



(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)



1-0039587

(51)^{2020.01} **F23L 15/04**; F23D 14/66; F23C 3/00; (13) **B**
F23D 14/12

(21) 1-2020-04081

(22) 05/02/2019

(86) PCT/IB2019/050909 05/02/2019

(87) 2019/155357 15/08/2019

(30) 10201800000247 2 07/02/2018 IT

(45) 25/04/2024 433

(43) 26/10/2020 391A1

(73) TENOVA S.P.A. (IT)

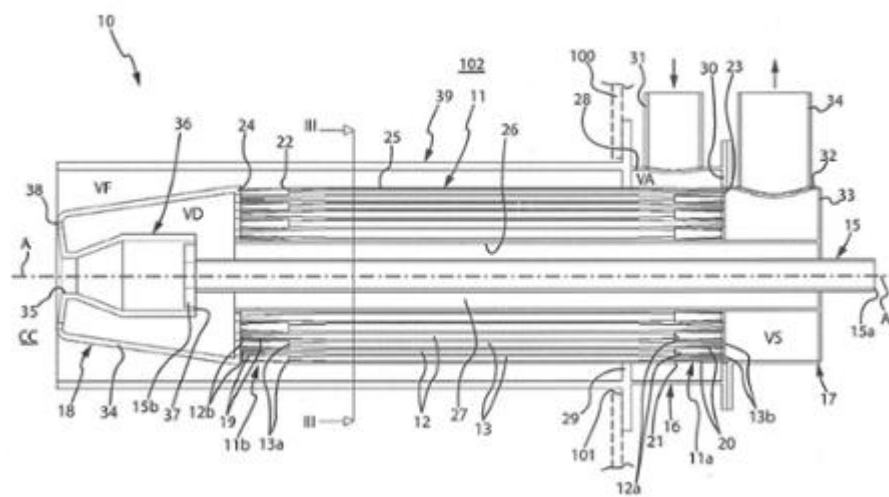
Via Monte Rosa, 93, 20149 Milano, Italy

(72) ASTESIANO, Davide (IT); DELLA ROCCA, Alessandro (IT).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) VỎI ĐỐT THU HỒI NHIỆT CÔNG NGHIỆP CHO CÁC LÒ CÔNG NGHIỆP

(57) Vòi đốt thu hồi nhiệt công nghiệp (10) được tạo kết cấu để được gắn trên thành (100) của lò công nghiệp sao cho vòi đốt (10) này kéo dài ít nhất một phần qua miệng (101) tạo trong thành của lò, thành (100) phân cách khoang (102) của lò, trong đó vòi đốt bao gồm bộ thu hồi nhiệt được tạo kết cấu để làm nóng ít nhất một chất lưu lựa chọn trong số chất lưu dễ cháy và chất lưu duy trì cháy bằng nhiệt của các khối đốt sinh ra bởi sự cháy của chất lưu dễ cháy và của chất lưu duy trì cháy, bộ thu hồi nhiệt bao gồm: thân bộ trao đổi (11) để trao đổi nhiệt giữa chất lưu cần được làm nóng và các khối đốt, thân bộ trao đổi (11) kéo dài dọc theo trục dọc (A-A) giữa đầu thứ nhất (11a) và đầu thứ hai (11b), vốn đối diện theo hướng dọc trục với nhau, ma trận tạo trong thân bộ trao đổi (11) và gồm có các rãnh thứ nhất (12), mà được vượt qua bởi chất lưu cần được làm nóng, và các rãnh thứ hai (13), mà được vượt qua bởi các khối đốt, trong đó các rãnh thứ nhất (12) và các rãnh thứ hai (13) kéo dài dọc theo phần kéo dài theo chiều dọc của thân bộ trao đổi giữa đầu thứ nhất (11a) và đầu thứ hai (11b) của nó, được bố trí luân phiên với nhau dọc theo các đường và dọc theo các cột tạo thành, trong các mặt phẳng nằm ngang với trục dọc (A-A), bản cò ma trận và được tách biệt với nhau bởi các thành ngăn (14), và trong đó mỗi thành ngăn (14) mà tách biệt các rãnh thứ nhất (12) và các rãnh thứ hai (13) liền kề nhau tiếp giáp với, ở một phía, ít nhất một trong số các rãnh thứ nhất (12) và, ở phía kia, ít nhất một trong số các rãnh thứ hai (13), và ít nhất một đường ống cấp (15) để cấp chất lưu khác chọn từ chất lưu duy trì cháy và chất lưu dễ cháy, vốn có đầu vào (15a) kết hợp được với nguồn của chất lưu khác và đầu ra (15b) nối thông chất lưu với khoang đốt (CC).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới vòi đốt thu hồi nhiệt công nghiệp mà được trang bị bộ thu hồi nhiệt của chính nó và, vì lý do đó, cũng được gọi là “*tự thu hồi nhiệt*”.

Vòi đốt thu hồi nhiệt (“tự thu hồi nhiệt”) theo sáng chế có thể được sử dụng trong tất cả các quá trình công nghiệp và, cụ thể là, trong tất cả các quá trình xử lý sắt và thép như, ví dụ, trong các lò sắt và thép để làm nóng hoặc xử lý nhiệt vật liệu.

Sáng chế đề cập, cụ thể là, tới vòi đốt thu hồi nhiệt (tự thu hồi nhiệt), mà cho phép chất lưu duy trì cháy và/hoặc chất lưu dễ cháy được làm nóng trước bằng nhiệt của các khối đốt sinh ra bởi sự cháy của chất lưu duy trì cháy với chất lưu dễ cháy của chúng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Dựa cụ thể vào các vòi đốt công nghiệp sử dụng trong các lò sắt và thép (hoặc để làm nóng hoặc xử lý), đã biết một vài lần rằng nhiệt của các khối đốt được sử dụng để giảm sự tiêu thụ nhiên liệu và tăng hiệu suất của hệ thống làm nóng.

Nhằm mục đích đó, đã biết tới các hệ thống thu hồi khác nhau để thu hồi nhiệt của các khối đốt nhằm làm nóng chất lưu duy trì cháy và/hoặc chất lưu dễ cháy trước khi chúng cháy.

Các hệ thống thu hồi đã biết được chia thành:

- các hệ thống thu hồi tập trung và
- các hệ thống thu hồi cục bộ.

Các hệ thống thu hồi tập trung đề xuất việc sử dụng bộ trao đổi nhiệt bố trí trong đường ống hút chính để hút các khối đốt từ lò, nghĩa là, đường ống

mà nôi khoang của lò, bên trong đó vật liệu cần được làm nóng và/hoặc được xử lý được chứa, với đầu ra của các khói đốt (ống khói).

Các hệ thống thu hồi cục bộ đề xuất việc sử dụng bộ trao đổi nhiệt trên mỗi vòi đốt lắp đặt trong lò.

Việc sử dụng một hệ thống, chứ không phải hệ thống khác, là kết quả của việc lựa chọn kích thước đường ống hút khói chính và ống khói của nó dưới dạng hàm của lưu lượng lớn nhất của tất cả các khói mà được sinh ra trong lò (các hệ thống thu hồi tập trung) hoặc trang bị các vòi đốt riêng lẻ với các đường ống xả khói đốt của chính chúng và các hệ thống hút có liên quan của nó (các hệ thống thu hồi cục bộ).

Trong các hệ thống thu hồi tập trung, bộ trao đổi nhiệt bao gồm bộ trao đổi nhiệt trên cơ sở bó ống hoặc trên cơ sở bức xạ, trong đó sự trao đổi nhiệt giữa các dòng của hai chất lưu tuần hoàn trong bộ trao đổi thực hiện thông qua thành ngăn của hai dòng của chúng, bằng sự đối lưu (giữa các chất lưu và thành ngăn) và sự dẫn (của thành ngăn). Thông thường, bộ trao đổi nhiệt được cấp bằng toàn bộ hoặc một phần của dòng các khói sinh ra trong lò, mà được sử dụng làm “chất lưu làm nóng”, và bằng toàn bộ hoặc một phần của dòng chất lưu duy trì cháy, mà cấu thành “chất lưu cần được làm nóng” hoặc được làm nóng và, khi được làm nóng trước, cấp các vòi đốt mà trang bị lò nêu trên.

Các hệ thống thu hồi cục bộ, thay vào đó, có thể được phân biệt thành hai loại:

- các hệ thống trong đó sự thu hồi nhiệt của các khói thực hiện thông qua bộ trao đổi nhiệt và
- các hệ thống trong đó sự thu hồi nhiệt của các khói thực hiện thông qua bộ tái sinh.

Cả hai hệ thống thu hồi cục bộ nêu trên được kết hợp và được lắp đặt trên các vòi đốt riêng lẻ, các khói được hút qua chúng bằng việc sử dụng các hệ thống hút cưỡng bức có liên quan (các quạt).

Các hệ thống thu hồi cục bộ có một vài ưu điểm tương đối với các hệ thống thu hồi tập trung, nhưng chúng cũng có một vài giới hạn sử dụng.

Các hệ thống thu hồi cục bộ mà trang bị các vòi đốt riêng lẻ (“tự thu hồi nhiệt”) đề xuất việc sử dụng bộ trao đổi nhiệt mà, thông thường, bao gồm hai khoang hình khuyên và đồng tâm mà được tách biệt với nhau bởi thành chung và vào trong đó luồng chất lưu cần được làm nóng hoặc chất lưu đã được làm nóng (chất lưu duy trì cháy) và luồng chất lưu làm nóng (các khói), lần lượt, chảy theo cùng hướng và với các hướng tương tự hoặc đối diện. Do đó, các bộ trao đổi nhiệt này có thể được xác định như các bộ trao đổi “hai-rãnh”, mỗi rãnh bao gồm khoang hình khuyên tương ứng.

Cũng đã biết tới các hệ thống thu hồi cục bộ trong đó mỗi vòi đốt được trang bị bộ trao đổi nhiệt kiểu bó ống, như được mô tả, ví dụ, trong US2017067634, US2014262174 và US8622736.

Trong trường hợp đó, chất lưu cần được làm nóng (chất lưu duy trì cháy) chảy vào trong các ống mà được chứa trong một khoang, khoang này xác định một rãnh mà chất lưu làm nóng (các khói) chảy vào trong đó.

Các hệ thống thu hồi cục bộ mà đề xuất lắp đặt bộ trao đổi nhiệt trên mỗi vòi đốt có hiệu suất tương tự với hiệu suất của các hệ thống thu hồi tập trung và có thể làm nóng trước chất lưu cần được làm nóng (chất lưu duy trì cháy) bằng cách sử dụng (thu hồi) nhiệt của chất lưu làm nóng (các khói) mà được lấy trực tiếp từ khoang đốt và, do đó, ở nhiệt độ cao.

Tuy nhiên, một mặt, để thu được các hiệu suất trao đổi nhiệt cao, cần phải có tỷ số tốt giữa bề mặt trao đổi nhiệt và lưu lượng của chất lưu cần được làm nóng: tỷ số này càng cao, hiệu suất trao đổi nhiệt càng lớn và nhờ đó làm nóng trước chất lưu cần được làm nóng.

Mặt khác, các kích thước của bộ trao đổi nhiệt được chỉ ra bởi các giới hạn áp đặt bởi các khoảng trống có sẵn để lắp đặt chúng trên vòi đốt.

Các xem xét nêu trên có ảnh hưởng đối với việc hạn chế lưu lượng của

chất lưu cần được làm nóng (chất lưu duy trì cháy) và, do đó, ảnh hưởng đối với công suất của vòi đốt.

Công suất của vòi đốt càng thấp, càng dễ đạt được các hiệu suất trao đổi nhiệt cao, tỷ số giữa diện tích bề mặt trao đổi nhiệt và lưu lượng của chất lưu cần được làm nóng trở nên cao.

Nói theo cách khác, với cùng diện tích bề mặt trao đổi nhiệt, thì công suất càng cao và, do đó, lưu lượng của chất lưu cần được làm nóng (chất lưu duy trì cháy), hiệu suất trao đổi nhiệt càng thấp.

Vì lý do này, bên trên ngưỡng công suất xác định của vòi đốt, tốt hơn là sử dụng hệ thống thu hồi nhiệt cục bộ.

Trên thực tế, các hệ thống nêu trên sử dụng bộ tái sinh mà bao gồm ma trận, thường làm bằng vật liệu sứ, vốn được vượt qua theo cách luân phiên ở các thời điểm trì hoãn bởi chất lưu làm nóng (các khói) và bởi chất lưu cần được làm nóng (chất lưu duy trì cháy). Trong bước thứ nhất nó được vượt qua bởi chất lưu làm nóng từ đó nó lấy nhiệt và chứa nó; trong bước thứ hai nó được vượt qua bởi chất lưu cần được làm nóng mà nó truyền nhiệt đã chứa trước vào đó.

Việc sử dụng các vật liệu sứ cho phép làm nóng các chất lưu (các khói) sẽ được sử dụng ở các nhiệt độ cao; điều này dẫn tới hiệu suất làm nóng cao và các nhiệt độ làm nóng trước cao của chất lưu cần được làm nóng.

Trong khi trong các hệ thống thu hồi mà sử dụng các bộ trao đổi nhiệt, hoặc thuộc kiểu cục bộ hoặc kiểu tập trung, sự trao đổi nhiệt giữa hai chất lưu diễn ra “theo cách liên tục”; trong các hệ thống hồi nhiệt, sự trao đổi nhiệt diễn ra theo cách trì hoãn và luân phiên theo thời gian.

Do đó, để đảm bảo tính liên tục của quá trình làm nóng trước, cần phải lắp đặt hai bộ tái sinh vận hành song song và hệ thống điều chỉnh dòng chất lưu để đảo ngược hướng của các chất lưu tuần hoàn trong hai bộ tái sinh. Khi vận hành hoàn toàn, trong bước thứ nhất chất lưu làm nóng chảy qua một trong

số hai bộ tái sinh của cặp năng lượng không ổn định dưới dạng nhiệt bằng cách làm nóng nó, trong khi chất lưu cần được làm nóng chảy qua bộ tái sinh kia trong số hai bộ tái sinh của cặp từ đó nó lấy nhiệt đã tích lũy trước trong đó, làm nguội nó. Trong bước thứ hai, các dòng của các chất lưu vượt qua hai bộ tái sinh của cặp được đảo ngược.

Do đó, hệ thống thu hồi nhiệt cục bộ có một vài giới hạn sử dụng. Trong vị trí thứ nhất, chúng yêu cầu sự lắp đặt của hai bộ tái sinh, mỗi một trong số chúng cần được định cỡ dưới dạng hàm của các lưu lượng định mức lớn nhất của hai chất lưu mà vượt qua chúng theo cách luân phiên. Trong vị trí thứ hai, chúng yêu cầu sự lắp đặt của các hệ thống điều chỉnh, mà thường được trang bị các van chuyển đổi được tạo kết cấu và được bố trí để làm lệch hướng và đảo ngược dòng của hai chất lưu theo cách luân phiên vượt qua hai bộ tái sinh.

Việc lựa chọn một hệ thống thu hồi thay vì một hệ thống khác được quyết định bởi nhiều yếu tố, bao gồm công suất của các vòi đốt, các khoảng trống có sẵn, hiệu suất trao đổi nhiệt của bộ thu hồi nhiệt và tương tự. Trên Fig.8 kèm theo, một bảng được đưa ra trong đó một vài tham số chỉ ra đặc trưng của các hệ thống thu hồi khác nhau: bộ thu hồi nhiệt tập trung, bộ thu hồi nhiệt cục bộ trên vòi đốt và bộ tái sinh cục bộ trên vòi đốt. Cụ thể là, hiệu suất của vòi đốt tự thu hồi nhiệt với công thức sau đây liên quan tới năng lượng cấp bởi nhiên liệu với năng lượng thất rời khỏi vòi đốt qua các khói đốt:

$$\mu = (1 - ((Q_{WG} * H_{WG}) / (PCI * Q_{comb}))) * 100$$

Trong đó:

PCI: Công suất tỏa nhiệt của nhiên liệu [kcal/Nm³]

Q_{comb}: Lưu lượng nhiên liệu [Nm³/h]

H_{WG}: Entanpy của các khói sau khi trao đổi nhiệt [kcal/Nm³]

Q_{WG}: Lưu lượng của các khói [Nm³/h]

Hiệu suất của bộ trao đổi nhiệt, hoặc bộ thu hồi nhiệt, có thể được biểu diễn dưới dạng:

$$\varepsilon = q/q_{\max}$$

Nghĩa là, dưới dạng tỷ số giữa nhiệt (q) trao đổi hiệu dụng giữa hai chất lưu và nhiệt tối đa ($q_{\max}$) trao đổi được về mặt lý thuyết giữa chúng.

Hiệu suất trao đổi nhiệt trong bộ thu hồi nhiệt càng lớn kéo theo entanpy của các khối đốt sau khi trao đổi nhiệt (H_{WG}) càng thấp và, do đó, hiệu suất (μ) của vòi đốt càng cao.

Nói theo cách khác, hiệu suất trao đổi nhiệt của bộ thu hồi nhiệt càng cao, việc làm nóng trước chất lưu cần được làm nóng (chất lưu duy trì cháy) càng cao và sự tiêu thụ nhiên liệu càng thấp, sự tiêu thụ nhiên liệu thấp nêu trên là mục đích chính của quá trình thu hồi.

Như được chỉ ra trong bảng nêu trên, các hệ thống thu hồi thuộc loại tập trung nêu trên cho phép các hiệu suất cao và các nhiệt độ làm nóng trước rất cao của chất lưu cần được làm nóng (chất lưu duy trì cháy) được đạt tới. Tuy nhiên, các giá trị nhiệt độ nêu trên dẫn tới các khó khăn hệ thống và xử lý mà không nên bị đánh giá thấp. Ví dụ, bên trên 550°C , các ống thép không gỉ và/hoặc các ống cách nhiệt và/hoặc các ống lót bên trong bằng vật liệu chịu lửa cần được sử dụng. Đồng thời, nhiệt độ của các khối (chất lưu làm nóng) càng thấp thì khả năng phải trang bị hệ thống xả khói cưỡng bức càng cao, vì sự hút tự nhiên qua ống khói có thể không đủ.

Vì những lý do nêu trên, các hệ thống thu hồi tập trung thường được định cỡ bằng cách giới hạn hiệu suất và giới hạn nhiệt độ làm nóng trước của không khí ở tối đa 550°C .

Các hệ thống thu hồi sử dụng bộ tái sinh cục bộ là tốt hơn, về mặt hiệu suất, tương đối với các hệ thống thu hồi sử dụng bộ trao đổi nhiệt, hoặc thuộc loại tập trung hoặc loại cục bộ; chúng, cũng, không áp đặt các giới hạn cụ thể bất kỳ đối với công suất của các vòi đốt, hoặc tốt hơn: việc tăng công suất của các vòi đốt - và, do đó, các lưu lượng của các chất lưu - không dẫn tới sự giảm quá nhiều hiệu suất.

Tuy nhiên, các hệ thống thu hồi sử dụng bộ tái sinh cục bộ, yêu cầu sự lắp đặt và việc quản lý các hệ thống điều chỉnh mà là không tốt theo quan điểm kinh tế.

Nói chung, trong trường hợp mà các vòí đốt riêng lẻ đã lắp đặt có các mức công suất tương đối thấp (<500 kW), sẽ sử dụng rộng rãi các hệ thống thu hồi thuộc loại cục bộ có bộ trao đổi nhiệt được lắp đặt trên mỗi vòí đốt mà, vì lý do này, được biết tới như loại “tự thu hồi nhiệt”.

Các vòí đốt “tự thu hồi nhiệt” được sử dụng rộng rãi trong các lò công nghiệp làm nóng gián tiếp, nghĩa là, trong đó các vòí đốt ống bức xạ được sử dụng.

Trên thực tế, trong trường hợp này, công suất của các vòí đốt bị giới hạn thêm (<200 kW) và do đó, có thể đạt được các hiệu suất làm nóng trước cao của chất lưu duy trì cháy với các kích thước giới hạn.

Đã biết tới các vòí đốt thu hồi nhiệt từ US4877396, DE1551761 và JPS61280309.

Tuy nhiên, dựa cụ thể vào các vòí đốt “tự thu hồi nhiệt”, các yêu cầu sau được nhận thấy:

- Để tăng hiệu suất trao đổi nhiệt của bộ thu hồi nhiệt mà không thay đổi các kích thước của nó (bộ trao đổi nhiệt) và, do đó, không thay đổi các kích thước của vòí đốt “tự thu hồi nhiệt” và không thay đổi công suất của nó hoặc, nói theo cách khác,

- Để tăng công suất tối đa của vòí đốt “tự thu hồi nhiệt” mà không thay đổi các kích thước của bộ thu hồi nhiệt (bộ trao đổi nhiệt) và, do đó, không thay đổi các kích thước của vòí đốt “tự thu hồi nhiệt” và không thay đổi hiệu suất trao đổi nhiệt của bộ thu hồi nhiệt.

Các tài liệu WO2017052798A1, US20160131441A1, WO2017008108A1, US20170082371A1, US5725051, US2013264031, US2005217837 và WO2014152239 mô tả các bộ trao đổi nhiệt.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất vòi đốt thu hồi nhiệt, nghĩa là, vòi đốt công nghiệp “tự thu hồi nhiệt” cho các lò công nghiệp mà cho phép hiệu suất trao đổi nhiệt cao và thu được hiệu năng cải thiện mà không thay đổi các kích thước tương đối với các vòi đốt thu hồi nhiệt (“tự thu hồi nhiệt”) thuộc loại đã biết.

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất vòi đốt công nghiệp thu hồi nhiệt, nghĩa là, vòi đốt công nghiệp “tự thu hồi nhiệt” cho các lò công nghiệp mà cho phép hệ số truyền nhiệt được tối đa mà không thay đổi các kích thước tương đối với các vòi đốt thu hồi nhiệt (“tự thu hồi nhiệt”) thuộc loại đã biết.

Hệ số truyền nhiệt (NTU, Số lượng đơn vị truyền) nghĩa là giá trị sau:

$$NTU = \dot{U} / C_{min}$$

$$\text{Dung lượng dòng nhiệt: } C = \dot{m} * c_p$$

A: diện tích bề mặt trao đổi nhiệt

$$\dot{U} = \dot{m} * c_p / \text{Dung lượng dòng nhiệt} / \text{Diện tích} = C/A$$

$$AU = \text{nhiệt trở}$$

$$\varepsilon = \varepsilon (NTU, C_{min}/C_{max})$$

$$\varepsilon = q / q_{max}$$

$$\dot{m} = \text{lưu lượng theo khối lượng}$$

$$c_p = \text{nhiệt dung riêng của chất lưu}$$

$$A = \text{Diện tích}$$

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất vòi đốt công nghiệp thu hồi nhiệt, nghĩa là, vòi đốt công nghiệp “tự thu hồi nhiệt” cho các lò công nghiệp mà cho phép các tổn thất áp lực của bộ thu hồi nhiệt (bộ trao đổi nhiệt) mà trang bị nó được tối thiểu tương đối với các vòi đốt thu hồi nhiệt (“tự thu hồi nhiệt”) thuộc loại đã biết. Các sụt áp thường được biểu thị bởi công thức sau đây:

$$f = C_1 * Re^p \text{ với } f = \rho T/G^2/2g$$

$$\dot{m} * \Delta p / \rho = 1/2g$$

$$\Delta P = C1 * \text{mật độ} * (\text{tốc độ})^2 / (\text{đường kính thủy lực})^2$$

Mục đích khác của sáng chế là thu được vòi đốt công nghiệp thu hồi nhiệt (“tự thu hồi nhiệt”) cho các lò công nghiệp mà có thể được sử dụng trong cả sự vận hành trực tiếp với lửa và sự vận hành với ống bức xạ.

Mục đích khác của sáng chế là thu được vòi đốt công nghiệp thu hồi nhiệt (“tự thu hồi nhiệt”) cho các lò công nghiệp mà rất đơn giản và thực dụng, với các chi phí giới hạn.

Các mục đích nêu trên theo sáng chế được thu bằng cách đề xuất vòi đốt công nghiệp thu hồi nhiệt (“tự thu hồi nhiệt”) cho các lò công nghiệp như được nêu trong điểm 1.

Các đặc trưng khác được đưa ra trong các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các đặc trưng và các ưu điểm của vòi đốt công nghiệp thu hồi nhiệt cho các lò công nghiệp theo sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn từ phần mô tả dưới đây, vốn sẽ được xem như ví dụ và không giới hạn, dựa vào các hình vẽ dạng sơ đồ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ trục đo dạng sơ đồ của vòi đốt tự thu hồi nhiệt theo một phương án thực hiện có thể có của sáng chế;

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt dọc dạng sơ đồ của vòi đốt tự thu hồi nhiệt theo một phương án thực hiện có thể có của sáng chế;

Fig.3a và Fig.3b là các mặt cắt dạng sơ đồ theo mặt phẳng III-III trên Fig.2 của hai kết cấu có thể có khác nhau của các rãnh thứ nhất và của các rãnh thứ hai của bộ thu hồi nhiệt của vòi đốt theo sáng chế;

Fig.4 là hình vẽ trục đo dạng sơ đồ của một phần của thân bộ trao đổi tạo thành bộ thu hồi nhiệt của vòi đốt theo sáng chế, mà không có các đường

ống phân phối thứ nhất và các đường ống phân phối thứ hai;

Fig.5 là hình vẽ trực đo dạng sơ đồ của thân bộ trao đổi tạo thành bộ thu hồi nhiệt của vòi đốt theo sáng chế, hoàn chỉnh với các đường ống phân phối thứ nhất và các đường ống phân phối thứ hai;

Fig.6 là mặt cắt dọc dạng sơ đồ của thân bộ trao đổi tạo thành bộ thu hồi nhiệt của vòi đốt theo sáng chế hoàn chỉnh với ống phân phối của chất lưu đã làm nóng và với ống lửa mà trang bị vòi đốt;

Fig.7 là hình vẽ dạng sơ đồ của kết cấu có thể có của ma trận của các rãnh các rãnh thứ nhất và thứ hai với mặt cắt ngang hình vuông;

Fig.8 thể hiện bảng mô tả dữ liệu so sánh các vòi đốt thuộc loại đã biết với vòi đốt thu hồi nhiệt tập trung hoặc hoặc với vòi đốt sự tái sinh;

Fig.9 thể hiện dưới dạng sơ đồ và trên mặt cắt ngang một phần của ma trận của các rãnh các rãnh thứ nhất và thứ hai luân phiên với nhau dọc theo vòm hình trụ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dựa vào các hình vẽ kèm theo, vòi đốt công nghiệp thu hồi nhiệt, nghĩa là, vòi đốt công nghiệp tự thu hồi nhiệt được thể hiện, cho các lò công nghiệp, biểu thị tổng quan bằng số chỉ dẫn 10.

Rõ ràng rằng trong bản mô tả này, các tính từ như “thứ nhất” và “thứ hai” chỉ được sử dụng nhằm các mục đích mô tả rõ ràng hơn và sẽ không được xem như sự giới hạn, các tính từ như “trước” và “sau” nói tới sự bố trí thông thường của vòi đốt 10 trong các trạng thái vận hành, trong khi các tính từ như “nóng” và “lạnh” được xem xét theo nghĩa tương đối.

“Chất lưu cần được làm nóng” hoặc “được làm nóng” nghĩa là chất lưu mà sự trao đổi nhiệt dưới đây trải qua sự tăng nhiệt độ.

Ngoài ra, các chi tiết tương ứng được biểu thị bằng số chỉ dẫn tương tự.

Vòi đốt 10 thuộc kiểu thu hồi nhiệt hoặc tự thu hồi nhiệt, sự thu hồi nhiệt

của các khối đốt để làm nóng (làm nóng trước) chất lưu duy trì cháy và/hoặc chất lưu dễ cháy. Các khối đốt chính xác là các khối của cùng vòi đốt hoặc bao gồm các khối đốt lấy từ khoang đốt trong đó vòi đốt được lắp đặt cùng với các vòi đốt khác.

Thông thường, chất lưu duy trì cháy gồm có không khí và chất lưu dễ cháy của khí.

Trong phần mô tả dưới đây, sự tham chiếu sẽ được thực hiện với trường hợp trong đó chất lưu cần được làm nóng hoặc chất lưu đã được làm nóng bao gồm chất lưu duy trì cháy (nghĩa là, không khí) và chất lưu làm nóng bao gồm các khối đốt.

Tuy nhiên, các phương án thực hiện thay thế của vòi đốt 10 không bị loại trừ, trong đó bộ thu hồi nhiệt được sử dụng để làm nóng chất lưu dễ cháy (khí) hoặc cả chất lưu duy trì cháy và chất lưu dễ cháy.

Cụ thể là, trong trường hợp của các nhiên liệu có công suất tỏa nhiệt thấp hoặc trung bình, như cho các khí cho lò luyện gang (BFG có công suất tỏa nhiệt $< 900 \text{ kcal/Nm}^3$) hoặc các khí cho lò luyện thép (BOF có công suất tỏa nhiệt $< 2000 \text{ kcal/Nm}^3$), có thể sử dụng vòi đốt 10 để làm nóng trước nhiên liệu, thay vì chất lưu duy trì cháy. Trên thực tế, vì chúng là các nhiên liệu hàm lượng thấp, các lưu lượng của chúng cao hơn các lưu lượng của nhiên liệu có liên quan, do đó sẽ hiệu quả hơn trong việc làm nóng trước nhiên liệu thay vì chất lưu duy trì cháy.

Vòi đốt 10 có thể được tạo kết cấu cả cho sự vận hành trực tiếp với lửa và cho sự vận hành với ống bức xạ.

Vòi đốt 10 được tạo kết cấu để được gắn trong thành 100 của lò công nghiệp sao cho nó kéo dài ít nhất một phần qua miệng 101 tạo trong thành 100. Thành 100 định giới hạn khoang 102 của lò.

Lò, cụ thể là, là lò luyện thép và có thể là lò để làm nóng hoặc xử lý vật liệu.

Lò nêu trên không được mô tả hoặc thể hiện thêm nữa, thuộc loại đã biết bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Vòi đốt 10 bao gồm bộ thu hồi nhiệt (nghĩa là, bộ thu hồi nhiệt hoặc bộ trao đổi nhiệt) được tạo kết cấu để làm nóng (nghĩa là, làm nóng trước trước phản ứng cháy) ít nhất một chất lưu lựa chọn trong số chất lưu dễ cháy và chất lưu duy trì cháy bằng nhiệt của các khối đốt sinh ra bởi sự cháy của chất lưu dễ cháy và chất lưu duy trì cháy.

Bộ thu hồi nhiệt bao gồm thân bộ trao đổi 11 để trao đổi nhiệt giữa chất lưu cần được làm nóng hoặc chất lưu đã được làm nóng và chất lưu làm nóng, vốn được cấu thành bởi các khối đốt; thân bộ trao đổi 11 kéo dài theo hướng chiều dọc dọc theo trục dọc A-A giữa đầu thứ nhất 11a và đầu thứ hai 11b, mà đối diện theo hướng dọc trục với nhau.

Dựa vào các phương án thực hiện thể hiện trên các hình vẽ kèm theo, đầu thứ hai 11b của thân bộ trao đổi 11 được xoay về phía khoang 102 của lò và, theo cách có lợi, được chứa trong đó; do đó, nó nằm ở đầu trước của vòi đốt 10. Đầu thứ nhất 11a của thân bộ trao đổi 11 thay vào đó được xoay theo hướng đối diện tương đối với khoang 102 của lò và, theo cách có lợi, được chứa bên ngoài nó vượt quá thành 100; do đó nó được xác định ở đầu sau của vòi đốt 10.

Đầu thứ nhất 11a của thân bộ trao đổi 11 do đó xác định “phía lạnh” của bộ thu hồi nhiệt hoặc của vòi đốt 10, trong khi đầu thứ hai 11b của thân bộ trao đổi 11 xác định “phía nóng” của bộ thu hồi nhiệt hoặc của vòi đốt 10.

Ma trận được tạo trong thân bộ trao đổi 11 mà gồm có các rãnh thứ nhất 12, vốn được vượt qua bởi chất lưu cần được làm nóng hoặc chất lưu đã được làm nóng, và các rãnh thứ hai 13, mà được vượt qua bởi các khối đốt hoặc chất lưu làm nóng.

Các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 kéo dài dọc theo phần kéo dài theo chiều dọc của thân bộ trao đổi 11 giữa đầu thứ nhất 11a và đầu thứ hai

11b của nó.

Theo một đặc trưng của sáng chế, các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 được bố trí luân phiên với nhau và được tách biệt với nhau bởi các thành ngăn 14.

Mỗi thành ngăn 14 mà tách biệt các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 liền kề nhau bao quanh, ở một phía, ít nhất một trong số các rãnh thứ nhất 12 và, ở phía kia, ít nhất một trong số các rãnh thứ hai 13. Theo cách này, bề mặt trao đổi nhiệt giữa chất lưu cần được làm nóng và các khối đốt được tối đa hóa. Trên thực tế, các rãnh thứ nhất 12, mà chất lưu cần được làm nóng chảy vào trong đó, luôn nằm liền kề với các rãnh thứ hai 13, mà các khối đốt chảy vào trong đó và ngược lại. Các rãnh thứ nhất 12 không bao giờ nằm ngay liền kề với nhau; theo cách tương tự, các rãnh thứ hai 13 không bao giờ nằm ngay liền kề với nhau.

Nghĩa là, các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 được phân bố luân phiên với nhau tạo thành ma trận “bàn cờ” và chỉ được tách biệt bởi các thành ngăn 14. Các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 được phân bố luân phiên nhau dọc theo các đường và dọc theo các cột tạo thành ma trận “bàn cờ” nêu trên khi nhìn trên các mặt phẳng nằm ngang với trục dọc A-A. Các rãnh thứ nhất 12 của mỗi cặp của các đường liền kề và mỗi cặp của các cột liền kề được bố trí so le nhau và rải rác với các rãnh thứ hai 13 và ngược lại. Các thành ngăn 14 tách biệt các rãnh thứ nhất 12 khỏi các rãnh thứ hai liền kề 13 cả dọc theo các đường và dọc theo các cột của ma trận dọc theo đó chúng xen kẽ.

Vòi đốt 10 còn bao gồm ít nhất một đường ống cấp 15 để cấp chất lưu khác chọn từ chất lưu duy trì cháy và chất lưu dễ cháy, theo các phương án thực hiện thể hiện chất lưu dễ cháy. Đường ống cấp 15 có đầu vào 15a kết hợp được với nguồn của chất lưu khác và đầu ra 15b mà kết thúc trong đầu đốt, vốn nối thông chất lưu với khoang đốt CC.

Trong trường hợp trong đó vòi đốt 10 thuộc kiểu tiếp xúc trực tiếp với

lửa, khoang đốt CC bao gồm khoang 102 tương tự với lò.

Trong trường hợp trong đó vòi đốt 10 thuộc loại sử dụng ống bức xạ, khoang đốt CC bao gồm thể tích chứa bởi ống bức xạ mà trang bị vòi đốt 10 và không được thể hiện thuộc kiểu đã biết bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Vòi đốt 10 còn bao gồm các cơ cấu để chiếu sáng hoặc kích hoạt sự cháy và các cơ cấu để dò lửa, vốn cũng không được nêu hoặc mô tả chi tiết, thuộc kiểu đã biết bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Chi tiết hơn, mỗi một trong số các rãnh thứ nhất 12 có:

- đầu vào 12a cho đầu vào của chất lưu cần được làm nóng và nối thông chất lưu với ống cấp 16 của chất lưu cần được làm nóng và
- đầu ra 12b cho đầu ra từ đó của chất lưu đã làm nóng và nghĩa là, trực tiếp hoặc gián tiếp, nối thông chất lưu với khoang đốt CC.

Mỗi một trong số các rãnh thứ hai 13 có:

- đầu vào 13a cho đầu vào trong đó của các khối đốt và nghĩa là, trực tiếp hoặc gián tiếp, nối thông chất lưu với khoang đốt CC và
- đầu ra 13b cho đầu ra từ đó của các khối đốt và nối thông chất lưu với buồng xả 17 của các khối đốt.

Theo phương án thực hiện thể hiện trên các hình vẽ kèm theo, vòi đốt 10 cũng bao gồm ống phân phối 18 của chất lưu đã làm nóng mà nối thông chất lưu với các đầu ra 12b của các rãnh thứ nhất 12 và, trực tiếp hoặc gián tiếp, với khoang đốt CC.

Rõ ràng rằng các khối đốt thoát ra từ đầu ra 13b của các rãnh thứ hai 13 có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ mà chúng có ở đầu vào với các rãnh thứ hai 13; các khối đốt thoát ra từ đầu ra 13b của các rãnh thứ hai 13 do đó được biết như “các khối đốt lạnh” và các khối mà đi vào trong các rãnh thứ hai 13 qua các đầu vào tương ứng 13a được biết tới như “các khối đốt nóng”.

Theo cách tương tự, chất lưu cần được làm nóng mà đi vào trong các

rãnh thứ nhất 12 qua các đầu vào tương ứng 12a có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ mà nó có ở đầu ra từ đầu ra 12b của các rãnh thứ nhất 12; chất lưu cần được làm nóng mà đi vào trong các rãnh thứ nhất 12 do đó được biết tới như “chất lưu cần được làm nóng” hoặc “chất lưu lạnh” (cụ thể là chất lưu duy trì cháy hoặc không khí lạnh) và sẽ thoát ra từ các rãnh thứ nhất 12 do đó được biết tới như “chất lưu đã làm nóng” hoặc “chất lưu nóng” (cụ thể là chất lưu duy trì cháy hoặc không khí nóng).

Do đó, đầu thứ nhất 11a của thân bộ trao đổi được bố trí ở “phía lạnh” của vòi đốt 10, trong khi đầu thứ hai 11b của nó được bố trí ở “phía nóng” của vòi đốt 10.

Để cho phép phân chia hai chất lưu trao đổi nhiệt (nghĩa là, chất lưu cần được làm nóng và các khối đốt) giữa các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 ở đầu vào và/hoặc đầu ra từ đó sao cho such hai chất lưu này không được trộn với nhau, cần thiết rằng:

- các rãnh thứ nhất 12 kéo dài vượt quá đầu vào 13a và/hoặc đầu ra 13b của các rãnh thứ hai 13 trong các đường ống phân phối thứ nhất tương ứng 19 mà kết thúc trong đầu vào 12a hoặc trong đầu ra 12b của các rãnh thứ nhất 12, và/hoặc

- các rãnh thứ hai 13 kéo dài vượt quá đầu vào 12a và/hoặc đầu ra 12b của các rãnh thứ nhất 12 trong các đường ống phân phối thứ hai tương ứng 20 mà kết thúc trong đầu vào 13a hoặc trong đầu ra 13b của các rãnh thứ hai 13.

Kết cấu khác nhau của các rãnh thứ nhất 12, với các đường ống phân phối thứ nhất tương ứng 19 bất kỳ, và các rãnh thứ hai 13, với các đường ống phân phối thứ hai 20 bất kỳ, phụ thuộc vào kết cấu của vòi đốt 10 (nghĩa là, vào kết cấu và vào sự bố trí tương ứng của ống cấp 16, của buồng xả 17 và của ống phân phối 18 bất kỳ) và của bộ thu hồi nhiệt mà trang bị nó (ví dụ thuộc kiểu vận hành theo dòng đối hoặc dòng đảo).

Chi tiết hơn, thân bộ trao đổi 11 có:

- ở đầu thứ nhất 11a của nó, chân thứ nhất 21 mà gần như vuông góc với trục dọc A-A và tại đó các đầu vào 12a hoặc các đầu ra 12b của các rãnh thứ nhất 12 hở và vượt quá các rãnh thứ hai 13 kéo dài, vốn kéo dài vượt quá nó trong các đường ống phân phối thứ hai tương ứng 20, kết thúc trong đầu vào 13a hoặc trong đầu ra 13b của các rãnh thứ hai 13 của chúng, hoặc ngược lại (nghĩa là, đầu vào 13a hoặc đầu ra 13b của các rãnh thứ hai 13 hở ở chân thứ nhất 21 và các rãnh thứ nhất 12 mà kéo dài vượt quá chân thứ nhất 21 trong các đường ống phân phối thứ nhất tương ứng 19, kết thúc trong đầu vào 12a hoặc trong đầu ra 13b của các rãnh thứ nhất 12 của chúng), và

- ở đầu thứ hai 11b của nó, chân thứ hai 22 mà gần như vuông góc với trục dọc A-A và tại đó các đầu vào 13a hoặc các đầu ra 13b của các rãnh thứ hai 13 hở và vượt quá các rãnh thứ nhất 12 kéo dài, mà kéo dài vượt quá nó trong các đường ống phân phối thứ nhất tương ứng 19, kết thúc ở đầu vào 12a hoặc trong đầu ra 12b của các rãnh thứ nhất 12 của chúng, hoặc ngược lại (nghĩa là, đầu vào 12a hoặc các đầu ra 12b của các rãnh thứ nhất 12 hở ở chân thứ hai 22 và các rãnh thứ hai 13 kéo dài vượt quá nó hở quá chân thứ hai 22 trong các đường ống phân phối thứ hai tương ứng 20, mà kết thúc trong đầu vào 13a hoặc trong đầu ra 13b của các rãnh thứ hai 13 của chúng).

Dựa vào phương án thực hiện thể hiện trên các hình vẽ kèm theo, bộ thu hồi nhiệt thuộc kiểu vận hành theo dòng đảo; dòng của chất lưu cần được làm nóng mà vượt qua các rãnh thứ nhất 12 và dòng của các khối đốt mà vượt qua các rãnh thứ hai 13 nhờ đó có cùng phương, nhưng có các hướng đối diện. Việc sử dụng kết cấu này (dòng đảo) là có lợi về mặt hiệu suất trao đổi nhiệt.

Trong trường hợp đó, đầu vào 12a của các rãnh thứ nhất 12 và đầu ra 13b của các rãnh thứ hai 13 được tạo ở đầu thứ nhất 11a của thân bộ trao đổi 11, trong khi đầu vào 13a của các rãnh thứ hai 13 và đầu ra 12b của các rãnh thứ nhất 12 được tạo ở đầu thứ hai 11b của thân bộ trao đổi 11.

Trên “phía lạnh” hoặc sau của vòi đốt 10, ống cấp 16 của chất lưu cần

được làm nóng được bố trí ở đầu vào (theo hướng của chảy của các khối đốt) của buồng xả 17 của các khối đốt lạnh. Để giữ tách biệt dòng chất lưu cần được làm nóng ở đầu vào với các rãnh thứ nhất 12 khỏi dòng của các khối đốt lạnh ở đầu ra từ các rãnh thứ hai 13, các rãnh thứ hai 13 kéo dài trong ít nhất một đoạn của chiều dài của chúng trong các đường ống phân phối thứ hai tương ứng 20 mà kéo dài vượt quá đầu vào 12a của các rãnh thứ nhất 12 và mà kết thúc trong đầu ra 13b của các rãnh thứ hai 13.

Các đầu vào 12a của các rãnh thứ nhất 12 được chứa trong thể tích bên trong với ống cấp 16; các đường ống phân phối thứ hai 20 kéo dài qua ống cấp 16 và hở với các đầu ra tương ứng 13b của các rãnh thứ hai 13 trong buồng xả 17.

Theo cách có lợi, các đường ống phân phối thứ hai 20 hở với các đầu ra tương ứng 13b của các rãnh thứ hai 13 ở vách ngăn thứ nhất 23 mà tách biệt ống cấp 16 với buồng xả 17.

Ở “phía nóng” hoặc trước vòi đốt 10, ống phân phối 18 của chất lưu đã làm nóng được bố trí ở đầu ra (theo hướng của chảy của chất lưu đã làm nóng) của các đầu vào 13a của các đường ống thứ hai 13. Để giữ tách biệt dòng chất lưu đã làm nóng ở đầu ra của các rãnh thứ nhất 12 với dòng của các khối đốt nóng ở đầu vào với các rãnh thứ hai 13, các rãnh thứ nhất 12 kéo dài trong ít nhất một đoạn chiều dài của chúng trong các đường ống phân phối thứ nhất tương ứng 19 mà kéo dài vượt quá đầu vào 13a của các rãnh thứ hai 13 và kết thúc trong đầu ra 12b của các rãnh thứ nhất 12. Các đầu vào 13a của các rãnh thứ hai 13 được chứa trong thể tích cấp VF của các khối đốt nóng vốn bao gồm cùng khoang đốt CC hoặc tuy nhiên nối thông chất lưu với nó.

Các đường ống phân phối thứ nhất 19 kéo dài qua thể tích cấp VF và hở với các đầu ra tương ứng 12b của các rãnh thứ hai 12 trong thể tích bên trong với ống phân phối 18.

Theo cách có lợi, các đường ống phân phối thứ nhất 12 hở với các đầu

ra tương ứng 12b của các rãnh thứ nhất 12 ở vách ngăn thứ hai 24 mà tách biệt ống phân phối 18 với thể tích cấp VF. Như sẽ được thể hiện rõ ràng hơn dưới đây, vách ngăn thứ hai 24 cấu thành thành đáy của thân dạng ống mà tạo thành ống phân phối 18.

Tuy nhiên, các phương án thực hiện thay thế không bị loại trừ trong đó, ví dụ, dưới dạng hàm của sự vận hành dòng đối hoặc dòng đảo của bộ thu hồi nhiệt và/hoặc của sự bố trí khác nhau của ống cấp 16, của buồng xả 17 và của ống phân phối 18, chỉ các rãnh thứ nhất 12 kéo dài ở một hoặc cả hai đầu đối diện trong các đường ống phân phối thứ nhất tương ứng 19 hoặc chỉ các rãnh thứ hai 13 kéo dài ở một hoặc cả hai đầu đối diện trong các đường ống phân phối thứ hai tương ứng 20.

Thân bộ trao đổi 11 sau đó bao gồm thành bên ngoài 25, mà định giới hạn nó theo phương ngang và ở bên ngoài, và khoang dạng ống ở giữa, vốn đồng trục với trục dọc A-A và xác định thành bên trong 26 của thân bộ trao đổi 11.

Ma trận tạo bởi các rãnh thứ nhất 12 và bởi các rãnh thứ hai 13 được tạo giữa thành bên ngoài 25 và thành bên trong 26 của thân bộ trao đổi 11.

Theo phương án thực hiện thể hiện trên các hình vẽ kèm theo, thành bên ngoài 25 và thành bên trong 26 đồng trục với nhau và có hình trụ; ma trận này do đó được tạo trong vòm hình trụ định giới hạn bởi chúng.

Trong trường hợp đó, như có thể thấy rõ ràng trên các hình vẽ kèm theo, xét tới các mặt cắt ngang của thân bộ trao đổi 11 bao gồm giữa chân thứ nhất 21 và chân thứ hai 22 của nó, nghĩa là phần trung gian với các đầu thứ nhất và thứ hai của nó, các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 được phân bố, theo cách xen kẽ, dọc theo các vòm hình tròn đồng tâm với trục dọc A-A. Dọc theo mỗi một trong số các vòm hình tròn, các rãnh thứ nhất 12 xen kẽ với các rãnh thứ hai 13. Các rãnh thứ nhất 12 của vòm hình tròn thay vào đó được bố trí so le tương đối với các rãnh thứ nhất 12 của các vòm hình tròn liền kề và được

căn thẳng với các rãnh thứ hai 13 của nó; do đó dọc theo các hướng tâm có các hàng của các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 luân phiên với nhau. Theo cách này, mỗi rãnh thứ nhất 12 chỉ được bao quanh bởi và tiếp giáp với các rãnh thứ hai 13 và ngược lại. Trong trường hợp này các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 được phân bố luân phiên nhau dọc theo các đường chu vi và dọc theo các cột hướng tâm tạo thành ma trận “bàn cờ”.

Tuy nhiên, các phương án thực hiện thay thế không bị loại trừ trong đó, ví dụ, hình dạng của thành bên ngoài 25 và của thành bên trong 26 của thân bộ trao đổi 11 là khác với hình dạng đã thể hiện. Chúng có thể, ví dụ, có hình trụ với mặt cắt elip hoặc hình lăng trụ với mặt cắt hình vuông hoặc tam giác; chúng cũng có thể có hình dạng khác nhau. Kết cấu đã lựa chọn phụ thuộc vào, ví dụ, khoảng trống có sẵn để lắp đặt vòi đốt 10. Theo một phương án thực hiện thay thế có thể có thể hiện trên Fig.7 các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 được phân bố luân phiên nhau dọc theo các đường thẳng (nghĩa là, các hàng) song song với nhau và dọc theo các cột song song với nhau và vuông góc với các hàng, tạo thành ma trận “bàn cờ”.

Ngoài ra, theo phương án thực hiện thể hiện trên các hình vẽ kèm theo, các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 là thẳng và song song với trục dọc A-A.

Tuy nhiên, các phương án thực hiện thay thế không bị loại trừ trong đó các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13, mặc dù có thể kéo dài song song với nhau, có thiết kế không thẳng, ví dụ được tạo dạng cong hoặc xoắn ốc.

Trong trường hợp bất kỳ, các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 được phân bố luân phiên với nhau trong ma trận, sao cho các rãnh thứ nhất 12 chỉ được bao quanh bởi và tiếp giáp với các rãnh thứ hai 13 và ngược lại. Sự trao đổi nhiệt giữa chất lưu cần được làm nóng mà chảy vào trong các rãnh thứ nhất 12 và các khối đốt mà chảy vào trong các rãnh thứ hai 13 diễn ra bởi sự đối lưu và sự dẫn: các khối đốt mà vượt qua các rãnh thứ hai 13 truyền nhiệt

bởi sự đối lưu với mặt của các thành ngăn 14 tiếp giáp trực tiếp với chúng, các thành ngăn 14 được làm nóng bởi sự dẫn và, ở mặt của chúng mà tiếp giáp với các rãnh thứ nhất 12, truyền nhiệt bởi sự đối lưu với chất lưu cần được làm nóng mà vượt qua các rãnh thứ nhất 12 của chúng.

Ngoài ra, theo phương án thực hiện thể hiện trên các hình vẽ kèm theo, các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 có mặt cắt ngang gần như không đổi dọc theo toàn bộ chiều dài của nó ngoại trừ dọc theo các đường ống phân phối thứ nhất tương ứng 19 và các đường ống phân phối thứ hai 20. Tuy nhiên, các phương án thực hiện thay thế không bị loại trừ trong đó các rãnh thứ nhất 12 và/hoặc các rãnh thứ hai 13 có thể có mặt cắt ngang mà thay đổi, về hình dạng và/hoặc kích thước, dọc theo phần kéo dài theo chiều dọc của nó dưới dạng hàm, ví dụ, của các thể thích khác nhau chiếm bởi chất lưu cần được làm nóng và/hoặc bởi các khối đốt khi nhiệt độ của chúng thay đổi.

Như có thể được hiểu ngay lập tức bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này, phần kéo dài của các rãnh thứ nhất 12 và của các rãnh thứ hai 13 được định kích thước dưới dạng hàm của hiệu suất trao đổi nhiệt cần thu được, các tổn thất áp lực của hai chất lưu mà vượt qua chúng và khoảng trống có sẵn để lắp đặt vòi đốt 10. Nói chung, các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 càng dài, diện tích bề mặt trao đổi giữa các chất lưu chảy trong đó càng lớn và hiệu suất trao đổi nhiệt giữa chúng càng lớn, tuy nhiên, khi chiều dài của các rãnh thứ nhất 12 và của các rãnh thứ hai 13 tăng, các tổn thất áp lực của các chất lưu vượt qua chúng cũng tăng. Việc lựa chọn chiều dài của các rãnh thứ nhất 12 và của các rãnh thứ hai 13, do đó, bị ảnh hưởng bởi các tham số khác nhau dưới dạng hàm của kết quả cần thu được.

Hình dạng và kích thước của các mặt cắt ngang của các rãnh thứ nhất 12 và của các rãnh thứ hai 13, cũng như các thành ngăn tương 14, còn có thể được xác định dưới dạng hàm tối ưu sự trao đổi nhiệt giữa chất lưu cần được làm nóng và các khối đốt. Cụ thể là, hình dạng của các mặt cắt ngang của các rãnh

thứ nhất 12 và của các rãnh thứ hai 13 là để tối đa hóa vùng đường dẫn của các chất lưu vượt qua chúng và để giảm tới mức tối thiểu chiều dày của các thành ngăn 14. Chiều dày của các thành ngăn 14 là đặc biệt quan trọng trong các bước vận hành chuyển tiếp của vòi đốt 10, trong quá trình đó quán tính nhiệt của các thành ngăn 14 cần phải được tối thiểu theo cách có lợi. Các bước chuyển tiếp nêu trên thường xuất hiện khi vòi đốt 10 được điều khiển bằng chức năng bật/tắt và hai chất lưu (chất lưu cần được làm nóng và các khối đốt) chảy lần lượt vào trong các rãnh thứ nhất 12 và vào trong các rãnh thứ hai 13 của thân bộ trao đổi 11 theo cách đồng thời và theo cách không liên tục.

Dựa vào Fig.3a và Fig.3b, có thể quan sát thấy rằng.

Như đã biết, công thức để tính hệ số trao đổi nhiệt đối lưu (hệ số này tỷ lệ với số Nusselt) là như sau:

$$h \propto Nu = C2 * Re^n * Pr^m$$

Trong đó:

h: hệ số trao đổi nhiệt đối lưu [W/m²K]

Nu: số Nusselt

C2: hằng số “empirical”

Re: số Reynolds (= $V * Dh / \nu$)

Pr: số Prandtl

V: Tốc độ chất lưu trung bình [m/s]

Dh: đường kính thủy lực (= $4 * \text{Diện tích} / \text{chu vi}$)

ν: độ nhớt động học

từ đó có thể suy ra rằng để thu được hệ số truyền nhiệt bằng nhau giữa các rãnh khác nhau, mặc dù có mặt cắt khác nhau, số Reynolds tương tự được yêu cầu. Để thực hiện điều đó, xem rằng độ nhớt và số Prandtl chỉ phụ thuộc vào chất lưu, dạng hình học của các rãnh thứ nhất 12 và của các rãnh thứ hai 13 cần phải được thay đổi, và do đó đường kính thủy lực *Dh*, và tốc độ dòng chất lưu trong các rãnh thứ nhất 12 và trong các rãnh thứ hai 13 theo cách thích

hợp.

Dựa vào Fig.3a, có thể, bằng cách lấy ví dụ, xác định trong đó ma trận bao gồm các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 xen kẽ với nhau. Trong kết cấu này, các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 được định kích thước sao cho các mặt cắt ngang của chúng đều có cùng diện tích dọc theo toàn bộ ma trận. Theo đó, nếu các tổn thất áp lực trong mỗi rãnh thứ nhất 12 và mỗi rãnh thứ hai 13 là bằng nhau, thì sẽ không chỉ có số Reynolds tương tự, mà còn có cả chảy tốc độ tương tự của chất lưu tương ứng và đường kính thủy lực tương tự.

Kết cấu là tối ưu, nhưng bị giới hạn về mặt chiều dày của các thành ngăn 14.

Trong kết cấu thể hiện trên Fig.3b, các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 được tạo kết cấu sao cho các mặt cắt ngang của chúng là không đổi dọc theo toàn bộ ma trận. Theo cách này, có thể tối thiểu chiều dày của các thành ngăn 14 mà tách biệt các rãnh thứ nhất 12 khỏi các rãnh thứ hai 13 với sự giảm liên tục của quán tính nhiệt để làm nóng các thành ngăn 14 của chúng và, đồng thời, sự giảm về sự dẫn nhiệt theo chiều dọc của các thành bên ngoài 25 và trong 26 của thân bộ trao đổi 11.

Trong trường hợp này, nếu việc phân chia dòng giữa các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 không được tối ưu, số Reynolds khác nhau sẽ được thu giữa các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 khác nhau với tính không đều liên tục của hệ số truyền nhiệt h .

Để khắc phục nhược điểm nêu trên có thể làm phù hợp và định kích thước các đường ống phân phối thứ nhất 19 và các đường ống phân phối thứ hai 20 theo cách thích hợp để có thể điều khiển các tổn thất tập trung mà sinh ra bởi chúng.

Hình dạng và các kích thước bên ngoài của các đường ống phân phối thứ nhất 19 và của các đường ống phân phối thứ hai 20 là quan trọng đối với

sự phân phối chất lưu mà chạm vào chúng ở bên ngoài. Hình dạng và các kích thước bên ngoài của các đường ống phân phối thứ nhất 19 là quan trọng đối với sự phân phối các khối đốt mà chạm vào chúng ở bên ngoài trước khi đi vào trong các rãnh thứ hai 13, hình dạng và các kích thước bên ngoài của các đường ống phân phối thứ hai 20 là quan trọng đối với sự phân phối chất lưu cần được làm nóng (không khí) mà chạm vào chúng ở bên ngoài trước khi đi vào trong các rãnh thứ nhất 12.

Hình dạng và các kích thước bên trong của các đường ống phân phối thứ nhất 19 và của các đường ống phân phối thứ hai 20 là quan trọng đối với sự phân phối chất lưu mà vượt qua chúng ở bên trong. Hình dạng và các kích thước bên trong của các đường ống phân phối thứ nhất 19 là quan trọng đối với sự phân phối chất lưu đã làm nóng mà thoát ra từ các rãnh thứ nhất 12, hình dạng và các kích thước bên trong của các đường ống phân phối thứ hai 20 là quan trọng đối với sự phân phối các khối đốt lạnh mà thoát ra từ các rãnh thứ hai 13.

Dựa vào phương án thực hiện thể hiện trên các hình vẽ kèm theo, trong đó ma trận của các rãnh thứ nhất 12 và của các rãnh thứ hai 13 kéo dài vào trong vòm hình trụ định giới hạn bởi thành bên ngoài 25 và bởi thành bên trong 26 với kết cấu “bàn cờ” như được mô tả bên trên, các đường ống phân phối thứ nhất 19 và các đường ống phân phối thứ hai 20 được tạo kết cấu và định kích thước ở bên ngoài sao cho các tổn thất áp lực của chất lưu tương ứng mà chạm vào chúng ở bên ngoài (nghĩa là, các khối đốt nóng và chất lưu lạnh cần được làm nóng, lần lượt) được tính để tối ưu sự phân chia dòng của chúng ở đầu vào tới các rãnh thứ hai 13 và vào trong các rãnh thứ nhất 12, lần lượt, vốn xen kẽ dọc theo các hàng mà kéo dài dọc theo các hướng tâm R. Sự định kích thước nêu trên cũng xét tới các tổn thất áp lực phân phối mà được sinh ra dọc theo các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13.

Vẫn dựa vào ma trận của các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 như

được mô tả bên trên và như được thể hiện trên các hình vẽ kèm theo, các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 mà xen kẽ dọc theo các vòm hình tròn với đường kính lớn hơn (bên ngoài nhiều hơn) tạo điều kiện thuận lợi cho sự đi qua của chất lưu mà vượt qua chúng thay vì các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 mà xen kẽ dọc theo các vòm hình tròn với đường kính nhỏ hơn (bên trong nhiều hơn). Các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 mà xen kẽ dọc theo các vòm hình tròn với đường kính nhỏ hơn do đó phải chịu các tổn thất áp lực lớn hơn mà chất lưu tương ứng trải qua khi vượt qua các khoảng trống rỗng giữa các đường ống phân phối thứ hai 20 và các đường ống phân phối thứ nhất 19, lần lượt, trước khi chạm tới chúng.

Vì lý do này, để tối ưu sự trao đổi nhiệt giữa hai chất lưu, cần phải đưa vào các biện pháp và/hoặc các cơ cấu nhờ đó các tổn thất áp lực mong muốn được sinh ra, được tính để làm đều các lưu lượng của hai chất lưu dọc theo các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 tương ứng của toàn bộ ma trận. Các biện pháp và/hoặc các cơ cấu nêu trên có thể gồm có kết cấu mong muốn và/hoặc sự định kích thước bên ngoài mong muốn của các đường ống phân phối thứ nhất 19 và của các đường ống phân phối thứ hai 20 vốn cản trở và làm tắc nghẽn, cụ thể là theo phương hướng tâm, sự đi qua của các khối đốt nóng ở đầu vào tới các rãnh thứ hai 13 và của chất lưu lạnh cần được làm nóng ở đầu vào tới các rãnh thứ nhất 12, lần lượt.

Theo cách tương tự, việc làm phù hợp và sự định kích thước của mặt cắt ngang bên trong của các đường ống phân phối thứ nhất 19 và của các đường ống phân phối thứ hai 20 được mô tả sao cho các tổn thất áp lực sinh ra trong chúng sẽ bù, nếu cần, các tổn thất áp lực gây ra bởi sự định kích thước mô tả trên đây.

Theo cách tương tự, hình dạng và các kích thước bên trong và bên ngoài của các đường ống phân phối thứ nhất 19 và của các đường ống phân phối thứ hai 20 được xác định dưới dạng hàm của sự phân phối, về mặt chảy, lần lượt

của hai chất lưu (chất lưu cần được làm nóng và các khối đốt) dọc theo các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13.

Dưới đây, một phương pháp có thể có được minh họa để định kích thước các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 để cân bằng các dòng nhiệt q_i qua các thành ngăn 14 của các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 ở mặt cắt ngang của ma trận tương ứng. Rõ ràng rằng, các mặt cắt ngang khác nhau, nghĩa là, lấy ở độ cao khác nhau dọc theo trục dọc A, sẽ có các dòng nhiệt khác nhau, vì sự chênh lệch nhiệt độ giữa các khối đốt và chất lưu cần được làm nóng là khác nhau.

Sự cân bằng các dòng nhiệt giữa các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 ở mỗi mặt cắt ngang của ma trận cho phép thu được hiệu suất trao đổi nhiệt tốt, ngăn không cho “các dòng nhiệt vô công” sinh ra giữa các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13, đảm bảo rằng hầu hết năng lượng nhiệt của các khối đốt được truyền vào chất lưu cần được làm nóng. Nếu, ngược lại, các dòng nhiệt giữa các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 là không đều, với các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 trao đổi nhiều nhiệt hơn tương đối với các rãnh khác, sự chênh lệch nhiệt độ giữa các khối đốt và chất lưu cần được làm nóng sẽ không đều. Sự không đều về nhiệt độ nêu trên sẽ dẫn tới tổn thất hiệu suất của bộ trao đổi, cụ thể là trong các vùng trong đó sự chênh lệch nhiệt độ giữa hai chất lưu là lớn hơn.

Bằng cách tối đa hóa diện tích trao đổi nhiệt, có thể thu được vùng trao đổi hiệu suất cao nhờ đó.

Nhằm mục đích đơn giản hóa, sự tham chiếu sẽ được thực hiện bên dưới với ma trận trong đó các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 được phân bố luân phiên với nhau trong vòm hình trụ trên Fig.9 thể hiện mặt cắt ngang riêng phần.

Giả định rằng các thành ngăn giữa các rãnh có chiều dày không đáng kể như sẽ được thể hiện rõ ràng hơn dưới đây, giả định là bằng không.

Chú ý rằng các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 có hình dạng bên ngoài và sự phân bố tương tự các rãnh mô tả bên trên dựa vào Fig.3a hoặc Fig.3b.

Dọc theo mỗi hướng tâm R, các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 được căn thẳng luân phiên với nhau trong vòm hình tròn (trên mặt cắt) định giới hạn ở bên trong bởi chu vi của đường kính nhỏ hơn bằng với đường kính bên trong của bộ trao đổi (thành bên trong 26), và ở bên ngoài bởi chu vi của đường kính lớn hơn bằng với đường kính bên ngoài của bộ trao đổi (thành bên ngoài 25). Vẫn dựa vào mặt cắt ngang của thân bộ trao đổi 11, các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 mà xen kẽ dọc theo cùng hướng tâm R được định giới hạn theo phương ngang (nghĩa là, dọc theo các cạnh hướng tâm của nó) bởi các đường thẳng tương ứng định giới hạn vùng quạt hình tròn mà góc của nó ở tâm được biểu thị là α , trong đó α bằng với $2\pi/N$, N là số chẵn.

Nhằm mục đích đơn giản hóa các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 sẽ được biểu thị là “các rãnh” của ma trận chỉ số hóa bằng các chỉ số ij , trong đó i thay đổi từ 1 tới M ($i=1\dots M$), M là số lượng các rãnh mà xen kẽ dọc theo mỗi hướng tâm R của ma trận, và j thay đổi từ 1 tới N ($j=1\dots N$), N là số lượng các rãnh mà xen kẽ dọc theo mỗi vòm hình tròn của ma trận. Rãnh thứ ij do đó được định giới hạn theo phương hướng tâm bằng các đường kính D_i và D_{i+1} , trong đó i thay đổi từ 1 tới M và trong đó D_1 là đường kính nhỏ nhất của bộ trao đổi (giá trị đã biết) và D_{M+1} là đường kính lớn nhất bằng với đường kính bên ngoài của bộ trao đổi (giá trị đã biết).

Theo cách tương tự, các thành ngăn 14 sẽ được biểu thị là “các thành”.

Một phần của ma trận còn được xem như song song với trục dọc có chiều dài LA, nghĩa là, đường trục chính của bộ trao đổi nhiệt của chiều dài LA được xem xét.

Công thức cơ bản cho phương pháp định kích thước xét tới hệ số truyền nhiệt h_{ij} qua thành của rãnh thứ ij

$$h_{ij} = \frac{q_{ij}}{A_{ij} \Delta T_{h,c}} \quad (1)$$

Trong đó:

q_{ij} là tổng lưu lượng nhiệt qua các thành của rãnh thứ ij , được biểu thị, ví dụ, bằng [W],

A_{ij} là diện tích trao đổi hiệu dụng của thành được xem xét (bề mặt phủ lên bởi chất lưu mà trao đổi nhiệt) Và

$\Delta T_{h,c} = T_h - T_c$ thể hiện sự chênh lệch nhiệt độ tương đối với các khối đốt ở nhiệt độ T_h và với chất lưu cần được làm nóng tới nhiệt độ T_c tách biệt bởi thành được xem xét.

Sự liên kết giữa hệ số truyền nhiệt h_{ij} và các tham số về dạng hình học và chất lưu-động của bộ trao đổi nhiệt có thể được biểu diễn bằng các mối quan hệ chức năng như:

$$h_{ij} \sim Nu_{ij} = C Re_{ij}^n Pr_{ij}^m \quad (2)$$

Trong đó:

C , n và m thể hiện các hằng số hồi quy khác nhau của dữ liệu thực nghiệm trong dạng biểu diễn bởi mối quan hệ (2),

$Re_{ij} = \frac{u_{ij} D_{c,ij}}{\mu}$ là số Reynolds cho thành của rãnh thứ ij , thu được từ tốc độ trung bình u_{ij} của chất lưu trong rãnh thứ ij ,

$D_{c,ij} \sim \sqrt{A_{t,ij}}$ là đường kính đặc trưng trung bình của rãnh thứ ij , vốn được ghép với diện tích mặt cắt ngang (vùng đường dẫn) của dòng chảy tự do $A_{t,ij}$,

μ biểu thị độ nhớt động của chính chất lưu,

Pr_{ij} là số Prandtl trung bình, hàm của các đặc tính nhiệt vật lý duy nhất của chất lưu.

Bằng cách đưa lưu lượng theo khối lượng $\dot{m}_{ij}$ cho rãnh thứ ij với thành

tương ứng, tốc độ trung bình của chất lưu cũng có thể được biểu diễn dưới dạng

$$u_{ij} = \frac{\dot{m}_{ij}}{\rho A_{t,ij}}$$

Mối quan hệ cơ bản khác là mối quan hệ mà thể hiện các sụt áp trong rãnh thứ ij , vốn giả định dạng

$$\Delta p_{ij} = K_{ij} \frac{u_{ij}^2}{2\rho} \quad (3)$$

trong đó K_{ij} (hệ số tổn thất áp suất của rãnh thứ ij) vẫn thể hiện hằng số thực nghiệm, chỉ xuất phát từ các tham số hình học của rãnh và không từ các đặc tính nhiệt vật lý của chính chất lưu.

Các phương pháp định kích thước khác nhau có thể được tuân theo, dựa vào các tham số thiết kế quan tâm.

Sự tham chiếu được thực hiện bên dưới bằng cách lấy ví dụ với ma trận mà các rãnh của nó được phân bố trong vòm hình trụ trên mặt cắt ngang được thể hiện như được thể hiện dưới dạng sơ đồ và riêng phần trên Fig.9, tuy nhiên quá trình định kích thước có thể được mở rộng tới các phân bố khác nhau của các rãnh.

Quá trình định kích thước xét tới dữ liệu đầu vào:

- kích thước của góc α của các rãnh như được thể hiện trên Fig.9,
- lưu lượng toàn phần của các khối đốt (chất lưu nóng) $\dot{m}_h$,
- lưu lượng toàn phần của chất lưu cần được làm nóng (chất lưu lạnh), nghĩa là, không khí, $\dot{m}_c$ và
- các nhiệt độ đầu vào của các khối đốt và của chất lưu cần được làm nóng (không khí),
- các bước áp suất có sẵn cho các khối đốt và chất lưu cần được làm nóng (không khí) lần lượt Δp_h và Δp_c .

Phương pháp định kích thước sinh ra dưới dạng dữ liệu đầu ra các đường kính D_i của các thành ngăn của các rãnh.

Xét tới dạng hình học của các rãnh thể hiện trên Fig.9, công thức để tính diện tích trao đổi nhiệt và diện tích mặt cắt ngang (vùng đường dẫn) cho rãnh thứ ij lần lượt là

$$A_{ij} = LA \left(\frac{\alpha}{2} (D_{i+1} + D_i) + (D_{i+1} - D_i) \right) \quad (4)$$

$$A_{t,ij} = \frac{\alpha}{8} (D_{i+1}^2 - D_i^2) \quad (5)$$

trong đó các chiều dày của các thành được bỏ qua nhằm mục đích đơn giản hóa và A_{ij} và $A_{t,ij}$ chỉ phụ thuộc vào đường kính bên trong D_i và đường kính bên ngoài D_{i+1} của vòm hình tròn dọc theo đó rãnh thứ ij được định vị.

Để tối đa hóa hiệu suất trao đổi nhiệt, hai phương pháp định kích thước khác nhau có thể được sử dụng.

Theo phương pháp định kích thước thứ nhất, giả định rằng không cần phải quan tâm tới việc điều chỉnh các tổn thất áp lực cục bộ ở đầu vào và/hoặc đầu ra từ rãnh nhờ các phần hẹp thích hợp từ đường kính hiệu chỉnh. Kết cấu này là kết cấu đơn giản nhất có thể có, trong đó các tổn thất áp lực là bằng nhau trong tất cả các rãnh.

Theo phương pháp thứ hai, bằng cách đưa vào các phần hẹp hiệu chỉnh của vùng đường dẫn của mỗi rãnh, có thể phân biệt các tổn thất áp lực giữa chúng. Bằng cách bổ sung thêm tham số thiết kế nêu trên, trên thực tế có thể thu được các rãnh có cùng dòng nhiệt và các lưu lượng phân biệt mà không trực tiếp tuân theo tỷ số của các diện tích đường dẫn.

Phương pháp định kích thước thứ nhất bây giờ được minh họa (với các tổn thất áp lực đều) dựa cụ thể vào dạng hình học của kiểu minh họa trên Fig.9, phương pháp này được áp dụng với các trường hợp có các hình dạng rãnh khác nhau. D_i là ẩn số cần được xác định, cụ thể là xét tới các rãnh ij và $i+1, j'$ đặt trên hai kích thước liên kề $D_i < D_{i+1}$ vượt qua bởi cùng một chất lưu (các khối đốt hoặc chất lưu cần được làm nóng) và, do đó, bố trí trong các vùng quạt hình

tròn khác nhau và liền kề với nhau, theo kiểu định kích thước này giả định rằng

$$\Delta p_{ij} = \Delta p_{i+1,j'}, \quad (6)$$

từ đó, khi $\rho_{ij} = \rho_{i+1,j'}$, và cũng từ $K_{ij} = K_{i+1,j'}$, do thực tế là các rãnh có các hình dạng tương tự, nên theo đó

$$\frac{\dot{m}_{ij}}{A_{t,ij}} = \frac{\dot{m}_{i+1,j'}}{A_{t,i+1,j'}} \quad (7)$$

Công thức (7) thể hiện thực tế là, đã thiết lập tổn thất áp suất tương tự trên các rãnh, lưu lượng được chia theo tỷ lệ với tỷ số của các diện tích dòng chảy tự do.

Mối quan hệ thứ hai mà được áp dụng là mối quan hệ “thiết kế tốt” như được biểu diễn bên trên (nghĩa là, dòng nhiệt thực là bằng nhau cho tất cả các rãnh), sao cho các dòng nhiệt của các rãnh liền kề, nghĩa là, trên các vòm hình tròn liền kề, là bằng nhau, nghĩa là, vùng của bộ trao đổi được sử dụng ở hiệu suất tối đa của nó. Mối quan hệ thiết kế do đó được biểu diễn dưới dạng

$$q_{ij} = q_{i+1,j'} \quad (8)$$

mà, sau khi thay thế (1) và (2), xét tới đẳng thức của các số Prandtl và các đặc tính nhiệt vật lý, kéo theo rằng:

$$Re_{ij}^n A_{ij} = Re_{i+1,j'}^n A_{i+1,j'}$$

Từ định nghĩa của số Reynolds và nhớ rằng $D_{c,ij} \sim \sqrt{A_{t,ij}}$, có thể suy ra rằng:

$$u_{ij}^n A_{t,ij}^{n/2} A_{ij} = u_{i+1,j'}^n A_{t,i+1,j'}^{n/2} A_{i+1,j'}$$

mà, đối với định nghĩa của tốc độ chất lưu trung bình, kéo theo rằng

$$\dot{m}_{ij}^n A_{t,ij}^{-n/2} A_{ij} = \dot{m}_{i+1,j'}^n A_{t,i+1,j'}^{-n/2} A_{i+1,j'} \quad (9)$$

do đó, sử dụng công thức (7) mối quan hệ hình học được đặt vốn liên kết các vùng đường dẫn và các vùng trao đổi nhiệt

$$A_{t,ij}^{n/2} A_{ij} = A_{t,i+1,j'}^{n/2} A_{i+1,j'}$$

Trong trường hợp của dạng hình học trên Fig.9, việc thay thế các mối

quan hệ (4) và (5) cho phép đặt được mối quan hệ thiết kế sau đây:

$$\left(\frac{\alpha}{2}(D_{i+1} + D_i) + (D_{i+1} - D_i)\right)(D_{i+1}^2 - D_i^2)^{\frac{n}{2}} = \left(\frac{\alpha}{2}(D_{i+2} + D_{i+1}) + (D_{i+2} - D_{i+1})\right)(D_{i+2}^2 - D_{i+1}^2)^{n/2} \quad (10)$$

Trong đó D_i không thay đổi khi chỉ số j của các rãnh thứ ij thay đổi.

M là số lượng các rãnh mà theo sau nhau dọc theo mỗi hướng tâm R của ma trận tạo thành bộ trao đổi nhiệt, có thể viết phương trình nêu trên cho mọi số nguyên của i bao gồm giữa 1 và $M-1$ ($i=1 \dots M-1$), nhờ đó thu được hệ thống của $M-1$ phương trình trong $M-1$ ẩn số (xem rằng D_1 tương ứng với đường kính bên trong của bộ trao đổi, trùng với đường kính của thành bên trong 26, và D_{M+1} tương ứng với đường kính bên ngoài của bộ trao đổi trùng với đường kính của thành bên ngoài 25, do đó D_1 và D_{M+1} là các tham số đầu vào của phép tính).

Phương pháp định kích thước thứ hai bây giờ sẽ được mô tả (nghĩa là, với các tổn thất áp lực phân biệt). Các tổn thất áp lực có thể được phân biệt ví dụ bằng cách đưa vào các phần hẹp ở đầu vào và/hoặc đầu ra của mỗi đường ống, các phần hẹp mà cũng có thể được phân biệt cho mỗi đường ống dưới dạng hàm của vị trí của nó tương đối với ống gom hoặc cấp tương ứng. Ngoài ra hoặc theo cách luân phiên, các tổn thất áp lực có thể được phân biệt bằng cách điều chỉnh độ hoàn thiện bề mặt của các đường ống riêng biệt.

Trường hợp có các tổn thất áp lực đã hiệu chỉnh ở đầu vào và/hoặc đầu ra với các rãnh riêng biệt được phân tích theo cách tương tự với trường hợp có các tổn thất áp lực đều (nghĩa là, phương pháp thứ nhất mô tả bên trên). Biến thể duy nhất cần được xem xét đó là công thức (6) trong trường hợp này trở thành

$$\Delta p_{ij} + \Delta p_{in,ij} + \Delta p_{out,ij} = \Delta p_{i',j'} + \Delta p_{in,i',j'} + \Delta p_{out,i',j'} \quad (11)$$

Xét tới các cặp của các rãnh thứ ij -th và $i'j'$, trong đó $\Delta p_{in,ij}$, $\Delta p_{out,ij}$ là

các tham số thiết kế, mà có thể được hiệu chỉnh để thu được sự phân chia nhỏ mong muốn của các lưu lượng. Các tham số thiết kế này mang lại thêm nữa mức tự do, mà đi cùng mỗi quan hệ “thiết kế tốt” biểu diễn bởi công thức (8), cho phép thu được mức tự do hơn nữa trên định nghĩa dạng hình học của các vùng của các rãnh. Mỗi quan hệ đưa ra bởi công thức (11) giả định hình dạng tương tự với hình dạng của công thức (7) mà trên thực tế là

$$\Delta p_{in,ij} + \frac{K_{ij}}{2 \rho_{ij}^3} \left(\frac{\dot{m}_{ij}}{A_{t,ij}} \right)^2 + \Delta p_{out,ij} = \Delta p_{in,i',j'} + \frac{K_{i',j'}}{2 \rho_{i',j'}^3} \left(\frac{\dot{m}_{i',j'}}{A_{t,i',j'}} \right)^2 + \Delta p_{out,i',j'} \quad (12)$$

trong đó K_{ij} và $K_{i',j'}$ là các hệ số tổn thất áp suất cho các rãnh thứ ij -th và $i'j'$, mà trong trường hợp đó giả định các giá trị khác nhau, các rãnh thứ ij -th và $i'j'$ có thể có dạng phù hợp khác nhau.

Công thức (12), chỉ như công thức (7), thể hiện lại sự liên kết giữa các lưu lượng trong hai rãnh, trong đó trong trường hợp đó các tổn thất áp lực đã hiệu chỉnh ở đầu vào và/hoặc đầu ra từ rãnh riêng biệt cũng có hiệu quả. Bằng cách kết hợp công thức (12) và công thức (9) có thể đạt tới hệ các phương trình trong đó các tham số thiết kế khác nữa cũng được thể hiện bởi các tổn thất áp lực đã hiệu chỉnh. Các tổn thất áp lực đã hiệu chỉnh có thể được lựa chọn để đảm bảo điều kiện “thiết kế tốt” (nghĩa là, độ đồng đều của các dòng nhiệt giữa các rãnh của cùng một vùng) cũng cho các trường hợp hình học trong đó các vùng đường dẫn của các rãnh sẽ tạo ra phân chia dòng không đủ giữa các rãnh để đảm bảo điều kiện thiết kế mong muốn.

Hệ các phương trình là:

$$\begin{cases} \Delta p_{in,ij} + \frac{K_{ij}}{2 \rho_{ij}^3} \left(\frac{\dot{m}_{ij}}{A_{t,ij}} \right)^2 + \Delta p_{out,i} = H \\ \dot{m}_{ij}^n A_{t,ij}^{-n/2} A_{ij} = Z \end{cases}$$

Trong đó

- $\Delta p_{in,ij}$, $\Delta p_{out,ij}$ là các tổn thất áp lực tập trung ở đầu vào và ở đầu ra

của rãnh thứ ij ;

- K_{ij} là hệ số của tổn thất áp lực phân bố dọc theo rãnh thứ ij ;
- m_{ij} lưu lượng theo khối lượng của chất lưu mà chảy qua rãnh thứ ij ;
- ρ_{ij} mật độ của chất lưu mà chảy qua rãnh thứ ij ;
- $A_{t,ij}$ vùng đường dẫn tự do theo phương ngang của chất lưu của rãnh

thứ ij ;

- A_{ij} bề mặt trao đổi nhiệt đối lưu toàn phần của rãnh thứ ij ;
- H và Z các giá trị hằng số và bằng nhau cho tất cả của các rãnh của

thân bộ trao đổi 11.

Dựa vào các hình vẽ kèm theo, các đường ống phân phối thứ nhất 19 và các đường ống phân phối thứ hai 20 có các hình dạng chóp cụt có đế thẳng hoặc các hình dạng nón cụt mà chân lớn nhất của nó được xác định lần lượt ở chân thứ hai 22 và ở chân thứ nhất 21 của thân bộ trao đổi 11.

Theo cách có lợi, dựa vào phương án thực hiện thể hiện trên các hình vẽ kèm theo, mỗi rãnh thứ nhất 12 kéo dài vào trong đường ống phân phối thứ nhất tương ứng 19 mà xác định đầu ra tương ứng 12b của nó và mỗi rãnh thứ hai 13 kéo dài trong đường ống phân phối thứ hai tương ứng 20 mà xác định đầu ra tương ứng 13b của nó.

Trong trường hợp bất kỳ, các đường ống phân phối thứ nhất 19 và các đường ống phân phối thứ hai 20 được bố trí sao cho các rãnh thứ nhất 12 và thứ hai các rãnh liền kề 13 không bao giờ được vượt qua bởi cùng một chất lưu.

Về điểm này, cần chú ý rằng theo phương án thực hiện thể hiện trên các hình vẽ kèm theo, tất cả các rãnh thứ nhất 12 và tất cả các rãnh thứ hai 13 lần lượt được vượt qua bởi chất lưu cần được làm nóng và các khối đốt. Tuy nhiên, các phương án thực hiện thay thế không bị loại trừ trong đó chỉ một phần của các rãnh thứ nhất 12 và của các rãnh thứ hai 13 tạo thành ma trận được sử dụng nhằm các mục đích trao đổi nhiệt và, do đó, lần lượt được vượt qua bởi chất

lưu cần được làm nóng và các khối đốt. Trong trường hợp bất kỳ, các rãnh thứ nhất 12 và thứ hai các rãnh liền kề 13 được vượt qua lần lượt bởi chất lưu cần được làm nóng và bởi các khối đốt và không bao giờ bởi cùng một chất lưu.

Theo một phương án thực hiện ưu tiên, đường ống cấp 15 của chất lưu khác (nghĩa là, chất lưu duy trì cháy hoặc khí) được chứa trong ít nhất một đoạn chiều dài của nó trong khoang dạng ống ở giữa của thân bộ trao đổi 11 và được bố trí gần như đồng trục với trục dọc A-A.

Đầu ra 15b (đầu đốt) của đường ống cấp 15 kéo dài vượt quá vách ngăn thứ hai 24.

Đầu vào 15a của đường ống cấp 15 kéo dài vượt quá buồng xả 17 của các khối đốt lạnh.

Thành bên trong 26 của thân bộ trao đổi 11 kéo dài, theo cách có lợi, vượt quá vách ngăn thứ nhất 23 kéo dài dọc theo toàn bộ buồng xả 17.

Giữa đường ống cấp 15 và thành bên trong 26, khoảng trống 27 vẫn được xác định trong đó các chất lưu không tuần hoàn và được vượt qua bởi đường ống cấp 15 và bởi các cơ cấu để chiếu sáng hoặc kích hoạt các cơ cấu dò sự cháy và lửa, không được nêu hoặc mô tả chi tiết, thuộc kiểu đã biết bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này.

Ống cấp 16 của chất lưu cần được làm nóng (không khí) bao gồm vỏ dạng ống 28, mà đồng trục với trục dọc A-A và được bố trí bên ngoài đầu thứ nhất 11a của thân bộ trao đổi 11. Các chân đối diện của vỏ dạng ống 28 bao gồm các thành 29 và 30 mà ghép nối theo cách bít kín lần lượt với thành bên ngoài 25 của thân bộ trao đổi 11 ở đầu vào của chân thứ nhất 21 của nó và với vách ngăn thứ nhất 23. Vỏ dạng ống 28 sau đó ghép nối với ống cấp 31 của chất lưu cần được làm nóng. Ống cấp 31 này có thể được ghép nối với các quạt thổi mà cấp chất lưu cần được làm nóng (không khí) tới ống cấp 16.

Thể tích VA bên trong ống cấp 16 - thể tích VA mà, theo phương án thực hiện được thể hiện, được định giới hạn bởi vỏ dạng ống 28, bởi thành 29

và bởi thành 30 ghép với vách ngăn thứ nhất 23 - chứa trong nó chân thứ nhất 21 của thân bộ trao đổi 11, tại đó các đầu vào 12a của các rãnh thứ nhất 12 hở.

Các đường ống phân phối thứ hai 20 kéo dài bên trong thể tích VA kéo dài vượt quá nó để hở với các đầu ra tương ứng 13b vào trong buồng xả 17.

Buồng xả 17 của các khối đốt lạnh bao gồm thân hộp hình khuyên mà được định giới hạn ở bên trong bởi thành bên trong 26, nghĩa là, bởi phần kéo dài của nó, bên ngoài phần dạng ống 32 và ở các chân đối diện lần lượt từ vách ngăn thứ nhất 23 và một thành đầu 33 vượt qua bởi đường ống cấp 15. Thành đầu 33 đóng kín khoảng trống hình khuyên 27 ở một đầu.

Buồng xả 17 sau đó được tạo có ống xả 34 của các khối đốt lạnh mà có thể dẫn vào trong khí quyển hoặc có thể được ghép nối với các quạt hút.

Thể tích VS bên trong buồng xả 17 - thể tích VS mà, theo phương án thực hiện thể hiện, được định giới hạn bởi phần dạng ống 32, bởi vách ngăn thứ nhất 23 và bởi thành đầu 33 - chứa trong nó các đường ống phân phối thứ hai 20 hoặc tốt hơn các đầu cuối tương ứng mà xác định các đầu ra 13b của các rãnh thứ hai 13. Cụ thể là, các đầu ra 13b của các rãnh thứ hai 13 hở trong thể tích VS ở vách ngăn thứ nhất 23.

Ống phân phối 18 của chất lưu đã làm nóng bao gồm thân dạng ống 34 mà đồng trục với trục dọc A-A và kéo dài từ đầu thứ hai 11b của thân bộ trao đổi 11, tại đó nó có thành thứ nhất tại đó các đầu ra 12b của các rãnh thứ nhất 12 hở. Theo phương án thực hiện thể hiện trên các hình vẽ kèm theo, thành thứ nhất nêu trên bao gồm vách ngăn thứ hai 24.

Đầu của thân dạng ống 34 đối diện với thành thứ nhất (vách ngăn thứ hai 24) có chân hình khuyên mà được vượt qua bởi ít nhất một miệng giữa 35 đồng trục với trục dọc A-A và nối thông chất lưu với khoang đốt C-C.

Thân dạng ống 34 có dạng nón cụt với độ côn hội tụ về phía chân hình khuyên của nó.

Thể tích VD bên trong ống phân phối 18 - thể tích VD mà, theo phương

án thực hiện thể hiện trên các hình vẽ kèm theo, được định giới hạn bởi phần dạng ống 34, bởi vách ngăn thứ hai 24 và bởi chân hình khuyên của thân dạng ống 34 - chứa trong nó các đường ống phân phối thứ nhất 19 hoặc tốt hơn các đầu cuối của nó mà xác định các đầu ra 12b của các rãnh thứ nhất 12. Cụ thể là, các đầu ra 12b của các rãnh thứ nhất 12 hở trong thể tích VD ở vách ngăn thứ hai 24.

Theo một phương án thực hiện ưu tiên, vòi đốt 10 còn bao gồm ống lửa 36 mà đồng trục với trục dọc A-A và nối thông chất lưu với ống phân phối 18 của chất lưu đã làm nóng, với đầu ra 15b (đầu đốt) của đường ống cấp 15 của chất lưu khác và với khoang đốt C-C.

Dựa vào phương án thực hiện thể hiện trên các hình vẽ kèm theo, ống lửa 36 được chứa trong ống phân phối 18 và có các đầu hở đối diện theo hướng trục: đầu thứ nhất được ghép với miệng giữa 35, đầu thứ hai chứa trong nó đầu ra 15b (đầu đốt) của đường ống cấp 15. Giữa ống lửa 36 và đầu ra 15b của đường ống cấp 15, khe dẫn 37 vẫn được xác định cho sự đi qua tương tự của ít nhất một phần của chất lưu đã làm nóng mà điền đầy thể tích VD.

Theo một phương án thực hiện có thể có, chân hình khuyên của thân dạng ống 34 được vượt qua bởi các miệng phụ 38 tạo trong các vị trí bên ngoài theo hướng tâm tương đối với miệng giữa 35 và cũng nối thông chất lưu với khoang đốt CC.

Vòi đốt 10 có thể còn bao gồm vỏ dạng ống 39 mà đồng trục với trục dọc A-A và trong đó ít nhất một đoạn của thân bộ trao đổi 11 được chứa. Cụ thể là, vỏ dạng ống 39 chứa trong nó ít nhất đoạn của thân bộ trao đổi 11 kết thúc trong đầu thứ hai 11b của nó.

Vỏ dạng ống 39 có đầu hở nối thông chất lưu với khoang đốt CC và đầu đối diện đóng kín bởi thành vượt qua bởi thân bộ trao đổi. Theo phương án thực hiện thể hiện trên các hình vẽ kèm theo, thành này trùng với thành 29 mà định giới hạn ống cấp 16 và, theo cách có lợi, kéo dài trong gờ gấn.

Giữa vỏ dạng ống 39 và thân bộ trao đổi 11, khoảng trống được xác định để dẫn hướng các khối đốt ở đầu vào vào các rãnh thứ hai 13. Các đầu vào 13a của các rãnh thứ hai 13 hở trong thể tích VF của khoảng trống dẫn hướng nêu trên. Các đường ống phân phối thứ nhất 19 thay vào đó được chứa trong thể tích VF nhưng không trực tiếp nối thông vào đó. Trên thực tế, các đường ống phân phối thứ nhất 19 hở trong thể tích VD bên trong ống phân phối 18.

Phương án thực hiện thể hiện trên các hình vẽ kèm theo liên quan tới vòi đốt tiếp xúc trực tiếp với lửa; trong trường hợp trong đó vòi đốt thuộc loại sử dụng ống bức xạ, vỏ dạng ống 39 bao gồm ống bức xạ tương tự.

Theo cách có lợi, thu được vòi đốt 10 hoặc ít nhất các phần của nó dưới dạng một mảnh bằng các kỹ thuật chế tạo bổ sung (in 3D), đúc khuôn hoặc loại bỏ phoi.

Cụ thể là, thu được thân bộ trao đổi 11 hoàn chỉnh với các đường ống phân phối thứ nhất 19 bất kỳ và/hoặc các đường ống phân phối thứ hai 20 bất kỳ dưới dạng một mảnh trong một thân bằng các kỹ thuật chế tạo bổ sung, đúc khuôn hoặc loại bỏ phoi.

Nếu vòi đốt 10 còn bao gồm ống phân phối 18 của chất lưu đã làm nóng và/hoặc ống lửa, thân bộ trao đổi 11 (hoàn chỉnh với các đường ống phân phối thứ nhất 19 bất kỳ và/hoặc các đường ống phân phối thứ hai 20 bất kỳ) ống phân phối 18 và/hoặc ống lửa được tạo dưới dạng một mảnh trong một thân bằng một trong số các kỹ thuật nêu trên đây.

Vòi đốt 10 có thể thuộc loại vận hành trực tiếp với lửa, trong trường hợp đó khoang đốt CC bao gồm khoang 102 của lò.

Vòi đốt 10 có thể thuộc loại vận hành sử dụng ống bức xạ, trong trường hợp đó ống bức xạ tạo thành vỏ dạng ống 39 và định giới hạn trong nó thể tích kín cấu thành khoang đốt CC.

Sự vận hành của vòi đốt 10 theo sáng chế là rõ ràng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này khi xem xét phân mô tả nêu trên và

các hình vẽ kèm theo. Tóm lại, dựa cụ thể vào phương án thực hiện thể hiện trên các hình vẽ kèm theo và trong trường hợp trong đó chất lưu cần được làm nóng và chất lưu đã được làm nóng là chất lưu duy trì cháy và chất lưu này bao gồm không khí, chất lưu cấp bởi đường ống cấp 15 là chất lưu dễ cháy và chất lưu này bao gồm khí và chất lưu làm nóng bao gồm các khối đốt, sự vận hành của vòi đốt 10 được mô tả bên dưới.

Theo cách có lợi, hai chất lưu đi qua vòi đốt theo cùng phương nhưng theo các hướng đối diện:

- chất lưu cần được làm nóng và chất lưu đã được làm nóng (chất lưu duy trì cháy, không khí) đi vào vòi đốt 10 trong phần sau của nó (nghĩa là, ở phần bên ngoài khoang 102 của lò), qua bộ thu hồi nhiệt (bộ trao đổi nhiệt) và thoát ra từ phần trước của vòi đốt 10 (nghĩa là, phần của vòi đốt qua mặt về phía khoang 102);

- chất lưu làm nóng (các khối đốt), ngược lại, đi vào vòi đốt 10 từ phần trước của vòi đốt 10, vượt qua bộ thu hồi nhiệt (bộ trao đổi nhiệt) và thoát ra từ phần sau của vòi đốt 10.

Thực tế là vòi đốt 10 được trang bị bộ thu hồi nhiệt (bộ trao đổi nhiệt) trong dòng đảo sẽ có lợi về mặt hiệu suất làm nóng trước.

Ở “phía lạnh” hoặc phía sau của vòi đốt 10, không khí cần được làm nóng được cấp, qua các quạt thổi, vào trong ống cấp 31 và từ đó vào trong thể tích VA bên trong ống cấp 16.

Không khí lạnh mà điền đầy thể tích VA đi ra bên ngoài các đường ống phân phối thứ hai 20 (mà được vượt qua bởi các khối đốt lạnh ở đầu ra) và được phân bố theo cách gần như đều trong thể tích VA để đi vào các rãnh thứ nhất 12 qua các đầu vào tương ứng 12a của nó.

Các khối đốt lạnh được vận chuyển, qua các đường ống phân phối thứ hai 20, vào trong thể tích VS bên trong buồng xả 17. Các khối đốt lạnh mà điền đầy thể tích VS được hút qua ống xả 34 qua các hệ thống hút thích hợp như, ví

dụ, các quạt hút hoặc tương tự.

Áp lực âm sinh ra bởi các hệ thống hút nêu trên cho phép tất cả hoặc một phần nhỏ của các khối đốt nóng chứa trong khoang đốt CC được hút từ khoang đốt CC vào trong thể tích VF xác định bởi khoảng trống đã định giới hạn, ở một phía, bởi vỏ dạng ống 39, và ở phía kia bởi thân bộ trao đổi 11 hoàn chỉnh với ống phân phối 18.

Thể tích VF chứa các đường ống phân phối thứ nhất 19, bên trong đó không khí nóng ở đầu ra từ các rãnh thứ nhất 12 chảy, nhưng không trực tiếp nối thông chất lưu với nó. Các khối đốt nóng hút vào trong thể tích VF đi ra bên ngoài các đường ống phân phối thứ nhất 19 mà không đi vào tiếp xúc với không khí nóng chảy trong đó.

Không khí lạnh mà điền đầy thể tích VA đi vào trong các rãnh thứ nhất 12.

Các khối đốt nóng mà điền đầy thể tích VF đi vào trong các rãnh thứ hai 13.

Thể tích VA bên trong ống cấp 16 và thể tích VF bên trong khoảng trống xác định giữa vỏ dạng ống 39 và ít nhất một đoạn của thân bộ trao đổi 11 được tách biệt với nhau bởi thành 29. Theo cách này, không khí lạnh và các khối đốt nóng được tách biệt mà không đi vào tiếp xúc với nhau.

Số lượng các rãnh thứ nhất 12 vượt qua bởi không khí, tương tự số lượng các rãnh thứ hai 13 vượt qua bởi các khối, được xác định bởi hình dạng của bộ thu hồi nhiệt và bởi lượng của các khối đốt nóng đã hút. Ví dụ, trong trường hợp vận hành trực tiếp với lửa, lượng của các khối đốt nóng đã hút bởi khoang đốt CC có thể nhỏ hơn lượng toàn phần.

Việc phân chia các rãnh của thân bộ trao đổi 11 thành các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 lần lượt với dòng chất lưu cần được làm nóng (không khí) và với dòng chất lưu làm nóng (các khối đốt) được quyết định trong quá trình thiết kế vòi đốt 10 dựa trên số lượng và sự phân bố của các đường ống

phân phối thứ nhất 19 và các đường ống phân phối thứ hai 20.

Tham số nêu trên có thể thay đổi dưới dạng hàm của các yêu cầu xử lý do đó vòi đốt 10 được sử dụng và được cố định và xác định trong quá trình thiết kế bởi lượng của các khối đốt cần được hút.

Trong trường hợp bất kỳ, việc phân chia được thực hiện sao cho các rãnh thứ nhất 12 và các rãnh thứ hai 13 được phân bố theo cách xen kẽ với nhau theo ma trận như được mô tả bên trên.

Không khí lạnh chảy dọc theo các rãnh thứ nhất 12 từ đầu vào 12a tới đầu ra 12b của nó, trao đổi nhiệt với các khối đốt nóng mà chảy, theo hướng đối diện, vào trong các rãnh thứ hai 13 từ đầu vào 13a tới đầu ra 13b của nó.

Không khí nóng thoát ra từ các rãnh thứ nhất 12 qua các đường ống phân phối thứ nhất tương ứng 19 mà hở, với các đầu ra tương ứng 12b, trong thể tích VD bên trong ống phân phối 18.

Các khối đốt lạnh thoát ra từ các rãnh thứ hai 13 qua các đường ống phân phối thứ hai tương ứng 20 mà hở, với các đầu ra tương ứng 13b, trong thể tích VS bên trong buồng xả 17.

Các khối đốt lạnh điền đầy thể tích VF bên trong buồng xả 17, từ đó chúng được rút thông qua các hệ thống hút thích hợp.

Không khí nóng mà điền đầy thể tích VD bên trong ống phân phối 18 được chia thành một hoặc nhiều vùng hoặc phần nhỏ trước khi được đặt tiếp xúc với nhiên liệu để bắt đầu phản ứng cháy.

Nhiên liệu được cấp qua đường ống cấp 15 và thoát ra từ đầu đốt được xác định ở đầu ra 15b của đầu đốt.

Phần không khí nóng mà điền đầy thể tích VD đi qua khe 37 và đi vào trong thể tích bên trong ống lửa 36 trong đó nó được trộn với nhiên liệu để bắt đầu phản ứng cháy.

Thể tích bên trong ống lửa 36 do đó xác định thể tích cháy.

Dựa vào việc các miệng phụ 38 có được tạo hay không, có thể có các

chế độ vận hành sau:

- Nếu các miệng phụ 38 được tạo, không khí nóng trong thể tích VD được chia thành hai dòng: một dòng đi qua khe 37 mà được tạo giữa đầu đốt và ống lửa 36. Lượng không khí mà đi vào trong khe dẫn 37 trên được xác định là lượng chính và nó điền đầy thể tích bên trong ống lửa 36. Theo cách đồng thời, nhiên liệu cấp bởi đường ống cấp 15 và thoát ra từ đầu ra 15b của nó điền đầy thể tích bên trong ống lửa 36. Để kích hoạt sự cháy giữa nhiên liệu và không khí chứa trong thể tích nêu trên, bộ kích hoạt là cần thiết. Sự kích hoạt được thể hiện bởi hệ thống kích hoạt (không thể hiện trên các hình vẽ) hoặc chỉ bởi nhiệt độ bên trong ống lửa 36, nếu nhiệt độ nêu trên lớn hơn nhiệt độ đánh lửa tự động của nhiên liệu. Lửa mà được sinh ra được tạo bằng dòng chính của không khí và nhiên liệu; sự cháy nêu trên (được biết tới như sự cháy ban đầu) diễn ra trong các điều kiện theo tỷ lượng phụ, bằng nhiên liệu dư. Theo cách đồng thời với sự cháy ban đầu, dòng không khí mà không đi qua khe 37 đi qua các miệng phụ 38. Dòng không khí này được xác định là dòng phụ. Lửa theo tỷ lượng phụ thoát ra từ ống lửa 36 và từ đó qua miệng giữa 35 của ống phân phối 18 phát triển trong khoang đốt CC trong đó nó gặp và được trộn với dòng không khí phụ. Theo đó sự cân bằng phản ứng toàn phần là sự cháy theo tỷ lượng hoặc với tỷ số sao cho tất cả không khí đốt hoàn toàn nhiên liệu phun vào trong vòi đốt.

- Nếu các miệng phụ 38 không được tạo, không khí chứa trong thể tích VD hoàn toàn đi qua khe 37 điền đầy thể tích bên trong ống lửa 36. Theo cách đồng thời, nhiên liệu cấp bởi đường ống cấp 15 và thoát ra từ đầu ra 15b của nó điền đầy thể tích bên trong ống lửa 36. Để kích hoạt sự cháy giữa nhiên liệu và không khí chứa trong thể tích, thì bộ kích hoạt là cần thiết. Sự kích hoạt nêu trên được thể hiện bởi hệ thống kích hoạt (không thể hiện trên các hình vẽ) hoặc chỉ bởi nhiệt độ bên trong ống lửa 36, nếu nhiệt độ nêu trên lớn hơn nhiệt độ đánh lửa tự động của nhiên liệu. Theo đó phản ứng là sự cháy theo tỷ lượng

hoặc với tỷ số sao cho tất cả không khí đốt hoàn toàn nhiên liệu phun vào trong vòi đốt.

Các khối đốt sinh ra bởi phản ứng cháy được đưa vào trong khoang đốt CC mà, như một chức năng của vòi đốt 10, có thể được định giới hạn bởi ống bức xạ hoặc xác định bởi một phần nhỏ của thể tích của khoang 102 của lò.

Trong trường hợp thứ nhất (làm nóng gián tiếp khoang 102 bằng vòi đốt sử dụng ống bức xạ 10), các khối đốt mà được hút trong bộ thu hồi nhiệt vốn trang bị vòi đốt 10 là lượng toàn phần của khối sinh ra bởi chính vòi đốt 10.

Trong trường hợp thứ hai (làm nóng trực tiếp khoang 102 bằng vòi đốt tiếp xúc trực tiếp với lửa 10), các khối đốt mà được hút vào trong bộ thu hồi nhiệt mà trang bị vòi đốt 10 có thể là một phần nhỏ của lượng toàn phần của khối sinh ra bởi chính vòi đốt 10 hoặc, trong trường hợp có các vòi đốt khác, các khối đã hút có thể được sinh ra bởi các vòi đốt khác.

Lò trên đó một hoặc nhiều các vòi đốt 10 được lắp đặt được trang bị hệ thống điều chỉnh nhiệt mà, để đạt tới hoặc duy trì một nhiệt độ xác định (đầu ra), điều khiển hệ thống điều chỉnh (đầu vào) sao cho công suất phân phối bởi vòi đốt nêu trên hoặc bởi các vòi đốt khác được điều chỉnh.

Theo cách có lợi, vòi đốt có thể được điều khiển trong hai chế độ khác nhau: chế độ thứ nhất là điều chỉnh theo cách điều biến hoặc tỷ lệ trong khi chế độ thứ hai là điều chỉnh bật/tắt hoặc xung. Trong trường hợp thứ nhất, việc điều chỉnh công suất được thực hiện bằng cách thay đổi lưu lượng của nhiên liệu phun vào trong vòi đốt; do đó, để duy trì tỷ số cháy chính xác, lưu lượng của không khí duy trì cháy cũng được thay đổi và do đó dòng các khối đốt đã sinh ra (và dòng các khối đã hút).

Trong trường hợp thứ hai, vòi đốt hoạt động chỉ ở công suất cố định (thường là công suất tối đa) trong pha bật, mà được xen kẽ với giai đoạn trong đó vòi đốt được tắt, pha tắt. Dòng trung bình theo khối lượng của nhiên liệu trong pha bật và pha tắt tương đối với thời gian trong đó vòi đốt được bật hoặc

tất tương ứng với lưu lượng nhiên liệu yêu cầu bởi bộ điều chỉnh nhiệt.

Dòng các khối đốt đã hút luôn tỷ lệ với dòng không khí duy trì cháy đã cấp.

Vòi đốt thu hồi nhiệt công nghiệp, nghĩa là, “tự thu hồi nhiệt”, cho các lò công nghiệp theo sáng chế có ưu điểm tối đa hóa diện tích bề mặt trao đổi nhiệt và, do đó, thu được hiệu suất trao đổi nhiệt cao và hiệu năng cải thiện, mà không thay đổi các kích thước tương đối với các vòi đốt thu hồi nhiệt (“tự thu hồi nhiệt”) thuộc loại đã biết.

Cụ thể là, vòi đốt theo sáng chế được tích hợp với bộ trao đổi nhiệt có các rãnh xen kẽ bao gồm các rãnh thứ nhất vượt qua bởi chất lưu cần được làm nóng và các rãnh thứ hai vượt qua bởi chất lưu làm nóng, trong đó các rãnh các rãnh thứ nhất và thứ hai xen kẽ với nhau cấu thành ma trận trong đó mỗi rãnh thứ nhất luôn tiếp giáp với các rãnh thứ hai và ngược lại.

Tương đối với các vòi đốt thu hồi nhiệt thuộc loại đã biết – mà được trang bị bộ trao đổi nhiệt có hai khoang hình khuyên hoặc bó ống, trong đó chất lưu cần được làm nóng chảy vào trong một rãnh (khoang hình khuyên) hoặc vào trong các rãnh (các ống), trong khi chất lưu làm nóng chảy luôn và chỉ vào trong một rãnh là bao quanh (các) rãnh trong đó chất lưu cần được làm nóng chảy - vòi đốt theo sáng chế được trang bị bộ trao đổi nhiệt có các rãnh thứ nhất vượt qua bởi chất lưu cần được làm nóng và các rãnh thứ hai vượt qua bởi chất lưu làm nóng, trong đó các rãnh thứ nhất luôn tiếp giáp và được bao quanh bởi các rãnh thứ hai và ngược lại.

Theo một ví dụ không giới hạn, xét tới Fig.7, và dựa vào bộ trao đổi nhiệt lý tưởng có mặt cắt ngang hình vuông, chiều dài đơn vị, chia thành các rãnh thứ nhất và thành các rãnh thứ hai có mặt cắt ngang hình vuông bằng nhau và được tách biệt với nhau bởi các thành ngăn có chiều dày không đáng kể, có thể tính được các giá trị sau:

$$A = l * m$$

$$\text{Sect.} = l^2$$

$$l = L/n$$

$$m = 2n^2 - 2n$$

$$V = Q / \text{sect.} / n^2$$

Trong đó:

A: diện tích bề mặt trao đổi nhiệt toàn phần

m = số lượng các cạnh tiếp giáp giữa các rãnh thứ nhất và thứ hai

L = chiều dài toàn phần của một cạnh của bộ trao đổi nghĩa là, của ma trận liên quan của các rãnh thứ nhất và thứ hai

l = chiều dài của cạnh của mỗi rãnh thứ nhất và rãnh thứ hai

n = số lượng các rãnh thứ nhất và thứ hai trên cạnh của ma trận

Sect. = vùng đường dẫn của mỗi rãnh thứ nhất và rãnh thứ hai

V = tốc độ

Q = dòng của các chất lưu vượt qua các rãnh thứ nhất và thứ hai

Xét tới Fig.7, với các kích thước tương tự và cạnh ngoài theo đó:

- trong trường hợp của ma trận có 4 rãnh: $L=200\text{mm}$, $n=2$, $l=L/n=100\text{mm}$, $m=4$; $\text{Sect.}=10000\text{mm}^2$, $A=400\text{mm}^2$.

- trong trường hợp của ma trận có 64 rãnh: $L=200\text{mm}$, $n=8$, $l=L/n=25\text{mm}$, $m=112$; $\text{Sect.}=625\text{mm}^2$, $A=2800\text{mm}^2$.

Rõ ràng rằng, nếu không thay đổi các kích thước, bộ trao đổi nhiệt có sáu mươi tư (64) rãnh có diện tích bề mặt trao đổi cao hơn bảy lần bộ trao đổi nhiệt có bốn (4) rãnh. Rõ ràng rằng các xem xét nêu trên được thực hiện mà không xét tới chiều dày của các thành. Vì lý do tương tự, tổng của các vùng của hai bộ trao đổi là bằng nhau; theo đó với lưu lượng tương tự, tốc độ của chất lưu sẽ tương tự.

Vòi đốt thu hồi nhiệt công nghiệp, nghĩa là, “tự thu hồi nhiệt”, cho các lò công nghiệp theo sáng chế có ưu điểm tối đa hóa hệ số truyền nhiệt (NTU) mà không thay đổi các kích thước tương đối với các vòi đốt thu hồi nhiệt (“tự

thu hồi nhiệt”) thuộc loại đã biết.

Ví dụ, cần chú ý rằng có thể đạt tới các giá trị hệ số truyền nhiệt (NTU) lớn hơn và bằng 3,5 tương đối với các giá trị bằng từ 1 tới 1,3 của các vòi đốt tự thu hồi nhiệt thông thường đã biết có hai khoang hình khuyên (có các cánh trên các bề mặt trao đổi nhiệt) và các giá trị bằng từ 3 tới 3,5 của các vòi đốt tự thu hồi nhiệt sử dụng bó ống đã biết, do đó đạt tới các giá trị gần bằng các giá trị của các kiểu vòi đốt tự thu hồi nhiệt đã biết mà có các giá trị NTU lớn hơn hoặc bằng 4 và cho tới nay là đại diện cho kỹ thuật tốt nhất về mặt trao đổi nhiệt tích hợp toàn diện.

Vòi đốt thu hồi nhiệt công nghiệp, nghĩa là, “tự thu hồi nhiệt”, cho các lò công nghiệp theo sáng chế có ưu điểm tối thiểu các tổn thất áp lực của bộ thu hồi nhiệt (bộ trao đổi nhiệt) mà trang bị nó tương đối với các vòi đốt thu hồi nhiệt (“tự thu hồi nhiệt”) thuộc loại đã biết.

Theo cách có lợi, bộ trao đổi nhiệt mà trang bị vòi đốt thu hồi nhiệt công nghiệp theo sáng chế là một phần liên khối của chính vòi đốt.

Vòi đốt thu hồi nhiệt công nghiệp theo sáng chế hoặc ít nhất các phần của nó có thể được chế tạo bằng các kỹ thuật chế tạo bổ sung (in 3D), đúc khuôn hoặc loại bỏ phoi; cụ thể là, bộ thu hồi nhiệt bao gồm thân bộ trao đổi hoàn chỉnh với các đường ống phân phối thứ nhất và các đường ống phân phối thứ hai và cấu thành các phần của vòi đốt như, cụ thể là, ống phân phối của chất lưu đã làm nóng và/hoặc ống lửa có thể được thu dưới dạng một phần trong một thân.

Nếu vòi đốt và/hoặc bộ thu hồi nhiệt mà trang bị của nó hoặc các phần của nó được chế tạo bằng các kỹ thuật chế tạo bổ sung (in 3D), có thể phân biệt vật liệu mà cấu thành bộ trao đổi nhiệt, cả theo hướng chiều dọc và theo phương ngang với mục đích phù hợp với vật liệu tốt nhất về mặt sự trao đổi nhiệt với nhiệt độ vận hành cục bộ tại đó nó được sử dụng.

Việc thu được vòi đốt và/hoặc bộ thu hồi nhiệt mà các trang thiết bị của

nó hoặc các phần của nó được chế tạo bằng các kỹ thuật chế tạo bổ sung (in 3D) còn giúp cho có thể:

- tạo các bề mặt bên trong với các rãnh thứ nhất và thứ hai có độ nhám có kích thước và hình dạng điều chỉnh để tối đa hóa sự trao đổi nhiệt và độ phát xạ của chính bề mặt này;

- phân biệt hình dạng mặt cắt ngang của các rãnh thứ nhất và thứ hai mà, ví dụ, có thể là hình tam giác, hình vuông, hình thang, hình tròn, hoặc thông thường hình đa diện, cũng dọc theo phần kéo dài theo chiều dọc của nó;

- phân biệt hình dạng mặt cắt ngang của các rãnh thứ nhất tương đối với hình dạng mặt cắt ngang của các rãnh thứ hai;

- phân biệt phần kéo dài theo chiều dọc của các rãnh thứ nhất và của các rãnh thứ hai mà, ví dụ, có thể có dạng thẳng, cong, xoắn ốc, v.v..

Vòi đốt thu hồi nhiệt công nghiệp theo sáng chế có thể được sử dụng cả cho sự vận hành trực tiếp với lửa và cho sự vận hành với ống bức xạ.

Vòi đốt thu hồi nhiệt công nghiệp theo sáng chế có thể được sử dụng để làm nóng trước không khí duy trì cháy, sử dụng các khối đốt sinh ra bởi sự cháy của không khí duy trì cháy làm nóng trước và nhiên liệu tương tự như chất lưu làm nóng.

Vòi đốt thu hồi nhiệt công nghiệp theo sáng chế cũng có thể được sử dụng để làm nóng trước chất lưu dễ cháy, sử dụng các khối đốt sinh ra bởi sự cháy của chất lưu dễ cháy đã làm nóng trước và bởi chất lưu duy trì cháy như chất lưu làm nóng.

Hình dạng của vòi đốt, bộ thu hồi nhiệt và do đó ma trận của các rãnh thứ nhất và thứ hai có thể thay đổi dưới dạng hàm của hình dạng và khoảng trống có sẵn để chứa vòi đốt; thông thường hình dạng này có thể là hình tròn, hình elip, hình chữ nhật, hình vuông, hình tam giác hoặc vòm hình tròn.

Hình dạng của các rãnh thứ nhất và thứ hai của bộ thu hồi nhiệt (bộ trao đổi nhiệt) là để tối đa hóa vùng đường dẫn của hai chất lưu và giảm tới mức

tối thiểu chiều dày của các thành ngăn. Chiều dày của các thành là đặc biệt quan trọng trong các bước vận hành chuyển tiếp của vòi đốt trong quá trình đó quán tính nhiệt của các thành phải là nhỏ nhất; bước này thường là bước trong đó vòi đốt hoạt động trong chế độ bật/tắt và hai chất lưu chảy qua bộ trao đổi theo cách đồng thời và theo cách không liên tục.

Vòi đốt thu hồi nhiệt công nghiệp cho các lò công nghiệp mô tả trong bản mô tả này có có có nhiều thay đổi và biến thể, tất cả các thay đổi và biến thể đó đều nằm trong phạm vi của sáng chế; ngoài ra, tất cả các chi tiết đều có thể thay thế được bằng các chi tiết tương đương về mặt kỹ thuật. Trên thực tế, các vật liệu được sử dụng, cũng như các kích thước của chúng, có thể có kiểu bất kỳ theo các yêu cầu kỹ thuật.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vòi đốt thu hồi nhiệt công nghiệp (10) cho các lò công nghiệp, trong đó vòi đốt (10) được tạo kết cấu để được gắn trên thành (100) của lò công nghiệp sao cho vòi đốt (10) kéo dài ít nhất một phần qua miệng (101) tạo trong thành của lò, thành (100) phân cách khoang (102) của lò, vòi này bao gồm:

- bộ thu hồi nhiệt được tạo kết cấu để làm nóng ít nhất một chất lưu lựa chọn trong số chất lưu dễ cháy và chất lưu duy trì cháy bằng nhiệt của các khối đốt sinh ra bởi sự cháy của chất lưu dễ cháy và của chất lưu duy trì cháy, trong đó bộ thu hồi nhiệt này bao gồm:

- thân bộ trao đổi (11) để trao đổi nhiệt giữa ít nhất một chất lưu cần được làm nóng và các khối đốt, thân bộ trao đổi (11) kéo dài theo hướng chiều dọc dọc theo trục dọc (A-A) giữa đầu thứ nhất (11a) và đầu thứ hai (11b), vốn đối diện theo hướng dọc trục với nhau,

- ma trận mà được tạo trong thân bộ trao đổi (11) và gồm có các rãnh thứ nhất (12), mà được vượt qua bởi chất lưu cần được làm nóng, và các rãnh thứ hai (13), mà được vượt qua bởi các khối đốt, trong đó

- các rãnh thứ nhất (12) và các rãnh thứ hai (13) kéo dài dọc theo phần kéo dài theo chiều dọc của thân bộ trao đổi giữa đầu thứ nhất (11a) và đầu thứ hai (11b) của nó, và được tách biệt với nhau bởi các thành ngăn (14), và trong đó

- mỗi thành ngăn (14) mà tách biệt liền kề nhau các rãnh thứ nhất (12) và các rãnh thứ hai (13) tiếp giáp với, ở một phía, ít nhất một trong số các rãnh thứ nhất (12) và, ở phía kia, ít nhất một trong số các rãnh thứ hai (13), và

- ít nhất một đường ống cấp (15) để cấp chất lưu khác chọn từ chất lưu duy trì cháy và chất lưu dễ cháy, trong đó đường ống cấp (15) có đầu vào (15a) kết hợp được với nguồn của chất lưu khác và đầu ra (15b) nối thông chất lưu với khoang đốt (CC), khác biệt ở chỗ, các rãnh thứ nhất (12) và các rãnh thứ

hai (14) được bố trí luân phiên với nhau dọc theo các đường và dọc theo các cột tạo thành, trong các mặt phẳng nằm ngang với trục dọc (A-A) bản cờ ma trận.

2. Vòi đốt (10) theo điểm 1, khác biệt ở chỗ:

- mỗi một trong số các rãnh thứ nhất (12) có đầu vào (12a) cho đầu vào của chất lưu cần được làm nóng và nối thông chất lưu với ống cấp (16) của chất lưu cần được làm nóng và đầu ra (12b) cho đầu ra của chất lưu đã làm nóng và nối thông chất lưu với khoang đốt (CC),

- mỗi một trong số các rãnh thứ hai (13) có đầu vào (13a) cho đầu vào của các khối đốt và nối thông chất lưu với khoang đốt (CC) và đầu ra (13b) cho đầu ra của các khối đốt và nối thông chất lưu với ống xả (17) của các khối đốt.

3. Vòi đốt (10) theo điểm 2, khác biệt ở chỗ, các rãnh thứ nhất (12) kéo dài vượt quá đầu vào (13a) và/hoặc đầu ra (13b) của các rãnh thứ hai (13) trong các đường ống phân phối thứ nhất tương ứng (19) mà kết thúc trong đầu vào (12a) hoặc trong đầu ra (12b) của các rãnh thứ nhất.

4. Vòi đốt (10) theo điểm 2 hoặc 3, khác biệt ở chỗ, các rãnh thứ hai (13) kéo dài vượt quá đầu vào (12a) và/hoặc đầu ra (12b) của các rãnh thứ nhất (12) trong các đường ống phân phối thứ hai tương ứng (20) mà kết thúc trong đầu vào (13a) hoặc trong đầu ra (13b) của các rãnh thứ hai.

5. Vòi đốt (10) theo điểm 3 và 4, khác biệt ở chỗ, thân bộ trao đổi (11) có:

- ở đầu thứ nhất (11a) của nó, chân thứ nhất (21) mà gần như vuông góc với trục dọc (A-A) và tại đó các đầu vào (12a) hoặc các đầu ra (12b) của các rãnh thứ nhất (12) hở và vượt quá các rãnh thứ hai (13) kéo dài trong các đường

ống phân phối thứ hai tương ứng (19) kết thúc ở đầu vào (12a) hoặc trong đầu ra (12b) của các rãnh thứ hai, hoặc ngược lại và

- ở đầu thứ hai (11b) của nó, chân thứ hai (22) mà gần như vuông góc với trục dọc (A-A) và tại đó các đầu vào (13a) hoặc các đầu ra (13b) của các rãnh thứ hai (13) hở và vượt quá các rãnh thứ nhất (12) kéo dài trong các đường ống phân phối thứ nhất tương ứng (19) kết thúc ở đầu vào (12a) hoặc trong đầu ra (12b) của các rãnh thứ nhất (12), hoặc ngược lại.

6. Vòi đốt (10) theo điểm 5, khác biệt ở chỗ, các rãnh thứ nhất (12) và các rãnh thứ hai (13) lần lượt được vượt qua bởi chất lưu cần được làm nóng và bởi các khối đốt trong dòng đảo, trong đó

- đầu vào (12a) của các rãnh thứ nhất (12) và đầu ra (13b) của các rãnh thứ hai (13) được tạo ở đầu thứ nhất (11a) của thân bộ trao đổi (11), các rãnh thứ hai (13) kéo dài trong ít nhất một đoạn của chiều dài của chúng trong các đường ống phân phối thứ hai (20) tương ứng mà kéo dài vượt quá đầu vào (12a) của các rãnh thứ nhất (12) và kết thúc trong các đầu ra (13b) của các rãnh thứ hai (13),

- đầu vào (13a) của các rãnh thứ hai (13) và đầu ra (12b) của các rãnh thứ nhất (12) được tạo ở đầu thứ hai (11b) của thân bộ trao đổi (11), các rãnh thứ nhất (12) kéo dài trong ít nhất một đoạn của chiều dài của chúng trong các đường ống phân phối thứ nhất tương ứng (19) mà kéo dài vượt quá đầu vào (13a) của các rãnh thứ hai (13) và kết thúc trong các đầu ra (12b) của các rãnh thứ nhất.

7. Vòi đốt (10) theo một hoặc nhiều điểm trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, thân bộ trao đổi (11) bao gồm thành bên ngoài (25), mà định giới hạn nó theo phương ngang và ở bên ngoài, và khoang dạng ống ở giữa, vốn đồng trục với trục dọc (A-A) và xác định thành bên trong (26) của thân bộ trao đổi,

trong đó ma trận được tạo giữa thành bên ngoài (25) và thành bên trong (26), ít nhất một đường ống cấp (15) của chất lưu khác được chứa trong ít nhất một đoạn của chiều dài trong khoang dạng ống ở giữa của thân bộ trao đổi (11) và được bố trí gần như đồng trục với trục dọc (A-A).

8. Vòi đốt (10) theo một hoặc nhiều điểm trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, thân bộ trao đổi (11) được làm trong một mảnh trong một thân.

9. Vòi đốt (10) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 tới 8, khác biệt ở chỗ, nó bao gồm ống phân phối (18) của chất lưu đã làm nóng mà nối thông chất lưu với các đầu ra (12b) của các rãnh thứ nhất (12) và với khoang đốt (CC).

10. Vòi đốt (10) theo điểm 9, khác biệt ở chỗ, ống phân phối (18) của chất lưu đã làm nóng bao gồm thân dạng ống (34) đồng trục với trục dọc (A-A) và kéo dài từ đầu thứ nhất (11a) hoặc từ đầu thứ hai (11b) của thân bộ trao đổi, tại đó nó có thành thứ nhất tại đó các đầu ra (12b) của các rãnh thứ nhất (12) hở, đầu của thân dạng ống (34) đối diện với thành thứ nhất có ít nhất một miệng giữa (35) đồng trục với trục dọc (A-A) và nối thông chất lưu với khoang đốt (CC).

11. Vòi đốt (10) theo điểm 9 hoặc 10, khác biệt ở chỗ, nó bao gồm ống lửa (36) mà đồng trục với trục dọc (A-A) và nối thông chất lưu với ống phân phối (18) của chất lưu đã làm nóng, với đầu ra (15b) của đường ống cấp (15) của chất lưu khác và với khoang đốt (CC).

12. Vòi đốt (10) theo điểm 11, khác biệt ở chỗ, ống lửa (36) được chứa trong ống phân phối (18) của chất lưu đã làm nóng và có các đầu đối diện hướng trục hở, trong đó đường ống cấp (15) của chất lưu khác có đầu ra (15b) của nó bố trí bên trong ống lửa (36), cửa dẫn (37) cho sự đi qua của ít nhất một phần của

chất lưu đã làm nóng được xác định giữa ống lửa (36) và đường ống cấp (15).

13. Vòi đốt (10) theo điểm 10 và 11 hoặc 12, khác biệt ở chỗ, thân dạng ống (34) có, ở đầu của nó đối diện với thành thứ nhất, các miệng phụ (38) tạo trong các vị trí bên ngoài theo phương hướng tâm tương đối với miệng giữa (35).

14. Vòi đốt (10) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 tới 13, khác biệt ở chỗ, thân bộ trao đổi (11), ống phân phối (18) của chất lưu đã làm nóng và ống lửa (36) được làm trong một mảnh trong một thân bằng các kỹ thuật chế tạo bổ sung.

15. Vòi đốt (10) theo một hoặc nhiều điểm trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, nó bao gồm vỏ dạng ống (39) mà đồng trục với trục dọc (A-A) và trong đó thân bộ trao đổi (11) được chứa trong ít nhất một đoạn, trong đó vỏ dạng ống (39) có một đầu nối thông chất lưu với khoang đốt (CC) và đầu đối diện đóng kín bởi thành vượt qua bởi thân bộ trao đổi, khoảng trống để dẫn hướng các khối đốt trong cửa nạp tới các rãnh thứ hai (13) được xác định giữa vỏ dạng ống (39) và thân bộ trao đổi.

16. Vòi đốt (10) theo một hoặc nhiều điểm trong số các điểm nêu trên, khác biệt ở chỗ, trong đường trục chính hướng trục bất kỳ của thân bộ trao đổi (11), công suất nhiệt thực trao đổi giữa mỗi rãnh thứ nhất (12) và mỗi rãnh thứ hai (13) là tương tự về giá trị tuyệt đối.

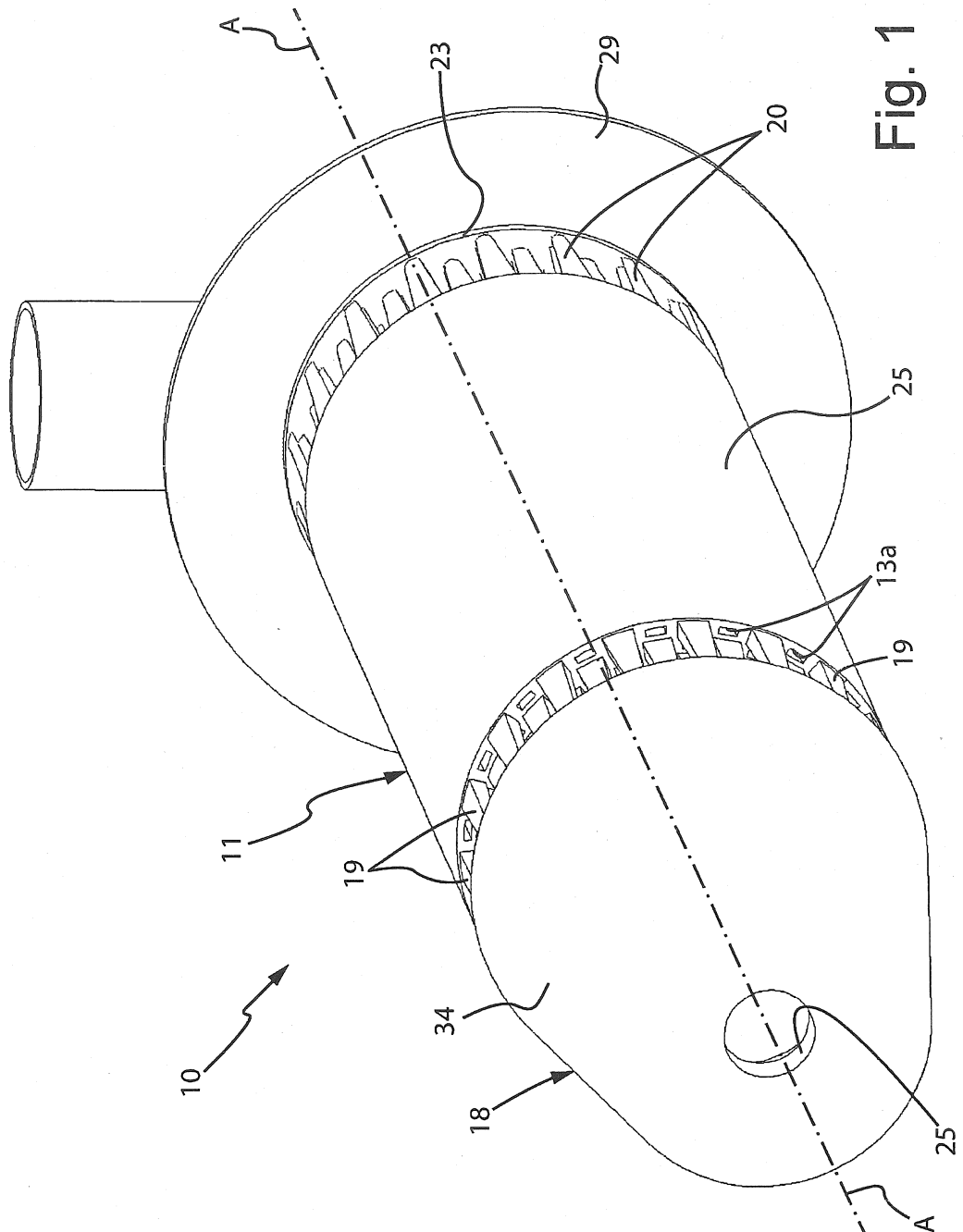


Fig. 1

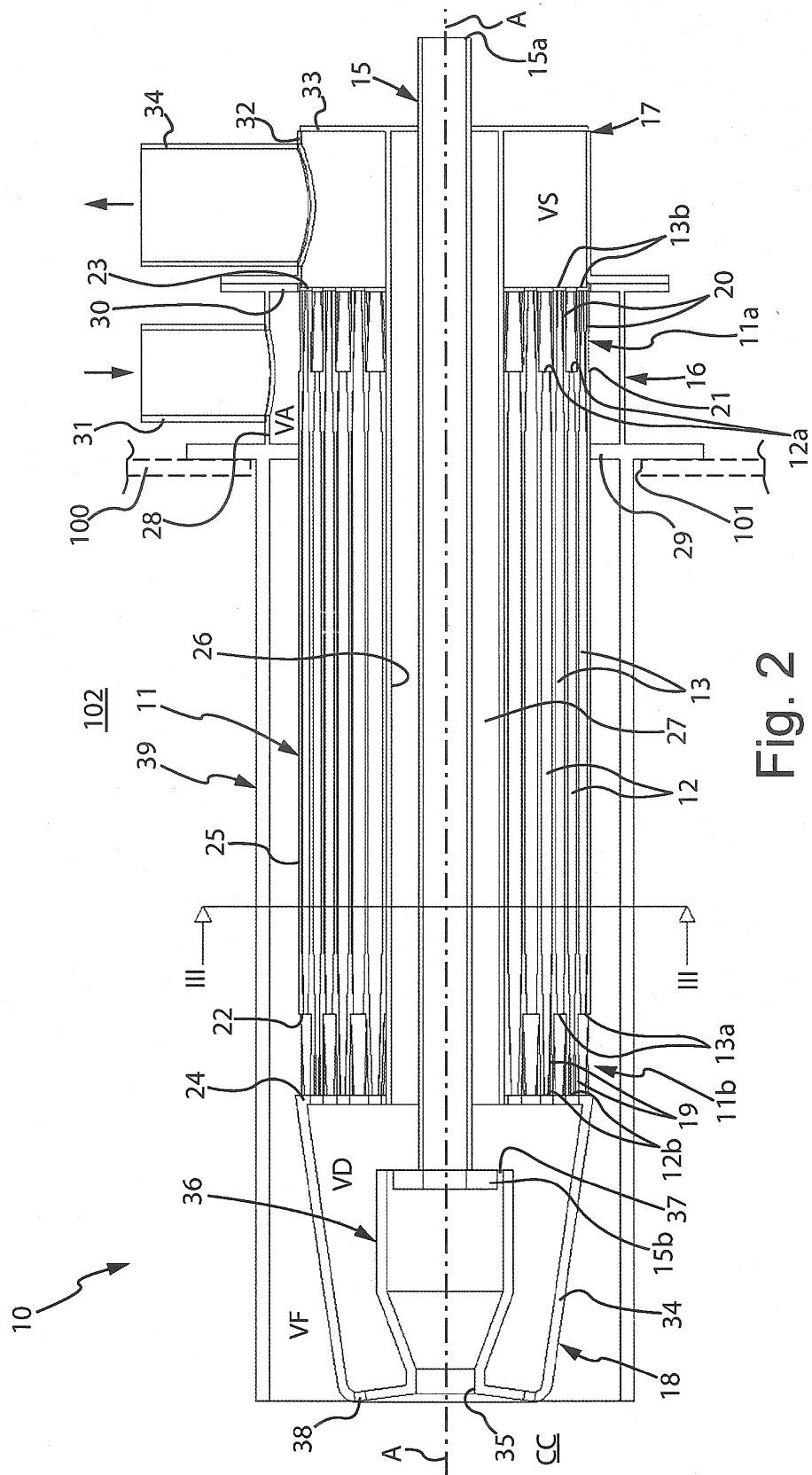


Fig. 2

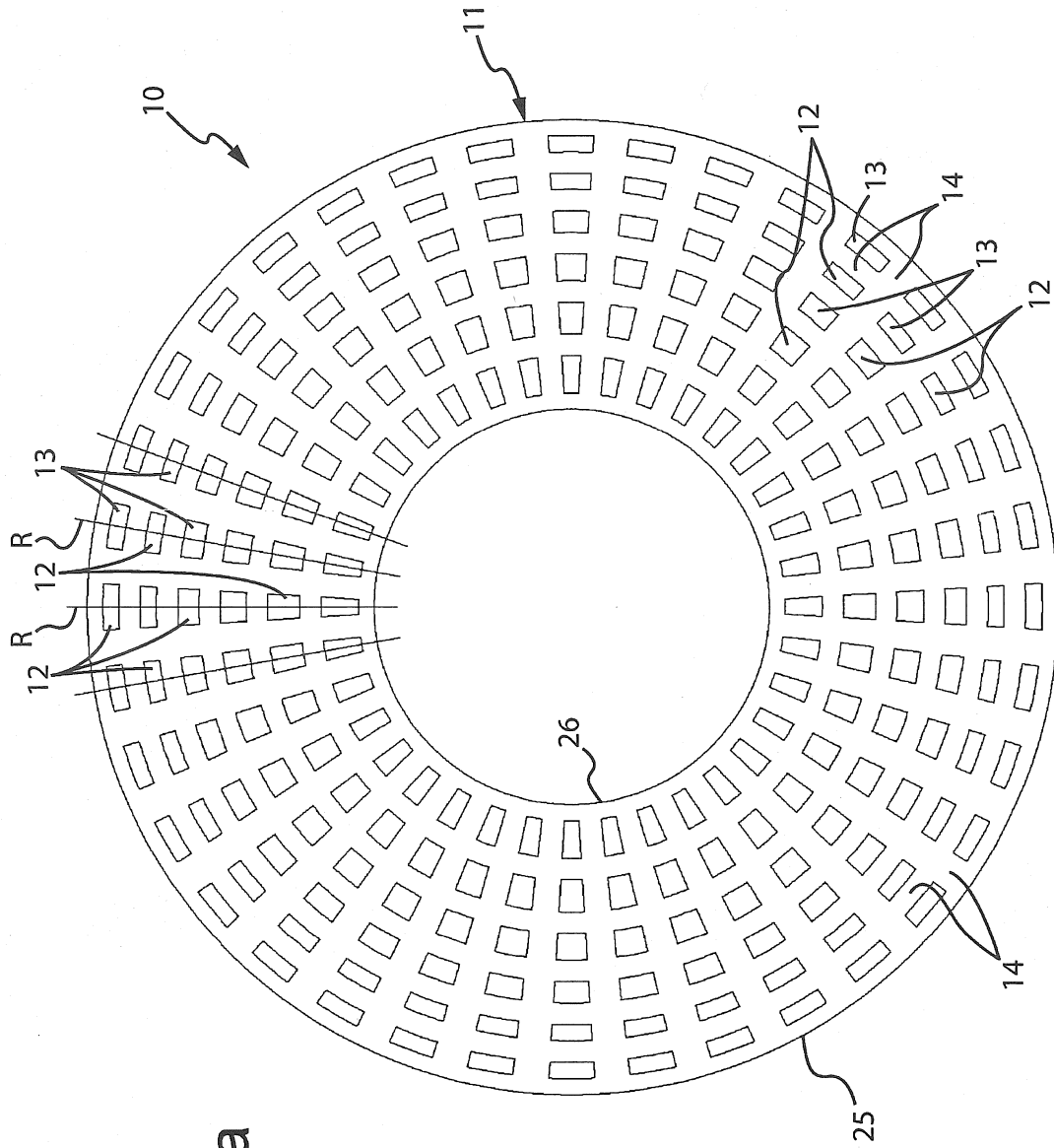


Fig. 3a

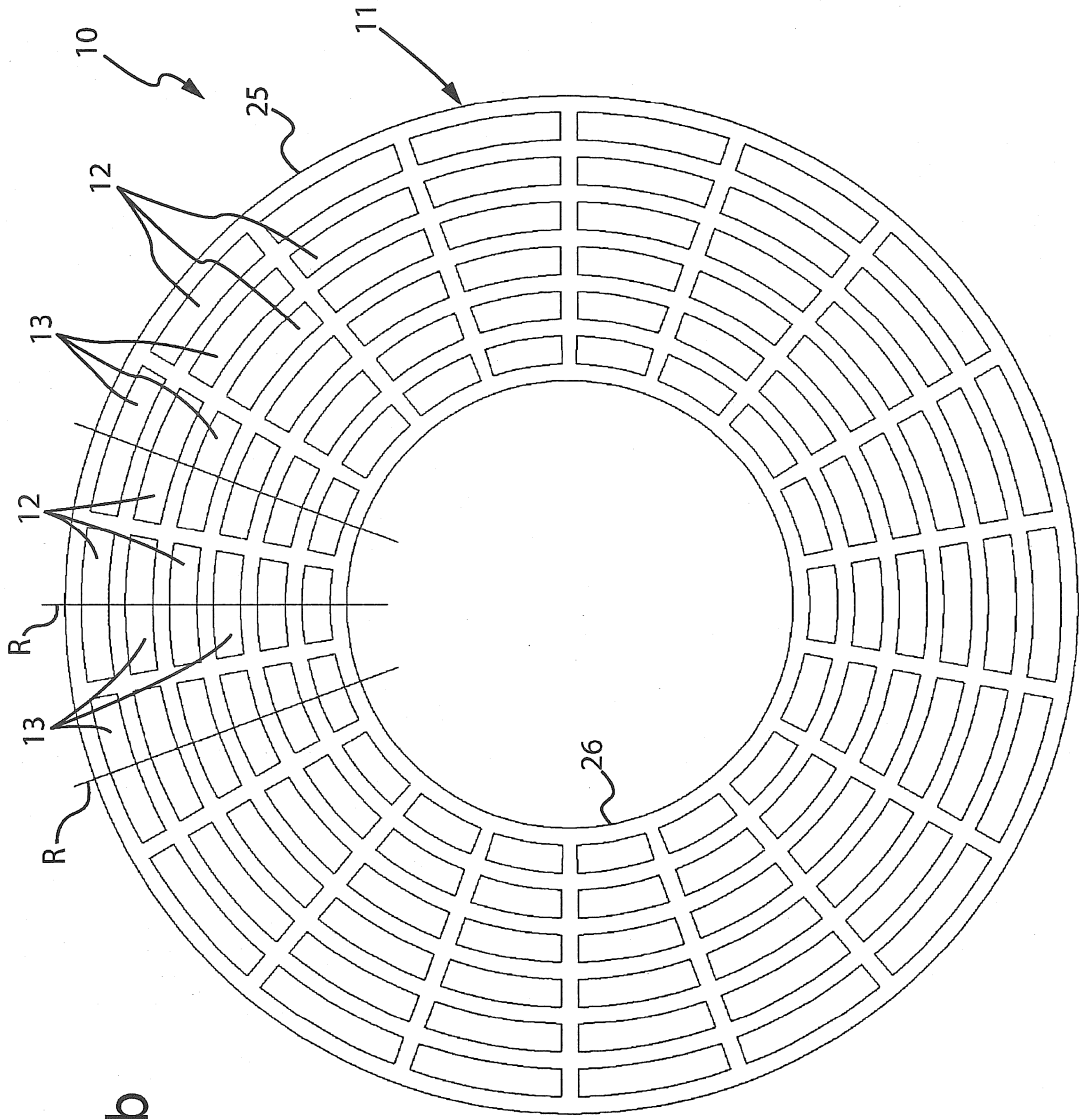
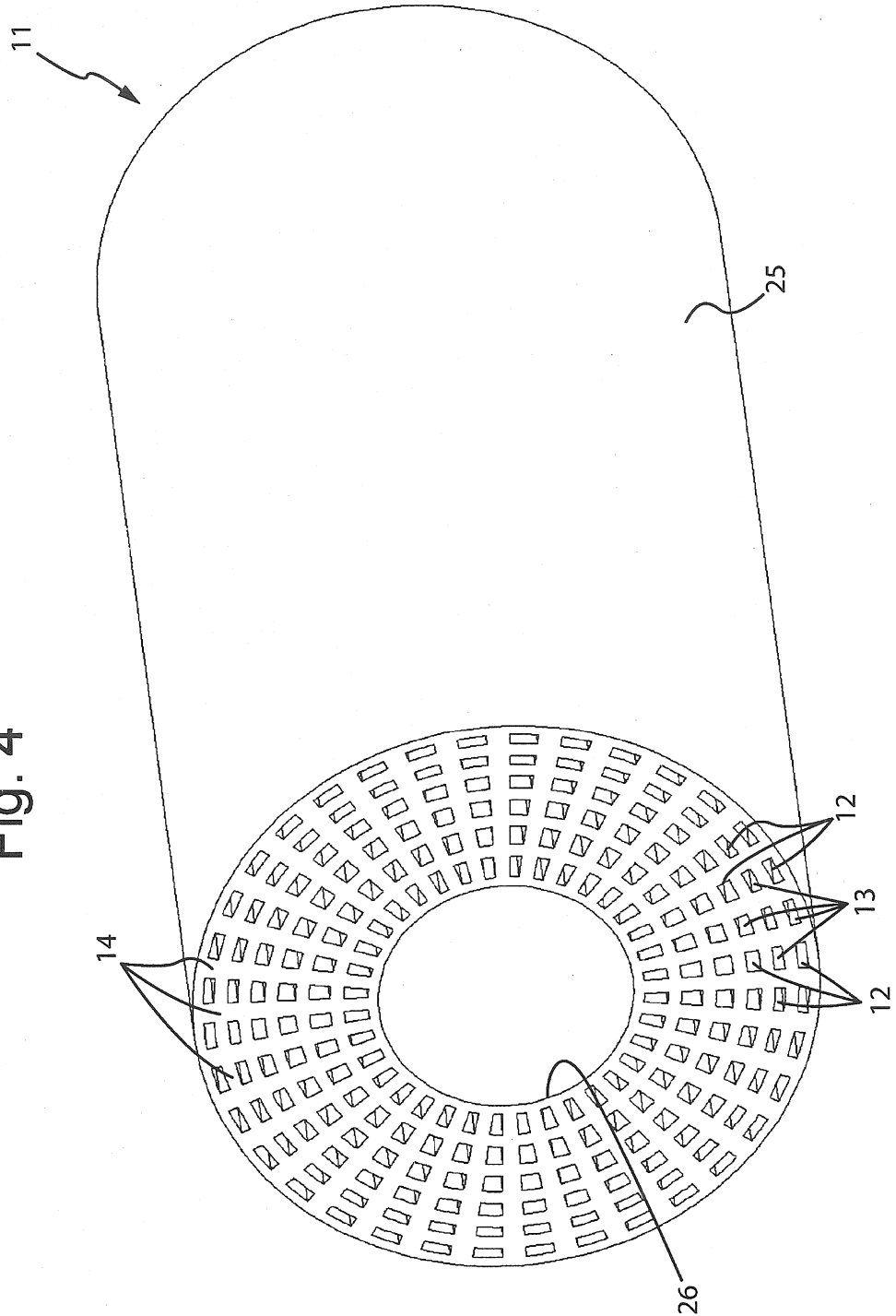


Fig. 3b

Fig. 4



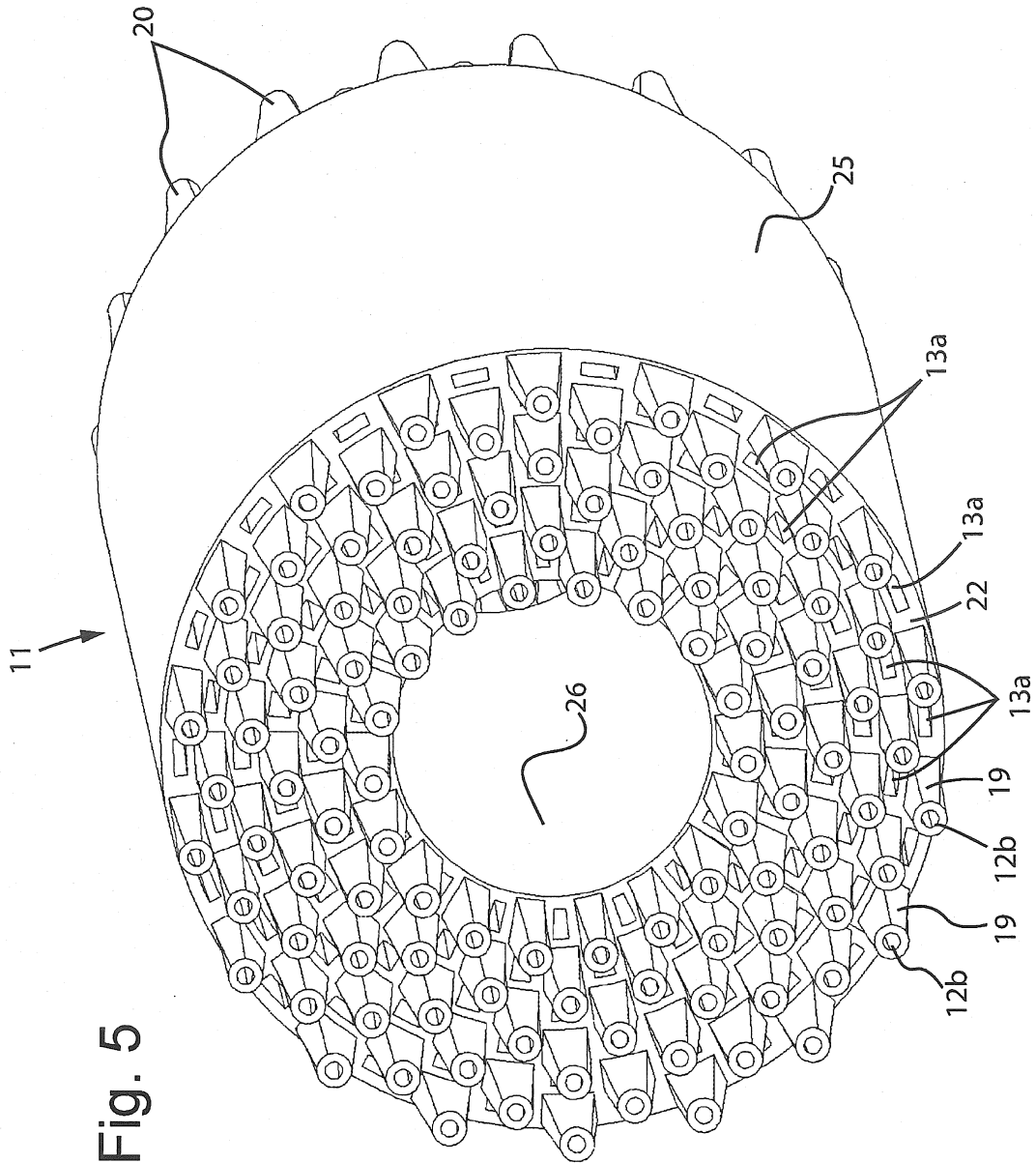
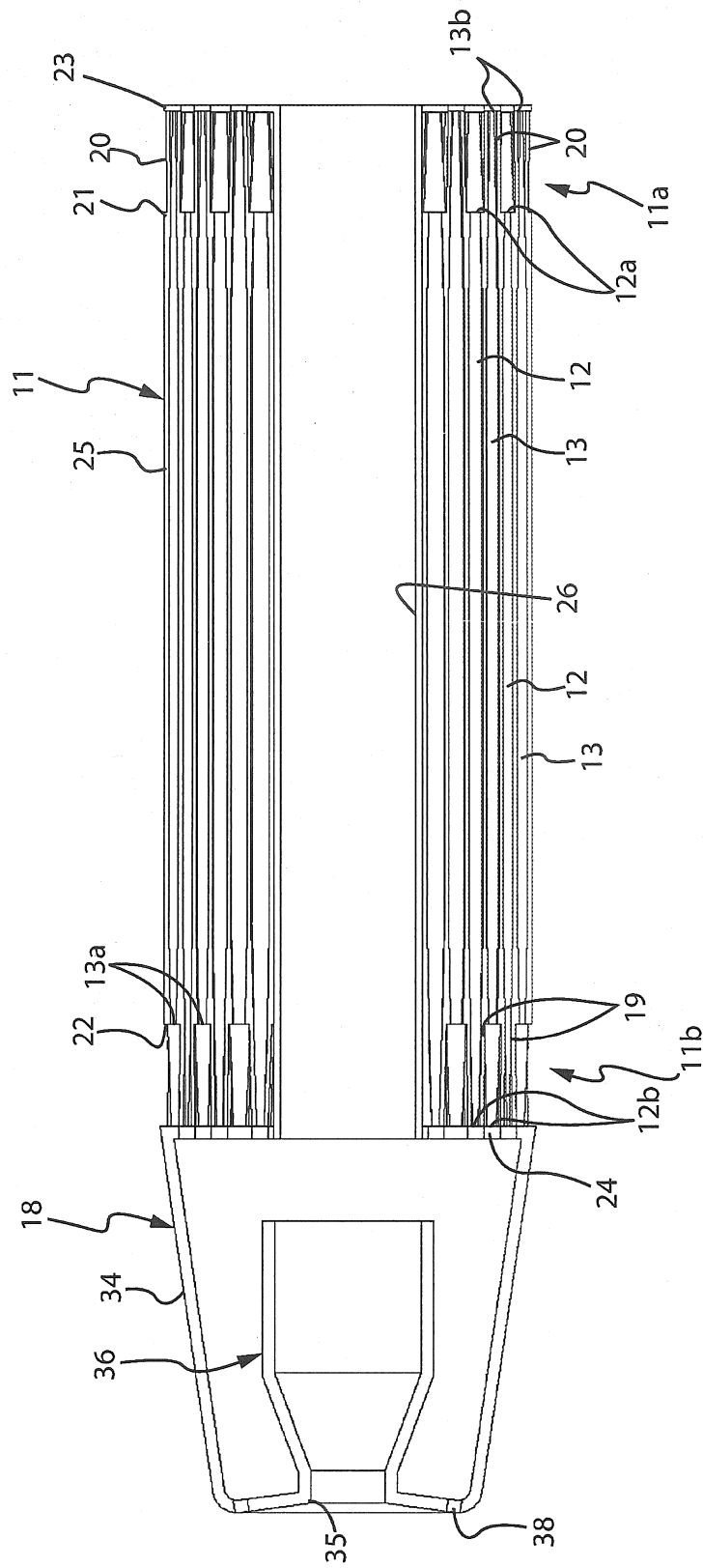


Fig. 5

Fig. 6



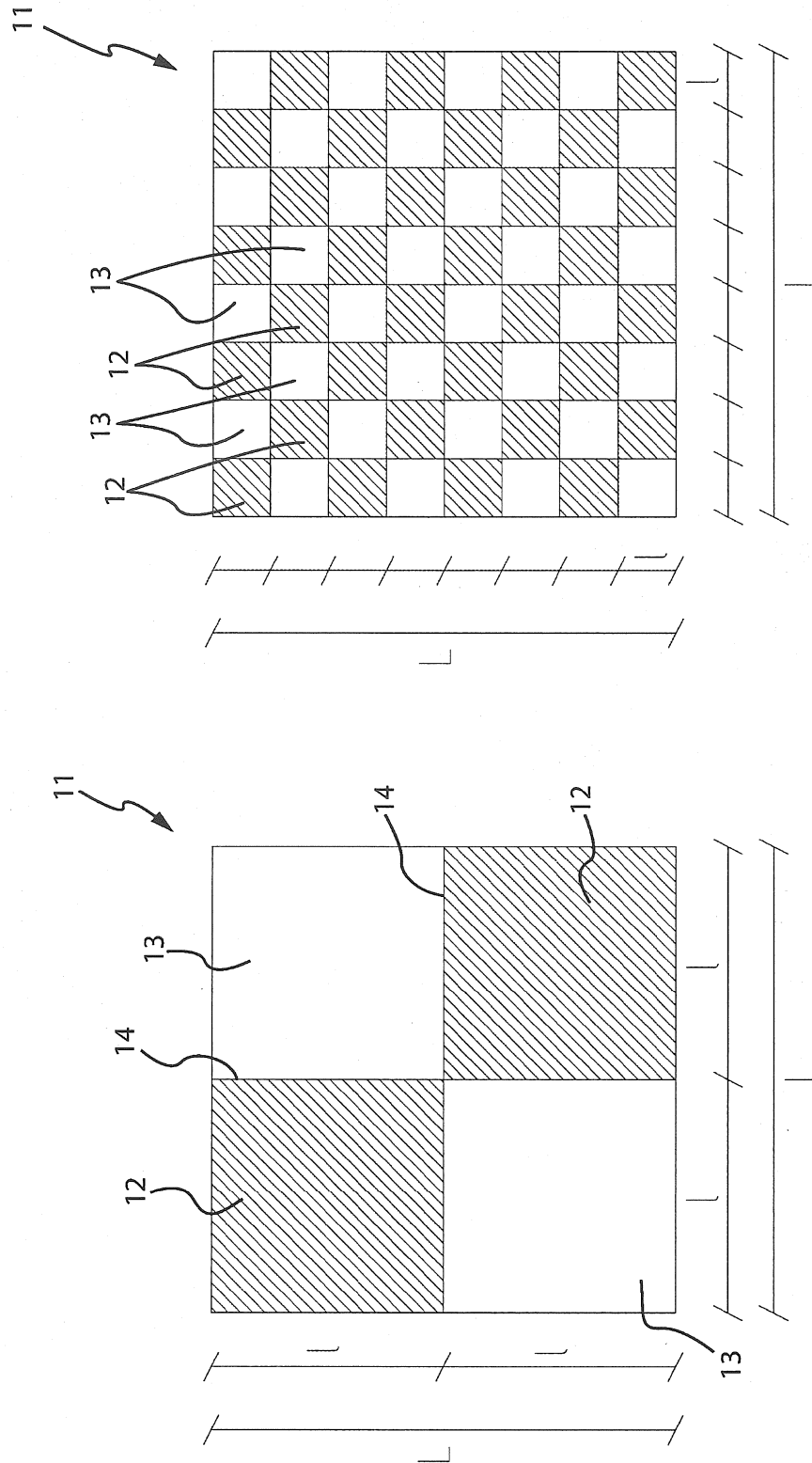


Fig. 7

		Cụm thu hồi tập trung	Cụm thu hồi trên vòi đốt	Bộ tái sinh trên vòi đốt
Nhiệt độ làm nóng trước của chất lưu/nhiệt độ đầu vào của khói	%	Tối đa 80-81	Tối đa 74-75	Tối đa 90
Hiệu suất	%	Tối đa 86-87	Tối đa 85-86	Tối đa 90-91
Giới hạn công suất	KW	Không	500-600	Không
Điều khiển hệ thống	/	Không	Không	Các van đảo

Fig. 8

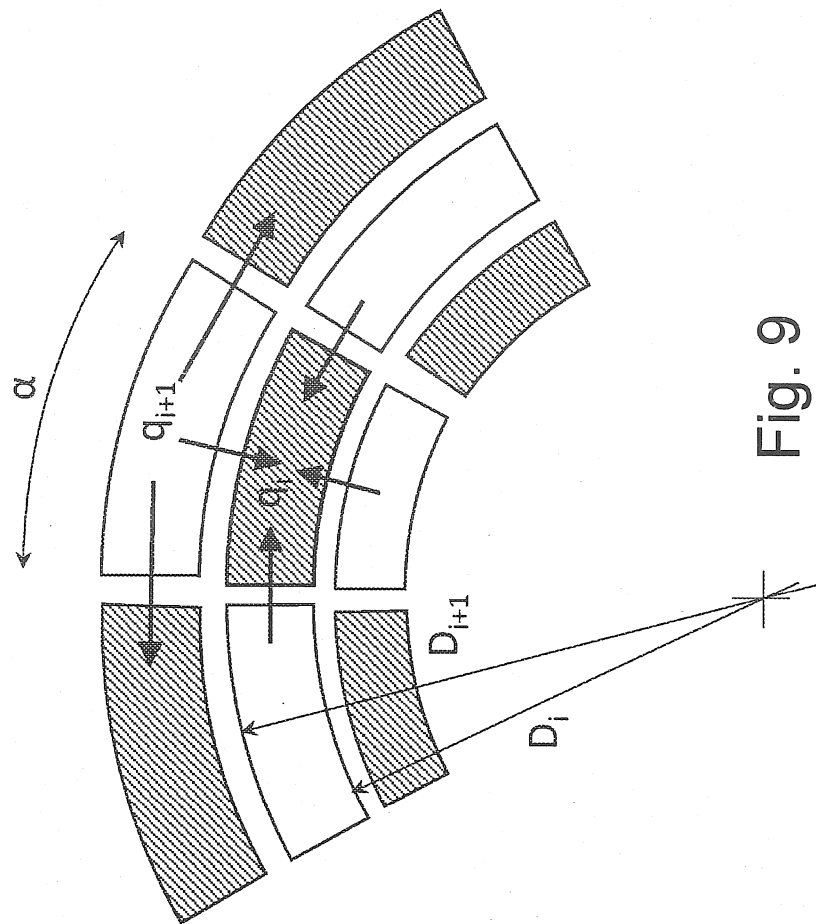


Fig. 9