



(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)



1-0031223

(51)⁷ F27B 9/10; F01K 25/08; F27D 17/00;
F27B 9/30; F01K 23/10

(13) B

(21) 1-2018-05929

(22) 26/06/2017

(86) PCT/EP2017/065646 26/06/2017

(87) WO/2018/001931 A1 04/01/2018

(30) 1655976 27/06/2016 FR

(45) 25/02/2022 407

(43) 25/04/2019 373A

(73) FIVES STEIN (FR)

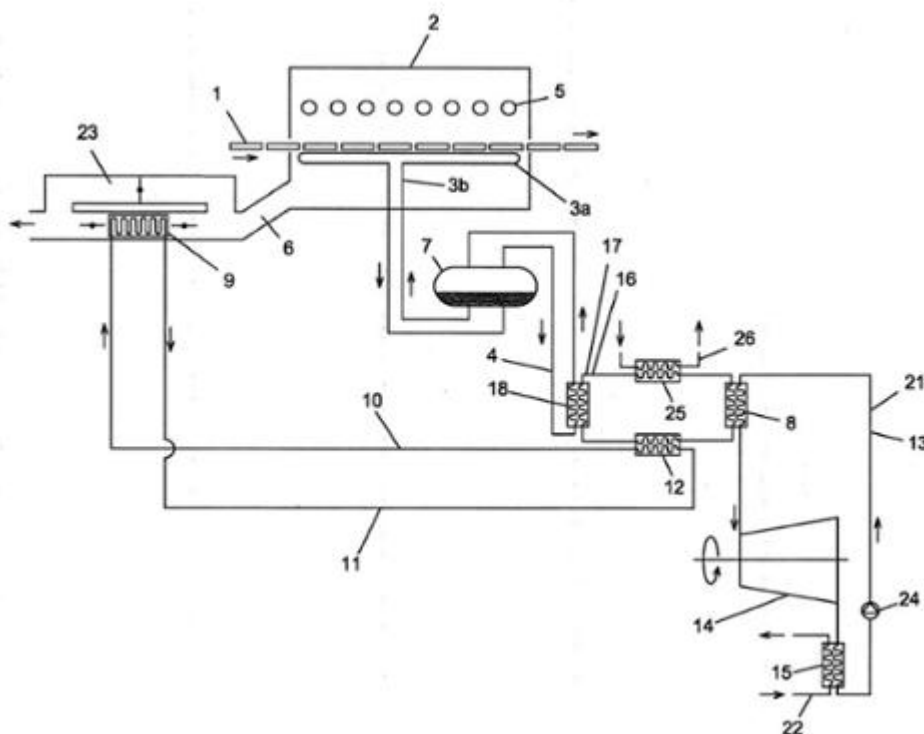
108-112, avenue de la liberté, 94700 MAISONS ALFORT, FRANCE

(72) GIRAUD, Patrick (FR); GONZALEZ, Aurélie (FR).

(74) Công ty TNHH Sở hữu trí tuệ Thảo Thọ Quyển (INVENCO.,LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ KẾT CẤU THU HỒI NĂNG LƯỢNG

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và kết cấu thu hồi nhiệt năng trên lò gia nhiệt dạng dầm và chuyển đổi thành điện bằng cách sử dụng tuabin tạo ra điện bằng cách thực hiện chu trình Rankine. Thiết bị thu hồi nhiệt năng được kết cấu trên lò tái gia nhiệt dạng dầm (2) được trang bị đầu đốt gồm tuabin (14) tạo ra điện bằng cách thực hiện chu trình Rankine trên chất lỏng hữu cơ (21) đến từ lượng calo lấy một phần từ chất lỏng được sử dụng để làm mát dầm hình ống thông qua mạch trung gian thứ nhất và một phần từ khối đốt của đầu đốt thông qua mạch trung gian thứ hai.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực thu hồi nhiệt năng đến từ các lò gia nhiệt dạng dầm và chuyển đổi thành điện nhờ tuabin chu trình giãn nở sử dụng chất lỏng khác với hơi nước.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Cụ thể, sáng chế đề cập đến lò tái gia nhiệt dạng dầm nhằm mục đích gia nhiệt sản phẩm, cụ thể là tấm, thỏi, phôi hoặc thanh, hoạt động ở nhiệt độ phù hợp cho việc cán nóng chúng và cụ thể là lò gia nhiệt dạng dầm di chuyển. Lò tái gia nhiệt làm cho có thể gia nhiệt sản phẩm ở nhiệt độ cao, ví dụ ở nhiệt độ khoảng 1200°C đối với thép cacbon. Việc gia nhiệt của lò thường được thực hiện bằng cách sử dụng đầu đốt được nạp bằng không khí và nhiên liệu được gia nhiệt trước và hoạt động với không khí dư một chút.

EP0971192 mô tả lò gia nhiệt dạng dầm được trang bị dầm cố định và dầm di chuyển. Sản phẩm được lắng đọng trên dầm và được gia nhiệt bởi đầu đốt được bố trí cả trên và dưới sản phẩm. Dầm bao gồm má trượt và trụ được làm mát. Dầm di chuyển cho phép vận chuyển sản phẩm trong lò theo một chu trình bao gồm giai đoạn leo thứ nhất bởi dầm di chuyển, từ vị trí ban đầu, giúp có thể nâng sản phẩm lên. Giai đoạn thứ nhất được theo sau là giai đoạn thứ hai để vận chuyển ngang bởi dầm di chuyển và giai đoạn thứ ba loại bỏ sản phẩm trên dầm cố định. Do đó, sản phẩm được di chuyển một bước lên dầm cố định trước giai đoạn thứ tư đưa dầm di chuyển về vị trí ban đầu. Má trượt của dầm cố định được đỡ bởi các trụ tích hợp với lòng lò của lò. Má trượt của dầm di chuyển được đỡ bởi các trụ xuyên qua lòng lò của lò và được cố định, dưới lò, trên khung dịch. Khung dịch được đỡ bởi cơ cấu đảm

bảo chu trình hình chữ nhật bằng chuyển động ngang và dọc của cụm khung, trụ và má trượt của dầm di chuyển.

Cấu trúc của dầm được tạo thành từ các ống hoặc biên dạng rỗng được làm mát bằng chất lỏng truyền nhiệt tuần hoàn, mà theo truyền thống là nước ở nhiệt độ thấp và áp suất thấp, ví dụ 30°C đến 55°C và 5bar. Lượng năng lượng thải ra trên một đơn vị thời gian của chất lỏng truyền nhiệt rất quan trọng để hạn chế nhiệt độ và đảm bảo có đủ độ bền cơ học của cấu trúc của dầm. Công suất được xả ví dụ là 10MW_{th} cho lò với công suất 450tấn/h. Sau đó, nước nóng được thu hồi ở đầu ra của dầm có thể được sử dụng trong nhà máy, ví dụ cho mục đích vệ sinh, sưởi ấm tòa nhà hoặc các quy trình đòi hỏi nhiệt độ tương đối thấp. Được biết, nước nhiệt độ thấp và áp suất thấp làm mát dầm có thể được thay thế bằng nước quá nhiệt ở áp suất cao, mà một phần biến thành hơi nước bão hòa trong má trượt. Hơi nước thu được có thể được sử dụng trong nhà máy cho các nhu cầu khác nhau. Việc làm mát cấu trúc của dầm bằng hỗn hợp nước bão hòa và hơi nước rất thuận lợi, cụ thể vì điều này giúp đảm bảo hoạt động của cấu trúc của dầm ở nhiệt độ ổn định. Thật vậy, do quá trình chuyển pha từ pha lỏng sang pha hơi diễn ra ở nhiệt độ gần như không đổi, nhiệt độ đầu ra của chất làm mát dầm không đổi, bất kể chế độ vận hành của lò, chỉ có lượng nước thay đổi thành pha hơi là thay đổi. Nhiệt độ đầu ra của chất lỏng làm mát, ví dụ, 215°C cho áp suất chất lỏng tuyệt đối 21bar.

Theo truyền thống, thiết bị thu hồi nhiệt được bố trí trong ống khói từ lò. Nó cho phép thu hồi năng lượng trên khói bằng cách gia nhiệt trước không khí đốt của đầu đốt và đôi khi là nhiên liệu. Ở phía dưới của thiết bị thu hồi nhiệt này, nhiệt độ khí thải vẫn tương đối cao, ví dụ 300°C . Việc thêm các bộ trao đổi nhiệt khác, hoặc nồi hơi thu hồi, vào ống khói để làm cạn kiệt khói đã được biết. Trường hợp làm mát cấu trúc của dầm đạt được bằng nước quá nhiệt với khả năng sản xuất hơi nước, ví dụ, có thể là bộ tiết kiệm nước quá nhiệt hoặc hơi quá nhiệt.

Lò luyện thép hoạt động liên tục và có công suất sản xuất lớn, ví dụ 450 tấn/giờ. Chế độ hoạt động của chúng thay đổi thường xuyên, cụ thể là theo tính chất và nhiệt độ của sản phẩm được đưa vào lò và thời gian của lò. Do đó, khối lượng khí thải cũng thay đổi thường xuyên, vì nó tỷ lệ thuận với tải theo giờ của sản phẩm được gia nhiệt trong lò. Thay đổi trong dòng khí thải cũng đi kèm với sự thay đổi nhiệt độ của khói nêu trên. Biến động về nhiệt độ của khói dẫn đến sự thay đổi đáng kể về hiệu quả của bộ trao đổi được bố trí trong lò hơi hoặc nồi hơi thu hồi. Khi trọng tải giảm, nhiệt độ khí thải không còn có thể thu hồi năng lượng dư của hơi nước.

Sản phẩm được gia nhiệt trong lò phải luôn được gia nhiệt đến nhiệt độ cán và điều này tương đối ổn định, nhiệt độ của thành lò thay đổi một chút. Do tổn thất nhiệt qua dầm dao động nhẹ, việc tạo ra hơi nước bởi hệ thống làm mát của kết cấu dầm ít phụ thuộc vào trọng tải hàng giờ của lò.

Mỗi nguồn nhiệt năng chứa trong khói và các chất làm mát dầm đại diện cho khoảng $10 \text{ MW}_{\text{th}}$ trên lò 450 tấn/giờ với nhiệt độ tương ứng khoảng 300°C và 200°C . Việc sử dụng chu trình hơi nước để tạo ra điện từ năng lượng này rất khó thực hiện và không mang lại lợi ích kinh tế với mức nhiệt độ và năng lượng nhiệt này, cũng như biên độ của biến đổi công suất.

KR20140036363 mô tả giải pháp thu hồi năng lượng trên lò luyện thép giúp đánh giá tổn thất năng lượng của lò chứa trong khói và trong hệ thống làm mát của dầm, bằng cách khai thác chúng trong cơ sở sản xuất điện thông thường, trong khi tránh vấn đề biến đổi của chúng. Nó thực hiện phát điện theo chu trình nhiệt động học Rankine sử dụng chất lỏng hữu cơ làm chất lỏng làm việc. Máy chu trình Rankine hữu cơ (ORC) cho phép chuyển đổi nhiệt độ trung bình và nhiệt độ thấp thành điện năng thông qua việc sử dụng mật độ chất lỏng làm việc hữu cơ cao hơn nước. Trong máy ORC, chất lỏng làm việc ở trạng thái lỏng được nén và hóa hơi. Sau đó, hơi chất lỏng hữu cơ được giãn nở trước khi ngưng tụ. Cụ thể, máy bao gồm thiết bị bay hơi, tuabin giãn nở, bình ngưng và bơm tăng áp. Tua bin giãn nở, ví dụ, là

loại hướng tâm hoặc hướng trục, với một hoặc hai pha, chuyển động quay của nó dẫn động máy phát điện xoay chiều tạo ra điện.

Chất lỏng hữu cơ có nhiệt độ sôi thấp, ví dụ dưới 50°C ở áp suất khí quyển và thuộc loại ướt, nghĩa là không cần thiết phải gia nhiệt quá mức hơi của chất lỏng này sau khi bay hơi để tránh tạo ra các giọt trong tua bin trong quá trình giãn nở. Mặc dù nhiệt độ thấp của bể chứa nóng, loại chất lỏng này do đó có thể giúp trích xuất công tối đa trong tuabin và do vậy có hiệu suất tốt hơn chu trình hơi nước ở nhiệt độ thấp, ví dụ dưới 350°C .

Do đó, sự lựa chọn công nghệ ORC, trong số các chu trình nhiệt động khác nhau để tạo ra điện, mang lại hiệu quả của máy nhiệt động tốt hơn, nghĩa là tỷ lệ giữa nhiệt năng khả dụng trên tổng lượng điện được tạo ra.

Lượng calo cần thiết để làm bay hơi chất lỏng hữu cơ của máy ORC được cung cấp bởi năng lượng được thu hồi trên lò gia nhiệt, một phần trên chất làm mát dầu và một phần trên khói đốt.

Trong giải pháp được bộc lộ trong KR20140036363, chất lỏng làm mát của má trượt và trụ là hỗn hợp muối nóng chảy. Hỗn hợp này, ví dụ bao gồm, theo khối lượng, 52% KNO_3 , 18% NaNO_3 và 30% LiNO_3 . Để duy trì các muối nóng chảy này trong phạm vi nhiệt độ cần thiết cho hoạt động đúng của lò, và cụ thể là để duy trì chúng trong pha lỏng, kết cấu bao gồm vòng tuần hoàn 40 với thiết bị bổ sung, làm cho việc khai thác tốn kém và tương đối phức tạp hơn so với giải pháp trong đó chất lỏng làm mát là nước hoặc hỗn hợp nước/hơi nước. Calo từ muối nóng chảy được truyền đến chất lỏng hữu cơ của ORC bằng bộ trao đổi 21. Trong trường hợp có sự hư hỏng bộ trao đổi này, muối nóng chảy có thể tiếp xúc với chất lỏng hữu cơ của ORC, gây ra rủi ro cho kết cấu. Ngoài ra, giải pháp này không thể điều chỉnh đầu vào nhiệt của muối nóng chảy theo chất lỏng hữu cơ của ORC. Nếu ORC dừng lại, việc hấp thụ calo liên tục bởi muối nóng chảy có thể dẫn đến sự gia tăng rất đáng kể về nhiệt độ của chất lỏng hữu cơ, do đó có nguy cơ cho kết cấu này.

Hơn nữa, KR20140036363 mô tả giải pháp trong đó một phần của khối trao đổi nhiệt trực tiếp với chất lỏng hữu cơ của ORC bằng bộ trao đổi nhiệt 51. Trong trường hợp có sự hư hại bộ trao đổi này, có nguy cơ cháy nếu chất lỏng hữu cơ của ORC tiếp xúc với khối.

Kỹ thuật đã biết không cho phép thu hồi năng lượng gấp đôi trên khối của lò gia nhiệt và trên chất lỏng làm mát của má trượt và trụ trong điều kiện cho phép hiệu quả năng lượng tối ưu, linh hoạt trong việc điều chỉnh hoạt động ORC và điều kiện vận hành an toàn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp thu hồi năng lượng bằng kết cấu thu hồi năng lượng, được điều chỉnh để nối với ít nhất một lò tái gia nhiệt dạng dầm được trang bị đầu đốt, lò tái gia nhiệt lại dầm bao gồm hệ thống làm mát cho dầm, trong đó nước lưu thông, ở trạng thái lỏng ở đầu vào của dầm và ở trạng thái hỗn hợp lỏng/hơi ở đầu ra của dầm, hỗn hợp này được tách ra ở phía dưới của dầm thành nước lỏng ở một bên và hơi nước ở bên kia, hơi nước trực tiếp hoặc gián tiếp chuyển calo sang vòng tuần hoàn trung gian thứ nhất và hơn nữa là hệ thống thu hồi năng lượng để hấp thụ một phần calo của khí thải do lò đốt, lượng calo này được chuyển sang vòng tuần hoàn trung gian thứ hai, vòng tuần hoàn trung gian thứ nhất và thứ hai trực tiếp hoặc gián tiếp chuyển calo sang vòng tuần hoàn chất lỏng hữu cơ được bố trí để cung cấp cho tuabin tạo ra điện bằng cách thực hiện chu trình Rankine hữu cơ.

Trong cấu hình trong đó việc làm mát má trượt được thực hiện bằng nước và hỗn hợp nước/hơi nước, sự ngưng tụ hơi trong bộ trao đổi cho phép chuyển lượng calo đáng kể giữa hơi và chất lỏng hữu cơ của ORC.

Theo sáng chế, lượng calo đến từ hơi nước và đến từ mạch khí thải được gián tiếp chuyển sang chất lỏng hữu cơ của ORC, thông qua vòng tuần hoàn trung gian thứ nhất được bố trí giữa mạch bao gồm hơi và chất lỏng hữu

cơ, tương ứng thông qua vòng tuần hoàn trung gian thứ hai được đặt giữa mạch khí thải và chất lỏng hữu cơ.

Mạch hơi được cách ly với chất lỏng hữu cơ bằng ít nhất hai thiết bị, chẳng hạn như hai bộ trao đổi.

Mạch khí thải được cách ly với chất lỏng hữu cơ bằng ít nhất hai thiết bị, chẳng hạn như hai bộ trao đổi.

Do đó, theo sáng chế, lượng calo từ hơi nước trước tiên được chuyển sang vòng tuần hoàn trung gian thứ nhất trước khi được chuyển sang chất lỏng hữu cơ được sử dụng trong chu trình Rankine. Ngoài ra, mặc dù hơi có áp suất rất cao so với chất lỏng hữu cơ, không có nguy cơ nổ đáng kể nếu bộ trao đổi bị thủng, ngay cả khi chất lỏng hữu cơ của ORC thường là hydrocacbon hoặc chất làm lạnh dễ cháy, bởi vì hơi không thể tiếp xúc với chất lỏng hữu cơ này.

Hơn nữa, theo sáng chế, lượng calo từ khói trước tiên được chuyển sang vòng tuần hoàn trung gian thứ hai trước khi được chuyển sang chất lỏng hữu cơ được sử dụng trong chu trình Rankine. Cũng không có sự trao đổi có thể có giữa chất lỏng hữu cơ được sử dụng trong chu trình Rankine và khí thải, tránh nguy cơ hỏa hoạn xuất hiện như trong kỹ thuật đã biết.

Theo sáng chế, phương pháp này có độ an toàn cao hơn so với kỹ thuật đã biết.

Sự kết hợp của hai nguồn năng lượng đến từ khí thải và hệ thống làm mát giúp, một mặt có thể tăng tổng sản lượng điện hàng năm và mặt khác để có thể hạn chế đầu tư. Thật vậy, sự kết hợp này giúp có thể thu được lượng năng lượng có thể sử dụng nhiều hơn trong một máy ORC có công suất lớn (rẻ hơn và có hiệu suất tốt hơn), so với việc hai nguồn nhiệt được khai thác riêng rẽ bởi hai máy ORC có công suất nhỏ hơn (hiệu suất thấp hơn và về tỷ lệ tương đối đắt hơn).

Ngoài ra, sự kết hợp của hai nguồn năng lượng đến từ khí thải và hệ thống làm mát có thể ổn định đầu vào năng lượng cung cấp cho máy ORC.

Sự kết hợp của hai nguồn năng lượng đến từ khí thải và hệ thống làm mát có thể làm cho máy ORC hoạt động thường xuyên hơn ở phạm vi hoạt động tối ưu của nó.

Kích thước của máy ORC cho phép giới hạn số tiền đầu tư và do đó thời gian cần thiết để hoàn vốn đầu tư, do đó làm tăng lợi ích kinh tế khi thực hiện. Trong thiết kế, kích thước của lò tái gia nhiệt được tạo ra cho công suất sản xuất danh nghĩa tương ứng với việc gia nhiệt số tấn mỗi giờ của sản phẩm tham chiếu từ nhiệt độ ban đầu đến điểm sôi. Theo kinh nghiệm, trong quá trình vận hành, lò hoạt động trung bình khoảng 70% công suất danh nghĩa.

Hơn nữa, máy ORC hoạt động chính xác trong nhiều biến thể nguồn nhiệt, nhiệt năng đến thường có thể thay đổi trong khoảng từ 30% đến 100%. Hiệu suất tối đa của máy ORC thu được cho công suất thiết kế tối đa và giảm theo công suất nhiệt đầu vào. Phải dừng máy ORC khi việc cung cấp calo cho chất lỏng hữu cơ của máy ORC dưới ngưỡng tối thiểu thường nằm trong khoảng từ 20% đến 30% công suất tối đa mà máy ORC cho phép.

Bằng cách kết hợp hai nguồn nhiệt năng, sáng chế đảm bảo rằng việc cung cấp calo không bao giờ dưới 30% tải nhiệt, nhờ sự ổn định và khả năng của nguồn nhiệt đến từ hệ thống làm mát của dầm. Do đó, máy ORC luôn hoạt động, trừ trường hợp hệ thống tắt và không yêu cầu điều khiển phức tạp.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất kết cấu thu hồi năng lượng có thể nối với ít nhất một lò tái gia nhiệt dạng dầm được trang bị đầu đốt, lò tái gia nhiệt dạng dầm bao gồm hệ thống làm mát của dầm, trong đó nước lưu thông, sau đó ở trạng thái lỏng ở đầu vào của dầm và trong trạng thái hỗn hợp chất lỏng/hơi ở đầu ra của dầm, hỗn hợp này được tách ra ở phía dưới của dầm trong nước lỏng ở một bên và bên kia là hơi nước, kết cấu này bao gồm tuabin được bố trí để tạo ra điện bằng cách thực hiện chu trình Rankine trên chất lỏng hữu cơ, kết cấu này còn bao gồm ít nhất một bộ trao đổi nhiệt được bố trí theo chức năng để chuyển sang chất lỏng hữu cơ, ít nhất

một phần calo chứa trong khí thải của đầu đốt, thông qua chất lỏng truyền nhiệt và ít nhất là một phần lượng calo có trong hơi, thông qua chất lỏng truyền nhiệt.

Theo một phương án của kết cấu, ít nhất một lò tái gia nhiệt dạng dầm có thể bao gồm bộ trao đổi nhiệt được bố trí trong luồng khí thải của ít nhất một lò tái gia nhiệt dạng dầm để thu thập calo từ khí thải và truyền chúng vào chất lỏng truyền nhiệt lưu thông trong bộ trao đổi nhiệt.

Được đặt trong phần xả khí thải, theo sáng chế, bộ trao đổi có thể tùy ý được bố trí ở phía ra theo hướng dòng khí thải của các bộ phận khác của thiết bị thu hồi năng lượng trên khí thải. Các phần khác của thiết bị thu hồi năng lượng có thể là, ví dụ, bộ thu hồi để gia nhiệt trước không khí đốt của đầu đốt.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất kết cấu bao gồm bộ trao đổi nhiệt thứ nhất được bố trí theo chức năng để truyền trực tiếp hoặc gián tiếp năng lượng của hơi sang chất lỏng truyền nhiệt trung gian và bộ trao đổi nhiệt thứ hai được bố trí để truyền nhiệt năng từ chất lỏng truyền nhiệt trung gian này sang chất lỏng hữu cơ của máy ORC.

Theo sáng chế, chất lỏng truyền nhiệt trung gian có thể là chất lỏng hữu cơ ở trạng thái lỏng, trong điều kiện sử dụng, ví dụ như dầu chịu nhiệt. Một cách thuận lợi, chất lỏng truyền nhiệt trung gian không dễ cháy ở nhiệt độ mà nó được sử dụng, nhiệt độ bắt lửa của nó lớn hơn đáng kể so với chất lỏng hữu cơ của ORC.

Cấu hình này giúp cải thiện độ bền của thiết bị bằng cách hạn chế sự thay đổi đột ngột của nhiệt độ trao đổi với chất lỏng hữu cơ của ORC trong trường hợp tắt lò nhờ khả năng lưu trữ năng lượng của khối chất lỏng trung gian. Nó cũng giúp cải thiện sự an toàn của nhiệt đến từ hơi của hệ thống trao đổi với bộ trao đổi bằng cách kiểm soát cục bộ sự vận hành của sự trao đổi này mà không làm ảnh hưởng đến vòng cung cấp của bộ trao đổi ORC. Vì hơi ở áp suất cao hơn đáng kể so với chất lỏng trung gian (khoảng 20bar ở phía hơi so với khoảng 4 đến 7bar ở phía chất lỏng trung gian), trong trường

hợp bộ trao đổi bị phá vỡ, dòng chảy chất lỏng sẽ từ mạch hơi hướng về mạch chất lỏng trung gian do đó tránh được sự lan truyền của chất lỏng trung gian vào má trượt và trụ.

Ngoài ra, sự hiện diện của mạch trung gian giữa mạch hơi và mạch ORC giúp ngăn hơi nước tiếp xúc với chất lỏng hữu cơ của ORC, sự tiếp xúc này có thể là nguồn gây nổ.

Giải pháp theo sáng chế cũng cho phép sử dụng bộ trao đổi công nghệ mạnh để trao đổi giữa chất lỏng trung gian và chất lỏng hữu cơ của ORC, hai chất lỏng có đặc tính tương tự nhau. Do đó, nó giúp củng cố sự an toàn hoạt động của máy ORC trong trường hợp xảy ra sự cố trên mạch làm mát hơi nước của dầu.

Để tăng cường hơn nữa sự an toàn của kết cấu, vòng trung gian bổ sung có thể được thêm vào giữa hơi nước và chất lỏng trung gian được mô tả ở trên.

Việc sử dụng chất lỏng hữu cơ trung gian để thu hồi calo từ khí thải mà chất lỏng vẫn ở trạng thái lỏng, bất kể biến động nhiệt độ và thể tích của khí thải trong ống xả khói, có ưu điểm ở chỗ hỗ trợ rất nhiều cho hoạt động của kết cấu đối với việc thực hiện của nồi hơi thu hồi trong đó quá trình chuyển pha trong bộ trao đổi diễn ra ở áp suất cao hơn.

Theo sáng chế, hữu ích là việc điều chỉnh sự cung cấp calo cho máy ORC có thể được thực hiện trên mạch khí thải, bằng cách bỏ qua một phần của bộ trao đổi khí thải được đặt trong ống khói hoặc pha loãng khí thải với không khí lạnh để hạ nhiệt độ. Do kích thước của ORC cho hoạt động của lò ở mức 70% công suất danh nghĩa, nếu đầu vào nhiệt cho máy ORC trở nên quá cao, một phần khí thải bỏ qua bộ trao đổi của mạch xả khí thải hoặc ống khói khí sẽ được pha loãng mà không can thiệp vào hoạt động của lò.

Chất lỏng truyền nhiệt được sử dụng để thu thập calo từ khí thải đốt cháy và chất lỏng được sử dụng gián tiếp để thu thập calo từ má trượt và trụ có thể có cùng bản chất, nhưng phương pháp này cũng cho phép sử dụng chất lỏng truyền nhiệt có các tính chất khác nhau. Điều này có thể tối ưu hóa việc

thu hồi năng lượng bằng chất lỏng được sử dụng ở các mức nhiệt độ khác nhau và tăng cường sự an toàn cho kết cấu bằng cách chọn chất lỏng giảm thiểu nguy cơ cháy hoặc nổ trong trường hợp có tiếp xúc giữa khói hoặc hơi nước và chất lỏng này.

Theo phương án thay thế, việc bổ sung bộ lưu trữ năng lượng trên mạch trung gian giúp cải thiện hiệu quả của kết cấu mà không làm ảnh hưởng đến mạch trao đổi chính về phía ORC.

Một cách thuận lợi, hoạt động của hệ thống làm mát của dầu có thể không được thay đổi bởi sự hiện diện của máy ORC. Do đó, việc kiểm soát kết cấu này có thể được đơn giản hóa.

Sản lượng nhiệt truyền đến chất lỏng nhiệt được sử dụng trong mạch xả khí thải có thể được xác định trực tiếp bằng sự tăng nhiệt độ của chất lỏng này trong bộ trao đổi nhiệt của hệ thống xả khí thải.

Nếu máy ORC dừng hoạt động, việc bỏ qua khí thải được đặt trên mạch khí thải có thể ngăn không cho nhiệt của chất lỏng nhiệt được sử dụng trong mạch xả khí thải. Một phương pháp khác là sử dụng chất lỏng truyền nhiệt hoạt động ở nhiệt độ cao hơn trên vòng trung gian và/hoặc để giảm nhiệt độ khí thải trong khi pha loãng chúng, ví dụ, với luồng khí vào phía trên của thiết bị khôi phục được đặt trên ống khói. Tháp giải nhiệt cũng có thể được đặt trên mạch nước/hơi quá nhiệt để sơ tán lượng calo ra khỏi dầu.

Thuận lợi theo sáng chế, máy ORC có kích thước theo chế độ hoạt động trung bình của lò tái gia nhiệt và không theo công suất danh nghĩa của lò. Điều này có lợi thế gấp đôi: máy ORC nhỏ hơn, số tiền đầu tư có thể giảm và máy ORC có thể tối đa hóa thời gian hoạt động trên điểm tối ưu (hiệu quả tối đa) do đó tạo ra điện tối đa để hoàn vốn đầu tư nhanh hơn.

Theo sáng chế, kết cấu có thể bao gồm bộ trao đổi nhiệt khác được bố trí theo chức năng để truyền nhiệt năng từ ít nhất một nguồn khác sang chất lỏng hữu cơ.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất lò tái gia nhiệt dạng dầm được trang bị đầu đốt, trong đó nó được trang bị kết cấu thu hồi năng lượng theo sáng chế, kết cấu thu hồi năng lượng được nối với lò.

Các tính năng và ưu điểm khác sẽ trở nên rõ ràng hơn từ phần mô tả các phương án được ưu tiên của sáng chế có dựa trên các hình vẽ kèm theo.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 là sơ đồ thể hiện kết cấu theo phương án thứ nhất trong đó chất lỏng hữu cơ của máy ORC được gia nhiệt trước nối tiếp bằng cách thu hồi năng lượng trên hai nguồn, hơi nước và khí thải;

Fig.2 là sơ đồ thể hiện kết cấu theo phương án thứ hai tương tự như Fig., nhưng trong đó chất lỏng hữu cơ của máy ORC được gia nhiệt trước trong một bước duy nhất, sau khi bổ sung ngược dòng hai nguồn khí và hơi nước;

Fig.3 là sơ đồ thể hiện kết cấu theo phương án thứ ba tương tự như phương án trên Fig.2, trong đó mạch trung gian bổ sung được thêm vào phía hơi; và

Fig.4 là sơ đồ thể hiện kết cấu theo phương án thứ tư, trong đó chất lỏng hữu cơ thu thập calo từ dầm và khí thải đốt được trộn ngược dòng của máy ORC và năng lượng được thu hồi cùng lúc.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án được mô tả ở đây không phải là bao hàm toàn bộ các khía cạnh của sáng chế, cụ thể có thể tạo ra các biến thể của các phương án này chỉ cần bao gồm việc lựa chọn các đặc điểm được mô tả ở đây, như được mô tả hoặc khái quát hóa, tách biệt với các đặc điểm khác được mô tả, nếu việc lựa chọn các đặc điểm này là đủ để tạo ra lợi thế kỹ thuật hoặc để phân biệt sáng chế với kỹ thuật đã biết.

Fig.1 thể hiện sơ đồ của kết cấu thu hồi nhiệt theo ví dụ thứ nhất của sáng chế. Để đơn giản hóa cho việc mô tả, chỉ có các thiết bị cần thiết để hiểu

sáng chế được thể hiện trên hình vẽ này. Thiết bị cần thiết cho hoạt động của kết cấu, chẳng hạn như bơm, van, vỏ thực phẩm, bể giãn nở, v.v., không được thể hiện trên hình vẽ này và sau đây, cũng không được mô tả cụ thể, người có kỹ năng trong lĩnh vực có thể biết cách xác định chúng, kích thước của chúng và tối ưu phương án thực hiện cài đặt.

Sản phẩm 1 được gia nhiệt liên tục trong lò gia nhiệt lại dầm 2. Sự di chuyển và duy trì sản phẩm trong lò được cung cấp bởi dầm cố định và dầm di chuyển. Dầm bao gồm má trượt 3a và trụ 3b trong đó lưu thông chất lỏng làm mát. Đầu đốt 5 đốt gia nhiệt lò 2 và sản phẩm 1. Khí thải từ đầu đốt 5 được thải ra khỏi lò bằng ống khói 6.

Ở đầu vào của dầm, chất lỏng làm mát, ví dụ, nước quá nhiệt ở nhiệt độ 215°C và áp suất tuyệt đối 21bar. Trong quá trình chảy trong dầm, nước quá nhiệt được chuyển hóa một phần thành hơi nước bão hòa 4. Ở đầu ra của dầm, chất lỏng làm mát bao gồm hỗn hợp nước quá nhiệt và hơi nước bão hòa 4. Bóng 7 cho phép tách nước lỏng và hơi nước bão hòa 4.

Kết cấu bao gồm máy ORC thực hiện chu trình Rankine trên chất lỏng hữu cơ 21 lưu thông trong mạch 13.

Kết cấu bao gồm vòng tuần hoàn trung gian 16 được đặt giữa mạch hơi và mạch 13 của máy ORC. Chất lỏng truyền nhiệt trung gian 17 lưu thông trong vòng tuần hoàn trung gian 16, tốt hơn là, hữu cơ, được giữ ở trạng thái lỏng.

Cụ thể, vòng tuần hoàn trung gian 16 bao gồm hai bộ trao đổi nhiệt 8 và 18 và bơm tuần hoàn, không được thể hiện. Do đó, hơi nước bão hòa 4 cung cấp calo cho chất lỏng làm mát trung gian 17 bằng bộ trao đổi 18 mà trong đó nó ngưng tụ, sau đó môi trường truyền nhiệt 17 lần lượt cung cấp calo cho chất lỏng hữu cơ 21 của máy ORC nhờ bộ trao đổi 8.

Việc bổ sung vòng tuần hoàn trung gian 16 có thể tăng cường sự an toàn của kết cấu và sử dụng chất lỏng nhiệt có các tính chất khác nhau. Do đó, chất lỏng truyền nhiệt trung gian 17 có thể có khả năng tương thích với hơi lớn hơn chất lỏng hữu cơ 21 của ORC do đó hạn chế nguy cơ cháy nổ.

Bộ trao đổi nhiệt 9 có thể được đặt trong đầu nối ống khói 6, có thể ở phía dưới, theo hướng của luồng khí thải, đối với các bộ phận khác của thiết bị thu hồi năng lượng trên khí thải, ví dụ như bộ thu hồi gia nhiệt trước của không khí đốt của đầu đốt.

Bộ trao đổi nhiệt 9 có thể được cung cấp chất lỏng truyền nhiệt 10, tốt hơn là chất hữu cơ ở trạng thái lỏng, tuần hoàn trong vòng tuần hoàn 11. Chất lỏng truyền nhiệt 10 có thể có cùng bản chất với chất lỏng truyền nhiệt trung gian 17, ở phía hơi nước nhưng nó cũng có thể có bản chất khác. Khí thải chuyển một phần nhiệt của chúng sang chất lỏng truyền nhiệt 10 trong bộ trao đổi nhiệt 9. Bộ trao đổi nhiệt thứ hai 12 được đặt trên vòng tuần hoàn 11. Bộ trao đổi thứ hai 12 cho phép truyền lượng calo thu được từ chất lỏng truyền nhiệt 10 đến chất lỏng hữu cơ 21 của máy ORC.

Chất lỏng hữu cơ lưu thông trong máy ORC trong vòng tuần hoàn 13 bao gồm, tốt hơn là, tuần tự theo hướng của dòng chất lỏng, bộ trao đổi nhiệt 8 và 12, tuabin giãn nở 14, bộ trao đổi ngưng tụ 15 chất lỏng hữu cơ 21 của máy ORC và bơm tăng áp 24. Nhiệt năng truyền vào chất lỏng hữu cơ 21 của máy ORC trong bộ trao đổi nhiệt 8 và 12 cho phép nó được đưa vào pha hơi. Sự giãn nở của hơi nước làm quay tuabin giãn nở 14 được ghép với máy phát điện tạo ra điện. Ở đầu ra của tuabin giãn nở 14, bộ trao đổi 15 cho phép ngưng tụ chất lỏng hữu cơ 21, trước khi nó được đưa trở lại bộ trao đổi nhiệt 8 và 12 để trải qua chu trình Rankine mới. Chất lỏng hữu cơ 21 chuyển lượng calo trong bộ trao đổi 15 sang chất lỏng truyền nhiệt chảy trong mạch 22.

Bộ các van điều tiết 23 làm cho tất cả hoặc một phần của khí thải có thể bỏ qua bộ trao đổi nhiệt 9.

Bộ trao đổi nhiệt 25 giúp có thể thu được calo từ chất lỏng 26 có sẵn và truyền chúng sang chất lỏng hữu cơ 21 của máy ORC. Theo sáng chế, kết cấu có thể nâng cấp một hoặc nhiều nguồn nhiệt khác để tăng hiệu quả tổng thể của khu công nghiệp nơi nó được lắp đặt.

Fig.2 thể hiện phương án thay thế của sáng chế trong đó lượng calo khí thải được cung cấp cho chất lỏng trung gian 17 và không trực tiếp vào

chất lỏng 21 của ORC. Tương tự như vậy, việc cung cấp bổ sung calo của chất lỏng 26 được tạo ra cho chất lỏng trung gian 17 và không trực tiếp vào chất lỏng 21 của ORC. Cấu hình này cho phép điều khiển ORC đơn giản hóa và tăng tính an toàn của nó, với một bộ trao đổi nhiệt duy nhất trong đó xảy ra tất cả các mức tăng nhiệt cho chất lỏng 21 và đạt được sự hóa hơi của nó.

Fig.3 thể hiện phương án khác của sáng chế trong đó vòng trung gian 30 được thêm vào phía hơi trong đó chất lỏng truyền nhiệt 31 lưu thông. Hơi nước 4 cung cấp calo cho chất lỏng truyền nhiệt 31 bằng cách ngưng tụ trong bộ trao đổi 18, sau đó chất lỏng truyền nhiệt 31 mang lại lượng calo này cho chất lỏng truyền nhiệt 17 bằng bộ trao đổi nhiệt 32. Cấu hình này giúp tăng cường sự an toàn của kết cấu và tính linh hoạt của việc điều khiển, công nghệ của bộ trao đổi nhiệt 8, 18, 31 và bản chất của chất lỏng truyền nhiệt 31, 17, 21 được chọn để thử nghiệm các công nghệ trên các bộ trao đổi nhiệt và để hạn chế nguy cơ cháy nổ trong trường hợp có tiếp xúc giữa chất lỏng trong trường hợp các bộ trao đổi chất lỏng bị vỡ.

Fig.4 thể hiện phương án biến thể khác của sáng chế trong đó hỗn hợp được tạo ra giữa một phần của chất lỏng truyền nhiệt 10 tuần hoàn trong vòng tuần hoàn 11 và một phần của chất lỏng truyền nhiệt trung gian 17, tốt hơn là, chất hữu cơ, tuần hoàn trong vòng tuần hoàn 16, chất lỏng 10 và 17 có cùng bản chất. Sau đó, hỗn hợp này, ví dụ được tạo ra bằng van ba chiều 20, chảy vào bộ trao đổi nhiệt 19 trong đó nó chuyển calo sang chất lỏng hữu cơ 21 của máy ORC. Ở đầu ra của bộ trao đổi 19, hỗn hợp chất lỏng một lần nữa được phân phối giữa hai vòng tuần hoàn 11 và 16, ví dụ bằng các van ba chiều.

Lượng năng lượng có sẵn trên khí thải và chất làm mát dầu thường ở cùng một độ lớn, ví dụ 10 MW trên khí thải và trên dầu cho lò có công suất 450 tấn/giờ.

Trên bộ trao đổi nhiệt 18, nhiệt độ của hơi nước bão hòa 4 gần như không đổi, ví dụ: 215°C với áp suất tuyệt đối 21bar, sự trao đổi nhiệt với chất lỏng truyền nhiệt trung gian 17 của vòng tuần hoàn 16 luôn luôn tối ưu.

Trên bộ trao đổi nhiệt 9, nhiệt độ khí thải có thể thay đổi, ví dụ từ 300°C, cho công suất tối đa của lò, đến 280°C cho 70% công suất của nó. Do đó, sự trao đổi nhiệt với chất lỏng truyền nhiệt 10 của vòng tuần hoàn 11 biến đổi và điều kiện hoạt động của chất lỏng thông thường của vòng 20 đi vào máy ORC có thể thay đổi, trong trường hợp dầu nhiệt, từ nhiệt độ 225°C đến 215°C và tốc độ dòng chảy tương ứng từ 70 kg/s đến 50 kg/s theo hai trường hợp hoạt động được mô tả ở trên. Đối với nhiệt độ này, chất lỏng hữu cơ 21 của máy ORC phù hợp nhất là pentan, vì nó được đưa lên phía trên của tuabin giãn nở 14 ở nhiệt độ, ví dụ từ 135°C đến 160°C, theo hai trường hợp hoạt động, sao cho tổng công suất do máy ORC cung cấp tối đa, lần lượt là 1,2 MW_e và 0,9 MW_e.

Theo phương án khác sáng chế, kết cấu thu hồi năng lượng giúp thu thập calo từ ít nhất hai lò. Bộ trao đổi nhiệt 9 có thể được đặt trong đầu nổi ống khói của mỗi lò hoặc của một lò. Tương tự như vậy, calo có thể được thu hồi từ hơi nước đến từ các dầm của cả hai lò hoặc từ một lò.

Như có thể thấy, sáng chế cho phép thu hồi năng lượng hiệu quả đối với tổn thất nhiệt của lò bởi khí thải và dầm, nhờ vào kích thước của máy ORC điều chỉnh tốt với chế độ vận hành của lò và hoạt động của lò ổn định thu được từ sự kết hợp của hai nguồn nhiệt.

Tất nhiên, sáng chế không giới hạn ở các ví dụ vừa được mô tả và có thể thực hiện nhiều điều chỉnh cho các ví dụ này mà vẫn thuộc phạm vi của sáng chế. Ngoài ra, các tính năng, hình dạng, biến thể và các phương án khác của sáng chế có thể được liên kết với nhau trong các kết hợp khác nhau đến mức chúng không tương thích hoặc tích hợp nhau và vẫn thuộc phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp thu hồi năng lượng bằng phương tiện kết cấu thu hồi năng lượng mà có thể được nối với ít nhất một lò tái gia nhiệt dạng dầm (2) được trang bị đầu đốt (5), lò tái gia nhiệt dạng dầm bao gồm hệ thống làm mát cho dầm này, trong đó nước chảy ở trạng thái lỏng ở đầu vào của dầm và trong hỗn hợp trạng thái lỏng/hơi ở đầu ra của dầm, hỗn hợp này được tách ra ở phía dưới của dầm dưới dạng nước lỏng ở một bên và hơi nước (4) ở bên kia, kết cấu này bao gồm tuabin (14) tạo ra điện bằng cách thực hiện chu trình Rankine trên chất lỏng hữu cơ (21), phương pháp này bao gồm bước truyền nhiệt năng trực tiếp hoặc gián tiếp từ hơi (4) sang chất lỏng truyền nhiệt trung gian (17), là chất hữu cơ ở trạng thái lỏng, nhờ bộ trao đổi nhiệt (18), bước truyền nhiệt năng của chất lỏng truyền nhiệt trung gian sang chất lỏng hữu cơ (21) nhờ các bộ trao đổi nhiệt (8, 19) và bước truyền nhiệt năng trực tiếp hoặc gián tiếp của ít nhất một phần khí thải từ đầu đốt (5) sang chất lỏng hữu cơ (21) bằng bộ trao đổi nhiệt (12, 19) được bố trí theo chức năng để truyền sang chất lỏng hữu cơ (21) ít nhất một phần calo chứa trong khí thải của đầu đốt (5) thông qua chất lỏng truyền nhiệt (10) và bộ trao đổi (9).
2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chất lỏng truyền nhiệt (10) để truyền ít nhất một phần calo chứa trong khí thải từ đầu đốt (5) sang chất lỏng hữu cơ (21) là chất lỏng hữu cơ ở trạng thái lỏng, dầu nhiệt.
3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó chất lỏng truyền nhiệt (10) để truyền ít nhất một phần calo chứa trong khí thải từ đầu đốt (5) sang chất lỏng hữu cơ (21) và chất lỏng truyền nhiệt trung gian (17) để truyền nhiệt năng sang chất lỏng hữu cơ (21) có cùng bản chất, hai chất lỏng truyền nhiệt này (10, 17) được trộn ở phía trên của bộ trao đổi (19) trong đó sự truyền nhiệt giữa các chất lỏng này và chất lỏng hữu cơ (21) được thực hiện.

4. Kết cấu thu hồi năng lượng có thể được nối với ít nhất một lò tái gia nhiệt dạng dầm (2) được trang bị đầu đốt (5), lò tái gia nhiệt dạng dầm bao gồm hệ thống làm mát cho dầm, trong đó nước chảy, ở trạng thái lỏng ở đầu vào của dầm và trong hỗn hợp trạng thái lỏng/hơi ở đầu ra của dầm, hỗn hợp này được tách ra ở phía dưới của dầm ở dạng nước lỏng ở một bên và hơi (4) ở phía bên kia, kết cấu bao gồm tua-bin (14) được bố trí để tạo ra điện bằng cách thực hiện chu trình Rankine trên chất lỏng hữu cơ (21), kết cấu bao gồm bộ trao đổi nhiệt (18) được bố trí theo chức năng để truyền trực tiếp hoặc gián tiếp nhiệt năng từ hơi (4) sang chất lỏng truyền nhiệt trung gian (17), là chất hữu cơ ở trạng thái lỏng, ít nhất một bộ trao đổi nhiệt (8, 19) được bố trí để truyền nhiệt năng từ chất lỏng truyền nhiệt trung gian sang chất hữu cơ (21), kết cấu bao gồm ít nhất một bộ trao đổi nhiệt (12, 19) được bố trí theo chức năng để truyền sang chất lỏng hữu cơ (21) ít nhất là một phần calo chứa trong khí thải của đầu đốt (5) thông qua chất lỏng truyền nhiệt (10) và bộ trao đổi (9).
5. Kết cấu theo điểm 4, trong đó ít nhất một lò tái gia nhiệt dạng dầm (2) bao gồm bộ trao đổi nhiệt (9) được bố trí trong phần xả khí thải của ít nhất một lò tái gia nhiệt dạng dầm này để thu thập calo từ khí thải và truyền chúng đến chất lỏng truyền nhiệt (10) chảy trong bộ trao đổi nhiệt.
6. Kết cấu theo điểm 4 hoặc 5, trong đó chất lỏng truyền nhiệt (10) và chất lỏng truyền nhiệt trung gian (17) có cùng tính chất.
7. Kết cấu theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 6, kết cấu này bao gồm bộ trao đổi nhiệt (25) được bố trí theo chức năng để truyền trực tiếp hoặc gián tiếp nhiệt năng từ ít nhất một nguồn khác (26) sang chất lỏng hữu cơ (21).

Fig.1

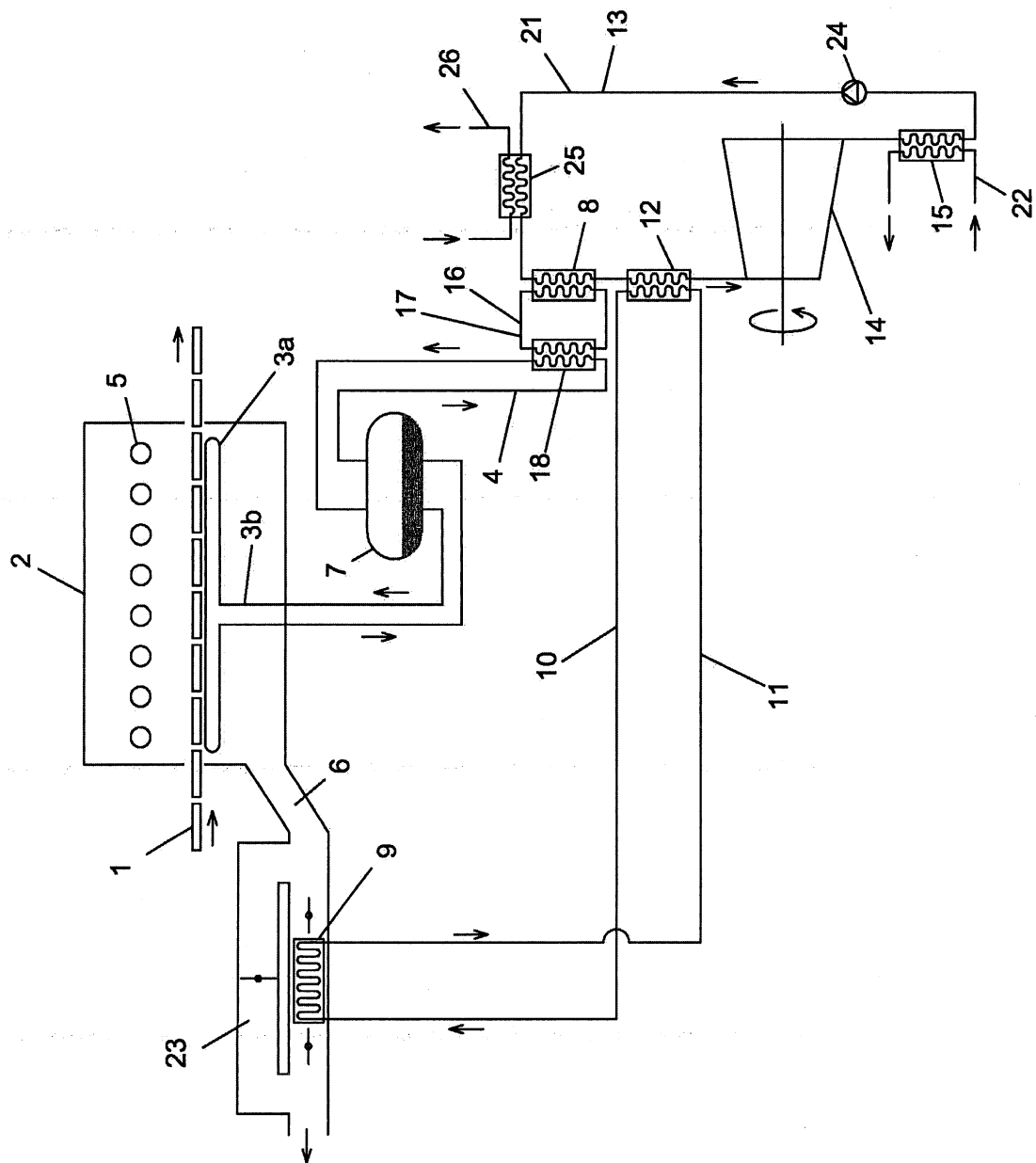


Fig.2

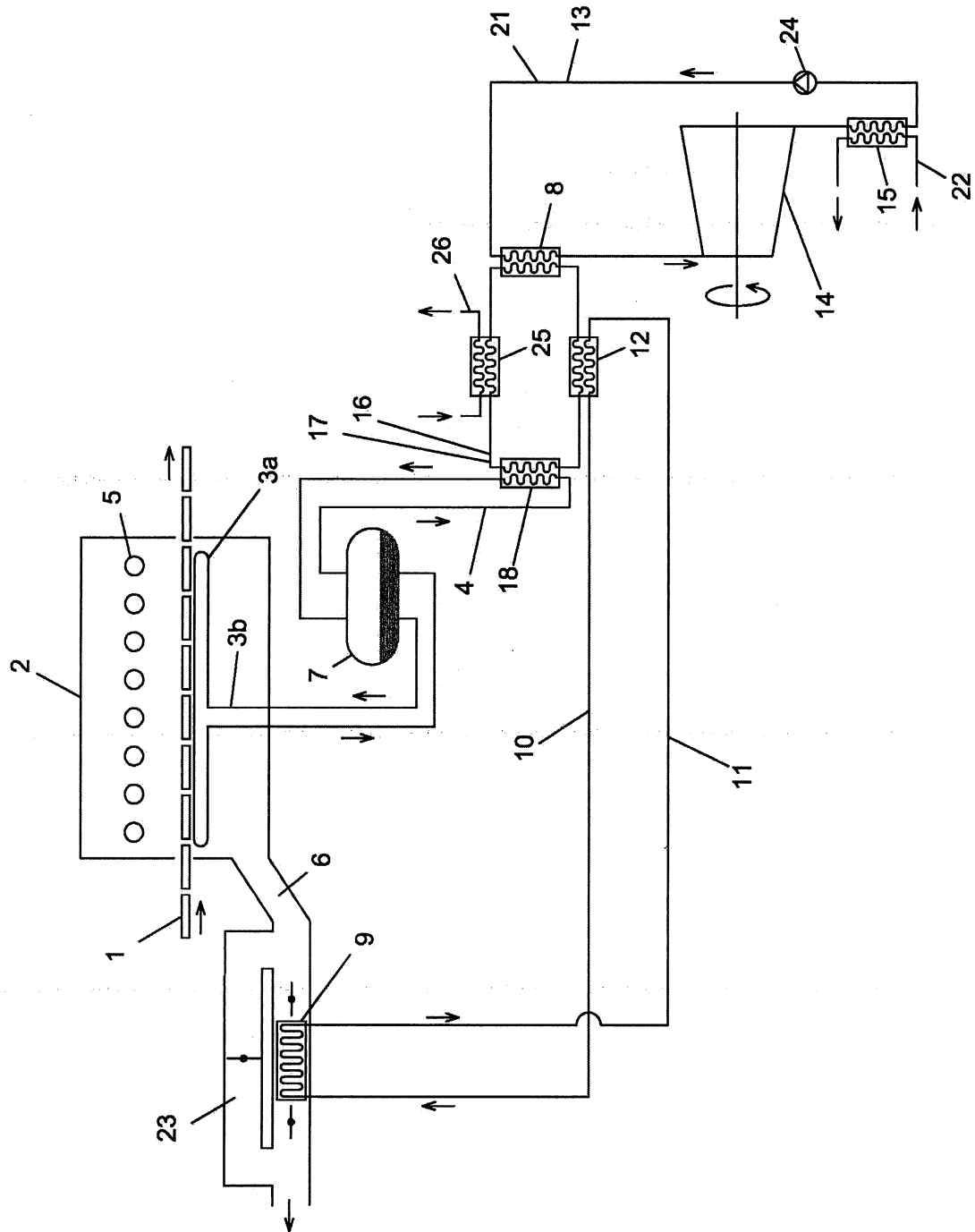


Fig.3

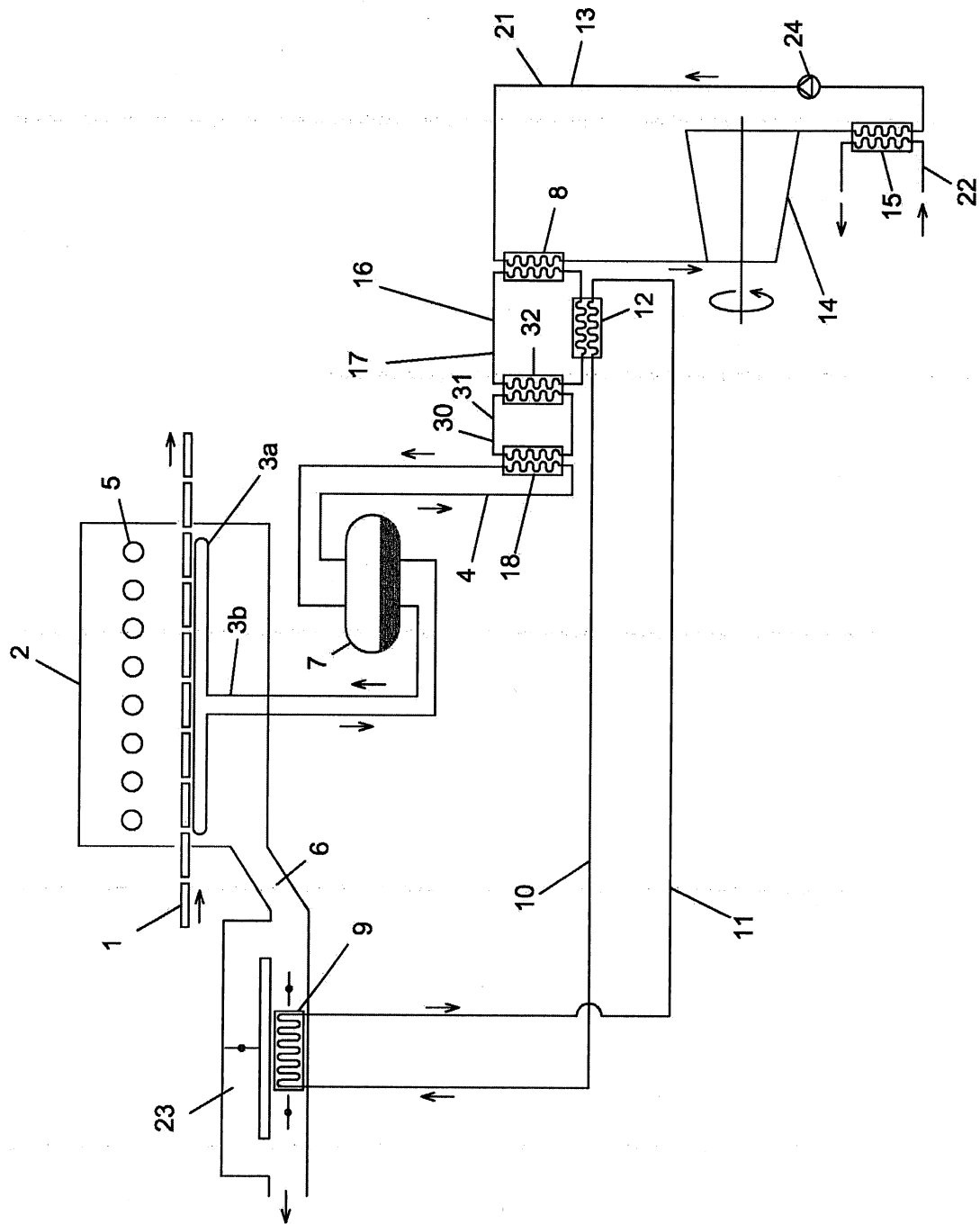


Fig.4

