



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) 
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
1-0044784
(51)^{2020.01} **F22B 1/18; F27D 17/00; E04F 13/14;** (13) **B**
F01K 23/10

(21) 1-2021-04494 (22) 27/12/2019
(86) PCT/US2019/068808 27/12/2019 (87) WO 2020/142389 09/07/2020
(30) 62/787,116 31/12/2018 US
(45) 25/04/2025 445 (43) 27/09/2021 402A
(71) SUNCOKE TECHNOLOGY AND DEVELOPMENT LLC (US)
1011 Warrenville Road 6th Floor, Lisle, IL 60532, United States of America
(72) QUANCI, John Francis (US); HANLIN, Anthony (US); MCLAREN, Jennifer (US).
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) MÁY TẠO HƠI THU HỒI NHIỆT

(21) 1-2021-04494

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống và thiết bị làm mát các khí thải thoát ra từ cơ sở công nghiệp, như lò luyện cốc trong nhà máy sản xuất than cốc. Hệ thống theo sáng chế bao gồm máy tạo hơi thu hồi nhiệt (heat recovery steam generator-HRSG) có hệ thống tạo hơi chuyển nước cấp lỏng thành hơi bằng cách hấp thụ nhiệt từ các khí thải. Hệ thống tạo hơi này bao gồm nhiều ống dẫn nước mang nước lỏng và hơi. Một số hoặc tất cả các ống chứa thép và vật liệu không ăn mòn được tráng lên thép giúp giảm sự ăn mòn do các khí thải ở nhiệt độ cao và các chất ô nhiễm cực kỳ ăn mòn trong khí thải có thể ăn mòn thép gây ra.

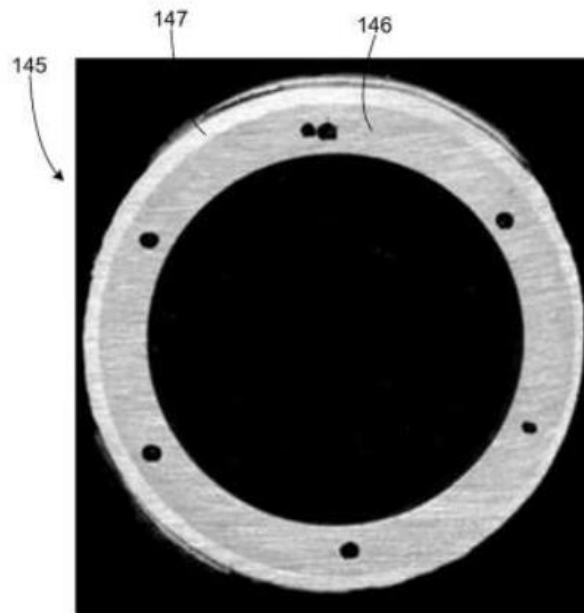


FIG. 17B

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống để xử lý và sử dụng khí thải được tạo ra trong quy trình công nghiệp, như khí thải được tạo ra bởi lò luyện cốc trong quy trình luyện cốc.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Máy tạo hơi thu hồi nhiệt (heat recovery steam generator-HRSG) được sử dụng trong nhiều quy trình công nghiệp làm phương tiện để thu hồi nhiệt từ các dòng khí nóng. Thông thường, HRSG được sử dụng để tạo hơi (bao gồm hơi quá nhiệt), mà sau đó có thể được sử dụng cho nhiều mục đích khác nhau xung quanh cơ sở công nghiệp. Một ngành công nghiệp cụ thể sử dụng HRSG là ngành công nghiệp sản xuất than cốc, mặc dù HRSG cũng được sử dụng trong, ví dụ, các quy trình xử lý rác thành hơi, chế biến sinh khối, chế biến rượu đen, và trong xử lý các vật liệu nạp hỗn hợp khác (như than và sinh khối).

Đối với việc sử dụng HRSG trong các cơ sở sản xuất than cốc, và cụ thể là đối với việc sử dụng HRSG trong các cơ sở thu hồi nhiệt luyện cốc, thì các khí dễ bay hơi thoát ra trong quy trình luyện cốc được dẫn ra khỏi lò luyện cốc và cuối cùng đi vào hệ thống khử lưu huỳnh khí thải, mà được sử dụng để giảm tính axit và trung hòa các axit có trong khí thải, và buồng túi lọc, mà gom các chất dạng hạt trong khí thải, trước khi khí thải được thoát vào khí quyển. So với các khí thải được thải ra từ các nhà máy điện đốt than, các khí thải được thải ra từ các lò luyện cốc thu hồi nhiệt thường có nồng độ axit cao hơn nhiều, và cụ thể là, axit clohydric. Ví dụ, khí thải được thải ra từ các lò luyện cốc thu hồi nhiệt đôi khi có thể có nồng độ axit clohydric cao hơn 10 lần (hoặc nhiều hơn) so với khí thải được thải ra từ các nhà máy điện đốt than. Điều này chủ yếu là do các nhà máy luyện cốc thu hồi nhiệt chiết xuất 80-90% tất cả clorua trong than trong khi chỉ đốt cháy khoảng 25% than và tất cả số này được thải ra khỏi lò dưới dạng chất dễ bay hơi trong quy trình luyện cốc.

Tuy nhiên, các khí dễ bay hơi được thải ra từ lò luyện cốc thường có nhiệt độ nằm trong khoảng từ 1500 đến 2200°F, mà quá nóng để được xử lý thích hợp bởi hệ thống khử lưu huỳnh và buồng túi lọc. Theo đó, trước khi khí thải có thể được dẫn vào hệ thống khử lưu huỳnh và buồng túi lọc, thì các khí thải đi qua máy tạo hơi thu hồi

nhật, mà giúp làm mát các khí thải bằng cách hấp thụ nhiệt từ khí và sử dụng nhiệt để chuyển nước lỏng thành hơi, mà sau đó có thể được sử dụng để tạo ra điện bằng tuabin hơi.

Bất kể ngữ cảnh cụ thể mà trong đó HRSG được sử dụng, khi khí thải bắt đầu mát trong HRSG, thì các chất ô nhiễm hóa hơi trong khí ngưng tụ và kết tủa trên các ống trong HRSG mang theo nước và hơi. Các chất ô nhiễm ngưng tụ này thường rất ăn mòn các ống thép và có thể làm cho ống nhanh chóng bị ăn mòn và hư hại. Theo đó, cần có máy tạo hơi thu hồi nhiệt cải tiến để tăng khả năng chống ăn mòn do các chất ô nhiễm trong các khí thải gây ra.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất các giải pháp kỹ thuật để giải quyết các vấn đề được nêu trong phần tình kỹ thuật của sáng chế.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất máy tạo hơi thu hồi nhiệt (heat recovery steam generator-HRSG) được tạo kết cấu để nhận các khí thải, HRSG này bao gồm:

ống dẫn đầu vào được đặt ở đầu thứ nhất của HRSG và được tạo kết cấu để nhận các khí thải;

ống dẫn đầu ra được đặt ở đầu thứ hai của HRSG, trong đó các khí thải được tạo kết cấu để chảy qua HRSG bằng cách chảy từ ống dẫn đầu vào đến ống dẫn đầu ra; và

hệ thống tạo hơi được cách ly về mặt chất lưu với các khí thải chảy qua HRSG, trong đó hệ thống tạo hơi này bao gồm:

ít nhất một bộ tiết kiệm được tạo kết cấu để nhận nước lỏng ở nhiệt độ thứ nhất, trong đó ít nhất một bộ tiết kiệm bao gồm nhiều ống bộ tiết kiệm mà nước lỏng chảy qua, trong đó các khí thải chảy qua HRSG làm nóng nước lỏng trong nhiều ống bộ tiết kiệm từ nhiệt độ thứ nhất đến nhiệt độ thứ hai lớn hơn nhiệt độ thứ nhất;

ít nhất một thiết bị bay hơi được tạo kết cấu để nhận nước lỏng ở nhiệt độ thứ hai từ ít nhất một bộ tiết kiệm, trong đó ít nhất một thiết bị bay hơi bao gồm nhiều ống thiết bị bay hơi mà nước lỏng chảy qua, trong đó các khí thải chảy qua HRSG làm nóng nước lỏng trong nhiều ống thiết bị bay hơi cho đến khi nước lỏng bay hơi thành hơi, và trong đó ít nhất một phần của mỗi trong số nhiều ống thiết bị bay hơi được tráng bằng vật liệu chống ăn mòn ở nhiệt độ cao.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất nhà máy than cốc, nhà máy này bao

gồm:

 nhiều lò luyện cốc được tạo kết cấu để tạo ra than cốc từ than và thoát các khí thải;

 đường lò chung được ghép nối dẫn chất lưu với mỗi trong số nhiều lò luyện cốc và được tạo kết cấu để nhận các khí thải từ mỗi lò luyện cốc;

 và

 máy tạo hơi thu hồi nhiệt (heat recovery steam generator-HRSG) được ghép nối dẫn chất lưu giữa đường lò chung và hệ thống khử lưu huỳnh, trong đó HRSG bao gồm:

 ống dẫn đầu vào được tạo kết cấu để nhận các khí thải ở nhiệt độ thứ nhất từ đường lò chung;

 ống dẫn đầu ra được tạo kết cấu để cấp các khí thải ở nhiệt độ thứ hai nhỏ hơn nhiệt độ thứ nhất vào hệ thống khử lưu huỳnh, trong đó các khí thải này được tạo kết cấu để chảy qua HRSG bằng cách chảy từ ống dẫn đầu vào đến ống dẫn đầu ra;

 ít nhất một bộ tiết kiệm được tạo kết cấu để nhận nước lỏng và có nhiều ống bộ tiết kiệm được tạo kết cấu để vận chuyển nước lỏng, trong đó nhiều ống bộ tiết kiệm được tạo kết cấu để làm nóng nước lỏng bằng cách sử dụng nhiệt do các khí thải tỏa ra;

 nhiều thiết bị bay hơi được tạo kết cấu để nhận nước lỏng được làm nóng từ ít nhất một bộ tiết kiệm và có nhiều ống thiết bị bay hơi được tạo kết cấu để vận chuyển nước lỏng, trong đó nhiều ống thiết bị bay hơi được tạo kết cấu để làm nóng nước lỏng trong nhiều ống thiết bị bay hơi bằng cách sử dụng nhiệt do các khí thải tỏa ra cho đến khi nước lỏng bay hơi thành hơi và trong đó mỗi trong số nhiều ống thiết bị bay hơi được phủ bằng vật liệu chống ăn mòn.

 Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp điều chỉnh máy tạo hơi thu hồi nhiệt (heat recovery steam generator-HRSG) được tạo kết cấu để nhận các khí thải có nhiệt độ cao và áp suất cao, trong đó các khí thải này có tính ăn mòn ở nhiệt độ trên nhiệt độ tới hạn, trong đó HRSG bao gồm ít nhất một thiết bị bay hơi có nhiều ống thiết bị bay hơi, trong đó mỗi trong số nhiều ống thiết bị bay hơi có nhiệt độ bề mặt ống thiết bị bay hơi lớn hơn nhiệt độ tới hạn trong quá trình vận hành HRSG, phương pháp này bao gồm:

 bước tách các ống thiết bị bay hơi riêng lẻ khỏi thiết bị bay hơi và tháo các ống thiết bị bay hơi riêng lẻ khỏi HRSG; và

 bước ghép nối dẫn chất lưu ống thiết bị bay hơi thay thế vào thiết bị bay hơi tại

mỗi vị trí mà một ống thiết bị bay hơi riêng lẻ được tách khỏi thiết bị bay hơi, trong đó mỗi ống thiết bị bay hơi thay thế được tráng bằng vật liệu chống ăn mòn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig. 1 là hình chiếu bằng, cắt một phần của một phần của nhà máy than cốc thu hồi/không thu hồi nhiệt nằm ngang được tạo kết cấu theo các phương án của sáng chế.

Fig. 2 là hình phối cảnh nhà máy than cốc được tạo kết cấu theo các phương án của sáng chế.

Fig. 3 thể hiện hình chiếu bằng của HRSG minh họa được tạo kết cấu theo các phương án của sáng chế.

Fig. 4 thể hiện biểu đồ đường dẫn dòng khí thải đi qua HRSG, theo các phương án của sáng chế.

Fig. 5A và Fig. 5B thể hiện hình chiếu bằng của phần trên và phần dưới của thiết bị bay hơi sơ cấp được tạo kết cấu theo các phương án của sáng chế.

Fig. 6A thể hiện biểu đồ của một phần của vách nước và Fig. 6B thể hiện hình chiếu bằng của vách bên ngoài của HRSG, theo các phương án của sáng chế.

Fig. 7A và Fig. 7B thể hiện các biểu đồ của bộ quá nhiệt được tạo kết cấu theo các phương án của sáng chế.

Fig. 7C thể hiện biểu đồ của ống đỡ dọc cho bộ quá nhiệt trên các Fig. 7A và Fig. 7B và được tạo kết cấu theo các phương án của sáng chế.

Fig. 8A và Fig. 8B thể hiện các biểu đồ của bộ tiết kiệm được tạo kết cấu theo các phương án của sáng chế.

Fig. 9 là biểu đồ so sánh các khoảng nhiệt độ mà các chất ô nhiễm trong khí thải ăn mòn đối với các ống thép.

Fig. 10-16 thể hiện các ảnh hưởng của sự ăn mòn do các chất ô nhiễm gây ra trong khí thải tương tác với các ống thép trong HRSG.

Fig. 17A thể hiện nhiều ống có hợp kim chống ăn mòn được tráng lên phần thép của ống và được tạo kết cấu theo các phương án của sáng chế.

Fig. 17B thể hiện hình chiếu mặt cắt ngang của một trong các ống được thể hiện trên Fig. 17A.

Fig. 18 thể hiện biểu đồ của máy quạt muối được sử dụng để loại bỏ các hạt kết tủa khỏi các ống, theo các phương án của sáng chế.

Fig. 19A-E thể hiện các biểu đồ của HRSG có các cách bố trí và cách sắp xếp khác nhau, theo các phương án của sáng chế.

Fig. 20 thể hiện biểu đồ phân tích nhiệt độ ống và nhiệt độ khí thải ở các giai đoạn khác nhau của HRSG được tạo kết cấu theo các phương án được mô tả trong bản mô tả.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các chi tiết cụ thể của một số phương án theo sáng chế được bộc lộ được mô tả dưới đây có đề cập đến các kết cấu đại diện, cụ thể. Sáng chế được bộc lộ cũng được mô tả trong bản mô tả này có đề cập đến HRSG được sử dụng trong các nhà máy sản xuất than cốc. Tuy nhiên, cần đánh giá cao rằng kỹ thuật được mô tả trong bản mô tả này không giới hạn ở ứng dụng cụ thể này. Ví dụ, HRSG và kỹ thuật liên quan được mô tả trong bản mô tả này có thể được thực hiện theo quy trình công nghiệp bất kỳ trong đó khí thải được xử lý để làm mát khí thải và/hoặc dùng nhiệt khí thải để tạo ra hơi nước. Do đó, kỹ thuật được mô tả trong bản mô tả này không được coi là giới hạn ở các quy trình sản xuất than cốc.

Theo một số phương án không giới hạn, kỹ thuật được bộc lộ có thể được thực hiện phù hợp với lò, cơ sở sản xuất than cốc, và các kết cấu cách nhiệt và chắn nhiệt có kết cấu thích hợp khác. Các chi tiết cụ thể mô tả kết cấu hoặc quy trình đã biết và thường liên quan đến lò luyện cốc nhưng có thể làm mờ một số khía cạnh quan trọng của sáng chế được bộc lộ một cách không cần thiết, không được nêu rõ trong phần mô tả sau đây để cho rõ ràng. Hơn nữa, mặc dù phần mô tả sau đây nêu một số phương án về các khía cạnh khác nhau của kỹ thuật được bộc lộ, nhưng một số phương án của kỹ thuật có thể có các kết cấu và/hoặc các bộ phận khác với các kết cấu và/hoặc các bộ phận được mô tả trong phần này. Do đó, sáng chế có thể bao gồm một số phương án với các chi tiết bổ sung và/hoặc không có một số chi tiết được mô tả dưới đây có đề cập đến các hình vẽ Fig. 1-20.

Đề cập đến Fig. 1, nhà máy than cốc 100 được minh họa mà sản xuất than cốc từ than trong môi trường khử. Fig. 1 minh họa bốn lò 101 với các phần được cắt bỏ để cho rõ ràng hơn. Mỗi lò 101 bao gồm buồng lò 110 tốt hơn là được định ra bởi sàn 111, cửa trước 114, cửa sau 115 tốt hơn là đối diện với cửa trước 114, hai vách bên 112 kéo dài hướng lên trên từ sàn 111 giữa cửa trước 114 và cửa sau 115, và vòm lò 113 tạo thành

bề mặt trên của buồng lò 110. Lò 101 cũng có thể bao gồm bộ 105 liền kề với cửa trước 114 mà công nhân có thể đứng và đi trên đó để vào cửa trước và buồng lò 110. Khi vận hành, than cốc được tạo ra trong lò 101 bằng cách trước hết nạp than vào buồng lò 110, nung than trong môi trường thiếu oxy, dẫn đi phần dễ bay hơi của than và sau đó oxy hóa các chất dễ bay hơi trong lò 101 để thu nhận và dùng nhiệt tỏa ra. Các chất dễ bay hơi của than được oxy hóa trong lò trong chu kỳ luyện cốc 48 giờ và giải phóng nhiệt để tái sinh quá trình cacbon hóa than thành cốc. Chu trình luyện cốc bắt đầu khi cửa trước 114 được mở và than được nạp vào sàn 111. Than trên sàn 111 được gọi là vỉa than. Nhiệt từ lò (do chu trình luyện cốc trước đó) bắt đầu chu trình cacbon hóa. Tốt hơn là, không có nhiên liệu bổ sung khác ngoài nhiên liệu được tạo ra bởi quy trình luyện cốc được sử dụng. Khoảng một nửa tổng lượng nhiệt truyền đến vỉa than được tỏa xuống bề mặt trên của vỉa than từ ngọn lửa phát sáng và vòm lò bức xạ 113. Một nửa nhiệt còn lại được truyền đến vỉa than bằng cách dẫn nhiệt từ sàn 111 mà được làm nóng theo kiểu đối lưu do sự bay hơi của các chất khí trong phần dẫn khói đáy lò 118. Bằng cách này, quy trình cacbon hóa "làn sóng" dòng chảy dẻo của các hạt than và tạo thành than cốc kết dính độ bền cao tiếp diễn từ cả ranh giới trên và dưới của vỉa than với tốc độ như nhau, tốt nhất là gặp nhau ở phần giữa của vỉa than sau khoảng thời gian 45-48 giờ.

Khi vận hành, các khí dễ bay hơi thoát ra từ than đặt bên trong buồng lò 110 (còn được gọi là các khí thải) gom ở vòm lò 113 và được hút xuống phía dưới trong hệ thống tổng thể vào các kênh ống xả 117 được tạo thành ở một hoặc cả hai vách bên 112. Các kênh ống xả 117 nối thông chất lưu buồng lò 110 với phần dẫn khói đáy lò 118 được đặt dưới sàn 111. Phần dẫn khói đáy lò 118 tạo thành đường dẫn vòng quanh bên dưới sàn 111 và các khí dễ bay hơi thoát ra từ than có thể đi qua các kênh ống xả 117 và đi vào phần dẫn khói đáy lò 118, nơi chúng cháy và tỏa ra nhiệt hỗ trợ quá trình khử than thành than cốc. Các kênh hút 116 được tạo thành ở một hoặc cả hai vách bên 112 của buồng lò 110 và được ghép nối dẫn chất lưu giữa phần dẫn khói đáy lò 118 và các ống hút 103 sao cho các khí dễ bay hơi đã cháy có thể rời khỏi phần dẫn khói đáy lò 118 bằng cách đi qua các kênh hút 116 về phía các ống hút 103. Các ống hút 103 dẫn các khí dễ bay hơi vào đường lò chung 102, mà vận chuyển các khí này xuống phía dưới để xử lý tiếp.

Fig. 2 thể hiện hình phối cảnh của nhà máy than cốc 100. Sau khi đi vào đường lò chung 102 từ các ống hút 103, đường lò chung 102 dẫn các khí thải đến một hoặc nhiều máy tạo hơi thu hồi nhiệt (heat recovery steam generator-HRSG) 120, mà làm mát

khí thải bằng cách sử dụng nhiệt từ khí thải để chuyển nước lỏng thành hơi. Ống dẫn khí được làm mát 121 vận chuyển khí được làm mát từ HRSG 120 đến hệ thống khử lưu huỳnh khí thải 122, mà được sử dụng để giảm độ axit và trung hòa các axit có trong khí thải. Được nối thông chất lưu và xa hơn ở phía dưới là buồng túi lọc để gom các hạt, ít nhất một quạt hút để kiểm soát áp suất không khí trong hệ thống, và ống đứng dẫn khí chính để thải khí thải đã qua xử lý, được làm mát ra môi trường. Các đường dẫn hơi nối thông các máy tạo hơi nước thu hồi nhiệt và nhà máy đồng phát để có thể dùng nhiệt thu hồi. Nhà máy than cốc 100 cũng có thể được nối thông chất lưu với ống đứng xả đi vòng 104 mà có thể được sử dụng để thoát các khí thải nóng ra khí quyển trong các tình huống khẩn cấp.

Fig. 3 thể hiện hình chiếu bằng của HRSG 120 minh họa và Fig. 4 thể hiện biểu đồ đường dẫn dòng khí thải qua HRSG 120. HRSG 120 bao gồm ống dẫn đầu vào 124 được tạo kết cấu để nhận các khí thải nóng từ đường lò đi ngang 123 (Fig. 2) được ghép với đường lò chung 102 (Fig. 2). Các khí thải đi vào HRSG 120 và đi qua van thông gió đầu vào (không được đánh dấu) được đặt liền kề với ống dẫn đầu vào 124, mà có thể được sử dụng để kiểm soát dòng khí thải vào HRSG 120, và vào buồng bức xạ (không được đánh dấu), mà có thể được sử dụng để giải quyết sự phân bố dòng khí và cho phép các khí thải đủ mát để các loại nóng chảy bất kỳ trong khí thải có thể hóa rắn. HRSG 120 bao gồm hệ thống tạo hơi 125 sử dụng nhiệt và nhiệt năng của khí thải nóng để hóa hơi nước lỏng trong hệ thống tạo hơi 125 thành hơi và sau đó làm quá nhiệt hơi. Theo một số phương án, hơi quá nhiệt được cấp vào tuabin hơi mà sử dụng hơi quá nhiệt để tạo ra điện. Theo các phương án khác, hơi quá nhiệt được cấp vào các hệ thống khác cho các mục đích khác.

Theo phương án được minh họa, hệ thống tạo hơi 125 bao gồm bộ tiết kiệm 126, thiết bị bay hơi sơ cấp 127, hai thiết bị bay hơi thứ cấp 128, hai bộ quá nhiệt 129, các thùng phuy hơi 130A và các thùng phuy bunn 130B, và vách nước 133. Khi khí thải chảy qua HRSG 120, nhiệt từ khí thải có thể được truyền đến từng bộ phận khác nhau của hệ thống tạo hơi 125. Bằng cách này, nhiệt độ của khí thải có thể giảm khi nó chảy qua HRSG 120. Ví dụ, khi khí thải trước tiên được nhận tại ống dẫn đầu vào 124, thì khí thải có thể có nhiệt độ nằm trong khoảng từ 800 đến 2500°F. Khi các khí thải đi qua HRSG 120, các khí thải này có thể được làm mát bằng các bộ phận khác nhau của HRSG 120 sao cho, khi khí thải thoát khỏi HRSG 120 qua ống dẫn đầu ra 132 và được dẫn vào ống

dẫn khí được làm mát 121, khí thải có thể có nhiệt độ nằm trong khoảng từ 300 đến 600°F, và cụ thể là nhiệt độ nằm trong khoảng từ 375 đến 500°F. Tuy nhiên, các nhiệt độ này chỉ là ví dụ. Các nhiệt độ khí thải cụ thể được đo tại ống dẫn đầu vào 123 và ống dẫn đầu ra 132 phụ thuộc vào các điều kiện hoạt động cụ thể và thiết kế của HRSG 120 và các bộ phận khác của nhà máy than cốc.

Khi khí thải đi qua và truyền nhiệt đến các bộ phận khác nhau của hệ thống tạo hơi 125, thì các bộ phận này hấp thụ nhiệt năng từ khí thải, làm cho nhiệt độ của chúng tăng lên. Bằng cách này, khí thải có thể được sử dụng để làm nóng nước trong các bộ phận khác nhau của hệ thống tạo hơi 125 để tạo ra hơi. Ví dụ, trong quá trình vận hành hệ thống tạo hơi 125, nước cấp được cấp vào bộ tiết kiệm 126. Nước cấp thường được cấp vào bộ tiết kiệm 126 ở nhiệt độ khoảng 270°F. Tuy nhiên, nước cấp có thể được tăng áp suất cao sao cho, ngay cả ở nhiệt độ cao này, nước cấp vẫn không sôi. Khi các khí thải nóng chảy qua bộ tiết kiệm 126, thì ít nhất một số nhiệt năng của các khí thải có thể được hấp thụ bởi bộ tiết kiệm 126 và bởi nước cấp trong bộ tiết kiệm 126. Do đó, nước cấp trong bộ tiết kiệm 126 có thể được làm nóng đến nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ 270°F. Nước cấp được làm nóng sau đó được dẫn vào thùng phuy để lưu trữ tạm thời trước khi được dẫn vào thiết bị bay hơi sơ cấp và thiết bị bay hơi thứ cấp 127 và 128. Khi nước cấp được làm nóng chảy qua các thiết bị bay hơi 127 và 128, thì nhiệt từ các khí thải nóng chảy qua các thiết bị bay hơi 127/128 có thể được truyền vào các thiết bị bay hơi 127 và 128, do đó có thể làm nóng nước lỏng đến nhiệt độ đủ cao mà nước bay hơi thành hơi. Sau đó hơi được dẫn vào thùng phuy để lưu trữ tạm thời trước khi được dẫn vào các bộ quá nhiệt 129. Khi hơi chảy qua các bộ quá nhiệt 129, thì nhiệt từ khí thải có thể được các bộ quá nhiệt 129 hấp thụ, mà có thể làm cho hơi nước bên trong các bộ quá nhiệt 129 trở nên quá nóng. Sau khi được làm quá nhiệt, hơi sau đó có thể được dẫn ra khỏi HRSG để sử dụng tiếp.

Theo các phương án được thể hiện trên Fig. 3 và Fig. 4, sau khi khí thải đi qua ống dẫn đầu vào 124, thì các khí thải trước hết đi qua thiết bị bay hơi sơ cấp 127. Fig. 5A và Fig. 5B thể hiện hình chiếu bằng của phần trên và phần dưới của thiết bị bay hơi sơ cấp 127. Thiết bị bay hơi sơ cấp 127 bao gồm nhiều ống thiết bị bay hơi 135 thường được định hướng theo hướng dọc và được ghép nối dẫn chất lưu song song giữa thùng phuy bunn 130B và thùng phuy hơi 130A. Khi nước lỏng chảy qua các ống thiết bị bay hơi 135, các khí thải nóng đi qua thiết bị bay hơi sơ cấp 127 và chảy xung quanh các

ống thiết bị bay hơi riêng lẻ 135. Điều này có thể làm cho các khí thải truyền nhiệt năng vào từng ống thiết bị bay hơi 135, làm cho các thiết bị bay hơi riêng lẻ 135 nóng lên. Theo một số phương án, các ống thiết bị bay hơi 135 có thể được làm nóng đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 500°F đến hơn 1000°F. Tuy nhiên, các nhiệt độ này chỉ là ví dụ và nhiệt độ cụ thể mà các bộ phận khác nhau của máy tạo hơi thu hồi nhiệt phải trải qua phụ thuộc vào thiết kế và các điều kiện hoạt động cụ thể của máy tạo hơi thu hồi nhiệt và các bộ phận khác của nhà máy than cốc (hoặc nhà máy công nghiệp khác). Các ống thiết bị bay hơi 135, có thể được tạo thành từ kim loại, sau đó có thể truyền ít nhất một phần nhiệt năng được hấp thụ này vào nước chảy qua các ống thiết bị bay hơi 135, làm cho nước lỏng nóng lên và bay hơi thành hơi.

Các thiết bị bay hơi thứ cấp 128, được bố trí xa hơn ở phía dưới từ thiết bị bay hơi sơ cấp 127, cũng có thể bao gồm các ống thiết bị bay hơi 135 thường được định hướng theo chiều dọc và được ghép nối dẫn chất lưu song song giữa thùng phuy bùn 130B và thùng phuy hơi 130A sao cho nhiệt từ khí thải có thể được hấp thụ bởi các ống thiết bị bay hơi 135 của thiết bị bay hơi thứ cấp 128 và nước lỏng chảy qua các thiết bị bay hơi thứ cấp 128 có thể được làm bay hơi thành hơi. Tuy nhiên, vì các thiết bị bay hơi thứ cấp 128 được bố trí xa hơn ở phía từ thiết bị bay hơi sơ cấp 127, nên khí thải đi qua các thiết bị bay hơi thứ cấp 128 có thể mát hơn khí thải đi qua thiết bị bay hơi sơ cấp 127. Ví dụ, khí thải đi qua thiết bị bay hơi thứ cấp có thể chỉ ở khoảng 730°F. Để đảm bảo rằng đủ nhiệt năng được chuyển đến các ống thiết bị bay hơi 135 của các thiết bị bay hơi thứ cấp 128, các thiết bị bay hơi thứ cấp 128 có thể bao gồm nhiều ống thiết bị bay hơi 135 hơn thiết bị bay hơi sơ cấp 127 và các ống thiết bị bay hơi 135 của các thiết bị bay hơi thứ cấp 128 có thể được xếp lại với nhau dày đặc hơn. Bằng cách này, các khí thải sẽ khó chảy qua các thiết bị bay hơi thứ cấp 128 và lượng nhiệt năng được truyền vào các ống thiết bị bay hơi 135, và do đó lượng nhiệt được truyền vào nước lỏng trong các ống 135 này có thể đủ cao để làm cho nước lỏng bay hơi thành hơi.

Theo một số phương án, HRSG 120 cũng có thể bao gồm vách nước 133 (Fig. 6A và Fig. 6B) được tạo kết cấu để bảo vệ nhiệt các phần bên ngoài của HRSG 120 khỏi nhiệt tỏa ra bởi các khí thải chảy qua HRSG 120. Theo các phương án này, ít nhất một số ống thiết bị bay hơi 135 có thể được đặt liền kề với các vách bên ngoài của HRSG 120 sao cho các ống thiết bị bay hơi 135 này có thể hấp thụ nhiệt từ khí thải gần các vách bên ngoài thay vì nhiệt bị các vách hấp thụ. Ví dụ, Fig. 6A thể hiện biểu đồ của

một phần vách nước 133 và Fig. 6B thể hiện hình chiếu từ bên ngoài của vách bên ngoài 136 của HRSG 120. Ống thiết bị bay hơi 135 kéo dài giữa thùng phuy bùn 130B và thùng phuy hơi 130A và được đặt liền kề với vách bên ngoài 136, mặc dù ngăn cách với vách bên ngoài 136 bởi khe hở 137. Bằng cách này, ống thiết bị bay hơi 135 có thể được đặt giữa vách bên ngoài 136 và khí thải và do đó có thể làm giảm nhiệt của khí thải đạt đến vách bên ngoài 136. Do đó, vách nước có thể ngăn vách bên ngoài 136 không bị làm nóng đến nhiệt độ cao không mong muốn và nhiệt độ trong khe hở 137 có thể thấp hơn nhiệt độ trên mặt bên kia của vách nước 133.

Sau khi nước lỏng bay hơi thành hơi, các ống thiết bị bay hơi 135 dẫn hơi ra khỏi thiết bị bay hơi sơ cấp và thiết bị bay hơi thứ cấp 127 và 128 và vào thùng phuy hơi 130A. Các thùng phuy hơi 130A kéo dài dọc theo phần trên của HRSG 120 và ghép nối dẫn chất lưu các thiết bị bay hơi 127 và 128 với bộ quá nhiệt 129. Hơn nữa, các thùng phuy hơi 130A có thể được tăng áp suất đủ sao cho hơi trong các thùng phuy hơi 130A có thể được bão hòa.

Sau khi đi qua thiết bị bay hơi sơ cấp 127, các khí thải chảy về phía các bộ quá nhiệt 129. HRSG 120 có thể được tạo kết cấu để cấp hơi vào tuabin hơi mà sử dụng hơi nước để tạo ra điện. Tuy nhiên, nếu hơi được cấp vào tuabin hơi ở áp suất và/hoặc nhiệt độ quá thấp, thì tuabin hơi có thể bị hư hại. Theo đó, trước khi hơi bão hòa trong thùng phuy hơi 130A có thể được cấp vào tuabin hơi, thì các bộ quá nhiệt 129 có thể lấy hơi bão hòa từ các thùng phuy hơi 130A để làm quá nhiệt và tăng áp suất hơi. Fig. 7A thể hiện hình chiếu đứng từ phía trước của một trong các bộ quá nhiệt 129 và Fig. 7B thể hiện hình chiếu bằng từ trên xuống của ống bộ quá nhiệt duy nhất 138. Mỗi bộ quá nhiệt 129 bao gồm nhiều ống bộ quá nhiệt nằm ngang thông thường 138 được xếp chồng lên nhau và được ghép nối dẫn chất lưu với nhau. Mỗi ống bộ quá nhiệt 138 có nhiều đoạn thẳng 138A và nhiều đoạn cong 138B tạo thành các phần đầu của các ống và ghép các đoạn thẳng liền kề 138A với nhau. Với cách sắp xếp này, mỗi ống bộ quá nhiệt 138 có thể có kết cấu uốn khúc thông thường.

Trong quá trình hoạt động của bộ quá nhiệt 129, hơi trong các thùng phuy hơi 130A được dẫn vào mỗi ống bộ quá nhiệt 138 bằng ống 141A. Khi hơi chảy qua các ống bộ quá nhiệt 138 bằng cách đi theo đường dẫn uốn khúc, thì các khí thải nóng trong HRSG 120 có thể chảy qua các ống bộ quá nhiệt riêng lẻ 138, do đó làm cho các ống bộ quá nhiệt riêng lẻ 138 nóng lên cho đến khi nhiệt độ của bề mặt bên ngoài của các ống

bộ quá nhiệt 138 đạt đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 500°F đến 1000°F. Các ống bộ quá nhiệt 138, mà thường được tạo thành từ kim loại, sau đó có thể truyền ít nhất một phần nhiệt năng được hấp thụ này cho hơi chảy qua các ống bộ quá nhiệt 138, do đó làm cho hơi trở nên quá nhiệt. Khi hơi quá nhiệt đạt đến cuối ống bộ quá nhiệt 138, thì hơi quá nhiệt được dẫn ra khỏi bộ quá nhiệt 129 và vào ống 141B, mà dẫn hơi ra khỏi HRSG 120 qua vòi 142. Sau đó, hơi quá nhiệt có thể được cấp vào tuabin hơi.

Để đỡ các ống bộ quá nhiệt 138 nằm ngang thông thường, thì HRSG 120 có thể bao gồm nhiều ống đỡ dọc 139. Các ống đỡ dọc 139 thường được định hướng theo chiều dọc và mỗi ống bao gồm nhiều gờ tản nhiệt lồi theo hướng ngang sao cho các ống bộ quá nhiệt nằm ngang 138 có thể nằm trên các gờ tản nhiệt. Như được thể hiện trên Fig. 7C, mỗi ống đỡ dọc 139 bao gồm ống thiết bị bay hơi 135 và nhiều gờ tản nhiệt 140 được hàn vào ống thiết bị bay hơi 135 sao cho các gờ tản nhiệt 140 kéo dài ra khỏi ống thiết bị bay hơi 135 và có thể đỡ một trong các ống bộ quá nhiệt 138. Trong khi Fig. 7C thể hiện các gờ tản nhiệt 140 có đầu cuối cong hướng lên, thì các gờ tản nhiệt 140 có thể có các hình dạng khác, như các gờ tản nhiệt thẳng lồi theo hướng ngang mà không có đường cong hướng lên ở đầu cuối.

Trong quá trình vận hành HRSG 120, các khí thải chảy qua HRSG 120 có thể đủ nóng để làm mềm và làm yếu kim loại tạo thành các ống đỡ dọc 139, mà có thể gây hư hại cho bộ quá nhiệt 129. Tuy nhiên, vì ống thiết bị bay hơi 135 chứa nước và hơi chảy qua đó, nên nước và hơi có thể hấp thụ đủ nhiệt được các ống đỡ dọc 139 hấp thụ để làm mát các ống đỡ dọc 139 xuống để kim loại vẫn đủ bền.

Theo phương án được thể hiện trên Fig. 3 và Fig. 4, hệ thống tạo hơi 125 bao gồm hai bộ quá nhiệt 129. Theo một số phương án, hai bộ quá nhiệt 129 có thể được ghép nối dẫn chất lưu với nhau theo kiểu nối tiếp. Theo các phương án này, một trong các bộ quá nhiệt 129 nhận hơi từ các thùng phuy hơi 130A, ít nhất một phần làm quá nhiệt hơi, và cấp ít nhất một phần hơi quá nhiệt vào bộ quá nhiệt thứ hai 129, mà tiếp tục làm nóng ít nhất một phần hơi quá nhiệt cho đến khi hơi được làm quá nhiệt hoàn toàn. Sau đó, hơi quá nhiệt được dẫn ra khỏi HRSG 120. Tuy nhiên, theo các phương án khác, hai bộ quá nhiệt 129 không được ghép nối dẫn chất lưu với nhau và làm quá nhiệt hơi độc lập với nhau. Theo các phương án khác nữa, hệ thống tạo hơi chỉ có thể bao gồm một bộ quá nhiệt 129, hoặc có thể bao gồm nhiều hơn hai bộ quá nhiệt 129.

Sau khi đi qua các bộ quá nhiệt 129, thì các khí thải đi qua các thiết bị bay hơi

thứ cấp 128 và chảy về phía bộ tiết kiệm 126. Fig. 8A là hình chiếu từ phía trước của bộ tiết kiệm 126 thể hiện ống bộ tiết kiệm đơn 143 và Fig. 8B là biểu đồ thể hiện mặt bên của bộ tiết kiệm 126. Bộ tiết kiệm 126 bao gồm nhiều ống bộ tiết kiệm 143 được đặt gần nhau. Mỗi ống bộ tiết kiệm 143 có nhiều đoạn thẳng 143A và nhiều đoạn cong 143B ghép các đoạn thẳng liền kề 143A với nhau. Với cách sắp xếp này, mỗi ống bộ tiết kiệm 143 có thể có kết cấu uốn khúc thông thường.

Trong quá trình hoạt động của bộ tiết kiệm 126, nước cấp từ bên ngoài HRSG 120 được dẫn vào từng ống bộ tiết kiệm 143 bằng đầu vào nước cấp 144A. Khi nước cấp chảy qua các ống bộ tiết kiệm 143 theo đường dẫn uốn khúc, thì các khí thải trong HRSG 120 có thể chảy giữa các ống bộ tiết kiệm 143 liền kề, làm cho các ống bộ tiết kiệm 143 nóng lên. Các ống bộ tiết kiệm 143, thường được tạo thành từ kim loại, sau đó có thể truyền ít nhất một phần nhiệt năng được hấp thụ vào nước cấp chảy qua các ống bộ tiết kiệm 143. Tuy nhiên, áp suất cao trong các ống bộ tiết kiệm có thể đảm bảo rằng nước cấp vẫn ở dạng lỏng ở nhiệt độ cao này. Khi nước cấp được làm nóng đạt đến cuối các ống bộ tiết kiệm 143, thì nước cấp được làm nóng được dẫn ra khỏi bộ tiết kiệm 126 và vào ống 144B, mà dẫn nước cấp được làm nóng vào các thùng phuy bùn 130B. Hơn nữa, khi các khí thải đi qua bộ tiết kiệm 126, thì các khí thải có thể đủ mát và có thể được dẫn ra khỏi HRSG 120.

Theo các phương án được thể hiện trong các hình vẽ Fig. 5A-8B, mỗi ống 135, 138, và 143 đều được mô tả dưới dạng hình trụ thông thường và không có các phần nhô ra khỏi các ống. Tuy nhiên, theo các phương án khác, một số hoặc tất cả các ống này có thể bao gồm các gờ tản nhiệt kéo dài ra khỏi ống và đóng vai trò như các bộ tản nhiệt có thể giúp các ống hấp thụ nhiệt bổ sung từ khí thải.

Trong quy trình luyện cốc, các chất ô nhiễm được tìm thấy trong than được thoát ra từ than và được thải ra khỏi lò luyện cốc dưới dạng một phần của khí thải. Theo một số phương án, các chất ô nhiễm này có thể bao gồm lưu huỳnh, clo, tro, và các vật liệu/các hóa chất khác. Khi khí thải rời khỏi lò luyện cốc, đôi khi khí thải có thể đủ nóng để làm cho các chất ô nhiễm hóa hơi và ở trạng thái khí. Tuy nhiên, khi khí thải đạt đến HRSG 120 và bắt đầu mát đi, thì các chất ô nhiễm này sẽ ngưng tụ thành các chất lỏng và các chất rắn mà có tính ăn mòn rất cao. Khi các chất ô nhiễm ngưng tụ này chảy xung quanh các bộ phận khác nhau của hệ thống tạo hơi 125, thì các chất ô nhiễm có thể được lắng đọng trên, ví dụ, các bề mặt bên ngoài của các ống thiết bị bay hơi, bộ quá nhiệt,

và bộ tiết kiệm cũng như các ống đỡ dọc và vách nước. Trong các máy tạo hơi thu hồi nhiệt thông thường, các ống này được tạo thành hoàn toàn từ thép, mà rất dễ bị ăn mòn. Fig. 9 là biểu đồ so sánh các khoảng nhiệt độ mà các chất ô nhiễm ăn mòn đối với các ống thép. Ví dụ, các ống bộ quá nhiệt 138 có thể được làm nóng bằng các khí thải nóng sao cho các phần của thép nằm trong khoảng nhiệt độ từ 700°F đến 1100°F. Ở các nhiệt độ này, thép tạo thành các ống bộ quá nhiệt 138 có thể bị ăn mòn do các sulfat nóng chảy và sự oxy hóa do clorua thể khí gây ra. Ngoài ra, các ống thiết bị bay hơi 135, bao gồm các ống thiết bị bay hơi 135 tạo thành cả vách nước 133 và các thiết bị bay hơi 127 và 128, có thể được làm nóng sao cho các phần thép có thể đạt đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 390 đến 800°F, mà đặt các ống thiết bị bay hơi 135 vào nguy cơ bị ăn mòn do các muối clorua nóng chảy gây ra.

Fig. 10-16 thể hiện các ảnh hưởng của sự ăn mòn và suy thoái do các chất ô nhiễm tương tác với thép được làm nóng gây ra. Fig. 10 thể hiện bề mặt bên ngoài của một trong các ống bộ quá nhiệt 138 sau khi thép bị ăn mòn. Trong quá trình vận hành HRSG 120, lớp bảo vệ oxy hóa bị tách khỏi thép bởi các hợp chất kiềm trong khí thải. Do đó, thép tiếp xúc với các hợp chất ăn mòn trong khí thải mà tấn công bề mặt kim loại và có thể làm cho nó mỏng đi. Fig. 11 thể hiện hình chiếu mặt cắt ngang của một trong các ống bộ quá nhiệt 138. Trong quá trình vận hành HRSG 120, lớp ôxy hóa bảo vệ bị tách khỏi bởi các hợp chất clo trong khí thải, làm cho thép không được bảo vệ tiếp xúc với các hợp chất lỏng động như cacbon. Sau đó, cacbon có thể di chuyển vào kết cấu tinh thể của thép và làm yếu vật liệu. Các chất lỏng động khác, như muối clorua và sulfat sau đó có thể bám vào lớp cacbua hóa mà tạo thành khi cacbon di chuyển vào thép. Các hợp chất ăn mòn khác nhau trong khí thải đã làm mòn một phần thép, dẫn đến làm mỏng cục bộ vách ống. Nếu không được kiểm tra, thì quá trình làm mỏng này có thể tiếp tục cho đến khi tạo thành các lỗ kim xuyên qua vách ống, cho phép hơi quá nhiệt trong ống bộ quá nhiệt 138 lọt ra khỏi ống bộ quá nhiệt 138. Nếu các ống được làm nóng đến nhiệt độ quá cao, thì thép có thể mềm ra và các ống có thể biến dạng và uốn cong. Ví dụ, Fig. 12 thể hiện các ống thiết bị bay hơi bị uốn cong do thép quá nóng. Fig. 13 thể hiện một hình chiếu xiên của một phần chất lỏng động tro có thể tạo thành trên các ống thép và Fig. 14 thể hiện cách các chất ô nhiễm có thể gây rỉ trong các ống thép.

Fig. 15 và Fig. 16 thể hiện cách các hợp chất ăn mòn có thể ăn mòn các gờ tản nhiệt 140 của các ống đỡ dọc được sử dụng để giữ các ống bộ quá nhiệt 138 tại chỗ.

Trong khi các ống thiết bị bay hơi 135 và các ống bộ quá nhiệt 138 có nước chảy qua chúng, mà có thể giúp làm mát thép tạo thành các ống này, các gờ tản nhiệt 140 được tạo thành hoàn toàn từ kim loại và rời ra khỏi nước bên trong các ống thiết bị bay hơi 135. Do đó, các gờ tản nhiệt 140 không được làm mát đáng kể từ nước bên trong các ống thiết bị bay hơi 135. Thực tế, các gờ tản nhiệt 140 có thể đóng vai trò như các bộ tản nhiệt hút nhiều nhiệt hơn từ khí thải, mà có thể dẫn đến sự làm nóng cục bộ của các ống thiết bị bay hơi 135 gần nơi các gờ tản nhiệt 140 được gắn vào các ống thiết bị bay hơi 135. Do đó, các chất ô nhiễm ăn mòn trong khí thải ăn mòn thép tạo thành các gờ tản nhiệt 140 nhanh hơn đáng kể so với các ống thiết bị bay hơi 135 hoặc các ống bộ quá nhiệt 138. Theo đó, khí thải ăn mòn có thể ăn mòn các ống đỡ dọc 139, dẫn đến các ống bộ quá nhiệt 138 không được đỡ, mà có thể làm hư hại bộ quá nhiệt 129. Hơn nữa, sự làm nóng cục bộ của các ống thiết bị bay hơi 135 có thể làm tăng tốc sự ăn mòn xung quanh các ống thiết bị bay hơi gần các gờ tản nhiệt mà có thể làm cho các ống 135 nhanh hỏng hơn, có khả năng gây hư hại cho các ống khác trong HRSG 120.

Để kéo dài tuổi thọ của các ống trong HRSG 120, theo một số phương án, độ dày của vách ống có thể được tăng lên. Độ dày của gờ tản nhiệt 140 cũng có thể được tăng lên. Bằng cách này, khoảng thời gian mà các ống/các gờ tản nhiệt này có thể hoạt động mà không bị ăn mòn ảnh hưởng đến hiệu suất của HRSG 120 có thể được kéo dài. Tuy nhiên, việc tăng độ dày của các ống/các gờ tản nhiệt có thể không đủ để kéo dài tuổi thọ của các ống này. Để giảm hơn nữa và/hoặc loại bỏ các ảnh hưởng ăn mòn của khí thải lên các ống/gờ tản nhiệt, ít nhất một số bộ phận thép trong HRSG 120 (ví dụ, ống hoặc gờ tản nhiệt) có thể được tráng bằng hợp kim chống ăn mòn hoặc vật liệu chống ăn mòn khác. Fig. 17A thể hiện hình chiếu bằng của nhiều ống 145 có phần thép 146 và phần chống ăn mòn 147 được tráng lên phần thép và Fig. 17B thể hiện hình chiếu mặt cắt ngang của một trong các ống 145. Phần chống ăn mòn 147 được tạo thành từ hợp kim hoặc vật liệu chống ăn mòn có khả năng chống ăn mòn ở nhiệt độ cao. Theo các phương án đại diện, hợp kim chống ăn mòn là hợp kim trên cơ sở Niken. Ví dụ, theo một số phương án, phần chống ăn mòn 147 bao gồm hợp kim Niken-Crôm như Inconel. Theo các phương án khác, phần chống ăn mòn 147 bao gồm Niken-Molypden như Hastelloy, hợp kim Niken-Molypden-Crôm-Đồng như Inni hoặc hợp kim Niken-Đồng như Monel. Các hợp kim khác, như thép hợp kim Ferit (ví dụ, thép hợp kim T22 và T91) cũng có thể được sử dụng. Theo một số phương án, phần chống ăn mòn 147 chứa hai hoặc nhiều

vật liệu chống ăn mòn, như lớp tráng bao gồm lớp thứ nhất của vật liệu chống ăn mòn thứ nhất và lớp thứ hai được bố trí trên lớp thứ nhất, lớp thứ hai được làm từ vật liệu chống ăn mòn thứ hai khác với vật liệu chống ăn mòn thứ nhất. Theo một ví dụ không giới hạn, thép hợp kim T91 có thể được phủ bằng Inconel để tạo thành phần chống ăn mòn 147. Theo các phương án, trong đó phần chống ăn mòn 147 là hợp kim, thì phần chống ăn mòn 147 có thể bao gồm hợp kim hoặc siêu hợp kim trên cơ sở Niken bất kỳ có khả năng chống ăn mòn cao ở nhiệt độ cao. Bằng cách này, các phần chống ăn mòn 147 có thể ngăn ngừa (hoặc ít nhất là làm giảm) sự ăn mòn do các chất ô nhiễm trong khí thải nóng tương tác với các ống gây ra. Hơn nữa, khi phát hiện ra rằng các ống trong máy tạo hơi thu hồi nhiệt hiện có chỉ được tạo thành từ thép và không có các phần chống ăn mòn đã bị ăn mòn, thì các ống bị ăn mòn này có thể dễ dàng chuyển sang các ống 145 có các phần chống ăn mòn 147. Bằng cách này, các máy tạo hơi thu hồi nhiệt cũ có thể được trang bị thêm để tăng hiệu suất và tuổi thọ của chúng mà không cần phải chế tạo máy tạo hơi thu hồi nhiệt hoàn toàn mới.

Theo các phương án khác, vật liệu chống ăn mòn được sử dụng cho ít nhất một phần của phần chống ăn mòn 147 là silic cacbua. Silic cacbua vừa bền về mặt hóa học vừa cung cấp khả năng truyền nhiệt tốt, do đó làm cho nó trở thành vật liệu thích hợp cho phần chống ăn mòn 147. Theo một số phương án, phần chống ăn mòn 147 là lớp silic cacbua không có lớp hoặc vật liệu nào khác. Theo các phương án khác, silic cacbua được sử dụng cùng với các vật liệu khác để tạo ra phần chống ăn mòn 147, như với các hợp kim đã thảo luận trước đó. Theo một ví dụ không giới hạn, thép hợp kim T91 có thể được phủ bằng silic cacbua để tạo thành phần chống ăn mòn 147.

Để tráng các phần thép 146 của các ống 145 bằng phần chống ăn mòn 147, phần chống ăn mòn 147 có thể được hàn vào các phần thép 146. Ví dụ, theo một số phương án, hệ thống hàn tự động, như máy hàn quỹ đạo, có thể hàn vật liệu chống ăn mòn vào thép trước khi các ống 145 được lắp đặt trong HRSG 120. Bằng cách này, phần chống ăn mòn 147 có thể có độ dày và đặc tính thường đồng đều. Tuy nhiên, có thể không mong muốn mỗi ống 145 được tráng hoàn toàn bằng vật liệu chống ăn mòn dọc theo toàn bộ chiều dài của các ống 145 vì thường không thể (hoặc ít nhất là rất khó) để hàn vật liệu chống ăn mòn-thép tráng vào các kim loại khác. Theo đó, các phần đầu của mỗi ống 145 thường không được tráng để chúng có thể được hàn dễ dàng hơn vào với nhau hoặc với các bộ phận khác của HRSG 120. Ví dụ, như đã thảo luận trước đó liên quan

đến Fig. 7B, các ống bộ quá nhiệt 138 bao gồm các đoạn thẳng 138A và các đoạn cong 138B. Khi các bộ quá nhiệt 129 được lắp ráp (hoặc sửa chữa), thì đoạn thẳng 138A và đoạn cong 138B có thể được ghép với nhau bằng cách hàn phần đầu không được tráng của các đoạn thẳng 138A vào đoạn cong không được tráng 138B. Tương tự, hai đoạn thẳng 138A có thể được ghép với nhau bằng cách hàn các phần đầu không được tráng của hai đoạn với nhau. Hơn nữa, khi các ống bộ quá nhiệt 138 được gắn vào các ống 141A và 141B, mà đóng vai trò như các phần đầu cho các ống bộ quá nhiệt riêng lẻ 138, thì các phần thép không được tráng của các ống bộ quá nhiệt 138 được hàn vào các ống 141A và 141B. Theo một số phương án, các ống 141A và 141B có thể bao gồm các phần lõi kéo dài về phía các ống bộ quá nhiệt 138 và các phần thép không được tráng của các ống bộ quá nhiệt 138 có thể được hàn vào các phần lõi này. Theo các phương án khác, các phần thép không được tráng có thể kéo dài vào các ống 141A và 141B và sau đó có thể được hàn vào các ống 141A và 141B. Các ống thiết bị bay hơi 135 cũng có thể có các phần đầu không được tráng. Bằng cách này, các ống thiết bị bay hơi 135 có thể được ghép với các thùng phuy 130A và 130B bằng cách hàn các phần đầu không được tráng của các ống thiết bị bay hơi 135 vào các thùng phuy 130A và 130B.

Trong trường hợp, ví dụ, các ống thiết bị bay hơi, thì các ống thiết bị bay hơi có thể được lồng vào các thùng phuy chứa hơi và bùn và sau đó được cuộn và được hàn tại chỗ, và do đó, các đầu ban đầu thường không được phủ. Do đó, đối với các đầu không có lớp phủ đã được lồng vào thùng phuy, thì có thể sử dụng lớp phủ trường (như đã thảo luận ở trên) hoặc các phần lớp phủ có thể được phủ bằng vật liệu chịu lửa. Ví dụ, nếu ống thiết bị bay hơi đang kéo dài vào trong thùng phuy, thì lớp phủ vật liệu chịu lửa có thể được áp lên đầu vào thùng phuy dưới dạng lớp bảo vệ. Khi HRSG được mở, thì vật liệu chịu lửa có thể được kiểm tra và thay thế nếu cần. Quy trình tương tự có thể được thực hiện đối với các phần không được phủ.

Theo một số phương án, sau khi từng phần đầu không được tráng đã được hàn tại chỗ, thì các phần đầu không được tráng này sau đó có thể được tráng bằng vật liệu chống ăn mòn bằng cách hàn thủ công vật liệu chống ăn mòn vào các phần thép lộ ra. Theo các phương án khác, sau khi phần đầu không được tráng đối với các ống riêng lẻ đã được hàn tại chỗ, thì các phần đầu không được tráng sau đó có thể được bọc bằng vật liệu chịu lửa thay vì được tráng bằng phân hợp kim 147.

Theo một số phương án, tất cả các ống trong HRSG 120 có thể bao gồm phần

chống ăn mòn 147 được tráng lên phần thép. Ví dụ, tất cả các ống thiết bị bay hơi 135 tạo thành thiết bị bay hơi sơ cấp và thiết bị bay hơi thứ cấp 127 và 128, tất cả các ống thiết bị bay hơi 135 tạo thành vách nước 133, tất cả các ống bộ quá nhiệt 138 cho các bộ quá nhiệt 129, tất cả các ống đỡ dọc 139 (bao gồm các gờ tản nhiệt 140 và các ống thiết bị bay hơi 135 mà các gờ tản nhiệt 140 được ghép vào), và tất cả các ống bộ tiết kiệm 143 cho bộ tiết kiệm 126 có thể bao gồm các phần chống ăn mòn 147 được tráng lên các phần thép 146. Các phần khác của HRSG 120, như các vách bên ngoài 136, cũng có thể bao gồm các phần chống ăn mòn 147. Tuy nhiên, theo các phương án khác, chỉ một số ống có thể bao gồm các phần chống ăn mòn 147. Ví dụ, theo một số phương án, các ống bộ tiết kiệm 143 có thể không bao gồm phần chống ăn mòn 147. Khi các khí thải nóng chảy qua HRSG 120, thì các bộ phận khác nhau của hệ thống tạo hơi 125 làm cho khí thải mát đi sao cho, vào thời điểm các khí thải đạt đến bộ tiết kiệm 126, thì các khí thải đủ mát để các chất ô nhiễm trong các khí thải không ăn mòn thép. Theo các phương án này, có thể không cần thiết phải tráng các ống bộ tiết kiệm 143 bằng phần chống ăn mòn 147 vì nguy cơ các ống bộ tiết kiệm thép 143 bị ăn mòn đã được giảm thiểu. Theo các phương án khác nữa, chỉ một phần của các ống riêng lẻ có thể bao gồm phần chống ăn mòn 147. Ví dụ, để đảm bảo rằng các ống bộ quá nhiệt 138 được hàn đúng vào các ống 141A và 141B, thì các phần đầu của mỗi trong số các ống bộ quá nhiệt 138 thường không được tráng với phần chống ăn mòn 147. Thay vào đó, các ống bộ quá nhiệt 138 có thể kéo dài qua vách nước 133 để các phần đầu không được tráng ở phía sau vách nước 133 và do đó không nằm trong đường dẫn dòng của các khí thải nóng và ăn mòn. Với cách sắp xếp này, chỉ các phần của ống bộ quá nhiệt 138 có phần chống ăn mòn 147 có thể ở đường dẫn dòng của các khí thải trong khi các phần không được tráng được bảo vệ bởi vách nước 133.

Theo một số phương án, các mối hàn được sử dụng để nối các ống khác nhau với nhau được sử dụng trong HRSG có thể được tráng bằng vật liệu chống ăn mòn để đảm bảo các mối hàn không bị ăn mòn và yếu đi. Ví dụ và có đề cập lại Fig. 7C, các mối hàn 140a có thể được sử dụng để hàn các gờ tản nhiệt 140 vào các ống đỡ dọc 139. Để bảo vệ loại mối hàn này, vật liệu chống ăn mòn, như vật liệu chống ăn mòn bất kỳ đã thảo luận trước đó, có thể được tráng lên trên mối hàn 140a. Đề cập tiếp đến Fig. 7C, các tấm chống mòn có thể được bố trí giữa các gờ tản nhiệt 140 và các ống bộ quá nhiệt 138 để hỗ trợ thêm cho các ống bộ quá nhiệt 138 và bảo vệ các gờ tản nhiệt chống lại sự ăn

mòn. Theo một số phương án, các tấm chống mòn này được làm từ vật liệu chống ăn mòn như đã thảo luận trước đó, bao gồm thép hợp kim T22.

Trong quá trình vận hành HRSG 120, tro và các chất dạng hạt khác có thể được lắng đọng trên các ống khác nhau trong HRSG 120. Các phương án của HRSG 120 trong đó một số hoặc tất cả các ống có các gờ tản nhiệt kéo dài ra khỏi các ống cụ thể để bị các chất lắng đọng tạo thành trên các ống khác nhau vì các gờ tản nhiệt có thể giúp giữ các chất lắng đọng. Ngoài khả năng ăn mòn và làm hư hại các ống này, thì các chất dạng hạt đôi khi có thể làm giảm sự truyền nhiệt giữa khí thải nóng và các ống. Do đó, để đảm bảo rằng các chất lắng đọng này không ảnh hưởng nghiêm trọng đến hiệu suất của HRSG 120, thì HRSG 120 có thể bao gồm một hoặc nhiều máy quạt muối được tạo kết cấu để thổi các chất lắng đọng ra khỏi các ống. Ví dụ, Fig. 18 thể hiện biểu đồ của máy quạt muối 148 có phần kéo dài 149 kéo dài qua vách bên ngoài 136 của HRSG 120. Máy quạt muối 148 được đặt sao cho phần kéo dài 149 di chuyển vào và ra khỏi một trong các bộ quá nhiệt 129 và thổi các chất lắng đọng khỏi các ống bộ quá nhiệt 138. Tuy nhiên, theo một số phương án, máy quạt muối 148 thổi hơi và/hoặc nước lỏng lên trên các ống bộ quá nhiệt 138, mà có thể làm cho các ống bộ quá nhiệt bị ăn mòn. Để ngăn máy quạt muối không làm hư hại các ống bộ quá nhiệt 138, thì các ống bộ quá nhiệt 138 gần máy quạt muối 148 có thể bao gồm phần chống ăn mòn 147 được tráng vào các ống bộ quá nhiệt 138. Bằng cách này, phần chống ăn mòn 147 có thể hạn chế và/hoặc ngăn nước thoát ra từ phần kéo dài 149 không làm hư hại các ống bộ quá nhiệt. Theo một số phương án, chỉ các ống bộ quá nhiệt 138 gần phần kéo dài 149 của máy quạt muối 148 có phần chống ăn mòn 147 trong khi các ống bộ quá nhiệt 138 được đặt ở xa hơn thì không. Ví dụ, theo một số phương án, chỉ hàng thứ nhất của các ống bộ quá nhiệt gần nhất với máy quạt muối 148 bao gồm các phần chống ăn mòn. Theo các phương án khác, các ống bộ quá nhiệt 148 nằm trong 2 hàng của máy quạt muối 148 bao gồm phần chống ăn mòn, trong khi theo các phương án khác, chỉ các ống bộ quá nhiệt 138 nằm trong 4 hàng của máy quạt muối 148 bao gồm phần hợp kim 147. Bất kể số hàng ống bộ quá nhiệt 138 được tráng có phần chống ăn mòn 147, thì vật liệu chống ăn mòn có thể được tráng dọc theo một số hoặc toàn bộ chiều dài của ống bộ quá nhiệt trong hàng nhất định. Ví dụ, theo một số phương án, các ống bộ quá nhiệt được tráng bằng vật liệu chống ăn mòn chỉ được tráng trên chiều dài của ống bộ quá nhiệt 138 gần nhất với máy quạt muối 148. Theo các phương án khác, toàn bộ chiều dài của các ống

bộ quá nhiệt trong các hàng được tráng bằng vật liệu chống ăn mòn.

Trong khi các máy quạt muối 148 có thể được sử dụng để làm sạch các ống trong HRSG như đã mô tả trước đó, thì các kỹ thuật làm sạch khác cũng có thể được sử dụng, bao gồm các kỹ thuật làm sạch không có nguy cơ ăn mòn các ống và do đó không cần lớp tráng bổ sung để bảo vệ các ống gần máy quạt muối. Ví dụ, làm sạch bằng chất nổ có thể được sử dụng để giữ cho các ống trong HRSG, bao gồm các ống bộ quá nhiệt, luôn sạch sẽ.

Theo các phương án đã thảo luận trước đó, các ống được mô tả là được tạo thành từ phần thép được tráng bằng vật liệu chống ăn mòn. Tuy nhiên, theo các phương án khác, các ống này có thể có công thức khác. Ví dụ, theo một số phương án, các ống có thể không bao gồm phần thép và thay vào đó có thể được tạo thành hoàn toàn từ vật liệu chống ăn mòn. Hơn nữa, trong các ống bao gồm phần thép, cách luyện kim và hợp phần của thép có thể được lựa chọn trên cơ sở kết cấu và các điều kiện vận hành cụ thể của HRSG và nhà máy than cốc cũng như vị trí của ống trong HRSG. Các loại thép khác nhau, như thép cacbon, thép T22, và thép T91 đều có các hợp phần khác nhau ảnh hưởng đến khả năng chống ăn mòn cũng như khoảng nhiệt độ mà chúng có hiệu quả nhất. Ví dụ, thép T22 cung cấp khả năng chống ăn mòn tốt hơn thép cacbon nhưng khả năng chống ăn mòn không nhiều như thép T91. Tuy nhiên, ống được tạo thành từ thép T22 đã được tráng bằng hợp kim chống ăn mòn (ví dụ, Inconel) có thể có khả năng chống ăn mòn tốt hơn so với ống chỉ được tạo thành từ thép T91. Theo một số phương án, các ống riêng lẻ cũng có thể bao gồm nhiều hơn một loại thép. Ví dụ, các ống thiết bị bay hơi tạo thành một phần của các ống đỡ dọc có thể được tạo thành từ ống thép T22 tráng bằng Inconel trong khi các gờ tản nhiệt được hàn vào ống thiết bị bay hơi được tạo thành từ thép 9Cr có xu hướng chống ăn mòn ở nhiệt độ cao hơn ống thép T22.

Fig. 19A thể hiện biểu đồ của HRSG 120 được mô tả trên Fig. 3 và Fig. 4. Theo phương án được minh họa, HRSG 120 bao gồm bộ tiết kiệm đơn 126, thiết bị bay hơi sơ cấp 127, hai thiết bị bay hơi thứ cấp 128, và hai bộ quá nhiệt 129. Tuy nhiên, theo các phương án khác, hệ thống tạo hơi có thể có kết cấu khác. Ví dụ, Fig. 19B thể hiện biểu đồ của HRSG 220 bao gồm bộ tiết kiệm đơn 226, thiết bị bay hơi sơ cấp 227, và năm thiết bị bay hơi thứ cấp 228 và không bao gồm bộ quá nhiệt. Với cách sắp xếp này, HRSG 220 có thể được tạo kết cấu để tạo ra hơi áp suất thấp và có thể cấp hơi áp suất thấp này cho nhà máy hóa chất cần hơi áp suất thấp, thay vì tuabin hơi. Fig. 19C thể

hiện biểu đồ của HRSG 320 bao gồm ba bộ tiết kiệm 326 được ghép nối dẫn chất lưu với nhau theo kiểu nối tiếp, thiết bị bay hơi sơ cấp 327, hai thiết bị bay hơi thứ cấp 328, và hai bộ quá nhiệt 329. Fig. 19D thể hiện biểu đồ của HRSG 420 bao gồm bốn bộ tiết kiệm 426 được ghép với nhau theo kiểu nối tiếp, thiết bị bay hơi sơ cấp 427, các thiết bị bay hơi thứ cấp 428, và hai bộ quá nhiệt 429.

Theo phương án được thể hiện trên Fig. 19D, hai bộ quá nhiệt 429 được ghép nối dẫn chất lưu với nhau theo kiểu nối tiếp sao cho hơi nước đi qua hai bộ quá nhiệt thường chảy theo hướng ngược lại với dòng khí di chuyển qua HRSG 420. Nói cách khác, các đầu vào cho cả hai bộ quá nhiệt 429 được đặt xuôi dòng từ các đầu ra. Với cách sắp xếp này, hơi chảy qua các ống bộ quá nhiệt được đặt gần ống dẫn đầu vào 424 hơn có xu hướng nóng hơn hơi chảy qua các ống bộ quá nhiệt gần ống dẫn đầu ra 426 hơn. Bằng cách sắp xếp HRSG theo cách này, hơi có thể được làm quá nhiệt đến nhiệt độ rất cao. Tuy nhiên, cách bố trí này cũng làm cho các ống bộ quá nhiệt gần ống dẫn đầu vào 424 hơn bị làm nóng đến nhiệt độ rất cao do hơi trong các ống này quá nóng không thể làm mát đáng kể các ống, mà có thể làm tăng sự ăn mòn trên các ống này. Theo đó, theo một số phương án, các bộ quá nhiệt có thể được sắp xếp để giảm nhiệt độ của các ống bộ quá nhiệt.

Fig. 19E thể hiện biểu đồ của HRSG 520. Như trong HRSG 420 được thể hiện trên Fig. 19D, HRSG 520 bao gồm bốn bộ tiết kiệm 526 được ghép với nhau theo kiểu nối tiếp, thiết bị bay hơi sơ cấp 527, thiết bị bay hơi thứ cấp 528, và hai bộ quá nhiệt 529A và 529B. Ngược lại với các bộ quá nhiệt 429, thì các bộ quá nhiệt 529A và 529B được ghép nối dẫn chất lưu với nhau theo kiểu nối tiếp sao cho hơi chảy qua bộ quá nhiệt thứ nhất 529A chảy theo hướng ngược lại với dòng khí di chuyển qua HRSG 520 trong khi hơi chảy qua bộ quá nhiệt thứ hai 529B chảy theo cùng một hướng với dòng khí. Với cách sắp xếp này, các ống bộ quá nhiệt thứ hai 529B được đặt gần ống dẫn đầu vào 524 hơn có thể được làm nóng đến nhiệt độ thấp hơn vì hơi chảy qua các ống này thường mát hơn và có thể làm mát một chút. Trong khi sắp xếp các bộ quá nhiệt 529A và 529B theo cách này có thể làm giảm hiệu suất làm nóng của HRSG 520, và do đó làm giảm nhiệt độ tối đa mà hơi có thể được làm quá nhiệt, thì cách bố trí này cũng có thể dẫn đến các ống bộ quá nhiệt được làm nóng đến nhiệt độ thấp hơn, mà có thể giảm tốc độ ăn mòn của các ống này và có thể tăng tuổi thọ của HRSG 520. Theo một số phương án, các bộ quá nhiệt 529A và 529B có thể được sắp xếp sao cho hơi chảy qua

cả hai bộ quá nhiệt 529A và 529B chảy theo cùng một hướng với khí chảy qua HRSG 520.

Các kết cấu HRSG khác không được thể hiện trên Fig. 19A-E cũng có thể được sử dụng. Theo một ví dụ, kết cấu HRSG tương tự như kết cấu được thể hiện trên Fig. 19E, nhưng bao gồm bộ quá nhiệt ở đầu phía trước của HRSG. Hơn nữa, trong khi Fig. 19A-19E và các phần mô tả khác về các HRSG được cung cấp viện dẫn trong bản mô tả này và/hoặc minh họa HRSG định hướng ngang, cần đánh giá cao rằng kỹ thuật được mô tả trong bản mô tả này có thể áp dụng như nhau đối với các HRSG định hướng dọc. Các HRSG định hướng dọc có thể có một số lợi ích hơn so với HRSG định hướng ngang. Ví dụ, HRSG được định hướng dọc có thể loại bỏ sự cần thiết gờ tản nhiệt đỡ 140 như được thể hiện trên Fig. 7C.

Fig. 20 là biểu đồ phân tích nhiệt độ ống và nhiệt độ khí thải xuyên suốt HRSG như được mô tả trong bản mô tả này, và cụ thể hơn, và HRSG như được thể hiện trong, ví dụ, Fig. 19A (có thiết bị bay hơi sơ cấp 127, hai bộ quá nhiệt 129, hai thiết bị bay hơi thứ cấp 128 và bộ tiết kiệm). Như được thể hiện trên Fig. 20, nhiệt độ của khí thải giảm đều khi nó di chuyển từ đầu vào của HRSG 120 đến đầu ra của HRSG, trên cơ sở nhiệt từ khí thải được truyền đến các ống khác nhau của các bộ phận của HRSG. Nhiệt độ ống dao động không đồng đều theo chiều dài của HRSG trên cơ sở đường dẫn cụ thể của chất lỏng chảy qua các ống không phải là đường dẫn trực tiếp từ đầu vào đến đầu ra của HRSG (ví dụ, trước tiên chất lỏng đi qua bộ tiết kiệm được đặt gần đầu ra của HRSG, và sau đó được dẫn đến thiết bị bay hơi sơ cấp được đặt gần đầu vào của HRSG).

Ví dụ thực hiện sáng chế

Một số khía cạnh của sáng chế được trình bày trong các ví dụ sau đây.

Ví dụ 1. Máy tạo hơi thu hồi nhiệt (heat recovery steam generator-HRSG) được tạo kết cấu để nhận các khí thải, HRSG này bao gồm: ống dẫn đầu vào được đặt ở đầu thứ nhất của HRSG và được tạo kết cấu để nhận khí thải; ống dẫn đầu ra được đặt ở đầu thứ hai của HRSG, trong đó các khí thải được tạo kết cấu để chảy qua HRSG bằng cách chảy từ ống dẫn đầu vào đến ống dẫn đầu ra; và hệ thống tạo hơi được cách ly về mặt chất lưu với các khí thải chảy qua HRSG, trong đó hệ thống tạo hơi này bao gồm: ít nhất một bộ tiết kiệm được tạo kết cấu để nhận nước lỏng ở nhiệt độ thứ nhất, trong đó ít nhất một bộ tiết kiệm bao gồm nhiều ống bộ tiết kiệm mà nước lỏng chảy qua,

trong đó các khí thải chảy qua HRSG làm nóng nước lỏng trong nhiều ống bộ tiết kiệm từ nhiệt độ thứ nhất đến nhiệt độ thứ hai lớn hơn nhiệt độ thứ nhất; ít nhất một thiết bị bay hơi được tạo kết cấu để nhận nước lỏng ở nhiệt độ thứ hai từ ít nhất một bộ tiết kiệm, trong đó ít nhất một thiết bị bay hơi bao gồm nhiều ống thiết bị bay hơi mà nước lỏng chảy qua, trong đó các khí thải chảy qua HRSG làm nóng nước lỏng trong nhiều ống thiết bị bay hơi cho đến khi nước lỏng bay hơi thành hơi, và trong đó ít nhất một phần của mỗi trong số nhiều ống thiết bị bay hơi được tráng bằng vật liệu chống ăn mòn ở nhiệt độ cao.

Ví dụ 2. HRSG theo Ví dụ 1, hệ thống tạo hơi còn bao gồm: ít nhất một bộ quá nhiệt trong đó ít nhất một bộ quá nhiệt bao gồm nhiều ống bộ quá nhiệt mà hơi nước chảy qua, trong đó các khí thải chảy qua HRSG làm quá nhiệt hơi trong nhiều ống bộ quá nhiệt, và trong đó ít nhất một phần của mỗi trong số nhiều ống bộ quá nhiệt được tráng bằng vật liệu chống ăn mòn ở nhiệt độ cao.

Ví dụ 3. HRSG theo Ví dụ 1 hoặc Ví dụ 2, trong đó nhiều ống bộ tiết kiệm, ống thiết bị bay hơi, và ống bộ quá nhiệt chứa thép và trong đó vật liệu chống ăn mòn ở nhiệt độ cao là silic cacbua hoặc vật liệu chịu lửa.

Ví dụ 4. HRSG theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 1-3, trong đó nhiều ống bộ tiết kiệm, ống thiết bị bay hơi, và ống bộ quá nhiệt chứa thép và trong đó vật liệu chống ăn mòn ở nhiệt độ cao là hợp kim.

Ví dụ 5. HRSG theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 1-4, trong đó hợp kim này bao gồm hợp kim Ni-Cr.

Ví dụ 6. HRSG theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 1-5, trong đó hợp kim bao gồm thép hợp kim Ferit.

Ví dụ 7. HRSG theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 1-6, trong đó vật liệu chống ăn mòn ở nhiệt độ cao bao gồm lớp thứ nhất là thép hợp kim Ferit và lớp thứ hai là Inconel được bố trí trên lớp thứ nhất.

Ví dụ 8. HRSG theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 1-7, trong đó nhiều ống bộ quá nhiệt được đỡ bởi các ống đỡ.

Ví dụ 9. HRSG theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 1-8, trong đó các ống đỡ bao gồm các ống thiết bị bay hơi.

Ví dụ 10. HRSG theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 1-9, trong đó nhiều ống bộ quá nhiệt được định hướng theo chiều ngang, trong đó ít nhất một bộ quá nhiệt bao

gồm một hoặc nhiều ống đỡ dọc được tạo kết cấu để đỡ nhiều ống bộ quá nhiệt, và trong đó ít nhất một phần của một hoặc nhiều ống đỡ dọc được tráng bằng vật liệu chống ăn mòn ở nhiệt độ cao.

Ví dụ 11. HRSG theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 1-10, trong đó một hoặc nhiều ống đỡ dọc bao gồm các gờ tản nhiệt lồi theo hướng ngang thông thường mà trên đó các ống bộ quá nhiệt được bố trí.

Ví dụ 12. HRSG theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 1-11, trong đó ít nhất một phần của các gờ tản nhiệt được tráng bằng vật liệu chống ăn mòn ở nhiệt độ cao.

Ví dụ 13. HRSG theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 1-12, trong đó một hoặc nhiều ống đỡ dọc bao gồm một trong số nhiều ống thiết bị bay hơi.

Ví dụ 14. HRSG theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 1-13, còn bao gồm: nhiều máy quạt muối được tạo kết cấu để loại bỏ các hợp chất lắng đọng trên một hoặc nhiều ống bộ tiết kiệm, ống bộ thiết bị bay hơi, và ống bộ quá nhiệt, trong đó ít nhất một trong số các ống thiết bị bay hơi riêng lẻ và ít nhất một trong các ống bộ quá nhiệt riêng lẻ được tráng bằng vật liệu chống ăn mòn ở nhiệt độ cao liền kề với mỗi trong số nhiều máy quạt muối.

Ví dụ 15. HRSG theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 1-14, còn bao gồm: vách bên ngoài định ra bề mặt bên ngoài của HRSG; và vách nước trong HRSG và được đặt liền kề với vách bên ngoài, trong đó - vách nước bao gồm ít nhất một trong số nhiều ống thiết bị bay hơi, nhiều ống bộ tiết kiệm và nhiều ống bộ quá nhiệt, và vách nước được tạo kết cấu để giảm lượng nhiệt do các khí thải tỏa ra có thể đạt đến vách bên ngoài.

Ví dụ 16. HRSG theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 1-15, trong đó ít nhất một trong số nhiều ống bộ quá nhiệt, ống bộ tiết kiệm và ống thiết bị bay hơi bao gồm một đoạn cong và hai đoạn thẳng, trong đó các phần đầu của hai đoạn thẳng được hàn vào đoạn cong sao cho đoạn cong ghép nối dẫn chất lưu hai đoạn thẳng với nhau.

Ví dụ 17. HRSG theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 1-16, trong đó các phần đầu của hai đoạn thẳng không chứa vật liệu chống ăn mòn ở nhiệt độ cao.

Ví dụ 18. HRSG theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 1-17, trong đó các phần đầu của hai đoạn thẳng được phủ bằng vật liệu chịu lửa sau khi các phần đầu này và đoạn cong đã được hàn lại với nhau.

Ví dụ 19. HRSG theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 1-18, trong đó ít nhất

một phần của ít nhất một trong số nhiều ống bộ quá nhiệt, ống bộ tiết kiệm và ống thiết bị bay hơi được phủ bằng vật liệu chống ăn mòn.

Ví dụ 20. HRSG theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 1-19, trong đó vật liệu chống ăn mòn được phủ trên cả mặt bên của các ống hướng vào vách bên ngoài và mặt bên đối diện của ống.

Ví dụ 21. HRSG theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 1-20, trong đó mỗi ống trong số nhiều ống bộ tiết kiệm không chứa vật liệu chống ăn mòn ở nhiệt độ cao.

Ví dụ 22. Nhà máy than cốc, nhà máy này bao gồm: nhiều lò luyện cốc được tạo kết cấu để tạo ra than cốc từ than và thoát các khí thải; đường lò chung được ghép nối dẫn chất lưu với mỗi trong số nhiều lò luyện cốc và được tạo kết cấu để nhận các khí thải từ mỗi lò luyện cốc; và máy tạo hơi thu hồi nhiệt (heat recovery steam generator-HRSG) được ghép nối dẫn chất lưu giữa đường lò chung và hệ thống khử lưu huỳnh, trong đó HRSG bao gồm: ống dẫn đầu vào được tạo kết cấu để nhận các khí thải ở nhiệt độ thứ nhất từ đường lò chung; ống dẫn đầu ra được tạo kết cấu để cấp các khí thải ở nhiệt độ thứ hai nhỏ hơn nhiệt độ thứ nhất vào hệ thống khử lưu huỳnh, trong đó các khí thải được tạo kết cấu để chảy qua HRSG bằng cách chảy từ ống dẫn đầu vào đến ống dẫn đầu ra; ít nhất một bộ tiết kiệm được tạo kết cấu để nhận nước lỏng và có nhiều ống bộ tiết kiệm được tạo kết cấu để vận chuyển nước lỏng, trong đó nhiều ống bộ tiết kiệm được tạo kết cấu để làm nóng nước lỏng bằng cách sử dụng nhiệt do các khí thải tỏa ra; nhiều thiết bị bay hơi được tạo kết cấu để nhận nước lỏng được làm nóng từ ít nhất một bộ tiết kiệm và có nhiều ống thiết bị bay hơi được tạo kết cấu để vận chuyển nước lỏng, trong đó nhiều ống thiết bị bay hơi được tạo kết cấu để làm nóng nước lỏng trong nhiều ống thiết bị bay hơi bằng cách sử dụng nhiệt do các khí thải tỏa ra cho đến khi nước lỏng bay hơi thành hơi và trong đó mỗi trong số nhiều ống thiết bị bay hơi được phủ bằng vật liệu chống ăn mòn.

Ví dụ 23. Nhà máy than cốc theo Ví dụ 22, trong đó HRSG còn bao gồm: bộ quá nhiệt được tạo kết cấu để nhận hơi từ nhiều thiết bị bay hơi và có nhiều ống bộ quá nhiệt được tạo kết cấu để vận chuyển hơi, trong đó bộ quá nhiệt được tạo kết cấu để làm quá nhiệt hơi trong nhiều ống bộ quá nhiệt bằng cách sử dụng nhiệt do các khí thải tỏa ra, và trong đó phần lớn nhiều ống bộ quá nhiệt được phủ bằng vật liệu chống ăn mòn.

Ví dụ 24. Nhà máy than cốc theo Ví dụ 22 hoặc Ví dụ 23, trong đó vật liệu chống ăn mòn chứa hợp kim.

Ví dụ 25. Nhà máy than cốc theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 22-24, trong đó vật liệu chống ăn mòn chứa silic cacbua hoặc vật liệu chịu lửa.

Ví dụ 26. Phương pháp điều chỉnh máy tạo hơi nước thu hồi nhiệt (heat recovery steam generator-HRSG) được tạo kết cấu để nhận các khí thải có nhiệt độ cao và áp suất cao, trong đó các khí thải này có tính ăn mòn ở nhiệt độ trên nhiệt độ tới hạn, trong đó HRSG bao gồm ít nhất một thiết bị bay hơi có nhiều ống thiết bị bay hơi, trong đó mỗi trong số nhiều ống thiết bị bay hơi có nhiệt độ bề mặt ống thiết bị bay hơi lớn hơn nhiệt độ tới hạn trong quá trình vận hành HRSG, phương pháp này bao gồm: tách các ống thiết bị bay hơi riêng lẻ khỏi thiết bị bay hơi và tháo các ống thiết bị bay hơi riêng lẻ khỏi HRSG; và ghép nối dẫn chất lưu ống thiết bị bay hơi thay thế vào thiết bị bay hơi tại mỗi vị trí mà ống thiết bị bay hơi riêng lẻ được tách khỏi thiết bị bay hơi, trong đó mỗi ống thiết bị bay hơi thay thế được tráng bằng vật liệu chống ăn mòn.

Ví dụ 27. Phương pháp theo Ví dụ 26, trong đó HRSG bao gồm ít nhất một bộ quá nhiệt có nhiều ống bộ quá nhiệt và trong đó mỗi trong số nhiều ống bộ quá nhiệt có nhiệt độ bề mặt ống bộ quá nhiệt lớn hơn nhiệt độ tới hạn trong quá trình vận hành HRSG, phương pháp này còn bao gồm: bước tách các ống bộ quá nhiệt riêng lẻ khỏi bộ quá nhiệt và tháo các ống bộ quá nhiệt riêng lẻ khỏi HRSG; và ghép nối chất lỏng một ống bộ quá nhiệt thay thế với bộ quá nhiệt tại mỗi vị trí mà một ống bộ quá nhiệt riêng lẻ được tách khỏi bộ quá nhiệt, trong đó mỗi ống bộ quá nhiệt thay thế được tráng bằng vật liệu chống ăn mòn.

Ví dụ 28. Phương pháp theo Ví dụ 26 hoặc Ví dụ 27, trong đó: nhiều ống bộ quá nhiệt bao gồm các đoạn thẳng và các đoạn cong, một trong các ống bộ quá nhiệt thay thế bao gồm ống bộ quá nhiệt thay thế thẳng có phần đầu không chứa vật liệu chống ăn mòn, bước tách các ống bộ quá nhiệt riêng lẻ khỏi bộ quá nhiệt và tháo các ống bộ quá nhiệt riêng lẻ khỏi HRSG bao gồm việc tách đoạn thẳng nhất định khỏi đoạn cong nhất định và tháo đoạn thẳng nhất định khỏi HRSG, và bước ghép nối dẫn chất lưu các ống bộ quá nhiệt thay thế vào bộ quá nhiệt bao gồm việc hàn phần đầu của ống thay thế bộ quá nhiệt thẳng vào đoạn cong nhất định.

Ví dụ 29. Phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 26-28, phương pháp này còn bao gồm: sau khi hàn phần đầu của ống thay thế bộ quá nhiệt thẳng vào đoạn cong nhất định, thì hàn thủ công vật liệu chống ăn mòn vào ít nhất là phần đầu.

Ví dụ 30. Phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 26-29, phương

pháp này còn bao gồm: sau khi hàn phần đầu của ống thay thế bộ quá nhiệt thẳng vào đoạn cong nhất định, thì phủ ít nhất phần đầu bằng vật liệu chịu lửa.

Ví dụ 31. Phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 26-30, trong đó vật liệu chống ăn mòn chứa hợp kim.

Ví dụ 32. Phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 26-31, trong đó hợp kim này bao gồm hợp kim giàu Niken.

Ví dụ 33. Phương pháp theo ví dụ bất kỳ trong số các Ví dụ 26-32, trong đó vật liệu chống ăn mòn chứa silic cacbua.

Từ những điều nêu trên, sẽ đánh giá cao rằng các phương án cụ thể theo sáng chế đã được mô tả trong bản mô tả này nhằm mục đích minh họa, nhưng các cải biến khác nhau có thể được thực hiện mà không lệch khỏi phạm vi của sáng chế. Do đó, sáng chế không bị giới hạn ngoại trừ các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Máy tạo hơi thu hồi nhiệt (heat recovery steam generator-HRSG) được tạo kết cấu để nhận các khí thải, HRSG này bao gồm:

ống dẫn đầu vào được đặt ở đầu thứ nhất của HRSG và được tạo kết cấu để nhận các khí thải;

ống dẫn đầu ra được đặt ở đầu thứ hai của HRSG, trong đó các khí thải được tạo kết cấu để chảy qua HRSG bằng cách chảy từ ống dẫn đầu vào đến ống dẫn đầu ra; và

hệ thống tạo hơi được cách ly về mặt chất lưu với các khí thải chảy qua HRSG, trong đó hệ thống tạo hơi này bao gồm:

ít nhất một bộ tiết kiệm được tạo kết cấu để nhận nước lỏng ở nhiệt độ thứ nhất, trong đó ít nhất một bộ tiết kiệm bao gồm nhiều ống bộ tiết kiệm mà nước lỏng chảy qua, trong đó các khí thải chảy qua HRSG làm nóng nước lỏng trong nhiều ống bộ tiết kiệm từ nhiệt độ thứ nhất đến nhiệt độ thứ hai lớn hơn nhiệt độ thứ nhất;

ít nhất một thiết bị bay hơi được tạo kết cấu để nhận nước lỏng ở nhiệt độ thứ hai từ ít nhất một bộ tiết kiệm, trong đó ít nhất một thiết bị bay hơi bao gồm nhiều ống thiết bị bay hơi mà nước lỏng chảy qua, trong đó các khí thải chảy qua HRSG làm nóng nước lỏng trong nhiều ống thiết bị bay hơi cho đến khi nước lỏng bay hơi thành hơi, và trong đó ít nhất một phần của các ống riêng lẻ của nhiều ống thiết bị bay hơi bao gồm vật liệu cơ bản bao gồm thép, và vật liệu tráng chống ăn mòn ở nhiệt độ cao và được bố trí trên vật liệu cơ bản, trong đó vật liệu tráng bao gồm hợp kim kim loại và tạo thành lớp ngoài cùng của các ống riêng lẻ của nhiều ống thiết bị bay hơi.

2. HRSG theo điểm 1, trong đó hệ thống tạo hơi còn bao gồm:

ít nhất một bộ quá nhiệt trong đó ít nhất một bộ quá nhiệt bao gồm nhiều ống bộ quá nhiệt mà hơi chảy qua, trong đó các khí thải chảy qua HRSG làm quá nhiệt hơi trong nhiều ống bộ quá nhiệt, và trong đó ít nhất một phần của mỗi trong số nhiều ống bộ quá nhiệt được tráng bằng vật liệu chống ăn mòn ở nhiệt độ cao.

3. HRSG theo điểm 2, trong đó nhiều ống bộ tiết kiệm, ống thiết bị bay hơi, và ống bộ quá nhiệt chứa thép.

4. HRSG theo điểm 1, trong đó hợp kim kim loại bao gồm hợp kim Ni-Cr.
5. HRSG theo điểm 3, trong đó hợp kim kim loại bao gồm thép hợp kim Ferit.
6. HRSG theo điểm 2, trong đó vật liệu tráng chống ăn mòn ở nhiệt độ cao bao gồm lớp thứ nhất là thép hợp kim Ferit và lớp thứ hai là Inconel được bố trí trên lớp thứ nhất.
7. HRSG theo điểm 2, trong đó nhiều ống bộ quá nhiệt được đỡ bởi các ống đỡ.
8. HRSG theo điểm 7, trong đó các ống đỡ bao gồm các ống thiết bị bay hơi.
9. HRSG theo điểm 2, trong đó nhiều ống bộ quá nhiệt được định hướng theo chiều ngang, trong đó ít nhất một bộ quá nhiệt bao gồm một hoặc nhiều ống đỡ dọc được tạo kết cấu để đỡ nhiều ống bộ quá nhiệt, và trong đó ít nhất một phần của một hoặc nhiều ống đỡ dọc được tráng bằng vật liệu tráng chống ăn mòn ở nhiệt độ cao.
10. HRSG theo điểm 9, trong đó một hoặc nhiều ống đỡ dọc bao gồm các gờ tản nhiệt lồi theo hướng ngang thông thường mà các ống bộ quá nhiệt được bố trí trên đó.
11. HRSG theo điểm 10, trong đó ít nhất một phần của các gờ tản nhiệt được tráng bằng vật liệu tráng chống ăn mòn ở nhiệt độ cao.
12. HRSG theo điểm 9, trong đó một hoặc nhiều ống đỡ dọc bao gồm một trong số nhiều ống thiết bị bay hơi.
13. HRSG theo điểm 2, trong đó HRSG này còn bao gồm:
nhiều máy quạt muối được tạo kết cấu để loại bỏ các hợp chất lắng đọng trên một hoặc nhiều trong số nhiều ống bộ tiết kiệm, ống thiết bị bay hơi, và ống bộ quá nhiệt, trong đó ít nhất một trong các ống thiết bị bay hơi riêng lẻ và ít nhất một trong các ống bộ quá nhiệt riêng lẻ được tráng bằng vật liệu tráng chống ăn mòn ở nhiệt độ cao liền kề với mỗi trong số nhiều máy quạt muối.

14. HRSG theo điểm 2, trong đó HRSG này còn bao gồm:

vách bên ngoài định ra bề mặt bên ngoài của HRSG; và

vách nước trong HRSG và được đặt liền kề với vách bên ngoài, trong đó

vách nước bao gồm ít nhất một trong số nhiều ống thiết bị bay hơi, nhiều ống bộ tiết kiệm và nhiều ống bộ quá nhiệt, và

vách nước được tạo kết cấu để giảm lượng nhiệt do các khí thải tỏa ra mà có thể đạt đến vách bên ngoài.

15. HRSG theo điểm 14, trong đó ít nhất một trong số nhiều ống bộ quá nhiệt, ống bộ tiết kiệm và ống thiết bị bay hơi bao gồm một đoạn cong và hai đoạn thẳng, trong đó các phần đầu của hai đoạn thẳng được hàn vào đoạn cong sao cho đoạn cong ghép nối dẫn chất lưu hai đoạn thẳng với nhau.

16. HRSG theo điểm 15, trong đó các phần đầu của hai đoạn thẳng không chứa vật liệu chống ăn mòn ở nhiệt độ cao.

17. HRSG theo điểm 16, trong đó các phần đầu của hai đoạn thẳng được phủ bằng vật liệu chịu lửa sau khi các phần đầu này và đoạn cong đã được hàn vào với nhau.

18. HRSG theo điểm 1, trong đó mỗi trong số nhiều ống bộ tiết kiệm không chứa vật liệu chống ăn mòn ở nhiệt độ cao.

19. HRSG theo điểm 1, trong đó khí thải được tạo kết cấu để chảy theo hướng thứ nhất qua HRSG, và trong đó các ống thiết bị bay hơi được định hướng theo hướng thứ hai vuông góc với hướng thứ nhất, HRSG còn bao gồm bộ quá nhiệt bao gồm nhiều ống bộ quá nhiệt mà hơi từ các ống thiết bị bay hơi chảy qua, trong đó các ống bộ quá nhiệt được định hướng theo hướng thứ ba vuông góc với hướng thứ nhất và hướng thứ hai.

20. HRSG theo điểm 1, trong đó hệ thống tạo hơi còn bao gồm một hoặc nhiều thùng phuy hơi và một hoặc nhiều thùng phuy bùn, trong đó các ống thiết bị bay hơi kéo dài ở giữa và được ghép nối dẫn chất lưu với một hoặc nhiều thùng phuy hơi và một hoặc

nhiều thùng phuy bùn.

21. Máy tạo hơi thu hồi nhiệt (HRSG) được tạo kết cấu để nhận các khí thải, HRSG này bao gồm:

hệ thống tạo hơi bao gồm:

bộ tiết kiệm được tạo kết cấu để nhận chất lỏng ở nhiệt độ thứ nhất và bao gồm các ống bộ tiết kiệm mà chất lỏng chảy qua, trong đó khí thải chảy qua HRSG làm nóng chất lỏng trong các ống bộ tiết kiệm từ nhiệt độ thứ nhất đến nhiệt độ thứ hai lớn hơn nhiệt độ thứ nhất;

thiết bị bay hơi được tạo kết cấu để nhận chất lỏng ở nhiệt độ thứ hai từ bộ tiết kiệm, trong đó thiết bị bay hơi bao gồm nhiều ống thiết bị bay hơi mà chất lỏng chảy qua, trong đó khí thải chảy qua HRSG làm nóng chất lỏng bên trong các ống thiết bị bay hơi cho đến khi chất lỏng bay hơi, trong đó ít nhất một phần của các ống thiết bị bay hơi bao gồm vật liệu cơ bản bao gồm thép, và vật liệu tráng chống ăn mòn ở nhiệt độ cao và được bố trí trên vật liệu cơ bản, trong đó vật liệu tráng bao gồm hợp kim kim loại và tạo thành lớp ngoài cùng của một phần của các ống thiết bị bay hơi.

1/18

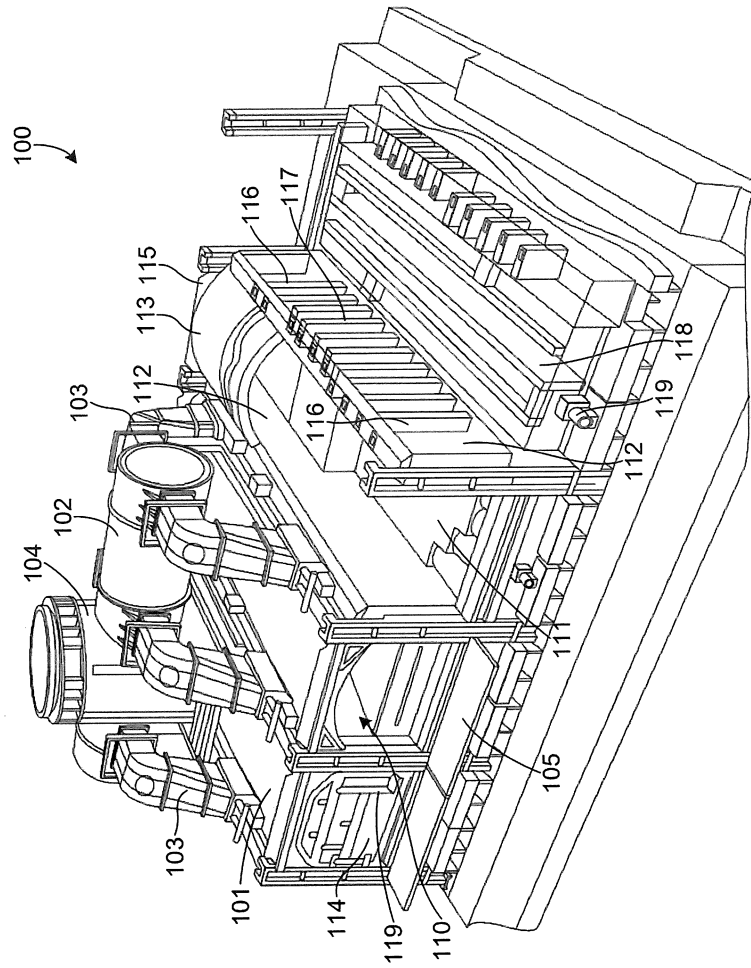
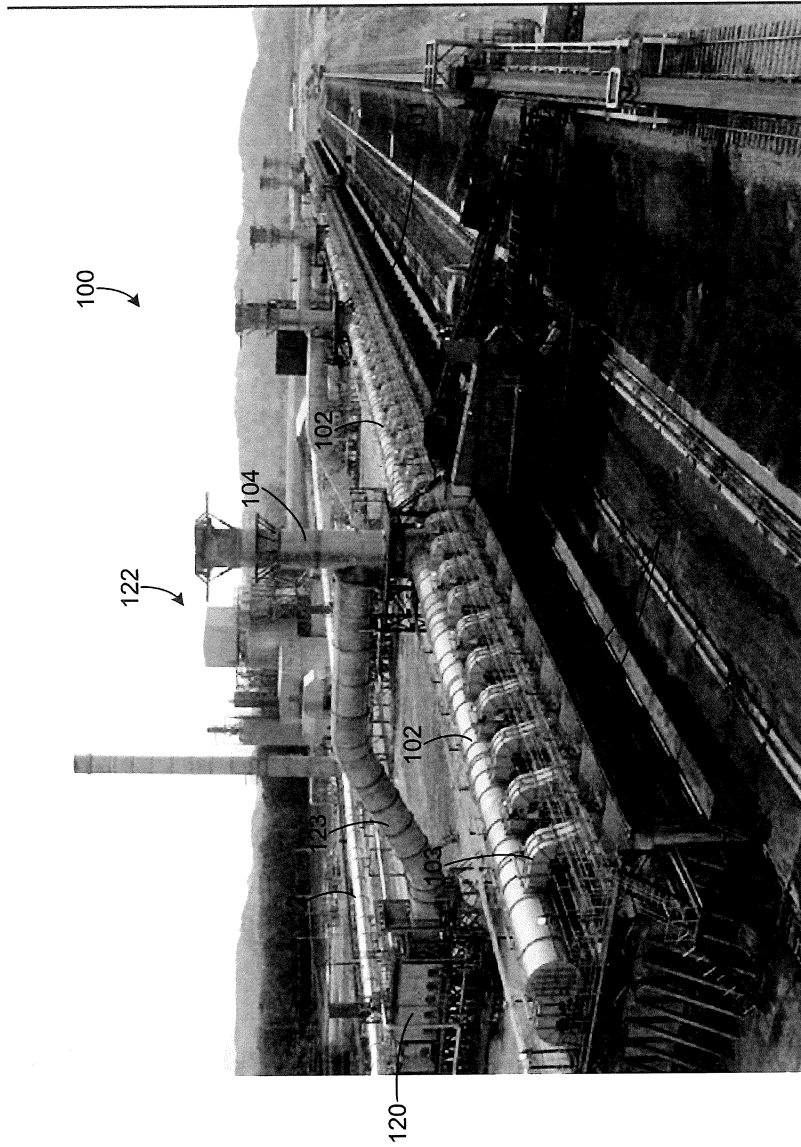
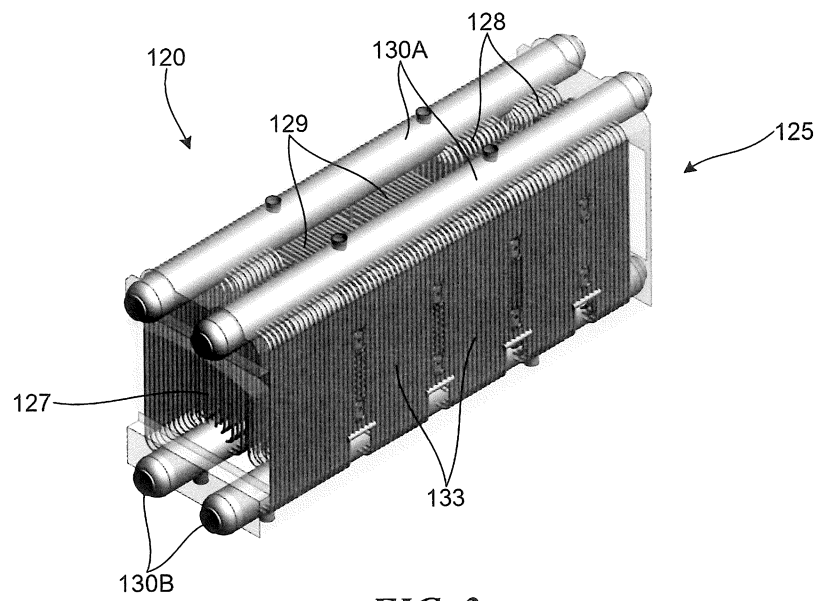
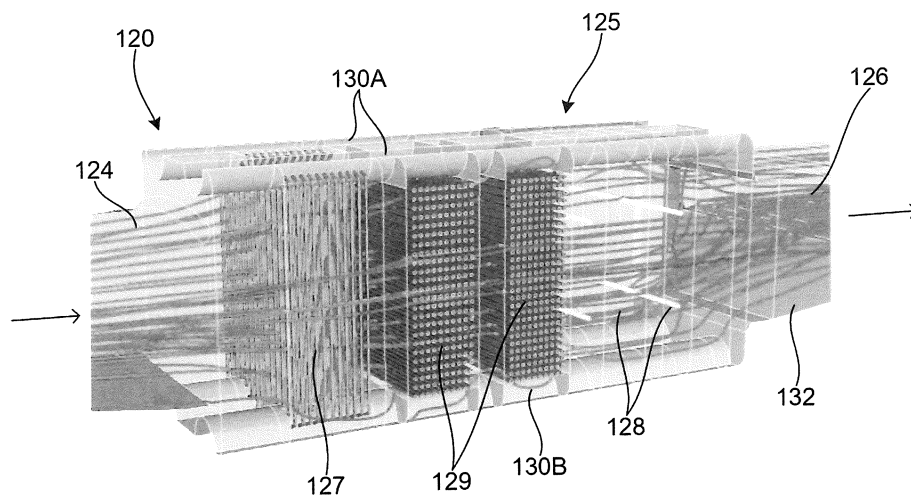


FIG. 1

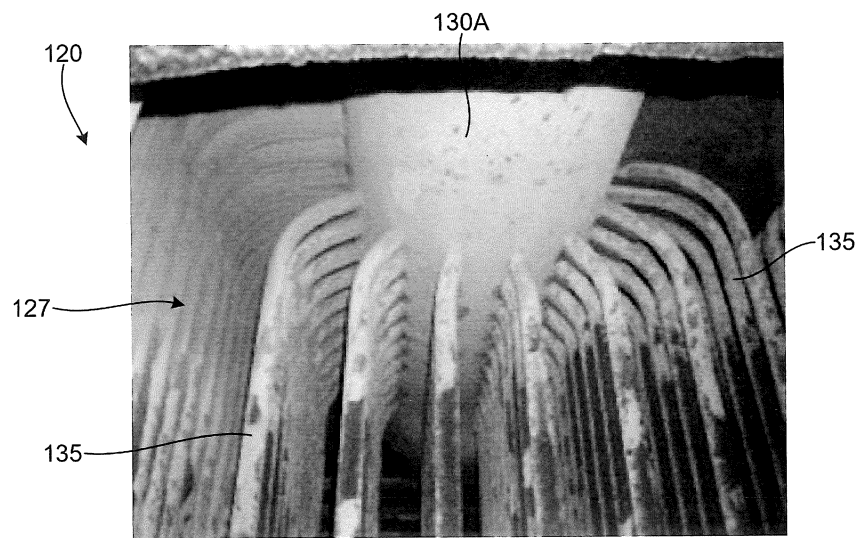
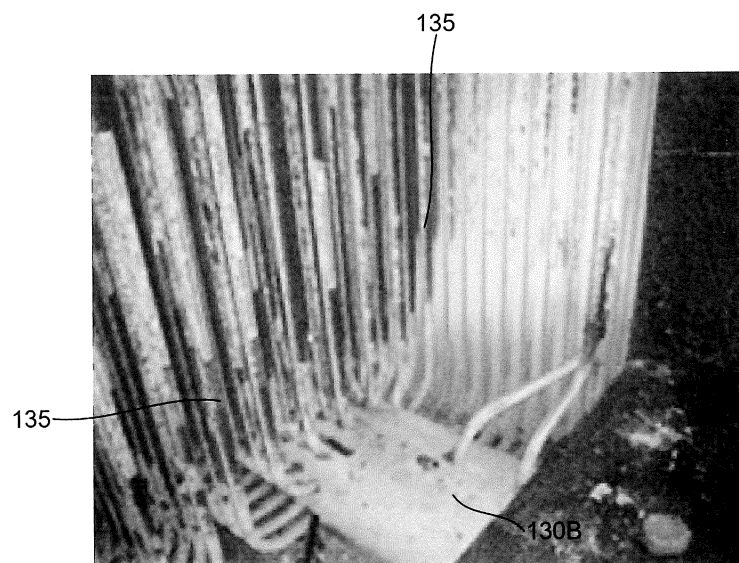
2/18

**FIG. 2**

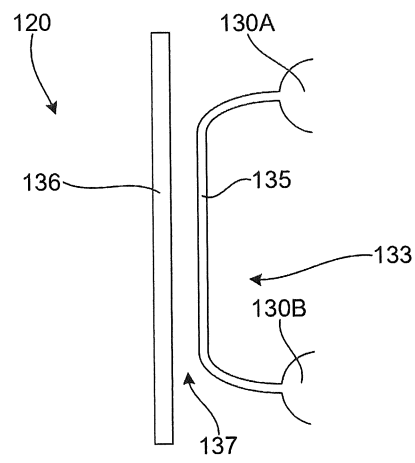
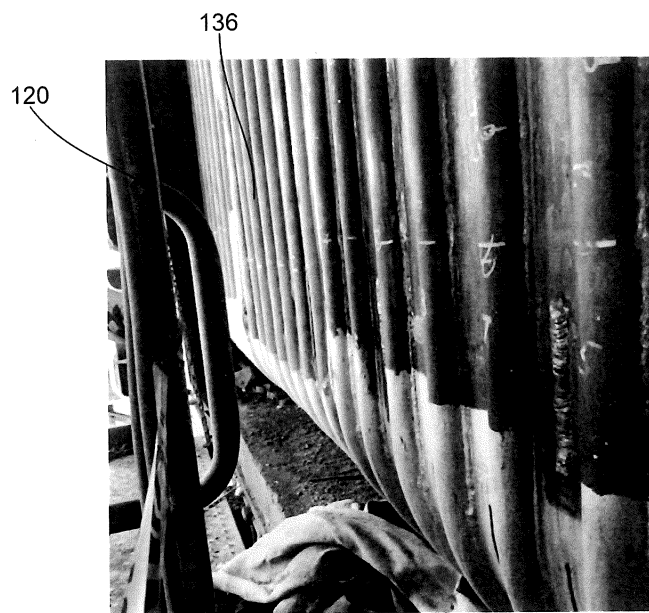
3/18

**FIG. 3****FIG. 4**

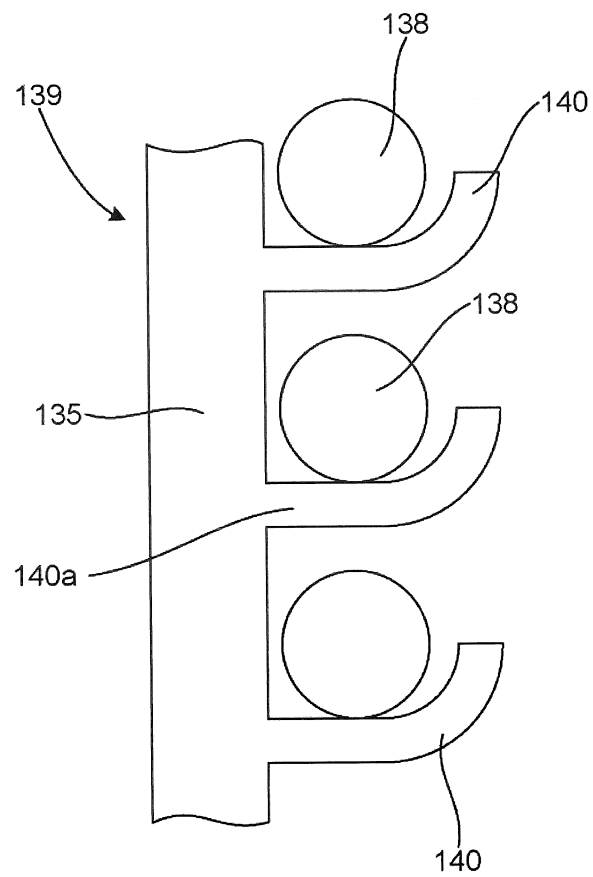
4/18

**FIG. 5A****FIG. 5B**

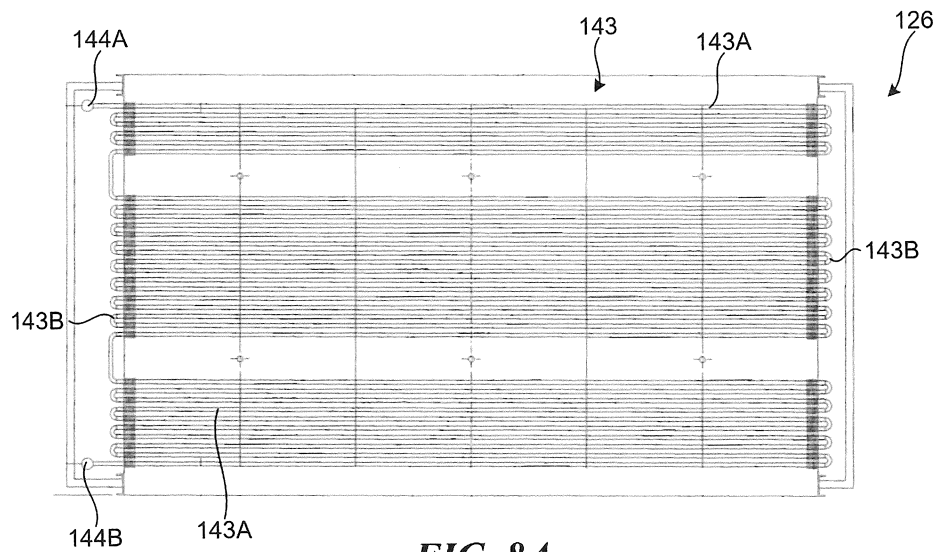
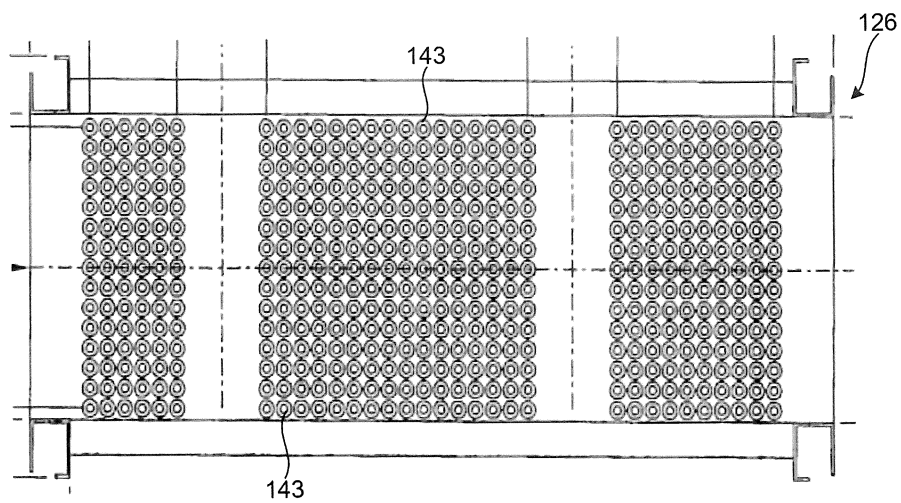
5/18

**FIG. 6A****FIG. 6B**

7/18

**FIG. 7C**

8/18

**FIG. 8A****FIG. 8B**

9/18

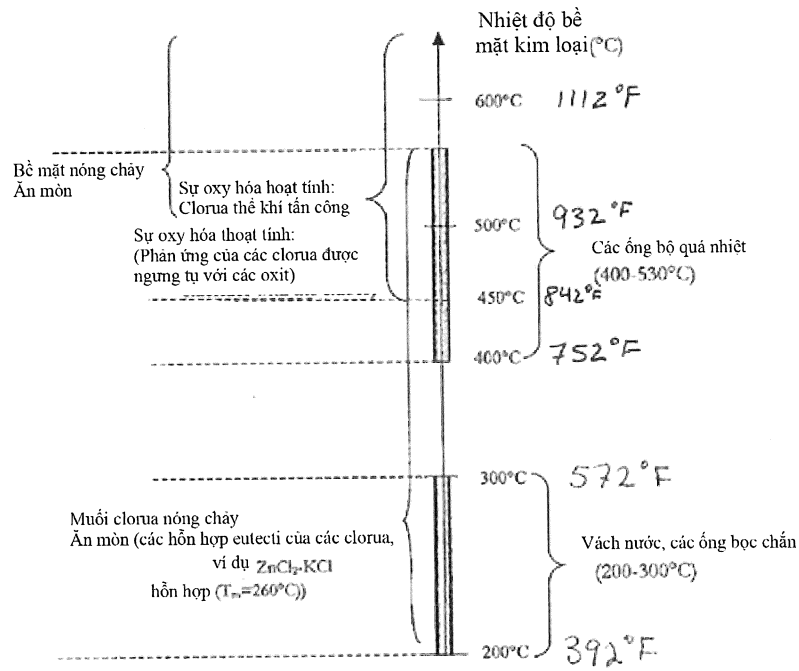
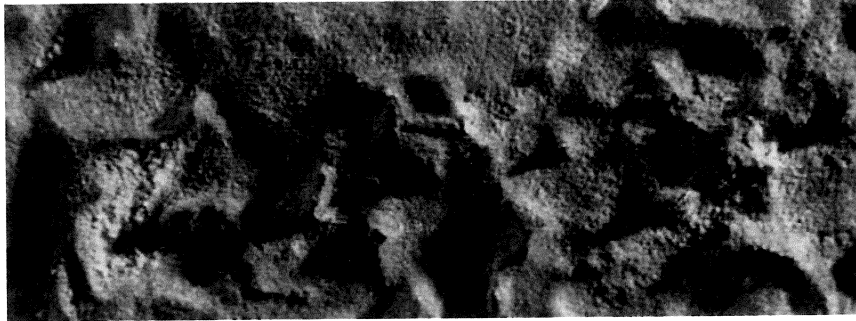


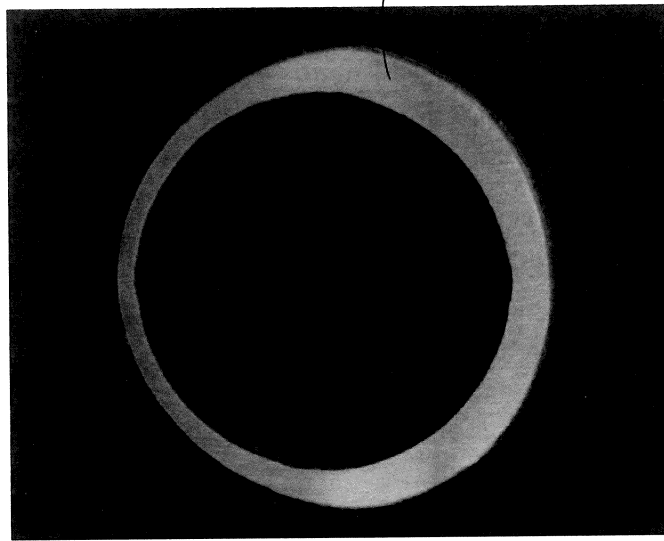
FIG. 9

10/18

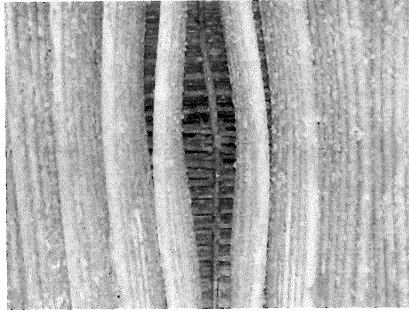
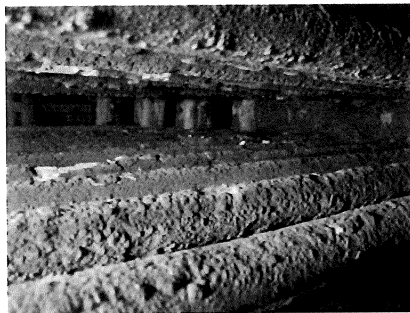
138

**FIG. 10**

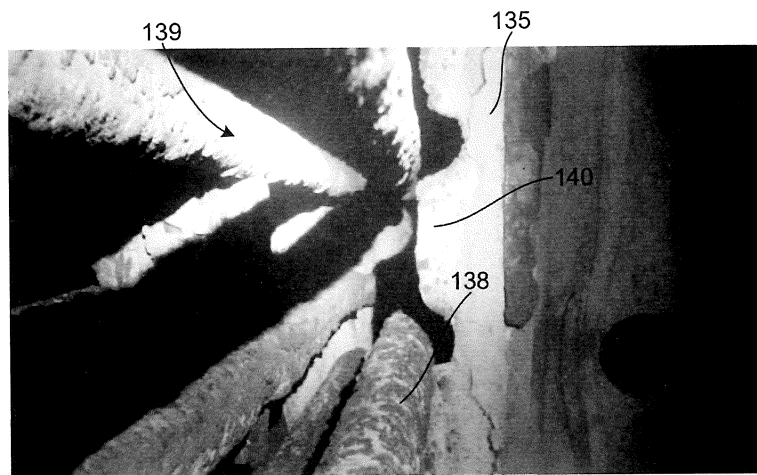
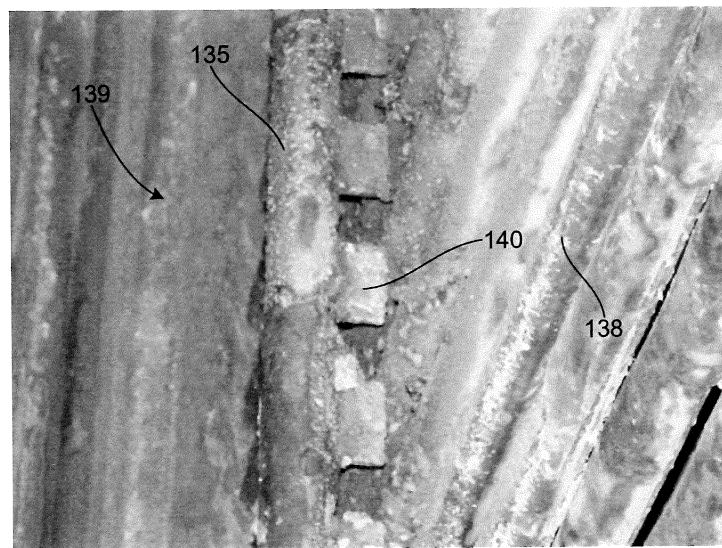
138

**FIG. 11**

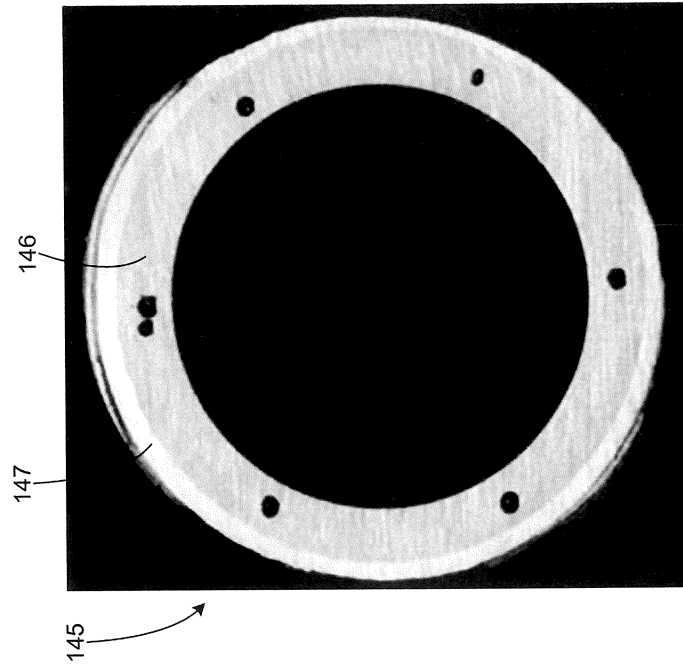
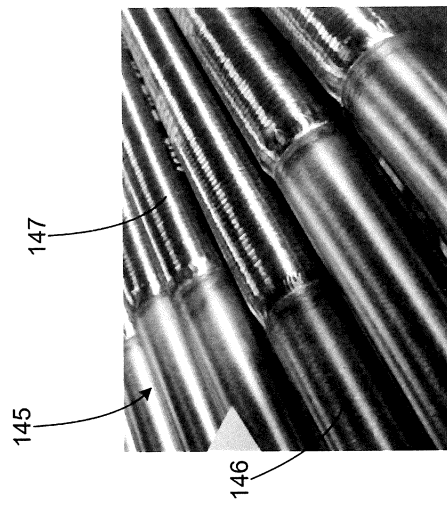
11/18

***FIG. 12******FIG. 13******FIG. 14***

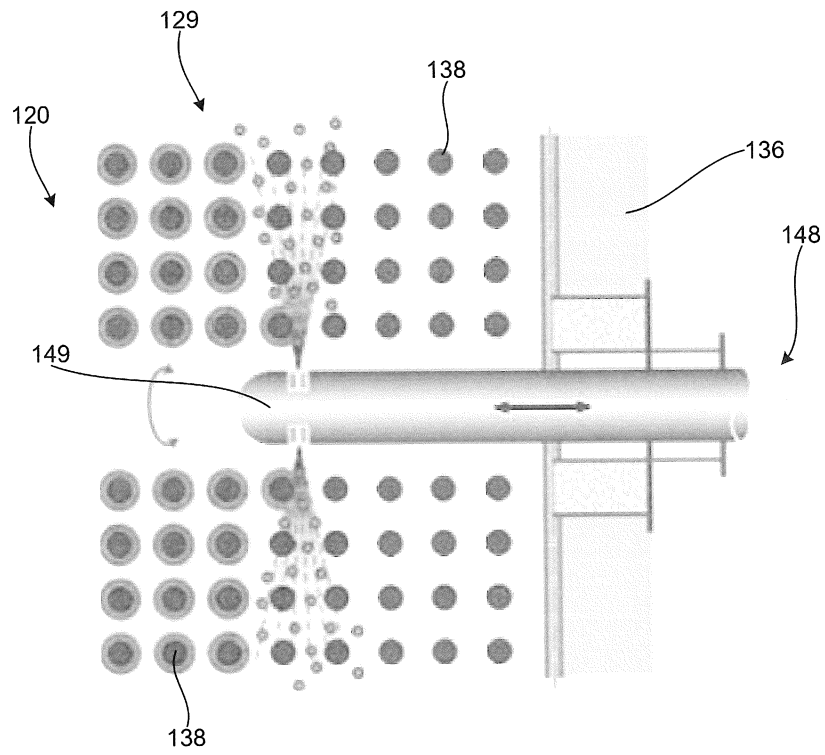
12/18

**FIG. 15****FIG. 16**

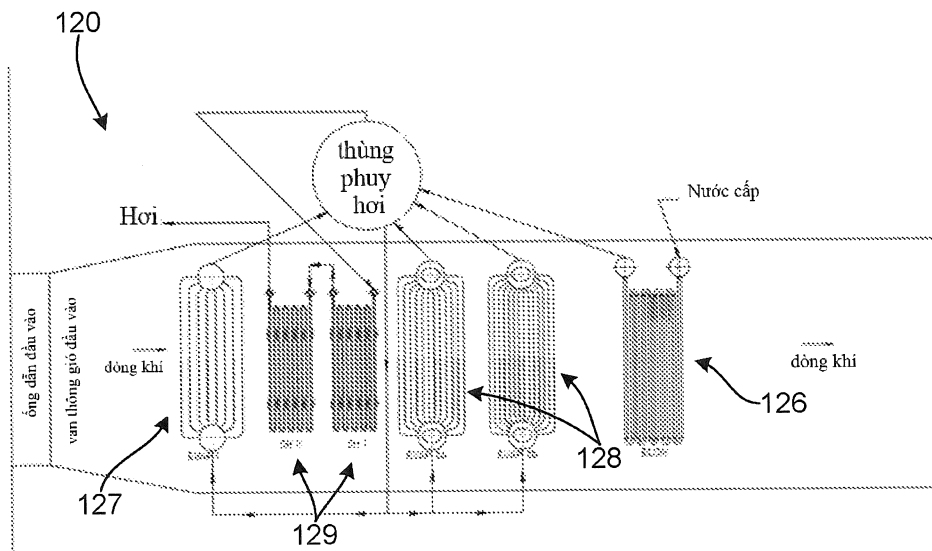
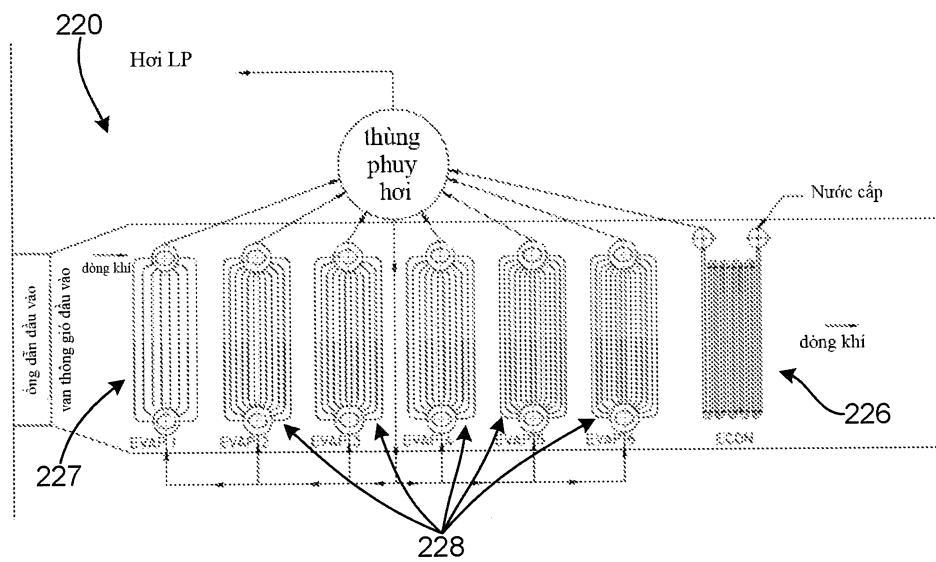
13/18

**FIG. 17B****FIG. 17A**

14/18

**FIG. 18**

15/18

**FIG. 19A****FIG. 19B**

16/18

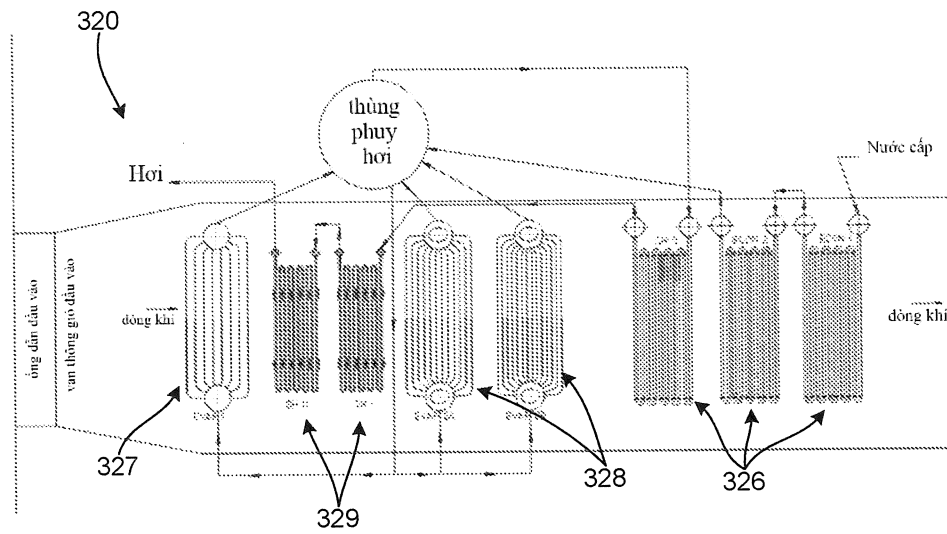


FIG. 19C

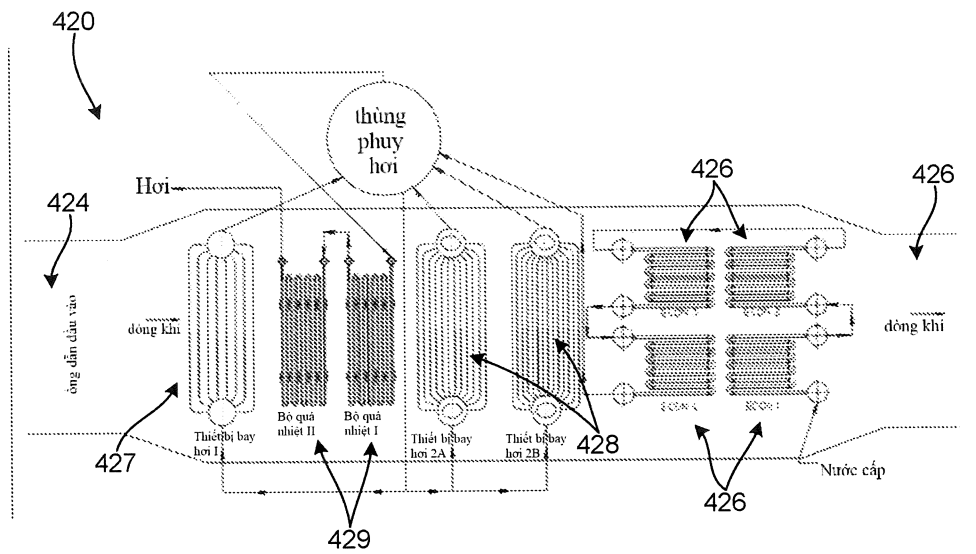
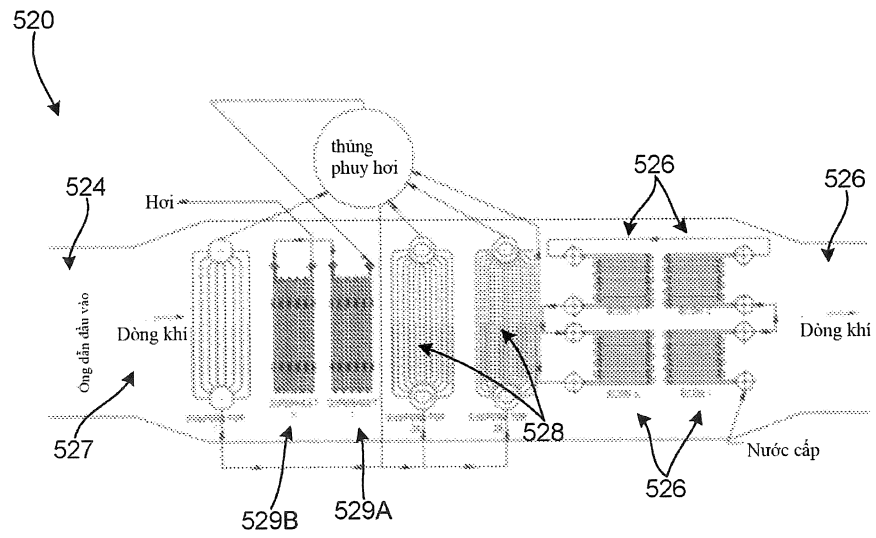
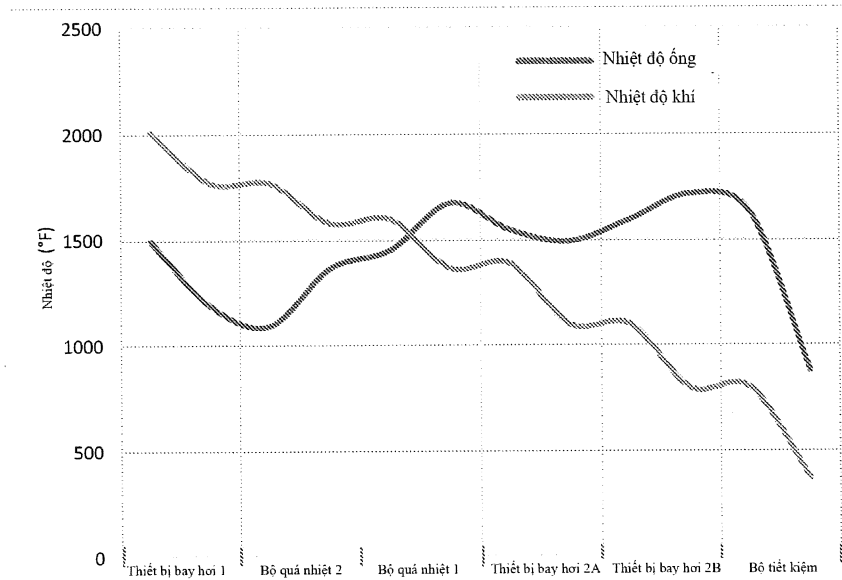


FIG. 19D

17/18

**FIG. 19E**

18/18

**FIG. 20**