bởi sự oxy hóa một phần của cacbon trong nhiên liệu rắn để tạo ra khí hydro và cacbon monoxit. Các chất này có thể có mặt với tỷ lệ khoảng 1:1 H_2 và CO theo thể tích.

Lượng tiêu hao này của nước trong phản ứng dịch chuyển có thể biểu thị sự thiếu hụt nước, và sau đó, nước được tạo ra trong hệ thống phát điện có thể được quay trở lại đến hệ thống POX để tạo ra huyền phù than của nhiên liệu rắn và nhờ đó bù cho lượng tiêu hao này. Sau đó, dòng POX đã được làm nguội thuần (nghĩa là, dòng khí nhiên liệu) có thể được nén đến áp suất yêu cầu cho việc đốt cháy trong buồng đốt sản xuất điện. Theo các phương án thực hiện khác nhau của sáng chế, hệ thống và phương pháp theo sáng chế có thể được làm thích ứng nhằm tạo ra chất lưu tải bên trong để sử dụng với dòng POX nhiệt độ cao đi ra khỏi lò phản ứng POX. Điều này có thể do các bước tuần tự của phản ứng POX, loại bỏ các chất rắn, làm nguội bằng trao đổi nhiệt, và tách nước. Lượng khí nhiên liệu thuần từ dòng POX có thể được nén và phân phối đến buồng đốt của hệ thống phát điện với nồng độ tương đối cao của các khí dễ cháy (ví dụ, H_2 và CO) và với trị số tỏa nhiệt mà sẽ đảm bảo các điều kiện đốt cháy có lợi trong buồng đốt của hệ thống phát điện.

Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện của sáng chế, lò phản ứng dịch chuyển nước khí (WGS) ngược có thể được sử dụng. Ví dụ, theo một số phương án thực hiện của sáng chế phần của dòng CO₂ tái tuần hoàn từ PPS có thể được kết hợp với ít nhất một phần của dòng POX (hoặc khí nhiên liệu từ dòng POX), và tổ hợp này có thể được hướng đến lò phản ứng WGS ngược. Điều này có thể có lợi cho việc chuyển đổi CO₂ và H₂ thành CO và H₂O.

Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, lò phản ứng POX theo sáng chế có thể được làm thích ứng để vận hành ở áp suất mà cao hơn so với áp suất trong buồng đốt của hệ thống phát điện. Cụ thể, 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 này. Tốt hơn là, dòng POX có thể được tôi và làm nguội thông qua sự trao đổi nhiệt như được mô tả trong bản mô tả này bằng cách sử dụng dòng POX đã được làm nguội hoặc nước làm môi trường tôi, và dòng POX đã được làm nguội (nghĩa là, khí nhiên liệu) có thể được sử dụng trong hệ thống phát điện mà không cần phải nén thêm. Lò phản ứng POX có thể bao gồm lò phản ứng bất kỳ được làm thích ứng để đốt cháy nhiên liệu chứa cacbon, cụ thể là, trong đó nhiên liệu chỉ được oxy hóa một phần, và cụ thể là, trong đó lò phản ứng được làm thích ứng để hoạt động ở áp suất mà lớn hơn áp suất vận hành của buồng đốt của hệ thống phát điện như được mô tả trong bản mô tả này. Theo các phương án thực hiện không bị giới hạn làm ví dụ, buồng đốt POX có thể sử dụng sự làm nguội bằng thoát hơi nước trong đó chất lưu làm nguội, như CO₂, được đưa qua lớp thoát hơi nước xếp bao quanh buồng đốt POX, mà có thể đặc biệt có lợi để ngăn chặn sự va chạm và tích tụ của tro. Các phương án thực hiện là ví dụ về làm nguội bằng thoát hơi nước mà có thể được sử dụng với lò phản ứng POX theo sáng chế được mô tả trong công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2010/0300063 của Palmer và các đồng tác giả, công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2011/0083435 của Palmer và các đồng tác giả và công bố đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số 2012/0073261 của Palmer và các đồng tác giả, mà nội dung của các tài liệu này được đưa vào đây bằng cách viện dẫn. Cụ thể, buồng đốt POX có thể được làm thích ứng để tiếp nhận dòng nhiên liệu và nguồn oxy cho sự đốt cháy của dòng nhiên liệu. Tùy ý, chất xúc tác có thể được có trong lò phản ứng POX và/hoặc chất xúc tác có thể được đưa vào lò

phản ứng POX, như trong sự trộn lẫn với nhiên liệu. Tùy ý, dòng hơi có thể được đưa vào lò phản ứng POX.

Theo các phương án thực hiện khác của sáng chế, lò phản ứng POX theo sáng chế có thể được làm thích ứng để vận hành ở áp suất mà thấp hơn áp suất của buồng đốt của hệ thống phát điện. Theo các phương án thực hiện này, dòng khí nhiên liệu bắt nguồn từ dòng POX để sử dụng trong buồng đốt của hệ thống phát điện có thể được nén trước khi đi vào trong buồng đốt của hệ thống phát điện. Nếu muốn, dòng khí nhiên liệu có thể được làm nóng trước, như thông qua đường dẫn qua một hoặc nhiều bộ trao đổi nhiệt trong số các bộ trao đổi nhiệt được mô tả theo cách khác trong bản mô tả này. Lò phản ứng POX có thể bao gồm hệ thống thương mại có sẵn bất kỳ. Các ví dụ không bị giới hạn về các hệ thống thương mại có sẵn có lợi theo sáng chế bao gồm lò phản ứng dòng cuốn vào nấp than bột khô Shell, lò phản ứng tôi GE/Texaco, lò phản ứng tôi bằng màng làm nguội Siemens, hoặc các hệ thống tương tự. Các lò phản ứng POX có lợi có thể có các đoạn truyền nhiệt bên trong hấp thụ nhiệt bức xạ từ buồng đốt POX. Trong các ví dụ khác, các đoạn truyền nhiệt bên trong có thể được tạo kết cấu để dẫn nhiệt và/hoặc làm nóng đối lưu. Theo các phương án thực hiện này, phần của dòng CO₂ tái tuần hoàn áp suất cao từ hệ thống phát điện có thể được làm nóng và được quay trở lại ở nhiệt độ cao hơn đến hệ thống PPS. Dòng tái tuần hoàn thu được từ hệ thống PPS để làm nóng như được mô tả trên đây có thể được thực hiện ở áp suất bất kỳ, như áp suất nằm trong khoảng từ 10 bar (1MPa) đến 400 bar (40MPa), và do đó, dòng tái tuần hoàn có thể ở nhiệt độ bất kỳ trước khi làm nóng như nêu trên, như nhiệt độ khoảng 50°C hoặc lớn hơn (ví dụ, nằm trong khoảng từ 50°C đến 500°C hoặc từ 100°C đến 400°C). Ví dụ, CO₂ tái tuần hoàn ở nhiệt độ khoảng 400°C có thể được làm nóng đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 450°C đến 600°C bên trong lò phản ứng POX và được quay trở lại đến bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi trong hệ thống phát điện mà ở đó nó có thể được trộn lại với phần của dòng CO₂ tái tuần hoàn áp suất cao khác ở cùng một nhiệt độ. Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, nhiệt có thể được truyền đến dòng nước áp suất cao để tạo ra hơi đã được làm bão hòa hoặc quá nhiệt.

Theo các khía cạnh có lợi, sáng chế có thể đề xuất tổ hợp của lò phản ứng POX với hệ thống phát điện. Như một ví dụ, tổ hợp này các thể được xác định trong đó các

tạp chất (như từ than hoặc nhiên liệu rắn khác và từ sự oxy hóa một phần của nhiên liệu) có thể được giữ lại trong dòng POX áp suất cao đã được làm 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 các tạp chất khác có thể được oxy 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 đã ngưng tụ từ dòng ra khỏi buồng đốt của hệ thống phát điện có thể có tính axit chứa một hoặc nhiều trong số HNO_3 , H_2SO_4 , và các muối vô cơ hòa tan, như được mô tả trong Patent Mỹ số 8,596,075 cấp cho Allam và các đồng tác giả. Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện của sáng chế, ít nhất một phần của các tạp chất này có thể được tái tuần hoàn trở lại đến hệ thống POX. Ví dụ, nước rời khỏi tháp lọc nước chứa NH_3 và HCN có thể được sử dụng là, nước bù cho hệ thống tạo huyền phù than-nước, mà nhờ đó NH_3 và HCN đảm nhiệm chức năng cung cấp trị số làm nóng bổ sung trong lò phản ứng POX. Như một ví dụ khác, NH_3 có thể được sử dụng như một phần của hệ thống loại bỏ lưu huỳnh, mà nhờ đó amoniac được đốt cháy để tạo ra NOX .

Việc xử lý nhiên liệu rắn qua lò phản ứng POX chứ không phải trực tiếp qua buồng đốt của hệ thống phát điện có thể đặc biệt có lợi trong khả năng có thể loại bỏ các sản phẩm phản ứng có thể gây ô nhiễm. Ví dụ, dòng POX đi ra khỏi lò phản ứng POX có thể được tối đến nhiệt độ khoảng 400°C hoặc thấp hơn hoặc nhiệt độ khác có lợi đến đảm bảo rằng tro bắt nguồn từ than (hoặc các tạp chất nóng chảy khác bắt nguồn từ than hoặc nhiên liệu rắn khác) ở dạng chất rắn mà có thể được loại bỏ. Tốt hơn là, các tạp chất rắn có thể được loại bỏ xuống đến nồng độ rất thấp và kích cỡ hạt đủ nhỏ nhằm ngăn chặn đáng kể sự tắc nghẽn và/hoặc ăn mòn các bộ phận của hệ thống phát điện, như bộ các trao đổi nhiệt, tuabin, máy nén, và các bộ phận tương tự khác.

Ngoài những điều nêu trên, việc tối dòng POX từ lò phản ứng POX có thể được làm thích ứng để cung cấp dòng POX đã tối thấp hơn nhiệt độ như được xác định trong bản mô tả này và đủ thấp để đảm bảo rằng nồng độ pha hơi của các thành phần vô cơ bất kỳ trong nhiên liệu rắn là cũng đủ thấp để ngăn chặn đáng kể sự lắng đọng trong một hoặc nhiều bộ phận của hệ thống phát điện. Ví dụ, sự oxy hóa một phần của than có thể tạo ra một hoặc nhiều muối kim loại kiềm bao gồm NaCl , CaSO_4 , và KCl ,

mà có thể được loại bỏ như được mô tả trong bản mô tả này. Do vậy, mặc dù có thể các tạp chất được đưa qua dòng POX và đốt cháy trong buồng đốt PPS, song tốt hơn là có thể thực hiện một hoặc nhiều bước làm sạch và/hoặc chuyển đổi được mô tả theo cách khác trong bản mô tả này để tạo ra khí nhiên liệu cho buồng đốt PPS mà gần như tinh khiết – nghĩa là, chứa phần lớn theo mol%, chứa ít nhất 75 mol%, chứa ít nhất 90 mol%, chứa ít nhất 95 mol%, hoặc chứa ít nhất 99 mol% khí nhiên liệu (ví dụ, không bao gồm nước, các chất rắn không cháy được, các kim loại, và các khí axit).

Hệ thống và phương pháp theo sáng chế có thể được làm thích ứng để tạo ra sự thu hồi gần như tất cả nhiệt đã được giải phóng trong khi làm nguội dòng POX, tốt hơn là làm nguội đến gần nhiệt độ môi trường, và thu hồi nhiệt bên trong dòng CO₂ tái tuần hoàn áp suất cao trong hệ thống phát điện. Cụ thể là, việc làm nóng bổ sung có thể được thực hiện ở mức nhiệt độ thấp hơn trong bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi của hệ thống phát điện. Việc nạp nhiệt bổ sung theo cách này có thể tạo ra hiệu ứng tích cực đáng kể trên hiệu ứng tổng thể của hệ thống phát điện. Hiệu ứng này là do nhiệt cụ thể cao hơn nhiều của dòng CO₂ tái tuần hoàn áp suất cao trong vùng nhiệt độ thấp hơn nằm trong khoảng từ 50°C đến 400 °C so với vùng nhiệt độ cao hơn nằm trong khoảng từ 400°C đến 800°C và với nhiệt cụ thể thấp hơn của dòng khí xả tuabin mà đang làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi của hệ thống phát điện. Sự chênh lệch đã được biểu thị này có nghĩa là nhiệt phụ bổ sung đáng kể được yêu cầu trong bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi trên vùng nhiệt độ nằm trong khoảng từ 50°C đến 400°C để làm nóng dòng CO₂ tái tuần hoàn. Nhiệt bổ sung thu được từ dòng POX đã tới trong dòng bộ trao đổi nhiệt POX cung cấp lượng nhiệt bổ sung hiệu quả cho buồng đốt của hệ thống phát điện mà gần như tương đương với lượng nhiệt đã được giải phóng khi chính khí nhiên liệu được đốt cháy.

Theo các phương án thực hiện khác nhau của sáng chế trong đó lò phản ứng POX được tới đến sự bão hòa bằng cách sử dụng dòng nước tái tuần hoàn, đường cong giải phóng nhiệt độ-nhiệt đối với dòng POX đã tới làm nguội đến gần nhiệt độ môi trường thể hiện sự giải phóng nhiệt ban đầu lớn khi hơi bắt nguồn từ sự bay hơi của nước tới bắt đầu ngưng tụ. Sự giải phóng nhiệt này trên sự sụt giảm nhiệt độ đơn vị giảm dần dòng POX nguội đi. Hiệu ứng này cần hai dòng CO₂ tái tuần hoàn áp suất cao riêng biệt thu được từ hệ thống phát điện dòng tái tuần hoàn áp suất cao được sử

dụng để thu hồi nhiệt từ dòng POX đã tôi đang làm nguội. Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, dòng CO₂ tái tuần hoàn áp suất cao thứ nhất có thể được lấy từ khí xả của máy nén tái tuần hoàn CO₂ ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 45°C đến 70°C. Dòng CO₂ tái tuần hoàn áp suất cao thứ hai có thể được lấy từ dòng tái tuần hoàn áp suất cao ở điểm trong bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi mà ở đó có nhiệt độ thấp gần với điểm sương của dòng làm nguội khí xả tuabin. Hai dòng này cùng nhau có thể tạo ra sự giải phóng nhiệt ban đầu lớn từ dòng POX đã tôi đang làm nguội dưới dạng hàm lượng nước của nó bắt đầu ngưng tụ mà có thể được chuyển một cách có hiệu quả trở lại đến dòng tái tuần hoàn CO₂ áp suất cao ở mức nhiệt độ cao nhất có thể. Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, dòng POX có thể được tôi một phần đến nhiệt độ thứ nhất, như xuống đến nhiệt độ khoảng 900°C, khoảng 700°C, khoảng 500°C, hoặc khoảng 400°C. Khi việc tôi một phần được sử dụng, khoảng làm nguội giữa nhiệt độ tôi riêng phần và điểm sương của nước của dòng POX đã tôi hiện có, và khoảng này có thể yêu cầu dòng CO₂ áp suất cao tái tuần hoàn thấp hơn để loại bỏ một cách có hiệu quả phần nhiệt có sẵn này ra khỏi dòng POX đã tôi khi so với vùng nhiệt độ dưới điểm sương của nước của dòng POX. Điều này có thể được thực hiện bằng cách loại bỏ một phần của dòng CO₂ tái tuần hoàn áp suất cao đang làm nóng ở điểm gần và/hoặc dưới nhiệt độ điểm sương của nước của dòng POX đã tôi trong khi phần còn lại được loại bỏ ở nhiệt độ gần với và/hoặc dưới nhiệt độ tôi. Sau đó, các dòng CO₂ tái tuần hoàn áp suất cao đã được làm nóng có thể được quay trở lại đến bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi ở điểm nhiệt độ tương ứng với dòng khối của CO₂ tái tuần hoàn áp suất cao trong bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi. Theo các phương án thực hiện khác nhau của sáng chế, các sự lựa chọn đối với hai dòng này để kết hợp trong bộ trao đổi nhiệt làm nguội POX với một dòng trở lại có thể được đề xuất. Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, nhiều hơn hai dòng chất lưu tái tuần hoàn áp suất cao có thể được sử dụng.

Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, khí nhiên liệu thu được từ lò phản ứng POX sau khi tôi và loại bỏ tro có thể chứa phần lớn H₂, CO, CO₂ và H₂O ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 250°C đến 400°C. Một phần của dòng khí nhiên liệu này có thể được dùng để sản xuất H₂, CO tinh khiết, hoặc tổ hợp của chúng với tỷ lệ H₂ và CO thay đổi. Các ứng dụng điển hình cho việc sản xuất H₂ quy mô lớn có thể là,

ví dụ, tách lưu huỳnh bằng hydro và cracking bằng hydro trong các nhà máy lọc dầu và, có khả năng, làm nhiên liệu xe. Các ứng dụng điển hình đối với các hỗn hợp H_2 và CO có thể là, ví dụ, sản xuất các chất lỏng hydrocarbon Fischer-Tropsch (ví dụ, với tỷ lệ khoảng 2.2 H_2 và CO) và sản xuất metanol (ví dụ, với tỷ lệ khoảng 2.0 H_2 và CO). Trong mỗi trường hợp, H_2 và CO tỷ lệ phải được tăng từ tỷ lệ khoảng 1 hoặc thấp hơn trong dòng POX (trong dòng khí nhiên liệu từ dòng POX) mà ở đó tỷ lệ này tùy thuộc vào việc sử dụng CO_2 hoặc nước làm môi trường tạo huyền phù cho nhiên liệu rắn. Huyền phù trên cơ sở nước với nhiều nước trong khí thành phẩm POX dẫn đến tỷ lệ đáng kể CO được chuyển đổi thành H_2 và CO_2 , đưa tỷ lệ H_2 và CO chỉ dưới 1. Huyền phù trên cơ sở CO_2 có tỷ lệ H_2 và CO thấp hơn nhiều. Có thể có lợi để đưa ít nhất một phần khí nhiên liệu đã được tách ra khỏi dòng POX đã tôi qua lò phản ứng dịch chuyển kiểu xúc tác để chuyển đổi CO thành H_2 nhờ sự phản ứng với hơi, Như được thể hiện dưới đây trong Công thức (2).



Điều này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng một phần của khí nhiên liệu thu được ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 250°C đến 400 °C sau khi loại bỏ tro và bằng cách sử dụng chất xúc tác dịch chuyển CO dung nạp lưu huỳnh, như chất trên cơ sở coban trong lò phản ứng dịch chuyển. Sau đó, phần của khí nhiên liệu được làm giàu trong H_2 có thể được làm nguội trong đường dẫn riêng biệt qua bộ trao đổi nhiệt POX. Nhiệt đã được giải phóng trong phản ứng dịch chuyển tỏa nhiệt có thể được truyền vào trong PPS như nêu trên. Sau đó, khí dịch chuyển đi ra có thể được trộn với một phần của dòng POX đã được làm nguội còn lại và dòng kết hợp có thể được đưa qua bộ hấp thụ áp suất chuyển đổi nhiều tầng được thiết kế để tách H_2 và CO ở tỷ lệ H_2 với CO yêu cầu như một thành phần không hấp thụ trong khi các thành phần hấp thụ có thể chứa tất cả trong số các hợp chất lưu huỳnh, HCN, NH_3 , Hg, CO_2 , H_2O và hầu hết là CH_4 . Phân đoạn không hấp thụ này có thể chứa một số N_2 và Ar bắt nguồn từ than (hoặc nhiên liệu rắn khác hoặc nhiên liệu lỏng) và oxy được sử dụng trong lò phản ứng POX. Tốt hơn là, các thành phần trơ này sẽ nhỏ hơn 5% tổng nồng độ mà được chấp nhận cho khí được nạp vào cả lò phản ứng Fischer-Tropsch và lò phản ứng Metanol. Nếu sản phẩm H_2 tinh khiết được yêu cầu, chỉ khí đã được làm nguội và dịch chuyển sẽ được nạp vào PSA. Khí thải có áp suất gần với khí quyền từ PSA với tất cả

trong số than và POX bắt nguồn từ các tạp chất ở dạng khí sẽ được nén và được quay trở lại đến khí nhiên liệu còn lại từ dòng POX cho việc đốt cháy trong buồng đốt PPS.

Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, ít nhất một phần của dòng POX đã tôi bằng nước có thể được đưa qua lò phản ứng WGS ngược. Ví dụ, dòng POX đã tôi bằng nước chứa khí nhiên liệu ở nhiệt độ khoảng 900°C hoặc lớn hơn có thể được xử lý trong lò phản ứng WGS ngược để chuyển đổi hỗn hợp H_2 và CO_2 bên trong khí đi ra của lò phản ứng dịch chuyển chứa hỗn hợp CO và H_2O .

Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, dòng POX (hoặc khí nhiên liệu từ dòng POX) có thể được xử lý qua cụm loại bỏ khí axit, ví dụ, để tách ít nhất một phần của H_2S và/hoặc CO_2 bất kỳ có mặt trong dòng này. Cụ thể, việc loại bỏ khí axit có thể được thực hiện sau khi làm nguội dòng POX trong bộ trao đổi nhiệt POX và sau khi loại bỏ nước ra khỏi dòng POX. Tốt hơn là, việc loại bỏ khí axit được thực hiện trước khi nén khí nhiên liệu đến áp suất để đưa vào buồng đốt PPS. Quy trình loại bỏ khí axit có thể được tách ra thành ba kiểu nói chung: các thuốc thử hóa học, các dung môi tự nhiên, và các dung môi lai. Các ví dụ không bị giới hạn của quy trình loại bỏ khí axit là Rectisol, Sulfinol, MDEA, Selexol, amin đi-isopropanol dạng nước (ADIP), và FLEXSORB. Một phương pháp có thể bao gồm việc sử dụng quy trình Selexol hai giai đoạn (UOP LLC, USA), trong đó H_2S được loại bỏ ở giai đoạn thứ nhất, và CO_2 được loại bỏ ở giai đoạn thứ hai. Việc loại bỏ khí axit ra khỏi H_2S có thể được chuyển đổi thành lưu huỳnh nguyên tố lỏng bằng phương pháp đã được người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này biết đến, là quy trình Claus, hoặc có thể được chuyển đổi thành axit sunfuric có đặc tính thương mại bằng phương pháp đã được người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này biết đến, là quy trình axit sunfuric ướt. CO_2 đã được loại bỏ ra khỏi dòng POX thông qua việc loại bỏ khí axit có thể được nén và được hòa vào dòng CO_2 đã được nén tái tuần hoàn để đưa đến buồng đốt PPS. Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, dòng nhiên liệu POX có thể được đưa qua hệ thống hấp thụ hoạt hóa để loại bỏ thủy ngân ra khỏi dòng này.

Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện của sáng chế, dòng POX (hoặc khí nhiên liệu từ dòng POX) có thể được xử lý qua hệ thống metan hóa. Cụ thể, việc metan hóa có thể được thực hiện sau khi làm nguội dòng POX trong bộ trao đổi nhiệt POX và sau khi loại bỏ nước từ dòng POX. Tốt hơn là, việc metan hóa được thực hiện

trước khi nén khí nhiên liệu đến áp suất để đưa vào buồng đốt PPS. Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, khí nhiên liệu được tạo ra trong lò phản ứng POX bằng xúc tác có thể có tỷ lệ H_2 và CO vào khoảng 3:1 sau khi đưa qua lò phản ứng dịch chuyển khí nước. H_2S và CO_2 có thể được loại bỏ ở quy trình loại bỏ khí axit, và khí nhiên liệu POX với hàm lượng metan cao đi ra khỏi quy trình loại bỏ khí axit có thể chứa phần lớn CO , H_2 và CH_4 . Khí nhiên liệu đi ra khỏi hệ thống metan hóa có thể có hàm lượng vào khoảng 50% theo thể tích hoặc lớn hơn, khoảng 75% theo thể tích hoặc lớn hơn, khoảng 85% theo thể tích hoặc lớn hơn, khoảng 90% theo thể tích hoặc lớn hơn, hoặc khoảng 95% theo thể tích hoặc lớn hơn. Nhiệt đã được giải phóng trong quy trình metan hóa có thể được thu hồi trong một hoặc một vài bộ trao đổi nhiệt. Dòng làm mát trong các bộ trao đổi nhiệt này có thể chứa dòng chất lưu tái tuần hoàn áp suất cao đã được rút ra và được quay trở lại đến PPS, dòng nước áp suất cao, dòng nitơ đã được rút ra khỏi ASU cho quy trình làm khô nhiên liệu rắn, dòng O_2/CO_2 áp suất cao, và/hoặc dòng khí nhiên liệu đã được làm nguội và làm sạch. Các quy trình metan hóa làm ví dụ bao gồm việc sử dụng quy trình cao TREMP™ nhiệt độ cao của Haldor Topsoe. Ví dụ, xem Patent Mỹ số 8,530,529, mà nội dung của nó được đưa vào đây bằng cách viện dẫn.

Một phương án thực hiện của hệ thống phát điện với sự oxy hóa một phần của nhiên liệu rắn được mô tả có dựa vào FIG.1, trong đó nhiên liệu rắn được cung cấp ở dạng dòng nạp than 21 được oxy hóa một phần trong lò phản ứng POX 4. Dòng than 21 được nghiền và làm khô một phần trong máy nghiền hạt lớn 1 mà còn nạp dòng nitơ khô 23 chứa N_2 ở nhiệt độ khoảng $82^\circ C$ ($180^\circ F$) thu được từ cụm tách không khí 6, mà tạo ra các dòng oxy 32 và 60 và dòng nitơ 23 từ dòng nạp không khí 62. Tốt hơn là, dòng nitơ khô 23 có thể được làm nóng ngược với dòng nhiệt độ cao hơn của khí xả tuabin giàu CO_2 rời khỏi bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi trong PPS. Dòng nitơ dư thừa 22 đi ra khỏi máy nghiền hạt lớn 1. Than đã được nghiền một phần trong dòng 24 được nghiền thêm đến kích cỡ hạt tốt hơn là khoảng 250 micrôn hoặc nhỏ hơn trong máy nghiền hạt nhỏ 2 để cung cấp dòng than hạt hóa 25, mà được hướng đến máy trộn huyền phù 3. Trong máy trộn huyền phù 3, than hạt hóa được trộn với dòng môi trường huyền phù CO_2 29, mà tốt hơn là có áp suất khoảng 8,5MPa hoặc lớn hơn. Theo phương án thực hiện này, CO_2 trong dòng môi trường huyền phù CO_2 29 ở nhiệt

độ khoảng 17°C . CO_2 trong dòng môi trường huyền phù CO_2 29 có tỷ trọng khoảng 865kg/m^3 . Than bột được tăng áp suất trong hệ phễu khóa hoặc bằng phương tiện khác đến áp suất $8,5\text{MPa}$ trước khi trộn với CO_2 . Dòng huyền phù than/ CO_2 26 đi ra khỏi máy trộn huyền phù 3 và tốt hơn là chứa khoảng 45% theo trọng lượng than. Ngoài ra, môi trường huyền phù có thể là dòng nước. Hệ thống phun than bột cũng có thể được tạo kết cấu là hệ thống nạp khô trong đó than có áp dụng bột được cuốn vào dòng nitơ và nạp vào trong buồng đốt POX. Sau đó, dòng huyền phù 26 được bơm vào trong lò phản ứng POX 4 mà ở đó nó được kết hợp với dòng oxy 56, mà tốt hơn là chứa 95% mol hoặc lớn hơn nồng độ oxy. Tốt hơn là, lò phản ứng POX 4 vận hành ở áp suất khoảng $8,5\text{MPa}$ và nhiệt độ khoảng 1400°C ; tuy nhiên, nhiệt độ và áp suất này có thể là sự kết hợp bất kỳ của các vùng nhiệt độ và áp suất như được mô tả theo cách khác trong bản mô tả này liên quan đến trạng thái tự nhiên của dòng POX đi ra khỏi lò phản ứng POX. Các điều kiện để điều chế huyền phù than có thể được điều chỉnh cho phù hợp.

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

Dòng POX (bên trong lò phản ứng POX hoặc trong bộ phận riêng biệt) được tôi bằng cách trộn với chất lưu tôi (dòng nước lỏng 57 theo phương án thực hiện này). Như được thể hiện, dòng nước lỏng 57 đi vào lò phản ứng POX gần đến trong vòi hạn chế. Việc bổ sung dòng tôi làm nguội các thành phần của dòng POX tốt hơn là đến dưới nhiệt độ bão hòa của nước vào khoảng 304°C (song có thể cũng bao gồm các nhiệt độ cao hơn). Tốt hơn là, nhiệt độ tôi cũng có thể là nhiệt độ mà ở đó không cháy

được, như tro và xỉ, là ở dạng rắn. Nước tôi dư thừa được gom với xỉ và khối tro mịn trong rãnh gom của bình phản ứng POX (hoặc thùng tôi riêng biệt) mà ở đó nó được loại bỏ để xử lý tiếp. Dòng POX đã tôi 58 đi đến cụm tháp lọc 5, mà bao gồm tháp lọc nước sau đó là bộ lọc dạng ống nhỏ được làm thích ứng để giảm lượng bụi đến khoảng 4mg/m^3 hoặc thấp hơn của khí nhiên liệu, khoảng 3mg/m^3 hoặc thấp hơn của khí nhiên liệu, hoặc khoảng 2mg/m^3 hoặc thấp hơn của khí nhiên liệu. Cụm tháp lọc 5 cũng có thể có tất cả thiết bị và các bơm được yêu cầu để tái tuần hoàn nước lọc và còn để xử lý dòng tro 66 để tùy ý sử dụng. Phương án thực hiện làm ví dụ về hệ thống có lợi cho việc xử lý của lò phản ứng POX tro và làm sạch là hệ thống POX GE/Texaco với buồng đốt huyền phù than/nước, mà ngoài ra có thể được biến đổi để chấp nhận huyền phù than/ CO_2 . Do đó, các chất rắn có thể được loại bỏ ra khỏi dòng POX chứa khí nhiên liệu qua một hoặc nhiều bộ phận loại bỏ các chất rắn.

Như được thể hiện trên FIG.3, các cụm làm lạnh bổ sung có thể được sử dụng nếu muốn. Cụ thể, như được thể hiện trên FIG.3, dòng POX 58a rời khỏi lò phản ứng POX 4 có thể đi qua bộ làm lạnh 101 (ví dụ, bộ làm lạnh theo kiểu tỏa nhiệt hoặc bộ làm lạnh theo kiểu đối lưu) và đi ra dưới dạng dòng POX đã được làm nguội 58b trước khi đi vào cụm tháp lọc 5. Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện của sáng chế, các cụm xử lý khác có thể được sử dụng để xử lý của dòng POX 55 đi giữa cụm tháp lọc 5 và bộ trao đổi nhiệt POX 7. Như được thể hiện trên FIG.4, dòng POX 55a đi ra khỏi cụm tháp lọc 5 có thể đi qua một hoặc nhiều trong số lò phản ứng dịch chuyển 102, lò phản ứng thủy phân COS 103, và cụm tách lưu huỳnh ẩm 104 trước khi đi đến bộ trao đổi nhiệt POX 7 (với các dòng trung gian 55b, 55c, và 55d). Cần hiểu rằng các bộ phận này là tùy ý, và chỉ một hoặc hai trong số các bộ phận đã được thể hiện có thể được sử dụng. Hơn nữa, lò phản ứng dịch chuyển 102, lò phản ứng thủy phân COS 103, và cụm tách lưu huỳnh ẩm 104 có thể được lắp theo thứ tự bất kỳ khi hai hoặc nhiều bộ phận có mặt.

Khí nhiên liệu đã được làm sạch cộng với dòng hơi 55 được làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt POX 7. Dòng đi ra 59 được làm nguội thêm ngược với nước làm mát trong bộ trao đổi nhiệt 9. Nước lỏng 46 được tách trong bình tách 8 từ dòng đầu vào 61 và được bơm trong bơm 11 trở lại việc tôi của lò phản ứng POX và một số nước bù thêm từ dòng 38 để tạo ra dòng nước tôi 57. Theo một số phương án thực hiện của

sáng chế, dòng tổng hợp là dòng khí nhiên liệu thuần 47, mà sau đó, có thể được nén trong máy nén ly tâm nhiều giai đoạn 10 đến áp suất thích hợp để nạp dưới dạng dòng 48 vào buồng đốt của hệ thống phát điện 14. Như một ví dụ, dòng khí nhiên liệu 47 có thể được nén đến áp suất khoảng 30,5MPa.

Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện của sáng chế, dòng đi ra khỏi bình tách 8 có thể là dòng khí nhiên liệu trung gian 47a, mà có các nguyên liệu khác để loại bỏ và/hoặc có thể được xử lý thêm để nâng cấp. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.5, dòng khí nhiên liệu trung gian 47a có thể được đưa qua một hoặc nhiều trong số cụm loại bỏ khí axit 105, hệ thống hấp thụ hoạt hóa 106, và hệ thống metan hóa kiểu xúc tác 107 trước khi được đưa đến máy nén 10 (với các dòng trung gian 47b, 47c, và 47d). Cần hiểu rằng các bộ phận này là tùy ý, và chỉ một hoặc hai trong số các bộ phận nêu trên có thể được sử dụng. Hơn nữa, cụm loại bỏ khí axit 105, hệ thống hấp thụ hoạt hóa 106, và hệ thống metan hóa kiểu xúc tác 107 có thể được lắp theo thứ tự bất kỳ khi hai hoặc nhiều trong số các bộ phận này có mặt.

Theo các phương án thực hiện nhất định, cụm loại bỏ khí axit 105 được ưu tiên có mặt. Do vậy, các khí axit, như hydro sunfua, halogenua hydro, cacbon đioxit, oxit lưu huỳnh, và oxit nitơ, có thể được loại bỏ trước khi nén khí nhiên liệu. Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, cụm hấp thụ hoạt hóa 106 cũng có thể được ưu tiên có mặt.

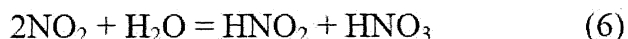
Dòng khí nhiên liệu đã được nén 48 được làm nóng trong bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi 12 đến nhiệt độ thích hợp để nạp vào buồng đốt của hệ thống phát điện 14. Như một ví dụ, dòng khí nhiên liệu đã được nén 48 có thể được làm nóng đến nhiệt độ khoảng 746 °C. Dòng khí nhiên liệu đã được làm nóng 64 được đốt trong buồng đốt của hệ thống phát điện 14 mà ở đó nó được kết hợp với oxy và CO₂. Theo phương án thực hiện được thể hiện này, dòng O₂/CO₂ kết hợp 51 chứa 25% O₂ và 75% CO₂ trên cơ sở mol. Tốt hơn là, dòng O₂/CO₂ kết hợp 51 được làm nóng đến nhiệt độ thích hợp để nạp vào buồng đốt của hệ thống phát điện 14. Như một 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 thu hồi 12. Dòng CO₂ tái tuần hoàn nóng 52 được hướng từ bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi 12 và ở nhiệt độ thích hợp để nạp vào buồng đốt của hệ thống phát điện 14. Như một

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 khí nhiên liệu được làm nguội với dòng CO₂ tái tuần hoàn nóng 52 tạo ra dòng sản phẩm đốt kết hợp 50 ở nhiệt độ khoảng 1150°C và áp suất khoảng 30MPa theo phương án thực hiện được thể hiện này. Dòng này được làm giãn nở đến áp suất khoảng 3MPa trong tuabin 13 được lắp vào máy phát điện 65 để tạo ra công suất đầu ra 63. Dòng đầu ra của tuabin 49 được làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi 12 rồi khỏi dưới dạng dòng sản phẩm đã được làm nguội 53 ở nhiệt độ khoảng 64 °C theo phương án thực hiện được thể hiện này. Dòng 53 được làm nguội đến nhiệt độ khoảng 17°C trong bộ làm mát bằng nước 16. Dòng đầu ra của tuabin đã được làm nguội thêm 54 đi vào tháp lọc 17, mà có dòng đầu ra 40 mà phần lớn được tái tuần hoàn thông qua bơm tuần hoàn 18 đến đầu vào chất lỏng của tháp lọc 41 nằm trên phần đầu tràn của tháp này mà tiếp nhận dòng đầu ra của tuabin đã được làm nguội thêm 54. phần của dòng 40 được tách ra thành dòng 39 để xử lý thêm. Như khí của khí xả tuabin làm nguội dưới điểm sương của nước trong bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi 12, các phản ứng sau xảy ra.



Các phản ứng trên sẽ được tiếp tục với sự có mặt của nước lỏng, oxit nitơ, SO₂/SO₃, và oxy dư thừa. Các nồng độ SO₂/SO₃ được giảm đến các mức rất thấp do phản ứng giới hạn được thể hiện trong Công thức (3) tiếp tục nhanh chóng ở 3 MPa, và các phản ứng của Công thức (4) và Công thức (5) là rất nhanh. Khi tất cả trong số các oxit lưu huỳnh được chuyển đổi thành axit sunfuric, các oxit nitơ được chuyển đổi khoảng 95% tốc độ chuyển đổi mỗi lần to axit nitric với chuỗi phản ứng sau.



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 thủy ngân-clorua. Tốt hơn là, tháp lọc 17

được trang bị đoạn rửa bằng nước bổ sung và đoạn loại bỏ màn axit. Chức năng chính của nó là để dùng như thiết bị loại bỏ axit pha loãng hiệu quả vì gần như tất cả các phản ứng nêu trên sẽ diễn ra ở trước tháp lọc 17. Các axit đã được trộn được xử lý với dòng huyền phù 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 vết khác bất kỳ cũng có thể được tách. Dòng nước còn dư 38 sau khi loại bỏ canxi nitrat và các muối hòa tan có thể được sử dụng làm bù cho tháp làm nguội hoặc hệ thống tôi POX hoặc làm nước lọc được tái tuần hoàn đến tháp lọc 17.

Dòng phần lớn CO_2 42 rời khỏi tháp lọc 17 ở áp suất khoảng 2,9MPa được nén trong máy nén làm nguội trung gian nhiều giai đoạn/bơm nhiều giai đoạn chất lưu đậm đặc 19 đến áp suất thích hợp để nạp vào buồng đốt của hệ thống phát điện, như khoảng 30,5MPa. Dòng xả CO_2 đã được nén 35 rời khỏi giai đoạn cuối của bơm 19 ở nhiệt độ khoảng 54°C, và một phần của dòng này, dòng 70, được làm nóng trong bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi 12 đến nhiệt độ khoảng 746°C, rời khỏi dưới dạng dòng CO_2 52.

Theo phương án thực hiện này, thiết bị tách không khí 6 tạo ra 99,5 % mol dòng sản phẩm oxy tinh khiết 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, đi ra dưới dạng dòng 56 để sử dụng trong lò phản ứng POX 4 cho việc oxy hóa một phần của than. Dòng oxy còn lại 32 được trộn với CO_2 ở áp suất khoảng 8,6MPa. Cụ thể, CO_2 thu được từ giai đoạn trung gian của máy nén 19 dưới dạng dòng 30, và một phần dòng 31 trộn với dòng oxy 32 tạo ra sự đốt cháy khoảng 25% O_2 và 75% CO_2 mol. Dòng O_2 đã được pha loãng 33 này được nén đến áp suất khoảng 30,5MPa trong máy nén làm nguội trung gian nhiều giai đoạn 20 và dòng xả 34 được làm nóng trong bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi 12 đến nhiệt độ khoảng 746°C và đi vào buồng đốt của hệ thống phát điện 14 dưới dạng dòng 51. Sự pha loãng của dòng O_2 tinh khiết 32 là có lợi để cho phép oxy được yêu cầu cho việc đốt cháy trong buồng đốt của hệ thống phát điện 14 được làm nóng đến nhiệt độ cao mà không cần các nguyên liệu chống được oxy hóa. Điều này đảm bảo sự vận hành an toàn của hệ thống phát điện. 30% dòng O_2 là có lợi để giảm bớt 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 cung cấp CO_2 cho việc tạo huyền phù than bột và được hướng đến máy trộn huyền phù 3.

Việc làm nguội khí POX đã được tôi trong bộ trao đổi nhiệt 7 là có lợi để truyền lượng nhiệt tối đa cho hệ thống phát điện để tối đa hóa hiệu suất tổng thể. Hệ thống phát điện cần lượng nhiệt đáng kể từ nguồn bên ngoài trong vùng nhiệt độ từ gần môi trường xung quanh lên đến khoảng 400°C . Nhiệt này có thể được cung cấp bằng cách sử dụng các máy nén không khí đoạn nhiệt trong thiết bị tách không khí 6 và truyền nhiệt của việc nén đến phần của dòng CO_2 tái tuần hoàn áp suất cao. Theo phương án thực hiện sáng chế, nhiệt lượng bên ngoài yêu cầu được cung cấp bằng cách làm nguội khí POX đã được tôi trong bộ trao đổi nhiệt POX 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 khoảng 54°C và dòng CO_2 tái tuần hoàn áp suất cao 43 ở nhiệt độ khoảng 120°C thu được từ điểm nhiệt độ trung gian trong bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi 12 được làm nóng để tạo ra dòng đầu ra làm nóng kết hợp 44 ở nhiệt độ khoảng 294°C , mà được quay trở lại để trộn với dòng CO_2 tái tuần hoàn chính ở điểm nhiệt độ tương ứng trong bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi 12. Tùy ý, dòng đầu ra 67 cũng có thể được quay trở lại đến bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi ở điểm nhiệt độ tương ứng để trộn với dòng CO_2 tái tuần hoàn chính cũng được.

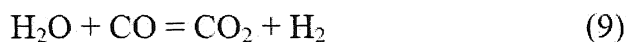
Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện của sáng chế, có thể có lợi cho việc tạo ra sự truyền nhiệt giữa bộ trao đổi nhiệt POX 7 và bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS 12 thông qua vòng truyền nhiệt chuyên dụng. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.6, dòng chất lưu truyền nhiệt 109 tuần hoàn giữa bộ trao đổi nhiệt POX 7 và bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS 12 thông qua bơm 108. Dòng chất lưu truyền nhiệt 109 có thể ở áp suất cao hơn áp suất môi trường xung quanh, như áp suất lên đến khoảng 30MPa, lên đến khoảng 20MPa, hoặc lên đến khoảng 10MPa. Theo các phương án thực hiện cụ thể, dòng chất lưu truyền nhiệt 109 có thể truyền nhiệt từ bộ trao đổi nhiệt POX 7 đến bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS 12.

Theo các phương án thực hiện làm ví dụ, bộ trao đổi nhiệt 7 có thể là cụm nhiều kênh hàn cứng áp suất cao hoặc liên kết khuếch tán. Tốt hơn là, vật liệu kết cấu là chịu được ăn mòn với sự có mặt của các tạp chất có mặt trong khí POX cộng với nước lỏng. Tốt hơn là, bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi 12 là cụm nhiều kênh liên kết

khuếch tán. Tốt hơn là, cụm này được làm thích ứng để vận hành ở nhiệt độ lên đến khoảng 800°C và chịu được sự ăn mòn axit ở nhiệt độ dưới 200°C. Vật liệu thích hợp làm ví dụ là hợp kim Specialty Metals 740. Theo một số phương án thực hiện của sáng chế, nhiệt độ trung bình ở đầu nóng của bộ trao đổi nhiệt 12 có thể được giảm đến dưới 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 đến 540°C có thể được chế tạo từ thép không gỉ. Đoạn mà phải chịu sự ăn mòn axit tiềm năng dưới 200°C có thể được tạo kết cấu để cho phép thay thế ở các khoảng thời gian ngưng hoạt động.

Theo các phương án thực hiện khác của sáng chế, các cách bố trí thay thế của các bộ phận xử lý dòng POX có thể được sử dụng. Theo phương án thực hiện làm ví dụ, FIG 2 thể hiện cách bố trí tùy ý trong đó sản phẩm POX được sử dụng cả cho việc sản xuất khí nhiên liệu cho hệ thống phát điện và sản xuất hỗn hợp H₂ và CO đã được tách và làm sạch. Dòng bên 90 được lấy từ POX dòng khí đã được tôi 55 sau khi loại bỏ tro và đưa qua bộ chuyển đổi dịch chuyển bằng xúc tác 91 có chất xúc tác dịch chuyển trên cơ sở coban dung nạp lưu huỳnh (hoặc vật liệu thích hợp khác). Dòng khí đi ra ở nhiệt độ cao hơn 92 được làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt 7 đến nhiệt độ khoảng 60°C, đi ra dưới dạng dòng 73, và được làm nguội thêm bằng nước làm mát trong bộ trao đổi nhiệt 74 đến nhiệt độ khoảng 20°C dưới dạng dòng 75. Nước ngưng tụ 78 được tách trong thiết bị tách 77, và dòng khí làm nguội 76 đi vào cụm hấp thụ áp suất chuyển đổi nhiều tầng 79. Nước 78 được tách trong thiết bị tách 77 được bổ sung vào dòng nước lỏng 46. Cụm hấp thụ áp suất chuyển đổi (PSA - Pressure Swing Adsorption) 79 được thiết kế để tách đầu vào dòng khí 76 thành H₂ tinh khiết hoặc H₂ tinh khiết và dòng CO 80 rời khỏi cụm này ở áp suất khoảng 8MPa và dòng khí thải 93 mà chứa tất cả các tạp chất (ví dụ, H₂S, COS, CS₂, HCN, NH₃, Hg, và các thành phần vết khác) cũng như một số tổ hợp của H₂, CO, CO₂, CH₄, và H₂O. Việc tách các tạp chất này là sao cho nồng độ các thành phần này trong dòng sản phẩm H₂ hoặc H₂ và CO 80 dưới 1 ppm. Các bố trí này sử dụng dòng 83 của khí POX đã được làm nguội chứa nồng độ CO cao để pha trộn với dòng khí làm nguội đã được dịch chuyển 76 để tạo ra dòng 72 mà khi đi qua cụm PSA 79 và đem lại dòng yêu cầu và tỷ lệ H₂ với CO yêu cầu trong dòng sản phẩm 8MPa 80. Sau đó, nếu dòng 83 không cần H₂ tinh khiết. Dòng khí thải 93 từ PSA 79 ở áp suất 0,12 MPa được nén trong máy nén

làm nguội trung gian nhiều giai đoạn 81 đến áp suất khoảng 8MPa, và dòng xả 82 được bổ sung vào dòng khí nhiên liệu 47 được nén và đưa đến buồng đốt của hệ thống phát điện 14 (xem FIG.1). Toàn bộ dòng khí nhiên liệu được nén đến áp suất khoảng 30,5MPa trong máy nén 10, và dòng khí nhiên liệu áp suất cao cuối cùng 48 được gửi đến buồng đốt của hệ thống phát điện 14 thông qua bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi 12 (xem FIG.1). Cách bố trí này đảm bảo truyền tất cả than và các tạp chất bắt nguồn từ POX đến hệ thống phát điện mà ở đó chúng được oxy hóa trong buồng đốt của hệ thống phát điện 14. Theo các phương án thực hiện khác nhau của sáng chế, mức tiêu thụ nước bổ sung trong phản ứng dịch chuyển có thể được tiến hành theo Công thức (9) và có thể cần dòng bù thêm nhỏ.



Như thấy được trong công thứ trên, cụ thể là, sáng chế có thể đề xuất quy trình sản xuất điện sử dụng sự kết hợp của hệ thống oxy hóa một phần (POX) và hệ thống sản xuất điện (PPS). Quy trình này có thể được xác định qua việc thực hiện qua sự kết hợp bất kỳ của các bước xử lý được mô tả trong bản mô tả này.

Sáng chế có thể còn đề xuất cụm phát điện mà có hệ thống oxy hóa một phần (POX) và hệ thống sản xuất điện (PPS). Cụm này có thể có bộ phận bất kỳ trong số các bộ phận sau: lò phản ứng POX; tháp lọc POX hoặc cụm lọc khác; bộ trao đổi nhiệt POX; thiết bị tách nước POX; hệ thống loại bỏ khí axit POX; máy nén POX; buồng đốt PPS; tuabin PPS, bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS; thiết bị tách PPS; máy nén PPS; hệ thống nạp nhiên liệu rắn; lò phản ứng dịch chuyển; lò phản ứng thủy phân cacbonyl sunfua (COS); cụm tách lưu huỳnh; cụm hấp thụ hoạt hóa; hệ thống metan hóa kiểu xúc tác; và vòng truyền nhiệt kín giữa bộ trao đổi nhiệt POX và bộ trao đổi nhiệt PPS. Ngoài các bộ phận nêu trên, cụm phát điện có thể có các đường dòng chảy kết nối bộ phận bất kỳ trong số các bộ phận nêu trên để cung cấp dòng chảy của chất lưu giữa các bộ phận này, và cụm phát điện có thể có các van, bộ nối, và bộ điều khiển nếu cần để tạo điều kiện cho dòng chảy của các chất lưu giữa các bộ phận tương ứng. Hơn nữa, cần hiểu rằng các bộ phận nêu trên sẽ có các đầu vào và đầu ra cho dòng chảy của chất lưu trong các bộ phận này và dòng chảy của chất lưu ra khỏi các bộ phận này trong khi vận hành cụm phát điện như được mô tả trong bản mô tả này. Tương tự, với sự mở rộng là các bộ phận khác nhau (hoặc các đầu vào và/hoặc các

đầu ra của chúng) được mô tả là nối thông chất lưu, cần hiểu rằng nối thông chất lưu có thể có sự có mặt của các đường dòng chảy được đặt giữa các bộ phận này (hoặc các đầu vào/đầu ra của chúng) cũng như sự có mặt của một hoặc nhiều bộ phận khác được đặt giữa các bộ phận này. Hơn nữa, cần hiểu rằng trong cụm phát điện có các bộ phận xử lý các chất lưu đang chảy, các bộ phận nhất định có thể được dự tính ở phía trước so với các bộ phận tương ứng khác và/hoặc phía sau so với các bộ phận tương ứng khác. Việc bố trí các bộ phận ở phía trước và/hoặc phía sau so với bộ phận tương ứng khác là rõ ràng, ở mức tối thiểu, từ các hình vẽ kèm theo. Do vậy, với sự mở rộng là bộ phận thứ nhất tiếp nhận dòng chất lưu từ bộ phận thứ hai trong các hình vẽ kèm theo, cần hiểu rằng bộ phận thứ nhất ở phía trước so với bộ phận thứ hai, và bộ phận thứ hai ở phía sau so với bộ phận thứ nhất. Tương tự, bộ phận thứ ba ở phía sau so với bộ phận thứ hai cũng sẽ được dự tính ở phía sau so với bộ phận thứ nhất, và các mối tương quan này là rõ ràng từ các hình vẽ kèm theo và phần mô tả khác trong bản mô tả này.

Theo các phương án thực hiện khác nhau của sáng chế, các bộ phận kết hợp của hệ thống và phương pháp được mô tả trong bản mô tả này, hiệu suất tổng thể của hệ thống và phương pháp theo sáng chế là lớn hơn 50% (trên cơ sở năng suất tỏa nhiệt ròng (LHV - Lower Heating Value) với các hiệu suất của tuabin và máy nén tương ứng và các sự chênh lệch nhiệt độ của bộ trao đổi nhiệt và các sự sụt áp suất). Hơn nữa, CCS được cung cấp đồng thời cùng với việc loại bỏ gần như hoàn toàn cả nhiên liệu khác, POX, và các tạp chất bắt nguồn từ sự đốt cháy. CO₂ dư thừa bắt nguồn từ cacbon trong dòng nhiên liệu 21 được loại bỏ ra khỏi hệ thống CO₂ tuần hoàn dưới dạng dòng 71 ở áp suất 30,5MPa (xem FIG.1). Điều này có thể được tạo điều kiện thuận lợi trong đó hệ thống và phương pháp này có thể được làm thích ứng để cung cấp gần như tất cả trong số nhiên liệu bắt nguồn từ CO₂ ở áp suất khoảng 15MPa hoặc lớn hơn, khoảng 20MPa hoặc lớn hơn, khoảng 25MPa hoặc lớn hơn, hoặc khoảng 30MPa hoặc lớn hơn. Hiệu quả cao có lợi này có thể đạt với hệ thống chi phí thấp, như sử dụng các hệ thống lò phản ứng POX bán sẵn và chu trình phát điện bằng chất lưu công tác CO₂ áp suất cao, như được mô tả trong Patent Mỹ số 8,596,075 cấp cho Allam và các đồng tác giả. Như một ví dụ so sánh, các hệ thống phát điện bằng chu trình kết hợp khí hóa tích hợp (IGCC - Integrated Gasification Combined Cycle) trên

cơ sở than thương mại hiện có với sự thu giữ và nén CO₂ đến áp suất đường ống đã được thể hiện có hiệu suất trên cơ sở so sánh chỉ nằm trong khoảng từ 34% đến 39% và có chi phí vốn cao hơn nhiều.

Các biến thể và các phương án thực hiện khác của sáng chế của sáng chế sẽ là hiển nhiên đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này mà có lợi ích gắn liền với sáng chế đã được thể hiện trong phần mô tả nêu trên và các hình vẽ kết hợp. Do đó, Cần phải hiểu rằng sáng chế không bị giới hạn ở các các phương án thực hiện cụ thể đã được mô tả trong bản mô tả này và các biến thể và các phương án thực hiện khác của sáng chế được dự định nằm trong phạm vi bảo hộ của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Mặc dù các thuật ngữ cụ thể được sử dụng trong bản mô tả này, song chúng được sử dụng chỉ để mô tả và theo nghĩa chung và không nhằm mục đích giới hạn sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình phát điện sử dụng sự kết hợp của hệ thống oxy hóa một phần (POX - Partial Oxidation) và hệ thống phát điện (PPS - Power Production System), quy trình này bao gồm các bước:

kết hợp nhiên liệu rắn hoặc nhiên liệu lỏng và oxy trong lò phản ứng POX theo các điều kiện đủ để oxy hóa một phần nhiên liệu và tạo ra dòng POX chứa khí nhiên liệu ở nhiệt độ thứ nhất;

loại khỏi dòng POX chứa khí nhiên liệu ít nhất một phần trong số các thành phần chất rắn hoặc các thành phần dạng khí bất kỳ mà không tạo ra phần của khí nhiên liệu, bước loại bỏ được thực hiện trong cụm tháp lọc;

xử lý ít nhất một phần dòng POX chứa khí nhiên liệu từ cụm tháp lọc trong lò phản ứng thủy phân cacbonyl sunfua COS được làm thích ứng để chuyển đổi COS thành H_2S ;

làm nguội dòng POX chứa khí nhiên liệu từ lò phản ứng thủy phân COS trong bộ trao đổi nhiệt POX đến nhiệt độ thứ hai;

làm sạch dòng POX chứa khí nhiên liệu từ bộ trao đổi nhiệt POX bằng cách loại bỏ nước lỏng và các khí axit bất kỳ ra khỏi dòng này và nhờ đó tạo ra dòng khí nhiên liệu;

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

đốt cháy dòng khí nhiên liệu trong buồng đốt PPS để tạo ra dòng sản phẩm đốt ở áp suất ít nhất 10MPa và nhiệt độ ít nhất 800°C;

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

đưa dòng sản phẩm đốt PPS đã giãn nở qua bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS và nhờ đó rút nhiệt từ dòng sản phẩm đốt PPS và tạo ra dòng sản phẩm đốt PPS đã được làm nguội;

loại bỏ ít nhất một phần trong số một hoặc nhiều tạp chất ra khỏi dòng sản phẩm đốt PPS đã được làm nguội để tạo ra dòng CO_2 tái tuần hoàn; và

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

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó lò phản ứng POX là bộ khí hóa.
3. Quy trình theo điểm 1, trong đó lò phản ứng POX là lò phản ứng tầng sôi.
4. Quy trình theo điểm 1, trong đó lò phản ứng POX là lò phản ứng kiểu xúc tác.
5. Quy trình theo điểm 1, trong đó quy trình này còn bao gồm bước giảm nhiệt độ của dòng POX chứa khí nhiên liệu đến nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ thứ nhất và cao hơn nhiệt độ thứ hai trước khi làm nguội dòng POX chứa khí nhiên liệu trong bộ trao đổi nhiệt POX.
6. Quy trình theo điểm 5, trong đó bước giảm nhiệt độ của dòng POX chứa khí nhiên liệu bao gồm việc bổ sung chất lưu tôi vào lò phản ứng POX.
7. Quy trình theo điểm 6, trong đó chất lưu tôi bao gồm một hoặc cả hai trong số nước và CO₂.
8. Quy trình theo điểm 1, trong đó quy trình này còn bao gồm bước làm nóng dòng khí nhiên liệu sau khi nén và trước khi đốt.
9. Quy trình theo điểm 8, trong đó bước làm nóng dòng khí nhiên liệu bao gồm việc đưa dòng khí nhiên liệu qua bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS.
10. Quy trình theo điểm 1, trong đó quy trình này còn bao gồm bước cung cấp một hoặc cả hai trong số hơi và CO₂ vào trong lò phản ứng POX.
11. Quy trình theo điểm 1, trong đó bộ trao đổi nhiệt POX được tạo kết cấu để rút nhiệt từ dòng POX chứa khí nhiên liệu đối với một hoặc nhiều trong số: phần của dòng CO₂ đã nén tái tuần hoàn; dòng nước có áp; dòng nitơ; dòng O₂ và CO₂ có áp; dòng khí nhiên liệu.

12. Quy trình theo điểm 1, trong đó quy trình này còn bao gồm bước đưa phần của dòng POX chứa khí nhiên liệu qua lò phản ứng dịch chuyển được tạo kết cấu để chuyển đổi hỗn hợp H_2 và CO_2 thành hỗn hợp CO và H_2O hoặc được tạo kết cấu để chuyển đổi hỗn hợp CO và H_2O thành hỗn hợp H_2 và CO_2 .

13. Quy trình theo điểm 12, trong đó quy trình này còn bao gồm bước trộn phần của dòng POX chứa khí nhiên liệu với phần của dòng CO_2 tái tuần hoàn để tạo ra hỗn hợp, và xử lý hỗn hợp này trong lò phản ứng dịch chuyển.

14. Quy trình theo điểm 13, trong đó lò phản ứng dịch chuyển là lò phản ứng dịch chuyển nước khí ngược (WGS - Water Gas Shift).

15. Quy trình theo điểm 1, trong đó quy trình này còn bao gồm bước đưa phần của dòng POX chứa khí nhiên liệu qua cụm tách lưu huỳnh ẩm được tạo kết cấu để loại bỏ một hoặc nhiều trong số H_2S , COS, và các kim loại nặng ra khỏi dòng POX chứa dòng khí nhiên liệu.

16. Quy trình theo điểm 1, trong đó quy trình này còn bao gồm bước đưa ít nhất một phần của dòng POX chứa khí nhiên liệu qua hệ thống hấp thụ hoạt hóa được tạo kết cấu để loại bỏ thủy ngân ra khỏi dòng POX chứa khí nhiên liệu.

17. Quy trình theo điểm 1, trong đó quy trình này còn bao gồm bước đưa ít nhất một phần của dòng khí nhiên liệu qua cụm loại bỏ khí axit được tạo kết cấu để tách một hoặc cả hai trong số ít nhất một phần của H_2S bất kỳ và ít nhất một phần của CO_2 bất kỳ có mặt trong dòng khí nhiên liệu.

18. Quy trình theo điểm 1, trong đó quy trình này còn bao gồm bước đưa ít nhất một phần của dòng khí nhiên liệu qua hệ thống metan hóa kiểu xúc tác được tạo kết cấu để chuyển đổi CO và H_2 thành CH_4 và H_2O .

19. Quy trình theo điểm 1, trong đó ít nhất một phần của dòng CO₂ đã nén tái tuần hoàn được làm nóng trong bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS và được đưa đến buồng đốt PPS.

20. Quy trình theo điểm 1, trong đó phần của dòng CO₂ đã nén tái tuần hoàn được đưa đến bộ trao đổi nhiệt POX.

21. Quy trình theo điểm 20, trong đó dòng CO₂ đã nén tái tuần hoàn đi ra khỏi bộ trao đổi nhiệt POX và được đưa đến bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS.

22. Quy trình theo điểm 1, trong đó phần của dòng CO₂ đã nén tái tuần hoàn được đưa đến lò phản ứng POX.

23. Quy trình theo điểm 1, trong đó phần của dòng CO₂ đã nén tái tuần hoàn được kết hợp với nhiên liệu rắn hoặc nhiên liệu lỏng trước khi kết hợp nhiên liệu rắn hoặc nhiên liệu lỏng với oxy trong lò phản ứng POX.

24. Quy trình theo điểm 1, trong đó nhiên liệu rắn hoặc nhiên liệu lỏng bao gồm huyền phù nhiên liệu được tạo ra bởi nhiên liệu rắn kết hợp với CO₂ lỏng hoặc siêu tới hạn.

25. Cụm phát điện bao gồm hệ thống oxy hóa một phần (POX) và hệ thống phát điện (PPS), cụm phát điện này bao gồm:

lò phản ứng POX;

cụm tháp lọc POX có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của lò phản ứng POX;

lò phản ứng thủy phân cacbonyl sunfua COS có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của cụm tháp lọc POX;

bộ trao đổi nhiệt POX có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của lò phản ứng thủy phân COS;

thiết bị tách nước POX có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của bộ trao đổi nhiệt POX;

hệ thống loại bỏ khí axit POX có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của thiết bị tách nước;

máy nén POX có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của hệ thống loại bỏ khí axit;

buồng đốt PPS có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của máy nén POX và được tạo kết cấu để tiếp nhận khí nhiên liệu từ đó;

tuabin PPS có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của buồng đốt PPS và được tạo kết cấu để tiếp nhận dòng sản phẩm đốt từ đó;

bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của tuabin PPS;

thiết bị tách PPS có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS; và

máy nén PPS có đầu vào nối thông chất lưu với đầu ra của thiết bị tách PPS.

26. Cụm phát điện theo điểm 25, trong đó cụm này còn có một hoặc nhiều bộ phận sau:

hệ thống nạp nhiên liệu rắn;

lò phản ứng dịch chuyển;

cụm tách lưu huỳnh;

cụm hấp thụ hoạt hóa; và

hệ thống metan hóa kiểu xúc tác.

27. Cụm phát điện theo điểm 25, trong đó cụm này còn có vòng truyền nhiệt kín giữa bộ trao đổi nhiệt POX và bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS.

28. Cụm phát điện theo điểm 25, trong đó một hoặc nhiều điều kiện sau được áp dụng:

thiết bị tách nước POX có đầu ra nối thông chất lưu với đầu vào của lò phản ứng POX;

máy nén PPS có đầu ra nối thông chất lưu với đầu vào của bộ trao đổi nhiệt POX;

máy nén PPS có đầu ra nối thông chất lưu với đầu vào của bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS.

29. Cụm phát điện theo điểm 25, trong đó cụm này còn có một hoặc nhiều dấu hiệu sau:

một hoặc nhiều đường dòng chảy để nối thông chất lưu giữa máy nén PPS và bộ trao đổi nhiệt POX;

một hoặc nhiều đường dòng chảy để nối thông chất lưu giữa máy nén PPS và bộ trao đổi nhiệt kiểu thu hồi PPS;

một hoặc nhiều đường dòng chảy để nối thông chất lưu giữa máy nén PPS và lò phản ứng POX.

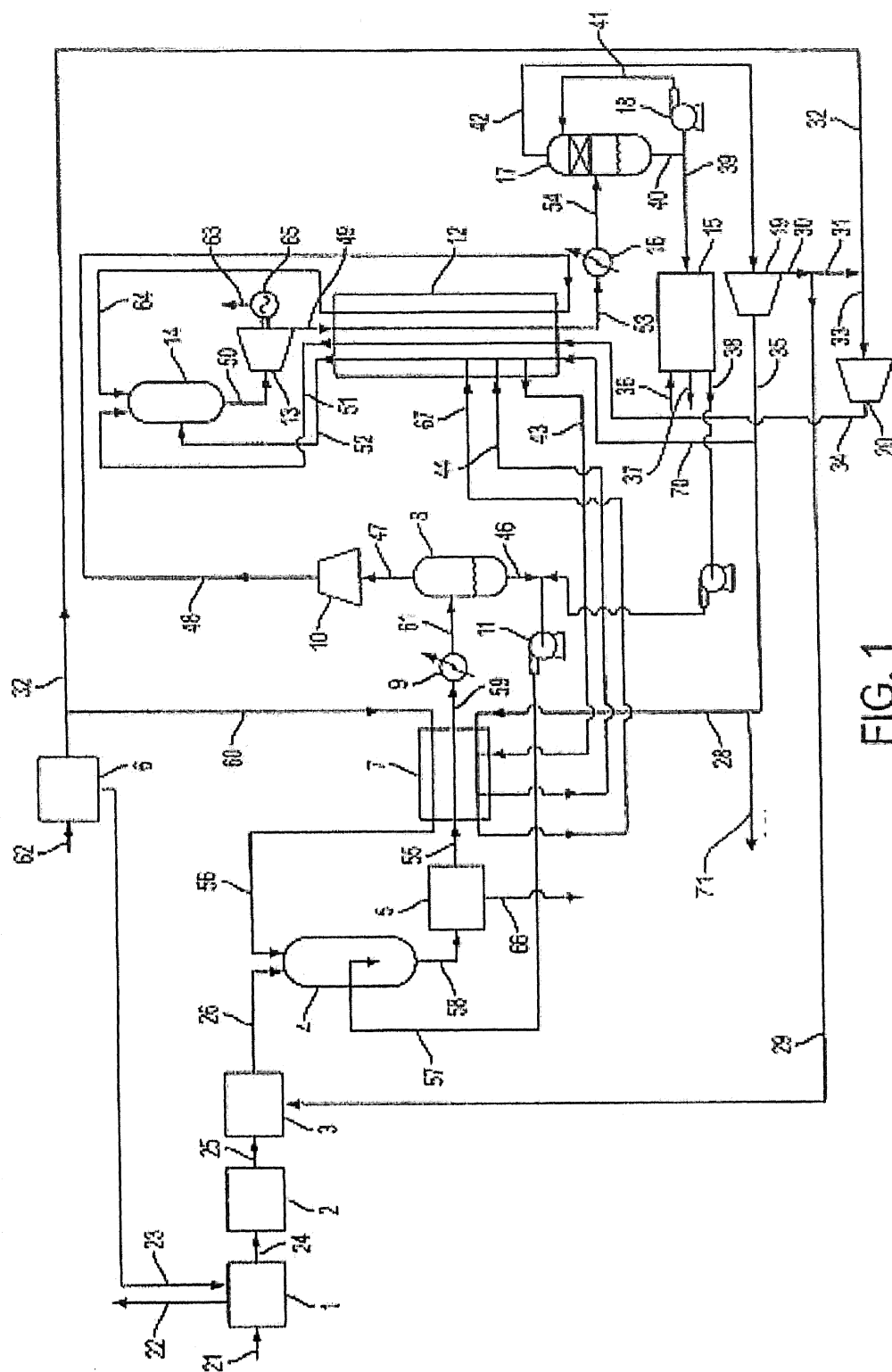


FIG. 1

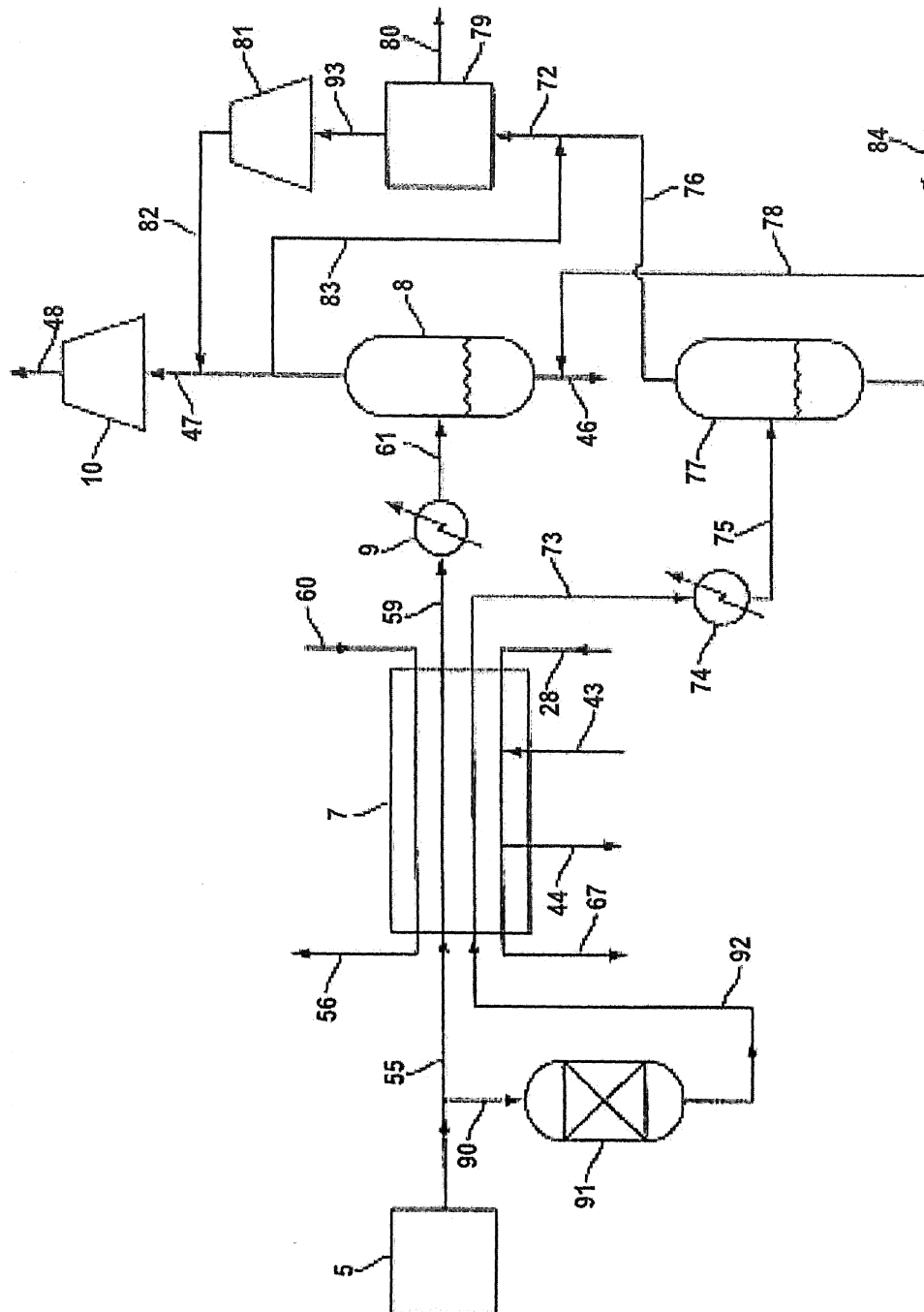


FIG. 2

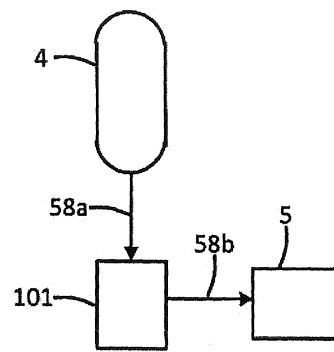


FIG. 3

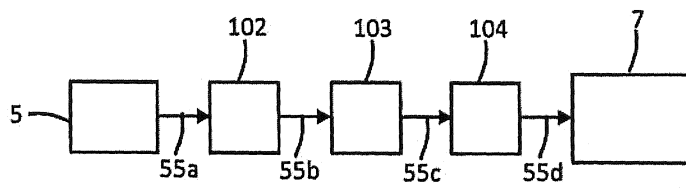


FIG. 4

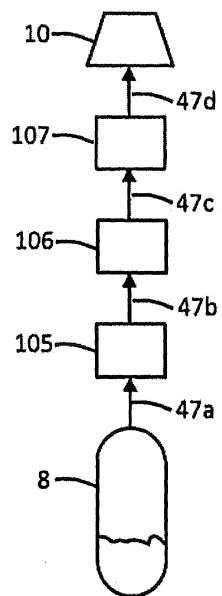


FIG. 5

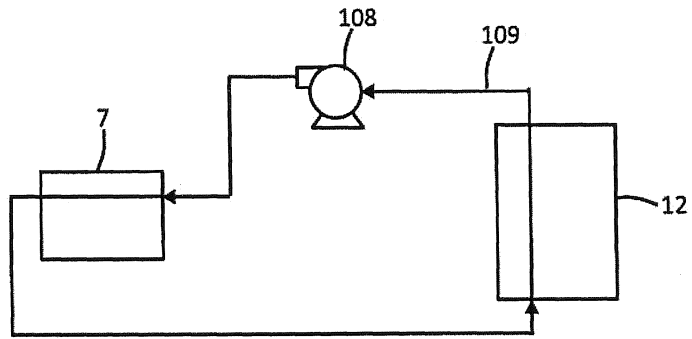


FIG. 6