



(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)



1-0027003

(51)^{2020.01} F02C 7/08; F02C 6/16; F02C 9/16; F02C 3/30; F02C 6/18 (13) B

(21) 1-2015-01499

(22) 31/03/2013

(86) PCT/US2013/034748 31/03/2013

(87) WO 2013/151909 10/10/2013

(30) 61/686,222 02/04/2012 US

(45) 25/01/2021 394

(43) 25/08/2015 329A

(73) POWERPHASE LLC (US)

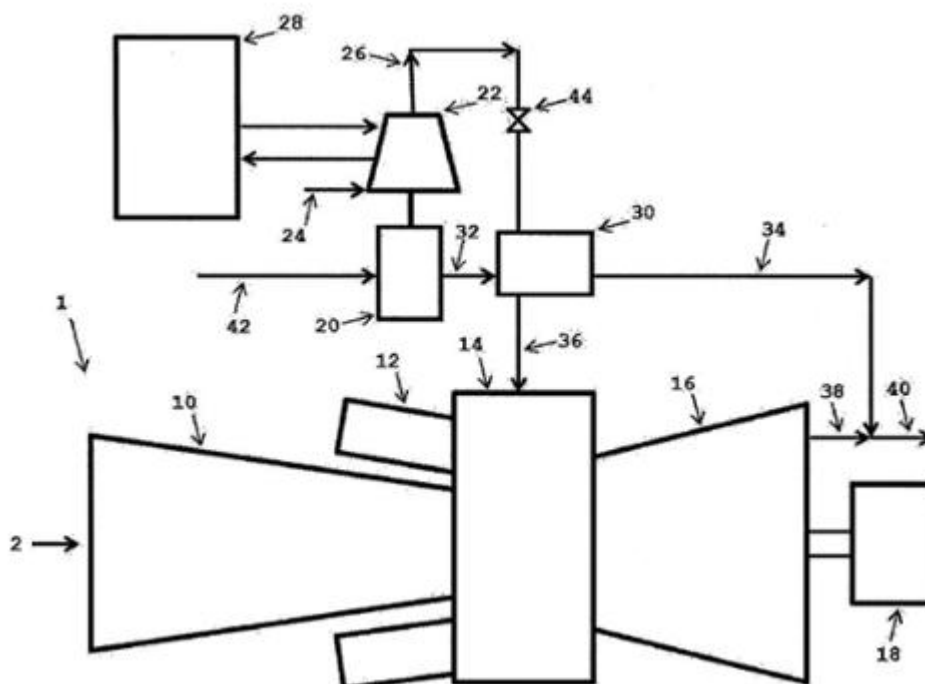
1061 E. Indiantown Road, Suite 206, Jupiter, Florida 33477, United States of America

(72) KRAFT, Robert, J (US).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ CẤP CÔNG SUẤT CỦA HỆ THỐNG PHUN KHÔNG KHÍ NÉN DÙNG CHO TUABIN KHÍ

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp và thiết bị cấp công suất của hệ thống phun không khí nén dùng cho tuabin khí. Theo một số phương án được đề xuất, tùy thuộc vào nhu cầu của nhà máy cụ thể để cải thiện hiệu suất và công suất của nhà máy ở các tải thấp và làm giảm giới hạn dưới công suất đầu ra của tuabin khí trong khi đồng thời làm tăng giới hạn trên của công suất đầu ra tuabin khí, do đó làm tăng công suất và khả năng điều chỉnh của hệ thống tuabin khí mới hoặc hiện có. Một khía cạnh của sáng chế đề cập đến các phương pháp và các hệ thống cho phép vận hành các hệ thống tuabin khí để tạo công suất bổ sung một cách nhanh chóng trong những khoảng thời gian yêu cầu điện đạt mức tối đa.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tổng quát đến các hệ thống phát điện tuabin khí, bao gồm việc cấp công suất điện phát ra của các tuabin khí này, cũng như đề cập đến việc lưu trữ điện năng, điện năng hữu ích để cấp điện năng bổ sung trong những khoảng thời gian nhu cầu điện năng đạt đỉnh trong khi chính nó tiêu thụ điện năng được phát ra bởi tuabin khí trong những khoảng thời gian nhu cầu điện năng giảm.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Gần đây, điện năng tới hạn hoặc điện năng tối đa được tạo ra chủ yếu nhờ các tuabin khí, vận hành theo các kết cấu của chu trình đơn hoặc theo các kết cấu của chu trình kết hợp. Kết quả của hồ sơ yêu cầu tải, các hệ thống cơ sở tuabin khí được thực hiện chu trình tăng cường trong những khoảng thời gian yêu cầu điện tăng cao và chu trình giảm tải hoặc tắt hẳn, trong những khoảng thời gian nhu cầu điện năng giảm. Chu trình này thường được điều khiển bởi nhà điều hành mạng lưới điện theo chương trình được gọi là "điều khiển mạng lưới chủ động" hoặc AGC (Active Grid Controls- AGC). Thật không may, vì các tuabin khí công nghiệp xuất hiện chủ yếu cơ sở phát điện được lắp đặt, được thiết kế chủ yếu đối với sự vận hành tải cơ bản, hình phạt nghiêm khắc liên quan với chi phí bảo dưỡng của một cụm thiết bị cụ thể khi chúng thực hiện chu trình. Chẳng hạn, tuabin khí là tuabin vận hành tải cơ bản có thể đi qua chu trình bảo dưỡng thông thường mỗi chu trình bảo dưỡng là ba năm hoặc 24000 giờ vận hành, với chi phí nằm ở mức giữa hai triệu đô la và ba triệu đô la (từ 2000000 đô la đến 3000000 đô la). Cùng mức chi phí đó có thể phải chịu trong một năm đối với tuabin khí là tua bin bị cưỡng bức khởi động và tắt hàng ngày do sự bất lợi của đòi hỏi khắt khe liên quan với chi phí bảo dưỡng của việc vận hành tuabin khí cụ thể. Đồng thời, ngay cả các động cơ có nguồn gốc từ ngành hàng không, là các động cơ được thiết kế có khả năng khởi động nhanh, có thể vẫn mất đến mười (10) phút hoặc lâu hơn nữa để cấp công suất cần thiết khi cần. Nhu cầu này bắt buộc thực hiện chu trình một nhóm tuabin khí là vấn đề chủ yếu và trở thành vấn đề hơn nữa

cùng với việc sử dụng tăng lên của các nguồn điện năng tái tạo bị gián đoạn đối với lưới điện.

Gần đây, các động cơ tuabin khí được sử dụng ở các nhà máy phát điện có thể giảm công suất bằng khoảng 50% công suất định mức của các tuabin khí này. Các động cơ tuabin khí này thực hiện việc giảm công suất bằng cách đóng các van dẫn hướng đầu vào của máy nén khí là máy nén khí làm giảm dòng không khí đi qua tuabin khí và lần lượt làm giảm dòng nhiên liệu, vì mong muốn tỷ lệ nhiên liệu-không khí không đổi trong quá trình đốt ở tất cả các điều kiện vận hành của động cơ. Mục tiêu là duy trì sự vận hành máy nén an toàn và sự phát xả khí của tuabin khí thường giới hạn mức giảm mà có thể đạt được trong thực tế.

Một phương pháp hạ thấp một cách an toàn giới hạn vận hành của máy nén khí trong các tuabin khí hiện thời là bằng cách đưa không khí ẩm vào đầu vào của tuabin khí, thường được trích từ cửa thổi bậc giữa trên máy nén khí. Đôi khi, không khí ẩm này được đưa vào đầu vào còn nhằm ngăn chặn sự đóng băng. Cũng trong trường hợp này, khi quá trình này được thực hiện, công được thực hiện đối với không khí bởi máy nén khí bị tổn hao trong quá trình vì lợi ích có khả năng vận hành máy nén khí một cách an toàn với dòng không khí thấp hơn, tạo ra mức giảm công suất hơn nữa. Thật không may, không khí xả ra từ máy nén khí có sự ảnh hưởng tiêu cực hơn nữa đối với hiệu suất của toàn bộ hệ thống tuabin khí khi công được thực hiện đối với không khí là không khí được xả ra bị tổn hao. Thông thường, đối với từng 1% không khí được xả ra từ máy nén khí để cải thiện sự giảm công suất này, khoảng 2% tổng công suất tuabin khí bị tổn hao. Ngoài ra, hệ thống đốt cũng thể hiện sự giới hạn đối với hệ thống.

Hệ thống đốt thường giới hạn mức mà hệ thống có thể giảm vì có ít nhiên liệu được bổ sung, nhiệt độ ngọn lửa bị giảm, làm tăng lượng phát thải cacbon monoxit (carbon monoxide “CO”) được tạo ra. Sự tương quan giữa nhiệt độ ngọn lửa và mức phát khí CO là theo hàm mũ với nhiệt độ giảm, do đó, khi hệ thống tuabin khí đạt gần với giới hạn giảm, mức phát khí CO bị thất lại, như vậy quan trọng là duy trì biên độ có lợi với giới hạn này. Đặc trưng này giới hạn tất cả các hệ thống tuabin khí đến khoảng 50% mức giảm công suất hoặc đối với tuabin khí 100 MW, mức giảm công suất tối thiểu là mức có

thể đạt được là khoảng 50% hoặc 50 MW. Khi dòng khối lượng tuabin khí giảm xuống, hiệu suất máy nén khí và hiệu suất tuabin cũng giảm xuống, làm tăng công suất nhiệt của máy. Một số nhà điều hành đối mặt với tình trạng này hàng ngày và kết quả là, khi yêu cầu tải giảm xuống, các nhà máy tuabin khí vấp phải giới hạn vận hành thấp của chúng và các tuabin khí bắt buộc phải tắt hẳn, làm cho nhà máy phát điện bằng tuabin khí phải chịu sự bất lợi là chi phí bảo dưỡng khổng lồ.

Một đặc tính khác của tuabin khí tiêu biểu là đặc tính mà khi nhiệt độ môi trường tăng lên, công suất giảm xuống theo tỷ lệ do sự ảnh hưởng tuyến tính của mật độ giảm khi nhiệt độ không khí tăng lên. Công suất có thể giảm hơn 10% so với công suất công bố trong những ngày nóng mà thông thường khi các tuabin khí đạt đỉnh mà thường hay được gọi nhất là công suất có ích.

Một đặc tính khác của tuabin khí thông thường là đặc tính mà khi không khí bị nén và bị đốt nóng trong bộ phận máy nén khí của tuabin khí được dẫn bằng ống dẫn đến các phần khác của bộ phận tuabin của tuabin khí ở đó được sử dụng để làm nguội các thành phần khác. Không khí này thường được gọi là không khí rò rỉ và làm nguội tuabin khí (Turbine Cooling and Leakage Air- TCLA) (sau đây gọi tắt là "TCLA") là thuật ngữ được biết rõ trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan đến tuabin khí. Mặc dù được đốt nóng từ quá trình nén, không khí TCLA vẫn còn nguội hơn đáng kể so với các nhiệt độ tuabin và như vậy là hữu hiệu trong việc làm nguội các thành phần đó trong dòng phía đầu ra tuabin của máy nén khí. Thông thường là từ 10% đến 15% không khí đi vào đầu vào của máy nén khí đi qua ngăn đốt và được sử dụng đối với quá trình này. Như vậy, TCLA là sự bất lợi đáng kể đối với tính năng của hệ thống tuabin khí.

Các hệ thống tăng công suất khác, ví dụ như làm nguội khí vào, tạo các điều kiện vào cho chất làm nguội, dẫn đến dòng không khí tăng lên đi qua máy nén khí của tuabin khí và công suất tuabin khí tăng lên theo tỷ lệ. Chẳng hạn, nếu sự làm nguội đầu vào làm giảm các điều kiện đầu vào đối với ngày nóng sao cho máy nén khí của tuabin khí hơn 5% so với dòng không khí, công suất của tuabin khí cũng sẽ tăng lên 5%. Khi nhiệt độ môi trường giảm xuống, sự làm nguội đầu vào trở nên ít hữu hiệu, vì không khí đã nguội.

Do đó, sự tăng công suất làm nguội đầu vào được tối đa hóa trong những ngày nóng và giảm dần đến 0 trong những ngày mà nhiệt độ môi trường là 7,22°C (45°F).

Trong các hệ thống tăng công suất như là hệ thống được nêu trong Patent Mỹ số 6,305,158 cấp cho Nakhamkin ("patent 158"), xác định được có ba mô hình vận hành cơ bản, mô hình thông thường, mô hình tích điện và mô hình phun không khí, bị giới hạn bởi sự cần thiết đối với máy phát điện là máy phát điện có công suất cấp điện "vượt quá công suất toàn phần" là công suất mà hệ thống tuabin khí có thể cấp. Thực tế là patent này được cấp bằng trên mười (10) năm và còn không có các ứng dụng được biết của nó ở thời điểm các chi phí năng lượng tăng lên một cách nhanh chóng đó là sự thử thách do không xử lý được các yêu cầu của thị trường.

Trước hết, rất tốn kém khi thay thế và nâng cấp máy phát điện sao cho nó có thể cấp điện "vượt quá công suất toàn phần" là công suất mà hệ thống tuabin khí gần đây có thể cấp. Đồng thời, mặc dù sự phun tùy ý như được nêu trong patent 158 tạo sự tăng công suất, việc này mất một khoảng thời gian đáng kể để khởi động và truy cập trực tuyến lên lưới điện. Phương án này tạo ra sự ứng dụng của patent 158 không thực tế trên các thị trường cụ thể như là trữ lượng vận hành liên tục, trong đó sự tăng công suất phải xảy ra theo giây và do đó nhu cầu máy nén khí phụ lớn theo các kiểu này của các hệ thống cần một khoảng thời gian rất dài để khởi động.

Một nhược điểm khác là hệ thống không thể được ứng dụng đối với nhà máy chu trình kết hợp mà không có sự tương tác tiêu cực đáng kể đối với mức tiêu thụ nhiên liệu và do đó là đối với hiệu suất. Hầu hết các ứng dụng được phác thảo trong patent 158 sử dụng thiết bị thu hồi nhiệt để đốt nóng không khí theo sự vận hành chu trình đơn làm dịu bớt vấn đề làm tăng mức tiêu thụ nhiên liệu, tuy nhiên, nó làm tăng thêm chi phí và sự phức tạp một cách đáng kể. Sáng chế được đề xuất phác thảo dưới đây đề cập đến cả sự thâm hụt chi phí và tính năng của sáng chế được bộc lộ trong patent 158.

Đồng thời, như được phác thảo trong patent Mỹ số 5,934,063 cấp cho Nakhamkin ("patent 063"), có kết cấu van là kết cấu cho phép theo sự lựa chọn một trong số các chế độ vận hành sau đây: có chế độ vận hành thông thường của tuabin khí, chế độ trong đó không khí được cấp từ hệ thống bảo quản và được trộn với không khí trong tuabin khí và

sau đó là “mô hình tích điện”. Patent 063 cũng được công bố đối với khoảng thời gian trên mười (10) năm và cũng không có các ứng dụng được biết của nó ở bất kỳ đâu trên thế giới. Lý do đối với patent này một lần nữa lại là sự thâm hụt chi phí và tính năng, tương tự các vấn đề đối với patent 158. Mặc dù hệ thống này có thể được ứng dụng mà không có sự bất lợi về hiệu suất đối với chu trình tuabin khí đơn giản, chu trình các tuabin khí đơn giản thường không vận hành thường xuyên do đó chúng thường không hoàn trả được vốn đầu tư theo khung thời gian khiến cho công nghệ này có tính hấp dẫn đối với các nhà điều hành nhà máy phát điện. Tương tự như vậy, nếu hệ thống này được áp dụng cho chu trình kết hợp tuabin khí, có sự bất lợi đáng kể về công suất nhiệt điện và một lần nữa công nghệ này không giải quyết được các đòi hỏi của thị trường. Sáng chế được đề xuất phác thảo dưới đây sẽ giải quyết được cả vấn đề chi phí và vấn đề hiệu quả của patent 063.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế có thể được gọi ở đây là TurboPHASE™, đề xuất một vài tùy chọn, phụ thuộc vào các nhu cầu nhà máy cụ thể, cải thiện hiệu suất và công suất của nhà máy ở các tải thấp và làm giảm giới hạn dưới của công suất đầu ra của tuabin khí trong khi đồng thời làm tăng giới hạn trên của công suất tuabin khí, do đó làm tăng công suất và khả năng điều chỉnh của hệ thống tuabin khí mới hoặc hiện có.

Một khía cạnh của sáng chế đề cập đến các phương pháp và các hệ thống cho phép vận hành các hệ thống tuabin khí để tạo công suất bổ sung một cách nhanh chóng trong những khoảng thời gian yêu cầu điện đạt mức tối đa.

Một khía cạnh khác của sáng chế đề cập đến việc lưu trữ điện năng và hệ thống tìm kiếm để thu được công hữu ích từ nguồn nhà máy phát điện tuabin khí hiện có.

Một khía cạnh khác nữa của sáng chế đề cập đến các phương pháp và các hệ thống cho phép các hệ thống tuabin khí làm giảm một cách hữu hiệu hơn trong những khoảng thời gian yêu cầu công suất điện được giảm xuống.

Một phương án của sáng chế đề cập đến hệ thống bao gồm ít nhất một tuabin khí hiện có là tuabin có một máy nén khí thứ nhất, ít nhất một máy phát điện, ít nhất một tuabin được đầu nối với máy phát và máy nén khí, đầu đốt và ngăn đốt (là ống góp xả

dùng cho máy nén khí) và còn bao gồm máy nén khí bổ sung là máy nén khí không giống như máy nén khí thứ nhất.

Lợi ích của các phương án được ưu tiên khác của sáng chế là khả năng làm tăng mức giảm công suất của hệ thống tuabin khí trong những khoảng thời gian yêu cầu điện bị giảm và cải thiện hiệu suất và công suất của hệ thống tuabin khí trong những khoảng thời gian nhu cầu điện năng cao.

Lợi ích khác của các phương án của sáng chế là khả năng làm tăng mức giảm công suất của hệ thống tuabin khí trong những khoảng thời gian nhu cầu điện năng giảm bằng cách sử dụng máy nén khí bổ sung được dẫn động bởi động cơ đốt cháy nhiên liệu, mà sự vận hành là độc lập với lưới điện.

Lợi ích khác của các phương án của sáng chế là khả năng làm tăng mức giảm công suất của hệ thống tuabin khí trong những khoảng thời gian nhu cầu điện năng giảm bằng cách sử dụng máy nén khí bổ sung được dẫn động bởi động cơ đốt cháy nhiên liệu tạo nhiệt có thể được bổ sung vào dòng không khí nén đi vào buồng đốt, từ cả máy nén khí bổ sung, hệ thống lưu không khí hoặc cả hai hoặc nhiệt lượng này có thể được bổ sung vào chu trình hơi nước trong nhà máy phát điện theo chu trình kết hợp.

Lợi ích khác của một số phương án của sáng chế là khả năng làm tăng công suất của hệ thống tuabin khí trong những khoảng thời gian yêu cầu điện tăng cao bằng cách sử dụng máy nén khí bổ sung là máy nén khí không được dẫn động bởi công suất được tạo ra bởi hệ thống tuabin khí.

Lợi ích khác của một số phương án của sáng chế là khả năng làm tăng công suất của hệ thống tuabin khí trong những khoảng thời gian yêu cầu điện tăng cao bằng cách sử dụng máy nén khí bổ sung là máy nén khí được dẫn động bởi hơi nước được tạo ra bởi máy phát điện sử dụng hơi nước thu hồi nhiệt của nhà máy phát điện theo chu trình kết hợp.

Lợi ích khác của sáng chế là khả năng kết hợp các phần được lựa chọn của các phương án đối với các tuabin khí hiện có để đạt được các mục đích của nhà máy điện cụ thể.

Lợi ích khác của một phương án của sáng chế là khả năng phun không khí nén vào mạng lưới làm nguội tuabin mà không đốt nóng không khí trước khi phun và vì việc làm nguội không khí nguội có thể đạt được cùng các nhiệt độ kim loại theo yêu cầu với việc sử dụng không khí ít bị nén (so với không khí nén được đốt nóng), hiệu suất được cải thiện.

Lợi ích khác của một phương án của sáng chế là lượng tăng không khí nén có thể được bổ sung ở tốc độ tương đối là không đổi trên phạm vi của các nhiệt độ môi trường rộng, sự tăng công suất đạt được bởi tuabin khí cũng tương đối không đổi đối với một phạm vi rộng của các nhiệt độ môi trường. Ngoài ra, vì không khí nén khí bổ sung được cấp mà không có sự tăng công suất đáng kể bất kỳ từ máy nén khí của tuabin khí, (vì không khí nén là từ máy nén khí được cấp nhiên liệu tách riêng hoặc hệ thống lưu không khí nén), đối với từng 1% của không khí được phun (theo dòng khối lượng), thu được 2% sự tăng công suất. Sự tăng như vậy rất có ý nghĩa vì các công nghệ khác, như là các thiết bị làm nguội đầu vào, đối với việc cấp công suất đạt gần hơn đến 1% sự tăng công suất đối với từng 1% sự tăng không khí được phun, do đó, hai lần công suất bùng phát đạt được với cùng sự gia tăng dòng không khí đi qua tuabin và đầu đốt, dẫn đến hệ thống cấp công suất cơ học nhỏ hơn và chi phí thấp hơn.

Một phương án được ưu tiên của sáng chế bao gồm hệ thống đường ống dẫn không khí nén làm nguội trung gian sử dụng máy nén khí bổ sung tạo không khí nén là không khí được lưu trong một hoặc một số kết lưu không khí áp suất cao, trong đó nhiệt quá trình làm nguội trung gian được hấp thu từ không khí nén trong quá trình nén được truyền đến chu trình hơi nước của nhà máy phát điện theo chu trình kết hợp.

Một cách tùy ý, khi được kết hợp với nhà máy tuabin khí, chu trình kết hợp với chu trình hơi nước, hơi nước từ chu trình hơi nước có thể được sử dụng để dẫn động tuabin hơi nước thứ cấp lần lượt dẫn động máy nén khí bổ sung. Việc sử dụng các kết chứa không khí áp suất cao kết hợp với việc đốt không khí này trực tiếp trong tuabin khí tạo cho tuabin khí khả năng cấp nhiều hơn công suất so với việc được tạo ra theo cách khác, vì dòng khối lượng tối đa của không khí gần đây được cấp bởi hệ thống máy nén khí tuabin khí đến tuabin được cấp với không khí từ các kết không khí. Đối với các tuabin khí

hiện có, phương án này có thể làm tăng công suất của hệ thống tuabin khí lên đến giới hạn của máy phát điện này đối với ngày nóng, có thể có mức tăng lên đến 20% công suất, trong khi đồng thời làm tăng mức giảm công suất ở mức 25 - 30% lớn hơn so với trạng thái trước sáng chế.

Đối với các tuabin khí, máy phát và tuabin có thể được làm tăng kích cỡ để cấp công suất bổ sung này ở thời điểm bất kỳ, do đó làm tăng công suất công bố của hệ thống thêm 20% với tổng mức tăng chi phí hệ thống hạ xuống 20%, với mức giảm công suất lớn hơn 25 - 30% so với tình trạng kỹ thuật trước đó.

Các lợi ích khác, các đặc điểm và các đặc tính của sáng chế, cũng như các phương pháp vận hành và các chức năng của các thành phần liên quan của kết cấu và sự kết hợp của các phần sẽ trở nên rõ ràng đối với việc tính đến phần mô tả chi tiết dưới đây và các điểm theo yêu cầu bảo hộ kết hợp với các hình vẽ kèm theo, tất cả tạo thành các phần của bản mô tả này.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình vẽ giản đồ thể hiện một phương án của sáng chế có hệ thống điện năng bổ sung với động cơ thu hồi nhiệt dẫn động máy nén khí bổ sung;

Fig.2 là hình vẽ giản đồ thể hiện một phương án của sáng chế có hệ thống điện năng bổ sung với động cơ thu hồi nhiệt dẫn động máy nén khí bổ sung và lưu trữ điện năng;

Fig.3 là hình vẽ giản đồ thể hiện một phương án của sáng chế kết hợp một hệ thống tăng công suất liên tục;

Fig.4 là hình vẽ giản đồ thể hiện một phương án của sáng chế trong đó tuabin hơi nước phụ dẫn động máy nén khí bổ sung;

Fig.5 là hình vẽ giản đồ thể hiện một phương án của sáng chế trong đó bao gồm tuabin hơi nước phụ dẫn động máy nén khí bổ sung và lưu trữ điện năng;

Fig.6 là hình vẽ giản đồ thể hiện một phương án của sáng chế được lắp đặt kết hợp với hai tuabin khí và một tuabin hơi nước;

Fig.7 là hình vẽ giản đồ thể hiện một phương án của sáng chế được lắp đặt kết hợp với một tuabin khí và một tuabin hơi nước; và

Fig.8 là hình vẽ giản đồ thể hiện một phương án của sáng chế được lắp đặt kết hợp với một tuabin khí.

Mô tả chi tiết các phương án của sáng chế

Các thành phần theo một phương án của sáng chế được thể hiện trên Fig.1 khi chúng được sử dụng với hệ thống tuabin khí hiện có 1. Hệ thống tuabin khí hiện có 1, là hệ thống nén không khí môi trường 2, bao gồm máy nén khí 10, đầu đốt 12, buồng đốt 14, tuabin 16 và máy phát điện 18. Động cơ đốt cháy nhiên liệu 20 được sử dụng để dẫn động máy nén khí 22 bổ sung được làm nguội trung gian nhiều cấp nén không khí môi trường 24 và xả không khí nén 26. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "động cơ nhiên liệu" là chỉ động cơ đốt trong kiểu pittông, tuabin khí (ngoài tuabin khí trong hệ thống tuabin khí hiện có 1 hoặc động cơ tương tự là động cơ biến nhiên liệu thành nhiệt năng đi qua phản ứng tỏa nhiệt như là sự đốt cháy (ví dụ, xăng, nhiên liệu điêzen, khí tự nhiên hoặc nhiên liệu sinh học và nhiên liệu tương tự). Động cơ nhiên liệu hút không khí môi trường 42 và sản phẩm của quá trình đốt cháy, tạo khí xả nóng 32. Những người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật liên quan sẽ hiểu rằng, khi không khí trong máy nén khí 22 bổ sung đi từ một bậc của máy nén khí đến bậc tiếp theo, không khí được làm nguội trung gian bằng cách sử dụng bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28, như là tháp làm nguội, làm giảm công cần thiết để nén không khí ở bậc nén tiếp theo. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian" là chỉ bộ trao đổi nhiệt là bộ tiếp nhận không khí nén từ bậc phía đầu vào của máy nén khí và làm nguội không khí đó trước khi cấp nó đến phía đầu ra bậc nén khác của bậc nén phía đầu vào. Việc sử dụng bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 làm tăng hiệu suất của máy nén khí 22 bổ sung làm cho bộ trao đổi nhiệt này hữu hiệu hơn so với máy nén khí 10 của hệ thống tuabin khí hiện có 1. Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật liên quan sẽ dễ dàng hiểu được, mặc dù được gọi ở đây như là "thiết bị làm nguội trung gian", bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 thực tế bao gồm thiết bị làm nguội trung gian và thiết bị làm nguội sau, như sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Phương án này còn bao gồm thiết bị thu hồi nhiệt 30 là bộ trao đổi nhiệt để tiếp nhận dòng xả 32 từ động cơ nhiên liệu 20 và không khí nén 26 từ máy nén khí 22 bổ sung. Dòng không khí nén từ máy nén khí 22 bổ sung đến thiết bị thu hồi nhiệt 30 được điều chỉnh bởi van điều khiển dòng của thiết bị thu hồi nhiệt 44. Trong phạm vi thiết bị thu hồi nhiệt 30, khí xả nóng 32 đốt nóng không khí nén 26 và sau đó đi ra từ thiết bị thu hồi nhiệt 30 là khí xả hầu như đã nguội hơn 34. Cũng trong thiết bị thu hồi nhiệt 30, không khí nén 26 hấp thu nhiệt từ dòng xả 32 và sau đó đi ra từ thiết bị thu hồi nhiệt 30 là không khí nén hầu như đã nóng hơn 36 so với khi nó đi vào thiết bị thu hồi nhiệt 30. Không khí nén hầu như đã nóng hơn 36 sau đó được xả ra từ thiết bị thu hồi nhiệt 30 vào buồng đốt 14 của hệ thống tuabin khí 1 ở đó nó trở thành phần bổ sung vào dòng khối lượng đi qua tuabin 16.

Khí xả nguội hơn 34 sau đó được xả ra môi trường. Thiết bị khử xúc tác lựa chọn (Selective Catalytic Reduction- "SCR") (không được thể hiện trên hình vẽ) của kiểu thiết bị được biết trong lĩnh vực kỹ thuật này, có thể được lắp vào trước, giữa hoặc sau thiết bị thu hồi nhiệt 30 để đạt được điều kiện cần thiết nhất đối với chức năng SCR. Theo cách khác, sau thiết bị SCR, khí xả nguội hơn 34 có thể được phun vào khí xả 38 của tuabin 16 như được thể hiện trên Fig.1 và sau đó dòng khí xả được trộn 38 sẽ hoặc là được xả vào môi trường (trong trường hợp đối với tuabin khí chu trình đơn) hoặc được hướng vào máy phát điện hơi nước thu hồi nhiệt (Heat Recovery Steam Generator- "HRSG") của một tuabin hơi nước theo kiểu đã được biết bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật liên quan (không được thể hiện trên hình vẽ) trong các nhà máy phát điện theo chu trình kết hợp. Nếu dòng khí xả được trộn 38 phải được nạp vào HRSG, thiết bị được sử dụng phải đảm bảo rằng khí xả 38 thổi từ tuabin 16 vào HRSG và thiết bị SCR không bị phá vỡ. Đối với các động cơ "cấp F", như là tuabin khí công nghiệp General Electric Frame 9FA, có các đường thông của máy nén khí lớn mà với các mục đích khởi động, không khí phân luồng bao quanh phần tuabin và không khí xả nhanh vào phần thông gió khí xả tuabin 16. Các đường thông gió này không có trong sử dụng khi hệ thống tuabin khí 1 nạp tải và do đó là vị trí tốt để xả khí xả nguội hơn 34 sau khi nó đi ra từ thiết bị thu hồi nhiệt 30, vì các đường thông gió máy nén khí này đã được tạo ra nhằm giảm thiểu sự ảnh hưởng đối với HRSG và thiết bị SCR. Bằng cách phun dòng xả 32 từ động cơ nhiên

liệu 20 vào khí xả 38 của hệ thống tuabin khí 1, thiết bị SCR của hệ thống tuabin khí 1 có thể được sử dụng để thải sạch dòng xả 32, như vậy là loại trừ được hệ thống đắt tiền đối với động cơ nhiên liệu 20.

Rõ ràng là xăng, nhiên liệu diesel, khí tự nhiên hoặc nhiên liệu sinh học và các động cơ chuyển động tịnh tiến tương tự không còn nhạy với áp suất hồi, như vậy, việc đặt thiết bị thu hồi nhiệt 30, trên động cơ nhiên liệu 20 không gây ra sự ảnh hưởng đáng kể đối với tính năng của động cơ nhiên liệu 20. Điều này rất có ý nghĩa vì các hệ thống thu hồi nhiệt khác, như là các HRSG được sử dụng trong dòng xả của nhà máy phát điện tuabin khí tiêu biểu, tạo sự tổn hao công suất đáng kể trong mọi thời điểm, không phụ thuộc vào việc có hệ thống tăng công suất trong sử dụng hay không.

Công suất từ động cơ nhiên liệu 20 được sử dụng để dẫn động máy nén khí 22 làm nguội trung gian. Nếu quá trình lắp đặt bao gồm HSG và một tuabin hơi nước, nhiệt bổ sung từ vỏ bọc giảm nhiệt động cơ, thiết bị làm nguội dầu bôi trơn và bộ tăng áp trên động cơ nhiên liệu 20 có thể được truyền vào chu trình hơi nước của tuabin hơi nước qua HSRG (thông thường đường ngưng tụ áp suất thấp và nhiệt độ). Tương tự như vậy, nhiệt lượng được loại bỏ nhờ bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 từ không khí khi bị nén trong máy nén khí 22 bổ sung đa cấp có thể được truyền vào chu trình hơi nước theo kiểu tương tự, trước khi không khí nén được làm nguội nhờ tháp làm nguội, hạ thấp nhiệt độ của không khí nén đến nhiệt độ cần thiết trước khi đi vào bậc nén tiếp theo của máy nén khí 22 bổ sung. Nếu tuabin khí bổ sung được sử dụng như là động cơ nhiên liệu 20 thay cho động cơ chuyển động tịnh tiến, các mức phát xả thấp hơn sẽ đạt được mà sẽ cho phép phát xả ngay cả trong các vùng môi trường nghiêm ngặt nhất. Đồng thời, nếu tuabin khí bổ sung được sử dụng là động cơ nhiên liệu 20, khí xả từ tuabin khí bổ sung có thể được dẫn bằng đường ống thẳng vào các đường ống thông khí xả của hệ thống tuabin khí hiện có 1 được mô tả ở trên, do đó tránh được chi phí và bảo dưỡng thiết bị SCR.

Khi hệ thống ở cao điểm, hệ thống tuabin khí 1 sẽ hầu như giảm công suất và dòng (giả thiết rằng cao điểm là cần thiết trong mùa hè khi nhiệt độ không khí môi trường cao hơn làm giảm tổng dòng khối lượng đi qua hệ thống tuabin khí 1 mà lần lượt làm giảm công suất của toàn bộ hệ thống tuabin khí 1 và máy nén khí 22 bổ sung) sẽ tức thì đưa

dòng khối lượng không khí đi qua hệ thống tuabin khí 1 trở lại giá trị mà dòng đã đạt được trong ngày mát hơn (tức là ngày mà ở ngày đó công suất định mức toàn phần của hệ thống tuabin khí 1 có thể đạt được).

Fig.2 thể hiện phương án theo Fig.1 với sự bổ sung của hệ thống chứa không khí nén. Hệ thống chứa không khí nén bao gồm két chứa không khí 50, két chất lỏng thủy lực 52 và bơm 54 để bơm vận chuyển chất lỏng thủy lực, như là nước, ở giữa két chất lỏng thủy lực 52 và két chứa không khí 50. Theo các phương án được ưu tiên, trong những khoảng thời gian khi cần cấp điện năng tăng, van xả không khí 46 mở ra, van phân nhánh không khí 48 mở ra, van không khí vào 56 đóng lại và máy nén khí 22 bổ sung được vận hành, được dẫn động bởi động cơ nhiên liệu 20. Như sẽ được hiểu một cách dễ dàng bởi người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật liên quan, nếu không khí nén được lưu trữ để sử dụng sau, hầu như sẽ cần phải lưu trữ ở áp suất cao hơn, như vậy máy nén khí 22 bổ sung sẽ tốt hơn nếu có các bậc nén bổ sung so với máy nén khí 22 bổ sung theo phương án được thể hiện trên Fig.1. Các bậc bổ sung này có thể được dẫn động bởi động cơ nhiên liệu 20 mọi thời điểm hoặc có thể có khả năng được dẫn động kiểu gián đoạn bằng cách lắp ly hợp kiểu cơ cấu chỉ ăn khớp các bậc bổ sung khi động cơ nhiên liệu 20 được vận hành chứa không khí nén trong két chứa không khí 50 (trong đó áp suất lưu trữ mong muốn hầu như cao hơn để làm giảm thiểu thể tích cần thiết của két chứa không khí 50). Theo cách khác, các bậc bổ sung có thể được tách riêng ra từ động cơ nhiên liệu 20 và được dẫn động bởi động cơ nhiên liệu riêng (không được thể hiện trên hình vẽ) hoặc cơ cấu khác, như là mô-tơ điện.

Không khí nén 26 thổi từ máy nén khí 22 bổ sung bị buộc phải thổi vào thiết bị trộn 58 như là dòng ngược đến bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 vì van không khí vào 56 là van điều khiển dòng không khí nạp vào bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 được đóng lại. Không khí nén 26 thổi từ đầu ra của máy nén khí 22 bổ sung được trộn trong thiết bị trộn 58 với không khí nén nạp vào két chứa không khí 50 và được đưa vào thiết bị thu hồi nhiệt 30, trong đó, nó hấp thu nhiệt từ khí xả của động cơ nhiên liệu 20 trước khi được đưa vào buồng đốt 14 sử dụng quá trình được mô tả dưới đây. Những người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật liên quan sẽ dễ dàng hiểu được, đối với các mục đích hiệu suất nhiệt, thiết bị thu hồi nhiệt 30 sẽ là thiết bị trao đổi nhiệt dòng đối

lý tưởng, vì nó sẽ cho phép một lượng nhiệt tối đa từ dòng xả 32 được truyền đến không khí nén nạp vào két chứa không khí 50. Theo cách khác, nếu thiết bị thu hồi nhiệt 30 được tạo ra từ một hoặc một số bộ trao đổi nhiệt dòng chảy ngang, nó có thể có bậc thứ nhất là bộ trao đổi nhiệt dòng chảy ngang thứ nhất, tiếp theo là bậc thứ hai bộ trao đổi nhiệt dòng chảy ngang thứ hai. Theo kết cấu này, trong đó dòng xả 32 trước hết đi vào bậc thứ nhất của thiết bị thu hồi nhiệt, được làm nguội một phần, sau đó các dòng đi vào bậc thứ hai của thiết bị thu hồi nhiệt. Đồng thời, không khí nén nạp vào két chứa không khí 50 trước hết đi vào bậc thứ hai của thiết bị thu hồi nhiệt 30, ở đó nhiệt bổ sung được trích từ khí xả được làm nguội một phần 32, nhờ đó "đốt nóng sơ bộ" không khí nén. Không khí nén sau đó thổi vào bậc thứ nhất của thiết bị thu hồi nhiệt 30 ở đó nó được đốt nóng nhờ dòng xả 32 là khí không được làm nguội một phần, trước khi thổi vào thiết bị trộn 58 để kết hợp với dòng không khí thổi từ máy nén khí 22 bổ sung. Trong trường hợp này, thiết bị thu hồi nhiệt "hai bậc" tác động giống hơn với bộ trao đổi nhiệt đối dòng, tạo ra hiệu suất nhiệt cao hơn trong quá trình đốt nóng không khí nén.

Những người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật liên quan sẽ dễ dàng hiểu được, vì không khí được nén trong máy nén khí 22 bổ sung bằng cách phân nhánh bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 nhờ van phân nhánh 48 được mở, không khí nén nạp vào máy nén khí 22 bổ sung giữ lại một lượng nhiệt nào đó của quá trình nén và khi được trộn với không khí nén thổi từ két chứa không khí 50, sẽ làm tăng nhiệt độ của không khí được trộn sao cho khi không khí được trộn đi vào thiết bị thu hồi nhiệt 30, là nóng hơn so với không khí nén sẽ có nếu chỉ không khí nén từ két chứa không khí 50 được nạp vào thiết bị thu hồi nhiệt 30. Tương tự như vậy, nếu không khí nạp vào két chứa không khí 50 trước hết được đốt nóng sơ bộ trong "bậc thứ hai" của thiết bị thu hồi nhiệt như được mô tả trên trước khi đi vào thiết bị trộn 58, kết quả là hỗn hợp nóng hơn của không khí nén sẽ thu được theo yêu cầu dưới một số các điều kiện.

Vì hệ thống tuabin đốt cháy 1 tiếp tục được vận hành theo phương thức này, áp suất của không khí nén trong két chứa không khí 50 giảm xuống. Nếu áp suất của không khí nén trong két chứa không khí 50 đạt đến áp suất của không khí trong buồng đốt 14, không khí nén sẽ dừng thổi từ két chứa không khí 50 vào hệ thống tuabin khí 1. Để ngăn chặn không để hiện tượng này xảy ra, khi áp suất của không khí nén trong két chứa không

khí 50 đạt áp suất của không khí trong buồng đốt 14, van điều khiển chất lỏng 60 vẫn ở trạng thái đóng và bơm thủy lực 54 bắt đầu bơm chất lỏng như là nước, từ kết chất lỏng thủy lực 52 vào kết chứa không khí 50 ở áp suất đủ cao để dẫn động không khí nén ra từ kết chứa không khí 50, như vậy là cho phép về cơ bản là tất cả không khí nén trong kết chứa không khí được nạp vào buồng đốt 14.

Những người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật liên quan sẽ dễ dàng hiểu được, nếu các bậc nén khí bổ sung hoặc các bậc nén khí áp suất cao, được bổ sung tách riêng từ máy nén khí 22 bổ sung được dẫn động bởi động cơ nhiên liệu 20, khi đó, nếu mong muốn, không khí từ buồng đốt tuabin khí 14 có thể được thổi và được cho phép vào dòng ngược của không khí nén hầu như đã nóng hơn 36 là không khí được thổi từ buồng đốt tuabin khí 14 và hút không khí từ động cơ nhiên liệu tách riêng 20 được dẫn động bởi máy nén khí 22 bổ sung. Trong trường hợp này, không khí được thổi có thể được làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 hoặc tháp làm nguội và khi đó được nạp vào đầu vào của các bậc áp suất cao của máy nén khí 22 bổ sung. Điều này có thể được đặc biệt mong muốn nếu muốn mức giảm công suất, vì không khí được thổi dẫn đến sự tổn hao công suất tuabin khí bổ sung và hệ thống dẫn động đối với các bậc áp suất cao của máy nén khí 22 bổ sung có thể được dẫn động bởi mô-tơ điện, công suất điện tiêu thụ được phát ra bởi hệ thống tuabin khí 1, đồng thời dẫn đến sự tổn hao công suất tuabin khí bổ sung. Những người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật liên quan sẽ dễ dàng hiểu được, đây không phải là chế độ vận hành mong muốn trong những khoảng thời gian khi mong muốn tạo ra công suất bổ sung từ hệ thống tuabin khí là.

Theo các phương án được ưu tiên, không phụ thuộc vào việc liệu hệ thống thủy lực có được sử dụng hay không, khi không khí được thổi từ kết chứa không khí 50, máy nén khí 22 bổ sung có thể tiếp tục vận hành và cấp sự tăng công suất vào hệ thống tuabin khí 1. Theo các phương án được ưu tiên khác, như phương án được thể hiện trên Fig.1, máy nén khí 22 bổ sung được khởi động và vận hành không sử dụng kết chứa không khí 50. Tốt hơn là, bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 được sử dụng làm nguội không khí từ bậc áp suất thấp đến bậc áp suất cao trong máy nén khí 22 bổ sung để nén không khí môi trường 24 đi qua máy nén khí 22 đa cấp.

Van không khí vào 56, van không khí ra 46, van phân nhánh 48 và van điều khiển dòng bổ sung 44 được vận hành để thu được các điều kiện vận hành mong muốn của hệ thống tuabin khí 1. Chẳng hạn, nếu mong muốn nạp không khí nén vào két chứa không khí 50, van không khí ra 46, van phân nhánh 48 và van điều khiển dòng bổ sung 44 được đóng lại, van không khí vào 56 được mở ra và động cơ nhiên liệu 20 được sử dụng để dẫn động máy nén khí 22 bổ sung. Khi không khí được nén trong máy nén khí 22 bổ sung, được làm nguội nhờ bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 vì van phân nhánh 48 được đóng lại, ép không khí nén thổi qua bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28. Không khí nạp vào máy nén khí 22 bổ sung sau đó thổi qua van không khí vào 56 và đi vào két chứa không khí 50. Tương tự như vậy, nếu mong muốn xả không khí nén từ két chứa không khí 50 và vào buồng đốt 14, van không khí ra 46, van phân nhánh 48 và van điều khiển dòng bổ sung 44 được mở ra và van không khí vào 56 có thể được đóng lại và động cơ nhiên liệu 20 có thể được sử dụng để dẫn động máy nén khí 22 bổ sung.

Khi không khí được nén trong máy nén khí 22 bổ sung được đốt nóng nhờ nhiệt lượng nén và không được làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian vì van phân nhánh 48 được mở ra, nhờ đó phân nhánh bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian. Không khí nén từ két chứa không khí 50 sau đó thổi qua thiết bị trộn 58 ở đó không khí được trộn với không khí nóng từ máy nén khí bổ sung 22 và sau đó thổi vào thiết bị thu hồi nhiệt 30 ở đó không khí hấp thu nhiệt được truyền vào thiết bị thu hồi nhiệt 30 từ dòng xả 32 của động cơ nhiên liệu 20 và sau đó thổi vào buồng đốt 14. Theo sự kiện mà tất cả không khí thổi từ máy nén khí 22 bổ sung là không cần thiết bởi hệ thống tuabin khí 1, phương án này có thể được vận hành theo chế độ hỗn hợp trong đó một phần dòng không khí thổi từ máy nén khí 22 bổ sung thổi đến thiết bị trộn 58 và một phần dòng không khí từ máy nén khí 22 bổ sung thổi qua bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 và sau đó thổi qua van không khí vào 56 và vào két chứa không khí 50.

Những người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật liên quan sẽ dễ dàng hiểu được, hỗn hợp không khí được đốt nóng sơ bộ có thể được thổi vào tuabin đốt cháy ở các vị trí khác, phụ thuộc vào mục đích mong muốn. Chẳng hạn, hỗn hợp không khí được đốt nóng sơ bộ có thể được đưa vào tuabin 16 làm nguội các thành phần trong đó, nhờ đó làm giảm hoặc loại trừ sự cần thiết trích không khí thổi từ máy nén khí để làm nguội các bộ

phận này. Tất nhiên, nếu mục đích là nhằm sử dụng hỗn hợp không khí được đốt nóng sơ bộ, nhiệt độ mong muốn của hỗn hợp sẽ thấp hơn và tỷ lệ hỗn hợp trong thiết bị trộn 58 sẽ cần được thay đổi tương ứng, có tính đến như là có bao nhiêu nhiệt lượng, nếu có, cần được bổ sung vào hỗn hợp không khí được đốt nóng sơ bộ nhờ thiết bị thu hồi nhiệt 30 trước khi đưa hỗn hợp không khí nén vào hệ thống đường ống làm nguội của tuabin 16. Lưu ý rằng, đối với việc sử dụng được định hướng này, hỗn hợp không khí được đốt nóng sơ bộ có thể được thổi vào tuabin 16 ở cùng nhiệt độ mà ở đó việc làm nguội không khí từ máy nén khí 10 thường được đưa vào hệ thống TCLA của tuabin 16 hoặc ở nhiệt độ làm nguội để tăng cường tổng thể hiệu suất tuabin đốt cháy (vì sẽ cần ít không khí làm nguội TCLA để làm nguội các thành phần tuabin).

Cần phải hiểu rằng, khi kết chứa không khí 50 có chất lỏng thủy lực trong đó trước khi bắt đầu chu trình nạp bổ sung không khí nén vào kết chứa không khí 50, van điều khiển chất lỏng 60 được mở ra sao cho khi không khí nén thổi vào kết chứa không khí 50 nó dẫn động chất lỏng thủy lực trong đó ra ngoài kết chứa không khí 50, thổi qua van điều khiển chất lỏng 60 và quay trở lại vào kết chất lỏng thủy lực 52.

Bằng cách điều khiển áp suất và nhiệt độ của không khí đi vào hệ thống tuabin 1, tuabin của hệ thống tuabin khí 16 có thể được vận hành với công suất tăng lên vì dòng khối lượng của hệ thống tuabin khí 1 được tăng lên một cách hữu hiệu, trong số các vấn đề khác, cho phép nhiên liệu được tăng lên chảy vào đầu đốt của tuabin khí 12. Sự tăng dòng nhiên liệu này là tương tự với sự tăng dòng nhiên liệu liên quan với sự vận hành ngày lạnh của hệ thống tuabin khí 1 trong đó dòng khối lượng tăng lên đi qua toàn bộ hệ thống tuabin khí 1 xảy ra vì mật độ không khí môi trường lớn hơn so với mật độ không khí môi trường trong ngày nóng ẩm (bình thường).

Trong những khoảng thời gian nhu cầu điện năng cao, dòng không khí thổi từ kết chứa không khí 50 và máy nén khí 22 bổ sung có thể được đưa vào hệ thống tuabin khí 1 theo phương thức mà các khoảng dịch chuyển cần phải thổi không khí làm nguội từ máy nén khí 10, nhờ đó cho phép có nhiều không khí nén trong máy nén khí 10 thổi qua đầu đốt 12 và lên tuabin 16 hơn, nhờ đó làm tăng công suất khả dụng của hệ thống tuabin khí 1. Công suất của tuabin khí 16 là rất tỷ lệ với lưu lượng dòng khối lượng đi qua hệ thống

tuabin khí 1 và hệ thống được mô tả trên so với tài liệu sáng chế trước đó, cấp sự tăng lưu lượng dòng cao hơn vào tuabin khí 16 với cùng thể tích chứa không khí và với cùng kích cỡ máy nén khí bổ sung, khi cả hai được sử dụng đồng thời tạo không khí nén, dẫn đến hệ thống hỗn hợp là hệ thống có chi phí thấp hơn so với giá thành của các hệ thống trước trong khi tạo các mức so sánh được của sự tăng công suất.

Máy nén khí 22 bổ sung làm tăng áp suất của không khí môi trường 24 đi qua ít nhất một bậc nén, không khí này sau đó được làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 tiếp tục được nén trong bước tiếp theo của máy nén khí 22 bổ sung và sau đó sau khi được làm nguội trong bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 (trong đó không khí nén nạp vào bậc cuối cùng của máy nén khí 22 bổ sung sau đó, sau khi được làm nguội sau trong cùng bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28) và sau đó không khí được làm nguội, được nén, không khí có áp suất cao được nạp vào két chứa không khí 50 qua van không khí vào mở 56 và ống góp đầu vào 62 và được chứa trong két chứa không khí 50.

Khi không khí cao áp thổi qua bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 được làm nguội, nhiệt lượng được truyền từ đó có thể được sử dụng để làm nóng nước trong HSG để cải thiện hiệu suất của tuabin hơi nước. Một phương pháp khác để làm nguội không khí nén trong bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 là sử dụng nước tương đối nguội từ chu trình hơi nước (không được thể hiện trên hình vẽ) trong nhà máy theo chu trình kết hợp. Theo kết cấu này, nước sẽ chảy vào bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 và chọn lựa nhiệt được trích từ không khí nén từ máy nén khí bổ sung 22 và nước ấm hơn khi đó sẽ đi vào bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 và chảy ngược vào chu trình hơi nước. Với kết cấu này, nhiệt lượng thu được trong cả hai chu trình lưu trữ được mô tả trong phần này và chu trình tăng công suất sẽ được mô tả dưới đây.

Theo các phương án được ưu tiên, két chứa không khí 50 được đặt trên nền đất, tốt hơn là trên xà lan, tấm trượt, xe móc hoặc nền di động khác và được làm thích ứng hoặc được kết cấu để được lắp đặt và được vận chuyển một cách dễ dàng. Các thành phần bổ sung, ngoại trừ hệ thống tuabin khí 1, phải được bổ sung dưới 20000 ft² (1858,061 m²), tốt hơn là dưới 15000 ft² (1393,546 m²) và tốt nhất là dưới 10000 ft² (929,0304 m²) đối với

toàn bộ vùng đặt nhà máy điện. Hệ thống tăng thêm một cách liên tục theo sáng chế lên đến 1% vùng đặt nhà máy theo chu trình kết hợp và cung cấp từ ba đến năm lần công suất trên mỗi ft^2 (m^2) so với phần còn lại của nhà máy, như vậy là rất hữu hiệu khoảng không gian, trong khi hệ thống tăng thêm một cách liên tục của sáng chế với hệ thống chứa chiếm 5% của vùng phủ sóng của nhà máy phát điện theo chu trình kết hợp và cấp từ một đến hai lần công suất trên mỗi ft^2 (m^2) của nhà máy phát điện.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện một phương án của sáng chế trong đó tuabin khí bổ sung 64 được sử dụng tạo dòng không khí bổ sung tại thời điểm khi công suất bổ sung từ hệ thống tuabin khí 1 là cần thiết. Tuabin khí bổ sung 64 bao gồm phần máy nén khí 66 bổ sung và phần tuabin bổ sung 68. Theo phương án này, tuabin khí bổ sung được thiết kế sao cho hầu như tất cả công suất được tạo ra bởi phần tuabin bổ sung 68 được sử dụng để dẫn động phần máy nén khí 66 bổ sung. Như được sử dụng ở đây thuật ngữ "hầu như tất cả" có nghĩa là trên 90% công suất được tạo ra bởi phần tuabin bổ sung 68 được sử dụng để dẫn động máy nén khí 66 bổ sung, vì các bộ phận chủ yếu như là máy phát điện được sử dụng với hệ thống tuabin khí 1, không phải là điện năng trích ra từ phần tuabin khí bổ sung 68.

Các nhà sản xuất các tuabin khí nhỏ, như Solar Tuabins Inc., có khả năng kết hợp và làm tương thích các máy nén khí và các đầu đốt/các tuabin vì chúng xây dựng các hệ thống của chúng với một số ổ đỡ để đỡ phần máy nén khí bổ sung 66 và phần tuabin bổ sung 68. Tuabin chuyên dùng, với máy nén khí ngoại cỡ của tuabin khí 66 và với tuabin bổ sung/hệ thống đốt cháy 68 kích cỡ thông thường được sử dụng để tạo dòng không khí bổ sung tăng cường vào hệ thống tuabin khí 1 và không khí nén quá mức 70 phát tín hiệu từ máy nén khí 66 ngoại cỡ là máy nén khí vượt mức những gì cần thiết để vận hành tuabin bổ sung/hệ thống đốt cháy 68, thổi qua van điều khiển dòng buồng đốt 74, khi van ở vị trí mở và được xả vào buồng đốt 14 của hệ thống tuabin khí 1 làm tăng tổng dòng khối lượng đi qua tuabin 16 của hệ thống tuabin khí 1 và do đó tăng tổng công suất đầu ra bởi hệ thống tuabin khí 1. Chẳng hạn, đầu đốt 22,68 kg/giây (50 lbs/giây)/phần tuabin 68 thường sẽ được định mức công suất là 4 MW, mà thực tế có thể phát công suất 8 MW, nhưng máy nén khí hút mất 4 MW, như vậy là năng suất đầu ra từ máy phát là 4 MW. Nếu tuabin này được lắp với máy nén khí 45,36 kg/giây (100 lbs/giây), nhưng chỉ 22,68

kg/giây (50 lbs/giây) được cấp đến đầu đốt/phần tuabin 68, còn lại 22,68 kg/giây (50 lbs/giây) có thể được nạp vào buồng đốt của hệ thống tuabin khí 1. Khí xả 72 22,68 kg/giây (50 lbs/giây) của phần tuabin/đầu đốt 68 22,68 kg/giây (50 lbs/giây) có thể được phun vào khí xả 38 của tuabin chính 16 tương tự với phương thức được mô tả theo phương án được thể hiện trên Fig.1 và gửi liên kết đến SCR. Một cách tùy ý, khí xả có thể được xử lý riêng biệt nếu cần thiết.

Hiển nhiên, áp suất từ máy nén khí 66 45,36 kg/giây (100 lbs/giây) phải đủ để dẫn động năng suất không khí nén từ đó vào buồng đốt 14.

Không may là, một số động cơ tuabin khí nhỏ hơn trên cơ sở bắt nguồn từ các động cơ máy bay và có tỷ lệ áp suất cao hơn nhiều so với các tuabin khí công nghiệp lớn được sử dụng ở hầu hết các nhà máy phát điện. Như được thể hiện trên Fig.3, phương án này của sáng chế không bao gồm thiết bị thu hồi nhiệt 30, máy nén khí làm nguội trung gian 22 hoặc bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2. Tất nhiên, phương án được thể hiện trên Fig.3 không tạo sự cải thiện hiệu suất của các phương án được làm nguội trung gian được thể hiện trên Fig.1 và Fig.2, tuy nhiên chi phí ban đầu theo phương án được thể hiện trên Fig.3 là hầu như nhỏ hơn tạo cho nó sự lựa chọn hấp dẫn đối với những nhà điều hành các nhà máy phát điện thường tạo điện năng theo số lần yêu cầu điện đạt mức tối đa và do đó không vận hành nhiều và hiệu suất nhiên liệu ít bị ảnh hưởng.

Khi tuabin khí bổ sung 64 không vận hành, van điều khiển dòng buồng đốt 74 được đóng lại.

Phương án được thể hiện trên Fig.4 thể hiện một cách khác để kết hợp máy nén khí bổ sung 22 vào hệ thống tuabin khí 1. Trong một số trường hợp, sự mở rộng của tuabin khí theo sáng chế với (i) dòng khối lượng bổ sung vào HRSG và/hoặc (ii) nhiệt bổ sung từ bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 và động cơ nhiên liệu 20 (so với hệ thống tuabin khí 1 không kết hợp sáng chế), có thể là quá nhiều đối với tuabin hơi nước và/hoặc máy phát điện tuabin hơi nước để xử lý nếu tất cả các dòng nhiệt lượng bổ sung vào máy phát điện tuabin hơi nước (đặc biệt nếu nhà máy phát điện có các đầu đốt bụi để thay thế điện năng khí xả thiếu trong những ngày nóng). Trong trường hợp này, hơi nước bổ sung được

tạo ra như là kết quả của sự bổ sung nhiệt lượng của sự nén được tạo ra bởi máy nén khí 22 bổ sung có thể được trích từ chu trình hơi nước HRSG. Khi điều đó xảy ra, khi gia tăng không khí nén được bổ sung vào hệ thống tuabin khí 1, nhiệt lượng được trích từ bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 tạo ra khoảng cùng một lượng nhiệt năng mà nó lấy để dẫn động máy nén khí 22 bổ sung. Nói cách khác, nếu ta có một tuabin hơi nước phát công suất định mức là 100 MW và 108 MW khi máy nén khí 22 bổ sung phun không khí nén vào hệ thống tuabin khí 1, mức dư là 8 MW là xấp xỉ bằng công suất cần thiết để dẫn động máy nén khí 22 bổ sung làm nguội trung gian. Do đó, lượng hơi nước được trích từ chu trình hơi nước của nhà máy phát điện và tuabin hơi nước được duy trì ở mức công suất là 100 MW, tuabin hơi nước phụ nhỏ 76 có thể được sử dụng để dẫn động máy nén khí 22 bổ sung làm nguội trung gian và sẽ không cần nguồn phát khí xả bổ sung ở nhà máy phát điện.

Trên Fig.4, tuabin hơi nước phụ 76 dẫn động máy nén khí 22 bổ sung làm nguội trung gian và hơi nước 78 được sử dụng để dẫn động động cơ hơi nước 76 là hơi nước đi từ HRSG (không được thể hiện trên hình vẽ) của nhà máy phát điện, là hơi nước dư được tạo ra từ nhiệt, được bổ sung vào HRSG được trích bởi bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian trong quá trình nén không khí trong máy nén khí 22 bổ sung. Khí xả 80 của động cơ hơi nước 76 quay trở lại vào HRSG ở đó nó được sử dụng để tạo ra nhiều hơi nước hơn. Phương án này của sáng chế dẫn đến sự cải thiện hiệu suất đáng kể vì quá trình nén của máy nén khí 22 bổ sung là hữu hiệu hơn nhiều so với máy nén khí 10 của hệ thống tuabin khí 1. Trong bối cảnh này, mức tăng công suất tất nhiên sẽ bị giảm vì tuabin hơi nước sẽ không đưa công suất bổ sung (MW) vào, tuy nhiên sẽ không có nguồn phát xạ khí xả/nguồn đốt nhiên liệu khác.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện phương án theo Fig.4 với việc bổ sung kết chứa không khí nén. Việc ứng dụng này của sự lưu trữ năng lượng không khí nén là tương tự như việc ứng dụng được mô tả khi đề cập đến Fig.2, cũng như sự vận hành của nó. Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật liên quan sẽ dễ dàng hiểu được, mức tăng công suất theo phương án được thể hiện trên Fig.5 nhỏ hơn so với phương án được thể hiện trên Fig.2, vì tuabin hơi nước sẽ không đưa công suất bổ sung vào MW, tuy nhiên sẽ không có nguồn phát xạ khí xả/nguồn đốt nhiên liệu khác.

Các hình vẽ từ Fig.6 đến Fig.8 thể hiện các ứng dụng khác nhau theo phương án được thể hiện trên Fig.1, được gọi là "hệ thống TurboPHASE". TurboPHASE là hệ thống công suất bổ sung đối với các hệ thống tuabin khí, là khối kết cấu, “bộ tăng áp” được bao gói có thể được bổ sung vào hầu hết, nếu không phải là tất cả, các tuabin khí và có thể bổ sung đến 20% công suất bổ sung vào chu trình đơn giản hiện hành và các nhà máy phát điện theo chu trình kết hợp, trong khi cải thiện hiệu suất (tức là "công suất nhiệt") lên đến 7%. Hệ thống TurboPHASE là tương thích với tất cả các loại hệ thống làm nguội đầu vào hoặc tạo màng và khi được ứng dụng một cách thích hợp, sẽ phát xả một lượng chất thải (ví dụ ppm của NO_x, CO, v.v.) không thay đổi, trong khi mức phát thải cụ thể sẽ được cải thiện theo kết quả của sự cải thiện công suất nhiệt. Vì chỉ có không khí sạch, ở nhiệt độ thích hợp được phun vào tuabin, hệ thống TurboPHASE không có sự ảnh hưởng tiêu cực đối với các yêu cầu bảo dưỡng tuabin khí. Do các mô hình nhà máy-lắp ráp-thử nghiệm tạo thành hệ thống TurboPHASE, việc lắp đặt ở nhà máy phát điện đang vận hành là nhanh chóng, đòi hỏi hệ thống tuabin khí ngừng phát điện một vài ngày để hoàn thành sự đấu nối và tiến hành việc đưa vào vận hành.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện việc ứng dụng phương án của sáng chế được thể hiện trên Fig.1 kết hợp với hai tuabin khí công nghiệp 82, 84 135 MW General Electric Frame 9E theo kết cấu chu trình kết hợp với tuabin hơi nước 86 (steam turbine-"ST") 135 MW. Các kết quả của việc ứng dụng này được thể hiện trên Bảng 1 dưới đây.

Bảng 1

(7,0% dòng bổ sung được bổ sung vào chu trình kết hợp 2x19E trong ngày có nhiệt độ là 15°C ($\div 32,2$ kg/giây/GT) (59°F ($\div 71$ lbs/giây/GT))

	Nhà máy đang vận hành	Với TURBOPHASE™
Tỷ số áp suất nén	12,7	13,6
Nhiệt độ xả của máy nén khí	356°C (673°F)	404°C (760°F)
Áp suất xả của máy nén khí	1,3 MPa (185psi)	1,4 MPa (197psi)
Nhiệt độ đốt cháy của tuabin	1.113°C (2.035°F)	1.113°C (2.035°F)
Nhiệt độ khí thải của tuabin	538°C (1.000°F)	527°C (-28°C) (981°F (-19°F))
Công suất 9E GT (mỗi MW):	135MW (tải cơ bản)	+23 MW (+17% đầu ra)
• Dòng tăng lên	Không có	+20,7
• Công suất tuabin PR tăng (delta)	Không có	+5,6
• Tải máy nén khí PR tăng (delta)	Không có	-3,3
Công suất ST (MW):	135MW (tải cơ bản)	+16MW (+12%)
• Dòng tăng lên	Không có	+9,4
• Nhiệt độ khí xả của bộ làm nguội	Không có	-2,3
• Nhiệt độ vỏ tuabin và nhiệt lượng đưa vào ST	Không có	+9,5
Công suất nhà máy 9E ST (MW)	135MW (tải cơ bản)	158MW (+23% hoặc +17%)
Công suất nhà máy 9E CC (MW)	405MW	467MW (+62MW hoặc 15%)
Tải cơ sở nhiên liệu đốt cháy trên GT	1.397MMBTU/giờ	1.514MMBTU/giờ
• nhiên liệu đốt cháy của động cơ cấp 32.2 kg/giây (71lbs/giây)	Không có	96MMBTU/giờ (740Ga/giờ ~15,08)
• tổng nhiên liệu đốt cháy bổ sung của GT	Không có	11MMBTU/giờ (+1%)
• Tăng dòng	Không có	98MMBTU/giờ (+7%)
• Tăng PR/CDT cao hơn/nhiệt độ trộn	Không có	-77MMBTU/giờ
Tổng nhiên liệu đốt của nhà máy CC	2.974MMBTU/giờ	3.028MMBTU/giờ
Công suất nhiệt SC	1.0350BTU.giờ	9.582BTU/KW.giờ (-767BTU.giờ
Công suất nhiệt CC	6.900BTU/KW.giờ	6.483BTU/KW.giờ

Như rõ ràng từ Bảng 1, việc thực hiện đã làm tăng công suất đầu ra từ tuabin khí với công suất là 23 MW và tăng công suất đầu ra từ tuabin hơi nước là 6 MW, tổng cộng là 52 MW (2x23MW + 6MW= 52MW). Hệ thống TurboPHASE làm tăng dòng không khí vào các tuabin khí thêm 7%, vận hành được ở nhiệt độ môi trường bất kỳ và làm tăng công suất nhiệt thêm 4%. Trong quá trình thực hiện, tỷ số áp suất (pressure ratio-"PR") ở đầu ra tuabin khí của từng tuabin khí được tăng thêm 5,6, trong khi PR của tải máy nén khí cho thấy giảm 3,3. Tổng mức tiêu thụ nhiên liệu đối với nhà máy theo chu trình kết hợp (combined cycle-"CC") được tăng thêm 54 MMBTU/giờ trong khi công suất nhiệt đối với nhà máy CC bị giảm 416 BTU/ KW.giờ. Với mục đích thông tin, Bảng 1 đồng thời thể hiện rằng, nếu việc ứng dụng đối với nhà máy theo chu trình đơn (simple cycle-SC), công suất tăng từ từng tuabin khí sẽ được tổng cộng là 46 MW, trong khi công suất

hiệt sẽ giảm đi 767 BTU/KW.giờ. Như một sự lựa chọn, bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian có thể được loại bỏ và nhiệt máy nén khí bổ sung và nhiệt động cơ được bổ sung vào chu trình tuabin hơi nước làm tăng công suất ST từ +6MW đến +16MW (tổng cộng là 62MW) và cải thiện công suất nhiệt thêm 6%.

Fig.7 là hình vẽ thể hiện việc ứng dụng theo phương án được thể hiện trên Fig.1 đối với nhà máy theo CC bao gồm một tuabin khí công nghiệp 82 General Electric Frame 9FA và một tuabin hơi nước 138 MW. Theo ứng dụng này, công suất của tuabin khí công nghiệp 82 9FA được tăng thêm 42 MW từ 260 MW và công suất của tuabin hơi nước 88 được tăng thêm 8 MW, tổng cộng mức tăng công suất là 50 MW, cùng với sự cải thiện công suất nhiệt là 0,25%. Như một phương án lựa chọn, bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian 28 có thể được loại bỏ và nhiệt quá trình nén của máy nén khí bổ sung 22 và nhiệt từ dòng xả 32 của động cơ nhiên liệu có thể được bổ sung vào HSG theo chu trình hơi nước làm tăng công suất ST từ +8 MW đến +14 MW (tổng cộng là 56MW) và cải thiện công suất nhiệt lên 1,8%.

Fig.8 là hình vẽ thể hiện việc áp dụng theo phương án được thể hiện trên Fig.1 đối với nhà máy SC bao gồm một tuabin khí công nghiệp 90 General Electric Frame 9B (hoặc 9E). Theo phương án ứng dụng này, công suất của tuabin khí 9B được tăng thêm 23 MW từ 135 MW, cùng với sự cải thiện công suất nhiệt là 7%.

Việc áp dụng các phương án của sáng chế tốt hơn là tạo ra các lợi ích sau đây:

- (i) Việc lắp đặt nhanh chóng và đơn giản, không đòi hỏi sự gắn chặt với mạch điện chính.
- (ii) Không có sự thay đổi nhiệt độ đốt của tuabin khí, sao cho các chi phí bảo dưỡng của tuabin khí là không thay đổi.
- (iii) Sử dụng các cửa hiện có trên buồng đốt của hệ thống tuabin khí để phun không khí vào.
- (iv) Hiệu suất cao, máy nén khí bổ sung được làm nguội trung gian được dẫn động bằng động cơ thu hồi nhiệt và cải thiện công suất nhiệt ở cả SC và CC.

(v) Tương thích với sự phun nước, sự tạo sương, sự làm nguội đầu vào, sự phun hơi nước và các đầu đốt trên đường ống.

(vi) Không khí được phun vào buồng đốt tuabin khí ở các nhiệt độ tương thích và các áp suất tương thích.

(vii) Động cơ đốt trong, chuyển động tịnh tiến, được cấp nhiên liệu có thể đốt cháy khí tự nhiên, nhiên liệu sinh học BTU thấp hoặc nhiên liệu điêzen (cũng khả dụng với động cơ dẫn động tuabin hơi nước nhỏ và động cơ dẫn động tuabin khí nhỏ đối với động cơ nhiên liệu).

(viii) Tùy chọn phương án lưu trữ điện năng cũng khả dụng: khoảng 2 lần chi phí và 2 lần cải thiện hiệu suất.

Trong khi các hệ thống, các thành phần, các phương pháp và các thiết bị được mô tả ở đây và được mô tả chi tiết là khả năng đạt được các mục đích và các lợi ích được mô tả ở trên của sáng chế một cách đầy đủ, cần phải hiểu rằng, các mục đích và các lợi ích này là các phương án được ưu tiên hiện tại của sáng chế và như vậy việc mô tả đối tượng là máy nén khí được dự tính một cách rộng rãi bởi sáng chế, mà phạm vi của sáng chế bao quát một cách đầy đủ các phương án khác có thể trở nên rõ ràng đối với những người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật liên quan và phạm vi của sáng chế do đó bị giới hạn bởi không gì khác hơn so với các điểm của yêu cầu bảo hộ kèm theo, trong đó sự đề cập đến một thành phần đơn là chỉ "một hoặc một số" và không phải là "một và chỉ một", trừ khi được nói khác đi trong các điểm theo yêu cầu bảo hộ. Các sửa đổi và các cải biến của sáng chế được đề cập trong các phần nêu trên và trong phạm vi xem xét của các yêu cầu bảo hộ kèm theo và không vượt ra khỏi phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp cấp công suất của hệ thống phun không khí nén dùng cho tuabin khí có máy nén khí, buồng đốt, đầu đốt và tuabin, được đấu nối chất lỏng với nhau, phương pháp này bao gồm các bước:

(i) bố trí máy nén khí bổ sung và động cơ cấp nhiên liệu;

(ii) vận hành động cơ cấp nhiên liệu để dẫn động máy nén khí bổ sung để tạo không khí nén từ máy nén khí bổ sung và khí xả nóng từ động cơ cấp nhiên liệu nêu trên; trong đó động cơ cấp nhiên liệu không được đấu nối chất lỏng với máy nén khí;

(iii) đốt nóng không khí nén nêu trên bằng nhiệt được trích từ khí xả nóng, nhờ đó tạo không khí nén nóng; và

(iv) phun không khí nén nóng vào đầu ra hệ thống tuabin khí của máy nén khí của hệ thống tuabin khí, nhờ đó làm tăng dòng khối lượng của không khí qua đó và làm tăng công suất của hệ thống tuabin khí.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước đốt nóng không khí nén nêu trên bằng nhiệt được trích từ khí xả nóng được thổi bởi bước phun khí xả nóng tiếp vào khí xả từ tuabin.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước vận hành động cơ cấp nhiên liệu để dẫn động máy nén khí bổ sung để tạo không khí nén từ máy nén khí bổ sung bao gồm bước làm nguội không khí nén được tiếp nhận từ bậc phía dòng vào của máy nén khí bổ sung trước khi cấp nó đến bậc nén khí khác phía dòng ra của bậc nén khí phía dòng vào.

4. Phương pháp theo điểm 2, trong đó bước vận hành động cơ cấp nhiên liệu để dẫn động máy nén khí bổ sung để tạo không khí nén từ máy nén khí bổ sung bao gồm bước làm nguội không khí nén được tiếp nhận từ bậc phía dòng vào của máy nén khí bổ sung trước khi cấp nó đến bậc nén khí khác phía dòng ra của bậc nén khí phía dòng vào.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước vận hành động cơ cấp nhiên liệu để dẫn động máy nén khí bổ sung để tạo không khí nén từ máy nén khí bổ sung bao gồm bước lưu trữ phần thứ nhất của không khí nén trong két chứa không khí.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó bước lưu trữ phần thứ nhất của không khí nén trong két chứa không khí là bước nhả ra một ít của phần không khí nén thứ nhất từ két chứa không khí và trộn nó với phần không khí nén thứ hai.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó bước lưu trữ phần không khí nén thứ nhất trong két chứa không khí xảy ra trước bước làm nguội phần thứ nhất của không khí nén.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước bơm chất lỏng thủy lực vào két chứa không khí khi áp suất của phần không khí nén thứ nhất còn lại trong két chứa không khí giảm xuống dưới áp suất được định trước.

9. Phương pháp cấp công suất của hệ thống phun không khí nén dùng cho tuabin khí có máy nén khí, buồng đốt, đầu đốt, tuabin, máy phát điện hơi nước thu hồi nhiệt và tuabin hơi được đấu nối chất lỏng với nhau, phương pháp nêu trên bao gồm các bước:

(i) bố trí máy nén khí bổ sung và động cơ bổ sung được cấp công suất bởi hơi nước;

(ii) vận hành động cơ bổ sung để dẫn động máy nén khí bổ sung để tạo không khí nén từ máy nén khí bổ sung và khí xả nóng từ động cơ bổ sung; và

(iii) phun không khí nén vào đầu ra hệ thống tuabin khí của máy nén khí của hệ thống tuabin khí, nhờ đó làm tăng dòng khối lượng của không khí qua đó và làm tăng công suất của hệ thống tuabin khí;

trong đó hầu như tất cả công suất được tạo ra bởi động cơ bổ sung được sử dụng để dẫn động máy nén khí bổ sung.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó động cơ bổ sung là động cơ hơi nước và bước vận hành động cơ bổ sung để dẫn động máy nén khí bổ sung để tạo không khí nén từ máy nén khí bổ sung được tiếp theo bởi bước phun khí xả nóng vào máy phát điện hơi nước thu hồi nhiệt.

11. Phương pháp theo điểm 9, trong đó bước vận hành động cơ cấp nhiên liệu để dẫn động máy nén khí bổ sung để tạo không khí nén từ máy nén khí bổ sung bao gồm bước làm nguội không khí nén được tiếp nhận từ bậc phía dòng vào của máy nén khí bổ sung trước khi cấp nó đến bậc nén khí khác phía dòng ra của bậc nén khí phía dòng vào.

12. Phương pháp theo điểm 10, trong đó bước vận hành động cơ cấp nhiên liệu để dẫn động máy nén khí bổ sung để tạo không khí nén từ máy nén khí bổ sung bao gồm bước làm nguội không khí nén được tiếp nhận từ bậc phía dòng vào của máy nén khí bổ sung trước khi cấp nó đến bậc nén khí khác phía dòng ra của bậc nén khí phía dòng vào.

13. Phương pháp theo điểm 9, trong đó bước vận hành động cơ để dẫn động máy nén khí bổ sung để tạo không khí nén từ máy nén khí bổ sung bao gồm bước lưu trữ phần thứ nhất của không khí nén trong két chứa không khí.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó tiếp theo bước lưu trữ phần thứ nhất của không khí nén trong két chứa không khí là bước nhả ra một ít của phần không khí nén thứ nhất từ két chứa không khí và trộn nó với phần không khí nén thứ hai.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó bước lưu trữ phần không khí nén thứ nhất trong két chứa không khí xảy ra trước bước làm nguội phần thứ nhất của không khí nén.

16. Phương pháp theo điểm 15, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước bơm chất lỏng thủy lực vào két chứa không khí khi áp suất của phần không khí nén thứ nhất còn lại trong két chứa không khí giảm xuống dưới áp suất được định trước.

17. Phương pháp cấp công suất của hệ thống phun không khí nén dùng cho tuabin khí có máy nén khí, buồng đốt, đầu đốt, tuabin và máy phát điện hơi nước thu hồi nhiệt, được đầu nối chất lỏng với nhau, phương pháp nêu trên bao gồm các bước:

(i) bố trí tuabin khí bổ sung có máy nén khí bổ sung và tuabin khí bổ sung bổ sung vào hệ thống tuabin khí;

(ii) vận hành tuabin khí bổ sung để tạo không khí nén từ máy nén khí bổ sung và khí xả nóng từ tuabin khí bổ sung; và

(iii) phun một phần không khí nén vào đầu ra hệ thống tuabin khí của máy nén khí hệ thống tuabin khí, nhờ đó làm tăng dòng khối lượng của không khí qua đó và làm tăng công suất của hệ thống tuabin khí;

trong đó hầu như tất cả công suất được tạo ra bởi tuabin bổ sung được sử dụng để dẫn động máy nén khí bổ sung.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước phun khí xả nóng vào khí xả từ tuabin.

19. Thiết bị cấp công suất của hệ thống phun không khí nén dùng cho tuabin khí có máy nén khí, buồng đốt, đầu đốt và tuabin, được đấu nối chất lỏng với nhau, thiết bị này bao gồm:

(i) máy nén khí bổ sung tạo không khí nén, máy nén khí bổ sung này có đầu ra không khí nén;

(ii) động cơ cấp nhiên liệu được đấu nối với máy nén khí bổ sung để dẫn động máy nén khí bổ sung này, động cơ cấp nhiên liệu nêu trên tạo khí xả nóng và có đầu ra khí xả; động cơ cấp nhiên liệu không được đấu nối chất lỏng với máy nén khí; và

(iii) bộ phận thu hồi có đầu vào bộ phận thu hồi thứ nhất, đầu vào bộ phận thu hồi thứ hai, đầu ra bộ phận thu hồi thứ nhất và đầu ra bộ phận thu hồi thứ hai, đầu vào bộ phận thu hồi thứ nhất được đấu nối chất lỏng với đầu ra không khí nén, đầu vào bộ phận thu hồi thứ hai được đấu nối chất lỏng với đầu ra khí xả, đầu ra bộ phận thu hồi thứ nhất được đấu nối chất lỏng với đầu vào bộ phận thu hồi thứ nhất và được đấu nối chất lỏng với đầu ra hệ thống tuabin khí của máy nén khí hệ thống tuabin khí và đầu ra bộ phận thu hồi thứ hai được đấu nối chất lỏng với đầu vào bộ phận thu hồi thứ hai;

trong đó nhiệt lượng từ khí xả nóng được truyền đến không khí nén trong bộ thu hồi nhiệt trước khi được phun vào hệ thống tuabin khí.

20. Thiết bị theo điểm 19, trong đó máy nén khí bổ sung là máy nén khí đa bậc và từng bậc của máy nén khí đa bậc có đầu vào của bậc và đầu ra của bậc.

21. Thiết bị theo điểm 20, trong đó thiết bị này còn bao gồm bộ trao đổi nhiệt lượng làm nguội trung gian được đấu nối chất lỏng với ít nhất một trong số các đầu vào của bậc và ít nhất một trong số các đầu ra của bậc làm nguội không khí nén được tiếp nhận từ một trong số các đầu ra của bậc trước khi cấp không khí nén đến một trong số các đầu vào của bậc phía dòng ra của nó.

22. Thiết bị theo điểm 21, trong đó thiết bị này còn bao gồm két chứa không khí được đấu nối chất lỏng với đầu ra không khí nén của máy nén khí bổ sung nhờ ống dẫn thứ nhất

để lưu trữ phần thứ nhất của không khí nén, trong đó đầu ra bộ phận thu hồi thứ hai được đầu nối chất lỏng với đầu ra hệ thống tuabin khí của tuabin hệ thống tuabin khí.

23. Thiết bị theo điểm 22, trong đó thiết bị này còn bao gồm thiết bị trộn có đầu vào thiết bị trộn và đầu ra thiết bị trộn, đầu vào thiết bị trộn được đầu nối chất lỏng với kết chứa không khí và đầu ra không khí nén của máy nén khí bổ sung, đầu ra thiết bị trộn được đầu nối chất lỏng với đầu vào thiết bị trộn và đầu ra thiết bị trộn được đầu nối chất lỏng với đầu vào bộ phận thu hồi thứ nhất ở giữa đầu ra không khí nén và đầu vào bộ phận thu hồi thứ nhất.

24. Thiết bị theo điểm 23, trong đó thiết bị này còn bao gồm ít nhất một van được đầu nối chất lỏng ở giữa kết chứa không khí và đầu ra không khí nén của máy nén khí bổ sung.

25. Thiết bị theo điểm 24, trong đó thiết bị này còn bao gồm kết chứa chất lỏng thủy lực và bơm được đầu nối chất lỏng với kết chứa không khí và kết chứa chất lỏng thủy lực để bơm chất lỏng thủy lực ở giữa kết chứa chất lỏng thủy lực và kết chứa không khí.

26. Thiết bị theo điểm 25, trong đó thiết bị này còn bao gồm ít nhất một van phân nhánh được đầu nối chất lỏng ở giữa một trong số các đầu ra của bậc của máy nén khí bổ sung và một trong số các đầu vào của bậc của máy nén khí bổ sung để phân nhánh bộ trao đổi nhiệt làm nguội trung gian.

27. Thiết bị theo điểm 26, trong đó thiết bị này còn bao gồm ít nhất một van chuyển đổi được đầu nối chất lỏng với đầu ra thiết bị trộn và đầu vào bộ phận thu hồi thứ nhất để điều chỉnh dòng không khí nén ở giữa thiết bị trộn và bộ thu hồi nhiệt.

28. Thiết bị cấp công suất của hệ thống phun không khí nén dùng cho tuabin khí có máy nén khí, buồng đốt, đầu đốt, tuabin, máy phát điện hơi nước thu hồi nhiệt và tuabin hơi được đầu nối chất lỏng với nhau, thiết bị này bao gồm:

(i) máy nén khí bổ sung tạo không khí nén, máy nén khí bổ sung có đầu ra không khí nén; và

(ii) động cơ được cấp công suất bởi hơi nước được đầu nối với máy nén khí bổ sung để dẫn động máy nén khí bổ sung, động cơ tạo khí xả nóng và có đầu ra khí xả;

trong đó động cơ cấp nhiên liệu không được đầu nối chất lỏng với máy nén khí.

29. Thiết bị theo điểm 28, trong đó thiết bị này còn bao gồm kết chứa không khí được đầu nối chất lỏng với đầu ra không khí nén của máy nén khí bổ sung nhờ ống dẫn thứ nhất để lưu trữ phần thứ nhất của không khí nén.

30. Thiết bị theo điểm 29, trong đó thiết bị này còn bao gồm thiết bị trộn có đầu vào thiết bị trộn và đầu ra thiết bị trộn, đầu vào thiết bị trộn được đầu nối chất lỏng với kết chứa không khí và đầu ra không khí nén của máy nén khí bổ sung, đầu ra thiết bị trộn được đầu nối chất lỏng với đầu ra hệ thống tuabin khí của máy nén khí của hệ thống tuabin khí.

31. Thiết bị theo điểm 30, trong đó thiết bị này còn bao gồm ít nhất một van được đầu nối chất lỏng ở giữa kết chứa không khí và đầu ra không khí nén của máy nén khí bổ sung.

32. Thiết bị theo điểm 31, trong đó thiết bị này còn bao gồm kết chứa chất lỏng thủy lực và bơm được đầu nối chất lỏng với kết chứa không khí và kết chứa chất lỏng thủy lực để bơm chất lỏng thủy lực ở giữa kết chứa chất lỏng thủy lực và kết chứa không khí.

33. Thiết bị theo điểm 32, trong đó thiết bị này còn bao gồm ít nhất một van chuyển đổi được đầu nối chất lỏng với đầu ra thiết bị trộn và đầu ra hệ thống tuabin khí của máy nén khí của hệ thống tuabin khí để điều chỉnh dòng không khí nén ở giữa thiết bị trộn và hệ thống tuabin khí.

34. Thiết bị cấp công suất của hệ thống phun không khí nén dùng cho tuabin khí có máy nén khí, buồng đốt, đầu đốt và tuabin được đầu nối chất lỏng với nhau, thiết bị này bao gồm:

tuabin khí bổ sung có máy nén khí bổ sung, buồng đốt bổ sung, đầu đốt bổ sung và tuabin bổ sung được đầu nối chất lỏng với nhau, máy nén khí bổ sung được đầu nối với tuabin khí bổ sung sao cho tốc độ quay của tuabin khí bổ sung dẫn động máy nén khí bổ sung và tạo không khí nén, máy nén khí bổ sung có đầu ra không khí nén để làm chệch phần thứ nhất của không khí nén từ tuabin khí bổ sung trước khi không khí nén đi vào tuabin khí bổ sung; và

đường ống thứ nhất đầu nối đầu ra không khí nén với đầu ra hệ thống tuabin khí của máy nén khí để phun phần không khí nén này vào đầu ra hệ thống tuabin khí của

máy nén khí của hệ thống tuabin khí, nhờ đó làm tăng dòng khối lượng của không khí qua đó và làm tăng công suất của hệ thống tuabin khí.

35. Thiết bị theo điểm 34, trong đó máy nén khí bổ sung và tuabin bổ sung có kích cỡ sao cho hầu như tất cả công suất được tạo ra bởi tuabin bổ sung được sử dụng để dẫn động máy nén khí bổ sung.

36. Thiết bị theo điểm 35, trong đó thiết bị này còn bao gồm van trên ống dẫn thứ nhất để điều chỉnh dòng không khí nén qua đó.

37. Thiết bị theo điểm 36, trong đó thiết bị này còn bao gồm ống dẫn thứ hai được đầu nối với đầu ra của tuabin khí bổ sung và đầu ra của tuabin hệ thống tuabin khí, trong đó phần thứ hai của không khí nén thổi qua tuabin khí bổ sung, sau đó qua ống dẫn thứ hai và sau đó vào khí xả từ tuabin của hệ thống tuabin khí.

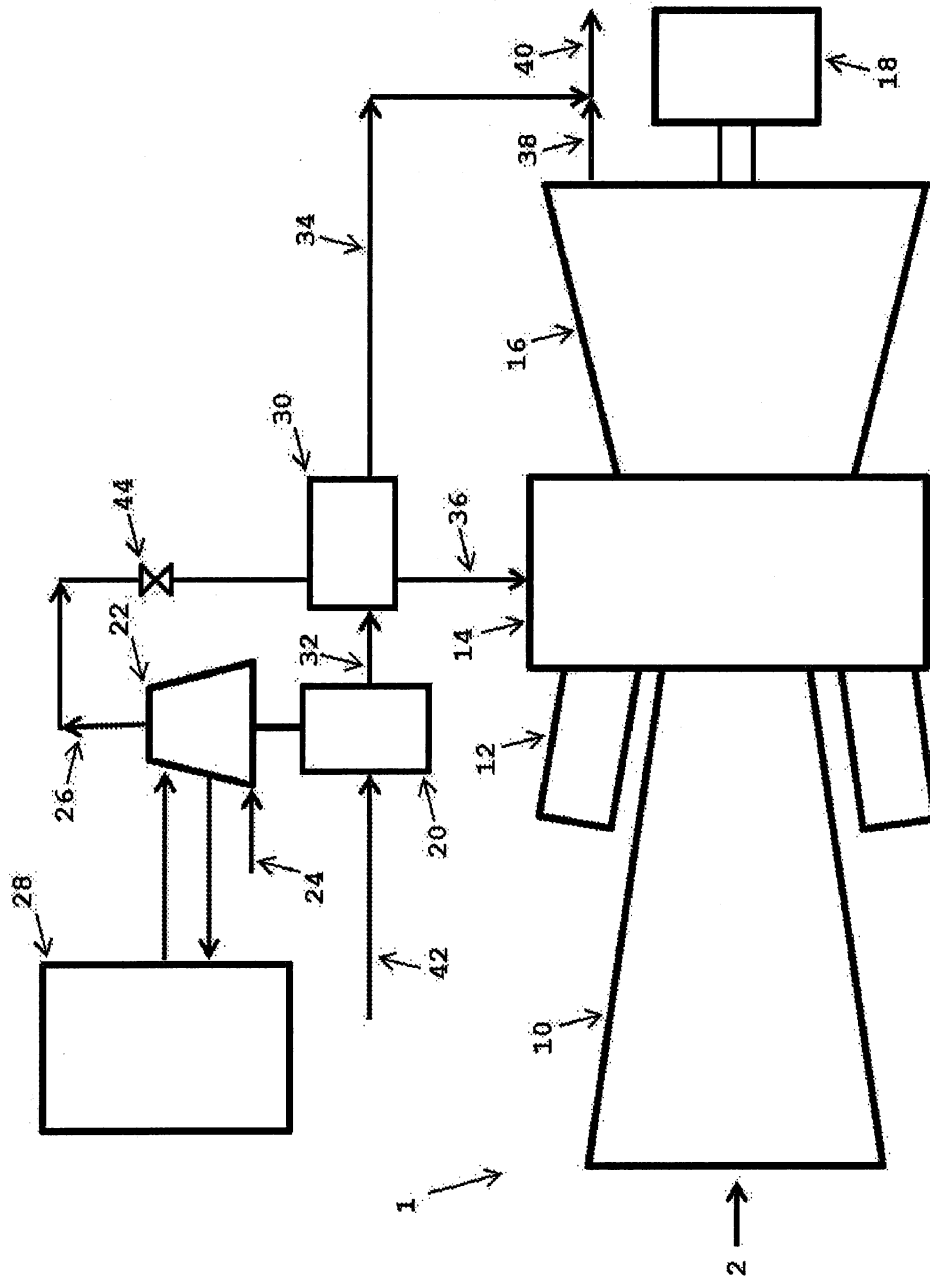


Fig.1

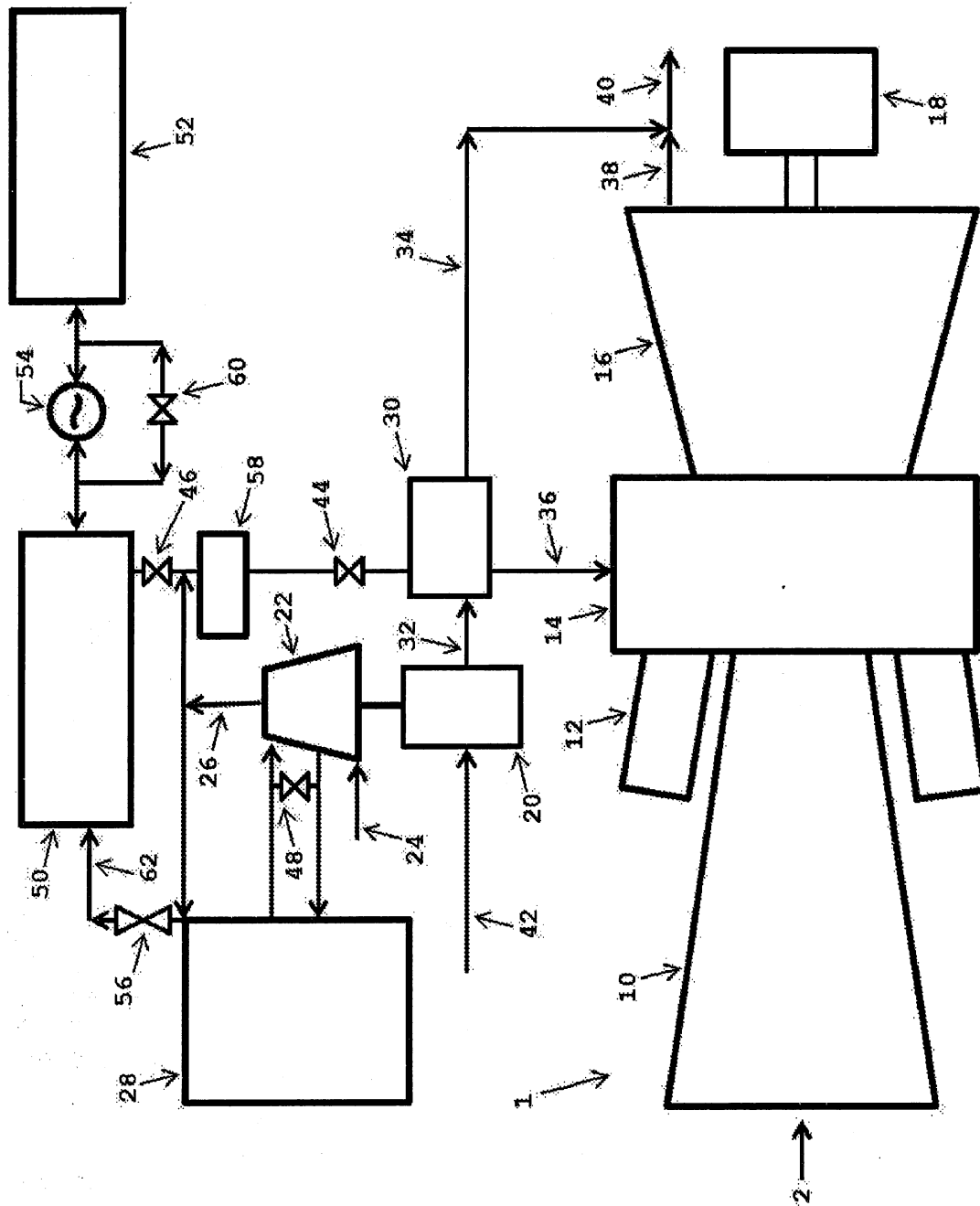


Fig.2

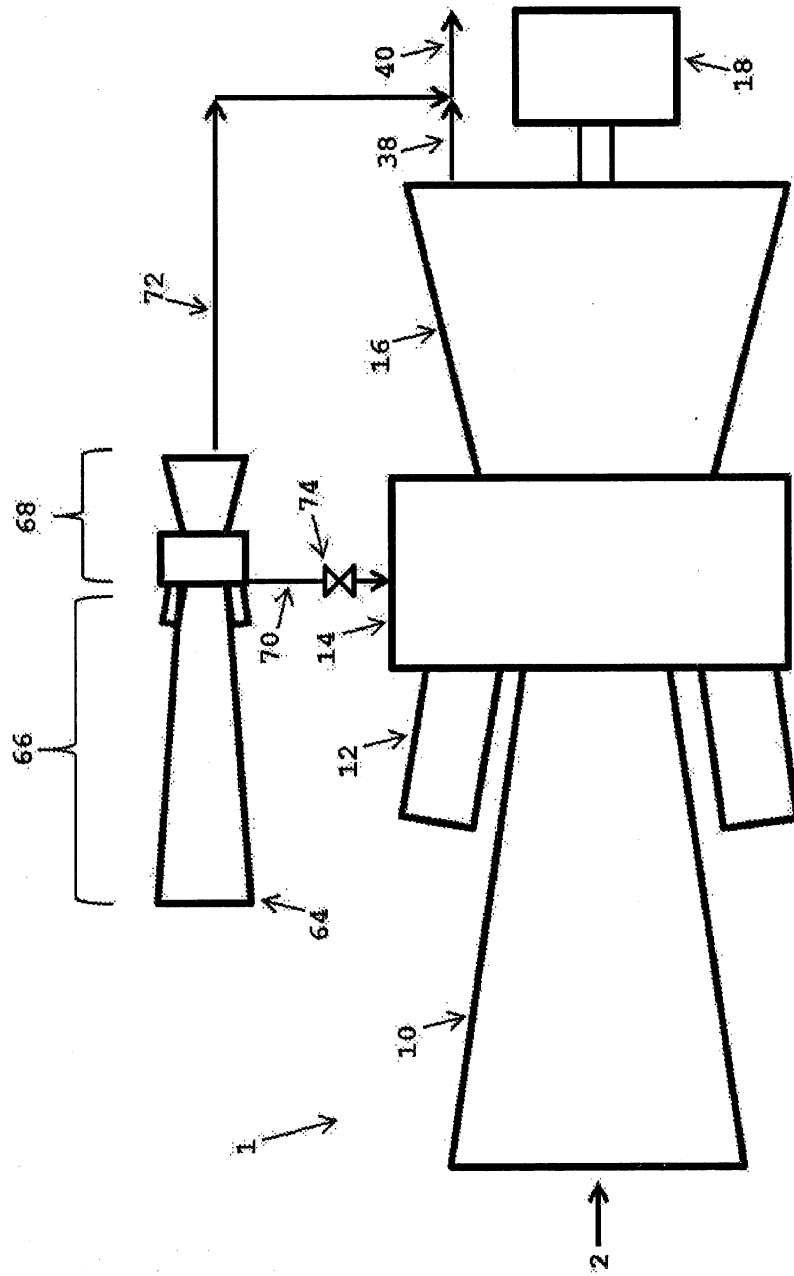


Fig.3

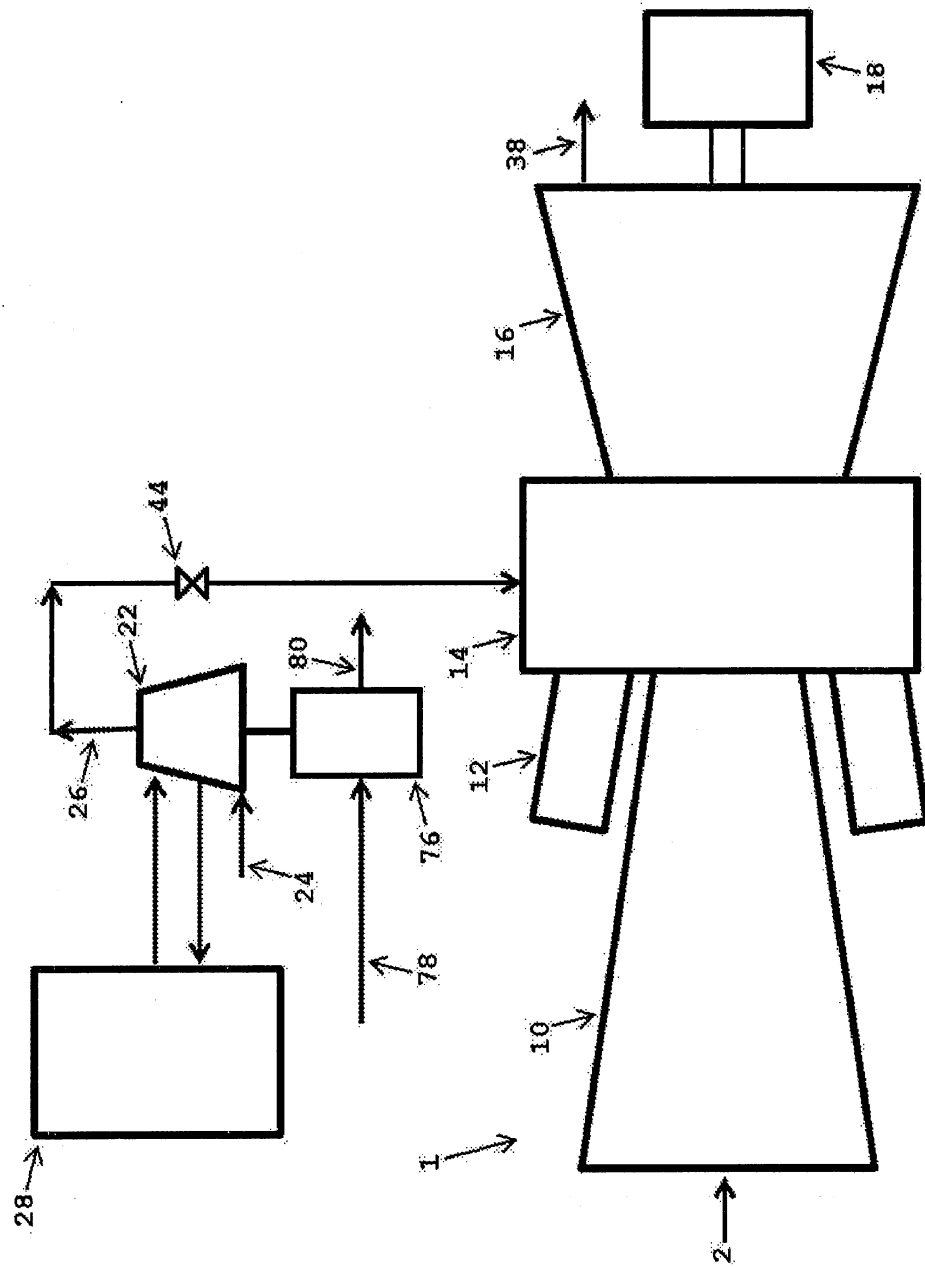


Fig.4

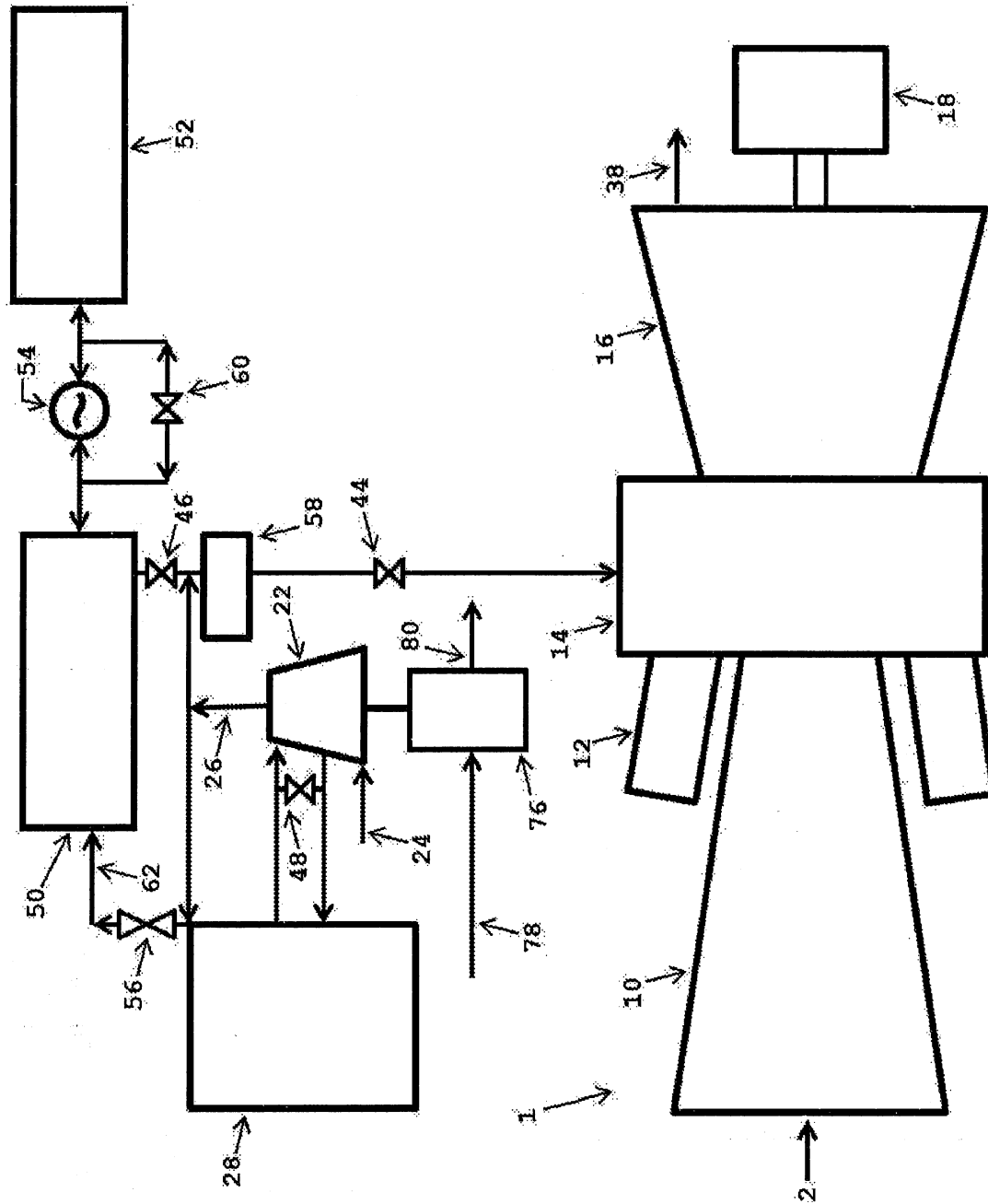


Fig.5

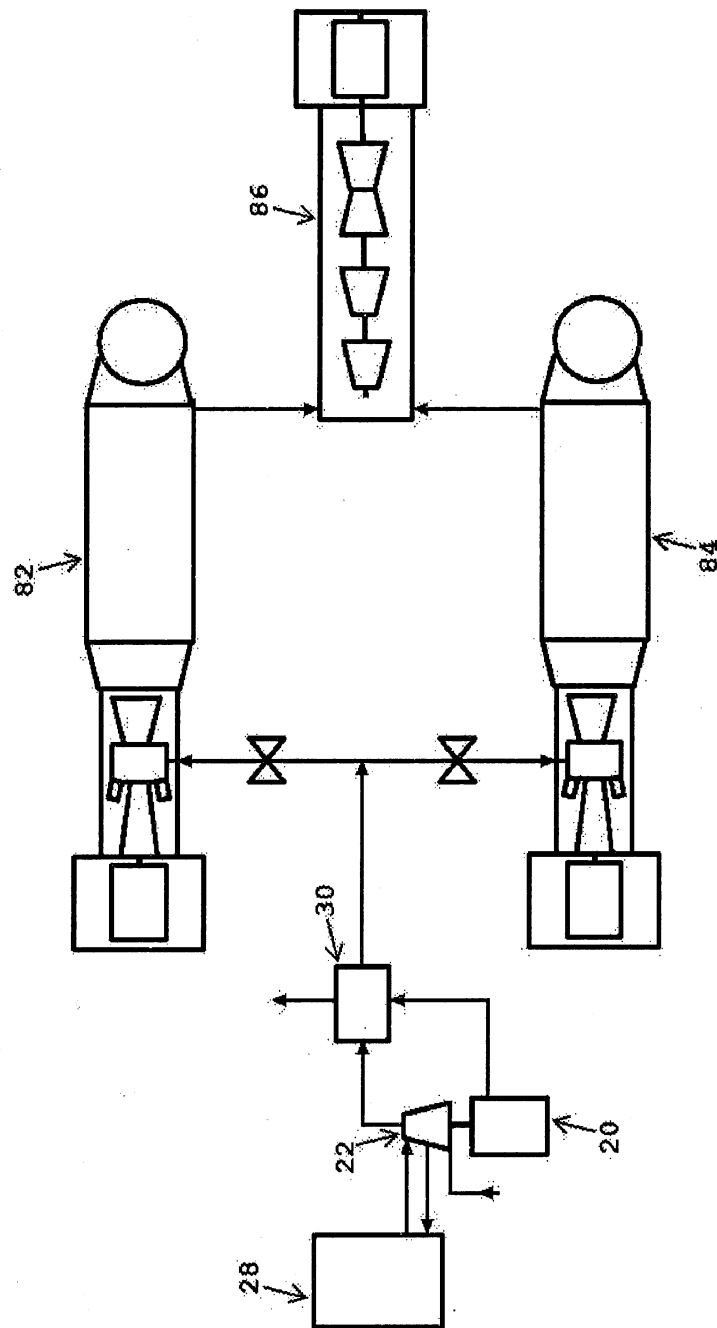


Fig.6

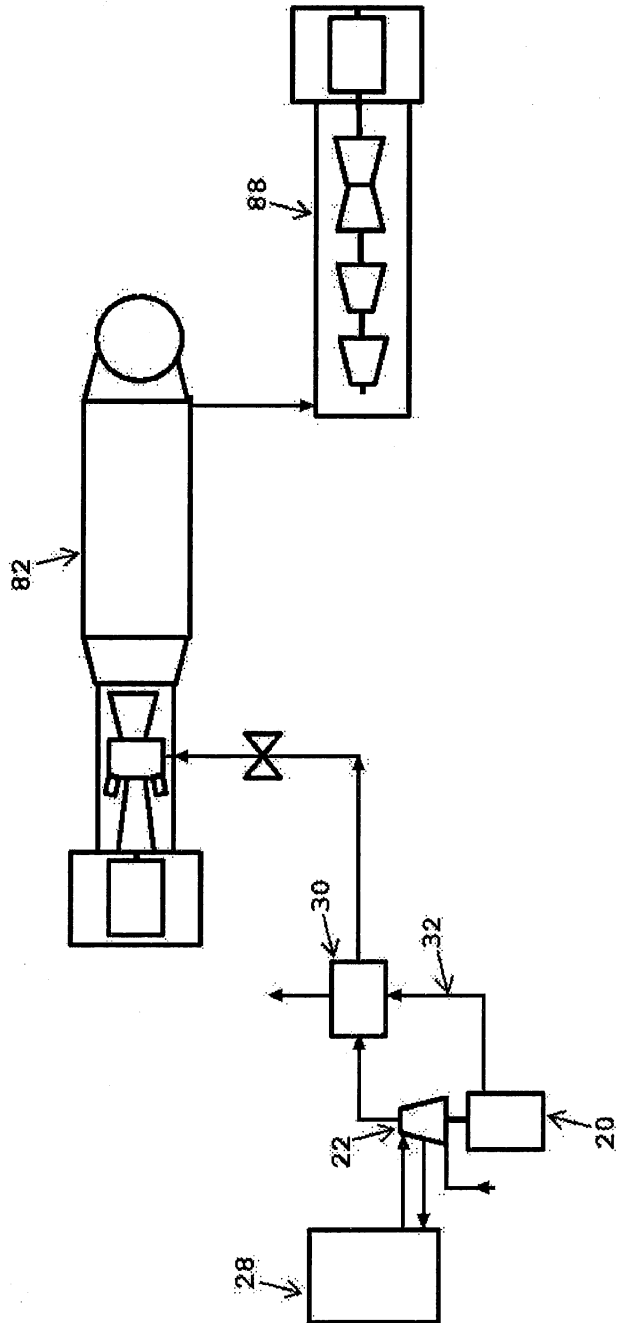


Fig.7

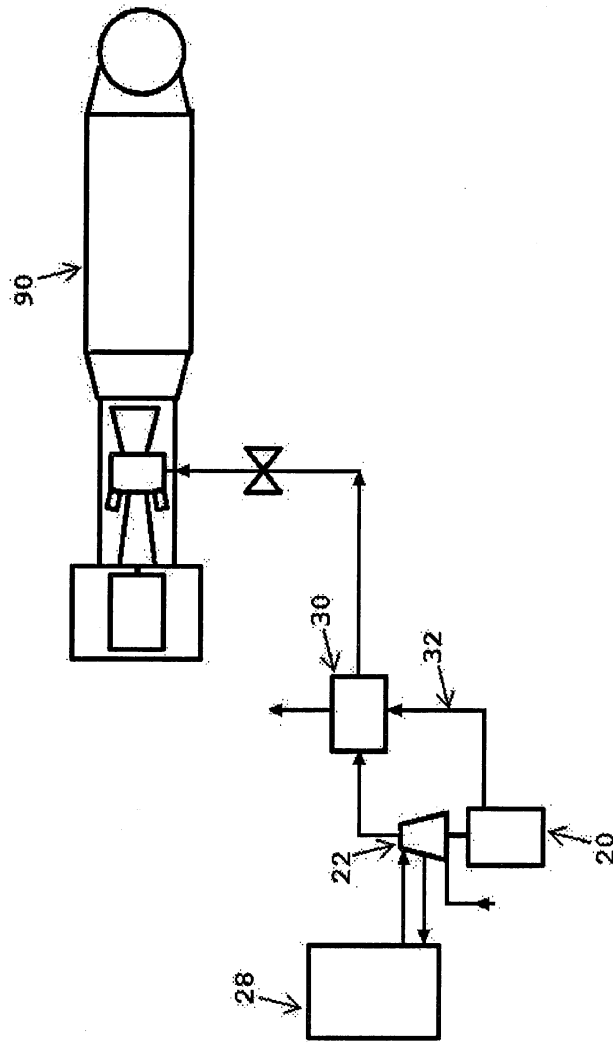


Fig.8