



(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)



1-0027699

(51)⁷ F02C 9/00; F02C 9/26; F02C 9/28; F02C 9/24 (13) B

(21) 1-2017-02198

(22) 11/11/2015

(86) PCT/US2015/060121 11/11/2015

(87) WO2016/077440 19/05/2016

(30) 62/078,833 12/11/2014 US

(45) 25/03/2021 396

(43) 25/07/2017 352A

(73) 8 RIVERS CAPITAL, LLC (US)

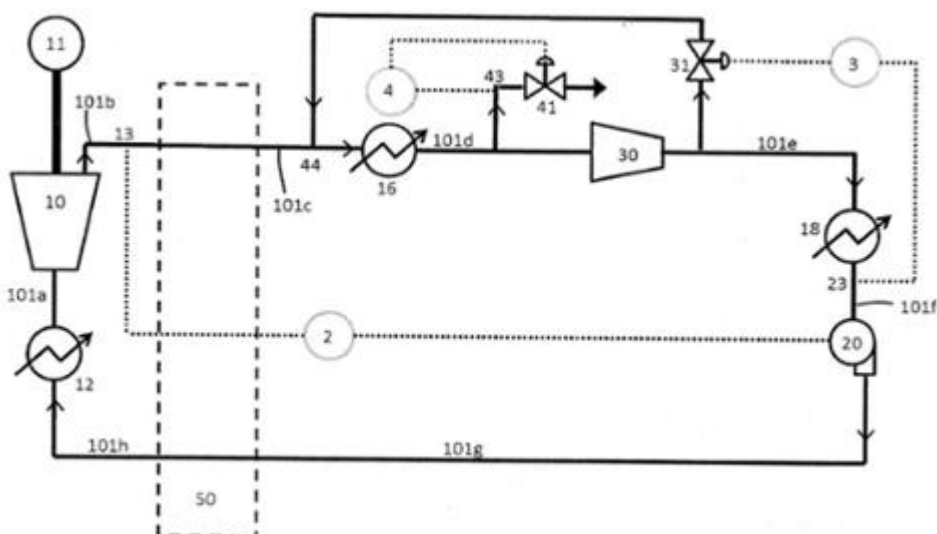
406 Blackwell Street, 4th Floor, Durham, North Carolina 27701, United States of America

(72) Jeremy Eron FETVEDT (US); Rodney John ALLAM (GB).

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

(54) HỆ THỐNG SẢN XUẤT ĐIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG HỆ THỐNG SẢN XUẤT ĐIỆN

(57) Sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp điều khiển thích hợp để tích hợp vào hệ thống và phương pháp sản xuất điện được bộc lộ trong bản mô tả này. Hệ thống và phương pháp điều khiển này có thể được sử dụng với, ví dụ, các chu trình năng lượng kín cũng như chu trình năng lượng nửa kín. Hệ thống và phương pháp điều khiển và hệ thống và phương pháp sản xuất điện kết hợp có thể tạo ra việc điều khiển động hệ thống và phương pháp sản xuất điện mà có thể được thực hiện một cách tự động dựa trên các tín hiệu vào được tiếp nhận bởi các bộ điều khiển và tín hiệu ra khỏi các bộ điều khiển đến một hoặc nhiều bộ phận của hệ thống sản xuất điện này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp điều khiển, và cụ thể hơn là đề cập đến hệ thống và phương pháp điều khiển mà có thể được tích hợp vào hệ thống và phương pháp sản xuất điện.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Có nhu cầu rất lớn về sự phát triển của các hệ thống điện mà có thể đáp ứng nhu cầu tiêu dùng ngày càng tăng. Trong khi nhiều công việc được hướng đến hệ thống mà không sử dụng việc đốt các nhiên liệu hóa thạch, các yếu tố chi phí và tính khả dụng của các nhiên liệu hóa thạch, nhất là than đá và khí tự nhiên (cũng như các hydrocarbon phế thải, như các sản phẩm dầu còn sót lại), khiến cho tiếp tục có nhu cầu về các hệ thống được tạo kết cấu để đốt cháy các nhiên liệu này, nhất là với hiệu suất cao và bắt giữ hoàn toàn cacbon. Để đáp ứng các nhu cầu này, tiếp tục có mong muốn phát triển các hệ thống điều khiển mà có thể cung cấp việc điều khiển chính xác các hệ thống điện.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một hoặc nhiều phương án này, sáng chế có thể đề xuất hệ thống và phương pháp hữu ích để điều khiển một hoặc nhiều khía cạnh của hệ thống sản xuất điện. Cụ thể, các hệ thống điều khiển có thể cung cấp việc điều khiển theo một hoặc nhiều yếu tố trong số áp suất, nhiệt độ, tốc độ của dòng, và thành phần dòng của một hoặc nhiều dòng chảy trong hệ thống sản xuất điện. Các hệ thống điều khiển này có thể cung cấp hiệu suất tối ưu cho hệ thống sản xuất điện. Các hệ thống điều khiển này còn có thể cung cấp việc điều khiển theo các khía cạnh của hệ thống sản xuất điện, như khởi động hệ thống, tắt hệ thống, thay đổi các dòng đầu vào trong hệ thống này, thay đổi các dòng đầu ra trong hệ thống này, xử lý các tình huống khẩn cấp khi vận hành liên quan đến hệ thống này, và các lý do tương tự bất kỳ liên quan đến sự vận hành của hệ thống sản xuất điện này.

Theo một hoặc nhiều phương án của nó, sáng chế có thể liên quan đến hệ thống điều khiển thích hợp để sử dụng trong nhà máy sản xuất điện. Ví dụ, nhà máy sản xuất điện này có thể là nhà máy đốt cháy nhiên liệu (như hydrocarbon, cụ thể là khí hydrocarbon) trong oxy gần như tinh khiết trong buồng đốt ở áp suất khoảng 12MPa hoặc cao hơn với dòng CO₂ tuần hoàn bổ sung nhằm tạo ra dòng kết hợp của các sản phẩm đốt và CO₂ tuần hoàn.

Theo một số phương án, hệ thống sản xuất điện này có thể còn được mô tả bởi một hoặc nhiều điểm sau, mà có thể được kết hợp theo số lượng hoặc theo thứ tự bất kỳ.

Dòng kết hợp có thể được đưa qua tuabin sản xuất điện với áp suất xả ít nhất là 10bar (1MPa).

Khí xả của tuabin có thể được làm mát trong bộ trao đổi nhiệt có bộ phận tiết kiệm để làm nóng trước dòng CO₂ tuần hoàn.

Khí xả của tuabin có thể được làm mát thêm đến gần nhiệt độ môi trường, và nước ngưng tụ có thể được loại bỏ.

Dòng khí CO₂ có thể được nén đến hoặc gần áp suất đầu vào tuabin bằng cách sử dụng máy nén khí được tiếp nối bởi bơm CO₂ đậm đặc để tạo ra dòng CO₂ tuần hoàn.

CO₂ cuối cùng được tạo ra trong buồng đốt có thể được loại bỏ ở áp suất bất kỳ giữa áp suất đầu vào và đầu ra của tuabin.

Nhiệt từ nguồn bên ngoài có thể được đưa vào để làm nóng trước một phần dòng CO₂ tuần hoàn đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 200°C đến 400°C nhằm giảm mức chênh lệch nhiệt độ giữa khí xả của tuabin và dòng CO₂ tuần hoàn ra khỏi bộ trao đổi nhiệt có bộ phận tiết kiệm đến nhiệt độ khoảng 50°C hoặc thấp hơn.

Tốc độ của dòng khí nhiên liệu có thể được điều khiển để tạo ra công suất đầu ra cần thiết từ tuabin.

Nhiệt độ đầu ra của tuabin có thể được điều khiển bởi tốc độ của bơm CO₂.

Áp suất xả của máy nén CO₂ có thể được điều khiển bằng cách tuần hoàn dòng CO₂ đã được nén đến đầu vào của máy nén.

Tốc độ của dòng CO₂ cuối cùng được tạo ra từ việc đốt khí nhiên liệu và được loại bỏ ra khỏi hệ thống này có thể được sử dụng để điều khiển áp suất đầu vào của máy nén CO₂.

Mức chênh lệch giữa nhiệt độ khí xả của tuabin đi vào bộ trao đổi nhiệt có bộ phận tiết kiệm và nhiệt độ dòng CO₂ tuần hoàn ra khỏi bộ trao đổi nhiệt có bộ phận tiết kiệm có thể được điều khiển đến nhiệt độ là 50°C hoặc thấp hơn bằng cách điều khiển tốc độ chảy của một phần dòng CO₂ tuần hoàn mà được làm nóng bởi nguồn nhiệt bổ sung.

Tốc độ của dòng của nước tinh khiết và các tạp chất thu được từ nhiên liệu đã được loại bỏ ra khỏi hệ thống này có thể được điều khiển bởi mức trong bộ phận tách nước.

Tốc độ của dòng oxy có thể được điều khiển để duy trì tỷ lệ của tốc độ của dòng oxy với tốc độ của dòng khí nhiên liệu mà có thể tạo ra oxy dư thừa xác định trong dòng đầu vào của tuabin để đảm bảo đốt cháy hoàn toàn nhiên liệu và sự oxy hóa các thành phần trong khí nhiên liệu.

Dòng oxy ở áp suất đầu vào của máy nén CO₂ có thể được trộn với lượng CO₂ từ đầu vào của máy nén CO₂ để tạo ra dòng chất oxy hóa với thành phần oxy nằm trong khoảng từ 15% đến 40% (mol), dòng này có thể hạ nhiệt độ của ngọn lửa đoạn nhiệt trong buồng đốt.

Dòng chất oxy hóa cần thiết để tạo ra tỷ lệ oxy với khí nhiên liệu cần thiết có thể được điều khiển bởi tốc độ bơm chất oxy hóa.

Áp suất xả của máy nén chất oxy hóa có thể được điều khiển bằng cách tuần hoàn dòng chất oxy hóa đã được nén đến đầu vào của máy nén.

Áp suất đầu vào của máy nén chất oxy hóa có thể được điều khiển bởi tốc độ của dòng CO₂ pha loãng đã được trộn với oxy tạo ra dòng chất oxy hóa.

Tỷ lệ của oxy với CO₂ trong dòng chất oxy hóa có thể được điều khiển bởi dòng oxy.

Oxy có thể được phân phối vào hệ thống sản xuất điện ở áp suất ít nhất là cao bằng áp suất đầu vào tuabin, và dòng chất oxy hóa với thành phần oxy nằm trong khoảng từ 15% đến 40% (mol) có thể là mong muốn.

Tỷ lệ oxy với khí nhiên liệu có thể được điều khiển bởi dòng oxy.

Tỷ lệ oxy với CO₂ trong dòng chất oxy hóa có thể được điều khiển bởi dòng CO₂ pha loãng thu được từ việc xả của máy nén CO₂.

Theo phương án bất kỳ trong số các phương án được mô tả trong bản mô tả này, việc điều khiển một thông số theo thông số thứ hai có thể biểu thị một cách cụ thể rằng thông số thứ hai được đo (ví dụ, bằng cảm biến) hoặc ngược lại được giám sát hoặc thông số thứ hai được tính toán bởi máy tính dựa trên thông tin cung cấp bổ sung, các bảng tra cứu, hoặc trị số giả định, và bộ điều khiển bắt đầu trình tự điều khiển dựa trên thông số thứ hai đo được hoặc đã được tính toán nên thông số thứ nhất được điều chỉnh một cách thích hợp (ví dụ, bằng cách mở hoặc đóng van, tăng hoặc giảm công suất cho bơm, v.v.). Nói cách khác, thông số thứ hai được sử dụng như bộ khởi động cho bộ điều khiển để thực hiện việc điều chỉnh đối với thông số thứ nhất.

Theo một hoặc nhiều phương án, sáng chế có thể đề xuất hệ thống sản xuất điện có hệ thống điều khiển tích hợp, hệ thống này có thể được tạo kết cấu để điều khiển tự động ít nhất một bộ phận của hệ thống sản xuất điện. Cụ thể, hệ thống điều khiển này có thể bao gồm ít nhất một cụm điều khiển được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến thông số đo được của hệ thống sản xuất điện và được tạo kết cấu để cấp tín hiệu ra đến ít nhất một bộ phận của hệ thống sản xuất điện tùy thuộc vào việc điều khiển tự động. Hệ thống sản xuất điện và hệ thống điều khiển tích hợp có thể còn được xác định liên quan đến một hoặc nhiều dấu hiệu sau, các dấu hiệu này có thể được kết hợp theo số lượng hoặc theo thứ tự bất kỳ.

Hệ thống sản xuất điện có thể được tạo kết cấu để cấp nhiệt thông qua việc đốt nhiên liệu.

Hệ thống sản xuất điện có thể được tạo kết cấu để cấp nhiệt thông qua nguồn nhiệt không đốt.

Hệ thống sản xuất điện có thể được tạo kết cấu để tuần hoàn dòng CO_2 .

Hệ thống sản xuất điện có thể được tạo kết cấu để tạo ra lượng CO_2 mà tùy ý có thể được rút ra khỏi hệ thống này, như được đưa đến đường ống được sử dụng cho mục đích khác, như thu hồi dầu tăng cường.

Hệ thống sản xuất điện này có thể được tạo kết cấu để sử dụng chất lưu công tác mà được nén, làm nóng, và làm giãn nở nhiều lần.

Hệ thống điều khiển tích hợp có thể bao gồm bộ điều khiển điện được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến điện sản xuất được bởi một hoặc nhiều bộ phận sản xuất điện của hệ thống sản xuất điện này.

Bộ điều khiển điện có thể được tạo kết cấu để thỏa mãn một hoặc cả hai yêu cầu sau: cấp tín hiệu ra đến bộ phận làm nóng của hệ thống sản xuất điện để tăng hoặc giảm nhiệt sinh ra bởi bộ phận làm nóng; cấp tín hiệu ra đến van nhiên liệu để cho phép nhiều hoặc ít nhiên liệu hơn chảy vào trong hệ thống sản xuất điện này.

Hệ thống điều khiển tích hợp có thể bao gồm bộ điều khiển tỷ lệ nhiên liệu/chất oxy hóa được tạo kết cấu để tiếp nhận một hoặc cả tín hiệu vào liên quan đến tốc độ của dòng nhiên liệu và tín hiệu vào liên quan đến tốc độ của dòng chất oxy hóa.

Bộ điều khiển tỷ lệ nhiên liệu/chất oxy hóa có thể được tạo kết cấu để thỏa mãn một hoặc cả hai yêu cầu sau: cấp tín hiệu ra đến van nhiên liệu để cho phép nhiều hoặc ít nhiên liệu hơn chảy vào trong hệ thống sản xuất điện; cấp tín hiệu ra đến van của chất oxy hóa để cho phép nhiều hoặc ít chất oxy hóa hơn chảy vào trong hệ thống sản xuất điện này.

Hệ thống điều khiển tích hợp có thể bao gồm bộ điều khiển bơm được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến nhiệt độ của dòng xả của tuabin trong hệ thống sản xuất điện này và cấp tín hiệu ra đến bơm nằm trước tuabin để tăng hoặc giảm tốc độ của dòng thoát ra khỏi bơm.

Hệ thống điều khiển tích hợp có thể bao gồm bộ điều khiển áp suất hút của bơm được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất hút trên chất lưu nằm trước bơm trong hệ thống sản xuất điện và cấp tín hiệu ra đến van tràn ngược mà được bố trí nằm trước bơm.

Bộ điều khiển áp suất hút của bơm được tạo kết cấu để thỏa mãn một hoặc cả hai yêu cầu sau: khiến cho nhiều hoặc ít chất lưu hơn tràn ngược đến điểm mà nằm trước hơn van

tràn ngược; khiến cho nhiều hoặc ít chất lưu hơn được loại bỏ ra khỏi hệ thống sản xuất điện nằm trước bơm.

Hệ thống điều khiển tích hợp có thể bao gồm bộ điều khiển điều chỉnh áp suất được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất của dòng xả của tuabin trong hệ thống sản xuất điện và cấp tín hiệu ra đến van xả chất lưu và cho phép chất lưu ra khỏi dòng xả và tùy ý cấp tín hiệu ra đến van nạp chất lưu và cho phép chất lưu chảy vào trong dòng xả.

Hệ thống điều khiển tích hợp có thể bao gồm bộ điều khiển bộ phận tách nước được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến lượng nước trong bộ phận tách nước của hệ thống sản xuất điện và cung cấp và đưa đến van loại bỏ nước để cho phép và không cho phép loại bỏ nước ra khỏi bộ phận tách nước và duy trì lượng nước trong bộ phận tách nước nằm trong trị số xác định.

Hệ thống điều khiển tích hợp có thể bao gồm bộ điều khiển bơm chất oxy hóa được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến một hoặc cả khối lượng của dòng nhiên liệu và khối lượng của dòng chất oxy hóa trong hệ thống sản xuất điện và tính toán tỷ lệ khối lượng của dòng nhiên liệu và chất oxy hóa.

Bộ điều khiển bơm chất oxy hóa có thể được tạo kết cấu để cấp tín hiệu ra đến bơm chất oxy hóa để thay đổi công suất của bơm nhằm tác động đến tỷ lệ khối lượng của dòng nhiên liệu và chất oxy hóa trong hệ thống sản xuất điện này.

Hệ thống điều khiển tích hợp có thể bao gồm bộ điều khiển áp suất của chất oxy hóa được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất của dòng chất oxy hóa nằm sau máy nén chất oxy hóa và cấp tín hiệu ra đến van nhánh của chất oxy hóa để khiến cho nhiều hoặc ít chất oxy hóa hơn đi vòng qua máy nén.

Hệ thống điều khiển tích hợp có thể bao gồm bộ điều khiển áp suất của chất oxy hóa được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất của dòng chất oxy hóa nằm trước máy nén chất oxy hóa và cấp tín hiệu ra đến van của chất lưu tuần hoàn để khiến cho nhiều hoặc ít chất lưu tuần hoàn hơn từ hệ thống sản xuất điện được bổ sung vào dòng chất oxy hóa nằm trước máy nén chất oxy hóa. Cụ thể, chất lưu tuần hoàn có thể là dòng CO₂ gần như tinh khiết.

Hệ thống điều khiển tích hợp có thể bao gồm bộ điều khiển việc pha loãng được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến một hoặc cả khối lượng của dòng chất oxy hóa và khối lượng của dòng chất pha loãng oxy hóa và để tính toán tỷ lệ khối lượng của dòng chất oxy hóa và chất pha loãng oxy hóa.

Bộ điều khiển việc pha loãng có thể được tạo kết cấu để cấp tín hiệu ra đến van đầu vào của chất oxy hóa để cho phép nhiều hoặc ít chất oxy hóa hơn đi vào hệ thống sản xuất điện này sao cho tỷ lệ khối lượng của dòng chất oxy hóa với chất pha loãng oxy hóa nằm trong vùng xác định.

Hệ thống điều khiển tích hợp có thể bao gồm bộ điều khiển áp suất hút của máy nén được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất hút của chất lưu nằm trước máy nén trong hệ thống sản xuất điện và cấp tín hiệu ra đến van tràn ngược mà được bố trí nằm sau máy nén và khiến cho nhiều hoặc ít chất lưu hơn tràn ngược đến điểm nằm trước máy nén.

Hệ thống điều khiển tích hợp này có thể bao gồm bộ điều khiển tốc độ bơm được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất hút nằm trước bơm và cấp tín hiệu ra đến bơm để tăng hoặc giảm tốc độ bơm.

Hệ thống điều khiển tích hợp này có thể bao gồm bộ điều khiển nhiệt của dòng bên được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến yêu cầu khối lượng của dòng đã được tính toán đối với dòng bên của dòng tuần hoàn áp suất cao trong hệ thống sản xuất điện và cấp tín hiệu ra đến van của dòng bên để tăng hoặc giảm lượng của dòng tuần hoàn áp suất cao trong dòng bên.

Hệ thống sản xuất điện này có thể bao gồm: tuabin; máy nén nằm sau tuabin và nối thông với tuabin; bơm nằm sau máy nén và nối thông với máy nén; và bộ làm nóng được bố trí nằm sau bơm và nối thông với bơm và được bố trí nằm trước tuabin và nối thông với tuabin. Tùy ý, hệ thống sản xuất điện này có thể bao gồm bộ trao đổi nhiệt thu hồi.

Theo một hoặc nhiều phương án, sáng chế có thể đề xuất phương pháp điều khiển tự động hệ thống sản xuất điện. Cụ thể, phương pháp này có thể bao gồm việc vận hành hệ thống sản xuất điện có các bộ phận mà bao gồm: tuabin; máy nén nằm sau tuabin và nối thông với tuabin; bơm nằm sau máy nén và nối thông với máy nén; và bộ làm nóng được bố trí nằm sau bơm và nối thông với bơm và được bố trí nằm trước tuabin và nối thông với tuabin. Hơn nữa, việc vận hành hệ thống sản xuất điện này có thể bao gồm việc sử dụng một hoặc nhiều bộ điều khiển được tích hợp vào hệ thống sản xuất điện này để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến thông số đo được của hệ thống sản xuất điện này và cung cấp tín hiệu ra mà điều khiển tự động ít nhất một bộ phận trong số các bộ phận của hệ thống sản xuất điện này. Theo các phương án khác, phương pháp này có thể bao gồm một hoặc nhiều bước sau, các bước này có thể được kết hợp theo số lượng hoặc theo thứ tự bất kỳ.

Tín hiệu ra có thể được dựa trên thuật toán điều khiển bằng máy tính, được lập trình trước.

Việc vận hành có thể bao gồm bước đưa nhiệt vào thông qua việc đốt nhiên liệu.

Việc vận hành có thể bao gồm bước đưa nhiệt vào thông qua nguồn nhiệt không đốt.

Việc vận hành có thể bao gồm bước tuần hoàn dòng CO₂.

Việc vận hành có thể bao gồm bước tạo ra lượng CO₂ mà tùy ý có thể được rút ra khỏi hệ thống này, như được đưa vào đường ống hoặc được sử dụng cho mục đích khác, như thu hồi dầu tăng cường.

Việc vận hành có thể bao gồm bước sử dụng chất lưu công tác mà được nén, làm nóng, và làm giãn nở nhiều lần.

Việc vận hành có thể bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến điện sản xuất được bởi hệ thống sản xuất điện này và điều khiển một hoặc cả hai hoạt động sau: cấp tín hiệu ra đến bộ làm nóng để tăng hoặc giảm nhiệt sinh ra bởi bộ làm nóng; cấp tín hiệu ra đến van nhiên liệu của hệ thống sản xuất điện này để cho phép nhiều hoặc ít nhiên liệu hơn chảy vào trong hệ thống sản xuất điện này.

Việc vận hành có thể bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận một hoặc cả tín hiệu vào liên quan đến tốc độ của dòng nhiên liệu và tín hiệu vào liên quan đến tốc độ của dòng chất oxy hóa và để điều khiển một hoặc cả hai hoạt động sau: cấp tín hiệu ra đến van nhiên liệu của hệ thống sản xuất điện để cho phép nhiều hoặc ít nhiên liệu hơn chảy vào trong hệ thống sản xuất điện; cấp tín hiệu ra đến van của chất oxy hóa của hệ thống sản xuất điện để cho phép nhiều hoặc ít chất oxy hóa hơn chảy vào trong hệ thống sản xuất điện này.

Phương pháp vận hành có thể bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến nhiệt độ của dòng xả của tuabin và cấp tín hiệu ra đến bơm nằm trước tuabin để tăng hoặc giảm tốc độ của dòng thoát ra khỏi bơm.

Việc vận hành có thể bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất hút trên chất lưu nằm trước bơm và cấp tín hiệu ra đến van tràn ngược mà được bố trí nằm trước bơm. Cụ thể, một hoặc cả hai yêu cầu sau được đáp ứng: bộ điều khiển khiến cho nhiều hoặc ít chất lưu hơn tràn ngược đến điểm mà nằm trước hơn van tràn ngược; bộ điều khiển khiến cho nhiều hoặc ít chất lưu hơn được loại bỏ ra khỏi hệ thống sản xuất điện nằm trước bơm.

Việc vận hành có thể bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất của dòng xả của tuabin và cấp tín hiệu ra đến van xả chất lưu và cho phép chất lưu ra khỏi dòng xả và tùy ý cấp tín hiệu ra đến van nạp chất lưu và cho phép chất lưu chảy vào trong dòng xả.

Việc vận hành có thể bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến lượng nước trong bộ phận tách nước có trong hệ thống sản xuất điện này và

cung cấp và đưa đến van loại bỏ nước để cho phép và không cho phép loại bỏ nước ra khỏi bộ phận tách nước và duy trì lượng nước trong bộ phận tách nước nằm trong trị số xác định.

Việc vận hành có thể bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến một hoặc cả khối lượng của dòng nhiên liệu và khối lượng của dòng chất oxy hóa được đưa vào hệ thống sản xuất điện và tính toán tỷ lệ khối lượng của dòng nhiên liệu và chất oxy hóa. Cụ thể, bộ điều khiển có thể cấp tín hiệu ra đến bơm chất oxy hóa để thay đổi công suất của bơm nhằm tác động đến tỷ lệ khối lượng của dòng nhiên liệu và chất oxy hóa trong hệ thống sản xuất điện này.

Việc vận hành có thể bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất của dòng chất oxy hóa nằm sau máy nén chất oxy hóa và cấp tín hiệu ra đến van nhánh của chất oxy hóa để khiến cho nhiều hoặc ít chất oxy hóa hơn đi vòng qua máy nén.

Việc vận hành có thể bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất của dòng chất oxy hóa nằm trước máy nén chất oxy hóa và cấp tín hiệu ra đến van của chất lưu tuần hoàn để khiến cho nhiều hoặc ít chất lưu tuần hoàn hơn được bổ sung vào dòng chất oxy hóa nằm trước máy nén chất oxy hóa. Cụ thể, chất lưu tuần hoàn có thể là dòng CO_2 gần như tinh khiết.

Việc vận hành có thể bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến một hoặc cả khối lượng của dòng chất oxy hóa và khối lượng của dòng chất pha loãng oxy hóa và tính toán tỷ lệ khối lượng của dòng chất oxy hóa và chất pha loãng oxy hóa. Cụ thể, bộ điều khiển này có thể được tạo kết cấu để cấp tín hiệu ra đến van đầu vào của chất oxy hóa để cho phép nhiều hoặc ít chất oxy hóa hơn đi vào hệ thống sản xuất điện sao cho tỷ lệ khối lượng của dòng chất oxy hóa với chất pha loãng oxy hóa nằm trong vùng xác định.

Việc vận hành có thể bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất hút của chất lưu nằm trước máy nén và cấp tín hiệu ra đến van tràn ngược mà được bố trí nằm sau máy nén và khiến cho nhiều hoặc ít chất lưu hơn tràn ngược đến điểm nằm trước máy nén.

Việc vận hành có thể bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất hút nằm trước bơm và cấp tín hiệu ra đến bơm để tăng hoặc giảm tốc độ bơm.

Việc vận hành có thể bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến yêu cầu khối lượng của dòng đã được tính toán đối với dòng bên của dòng

tuần hoàn áp suất cao và cấp tín hiệu ra đến van của dòng bên để tăng hoặc giảm lượng của dòng tuần hoàn áp suất cao trong dòng bên.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế đã được mô tả như vậy theo các thuật ngữ chung nêu trên, phần mô tả này sẽ được thực hiện có dựa vào các hình vẽ kèm theo, các hình vẽ này không nhất thiết phải để đúng tỷ lệ, và trong đó:

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống sản xuất điện bao gồm các bộ phận của hệ thống điều khiển theo các phương án của sáng chế, cụ thể là các bộ phận điều khiển này được tạo kết cấu để điều khiển nhiệt;

Fig.2 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống sản xuất điện bao gồm các bộ phận của hệ thống điều khiển theo các phương án khác của sáng chế, ngoài ra, các bộ phận điều khiển này được tạo kết cấu để điều khiển nguồn nhiệt;

Fig.3 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống sản xuất điện bao gồm các bộ phận của hệ thống điều khiển theo các phương án khác của sáng chế, cụ thể là các bộ phận điều khiển này được tạo kết cấu để điều khiển các bộ phận của hệ thống sản xuất điện bằng cách đốt trực tiếp;

Fig.4 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống sản xuất điện bao gồm các bộ phận của hệ thống điều khiển theo các phương án khác của sáng chế, cụ thể là các bộ phận điều khiển này được tạo kết cấu để điều khiển các bộ phận khác của hệ thống sản xuất điện bằng cách đốt trực tiếp;

Fig.5 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống sản xuất điện bao gồm các bộ phận của hệ thống điều khiển theo các phương án khác của sáng chế, cụ thể là các bộ phận điều khiển này được tạo kết cấu để điều khiển các bộ phận khác của hệ thống sản xuất điện bằng cách đốt trực tiếp, bao gồm việc loại bỏ khối lượng dư thừa ra khỏi hệ thống sản xuất điện này;

Fig.6 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống sản xuất điện bao gồm các bộ phận của hệ thống điều khiển theo các phương án khác của sáng chế, cụ thể là các bộ phận điều khiển này được tạo kết cấu để điều khiển các bộ phận khác của hệ thống sản xuất điện bằng cách đốt trực tiếp, việc loại bỏ khối lượng dư thừa ra khỏi hệ thống sản xuất điện này; và

Fig.7 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống sản xuất điện bao gồm các bộ phận của hệ thống điều khiển theo các phương án khác của sáng chế, cụ thể là các bộ phận điều khiển này được tạo kết cấu để điều khiển nhiệt được đưa vào hệ thống sản xuất điện.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả một cách đầy đủ hơn. Tuy nhiên, sáng chế có thể được thực hiện theo nhiều dạng khác nhau và sẽ không được hiểu là chỉ giới hạn ở các phương án nêu trong bản mô tả này; hơn nữa, các phương án này được thực hiện khiến cho phần mô tả này sẽ chuyển tải toàn bộ và hoàn toàn, và đầy đủ phạm vi bảo hộ của sáng chế đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Khi được sử dụng trong bản mô tả này và các điểm yêu cầu bảo hộ, các dạng số ít “một”, “một chiếc”, và “một cái” bao gồm cả việc đề cập đến số nhiều trừ khi ngữ cảnh chỉ rõ theo cách khác.

Theo một hoặc nhiều phương án, sáng chế đề xuất hệ thống và phương pháp điều khiển việc sản xuất điện. Hệ thống và phương pháp điều khiển này có thể được sử dụng liên quan đến nhiều hệ thống sản xuất điện. Ví dụ, các hệ thống điều khiển có thể được áp dụng cho một hoặc nhiều hệ thống trong đó nhiên liệu được đốt để đưa nhiệt vào dòng có thể hoặc không thể được nén cao hơn áp suất môi trường. Tương tự, các hệ thống điều khiển này có thể được áp dụng cho một hoặc nhiều hệ thống trong đó chất lưu công tác được tính toán để được làm nóng và làm mát nhiều lần và/hoặc được nén và làm giãn nở nhiều lần. Chất lưu công tác này có thể chứa một hoặc nhiều H_2O , CO_2 , và N_2 chẳng hạn.

Các ví dụ về hệ thống và phương pháp sản xuất điện trong đó hệ thống điều khiển như được mô tả trong phần mô tả này có thể được thực hiện được bộc lộ trong Patent Mỹ số 9,068,743 cấp cho Palmer các đồng tác giả, Patent Mỹ số 9,062,608 cấp cho Allam và các đồng tác giả, Patent Mỹ số 8,986,002 cấp cho Palmer các đồng tác giả, Patent Mỹ số 8,959,887 cấp cho Allam và các đồng tác giả, Patent Mỹ số 8,869,889 cấp cho Palmer các đồng tác giả, Patent Mỹ số 8,776,532 cấp cho Allam và các đồng tác giả, và Patent Mỹ số 8,596,075 cấp cho Allam và các đồng tác giả, toàn bộ nội dung của các tài liệu này được đưa vào đây bằng cách viện dẫn. Như một ví dụ không giới hạn phạm vi của sáng chế, hệ thống sản xuất điện với hệ thống điều khiển được mô tả dưới đây có thể được sử dụng có thể được tạo kết cấu để đốt nhiên liệu có O_2 với sự có mặt của chất lưu tuần hoàn CO_2 trong buồng đốt, tốt hơn là trong đó CO_2 được đưa vào ở áp suất ít nhất khoảng 12MPa và nhiệt độ ít nhất khoảng 400°C, để tạo ra dòng sản phẩm đốt chứa CO_2 , tốt hơn là trong đó dòng sản phẩm đốt có nhiệt độ ít nhất khoảng 800°C. Hệ thống sản xuất điện này còn có thể được mô tả bằng một hoặc nhiều đặc điểm sau:

Dòng sản phẩm đốt có thể được làm giãn nở qua tuabin với áp suất xả khoảng 1MPa hoặc cao hơn để phát điện và tạo ra dòng xả của tuabin chứa CO_2 .

Dòng xả của tuabin có thể được đưa qua cụm trao đổi nhiệt để tạo ra dòng xả đã được làm mát.

Dòng xả của tuabin đã được làm mát có thể được xử lý để loại bỏ một hoặc nhiều thành phần thứ cấp khác ngoài CO₂ để tạo ra dòng xả đã được làm sạch.

Dòng xả đã được làm sạch có thể được nén để tạo ra dòng chất lưu tuần hoàn CO₂ siêu tới hạn.

Dòng chất lưu tuần hoàn CO₂ siêu tới hạn có thể được làm mát để tạo ra chất lưu tuần hoàn CO₂ tỷ trọng cao (tốt hơn là trong đó tỷ trọng ít nhất khoảng 200kg/m³).

Chất lưu tuần hoàn CO₂ tỷ trọng cao có thể được bơm đến áp suất thích hợp để đưa vào buồng đốt.

Chất lưu tuần hoàn CO₂ đã được nén có thể được làm nóng bằng cách đưa qua cụm trao đổi nhiệt bằng cách sử dụng nhiệt thu hồi được từ dòng xả của tuabin.

Tất cả hoặc một phần của chất lưu tuần hoàn CO₂ đã được nén có thể được làm nóng thêm bằng nhiệt mà không được rút ra khỏi dòng xả của tuabin (tốt hơn là, trong đó việc làm nóng thêm được thực hiện một hoặc nhiều lần trước, trong, hoặc sau khi đi qua bộ trao đổi nhiệt).

Chất lưu tuần hoàn CO₂ đã được nén và làm nóng có thể được tuần hoàn bên trong buồng đốt (tốt hơn là trong đó nhiệt độ của chất lưu tuần hoàn CO₂ đã được nén và làm nóng đi vào buồng đốt thấp hơn nhiệt độ của dòng xả của tuabin không cao hơn khoảng 50°C).

Các hệ thống điều khiển do sáng chế đề xuất có thể là đặc biệt có lợi so với các phương pháp sản xuất điện như đã được minh họa nêu trên do cần phải điều khiển một cách chính xác nhiều thông số liên quan đến nhiều dòng, các thông số này cần được điều khiển chính xác để tạo ra hiệu suất mong muốn và sự an toàn. Ví dụ, theo một hoặc nhiều phương án, các hệ thống điều khiển này có thể là có lợi liên quan đến một hoặc nhiều chức năng bất kỳ trong số các chức năng sau.

Các hệ thống điều khiển này có thể là có lợi để cho phép điều khiển tốc độ khác nhau của tuabin sản xuất điện và máy nén được sử dụng để nén dòng mà được làm giãn nở cuối cùng qua tuabin. Điều này là có lợi đối với các tuabin khí thông thường trong đó máy nén và tuabin được lắp trên cùng một trục. Kết cấu thông thường này khiến cho nó không thể vận hành máy nén ở tốc độ thay đổi. Tốc độ quay không đổi và các điều kiện đầu vào đem lại năng suất theo khối lượng gần như không đổi bên trong máy nén và do đó cũng gần như không đổi trong tuabin. Điều này có thể bị ảnh hưởng thông qua việc sử dụng các cánh dẫn hướng đầu vào, mà hạn chế dòng khí đi vào máy nén và do đó giảm năng suất theo khối lượng. Theo sáng chế, việc sử dụng bơm giữa máy nén và tuabin tạo ra các mức điều khiển

đáng kể của hệ thống sản xuất điện. Điều này cho phép tách năng suất theo khối lượng của tổ hợp máy nén-bơm và tốc độ trục của tổ hợp tuabin-máy nén-máy phát.

Các hệ thống điều khiển này có thể là có lợi để điều khiển áp suất đầu vào và/hoặc đầu ra của tuabin làm giãn nở dòng khí đã được làm nóng. Dòng khí đã được làm nóng này có thể chủ yếu là CO_2 (theo khối lượng).

Các hệ thống điều khiển này có thể là có lợi để điều khiển nhiệt độ đầu ra của tuabin.

Các hệ thống điều khiển này có thể là có lợi để điều khiển sự vận hành của hệ thống sản xuất điện bằng phương tiện nén CO_2 để tăng áp suất của CO_2 từ lượng khí xả của tuabin đến áp suất của lượng đầu vào của tuabin sao cho các áp suất này được duy trì.

Các hệ thống điều khiển này có thể là có lợi để điều khiển việc loại bỏ CO_2 cuối cùng đã được tạo ra từ cacbon trong khí nhiên liệu của buồng đốt ở điểm bất kỳ trong phương tiện nén CO_2 từ áp suất khí xả của tuabin đến áp suất đầu vào tuabin.

Các hệ thống điều khiển này có thể là có lợi để điều khiển sự vận hành của hệ thống sản xuất điện, trong đó khí xả nóng của tuabin được làm mát trong bộ trao đổi nhiệt có bộ phận tiết kiệm trong khi làm nóng dòng CO_2 áp suất cao tuần hoàn để đảm bảo nhiệt được thu hồi từ khí xả lạnh của tuabin tạo ra dòng tuần hoàn CO_2 áp suất cao tối ưu đến buồng đốt ở nhiệt độ cao nhất có thể.

Các hệ thống điều khiển này có thể là có lợi để tối ưu nhiệt đưa vào dòng CO_2 tuần hoàn (ví dụ, ở nhiệt độ khoảng 400°C hoặc thấp hơn) từ nguồn nhiệt bên ngoài để điều khiển mức chênh lệch nhiệt độ trong bộ trao đổi nhiệt có bộ phận tiết kiệm thấp hơn nhiệt độ 400°C để tối đa hóa lượng CO_2 tuần hoàn mà có thể được làm nóng ngược với dòng xả làm mát của tuabin và giảm đến mức tối thiểu mức chênh lệch nhiệt độ đầu nóng của bộ trao đổi nhiệt có bộ phận tiết kiệm.

Các hệ thống điều khiển này có thể là có lợi để điều khiển dòng nhiên liệu đến buồng đốt nhằm đảm bảo rằng các sản phẩm đốt khí được trộn với dòng CO_2 tuần hoàn được làm nóng áp suất cao tạo ra dòng khí đầu vào đến tuabin ở nhiệt độ và áp suất cần thiết.

Các hệ thống điều khiển này có thể là có lợi để điều khiển dòng oxy đến buồng đốt để tạo ra nồng độ O_2 dư thừa cần thiết trong dòng đầu ra của tuabin nhằm đảm bảo việc đốt hoàn toàn nhiên liệu.

Các hệ thống điều khiển này có thể là có lợi để điều khiển sự vận hành của hệ thống sản xuất điện sao cho dòng xả của tuabin thoát ra khỏi bộ trao đổi nhiệt có bộ phận tiết kiệm có thể được làm mát thêm bằng phương tiện làm mát xung quanh để tối đa hóa sự ngưng tụ nước đã được tạo ra trong quá trình đốt và loại bỏ việc sản xuất nước cuối cùng từ việc đốt khí nhiên liệu cùng với nhiên liệu khác hoặc các tạp chất có nguồn gốc từ việc đốt cháy.

Theo một hoặc nhiều phương án, hệ thống sản xuất điện thích hợp để thực hiện bằng hệ thống điều khiển như được mô tả trong phần mô tả này có thể được tạo kết cấu để làm nóng thông qua phương pháp khác hơn là thông qua việc đốt nhiên liệu hóa thạch. Như một ví dụ không giới hạn phạm vi của sáng chế, năng lượng mặt trời có thể được sử dụng để bổ sung hoặc thay thế nhiệt đưa vào thu được từ việc đốt nhiên liệu hóa thạch trong buồng đốt. Phương tiện làm nóng tương tự khác có thể được sử dụng. Theo một số phương án, kiểu làm nóng bất kỳ đưa vào trong dòng tuần hoàn CO_2 ở nhiệt độ 400°C hoặc thấp hơn có thể được sử dụng. Ví dụ, hơi ngưng tụ, khí xả của tuabin khí, các dòng khí nén đoạn nhiệt, và/hoặc các dòng chất lưu nóng khác mà có thể cao hơn 400°C có thể được sử dụng.

Theo một số phương án, hệ thống này có thể là đặc biệt có lợi để điều khiển nhiệt độ đầu ra của tuabin ở trị số tối đa mà được cố định bởi nhiệt độ cho phép tối đa của bộ trao đổi nhiệt có bộ phận tiết kiệm được sử dụng. SViệc điều khiển này có thể được dựa trên áp suất đầu vào và đầu ra của tuabin và mức chênh lệch nhiệt độ đầu nóng vận hành của bộ trao đổi nhiệt.

Hệ thống điều khiển theo sáng chế có thể được xác định bởi một hoặc nhiều chức năng, trong đó thông số (ví dụ, thông số đo và/hoặc thông số tính toán) có thể được liên kết với một hoặc nhiều hoạt động có thể thực hiện. Các hoạt động có thể thực hiện có thể bao gồm một hoặc nhiều hoạt động mà điều chỉnh dòng chất lưu trong hệ thống này, như thông qua việc mở và đóng một hoặc nhiều van. Như các ví dụ không giới hạn, các thông số đo trong hệ thống điều khiển theo sáng chế có thể bao gồm tốc độ của dòng chất lưu, áp suất, nhiệt độ, mức chất lỏng, thể tích chất lưu, thành phần chất lưu, và các yếu tố tương tự. Thông số đo có thể đo được bằng cách sử dụng thiết bị thích hợp bất kỳ, như các cặp nhiệt điện, các cảm biến áp suất, các bộ chuyển đổi, các bộ đo quang, các lưu lượng kế, thiết bị phân tích (ví dụ, phổ kế UV-VIS, phổ kế IR, phổ kế khối, sắc ký khí, sắc ký lỏng tính năng cao, và các thiết bị tương tự), áp kế, và các thiết bị tương tự. Các thông số tính toán trong hệ thống điều khiển theo sáng chế có thể bao gồm, ví dụ, mức tiêu thụ điện của máy nén (ví dụ, máy nén CO_2), mức tiêu thụ điện của bơm (ví dụ, bơm CO_2), mức tiêu thụ điện của nhà máy oxy nhiệt độ thấp, sự cấp nhiệt của nhiên liệu, độ sụt áp (ví dụ, độ sụt áp trong bộ trao đổi nhiệt) đối với một hoặc nhiều dòng chất lưu, mức chênh lệch nhiệt độ (ví dụ, mức chênh lệch nhiệt độ ở đầu nóng của bộ trao đổi nhiệt và/hoặc đầu làm mát của bộ trao đổi nhiệt), công suất đầu ra của tuabin, công suất đầu ra của máy phát, và hiệu suất của hệ thống. Thông số tính toán có thể được tính toán, ví dụ, bởi hệ thống điều khiển giám sát bằng máy tính dựa trên các thông số đo được.

Hệ thống theo các phương án của sáng chế được thể hiện trên Fig.1, hình vẽ này thể hiện hệ thống điều khiển mà có thể được sử dụng đặc biệt đối với chu trình năng lượng kín. Hệ thống điều khiển này là đặc biệt có ích trong hệ thống và phương pháp mà điều khiển trực tiếp lượng nhiệt đi vào hệ thống, ví dụ, trong các ứng dụng năng lượng mặt trời, là không cần thiết. Trong kết cấu này, chất lưu công tác được tuần hoàn qua bộ làm nóng 12, tuabin 10 nối với máy phát 11, bộ làm nóng/bộ làm mát thứ nhất 16, máy nén 30, bộ làm nóng/bộ làm mát thứ hai 18, và bơm 20. Tùy ý, có thể có bộ trao đổi nhiệt thu hồi 50 sao cho nhiệt trong dòng chất lưu công tác 101b thoát ra khỏi tuabin 10 có thể được thu hồi bên trong dòng chất lưu công tác 101g để thoát ra dưới dạng dòng chất lưu công tác 101h mà được làm nóng thêm bởi bộ làm nóng 12.

Nhiệt đi vào hệ thống sản xuất điện trong bộ làm nóng 12 được bổ sung vào chất lưu công tác, tốt hơn là ở áp suất cao (ví dụ, khoảng 10bar (1MPa) hoặc cao hơn, khoảng 20bar (2MPa) hoặc cao hơn, khoảng 50bar (5MPa) hoặc cao hơn, khoảng 80bar (8MPa) hoặc cao hơn, khoảng 100bar (10MPa) hoặc cao hơn, khoảng 150bar (15MPa) hoặc cao hơn, khoảng 200bar (20MPa) hoặc cao hơn, hoặc khoảng 250bar (25MPa) hoặc cao hơn) để tạo ra dòng chất lưu công tác được làm nóng, áp suất cao 101a. Dòng này đi đến tuabin 10 và được làm giãn nở đến áp suất thấp hơn để thoát ra khỏi dưới dạng dòng chất lưu công tác 101b. Điểm không chế thông số 13 được tạo kết cấu nằm sau tuabin 10 và nằm trước bộ làm nóng/bộ làm mát thứ nhất 16 (và tùy ý nằm trước bộ trao đổi nhiệt thu hồi 50 nếu có) và có cảm biến nhiệt độ, cặp nhiệt điện, hoặc các thiết bị tương tự. Bộ điều khiển 2 (mà có thể được mô tả như bộ điều khiển bơm) quản lý và/hoặc thu thập một hoặc nhiều số đo nhiệt độ (mà các số đo này có thể liên tục hoặc định kỳ) ở điểm không chế thông số 13. Để duy trì nhiệt độ gần như không đổi ở điểm không chế thông số 13, bộ điều khiển 2 quản lý các việc điều chỉnh công suất, nếu cần, cho bơm 20. Ví dụ, bộ điều khiển 2 có thể điều khiển tốc độ của bơm 20 để đáp lại số đo nhiệt độ ở điểm không chế thông số 13. Theo cách này, bộ điều khiển 2 có thể được tạo kết cấu để duy trì nhiệt độ mong muốn trong dòng chất lưu công tác 101b không phụ thuộc vào lượng nhiệt được đưa vào bên trong hệ thống trong bộ làm nóng 12, và tương tự không phụ thuộc vào nhiệt độ đầu vào của tuabin 10. Điều này là có lợi vì bơm 20 có thể được điều khiển một cách cụ thể để phân phối khối lượng của dòng chính xác của chất lưu công tác ở áp suất chính xác như được biểu thị bởi nhiệt độ đầu vào đến tuabin 10 như được biểu thị bởi lượng nhiệt được đưa vào trong bộ làm nóng 12.

Việc điều khiển động có thể tác động đến một hoặc nhiều thông số khác trong hệ thống sản xuất điện được thể hiện trên Fig.1. Ví dụ, các thay đổi về tốc độ của dòng qua bơm 20 khiến cho thay đổi ngay lập tức về áp suất hút nằm trước bơm trong dòng chất lưu

công tác 101f. Để duy trì khả năng điều khiển mong muốn của bơm 20, các điều kiện hút của bơm phải được giữ nguyên càng không đổi càng tốt bên trong khoảng định trước. Bộ làm nóng/bộ làm mát thứ hai 18 có thể là có lợi để duy trì nhiệt độ hút của bơm 20 ở trị số mong muốn. Để duy trì áp suất hút gần như không đổi cho bơm 20, bộ điều khiển 3 (mà có thể được mô tả như bộ điều khiển áp suất hút của bơm) có thể được tạo kết cấu để giám sát cảm biến áp suất, bộ chuyển đổi, hoặc các bộ phận tương tự được bố trí ở điểm không chế thông số 23, và bộ điều khiển 3 có thể sử dụng các số đo áp suất thu được từ các bộ phận này để điều khiển van tràn ngược 31, mà có thể được tạo kết cấu để cho phép nhiều hoặc ít chất lưu hơn từ dòng chất lưu công tác 101e tràn ngược đến điểm không chế thông số 44, mà có thể ở vị trí bất kỳ trong dòng chất lưu công tác 101c. Do đó, về bản chất bộ điều khiển 3 có thể được tạo kết cấu để điều khiển lượng của dòng tuần hoàn khép kín quanh máy nén 30 thông qua van tràn ngược 31. Như vậy, áp suất ở điểm không chế thông số 23 có thể được tăng bằng cách giảm dòng chất lưu qua van tràn ngược 31 và có thể được giảm bằng cách tăng dòng chất lưu qua van tràn ngược. Khi chất lưu tràn ngược vào trong dòng chất lưu công tác 101c, nó cũng có thể muốn duy trì áp suất gần như không đổi trong dòng chất lưu công tác 101b và dòng chất lưu công tác 101c. Do đó, điểm không chế thông số 13 có thể tương tự như cảm biến áp suất, bộ chuyển đổi, các các bộ phận tương tự. Cảm biến nhiệt độ và cảm biến áp suất có thể được tạo kết cấu ở cùng một điểm không chế thông số, hoặc các điểm không chế thông số khác nhau có thể được sử dụng trong dòng chất lưu công tác 101b đối với các cảm biến tương ứng.

Do điểm không chế thông số 13 nối thông với điểm không chế thông số 44 và điểm không chế thông số 43, các áp suất tương ứng ở điểm 13, điểm 44, và điểm 43 có thể là khác nhau gần như chỉ do áp suất riêng hao hụt qua thiết bị và đường ống. Bộ điều khiển 4 có thể được tạo kết cấu để giám sát cảm biến áp suất, bộ chuyển đổi, các bộ phận tương tự được bố trí ở điểm không chế thông số 43, và bộ điều khiển 4 có thể được tạo kết cấu để điều khiển van 41 nhằm cho phép chất lưu từ dòng chất lưu công tác 101d vào trong, hoặc ra khỏi, hệ thống này nhằm duy trì áp suất gần như không đổi ở điểm không chế thông số 44. Như vậy, điểm không chế thông số 44 có thể có cảm biến áp suất, bộ chuyển đổi, hoặc các thiết bị tương tự, mà có thể được giám sát bởi bộ điều khiển 4, nếu muốn. NTheo cách khác, do điểm không chế thông số 43 nối thông với điểm không chế thông số 44, áp suất đo được ở điểm không chế thông số 43 có thể được xem là gần như đồng nhất với áp suất ở điểm không chế thông số 44. Van 41 có thể được tạo kết cấu để loại bỏ và/hoặc bổ sung chất lưu vào dòng chất lưu công tác nhằm duy trì áp suất mong muốn. Theo một số phương án, có thể có hai van thay cho một van 41 - van thứ nhất (nghĩa là van xả chất lưu) được tạo

kết cấu để cho phép chất lưu chảy ra đến chỗ tiêu nhiệt dưới, và van thứ hai (nghĩa là van nạp chất lưu) được tạo kết cấu để cho phép chất lưu chảy vào từ nguồn áp suất cao hơn.

Theo một số phương án, hệ thống đã được thể hiện có thể được điều khiển sao cho không có van 41 hoặc không được sử dụng, và thay vào đó bộ điều khiển 3 có thể vận hành để gần như ngăn chặn sự mất ổn định bởi máy nén 30. Theo các phương án này, bộ điều khiển 2 vẫn có thể vận hành để điều khiển nhiệt độ ở điểm không chế thông số 13, và vòng điều khiển có thể là vòng kín hoàn toàn, kết cấu này có thể là đặc biệt có lợi để làm nóng gián tiếp các chu trình sản xuất điện. Ví dụ, theo một hoặc nhiều phương án, bộ làm nóng 12 có thể được tạo kết cấu để thực hiện việc làm nóng bằng năng lượng mặt trời ở hoặc cao hơn mức nhiệt xác định, và do đó, hệ thống sản xuất điện này có thể gần như tự điều chỉnh để tạo ra càng nhiều điện càng tốt với đường đặc trưng động lực học thay đổi theo đầu vào của năng lượng mặt trời. Tương tự, kết cấu này có thể được duy trì nếu nhiệt bổ sung đối với nguồn khác được bổ sung liên tục hoặc không liên tục trong bộ làm nóng 12.

Trong hệ thống được thể hiện trên Fig.1, máy nén 30 tiếp nhận dòng chất lưu công tác đầu vào của nó từ tuabin 10, và dòng chất lưu công tác đầu ra của nó được phân phối sau cùng đến bơm 20. Máy nén 30 có thể có trục lắp trên tuabin 10, và các điều kiện làm việc của máy nén này có thể gần như không thay đổi dựa trên việc điều khiển các điều kiện xả của tuabin.

Mặc dù bộ điều khiển 2, bộ điều khiển 3, và bộ điều khiển 4 được thể hiện và mô tả là các bộ điều khiển riêng biệt, song cần phải hiểu rằng các bộ điều khiển tương ứng có thể được tạo kết cấu là một phần của cụm cao hơn. Ví dụ, một cụm điều khiển có thể bao gồm các khối nhỏ có thể được nối riêng biệt với các điểm không chế thông số đã được thiết kế của chúng và các thiết bị điều khiển của chúng (ví dụ, bơm 20, van tràn ngược 31, và van 41). Cụ thể hơn, các cụm điều khiển có thể được tạo kết cấu gần như là các chương trình con trong toàn bộ bộ điều khiển (ví dụ, máy tính hoặc thiết bị điện tử tương tự) với các tín hiệu vào và các tín hiệu ra được thiết kế đối với các điểm không chế thông số tương ứng và các thiết bị điều khiển.

Theo các phương án, theo đó có bộ trao đổi nhiệt có khả năng thu hồi 50, việc điều khiển nhiệt độ ở điểm không chế thông số 13 có thể là rất quan trọng. Bằng cách duy trì nhiệt độ ở điểm không chế thông số 13 ở hoặc gần như gần trị số trạng thái ổn định, các profin nhiệt độ trong bộ trao đổi nhiệt có khả năng thu hồi 50 cũng có thể vẫn gần như không đổi. Ở mức tối thiểu, sơ đồ điều khiển này là có lợi do giảm hoặc loại bỏ sự xoay vòng nhiệt của đường ống, các bộ trao đổi nhiệt, và thiết bị nhiệt độ cao khác dùng trong hệ thống này, đến lượt mình chúng có thể làm tăng đáng kể tuổi thọ của các bộ phận.

Hệ thống theo các phương án của sáng chế được thể hiện trên Fig.2, hình vẽ này thể hiện hệ thống sản xuất điện gần như giống với hệ thống sản xuất điện được thể hiện trên Fig.1. Trong hệ thống được thể hiện trên Fig.2, có bộ điều khiển 1 khác (mà có thể được mô tả như bộ điều khiển điện) và có thể được tạo kết cấu để giám sát nhiều trị số và quản lý số lượng các lệnh điều khiển.

Theo một hoặc nhiều phương án, bộ điều khiển 1 có thể được tạo kết cấu để đo và/hoặc tiếp nhận các số đo liên quan đến công suất đầu ra của máy phát 11. Theo một số phương án, bộ điều khiển 1 có thể được tạo kết cấu để quản lý việc cấp nhiệt thông qua bộ làm nóng 12 nhằm sinh ra năng lượng cần thiết. Đó đó, nếu công suất đầu ra ở máy phát 11 cao hơn hoặc thấp hơn công suất đầu ra mong muốn, nhiệt cấp thông qua bộ làm nóng 12 có thể được giảm hoặc tăng để phân phối công suất đầu ra mong muốn. Tương tự, việc giám sát công suất đầu ra bằng bộ điều khiển 1 có thể cho phép thay đổi động đối với việc cấp nhiệt nên có thể tạo ra công suất đầu ra gần như không đổi. Như một ví dụ không giới hạn phạm vi của sáng chế, khi việc làm nóng bằng năng lượng mặt trời được sử dụng cho bộ làm nóng 12, công suất đầu ra ở máy phát 11 có thể được sử dụng như bộ khởi động nên, ví dụ, nhiều gương có thể được hướng vào tháp gom để tăng mức tỏa nhiệt khi công suất đầu ra giảm xuống dưới mức xác định và/hoặc khi công suất đầu ra không đủ để đáp ứng thuật toán làm nóng xác định trước, như trong đó công suất đầu ra có thể được tăng một cách tự động vào một thời điểm trong ngày khi mức sử dụng được cho là sẽ tăng. Như một ví dụ không giới hạn khác phạm vi của sáng chế, các nguồn nhiệt có thể được sử dụng trong đó nguồn nhiệt thứ nhất có thể được sử dụng chủ yếu, và nguồn nhiệt thứ hai có thể sẵn sàng được đưa vào một cách tự động khi công suất đầu ra ở máy phát 11 không đủ. Ví dụ, việc làm nóng bằng năng lượng mặt trời có thể được kết hợp với việc làm nóng bằng cách đốt cháy với một nguồn là nguồn nhiệt chính và nguồn kia là nguồn nhiệt phụ để bổ sung cho nguồn nhiệt chính này.

Khi nhiều hoặc ít nhiệt hơn được bổ sung vào hệ thống này, nhiệt độ đầu vào của tuabin sẽ thay đổi và, sau khi làm giãn nở qua tuabin, nhiệt độ ở điểm không chế thông số 13 sẽ thay đổi. Như vậy, một hoặc nhiều chức năng điều khiển đã được mô tả trên đây liên quan đến Fig.1 cũng có thể được thực hiện trong hệ thống được thể hiện trên Fig.2.

Hệ thống theo các phương án của sáng chế còn được thể hiện trên Fig.3, hình vẽ này thể hiện hệ thống điều khiển mà có thể được sử dụng nhất là với chu trình năng lượng nửa kín. Hệ thống điều khiển này đặc biệt có ích trong hệ thống và phương pháp mà trong đó chu trình này là chu trình đốt trực tiếp oxy-nhiên liệu đốt cháy bằng nhiên liệu chứa cacbon với oxy. Như được thể hiện, ít nhất là hai thành phần có thể được kết hợp để tạo ra phản

ứng tỏa nhiệt được đưa vào hệ thống qua van 14 và van 71. Các thành phần đã được thể hiện được đưa trực tiếp vào tuabin 10; tuy nhiên, theo một hoặc nhiều phương án, các thành phần này có thể được đưa vào lò phản ứng, như buồng đốt. Theo một số phương án, tuabin 10 là bộ phận nhiều giai đoạn bao gồm buồng phản ứng hoặc buồng đốt nằm trước tuabin. Trên Fig.3, phần của bộ phận 10 bên dưới đường nét đứt có thể là buồng đốt, và phần của bộ phận 10 bên trên đường nét đứt có thể là tuabin. Như một ví dụ không giới hạn phạm vi của sáng chế, van 14 có thể được tạo kết cấu để đo nhiên liệu, như khí tự nhiên hoặc nhiên liệu hóa thạch khác, và van 71 có thể được tạo kết cấu để đo chất oxy hóa, như không khí hoặc oxy gần như tinh khiết (ví dụ, ít nhất 95%, ít nhất 98%, ít nhất 99%, hoặc ít nhất 99,5% oxy tinh khiết).

Trong hệ thống được minh họa bằng ví dụ được thể hiện trên Fig.3, bộ điều khiển 1 có thể được tạo kết cấu để giám sát công suất đầu ra của máy phát 11. Dựa trên công suất đầu ra đo được, bộ điều khiển 1 điều khiển van nhiên liệu 14 để cho phép nhiều hoặc ít nhiên liệu hơn chảy vào trong hệ thống sản xuất điện này. Khi nhiều hoặc ít nhiên liệu hơn được bổ sung vào hệ thống sản xuất điện này, bộ điều khiển 7 (mà có thể được mô tả như bộ điều khiển tỷ lệ nhiên liệu/chất oxy hóa) so sánh tốc độ của dòng nhiên liệu ở điểm khống chế thông số 15 với tốc độ của dòng chất oxy hóa ở điểm khống chế thông số 72, và bộ điều khiển 7 điều khiển van của chất oxy hóa 71 để cho phép nhiều hoặc ít chất oxy hóa hơn đi qua đó để duy trì tỷ lệ quy định của nhiên liệu với oxy.

Các sản phẩm của phản ứng (ví dụ, đốt) đi qua tuabin 10 (hoặc phần tuabin của tổ hợp lò phản ứng/tuabin) và thoát ra dưới dạng dòng xả của tuabin. Như một ví dụ, khi khí tự nhiên và oxy được định lượng qua van 14 và van 71, các sản phẩm chính trong dòng xả của tuabin sẽ là H_2O và CO_2 . Dòng xả của tuabin có thể đi qua bộ trao đổi nhiệt thu hồi 50 (mặc dù bộ phận này có thể là tùy ý) và sau đó đi qua bộ làm nóng/bộ làm mát thứ nhất 16. Sau đó, dòng xả của tuabin được xử lý trong bộ phận tách nước 60 mà ở đó nước có thể được dẫn qua van 61. Dòng CO_2 gần như tinh khiết ra khỏi đỉnh của bộ phận tách nước 60 và được đưa qua máy nén 30 (với phần nhỏ được rút ra qua van 41. Dòng CO_2 đã được nén tuần hoàn ra khỏi máy nén 30 được đưa qua bộ làm nóng/bộ làm mát thứ hai 18 và sau đó là bơm 20 để tạo ra dòng CO_2 tuần hoàn áp suất cao, dòng này có thể được đưa quay trở lại tuabin 10 (tùy ý đi qua bộ trao đổi nhiệt thu hồi 50 được làm nóng bằng nhiệt được rút ra từ dòng xả của tuabin). Dòng CO_2 gần như tinh khiết có thể chứa ít nhất 95% trọng lượng, ít nhất 97% trọng lượng, ít nhất 98% trọng lượng, ít nhất 99% trọng lượng, hoặc ít nhất 99,5% trọng lượng CO_2 .

Như được thể hiện trên Fig.3, hệ thống điều khiển dùng với hệ thống sản xuất điện làm ví dụ bao gồm bộ điều khiển 2, bộ điều khiển 3, và bộ điều khiển 4, các bộ điều khiển này có chức năng gần giống như bộ điều khiển được mô tả trên đây liên quan đến hệ thống được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2. Ngoài ra, bộ điều khiển 6 (mà có thể được mô tả như bộ điều khiển bộ phận tách nước) được sử dụng để giám sát mức nước trong bộ phận tách nước 60, bộ điều khiển này có thể có một hoặc nhiều cảm biến thích hợp để cung cấp tín hiệu ra của mức nước mà có thể được đọc bởi bộ điều khiển 6. Dựa trên tín hiệu mức nước đã tiếp nhận được, bộ điều khiển 6 có thể điều khiển van 61 để mở ở các khoảng và quãng thời gian chính xác để duy trì mức nước trong bộ phận tách nước 60 ở mức nước mong muốn. Mặc dù phép đo được đề cập liên quan đến mức nước, song cần phải hiểu rằng thể tích, khối lượng, hoặc các thông số khác có thể được sử dụng để cung cấp tín hiệu đến bộ điều khiển 6.

Hệ thống theo các phương án khác của sáng chế được thể hiện trên Fig.4, hình vẽ này thể hiện hệ thống điều khiển mà có thể được sử dụng nhất là đối với chu trình năng lượng nửa kín sử dụng nguồn không khí nhân tạo. Hệ thống điều khiển này là đặc biệt có ích trong hệ thống và phương pháp mà trong đó chu trình là chu trình đốt trực tiếp oxy-nhiên liệu đốt cháy bằng nhiên liệu chứa cacbon với oxy. Bộ điều khiển 1 giám sát thêm công suất đầu ra của máy phát 11 và đo đầu vào nhiên liệu qua van 14 để phù hợp.

Như được thể hiện trên Fig.4, nhiên liệu và chất oxy hóa đi vào bộ phận đốt của buồng đốt kép/tuabin 10, và dòng xả của tuabin thoát ra khỏi tuabin. Dòng xả của tuabin có thể đi qua bộ trao đổi nhiệt thu hồi 50 (mặc dù bộ phận này có thể là tùy ý) và sau đó đi qua bộ làm nóng/bộ làm mát thứ nhất 16. Sau đó, dòng xả của tuabin được xử lý trong bộ phận tách nước 60 mà ở đó nước có thể được dẫn qua van 61. Dòng CO_2 gần như tinh khiết ra khỏi đỉnh của bộ phận tách nước 60 và được đưa qua máy nén 30 (với phần nhỏ được rút ra qua van 41). Dòng CO_2 đã được nén tuần hoàn ra khỏi máy nén 30 được đưa qua bộ làm nóng/bộ làm mát thứ hai 18 và sau đó bơm 20 để tạo ra dòng CO_2 tuần hoàn áp suất cao, dòng này có thể được đưa quay trở lại buồng đốt kép/tuabin 10 (tùy ý đi qua bộ trao đổi nhiệt thu hồi 50 được làm nóng bằng nhiệt rút ra từ dòng xả của tuabin).

Trong kết cấu này, chất oxy hóa đi vào qua van 111 và đi qua đầu nối 114, mà ở đó CO_2 có thể được kết hợp với chất oxy hóa. Dòng chất oxy hóa (tùy ý được pha loãng bằng dòng CO_2) đi qua bộ làm nóng/bộ làm mát 22, được nén trong máy nén 90, đi qua bộ làm nóng/bộ làm mát 24, và cuối cùng được đưa đi qua trong bơm 80. Bộ điều khiển 8 (mà có thể được mô tả như bộ điều khiển bơm chất oxy hóa) đo tỷ lệ giữa khối lượng của dòng nhiên liệu (đọc được ở điểm không chế thông số 26) và khối lượng của dòng chất oxy hóa

(đọc được ở điểm khống chế thông số 82). Dựa trên tỷ lệ đã được tính toán, bộ điều khiển 8 có thể điều khiển tốc độ thay đổi bơm 80 để thay đổi công suất của bơm và cho phép phân phối chất oxy hóa theo khối lượng của dòng chính xác để duy trì tỷ lệ chất oxy hóa mong muốn với nhiên liệu ở áp suất cần thiết. Theo cách này, lượng chất oxy hóa đã được cấp vào hệ thống sản xuất điện ổn định ở tốc độ của dòng chính xác và áp suất chính xác để đi vào trong buồng đốt kép/tuabin 10. Nếu, ví dụ, áp suất ở điểm khống chế thông số 82 tăng lên do áp suất ngược từ buồng đốt/tuabin 10, bộ điều khiển 8 có thể được tạo kết cấu để ra lệnh cho bơm 80 vận hành ở tốc độ khác nhau thích hợp để cung cấp áp suất chính xác và khối lượng của dòng chất oxy hóa. Dựa trên số đo áp suất thu được ở điểm khống chế thông số 93, bộ điều khiển 9 (mà có thể được mô tả như bộ điều khiển áp suất của chất oxy hóa) có thể điều khiển van tràn ngược 91 để giảm hoặc tăng áp suất ở điểm khống chế thông số 93 bằng cách cho phép nhiều hoặc ít chất lưu hơn tràn ngược (hoặc được tuần hoàn) đến điểm nằm trước máy nén 90 (cụ thể là giữa đầu nối 114 và bộ làm nóng/bộ làm mát 22). Áp suất tương tự có thể được giám sát ở điểm khống chế thông số 102 (áp suất này tương ứng với lực hút của máy nén 90). Dựa trên áp suất này, bộ điều khiển 100 (mà có thể được mô tả như bộ điều khiển áp suất của chất oxy hóa) có thể điều khiển van 103 để không làm chệch hướng hoặc làm chệch hướng một phần chất lưu ở phía trước máy nén 30 đến đầu nối 114 nhằm duy trì áp suất gần như không đổi ở điểm khống chế thông số 102. Dòng CO₂ gần như tinh khiết đã được làm chệch hướng qua van 103 có thể được sử dụng để pha loãng chất oxy hóa, và bộ điều khiển 100 tương tự có thể được tạo kết cấu để tăng hoặc giảm dòng qua van 103 nhằm tạo ra sự pha loãng mong muốn. Khối lượng của dòng CO₂ đã được cung cấp qua van 103 có thể được đo ở điểm khống chế thông số 113, và khối lượng của dòng chất oxy hóa đã được cung cấp qua van 111 có thể được đo ở điểm khống chế thông số 112. Bộ điều khiển 110 (mà có thể được mô tả như bộ điều khiển việc pha loãng) có thể được tạo kết cấu để tính toán tỷ lệ của các dòng này ở điểm khống chế 112 và điểm khống chế 113, và có thể được tạo kết cấu để điều khiển van 111 nhằm cho phép nhiều hoặc ít chất oxy hóa hơn đi vào hệ thống này để đảm bảo duy trì tỷ lệ chính xác.

Theo một hoặc nhiều phương án, cụ thể là, hệ thống điều khiển theo sáng chế có thể được tạo kết cấu để điều khiển khối lượng trên vùng áp suất rộng. SViệc điều khiển khối lượng theo áp suất thấp (ví dụ, ở áp suất môi trường khoảng 10bar (1MPa), đến khoảng 8bar (0,8MPa), hoặc đến khoảng 5bar (0,5MPa)) có thể được thực hiện giống như phần mô tả bộ điều khiển 4 nêu trên. Cụ thể, bộ điều khiển 4 có thể được tạo kết cấu để mở hoặc đóng van 41 nhằm giảm bớt khối lượng dư thừa ra khỏi hệ thống sản xuất điện này. Ví dụ, trong hệ thống sử dụng dòng CO₂ tuần hoàn làm chất lưu công tác và đốt cháy nhiên liệu

hóa thạch, có thể tạo ra CO_2 dư thừa. Để duy trì sự cân bằng khối lượng chính xác trong hệ thống này, tất cả hoặc một phần CO_2 đã được tạo ra có thể được rút ra qua van 41. Lượng chất lưu đã được rút ra qua van 41 nhằm mục đích điều khiển khối lượng có thể được tính toán dựa trên hóa học lượng pháp đã biết của phản ứng đốt, và do đó, bộ điều khiển 4 có thể được tạo kết cấu để điều khiển khối lượng của dòng qua van 41. Nếu muốn, một hoặc nhiều cảm biến có thể được sử dụng để đo và/hoặc tính toán khối lượng của chất lưu nằm sau buồng đốt và/hoặc để đo và/hoặc tính toán tỷ lệ khối lượng của chất lưu giữa dòng giữa buồng đốt và van 41 so với dòng nằm sau máy nén 30 và/hoặc bơm 20.

Trong hệ thống theo phương án được thể hiện trên Fig.5, sẽ không có bộ điều khiển 3 và bộ điều khiển 4 như được mô tả trên đây, và các bộ điều khiển khác được lắp để giải phóng khối lượng dư thừa ra khỏi hệ thống sản xuất điện này gần như ở cùng một suất là áp suất đầu ra của máy nén 30 (áp suất này gần như giống với áp suất hút của bơm 20). Như được mô tả trên đây, tốc độ của bơm 20 được điều khiển bởi nhiệt độ xả của tuabin 10 thông qua bộ điều khiển 2. Tuy nhiên, trong hệ thống theo phương án làm ví dụ được thể hiện trên Fig.5, áp suất hút của máy nén 30 được điều khiển. Cụ thể, điểm không chế thông số 54 có thể có cảm biến áp suất, và bộ điều khiển 35 (mà có thể được mô tả như bộ điều khiển hút của máy nén) có thể được tạo kết cấu để mở và đóng van 31 dựa trên áp suất ở đầu hút của máy nén 30 như đã được đo ở điểm không chế thông số 54. Nếu áp suất ở điểm không chế thông số 54 bắt đầu hạ, bộ điều khiển 35 có thể được tạo kết cấu để mở van 31 và cho phép chất lưu tràn ngược đến điểm nằm trước điểm không chế thông số 54 (sẽ tràn ngược đến điểm không chế thông số 44 trong hệ thống theo phương án được thể hiện) và nâng áp suất ở điểm không chế thông số 54 lên. Nếu áp suất ở điểm không chế thông số 54 bắt đầu tăng, bộ điều khiển 35 có thể được tạo kết cấu để đóng van 31 nhằm giảm lượng chất lưu tràn ngược và giảm áp suất ở điểm không chế thông số 54.

Ngoài ra, để điều khiển tốc độ của bơm 20, áp suất hút của bơm cũng có thể được điều khiển. Cụ thể, áp suất đọc được ở điểm không chế thông số 23 có thể được sử dụng bởi bộ điều khiển 75 (mà có thể được mô tả như bộ điều khiển tốc độ bơm), có thể được tạo kết cấu để mở và đóng van 88. Do vậy, áp suất hút của bơm 20 được điều khiển bằng cách loại bỏ chất lưu dư thừa ra khỏi hệ thống sản xuất điện ở van 88, đến lượt mình nó duy trì áp suất mong muốn của hệ thống này.

Theo phương án được thể hiện trên Fig.6, hệ thống điều khiển điện được tạo kết cấu tương tự như kết cấu được thể hiện trên Fig.5 nhưng không sử dụng van 88. Trong hệ thống theo phương án được thể hiện này, máy nén 30 vận hành dựa trên việc điều khiển áp suất hút như được mô tả liên quan đến Fig.5, và bơm 20 cũng vận hành theo việc điều khiển áp

suất hút. Cụ thể, áp suất đọc được ở điểm khống chế thông số 23 có thể được sử dụng bởi bộ điều khiển 75, bộ điều khiển này có thể được tạo kết cấu để điều chỉnh tốc độ của bơm 20 nhằm duy trì các điều kiện hút được điều khiển và tín hiệu ra ở áp suất chính xác được ra lệnh bởi các thông số khác của chu trình đốt. Ngoài ra, nhiệt độ thu được từ điểm khống chế thông số 13 có thể được sử dụng lại bởi bộ điều khiển 2; tuy nhiên, bộ điều khiển 2 có thể được tạo kết cấu để điều khiển dòng qua van 115 nhằm điều khiển nhiệt độ của dòng xả ra khỏi tuabin 10. Bằng cách cho phép nhiều chất lưu ra khỏi hệ thống sản xuất điện này qua van 115 (hoặc giữ nhiều chất lưu trong hệ thống sản xuất điện này), áp suất đầu vào (do đó, khối lượng của dòng) qua tuabin 10 có thể được điều khiển, và nhiệt độ đầu ra của tuabin 10 có thể được điều khiển theo cách tương tự.

Theo một hoặc nhiều phương án, hệ thống điện được thể hiện trên Fig.7 có thể có tuabin 10 lắp vào máy phát điện 11. Dòng nhiên liệu được đo qua van 14, và oxy được đo qua van 71, và nhiên liệu được đốt bằng oxy trong buồng đốt 10. Nhiên liệu và oxy được trộn với dòng CO_2 tuần hoàn áp suất cao, đã được làm nóng 120 đang ra khỏi bộ trao đổi nhiệt có bộ phận tiết kiệm 50. Các khí đốt đi đến tuabin 10b. Dòng xả của tuabin được làm mát trong bộ trao đổi nhiệt có bộ phận tiết kiệm 50 ngược với dòng CO_2 tuần hoàn áp suất cao 119 và được làm mát thêm đến gần nhiệt độ môi trường trong bộ làm nóng/bộ làm mát thứ nhất 16. Theo một số phương án, bộ làm nóng/bộ làm mát thứ nhất 16 có thể là bộ trao đổi nhiệt gián tiếp bằng cách sử dụng, ví dụ, nước làm mát hoặc có thể là bộ trao đổi nhiệt tiếp xúc trực tiếp mà vừa làm mát dòng xả của tuabin và vừa làm ngưng tụ nước. Dòng gần nhiệt độ môi trường đi vào bộ phận tách nước 60 mà xả dòng nước đã được ngưng tụ qua van 61. Dòng này có thể bao gồm nhiên liệu hoặc các tạp chất có nguồn gốc từ việc đốt cháy mà ở trạng thái đã được oxy hóa, như SO_2 và NO_2 . Trong trường hợp bộ làm mát tiếp xúc trực tiếp, thiết bị này hoạt động như bộ tiếp xúc khí/nước của bộ làm mát bằng khí kết hợp và bộ phận tách nước pha lỏng. Dòng CO_2 tuần hoàn 116 đi vào máy nén tuần hoàn CO_2 30 mà ở đó áp suất của dòng này được nâng lên (ví dụ, nằm trong khoảng từ 30bar (3MPa) đến 70bar (7MPa) đến khoảng 80bar (8MPa)). Máy nén 30 được trang bị đường ống dẫn CO_2 tuần hoàn 45 với van 31 để giảm áp suất và đưa trở lại một phần của dòng nén chảy đến đầu hút ở điểm 44. Sản phẩm CO_2 cuối cùng, mà chứa tất cả cacbon thu được từ dòng khí nhiên liệu sau khi được oxy hóa trong buồng đốt của tuabin, được cho thoát ra khỏi máy nén dưới dạng dòng qua van 41. Sản phẩm CO_2 cuối cùng có thể được phân phối ở áp suất nằm trong khoảng từ áp suất hút của máy nén đến áp suất xả của bơm. Dòng CO_2 tuần hoàn thoát ra khỏi máy nén 30 được làm mát đến gần nhiệt độ môi trường trong bộ làm nóng/bộ làm mát thứ hai 18. Thông thường, tỷ trọng tăng từ khoảng 0,7kg/lít đến khoảng

0,85kg/lít. Thông thường, CO₂ siêu tới hạn đậm đặc được bơm đến áp suất 320bar (32MPa) trong bơm lý tâm nhiều giai đoạn 20. Dòng CO₂ tuần hoàn 119 thoát ra khỏi bơm 20 đi vào bộ trao đổi nhiệt có bộ phận tiết kiệm 50.

Phần 119a của dòng CO₂ tuần hoàn thoát ra khỏi bơm 20 được làm nóng trong bộ trao đổi nhiệt 56 ngược với dòng làm nóng 53, dòng này có thể thu được từ nguồn bất kỳ, như nhiệt được rút ra từ cụm tách không khí. Thông thường, dòng 119a này được làm nóng đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 200°C đến 400°C. Sau đó, dòng đã được làm nóng này được đưa vào trong bộ trao đổi nhiệt 50 ở điểm trung gian và được trộn lại với dòng CO₂ tuần hoàn áp suất cao 119. Hệ thống này được điều khiển bằng các van điều khiển mà điều tiết các dòng chất lưu. Hệ thống này được trang bị các cảm biến mà đo các tốc độ của dòng, áp suất, nhiệt độ và các thành phần khí. Các số đo này có thể được cấp, ví dụ, vào hệ thống điều khiển kỹ thuật số mà điều tiết nhà máy điện sử dụng các thuật toán điều khiển cùng với các chương trình điều khiển giám sát đã được lưu trữ. Tín hiệu ra từ hệ thống điều khiển điều tiết độ mở của các van điều khiển cùng với tốc độ của bơm 20 và các chức năng khác của hệ thống. Mục đích là nhằm đạt được việc vận hành hiệu suất cao ở công suất đầu ra cần thiết bất kỳ, các điều kiện khởi động tối ưu, điều khiển tốc độ thay đổi lên hoặc xuống, tắt máy và đối phó lại với các trục trặc của hệ thống này. Mặc dù hệ thống điều khiển kỹ thuật số và các thuật toán điều khiển được đề cập liên quan đến hệ thống được thể hiện trên Fig.7, song cần phải hiểu rằng phần bộc lộ này được áp dụng như nhau đối với hệ thống theo các phương án bất kỳ khác được mô tả trong bản mô tả này, bao gồm các phương án được mô tả liên quan đến các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.6.

Việc điều khiển chức năng của hệ thống này có thể được xác định bởi các liên kết giữa các biến đo được bởi các cảm biến và sự đáp lại của van điều khiển cụ thể. Các hệ thống điều khiển theo một hoặc nhiều phương án mà có thể được sử dụng so với các phương án bất kỳ được bộ lộ trong bản mô tả này bao gồm các đặc điểm sau.

Tốc độ của dòng nhiên liệu qua van 14 có thể được điều khiển bởi nhu cầu điện năng mà máy phát điện 58 phải chịu.

Tốc độ của bơm 20 có thể được sử dụng để điều khiển tốc độ của dòng xả của nó. Cụ thể, trị số đã được thiết lập của tốc độ chảy có thể được thay đổi để duy trì nhiệt độ đầu ra xác định của tuabin.

Áp suất đầu ra của máy nén CO₂ 30 có thể được duy trì ở trị số xác định không đổi bằng cách thay đổi trị số đã được thiết lập của van điều khiển dòng tuần hoàn 31 của máy nén.

Sự thoát ra của CO_2 đã được tạo ra trong chu trình sản xuất điện có thể được điều khiển bởi van điều khiển dòng 41. Trị số đã được thiết lập của bộ điều khiển dòng này có thể được thay đổi để duy trì áp suất đầu vào không đổi với máy nén CO_2 và xả của tuabin. Theo một số phương án, trong đó sự thoát ra qua van 41 diễn ra khi xả máy nén 30, hệ thống điều khiển này có thể được tạo kết cấu để thay đổi dòng qua van 41 và qua van tuần hoàn 31.

Lượng CO_2 tuần hoàn áp suất cao mà được làm nóng bởi nguồn nhiệt bổ sung trong bộ trao đổi nhiệt 56 có thể được điều khiển bằng van điều khiển dòng 42 và bộ điều khiển 17 (mà có thể được mô tả như bộ điều khiển nhiệt của dòng bên). Trị số đã được thiết lập của dòng CO_2 được điều khiển để làm giảm đến mức tối thiểu mức chênh lệch nhiệt độ ở đầu nóng của bộ trao đổi nhiệt 50 giữa dòng tuần hoàn CO_2 áp suất cao 120 và dòng xả của tuabin ở điểm 13 dưới 50°C .

Việc xả nước ngưng tụ cùng với nhiên liệu và các tạp chất bị oxy hóa thu được từ việc đốt có thể được điều khiển bằng cách duy trì mức nước không đổi trong bộ phận tách nước 60 hoặc trong hồ thu của bộ làm mát tiếp xúc trực tiếp khác. Trong trường hợp sau, nước dư thừa được xả trong khi dòng xả nước này được bơm qua bộ trao đổi nhiệt làm mát bằng nước và đưa vào trong đỉnh của bộ làm mát tiếp xúc trực tiếp trên lớp bọt kín.

Dựa vào Fig.5, tốc độ của dòng oxy đến buồng đốt có thể được điều khiển bởi van điều khiển dòng 111. Trị số đã được thiết lập của bộ điều khiển dòng có thể được thay đổi để duy trì tỷ lệ xác định của oxy với khí nhiên liệu mà thường sẽ đảm bảo lượng oxy vượt quá 1% cao hơn trị số hóa học lượng pháp để đảm bảo đốt cháy hoàn toàn nhiên liệu cùng với sự oxy hóa của các tạp chất thu được từ nhiên liệu bất kỳ. Để điều khiển nhiệt độ của ngọn lửa đoạn nhiệt của buồng đốt của tuabin tích hợp, điều này có thể là có lợi để pha loãng oxy với lượng CO_2 để tạo ra CO_2 cùng với hỗn hợp khí O_2 nằm trong khoảng từ 15% đến 40%, Thường là, 25% (mol) nồng độ O_2 . Dòng oxy có thể được pha loãng với dòng CO_2 thu được từ đường ống nạp của máy nén CO_2 30. CO_2 rút ra đi qua van điều khiển dòng 103 và đi vào đầu nối 114 mà, theo một số phương án, có thể là máy trộn tĩnh. Trị số đã được thiết lập của bộ điều khiển dòng cho van 91 có thể được điều chỉnh bởi chương trình máy tính giám sát để duy trì áp suất không đổi ở điểm 102. Trị số đã được thiết lập của van điều khiển dòng đầu vào của oxy 111 có thể được điều chỉnh để duy trì tỷ lệ cố định của oxy với dòng cacbon đioxit đi vào máy trộn 114. Dòng chất oxy hóa đã được trộn đi qua bộ làm nóng/bộ làm mát 22. Dòng chất oxy hóa đã được làm mát đi vào máy nén chất oxy hóa 90 mà ở đó nó thường được nén đến áp suất nằm trong khoảng từ 90bar (9MPa) đến 120bar (12MPa). Trị số đã được thiết lập của van điều khiển dòng 91 có thể được thay

đổi để điều khiển áp suất xả của máy nén chất oxy hóa 90. Máy nén chất oxy hóa 90 có thể vận hành với áp suất đầu vào và áp suất đầu ra cố định. Dòng xả từ máy nén 90 có thể được làm mát đến gần nhiệt độ môi trường trong bộ làm nóng/bộ làm mát 24. Tỷ trọng của nó được tăng đến, ví dụ, nằm trong khoảng từ 0,6kg/lít đến 0,75kg/lít. Dòng chất oxy hóa siêu tới hạn đậm đặc 82 thường được bơm đến áp suất 320bar (32MPa) trong bơm ly tâm nhiều giai đoạn 80. Dòng xả áp suất cao ra khỏi bơm 80 đi vào bộ trao đổi nhiệt có bộ phận tiết kiệm 50 mà ở đó nó được làm nóng bằng một phần của nhiệt được giải phóng từ dòng xả làm mát của tuabin. Tốc độ của dòng chất oxy hóa có thể được điều khiển bằng cách điều chỉnh tốc độ bơm chất oxy hóa 80. Trị số đã được thiết lập của tốc độ chảy có thể được điều chỉnh để duy trì tỷ lệ xác định của oxy với khí nhiên liệu mà sẽ thường cung cấp lượng oxy vượt quá 1% cao hơn lượng cần thiết đối với việc đốt khí nhiên liệu bằng hóa học lượng pháp để đảm bảo đốt cháy hoàn toàn nhiên liệu cùng với việc oxy hóa các tạp chất thu được từ nhiên liệu bất kỳ nhiên liệu.

Các biến thể và các phương án khác của sáng chế sẽ được người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này tạo ra nhờ phần bộc lộ nêu trên được thể hiện trong bản mô tả này. Do đó, cần phải hiểu rằng sáng chế không chỉ giới hạn ở các phương án cụ thể đã được mô tả và 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 sử dụng trong bản mô tả này, song chúng được sử dụng chỉ có ý nghĩa chung và mô tả và không nhằm mục đích giới hạn phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống sản xuất điện bao gồm hệ thống điều khiển tích hợp được tạo kết cấu để điều khiển tự động ít nhất một bộ phận của hệ thống sản xuất điện này, hệ thống điều khiển này có ít nhất một cụm điều khiển được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến thông số đo được của hệ thống sản xuất điện này và được tạo kết cấu để cấp tín hiệu ra đến ít nhất một bộ phận của hệ thống sản xuất điện này tùy thuộc vào việc điều khiển tự động;

tuabin;

máy phát điện;

máy nén nằm sau tuabin và nối thông với tuabin;

bơm nằm sau máy nén và nối thông với máy nén; và

bộ làm nóng được bố trí nằm sau bơm và nối thông với bơm và được bố trí nằm trước tuabin và nối thông với tuabin;

trong đó hệ thống điều khiển tích hợp bao gồm bộ điều khiển điện được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến điện sản xuất được bởi máy phát điện và cấp tín hiệu ra mà được tạo kết cấu để điều khiển nhiệt được cấp bởi bộ làm nóng;

trong đó hệ thống tích hợp bao gồm bộ điều khiển bơm được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến nhiệt độ của dòng xả đi ra khỏi tuabin và cấp đến bơm để điều khiển tốc độ của dòng đi từ bơm đến bộ làm nóng và nhờ đó điều khiển nhiệt được cấp bởi bộ làm nóng; và

trong đó hệ thống tích hợp bao gồm bộ điều khiển tỷ lệ nhiên liệu/chất oxy hóa được tạo kết cấu để tiếp nhận một hoặc cả hai trong số tín hiệu vào liên quan đến tốc độ nhiên liệu bên trong bộ làm nóng và tín hiệu vào liên quan đến tốc độ chất oxy hóa bên trong bộ làm nóng và cấp tín hiệu ra mà được tạo kết cấu để điều khiển nhiệt được cung cấp bởi bộ làm nóng.

2. Hệ thống sản xuất điện theo điểm 1, trong đó bộ điều khiển điện được tạo kết cấu để thỏa mãn một hoặc cả hai yêu cầu sau:

cấp tín hiệu ra đến bộ làm nóng để tăng hoặc giảm nhiệt sinh ra bởi bộ làm nóng;

cấp tín hiệu ra đến van nhiên liệu để cho phép nhiều hoặc ít nhiên liệu hơn được đưa đến bộ làm nóng.

3. Hệ thống sản xuất điện theo điểm 1, trong đó bộ điều khiển tỷ lệ nhiên liệu/chất oxy hóa được tạo kết cấu để thỏa mãn một hoặc cả hai yêu cầu sau:

cấp tín hiệu ra đến van nhiên liệu để cho phép nhiều hoặc ít nhiên liệu hơn được đưa đến bộ làm nóng;

cấp tín hiệu ra đến van của chất oxy hóa để cho phép nhiều hoặc ít chất oxy hóa hơn được đưa đến bộ làm nóng.

4. Hệ thống sản xuất điện theo điểm 1, trong đó hệ thống điều khiển tích hợp này bao gồm bộ điều khiển áp suất hút của bơm được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất hút trên chất lưu nằm trước bơm và cấp tín hiệu ra đến van tràn ngược mà được bố trí nằm trước bơm.

5. Hệ thống sản xuất điện theo điểm 4, trong đó bộ điều khiển áp suất hút của bơm được tạo kết cấu để thỏa mãn một hoặc cả hai yêu cầu sau:

khiến cho nhiều hoặc ít chất lưu hơn tràn ngược đến điểm mà nằm trước hơn van tràn ngược;

khiến cho nhiều hoặc ít chất lưu hơn được loại bỏ ra khỏi hệ thống sản xuất điện nằm trước bơm.

6. Hệ thống sản xuất điện theo điểm 1, trong đó hệ thống điều khiển tích hợp này bao gồm bộ điều khiển điều chỉnh áp suất được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất của dòng xả của tuabin và cấp tín hiệu ra đến van xả chất lưu và cho phép chất lưu chảy ra khỏi dòng xả và tùy ý cấp tín hiệu ra đến van nạp chất lưu và cho phép chất lưu chảy vào trong dòng xả.

7. Hệ thống sản xuất điện theo điểm 1, trong đó hệ thống điều khiển tích hợp này có bộ điều khiển bộ phận tách nước được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến lượng nước trong bộ phận tách nước của hệ thống sản xuất điện và cung cấp và đưa đến van loại bỏ nước để cho phép và không cho phép loại bỏ nước ra khỏi bộ phận tách nước này và duy trì lượng nước trong bộ phận tách nước nằm trong trị số xác định.

8. Hệ thống sản xuất điện theo điểm 1, trong đó hệ thống điều khiển tích hợp này có bộ điều khiển bơm chất oxy hóa được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến một hoặc

cả khối lượng của dòng nhiên liệu và khối lượng của dòng chất oxy hóa trong hệ thống sản xuất điện này và tính toán tỷ lệ khối lượng của dòng nhiên liệu và chất oxy hóa.

9. Hệ thống sản xuất điện theo điểm 8, trong đó bộ điều khiển bơm chất oxy hóa được tạo kết cấu để cấp tín hiệu ra đến bơm chất oxy hóa nhằm thay đổi công suất của bơm nhằm tác động đến tỷ lệ khối lượng của dòng nhiên liệu và chất oxy hóa trong hệ thống sản xuất điện này.
10. Hệ thống sản xuất điện theo điểm 1, trong đó hệ thống điều khiển tích hợp này bao gồm bộ điều khiển áp suất của chất oxy hóa được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất của dòng chất oxy hóa nằm sau máy nén chất oxy hóa và cấp tín hiệu ra đến van nhánh của chất oxy hóa để khiến cho nhiều hoặc ít chất oxy hóa hơn đi vòng qua máy nén chất oxy hóa.
11. Hệ thống sản xuất điện theo điểm 1, trong đó hệ thống điều khiển tích hợp này bao gồm bộ điều khiển áp suất của chất oxy hóa được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất của dòng chất oxy hóa nằm trước máy nén chất oxy hóa và cấp tín hiệu ra đến van của chất lưu tuần hoàn để khiến cho nhiều hoặc ít chất lưu tuần hoàn hơn chảy ra khỏi hệ thống sản xuất điện này được bổ sung vào dòng chất oxy hóa nằm trước máy nén chất oxy hóa.
12. Hệ thống sản xuất điện theo điểm 11, trong đó chất lưu tuần hoàn là dòng CO_2 gần như tinh khiết.
13. Hệ thống sản xuất điện theo điểm 1, trong đó hệ thống điều khiển tích hợp này bao gồm bộ điều khiển việc pha loãng được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến một hoặc cả khối lượng của dòng chất oxy hóa và khối lượng của dòng chất pha loãng oxy hóa và tính toán tỷ lệ khối lượng của dòng chất oxy hóa và chất pha loãng oxy hóa.
14. Hệ thống sản xuất điện theo điểm 13, trong đó bộ điều khiển việc pha loãng được tạo kết cấu để cấp tín hiệu ra đến van đầu vào của chất oxy hóa để cho phép nhiều hoặc ít chất oxy hóa hơn đi vào hệ thống sản xuất điện sao cho tỷ lệ khối lượng của dòng chất oxy hóa với chất pha loãng oxy hóa nằm trong vùng xác định.

15. Hệ thống sản xuất điện theo điểm 1, trong đó hệ thống điều khiển tích hợp này bao gồm bộ điều khiển áp suất hút của máy nén được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất hút của chất lưu nằm trước máy nén và cấp tín hiệu ra đến van tràn ngược mà được bố trí nằm sau máy nén và khiến cho nhiều hoặc ít chất lưu hơn tràn ngược đến điểm mà nằm trước máy nén.
16. Hệ thống sản xuất điện theo điểm 1, trong đó hệ thống điều khiển tích hợp này bao gồm bộ điều khiển tốc độ bơm được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất hút nằm trước bơm và cấp tín hiệu ra đến bơm để tăng hoặc giảm tốc độ bơm.
17. Hệ thống sản xuất điện theo điểm 1, trong đó hệ thống điều khiển tích hợp này bao gồm bộ điều khiển nhiệt của dòng bên được tạo kết cấu để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến yêu cầu khối lượng của dòng đã được tính toán đối với dòng bên của dòng tuần hoàn áp suất cao trong hệ thống sản xuất điện này và cấp tín hiệu ra đến van của dòng bên để tăng hoặc giảm lượng dòng tuần hoàn áp suất cao trong dòng bên.
18. Phương pháp điều khiển tự động hệ thống sản xuất điện, phương pháp này bao gồm bước vận hành hệ thống sản xuất điện có các bộ phận mà bao gồm:
- tuabin;
 - máy phát điện;
 - máy nén nằm sau tuabin và nối thông với tuabin;
 - bơm nằm sau máy nén và nối thông với máy nén; và
 - bộ làm nóng được bố trí nằm sau bơm và nối thông với bơm và được bố trí nằm trước tuabin và nối thông với tuabin;
- trong đó việc vận hành này bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến việc phát điện bởi máy phát điện và cấp tín hiệu ra mà được tạo kết cấu để điều khiển nhiệt được cung cấp bởi bộ làm nóng;
- trong đó việc vận hành này bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận một hoặc cả hai tín hiệu vào liên quan đến tốc độ dòng nhiên liệu trong bộ làm nóng và tín hiệu vào liên quan đến tốc độ dòng chất oxy hóa trong bộ làm nóng và cấp tín hiệu ra mà được tạo kết cấu để điều khiển nhiệt được cung cấp bởi bộ làm nóng;
- trong đó việc vận hành này bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến nhiệt độ của dòng xả ra khỏi tuabin và cấp tín hiệu ra đến bơm để

điều khiển tốc độ của dòng đi từ bơm đến bộ làm nóng và nhờ đó điều khiển nhiệt được cung cấp bởi bộ làm nóng.

19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó tín hiệu ra được dựa trên thuật toán điều khiển bằng máy tính, được lập trình trước.

20. Phương pháp theo điểm 18, trong đó sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến điện sản xuất được bởi máy phát điện và cấp tín hiệu ra mà được tạo kết cấu để điều khiển nhiệt được cung cấp bởi bộ làm nóng bao gồm một hoặc cả hai hoạt động sau:

cấp tín hiệu ra đến bộ làm nóng để tăng hoặc giảm nhiệt sinh ra bởi bộ làm nóng;

cấp tín hiệu ra đến van nhiên liệu của hệ thống sản xuất điện này để cho phép nhiều hoặc ít nhiên liệu hơn được đưa đến bộ làm nóng.

21. Phương pháp theo điểm 18, trong đó sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận một hoặc cả tín hiệu vào liên quan đến tốc độ của dòng nhiên liệu trong bộ làm nóng và tín hiệu vào liên quan đến tốc độ của dòng chất oxy hóa trong bộ làm nóng và cấp tín hiệu ra mà được tạo kết cấu để điều khiển nhiệt được cung cấp bởi bộ làm nóng bao gồm một hoặc cả hai hoạt động sau:

cấp tín hiệu ra đến van nhiên liệu của hệ thống sản xuất điện này để cho phép nhiều hoặc ít nhiên liệu hơn được đưa đến bộ làm nóng;

cấp tín hiệu ra đến van của chất oxy hóa của hệ thống sản xuất điện này để cho phép nhiều hoặc ít chất oxy hóa hơn được đưa đến bộ làm nóng.

22. Phương pháp theo điểm 18, trong đó việc vận hành bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất hút trên chất lưu nằm trước bơm và cấp tín hiệu ra đến van tràn ngược mà được bố trí nằm trước bơm.

23. Phương pháp theo điểm 22, trong đó một hoặc cả hai yêu cầu sau được thỏa mãn:

bộ điều khiển khiến cho nhiều hoặc ít chất lưu hơn tràn ngược đến điểm mà nằm trước hơn van tràn ngược;

bộ điều khiển khiến cho nhiều hoặc ít chất lưu hơn được loại bỏ ra khỏi hệ thống sản xuất điện nằm trước bơm.

24. Phương pháp theo điểm 18, trong đó việc vận hành bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất của dòng xả của tuabin và cấp tín hiệu ra đến van xả chất lưu và cho phép chất lưu ra khỏi dòng xả và tùy ý cấp tín hiệu ra đến van nạp chất lưu và cho phép chất lưu chảy vào trong dòng xả.
25. Phương pháp theo điểm 18, trong đó việc vận hành bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến lượng nước trong bộ phận tách nước có trong hệ thống sản xuất điện và cung cấp và đưa đến van loại bỏ nước để cho phép và không cho phép loại bỏ nước ra khỏi bộ phận tách nước này và duy trì lượng nước trong bộ phận tách nước nằm trong trị số xác định.
26. Phương pháp theo điểm 18, trong đó việc vận hành bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến một hoặc cả khối lượng của dòng nhiên liệu và khối lượng của dòng chất oxy hóa được đưa đến hệ thống sản xuất điện này và tính toán tỷ lệ khối lượng của dòng nhiên liệu và chất oxy hóa.
27. Phương pháp theo điểm 26, trong đó bộ điều khiển cung cấp tín hiệu ra đến bơm chất oxy hóa để thay đổi công suất của bơm nhằm tác động đến tỷ lệ khối lượng của dòng nhiên liệu và chất oxy hóa trong hệ thống sản xuất điện này.
28. Phương pháp theo điểm 18, trong đó việc vận hành bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất của dòng chất oxy hóa nằm sau máy nén chất oxy hóa và cấp tín hiệu ra đến van nhánh của chất oxy hóa để khiến cho nhiều hoặc ít chất oxy hóa hơn đi vòng qua máy nén.
29. Phương pháp theo điểm 18, trong đó việc vận hành bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất của dòng chất oxy hóa nằm trước máy nén chất oxy hóa và cấp tín hiệu ra đến van của chất lưu tuần hoàn để khiến cho nhiều hoặc ít chất lưu tuần hoàn hơn được bổ sung vào dòng chất oxy hóa nằm trước máy nén chất oxy hóa.
30. Phương pháp theo điểm 29, trong đó chất lưu tuần hoàn là dòng CO_2 gần như tinh khiết.

31. Phương pháp theo điểm 18, trong đó việc vận hành bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến một hoặc cả khối lượng của dòng chất oxy hóa và khối lượng của dòng chất pha loãng oxy hóa và tính toán tỷ lệ khối lượng của dòng chất oxy hóa và chất pha loãng oxy hóa.
32. Phương pháp theo điểm 31, trong đó bộ điều khiển được tạo kết cấu để cấp tín hiệu ra đến van đầu vào của chất oxy hóa để cho phép nhiều hoặc ít chất oxy hóa hơn đi vào hệ thống sản xuất điện sao cho tỷ lệ khối lượng của dòng chất oxy hóa với chất pha loãng oxy hóa nằm trong vùng xác định.
33. Phương pháp theo điểm 18, trong đó việc vận hành bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất hút của chất lưu nằm trước máy nén và cấp tín hiệu ra đến van tràn ngược mà được bố trí nằm sau máy nén và khiến cho nhiều hoặc ít chất lưu hơn tràn ngược đến điểm mà nằm trước máy nén.
34. Phương pháp theo điểm 18, trong đó việc vận hành bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến áp suất hút nằm trước bơm và cấp tín hiệu ra đến bơm để tăng hoặc giảm tốc độ bơm.
35. Phương pháp theo điểm 18, trong đó việc vận hành bao gồm bước sử dụng bộ điều khiển để tiếp nhận tín hiệu vào liên quan đến yêu cầu khối lượng của dòng đã được tính toán đối với dòng bên của dòng tuần hoàn áp suất cao và cấp tín hiệu ra đến van của dòng bên để tăng hoặc giảm lượng của dòng tuần hoàn áp suất cao trong dòng bên.

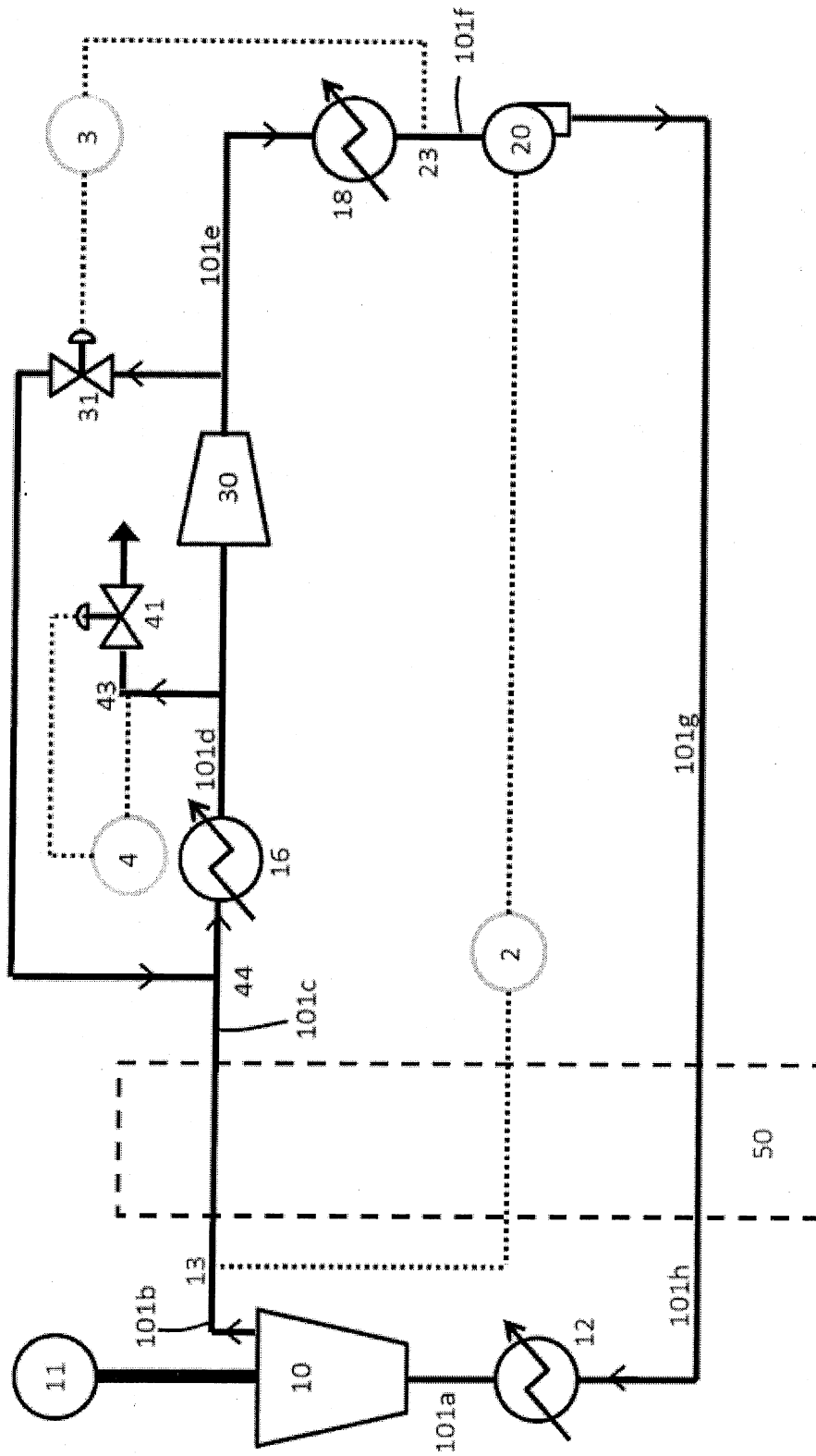


FIG. 1

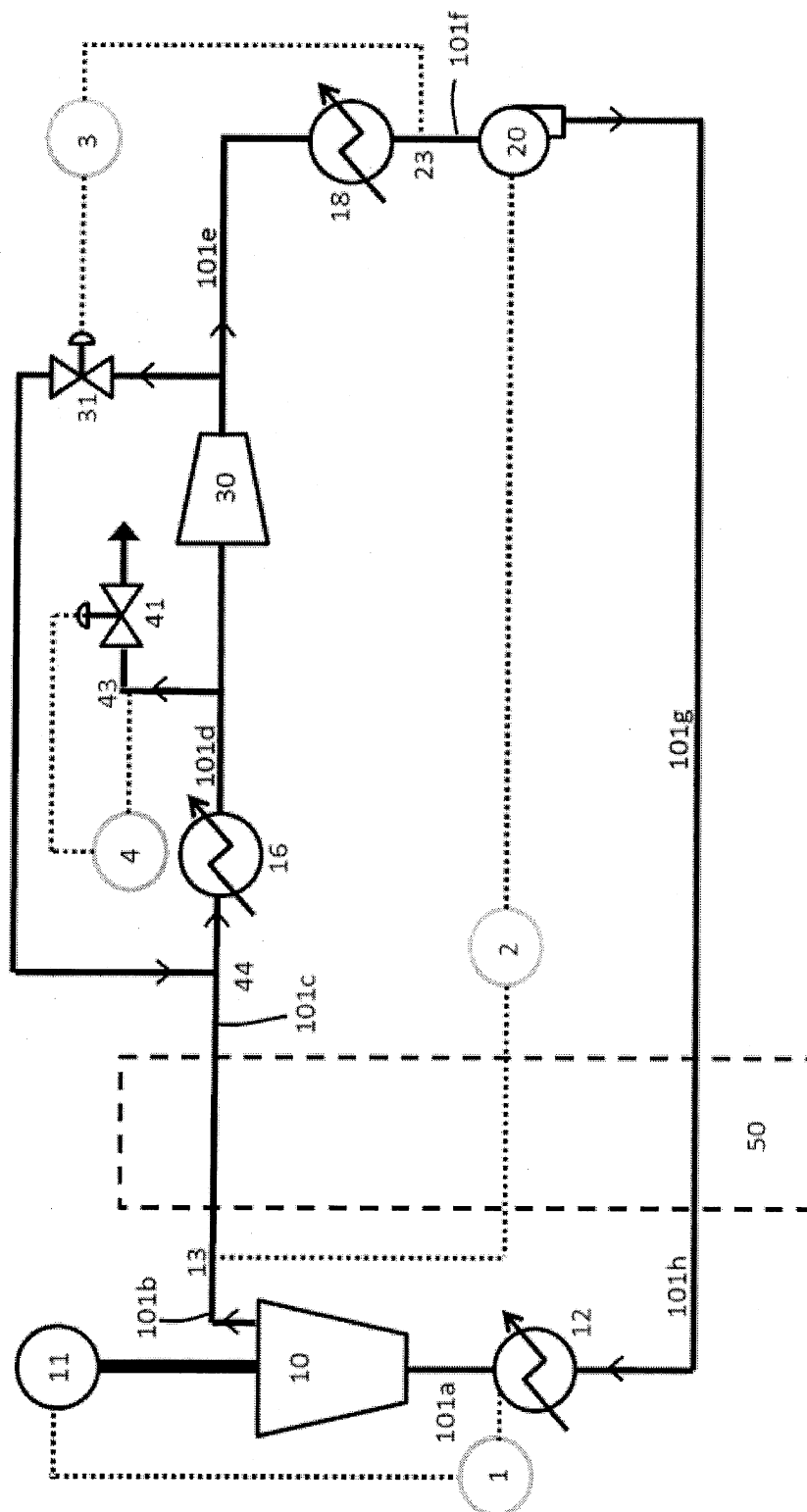


FIG. 2

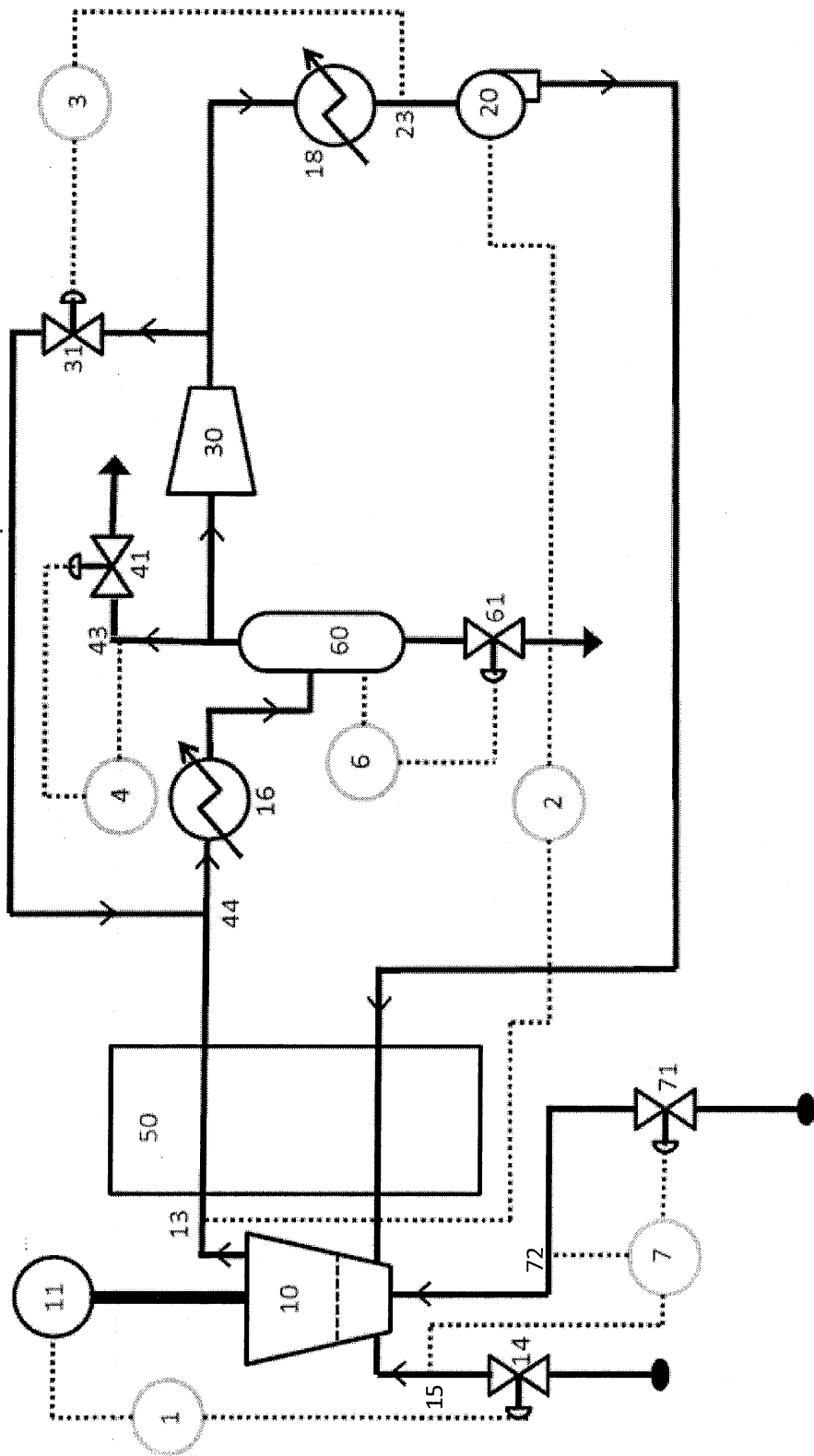


FIG. 3

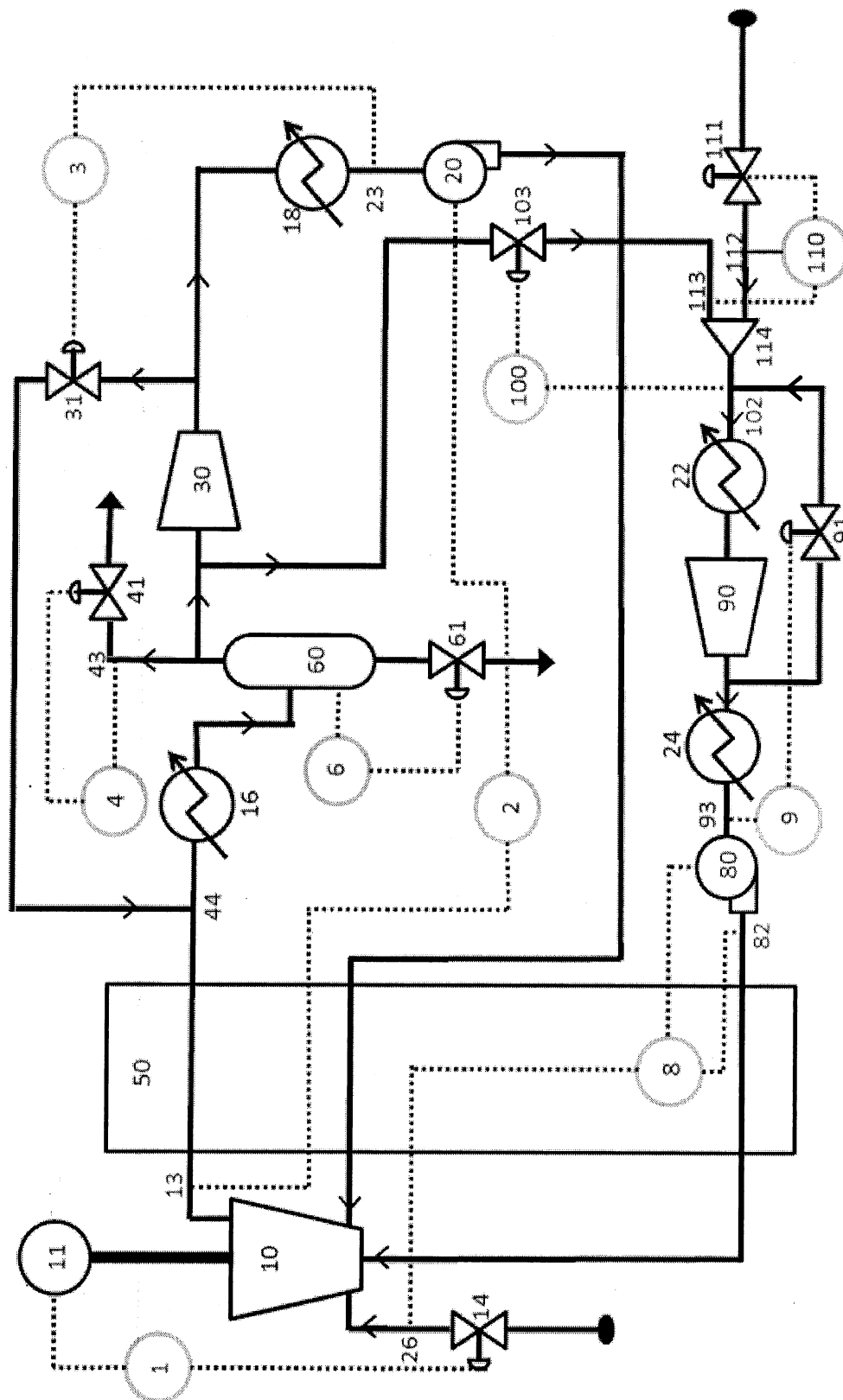


FIG. 4

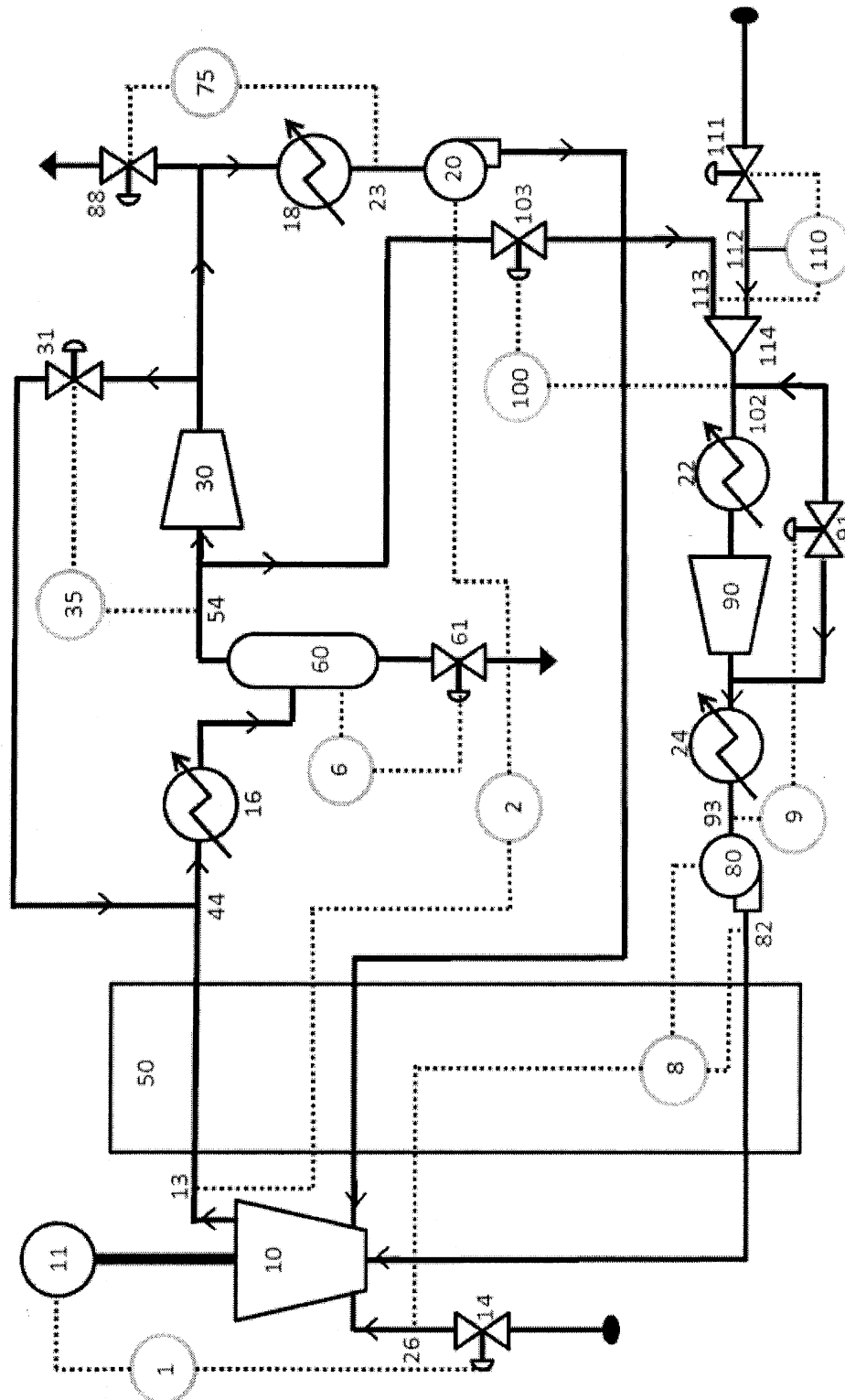


FIG. 5

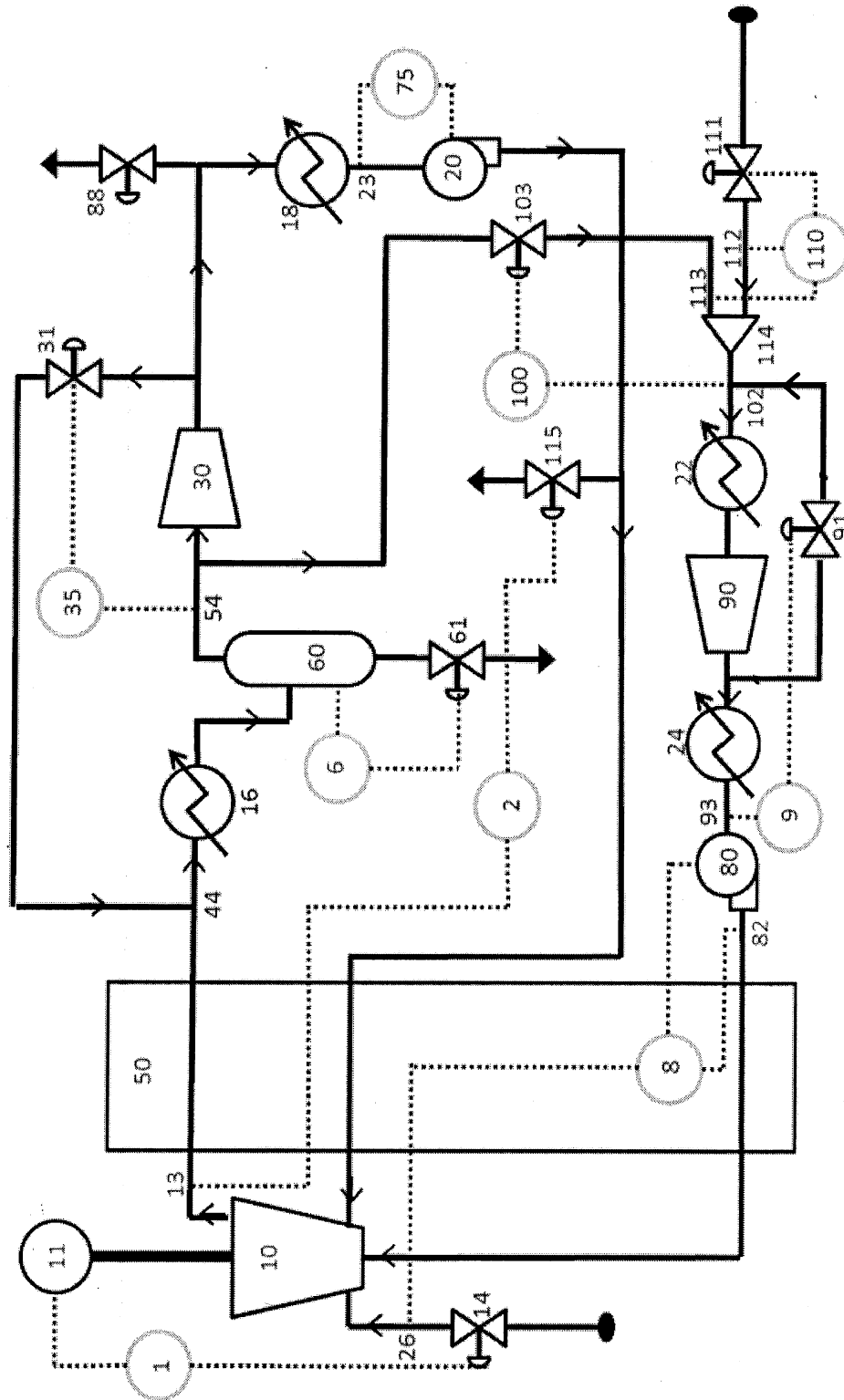


FIG. 6

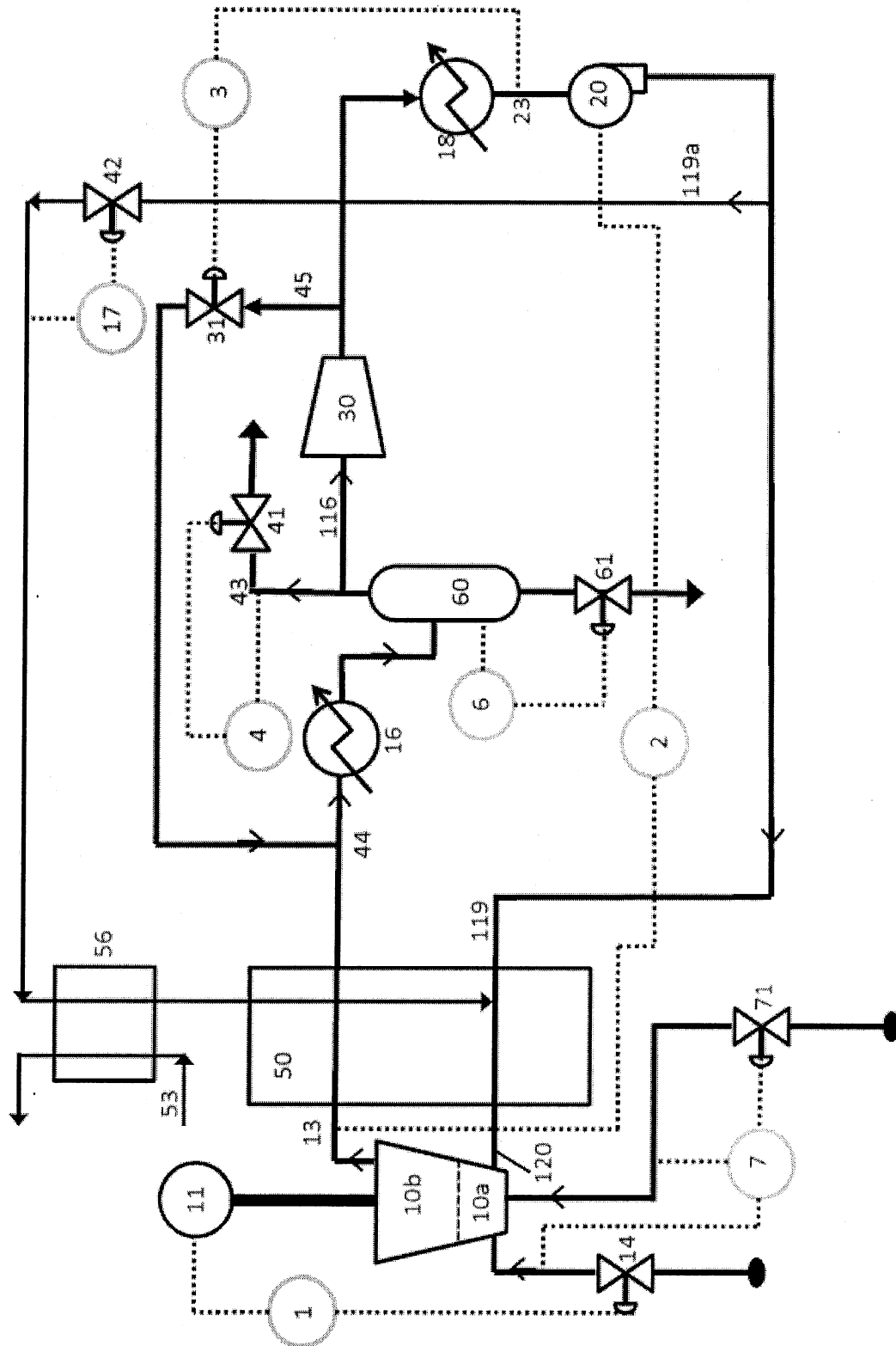


FIG. 7