



(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)



1-0050792

C02F 3/00; C02F 1/00; C02F 1/20; C02F (13) B

(51)^{2020.01} 1/44; F23K 1/04; B01D 1/04; F01K
17/06; F22B 31/00; F23G 5/30; C02F
3/02

(21) 1-2021-04277

(22) 09/11/2015

(62) 1-2017-01851

(86) PCT/US2015/059765 09/11/2015

(87) WO2016/077241 19/05/2016

(30) 14/542,521 14/11/2014 US

(45) 25/08/2025 449

(43) 25/10/2021 403A

(73) BILL & MELINDA GATES FOUNDATION (US)

500 5th Avenue North, Seattle, WA 98109, United States of America

(72) JANICKI, Peter (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) HỆ THỐNG XỬ LÝ CHẤT THẢI ƯỚT ĐA NĂNG

(21) 1-2021-04277

(57) Theo ít nhất một khía cạnh, sáng chế đề xuất hệ thống xử lý độc lập được tạo kết cấu để chuyển hoá chất thải hữu cơ có hàm lượng nước cao, chẳng hạn phân bùn và rác, thành điện và còn tạo ra và thu gom nước uống được. Sáng chế còn đề cập đến hệ thống xử lý bùn ướt đa năng.

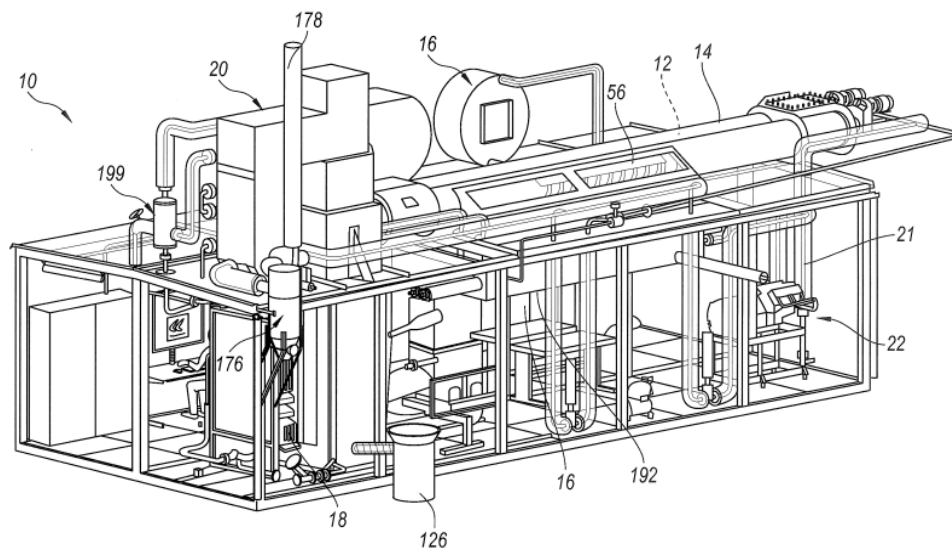


Fig. 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống, thiết bị xử lý phân và rác thải đa năng, và các phương pháp liên quan.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nhiều vùng trên thế giới sử dụng các hệ thống vệ sinh lộ thiên để xử lý chất thải của người và các loại rác thải khác, còn các khu vực khác thì sử dụng các hệ thống tự hoại chưa đủ tiêu chuẩn hoặc các hệ thống khác mà xả nước thải thô ra các rãnh tiêu lộ thiên hoặc nước trên bề mặt. Các điều kiện vệ sinh yếu kém đó làm trầm trọng thêm vấn đề sức khỏe ở các vùng này. Nhiều vùng trong số các vùng có các hệ thống vệ sinh không đủ tiêu chuẩn đó còn đang gặp khó khăn trong việc duy trì nguồn nước uống sạch, điều này làm tăng thêm các vấn đề sức khỏe tiềm ẩn. Các tài nguyên khả dụng để phát điện của các vùng này thường bị hạn chế, hoặc chi phí để phát điện đắt đến mức gần như bất khả thi. Do đó, cần phải có các hệ thống vệ sinh phù hợp để cách ly chất thải khỏi môi trường, để tạo ra và duy trì khả năng tiếp cận đến nguồn nước sạch uống được, và để tạo ra điện với chi phí không đắt.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất các hệ thống đa năng để xử lý chất thải trong khi tạo ra điện và nước uống được, để giải quyết các nhược điểm của giải pháp đã biết, và tạo ra thêm các lợi ích khác. Theo ít nhất một khía cạnh, sáng chế đề xuất hệ thống xử lý độc lập được tạo kết cấu để chuyển hoá chất thải hữu cơ có hàm lượng nước cao, chẳng hạn phân bùn và rác, thành điện và còn tạo ra và thu gom nước uống được.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Nhiều khía cạnh của sáng chế có thể được hiểu rõ hơn dựa vào các hình vẽ kèm theo. Các thành phần trên các hình vẽ này không nhất thiết phải được vẽ đúng tỉ lệ. Thay vào đó, các nguyên lý của sáng chế được tập trung mô tả một cách rõ ràng. Để tiện cho việc tham chiếu, thì trong suốt bản mô tả này, các số chỉ dẫn giống nhau có thể được dùng để chỉ các thành phần hoặc các dấu hiệu giống nhau hoặc ít nhất là gần như tương tự nhau.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện biểu đồ các thành phần của hệ thống xử lý chất thải đa năng theo một phương án của sáng chế.

Fig.2 là hình vẽ phối cảnh của hệ thống xử lý chất thải đa năng trên Fig.1.

Fig.3 là hình vẽ phối cảnh của hệ thống chứa và phân phối bùn theo một khía cạnh của sáng chế.

Fig.4 là hình vẽ phối cảnh của cơ cấu nạp vào của hệ thống chứa và phân phối bùn theo một phương án.

Fig.5 là hình vẽ phối cảnh của cơ cấu làm khô bùn trong trạng thái được tháo ra khỏi cơ cấu trên Fig.2.

Fig.6 là hình vẽ phối cảnh phóng to một phần của phần đầu của cơ cấu làm khô bùn được nối với cơ cấu băng tải của cơ cấu nạp vào trên Fig.4.

Fig.7 là hình vẽ phối cảnh sơ đồ dòng bùn trong quá trình xử lý ở cơ cấu làm khô bùn trên Fig.5.

Fig.8 là hình vẽ phối cảnh một phần của cơ cấu làm khô bùn có guồng xoắn được làm nóng bằng hơi nước được đặt theo cách quay được trong máng được làm nóng bằng hơi nước mà có chứa dòng bùn.

Fig.9 là hình vẽ phối cảnh phóng to của máng trong trạng thái được tách khỏi guồng xoắn trên Fig.8.

Fig.10 là hình vẽ phối cảnh phóng to của guồng xoắn trong trạng thái được tách khỏi máng trên Fig.8.

Fig.11 là hình vẽ phối cảnh một phần của cơ cấu làm khô bùn theo phương án khác có chi tiết guồng xoắn được làm nóng bằng hơi nước được đặt theo cách quay được trong máng được làm nóng bằng hơi nước mà có chứa dòng bùn.

Fig.12 là hình vẽ phối cảnh phóng to của guồng xoắn được làm nóng bằng hơi nước trong trạng thái được tách khỏi máng trên Fig.11.

Fig.13A và Fig.13B là các hình vẽ phối cảnh của cơ cấu làm khô bùn giai đoạn thứ nhất có áp suất cao, theo một phương án của sáng chế.

Fig.14 là hình vẽ thể hiện lưu đồ của hệ thống làm khô bùn hai giai đoạn theo một phương án của sáng chế.

Fig.15 là hình vẽ thể hiện lưu đồ của hệ thống xử lý nước uống được của hệ thống xử lý chất thải trên Fig.1.

Fig.16 là hình vẽ thể hiện lưu đồ của hệ thống xử lý nước uống được theo phương án khác của hệ thống xử lý chất thải trên Fig.1.

Fig.17 là hình vẽ phối cảnh của cơ cấu thùng nhiên liệu khô được gắn vào cơ cấu làm khô bùn trên Fig.5.

Fig.18 là hình vẽ phối cảnh phóng to, trong suốt một phần, của cơ cấu thùng nhiên liệu khô trên Fig.17, được thể hiện trong trạng thái được tháo khỏi cơ cấu làm khô bùn.

Fig.19 là hình vẽ thể hiện sơ đồ hình chiếu cạnh của cơ cấu thùng nhiên liệu khô trên Fig.18 trong trạng thái được gắn vào lò đốt tầng sôi trong hệ thống trên Fig.1.

Fig.20 là hình vẽ phối cảnh cắt một phần của buồng đốt và thùng xả của lò đốt tầng sôi trên Fig.19.

Fig.21 là hình vẽ phối cảnh phóng to của máy nén khí cháy và cơ cấu đốt trực tiếp, được thể hiện trong trạng thái được tháo ra khỏi buồng đốt trên Fig.20.

Fig.22 là hình vẽ phối cảnh phóng to của ghi lò phân bố không khí được thể hiện trong trạng thái được tháo khỏi buồng đốt trên Fig.20.

Fig.23 là hình vẽ phối cảnh phóng to, cắt một phần, của lò đốt nhiên liệu khô và nồi hơi của hệ thống trên Fig.1, hình vẽ này thể hiện đường khí xả được làm nóng đi qua nồi hơi.

Fig.24 là hình vẽ phối cảnh phóng to một phần của buồng tiết kiệm và cơ cấu đa buồng gió xoáy, được thể hiện trong trạng thái tách khỏi lò đốt nhiên liệu khô trên Fig.23.

Fig.25 là hình vẽ phối cảnh phóng to một phần của buồng tiết kiệm và guồng xoắn dẫn tro, được thể hiện trong trạng thái tách khỏi cơ cấu lò đốt nhiên liệu khô trên Fig.23.

Fig.26 là hình vẽ phối cảnh phóng to, cắt một phần, của lò đốt nhiên liệu khô và cơ cấu nồi hơi trên Fig.23, hình vẽ này thể hiện đường nước sơ cấp đi qua nồi hơi.

Fig.27 là hình vẽ phối cảnh, cắt một phần, của các thành phần ống nổi của nồi hơi theo phương án thay thế.

Fig.28 là hình vẽ phối cảnh của lò đốt tầng sôi và nồi hơi theo phương án khác, trong đó các thành phần nồi hơi dạng môđun được thể hiện ở các vị trí lộ thiên.

Fig.29 là hình vẽ phối cảnh của lò đốt tầng sôi và nồi hơi trên Fig.28, trong đó các thành phần nồi hơi dạng môđun được thể hiện ở các vị trí hoạt động được xếp gọn.

Fig.30 là hình vẽ phối cảnh của cụm máy phát điện có động cơ hơi nước và máy phát điện, được thể hiện trong trạng thái tách khỏi hệ thống trên Fig.1.

Fig.31 là hình vẽ phối cảnh nhìn từ trên được phóng to, cắt một phần, của cụm đầu động cơ có trục cam, các cam, các cần đẩy, và bộ truyền động van theo một phương án của sáng chế.

Fig.32 là hình vẽ phối cảnh và mặt cắt một phần được phóng to của cụm đầu động cơ hơi nước trên Fig.31, với cam nạp, van nạp và van xả, và các cần đẩy liên quan.

Fig.33 là hình vẽ thể hiện mặt cắt phóng to của cụm đầu động cơ hơi nước, cắt gần như theo đường 33 - 33 trên Fig.31.

Phụ lục A bao gồm các thông tin và các phép tính bổ sung liên quan đến các khía cạnh của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề xuất các hệ thống xử lý chất thải đa năng được tạo kết cấu để phát điện và tạo ra nước uống được, theo các phương án nhất định. Một số chi tiết cụ thể của sáng chế được nêu trong phần mô tả sau đây và được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.33 để cho phép hiểu rõ về các phương án nhất định của sáng chế. Tuy nhiên, người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này cần hiểu rằng sáng chế có thể có các phương án bổ sung, và rằng các phương án khác của sáng chế có thể được thực hiện mà không có một số trong số các dấu hiệu cụ thể được mô tả dưới đây.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện biểu đồ của các thành phần của hệ thống xử lý chất thải đa năng 10, và Fig.2 là hình vẽ phối cảnh của hệ thống xử lý chất thải 10 này, theo một phương án của sáng chế. Như sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây, hệ thống 10 được tạo kết cấu để nhận và xử lý dòng bùn thải ướt 12, và để tạo ra nguyên liệu cho nhiên liệu khô và rắn, điện, và nước uống được. Một hoặc nhiều phương án về hệ thống 10 được mô tả và được thể hiện ở đây liên quan đến việc xử lý chất thải bao gồm nước chứa bùn ướt và phân và/hoặc rác thải khác, chẳng hạn chất thải hữu cơ. Tuy nhiên, hệ thống 10 cũng có thể được tạo kết cấu để xử lý dòng chất thải ướt khác. Theo một phương án, hệ thống này được tạo kết cấu để xử lý bùn ướt chứa hỗn hợp gồm các chất lỏng chứa nước và tới khoảng 50% tổng số các chất rắn mà có thể

được tách khỏi nước và được làm khô để tạo ra nhiên liệu rắn cháy được. Theo một số kết cấu, hệ thống 10 có thể được sử dụng với bùn ướt có tới khoảng 15% tổng các chất rắn, và theo các phương án khác, hệ thống 10 được tạo kết cấu để sử dụng với bùn có khoảng 20% - 50% tổng số các chất rắn. Theo các phương án khác, hệ thống 10 có thể được tạo kết cấu để sử dụng với các khoảng tổng số chất rắn khác trong bùn.

Bùn 12 chảy qua cơ cấu làm khô bùn 14 để làm nước bay hơi khỏi bùn để tạo ra hơi nước, để các chất rắn được làm đủ khô để tạo ra nhiên liệu rắn cháy được. Theo sáng chế, hơi nước được làm bay hơi từ bùn sẽ được gọi là hơi bùn. Hơi bùn được giải phóng đó rất nóng trong một khoảng thời gian đủ dài, nên hơi bùn đó vô trùng (tức là không có các mầm bệnh). Hệ thống 10 sẽ thu gom và ngưng tụ hơi bùn vô trùng đó vào hệ thống xử lý nước 16 để tạo ra nước sạch uống được. Hệ thống 10 cũng đốt nhiên liệu rắn đã được làm khô, trong lò đốt, chẳng hạn lò đốt tầng sôi 18. Theo một số phương án, các nhiên liệu khô khác, chẳng hạn than, gỗ, rác hoặc nguyên liệu hữu cơ khác, cũng có thể được thêm vào nếu cần, để bổ sung nhiên liệu cho lò đốt 18. Hệ thống 10 theo phương án này được tạo kết cấu để liên tục tạo ra tới khoảng 150 kW điện (khoảng 200 HP - Horse Power - mã lực), và xử lý khoảng 8500 kg hay 8,5 m³ phân bùn và 1100 kg rác, hoặc nhiều hơn nữa, mỗi ngày.

Nhiệt từ quá trình đốt nhiên liệu trong lò đốt 18 được dùng để làm nóng nồi hơi 20, để tăng áp lực nước trong vòng tuần hoàn nước sơ cấp 21 gần như khép kín, để tạo ra hơi nước dùng cho máy phát điện 22 chạy bằng hơi nước để phát điện. Nước trong vòng tuần hoàn nước sơ cấp 21 được gọi là nước sơ cấp, mà có thể là hơi nước sơ cấp hoặc nước sơ cấp dạng lỏng, tùy vào vị trí trong vòng tuần hoàn nước sơ cấp này. Hơi nước sơ cấp mà được xả ra từ máy phát điện 22, vốn bao gồm động cơ hơi nước 26 và máy phát điện 25, sẽ được dùng làm nguồn nhiệt cho cơ cấu làm khô nhiên liệu 14 trước khi hơi nước sơ cấp đó đi qua dàn ngưng 24 và được chuyển hoá trở lại thành nước sơ cấp

dạng lỏng và được bơm trở lại nồi hơi 20. Một phần điện của máy phát điện 22 sẽ cấp cho các thành phần chạy điện của hệ thống 10, và phần điện còn lại có thể được cấp vào lưới điện, hoặc được sử dụng cục bộ, chẳng hạn để cấp cho các thiết bị điện bên ngoài.

Hệ thống xử lý 10 theo phương án này là hệ thống độc lập, tức là gần như không cần nguồn điện, nguồn nước hoặc hệ thống tiêu nước nào bên ngoài để xử lý bùn ướt, phát điện và tạo ra nước uống được. Theo một phương án, hệ thống 10 có thể được tạo kết cấu để chiếm một thể tích với diện tích mặt sàn khoảng 15 m x 3 m, tương ứng với một công ten nơ vận chuyển thông thường, để hệ thống 10 có thể vận chuyển được. Theo đó, hệ thống 10 rất phù hợp để sử dụng tại nhiều vị trí địa lý, chẳng hạn các vùng đô thị chậm phát triển mà có thể có các hệ thống nước thải không đủ tiêu chuẩn và có thể được lợi từ các nguồn cung cấp thêm điện và nước sạch uống được. Các thành phần của hệ thống 10 theo phương án này sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Hệ thống chứa và phân phối bùn

Hệ thống 10 theo phương án được thể hiện trên Fig.3 bao gồm hệ thống chứa và phân phối bùn 30. Hệ thống chứa và phân phối bùn 30 có thùng chứa 32 để nhận bùn ướt gần như chưa xử lý. Thùng chứa 32 có thể được tạo kích thước để chứa một thể tích bùn ướt được chọn để hệ thống 10 hoạt động liên tục trong một số ngày, trước khi thùng chứa 32 cần phải được cấp thêm. Ví dụ, theo phương án này, thùng chứa 32 được thiết kế để chứa khoảng 30 m³ bùn ướt, cho phép khoảng ba ngày hoạt động, trong đó hệ thống 10 có thể xử lý khoảng 9-10 m³ bùn mỗi ngày. Đỉnh của thùng chứa 32 có thể được đặt gần mặt đất để cho phép các xe phân phối bùn dễ dàng đổ hết bùn 12 vào thùng chứa này. Đáy của thùng chứa 32 có thể được làm dốc về phía cửa ra mà được nối với cơ cấu nạp bùn vào 34. Theo một phương án, cơ cấu nạp vào 34 có thể bao gồm băng tải 38 khép kín hoàn toàn hoặc khép kín một phần, chẳng hạn

guồng xoắn hoặc băng tải dây đai, để vận chuyển bùn ướt từ thùng chứa 32 đến cửa vào 40 của cơ cấu làm khô bùn 14.

Fig.4 là hình vẽ phối cảnh của cơ cấu nạp bùn vào 34 theo một phương án, trong đó thùng chứa 32 bao gồm khoang rắc bùn kéo bằng xích có cửa ra 36 để đưa bùn ướt lên băng tải 38. Băng tải 38 này kéo dài lên trên và tạo một góc được chọn so với mặt đất, và nối vào cơ cấu làm khô bùn 14 kề với cửa vào 40. Theo phương án này, băng tải 38 được làm dốc lên trên và tạo một góc khoảng 30° so với mặt đất, mặc dù các góc khác cũng có thể được sử dụng theo các phương án khác.

Cơ cấu làm khô bùn

Fig.5 là hình vẽ phối cảnh của cơ cấu làm khô bùn 14 trong trạng thái được tháo ra khỏi cơ cấu trên Fig.2. Bùn ướt mà được vận chuyển từ hệ thống chứa và phân phối bùn 30 (Fig.3) được đưa vào cửa bùn vào 40 của cơ cấu làm khô bùn 14. Như được thể hiện trên Fig.6, guồng xoắn khuấy bùn 52, mà được nối với đầu băng tải 38 của cơ cấu nạp bùn vào 34, sẽ nạp bùn ướt vào cửa vào 40 của cơ cấu làm khô. Dòng bùn vào cơ cấu làm khô bùn 14 là gần như liên tục. Fig.6 là hình vẽ phối cảnh phóng to một phần của một phần đầu của cơ cấu làm khô bùn 14 mà bao gồm cửa vào 40. Ngoài việc nhận bùn ướt ra, thì cơ cấu làm khô bùn 14 còn nhận hơi nước sơ cấp được xả ra từ động cơ hơi nước 26 của máy phát điện 22 (Fig.1). Hơi nước sơ cấp xả ra đó, mà thoát ra từ động cơ hơi nước 26 tại áp suất khoảng 207 kPa (tức 207000 N/m², hay khoảng 30 psia - pounds per square inch absolute - pao trên inơ vuông tuyệt đối), sẽ đi vào một hoặc nhiều vỏ hình ống 42, mỗi trong số đó đều chứa đường chở bùn hình ống 44. Nhiệt từ hơi nước sơ cấp được xả ra đó sẽ làm sôi bùn trong đường chở bùn 44, nhờ đó làm nước bay hơi khỏi bùn (để tạo ra hơi bùn), để làm khô bùn và tạo ra nhiên liệu rắn.

Cơ cấu làm khô bùn 14 theo phương án này bao gồm hai ống khép kín có đường kính lớn, mỗi trong số đó lại tạo thành vỏ 42 chứa ống có đường kính nhỏ để tạo thành đường chở bùn 44. Mỗi đường chở bùn 44 đều chứa guồng xoắn rộng 46 có thể quay được, và đường chở bùn 44 nhận bùn qua cửa vào 40 để bùn bao quanh ít nhất một phần guồng xoắn rộng 46. Theo phương án này, mỗi vỏ 42 đều bao gồm cửa hơi nước vào 48 để nhận hơi nước sơ cấp được xả ra từ động cơ hơi nước 26 (Fig.1), để hơi nước sơ cấp có nhiệt độ cao đó đi vào vùng bên trong của vỏ này và xung quanh đường chở bùn 44, nhờ đó làm nóng bùn trong đường chở bùn 44. Theo đó, hơi nước sơ cấp được tách về mặt vật lý khỏi bùn trong khi vẫn có thể truyền nhiệt đến bùn, điều này sẽ làm sôi bùn và đồng thời làm nguội hơi nước sơ cấp. Ngoài ra, một phần hơi nước sơ cấp mà đi vào cơ cấu làm khô bùn 14 sẽ đi vào vùng bên trong của guồng xoắn rộng 46 để cũng làm nóng bùn qua guồng xoắn 46 này. Theo phương án này, mỗi guồng xoắn rộng 46 đều được nối với mô tơ (động cơ) dẫn động 47 để làm quay guồng xoắn 46 ở đường chở bùn 44 và liên tục di chuyển bùn ướt theo chiều dọc trục qua đường chở bùn 44 khi bùn đang khô. Theo một phương án, mỗi mô tơ dẫn động 47 là một mô tơ (động cơ) điện ba pha biến tần năm mã lực dành riêng, được điều khiển bởi bộ biến tần độc lập. Các phương án khác có thể sử dụng các mô tơ dẫn động khác.

Hai đường chở bùn 44 được nối với nhau tại đầu của chúng bởi các hộp vận chuyển 50 mà mỗi trong số chúng đều có các đường dẫn bùn qua đó để cho phép bùn đi theo chiều dọc trục qua một đường chở bùn 44 theo một chiều, qua đường dẫn bùn trong hộp vận chuyển 50, và theo chiều dọc trục qua đường chở bùn 44 còn lại theo chiều ngược lại.

Fig.7 là hình vẽ phối cảnh của dòng bùn trong cơ cấu làm khô bùn từ cửa vào 40. Khi bùn quay vòng qua các đường chở bùn 44, thì nước trong bùn được làm bay hơi. Khi nhiên liệu rắn từ bùn đã đủ khô, thì nó đi ra khỏi cơ cấu làm khô bùn 14 qua một hoặc nhiều cửa ra 54 của nhiên liệu đã được làm khô,

mà được tạo ra trên sườn của đường chở bùn 44 và vỏ 42 tương ứng. Cửa nhiên liệu khô ra 54 được bịt kín giữa đường chở bùn 44 và vỏ 42 để duy trì sự cách ly cho bùn khỏi hơi nước sơ cấp. Theo phương án này, các cửa nhiên liệu khô ra 54 là các lỗ hình chữ nhật, mặc dù các cửa nhiên liệu khô ra này có thể có các kích thước và hình dạng khác (ví dụ, hình vuông, hình bo tròn, hình elip, v.v.).

Trong quá trình hoạt động, mức bùn trong cơ cấu làm khô bùn 14 tăng lên khi một lượng bùn ướt bổ sung được guồng xoắn 52 phân phối vào đường chở bùn 44 (Fig.6). Các chất rắn trong bùn mà di chuyển qua đường chở bùn 44 thường đã được làm đủ khô vào lúc chúng tới các cửa nhiên liệu khô ra 54, và nhiên liệu rắn đã được làm đủ khô đó tràn ra cửa nhiên liệu khô ra 54 vào thùng hứng nhiên liệu khô 56 (Fig.2), sẽ được mô tả dưới đây. Để bảo đảm rằng bùn mà di chuyển qua đường chở bùn 44 thông qua các guồng xoắn rỗng quay 46 vẫn còn xốp, thì một lượng vừa đủ bùn đã được làm khô sẽ quay vòng trở lại vào đầu hệ thống làm khô ở cạnh cửa vào 40. Một lượng bùn có thể được quay vòng nhiều lần qua cơ cấu làm khô bùn trước khi di chuyển vào thùng hứng nhiên liệu khô 56 (Fig.2).

Sự quay vòng bùn đang khô này còn ngăn không cho bùn chuyển sang trạng thái được gọi là pha "dính", trong đó hàm lượng ẩm trong bùn là khoảng 0,3523 kg H₂O trên mỗi kilogam chất khô hoặc 25% đến 75% chất rắn khô. Không giống như ở các vùng "ướt" hoặc "nhão" mà ở đó bùn biểu hiện các thuộc tính dạng lỏng, ở "pha dính" thì diện tích tiếp xúc giữa bùn với thành nóng của đường chở bùn 44 bị giảm đột ngột, điều này ảnh hưởng xấu đến tốc độ bay hơi. Khi bùn được làm khô qua pha "dính" để sang pha "hạt", thì bùn đang khô sẽ dần duy trì được diện tích tiếp xúc đồng nhất với thành nóng của đường chở bùn 44, điều này cho phép tốc độ bay hơi đạt trở lại trị số ban đầu của nó. Ngoài việc làm giảm hiệu quả truyền nhiệt, thì chất ở vùng "dính" còn có độ bền cắt đáng kể, nên bùn có thể dính vào guồng xoắn quay 46 thay vì

được guồng xoắn quay này vận chuyển. Việc quay vòng một lượng bùn khô sẽ cho phép bảo đảm rằng bùn trong cơ cấu làm khô bùn sẽ luôn ở trong hoặc ở gần vùng "hạt", nhờ đó tránh được vùng "dính".

Theo phương án được thể hiện trên Fig.5, thì thiết kế hình ống đồng tâm của cơ cấu làm khô bùn 14 là rất bền. Tuy nhiên, các cửa nhiên liệu khô ra 54, mà xuyên qua các vách sườn của vỏ hình ống tăng áp 42, có thể làm yếu kết cấu hình ống này. Do đó, một hoặc nhiều gân làm cứng 64 được gắn vào vỏ 42 xung quanh các cửa nhiên liệu khô ra 54 để cho phép giữ được tính nguyên vẹn của kết cấu và ngăn không cho các kết cấu hình ống này bị biến dạng dẻo do nhiệt và áp suất của hơi nước sơ cấp trong cơ cấu làm khô.

Ngoài việc lấy nhiên liệu rắn đã được làm khô khỏi các đường chở bùn 44, thì hơi bùn mà được giải phóng từ bùn cũng được lấy ra khỏi cơ cấu làm khô bùn 14 thông qua các cửa hơi ra 66 thông với vùng bên trong của mỗi đường chở bùn 44. Hơi bùn này đi từ các cửa hơi ra 66 qua các ống dẫn đến hệ thống xử lý nước 16 (Fig.1), mà sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây. Theo phương án này, ít nhất một cửa hơi ra 66 được tạo ra tại mỗi đầu của cơ cấu làm khô bùn, mặc dù các cửa ra còn lại có thể được đặt tại các vị trí khác.

Do nhiệt từ hơi nước sơ cấp được truyền sang bùn, nên hơi nước sơ cấp này nguội đi, nên cơ cấu làm khô bùn 14 có vai trò như dàn ngưng, trong đó hơi nước sơ cấp này ngưng tụ trong vỏ 42 thành nước sơ cấp dạng lỏng. Sản phẩm ngưng tụ đó vẫn được tách khỏi bùn và được lấy ra khỏi vỏ 42 nhờ cơ cấu ống ngưng siphông vốn trích xuất nước sơ cấp dạng lỏng và dẫn vào một hoặc nhiều đường nước sơ cấp 62 để mang nước sơ cấp dạng lỏng khỏi cơ cấu làm khô bùn 14, theo vòng tuần hoàn nước sơ cấp 21 (Fig.1). Theo phương án được thể hiện trên Fig.2, thì cơ cấu làm khô bùn 14 được gắn trong hệ thống 10 sao cho các vỏ 42 và các đường chở bùn 44 nghiêng so với phương ngang, chẳng hạn nghiêng khoảng 1 độ, để tạo thuận lợi cho việc trích xuất nước sơ cấp bằng cơ cấu ống siphông nêu trên. Sau đó, nước sơ cấp dạng lỏng được

trích xuất đó được quay vòng trở lại theo vòng tuần hoàn nước sơ cấp 21 để sử dụng cho nồi hơi 20 và động cơ hơi nước 26 trước khi lại trở lại thành hơi nước đến cơ cấu làm khô bùn 14.

Fig.8 là hình vẽ phối cảnh một phần, theo phương án khác, của cơ cấu làm khô bùn 70 mà bao gồm nhiều bình áp suất quay và tĩnh được làm nóng bằng hơi nước sơ cấp xả ra, đến khoảng 328°F (khoảng 164,44 độ C) và áp suất 100 psig (pounds per square inch gauge - pao trên inơ vuông dư), để trộn và làm khô bùn. Cơ cấu làm khô 70 được thể hiện này có máng 72 khép kín và được bịt kín, có chứa guồng xoắn 74 có thể quay được để di chuyển bùn theo chiều dọc trục theo máng 72 về phía cửa ra tại một đầu của máng 72. Máng 72 này nhận dòng bùn ướt qua cửa vào tại một đầu, sao cho ít nhất một phần của guồng xoắn 74 này ngập trong bùn. Fig.8 không thể hiện nắp hoặc đầu của máng 72, để thể hiện các thành phần bên trong máng 72 một cách rõ ràng. Nắp và các đầu này được đậy kín vào thân máng 76 để chứa bùn và hơi bùn được giải phóng trong quá trình làm khô. Theo một phương án, nắp hoạt động bằng thủy lực sẽ cho phép tiếp cận dễ dàng đến tất cả các thành phần bên trong của cơ cấu làm khô bùn 70, cũng như bịt kín tất cả hơi, khói, và khí trong máng 72. Theo đó, hơi bùn và các chất dễ bay hơi từ khoảng trống trong máng 72 sẽ được thu gom và được xử lý lại để tinh chế (đối với hơi nước) và/hoặc đốt lại (đối với các chất khí và/hoặc các chất dễ bay hơi).

Fig.9 là hình vẽ phối cảnh phóng to của máng 72 được làm nóng bằng hơi nước, với guồng xoắn 74 đã được tháo ra. Máng 72 này chứa các ống hơi nước cong 78 tĩnh được đặt cách nhau và được nối với nhau bằng các ống góp kéo dài 80 vôn nhận hơi nước sơ cấp có nhiệt độ cao được xả ra từ động cơ hơi nước 26 (Fig.1) và phân phối đồng đều hơi nước sơ cấp này đến các ống hơi nước cong 78. Theo đó, khi bùn đi vào máng 72 gần cửa vào và di chuyển dọc theo máng 72 qua guồng xoắn 74, thì bùn sẽ di chuyển qua ít nhất một phần trong số các ống hơi nước cong 78, nhờ đó làm sôi và làm khô bùn. Vào

lúc bùn tới cửa ra ở cuối thân máng 76 thì bùn đã được làm đủ khô. Ngoài ra, hơi nước sơ cấp nêu trên ngưng tụ trong các ống hơi nước cong 78, và sản phẩm ngưng tụ được thu gom trong ống góp vòng về 82 mà được nối với vòng tuần hoàn nước sơ cấp 21.

Fig.10 là hình vẽ phối cảnh phóng to của guồng xoắn tăng áp 74 được làm nóng bằng hơi nước, trong trạng thái được tách khỏi máng 72. Guồng xoắn 74 này có trục tâm rỗng 84 để nhận hơi nước sơ cấp được xả ra. Guồng xoắn 74 này còn có các ống hơi nước cong 86 thông với bên trong của trục tâm 84 và kéo dài theo kiểu xoắn ốc theo phương hướng kính từ trục tâm 84. Theo đó, các ống hơi nước cong 86 nhận hơi nước sơ cấp từ trục tâm 84.

Guồng xoắn 74 được tạo kết cấu để quay trong máng 72 sao cho các ống hơi nước cong 86 đi qua các không gian giữa các ống hơi nước 78 trong máng 72. Các ống hơi nước cong 86 của guồng xoắn có thể được tạo góc một chút so với trục tâm 84 để có tác dụng như các chi tiết đẩy để gạt và đẩy bùn theo chiều dọc trục qua máng trên các ống hơi nước cong 78, nhờ đó làm nóng và làm sôi bùn. Hơi nước sơ cấp nóng trong trục tâm 84 và trong các ống hơi nước cong 86 cũng làm nóng bùn, điều đó làm cho hơi nước sơ cấp này ngưng tụ trong guồng xoắn 74. Một đầu trục tâm 84 của guồng xoắn có cửa nước ngưng tụ ra để dẫn nước ngưng tụ ra khỏi guồng xoắn và đi theo vòng tuần hoàn nước sơ cấp 21 (Fig.8) dưới dạng nước sơ cấp dạng lỏng. Theo phương án này, guồng xoắn quay 74 thực hiện hoạt động trộn để tạo ra hiệu ứng tự cân bằng để làm cho bùn di chuyển từ đầu này sang đầu kia của máng 72. Guồng xoắn 74 còn đo đếm nhiên liệu rắn đã được làm khô ra khỏi cửa nhiên liệu khô ra. Theo ít nhất một phương án, một hoặc nhiều guồng xoắn gạt nhiên liệu khô có thể được nối với máng 72 cạnh cửa nhiên liệu khô ra để mang nhiên liệu rắn đã được làm khô đến thùng hứng nhiên liệu khô 56.

Fig.11 và Fig.12 là các hình vẽ phối cảnh, theo phương án khác, của cơ cấu làm khô bùn 70 có máng 72 với thân máng 76, các ống hơi nước cong 78,

và các ống góp 80 kéo dài dọc trục, gần giống như cơ cấu làm khô bùn 70 đã mô tả trên đây dựa vào Fig.8. Theo đó, máng 72 với các ống hơi nước cong 78 và các ống góp 80 tạo thành bình áp suất tĩnh được làm nóng bằng hơi nước sơ cấp. Theo phương án thay thế này, guồng xoắn 90 được đặt theo cách quay được trong máng 72 và được dẫn động bằng mô tơ dẫn động 92.

Guồng xoắn 90 có trục tâm 94 gần như rỗng được nối với các ống 96 rỗng hình ngón tay thẳng thò ra theo phương hướng kính từ trục tâm 94. Mỗi trong số các ống hình ngón tay 96 đều bao gồm lưới hỗ trợ 98 được bắt chặt vào trục tâm 94 để tạo ra thêm độ bền và độ cứng cho ống hình ngón tay 96 tương ứng khi guồng xoắn 90 quay và các ống hình ngón tay 96, mà được làm nóng bằng hơi nước, di chuyển xuyên qua bùn và từ từ di chuyển bùn đang khô theo chiều dọc trục về phía cửa nhiên liệu khô ra. Theo một phương án, các lưới hỗ trợ 98 cũng có thể được tạo góc so với trục dọc của trục tâm, và các lưới hỗ trợ 98 có thể gạt vào một phần bùn để tạo thuận lợi cho việc trộn và/hoặc di chuyển dần bùn đang khô dọc theo chiều dài của máng 72.

Ví dụ, trục tâm 94 của guồng xoắn 90 là ống cứng có đường kính 24 inso (1 inso = 2,54 cm) được nối theo cách hoạt động được với khoảng 140 ống hình ngón tay 96 dài 5 inso thò ra mà được phân phối xung quanh ống này dọc theo chiều dài của nó. Các ống hình ngón tay 96 này kéo dài vào trục tâm 94 đầy hơi nước để bảo đảm việc lấy nước ngưng tụ ra một cách phù hợp khi hơi nước sơ cấp ngưng tụ trong quá trình hoạt động. Mỗi trong số các ống hình ngón tay 96 và lưới hỗ trợ 98 liên quan đều được tạo kết cấu để chịu lực gây ra bởi toàn bộ mômen xoắn của mô tơ dẫn động nếu mômen xoắn đó được tác động hoàn toàn vào đầu của một trong số các ống hình ngón tay 96, trong khi vẫn giữ cho ứng suất thực tế của vật liệu thấp hơn ứng suất cho phép của vật liệu đối với áp suất và nhiệt độ được thiết kế của guồng xoắn, chẳng hạn lên đến khoảng 100 psig và 328°F (164,44°C). Theo một phương án, các ống hình ngón tay 96 được định hướng gần như xoắn ốc trên chiều dài của trục tâm 94

theo kết cấu mà không có hai ống hình ngón tay 96 nào đều gặt vào bùn tại chính xác cùng một thời điểm, nhờ đó phân phối đồng đều lực tác động trong suốt quá trình quay toàn vòng của guồng xoắn. Ngoài ra, các nhóm ống hình ngón tay trên mặt phẳng lân cận được bố trí dịch nhau theo chiều quay khoảng 45° để tạo thuận lợi cho dòng bùn đi qua máng 72 trong quá trình làm khô.

Như đã nêu trên, hơi bùn sinh ra trong máng 72 được trích xuất qua cửa hơi ra. Theo một phương án, cửa hơi ra nêu trên được đặt gần tâm biên của máng mà bùn di chuyển về phía đó trong quá trình làm khô. Hơi bùn được lấy ra từ máng 72 sẽ đi vào hệ thống xử lý nước 16 mà ở đó hơi bùn đó được làm sạch và được thu gom, như sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Theo một phương án mà trong đó hệ thống 10 được dùng để xử lý bùn rất ướt (ví dụ, bùn có hàm lượng chất rắn khoảng 15% chất rắn, hoặc ít hơn). Hệ thống 10 làm khô bùn ướt bằng hệ thống làm khô bùn hai giai đoạn mà bao gồm cơ cấu làm khô giai đoạn thứ nhất 200 có áp suất cao và cơ cấu làm khô giai đoạn thứ hai 220 có áp suất thấp. Fig.13A và Fig.13B là các hình vẽ phối cảnh của cơ cấu làm khô giai đoạn thứ nhất 200 có áp suất cao, theo một phương án của sáng chế. Cơ cấu làm khô giai đoạn thứ nhất 200 bao gồm ống ngoài 202 kéo dài có đường kính lớn chứa các đĩa nạo 204 được đặt cách nhau, được đồng chỉnh dọc trục và được nối với nhau về mặt kết cấu bởi một hoặc nhiều thanh liên kết 205. Để cho hình vẽ mô tả này được rõ ràng, thì ống ngoài 202 được thể hiện trên Fig.13A và Fig.13B dưới dạng gần như trong suốt để không làm che khuất các thành phần bên trong.

Mỗi đĩa nạo 204 đều có các lỗ 206 thẳng hàng theo chiều dọc trục với các lỗ 206 ở các đĩa nạo 204 khác. Các ống hơi nước 208 kéo dài gần như theo chiều dài của ống ngoài 202 và xuyên qua các lỗ thẳng hàng 206 ở các đĩa nạo 204. Các đĩa nạo 204 còn bao gồm các ổ đỡ 209 để gài vào mặt bên trong của ống ngoài. Các đầu của ống ngoài 202 được nối với các phần góp 210 mà thông với bên trong của các ống hơi nước 208. Một trong số các phần góp 210

(tức là, phần góp cửa vào 210a) có cửa hơi nước vào 212 được nối với vòng tuần hoàn nước sơ cấp và được tạo kết cấu để nhận hơi nước sơ cấp có nhiệt độ cao được xả ra từ động cơ hơi nước 26 (Fig.1). Hơi nước sơ cấp này đi từ phần góp cửa vào 210a vào các ống hơi nước 208 ở ống ngoài 202.

Ống ngoài 202 có cửa bunn vào 211 để dẫn dòng bunn rất ướt vào vùng bên trong của ống để bunn ướt này tiếp xúc trực tiếp với các ống hơi nước 208 có nhiệt độ cao. Các đĩa nạo 204 mà được nối với nhau về mặt kết cấu nêu trên được nối với trục dẫn động 212 kiểu pittông mà kéo dài theo cách bịt kín xuyên qua phần góp cửa vào 210a và nối đến bộ dẫn động 213, chẳng hạn xilanh thủy lực. Bộ dẫn động 213 có thể hoạt động được để đẩy và kéo trục dẫn động 212, nhờ đó di chuyển các đĩa nạo 204 qua lại dưới dạng một khối theo chiều dọc trục trong ống ngoài 202 và xuyên qua bunn ướt. Hơi nước sơ cấp có nhiệt độ cao trong các ống hơi nước 208 sẽ làm sôi nước trong bunn để tạo ra hơi nước từ bunn, nhờ đó giảm hàm lượng nước của bunn.

Cơ cấu guồng xoắn kéo dài 214 kéo dài theo cách bịt kín xuyên qua phần góp cửa vào 210a và vào vùng bên trong của ống ngoài để tiếp xúc với bunn. Khi bunn dày lên do sự bay hơi nước, thì cơ cấu guồng xoắn 214 cho phép di chuyển bunn đã dày lên này qua ống ngoài 202 đến cửa bunn ra 215 ở cuối ống ngoài 202 đối diện với cửa vào 211 của cơ cấu làm khô 200. Sau đó, bunn đã dày lên trích xuất được đó được cho đi qua van tiết lưu 220 để giảm áp suất, và được đưa vào cơ cấu làm khô giai đoạn thứ hai 220 (Fig.14), sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Do hơi nước sơ cấp trong các ống hơi nước 208 làm nóng và làm sôi bunn ướt, nên hơi nước sơ cấp đó ngưng tụ lại, và nước sơ cấp dạng lỏng thu được sẽ chảy ra khỏi các ống hơi nước 208 vào vùng thu gom ở phần góp cửa ra 210b. Nước sơ cấp dạng lỏng đó chảy ra khỏi vùng thu gom qua cửa nước sơ cấp ra và chảy vào ống dẫn được ghép nối với bộ tản nhiệt 190 (sẽ được mô tả dưới đây) để làm nguội nước dạng lỏng trong vòng tuần hoàn nước sơ cấp 21.

Hơi bùn mà được giải phóng từ bùn sẽ được làm nóng và được giữ ở nhiệt độ cao trong quá trình làm khô, điều này sẽ tiết trùng hơi bùn trong lúc ở trong ống ngoài 202. Như có thể thấy trên Fig.14, hơi bùn được trích xuất từ ống ngoài 202 qua cửa thu hồi 216 và vào ống dẫn hơi bùn ra 218 để mang hơi bùn này đến hệ thống xử lý nước 16. Sau đó hơi bùn này được lọc qua bình xyclon, một hoặc nhiều bộ lọc sơ bộ (màng lọc lỗ ~25 micromet), và một hoặc nhiều bộ lọc tinh (lỗ ~1 micromet). Sau đó, hơi bùn đã được lọc và được tiết trùng đó được đưa vào cơ cấu làm khô giai đoạn thứ hai 220.

Theo phương án này, cơ cấu làm khô giai đoạn thứ hai 220 là gần như giống với cơ cấu làm khô bùn trên các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.10 hoặc Fig.11 đến Fig.12, ngoại trừ việc hơi nước nhiệt độ cao mà đi vào các ống hơi nước cong 78 trong máng 72 và vào guồng xoắn quay 74 hoặc 90 là hơi bùn đã được lọc và được tiết trùng từ cơ cấu làm khô giai đoạn thứ nhất 200 (Fig.13), chứ không phải là hơi nước sơ cấp có nhiệt độ cao từ động cơ hơi nước. Theo phương án này, nhiệt từ hơi bùn đã được lọc và được tiết trùng từ cơ cấu làm khô giai đoạn thứ nhất 200 là được dùng để làm khô phân bùn ở cơ cấu làm khô giai đoạn thứ hai 220. Theo đó, hệ thống làm khô bùn hai giai đoạn này cho phép xử lý lượng bùn nhiều gấp đôi với gần như cùng một lượng nước sơ cấp.

Sau khi hơi bùn nóng tăng áp nêu trên đi qua các ống cong 78 và/hoặc guồng xoắn 74/90, thì hơi bùn đó ngưng tụ lại. Sản phẩm ngưng tụ thu được, mà được trích xuất từ ống góp vòng về 82 và từ trục tâm rỗng 84 của guồng xoắn, sẽ chảy đến hệ thống xử lý nước 16. Ngoài ra, quy trình làm khô ở cơ cấu làm khô giai đoạn thứ hai 220 sẽ làm nước bay hơi khỏi phân bùn đang khô, và hơi bùn đó đi ra khỏi máng 72 của cơ cấu làm khô 70 và đi đến hệ thống xử lý nước 16 (Fig.15).

Hệ thống xử lý nước

Fig.15 là hình vẽ thể hiện lưu đồ của hệ thống xử lý nước 16. Hơi bùn đi vào hệ thống lọc hơi nước 100, mà bao gồm bình xyclon, để tách hơi nước khỏi các hạt phân tán khác mà có thể có mặt trong hơi bùn. Các chất khí và hạt phân tán bất kì còn lại (ví dụ, các chất dễ bay hơi hoặc VOC (Volatile Organic Compound - hợp chất hữu cơ dễ bay hơi), v.v.) có thể được đưa trở lại lò đốt 18 và được đốt lại, để các VOC đó được phân hủy mà không bị giải phóng ra môi trường, điều này giảm đáng kể hoặc ngăn chặn sự giải phóng các mùi khó chịu ra môi trường trong quá trình xử lý bùn. Sau đó, hơi nước từ bùn được tách ra đó được cho đi qua một hoặc nhiều bộ lọc sơ bộ, chẳng hạn bộ lọc lỗ lớn (ví dụ, màng lọc lỗ 25 micromet), và sau đó là qua bộ lọc hơi nước lỗ mịn (ví dụ, màng lọc lỗ 1 micromet). Sau đó, hơi nước từ bùn đã được lọc đó đi đến dàn ngưng 104 để ngưng tụ hơi nước từ bùn đó và thu gom nước dạng lỏng vô trùng thu được. Mặc dù hơi nước từ bùn đã được lọc và nước ngưng thu được đó có thể có một số tạp chất, nhưng hơi nước đã được lọc và nước dạng lỏng ngưng tụ đó là không có mầm bệnh, bởi vì hơi bùn đã được cho tiếp xúc với nhiệt độ rất cao trong khoảng thời gian đủ lâu để giết chết bất kì mầm bệnh nào trong hơi bùn đó.

Sau đó, nước vô trùng đó được tinh chế bằng quy trình sục khí, sau đó là quy trình khử màu, và sau đó là quy trình lọc bằng bộ lọc tinh chế được chọn, chẳng hạn một hoặc nhiều bộ lọc than củi. Sau đó, nước sạch uống được đã được tinh chế sẽ được thu gom vào thùng chứa nước sạch 108, từ đó nước sạch này có thể được phân phối.

Fig.16 là hình vẽ thể hiện lưu đồ của hệ thống xử lý nước 16 theo phương án có sử dụng cơ cấu làm khô hai giai đoạn. Theo phương án này, hơi bùn có áp suất cao từ cơ cấu làm khô giai đoạn thứ nhất 200 sẽ đi qua hệ thống xử lý nước 16 và được lọc, như đã mô tả trên đây, và sau đó được sử dụng ở cơ cấu làm khô giai đoạn thứ hai 220. Sản phẩm ngưng tụ từ hơi bùn đó ở cơ cấu làm khô giai đoạn thứ hai 220 được thu gom và được cho đi qua hệ thống xử lý

nước 16 mà ở đó nó được tinh chế thông qua quá trình sục khí, quá trình khử màu, và quá trình lọc, như đã mô tả trên đây. Hơi bùn từ cơ cấu làm khô giai đoạn thứ hai 220, mà đi vào hệ thống xử lý nước 16, cũng được lọc (bằng bình xyclon, bộ lọc sơ bộ, và bộ lọc tinh), được làm ngưng tụ, và sản phẩm ngưng tụ thu được được tinh chế và được thu gom vào thùng chứa 108.

Hệ thống xử lý nhiên liệu rắn đã được làm khô

Nhiên liệu rắn đã được làm khô, khi nó đi ra khỏi cơ cấu làm khô bùn 14/70/200/220 như đã mô tả trên đây, thì sẽ đi vào thùng hứng nhiên liệu khô 56. Fig.17 là hình vẽ phối cảnh của thùng hứng nhiên liệu khô 56 được gắn vào cơ cấu làm khô bùn 14 cạnh các gân làm cứng 64. Fig.18 là hình vẽ phối cảnh phóng to, trong suốt một phần, của thùng hứng nhiên liệu khô 56 được thể hiện trong trạng thái đã được tháo ra khỏi cơ cấu làm khô bùn 14. Thùng hứng nhiên liệu khô 56 theo phương án này bao gồm thùng để nhận nhiên liệu rắn đã được làm khô, qua mặt trên mở. Dàn ống nung 110 được gắn vào sườn thùng và làm nóng thùng để bảo đảm rằng không có chút nước dạng lỏng ngưng tụ nào từ bất kì nguồn nào lọt vào nhiên liệu rắn đã được làm khô này. Nhiệt từ dàn ống nung 110 còn có thể đẩy nhiên liệu rắn này. Theo một phương án, dàn ống nung thùng nhiên liệu 110 có thể là dàn hơi nước để nhận một phần hơi bùn sinh ra bởi cơ cấu làm khô bùn 14 (Fig.17), để các thứ trong thùng sẽ được nung sơ bộ đến trên khoảng 120°C (240°F).

Nếu vì lý do nào đó mà nước hoặc hơi ẩm lọt vào thùng thu liệu 56 và thấm vào nhiên liệu rắn đã được làm khô, hoặc nếu nhiên liệu rắn đã được làm khô đó vẫn còn quá ướt để có thể cháy một cách hiệu quả, thì thùng thu liệu 56 cần phải được đổ hết đi. Theo đó, thùng thu liệu 56 bao gồm guồng xoắn đưa nhiên liệu ướt ra 115 để đưa nhiên liệu ướt trở lại thùng chứa bùn ướt 32 (Fig.1).

Như được thể hiện trên Fig.18 và Fig.19, thùng thu liệu 56 theo phương án này bao gồm băng tải vận chuyển nhiên liệu khô 112 được lắp ở đáy thùng. Băng tải 112 được nối với cơ cấu guồng xoắn nạp nhiên liệu vào 114 để mang nhiên liệu rắn đã được làm khô đến buồng đốt hoặc tầng sôi 116 của lò đốt 18 (Fig.19), ở đó nhiên liệu rắn đã được làm khô này được đốt cháy trong huyền phù chứa các hạt cát. Theo phương án này, guồng xoắn nạp vào 114 sẽ nạp nhiên liệu rắn đã được làm khô vào lò đốt tầng sôi 18 nằm cao hơn khoảng 12 cm (4,5 in) so với tầng sôi 116 và nằm gần như tại cùng độ cao với luồng không khí cháy nhận được từ quạt đốt, sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây. Mặc dù phương án này sử dụng cơ cấu guồng xoắn nạp nhiên liệu khô 114, nhưng các hệ thống phân phối nhiên liệu khác cũng có thể được sử dụng, bao gồm hệ thống nạp bằng trọng lực, hoặc các hệ thống đơn giản khác, để cấp nhiên liệu rắn vào lò đốt.

Theo một phương án, hệ thống xử lý chất thải 10 (Fig.1) có thể bao gồm thùng hứng nhiên liệu khô phụ 118 (Fig.1) để chứa nhiên liệu phụ, chẳng hạn than, gỗ, rác hữu cơ, hoặc nhiên liệu khô phù hợp khác mà có thể được đốt cháy trong lò đốt tầng sôi 18 cùng với nhiên liệu rắn đã được làm khô nêu trên, nếu cần. Thùng hứng nhiên liệu khô phụ 118 còn bao gồm guồng xoắn nạp vào 120 (Fig.19) được nối với lò đốt 18 để phân phối nhiên liệu phụ đến tầng sôi 116 để đốt. Guồng xoắn nạp vào 120 cũng có thể được dùng để bổ sung cát, đá vôi, hoặc vật liệu tầng được chọn khác, vào tầng sôi 116 của lò đốt 18.

Cơ cấu lò đốt

Như được thể hiện trên Fig.19, lò đốt tầng sôi 18 được nối với phần dưới của nồi hơi 20 để đốt nhiên liệu rắn đã được làm khô và làm nóng nồi hơi 20. Lò đốt 18 theo phương án này có buồng đốt 122 để chứa tầng sôi 116 và thiết bị truyền nhiệt liên quan. Fig.20 là hình vẽ phối cảnh cắt một phần của buồng

đốt 122, được nối với thùng xả tro 126 bằng guồng xoắn xả 128. Fig.22 là hình vẽ phối cảnh phóng to của ghi lò phân bố không khí 130 được thể hiện trong trạng thái được tháo ra khỏi buồng đốt 122. Ghi lò phân bố không khí 130 này được tạo kết cấu để hoá lỏng tầng 116 một cách đồng nhất và ổn định, và nó cung cấp không khí cháy sơ cấp cho quá trình đốt trong cơ cấu lò đốt 18. Tầng sôi 116 được thể hiện này bao gồm cát, mặc dù đá vôi hoặc các vật liệu phù hợp khác, hay hỗn hợp của chúng, cũng có thể được sử dụng. Ghi lò phân bố không khí 130 được tạo kết cấu để hoạt động trong thời gian dài mà không bị cong vênh, nứt vỡ hoặc bị bít kín. Ghi lò phân bố không khí 130 cũng được tích hợp vào buồng đốt 122 theo cách mà có thể được thay thế hoặc được sửa chữa một cách dễ dàng và nhanh chóng, để giảm thiểu thời gian chờ của lò đốt 18 và hệ thống 10 liên quan.

Ghi lò phân bố không khí 130 bao gồm ống phân bố không khí cách ly 140 có cửa không khí vào 142 và các ống góp không khí 144 kiểu vòi phun được nối với ống phân bố không khí 140 phía xuôi dòng của cửa không khí vào 142. Các ống góp 144 đó song song nhau và được đặt cách khá gần nhau để cho phép tro và các hạt cát nhỏ dễ dàng rơi xuống giữa các ống góp 144 để guồng xoắn xả 128 lấy vào thùng xả 126 (Fig.20). Tuy nhiên, các ống góp 144 được đặt cách nhau đó ngăn không cho clanhke và vật liệu cỡ lớn chưa cháy rơi vào cửa vào của guồng xoắn xả. Mỗi ống góp 144 được nối với các vòi không khí mũ sủi bọt 146 được phân bố theo khuôn dạng lưới. Các vòi không khí mũ sủi bọt 146 tạo ra sự phân bố không khí trộn trù và đồng đều vào phần nổi bên trên tầng 116 để hoá lỏng đồng nhất trong buồng đốt.

Theo phương án được thể hiện trên Fig.21, ghi lò phân bố không khí 130 được nối với cơ cấu đốt trực tiếp 138 mà có thể được kích hoạt để làm nóng sơ bộ không khí cháy/hoá lỏng đang tới nếu cần, chẳng hạn trong quá trình khởi động và làm ấm ban đầu đối với tầng sôi 116 (Fig.20). Cơ cấu đốt trực tiếp 138 bao gồm bộ sinh nhiệt 150 để luồng không khí từ quạt đốt 148. Bộ sinh

hiệt 150 được nối với cửa không khí vào 142 của ống phân bố không khí 140 (Fig.22) để cung cấp không khí cháy vào tầng sôi 116 thông qua ghi lò phân bố không khí 130 (Fig.20). Quạt đốt 148 theo phương án này cung cấp không khí với tốc độ dòng chảy khoảng $750 \text{ ft}^3/\text{phút}$ ($0,028 \text{ m}^3/\text{phút}$) và được nén đến áp suất khoảng $50 \text{ inH}_2\text{O}$ ($12454,1 \text{ N/m}^2$). Bộ sinh nhiệt 150 có thể sử dụng chất khí tự nhiên, propan, butan, hoặc nhiên liệu phù hợp khác để nung sơ bộ không khí cháy nếu cần. Khi lò đốt 18 đã ấm lên đến gần nhiệt độ hoạt động, thì không còn cần đến cơ cấu đốt trực tiếp 138 nữa, và quạt đốt 148 cung cấp không khí chưa được làm nóng vào tầng sôi 116 để đốt bằng nhiên liệu rắn.

Nồi hơi

Cơ cấu lò đốt 18 được đặt trong nồi hơi 20, và nhiệt sinh ra khi đốt cháy nhiên liệu rắn đã được làm khô sẽ tạo ra dòng khí xả nóng liên tục chạy qua nồi hơi 20 dọc theo đường khí xả 158 (Fig.23) và làm sôi dòng nước sơ cấp dạng lỏng liên tục mà chảy gần như theo chiều ngược lại qua nồi hơi 20 dọc theo đường nước sơ cấp 160 (Fig.24) để tạo ra hơi nước áp suất cao để làm chạy động cơ hơi nước 26 (Fig.1). Nồi hơi 20 và các thành phần của nó sẽ được mô tả cùng với đường khí xả 158 (Fig.23) và cùng với đường nước sơ cấp 160

Fig.23 là hình vẽ phối cảnh phóng to, cắt một phần, của lò đốt nhiên liệu khô 18 và nồi hơi 20, hình vẽ này thể hiện đường khí xả nóng 158 đi qua nồi hơi này. Phần dưới của nồi hơi 20 bao gồm dàn bay hơi 162 được nhúng ít nhất một phần trong và được đặt ngay trên tầng sôi 116. Theo đó, nhiệt độ cao sinh ra từ quá trình đốt nhiên liệu rắn ở tầng sôi 116 sẽ chạy quanh và làm nóng dàn bay hơi 162 một cách hiệu quả. Đường khí xả 158 chạy lên trên từ dàn bay hơi 162, qua bộ quá nhiệt sơ cấp 164 được nối với dàn bay hơi 162, và sau đó qua bộ quá nhiệt thứ cấp 166 được nối với bộ quá nhiệt sơ cấp 164.

Đường khí xả 158 chạy từ bộ quá nhiệt thứ cấp 166 qua buồng tiết kiệm sơ cấp 168 và sau đó qua buồng tiết kiệm thứ cấp 170. Khí xả nóng mà đi theo đường khí xả 158 sẽ nguội khi nó truyền nhiệt lần lượt đến mỗi trong số dàn bay hơi 162, bộ quá nhiệt sơ cấp 164, bộ quá nhiệt thứ cấp 166, buồng tiết kiệm sơ cấp 168, và buồng tiết kiệm thứ cấp 170. Buồng tiết kiệm thứ cấp 170 được chứa trong buồng tiết kiệm 172 và được nối với cửa xả ra 174. Vào lúc khí xả này tới và đi qua buồng tiết kiệm thứ cấp 170, thì khí xả này chỉ truyền phần nhiệt bậc thấp đến buồng tiết kiệm thứ cấp 170 trước khi thoát ra cửa xả ra 174.

Fig.24 là hình vẽ phối cảnh phóng to một phần của buồng tiết kiệm 172 và cơ cấu đa buồng gió xoáy 176 được nối với cửa xả ra 174. Khí xả này đi vào cơ cấu đa buồng gió xoáy 176 và đi qua một hoặc nhiều bình xyclon thông thường để loại bỏ tro hoặc các hạt phân tán còn lại khỏi dòng xả, nhờ đó tạo ra khí xả sạch đi ra khỏi cơ cấu đa buồng gió xoáy 176. Khí xả đó cũng có thể được sục qua cột nước đã được xử lý hoá học, để loại bỏ các chất làm bẩn trước khi được giải phóng ra môi trường. Khí xả gần như không có hạt phân tán đó đi ra khỏi cơ cấu đa buồng gió xoáy 176 và đi qua ống xả 178 để hở ra môi trường. Theo phương án này, quạt gió lò 180 kiểu cảm ứng được đặt giữa cơ cấu đa buồng gió xoáy 176 và ống xả 178 và được tạo kết cấu để tạo thuận lợi cho dòng khí xả dọc theo toàn bộ đường khí xả 158 và ra khỏi ống xả 178. Theo phương án này, quạt 180 có thể kéo chân không khoảng 8 in_{H₂O} (1992,66 N/m²) với tốc độ dòng chảy khoảng 775 scfm (standard cubic feet per minute - foot khối chuẩn trên phút) (~ 21,95 m³/phút), mặc dù các phương án khác có thể sử dụng các loại quạt hoặc các hệ thống hút khí xả khác để điều khiển dòng chảy và tốc độ khí xả dọc theo đường khí xả 158.

Fig.25 là hình vẽ phối cảnh phóng to một phần của buồng tiết kiệm 172, có vùng thu gom tro 182 ở đáy buồng và guồng xoắn dẫn tro 184 được nối với vùng thu gom tro 182. Vào lúc khí xả đi vào buồng tiết kiệm 172, thì khí xả

đó đã gần như nguội, và các hạt tro nặng hơn mà có thể đi cùng với khí xả đó sẽ rơi vào và tập trung ở vùng thu gom tro 182. Guồng xoắn dẫn tro 184 được tạo kết cấu để mang tro thu gom được khỏi buồng tiết kiệm 172 vào thùng thu gom hoặc hệ thống thu gom khác (không được thể hiện trên hình vẽ).

Vòng tuần hoàn nước sơ cấp trước nồi hơi

Liên quan đến đường nước sơ cấp 160, thì dòng nước sơ cấp sẽ đi vào nồi hơi 20 trong pha lỏng. Như đã được mô tả trên đây liên quan đến cơ cấu làm khô bùn 14, dòng nước sơ cấp từ động cơ hơi nước 26 được ngưng tụ thành pha lỏng ở cơ cấu làm khô bùn. Theo phương án được thể hiện trên Fig.1, dòng nước sơ cấp dạng lỏng từ cơ cấu làm khô bùn 14 có thể đi qua bộ tản nhiệt 190 để cho phép làm nguội nước sơ cấp dạng lỏng này trước khi tiếp tục đi theo vòng tuần hoàn nước sơ cấp 21.

Khi nước sơ cấp (đôi khi được gọi là "nước nạp") đi qua vòng tuần hoàn nước sơ cấp 21 ở các pha hơi/lỏng, thì một lượng nước sơ cấp có thể bị thất thoát. Ví dụ, một lượng nước sơ cấp có thể bị thất thoát do hoạt động thổi hơi của động cơ hơi nước 26, trong đó các hơi thổi vọt qua pittông dọc theo các vách xilanh trong động cơ. Ngoài ra, một lượng nước sơ cấp có thể được lấy ra khỏi hệ thống 10 và được bỏ đi tại điểm thấp nhất ở hệ thống 10, để loại bỏ các hoá chất hoặc khoáng chất đã được sử dụng mà có thể đã kết tủa khỏi nước sơ cấp, đây được gọi là sự tháo nước. Tùy thuộc vào chất lượng nước và hệ thống 10 mà lượng tháo nước có thể lên đến khoảng 5% tổng dòng nước sơ cấp. Theo đó, nước bù có thể được bổ sung vào vòng tuần hoàn nước sơ cấp 21 qua bộ điều hoà nước 192 được bố trí phía xuôi dòng từ bộ tản nhiệt 190.

Bộ điều hoà nước 192 này cũng có thể bổ sung các hoá chất hoặc các chất phụ gia vào nước sơ cấp lúc còn ở pha lỏng. Theo một số phương án, các hoá chất và/hoặc các chất phụ gia này được bổ sung vào nước bù mà được đưa vào vòng tuần hoàn nước sơ cấp 21. Ví dụ, nước bù có thể được làm mềm bằng

các hoá chất phụ gia trước khi vào vòng tuần hoàn nước sơ cấp, để giảm kích thước các đường ống trong nồi hơi 20. Các hoá chất phụ gia cũng có thể được dùng để giảm thiểu các tạp chất và các sản phẩm ăn mòn, vốn có thể ảnh hưởng xấu đến hiệu suất nung hoặc có thể rút ngắn tuổi thọ hoạt động của các ống dẫn mà nước sơ cấp chảy qua đó vào vòng tuần hoàn nước sơ cấp 21. Ngoài ra, bộ điều hoà nước 192 có thể được dùng để xử lý nước tới, mà có thể là nước cứng thông thường, trước khi nước bù được bổ sung vào vòng tuần hoàn nước sơ cấp 21.

Nước sơ cấp chảy từ bộ điều hoà nước 192 và được tập hợp trong bể nước nạp 194 trước khi nước sơ cấp dạng lỏng này được đưa vào nồi hơi 20. Bể nước nạp 194 có thể bao gồm công tắc mực nước để sau khi nước sơ cấp dạng lỏng được đưa trở về, thì hệ thống có thể đo và bổ sung lượng nước bù và các hoá chất thích hợp để bù lượng thất thoát trong vòng tuần hoàn nước sơ cấp 21. Nước sơ cấp dạng lỏng được hút từ bể nước nạp 194 bằng bơm nước nạp 196 vốn bơm nước sơ cấp dạng lỏng vào nồi hơi 20.

Đường nước sơ cấp trong nồi hơi

Liên quan đến nồi hơi 20, Fig.26 là hình vẽ phối cảnh phóng to, cắt một phần, thể hiện đường nước sơ cấp 160 đi qua nồi hơi 20. Nước sơ cấp dạng lỏng nhận được từ bơm nước nạp 196 (Fig.1) được đưa dưới dạng nước nguội tăng áp vào nồi hơi 20 qua cửa nước vào 198 cạnh buồng tiết kiệm thứ cấp 170. Nước sơ cấp nguội từ bơm 196 được tăng áp đến khoảng 4130 kPa (600 psia), và nó chảy qua buồng tiết kiệm thứ cấp 170, vốn được làm nóng bởi khí xả tại phần nguội nhất của đường khí xả 158 (Fig.23) trong nồi hơi 20. Theo phương án này, buồng tiết kiệm thứ cấp 170 làm nóng nước sơ cấp dạng lỏng đó đến điểm bão hoà của nó, tức là khoảng 525 K (251,85 độ C) tại 4135 MPa.

Nước sơ cấp này chảy từ buồng tiết kiệm thứ cấp 170 qua buồng tiết kiệm sơ cấp 168, trong đó nước sơ cấp này được làm nóng đến điểm sôi của nó. Nước sơ cấp này chảy ra khỏi buồng tiết kiệm sơ cấp 168 dưới dạng hơi nước vào trống hơi 199, trong đó hơi nước bão hoà khô được tách khỏi chất lỏng bão hoà. Chất lỏng bão hoà trong trống hơi 199 được đưa trở lại và lại được đưa vào dàn bay hơi 162. Hơi nước sơ cấp khô đi ra khỏi trống hơi 199 và lần lượt qua bộ quá nhiệt thứ cấp 166 và bộ quá nhiệt sơ cấp 164. Hơi nước sơ cấp này đi ra khỏi bộ quá nhiệt sơ cấp 164 dưới dạng hơi nước quá nhiệt có nhiệt độ cao, mà đi ra khỏi nồi hơi 20, dọc theo phần xuôi dòng của đường nước sơ cấp 160 đến động cơ hơi nước 26.

Mặc dù nồi hơi 20 được thể hiện trên Fig.23 và Fig.26 bao gồm hai bộ quá nhiệt 164/166 và hai buồng tiết kiệm 168/170, nhưng nồi hơi 20 theo các phương án khác có thể bao gồm chỉ một bộ quá nhiệt và/hoặc chỉ một buồng tiết kiệm. Ví dụ, Fig.27 là hình vẽ phối cảnh cắt một phần của các thành phần ống nối của cơ cấu nồi hơi 222 theo phương án thay thế mà bao gồm chỉ một bộ quá nhiệt 224 và một buồng tiết kiệm 226 được ghép nối với dàn bay hơi 228 và trống hơi 199. Theo phương án thay thế này, trống hơi 199 được nối với các ống thẳng đứng mà tạo thành các vách nước 232 trên các phía đối diện nhau của dàn bay hơi 228, để cho phép chắn dàn bay hơi, tăng sôi 116, và buồng đốt 122, để giữ nhiệt giữa các vách nước này, và cho phép làm nóng nước bão hoà chảy qua các vách nước 232. Theo đó, việc sử dụng các vách nước 232 cho phép loại bỏ hoặc giảm lượng vật liệu chịu nhiệt cần thiết trong nồi hơi.

Fig.28 và Fig.29 là các hình vẽ phối cảnh của nồi hơi 240 theo phương án khác. Nồi hơi 240 này có bố cục thành phần tương tự như trên Fig.27, trong đó một bộ quá nhiệt 224 và một buồng tiết kiệm 226 được đặt dọc theo dàn bay hơi 228, để cho phép nhiều phần nối hơn đáng kể ở phần dàn bay hơi bên trên tầng sôi 116. Phương án này cũng bao gồm các vách nước 232 kéo dài từ

trống hơi 199. Ngoài ra, nồi hơi 240 có khung 241, và mỗi trong số bộ quá nhiệt 224, buồng tiết kiệm 226, và dàn bay hơi 228 được lắp lên các kết cấu khung 242 mà được mang theo cách có thể di chuyển được trên một hoặc nhiều đường ray hoặc thanh trượt 244 mà được nối với khung 241.

Mỗi kết cấu khung 242 và các thành phần nồi hơi tương ứng của nó (tức là bộ quá nhiệt 224, buồng tiết kiệm 226, và/hoặc dàn bay hơi 228) là có thể di chuyển được như một khối so với khung 241 theo cách tịnh tiến được, tương tự như sự chuyển động của ngăn kéo giữa vị trí hở lộ thiên (Fig.28) và vị trí hoạt động khép kín (Fig.29). Bất kì hoặc tất cả trong số bộ quá nhiệt 224, buồng tiết kiệm 226, và/hoặc dàn bay hơi 228 đều có thể được di chuyển đến vị trí hở lộ thiên kiểu môđun, chẳng hạn để bảo dưỡng hoặc thay thế khi hệ thống 10 (Fig.1) đang không hoạt động. Trước khi các thành phần nồi hơi có thể được di chuyển đến vị trí hở lộ thiên, thì một số trong số đường ống nối mà xác định đường nước sơ cấp 160 có thể cần phải được ngắt. Bộ quá nhiệt 224, buồng tiết kiệm 226, và/hoặc dàn bay hơi 228 có thể được trượt trở lại vào buồng 241 và đến vị trí hoạt động khép kín, và đường ống nối được nối lại. Kiểu môđun này có thể giảm nhiều thời gian chờ của hệ thống 10 cũng như chi phí thực hiện việc bảo dưỡng thường xuyên đối với nồi hơi 240.

Theo phương án khác, nồi hơi 20 có thể là nồi hơi đồng tâm có buồng đốt và tầng sôi chính tâm. Dàn bay hơi gần như hình trụ được bố trí đồng trục với buồng đốt, và bộ quá nhiệt và buồng tiết kiệm được bố trí đồng tâm theo phương hướng kính ra phía ngoài dàn bay hơi. Các phương án khác có thể sử dụng các nồi hơi có các kết cấu và/hoặc các thành phần và/hoặc những cách bố trí thành phần khác.

Máy phát điện

Fig.30 là hình vẽ phối cảnh của cụm máy phát điện 22 có máy phát điện 28 được dẫn động bằng động cơ hơi nước 26. Theo phương án này, máy phát

điện 28 là máy phát điện cảm ứng 175 kW với công suất hoạt động đầu ra lên đến khoảng 150 kW (200hp). Điện sinh ra từ máy phát điện 28 được dùng để cấp cho các phụ tải kí sinh, bao gồm máy thổi không khí, tất cả trong số các bơm, các mô tơ mà làm quay các guồng xoắn, v.v.. Điện thừa có thể được sử dụng cục bộ hoặc được cấp vào lưới điện được chọn.

Động cơ hơi nước 26, mà dẫn động máy phát điện 28, nhận hơi nước sơ cấp quá nhiệt từ nồi hơi 20 (Fig.1), và hơi nước sơ cấp này được giãn nở trong động cơ này đến khoảng 207 kPa (~30 psia). Động cơ hơi nước này là động cơ kiểu pittông đa xilanh có cụm đầu 300 được tạo kết cấu để sử dụng hơi nước nóng tại nhiệt độ lên đến khoảng 480°C (900°F) và để hoạt động bền bỉ trong thời gian dài tại áp suất cao, chẳng hạn khoảng 4130 KPa (600 psia). Theo phương án này, động cơ 26 là động cơ sáu xilanh, mặc dù các động cơ khác, chẳng hạn động cơ kiểu pittông V-8, cũng có thể được sử dụng.

Fig.31 là hình vẽ phối cảnh nhìn từ trên được phóng to và cắt một phần của đầu động cơ 301 khi đã được lấy ra khỏi cụm. Cụm đầu 300 được thể hiện này bao gồm đầu 301 được làm bằng thép và bao gồm cửa hơi nước vào 302 đối với mỗi xilanh. Các cửa hơi nước vào này được đặt gần như trên đỉnh đầu xilanh. Cụm đầu 300 này bao gồm bộ truyền động van 304 có các van đĩa 306 và các cần đẩy 308 liên quan đối với mỗi xilanh. Trục cam 310 có các cam 312 được tiện chính xác cho mỗi trong số các van đĩa nạp 306a và các van xả 306b. Sự chuyển động quay của trục cam 310 và các cam 312 liên quan sẽ điều khiển hoạt động mở và đóng của van nạp 306a và van xả 306b đối với các thông số hoạt động cụ thể của động cơ hơi nước 26.

Chu trình hơi nước kiểu pittông của động cơ hơi nước 26 bao gồm bốn sự kiện khác nhau xảy ra trên hai hành trình pittông của động cơ trong xilanh của nó. Bắt đầu tại điểm chết trên (Top Dead Center - TDC), van nạp 306a của xilanh mở ra và hơi nước quá nhiệt áp suất cao (nhận được từ nồi hơi) đi qua cửa hơi nước vào 302 vào xilanh trong lúc pittông di chuyển xuống dưới về

phía điểm chết dưới (Bottom Dead Center - BDC). Tại thể tích cắt hơi nước cụ thể, van nạp 306a đóng lại và pittông hoàn tất hành trình sinh công đến BDC. Tại BDC, van xả 306b mở ra, và kì xả bắt đầu khi pittông di chuyển lên trên về phía TDC. Tại thời điểm cụ thể trước TDC, van xả 306b đóng lại để áp suất xilanh tăng lên gần bằng áp suất nôi hơi. Điều này giảm thiểu tổn thất tiết lưu khi van nạp 306a mở ra.

Do động cơ hơi nước 26 theo phương án này hoạt động bằng hơi nước dựa trên áp suất nôi hơi khoảng 4130 kPa (600 psia), nên van nạp 306a và van xả 306b phải được điều khiển cẩn thận thông qua các biên dạng cam chính xác và kết cấu chính xác của bộ truyền động van để tối đa hoá hiệu suất và công suất của động cơ đối với áp suất nôi hơi cụ thể và các giới hạn về mômen xoắn của động cơ. Theo phương án này, tại áp suất nôi hơi khoảng 4130 kPa (600 psia), thì tỉ số cắt đối với mỗi xilanh (tức tỉ số của thể tích cắt trên tổng thể tích của xilanh) là khoảng 11%. Theo đó, van nạp 306a phải được mở ra đủ lâu để nạp hơi nước sơ cấp áp suất cao vào 11% thể tích xilanh. Động cơ hơi nước 26 (Fig.30) được tạo kết cấu với thể tích buồng đốt khoảng 17,7 cc (cubic centimeter - phân khối) chứ không phải thể tích buồng đốt thông thường khoảng 70 cc đối với động cơ có tỉ số nén khoảng 9,8. Thể tích buồng đốt 17,7 cc đó làm cho trục khuỷu quay 28° để đạt được tỉ số cắt mong muốn là 11%. Do trục cam 310 quay nhanh gấp đôi khuỷu trục, nên trục cam 310 và các chi tiết cam 312 phải mở và đóng mỗi van nạp 306a trong lượng quay 14° . Sự chuyển động nhanh này được điều khiển bởi các biên dạng cam và kết cấu van nạp 306a.

Fig.31 và Fig.32 là các hình vẽ thể hiện mặt cắt phóng to của cụm đầu 300, hình vẽ này thể hiện cam nạp 312a, van nạp 306a, và cần đẩy 308a liên quan. Giả sử rằng tỉ số cắt đối với động cơ theo phương án này chỉ là 11%, biên dạng cam đối với mỗi cam nạp 312a bao gồm các vấu 314 cực nhỏ được tạo kết cấu để xoay cần đẩy 308a tương ứng một cách nhanh chóng và chính

xác để mở và đóng van nạp 306a liên quan. Dạng vấu nhỏ này phải có các vùng chuyển tiếp 316 tương đối dốc trên biên dạng cam, để tạo ra đường cong gần như lõm và có bán kính nhỏ, mà bộ truyền động theo cam 318 phải chuyển động theo. Theo phương án này, bộ truyền động theo cam 318 là bộ truyền động theo cam kiểu lăn mà được mang theo cách quay được bởi cặp ổ đỡ 320 bên trong cần đẩy 308a bên trên cam nạp 312a tương ứng. Kiểu bố trí này của bộ truyền động theo cam 318 kiểu lăn và các ổ đỡ 320 trong cần đẩy 308a sẽ cho phép bộ truyền động theo cam 318 chịu được các tải trọng quán tính trong quá trình hoạt động của động cơ 26.

Như được thể hiện trên Fig.33, khi van nạp 306a được đóng lại, thì đầu van 319 của nó sẽ bịt lên trên chân van 321 ở đầu 301, và cửa hơi nước vào 302 để phân phối hơi nước sơ cấp bên trên van nạp 306a (tức là lên trên đầu van). Bộ truyền động van 304 được tạo kết cấu với bộ truyền động theo cam 318 được đặt theo chiều đứng bên trên cam 312 tương ứng của nó, và bộ truyền động theo cam 318 được đặt cách khỏi chốt xoay 322 của cần đẩy. Ngoài ra, đầu xa của cần đẩy 308 được đặt bên dưới và gài với bề mặt đáy của vòng 324 mà được lắp bằng ren vào đỉnh trục 326 của van nạp. Khi cam nạp 312a quay và bộ truyền động theo cam 318 gài với vấu nhỏ 314, thì cần đẩy 308 xoay lên trên quanh chốt xoay 322 và kéo van nạp 306a lên trên để nâng đầu van 319 lên khỏi chân van 321, nhờ đó mở van nạp 306a. Theo đó, van nạp 306a là van đĩa kiểu kéo. Khi vấu cam 314 đi qua bộ truyền động theo cam 318, thì van nạp 306a nhanh chóng đóng lại. Không giống như van nạp 306a, van xả 306b không yêu cầu hành động nhanh nhạy như thế, và có thể là van đĩa kiểu đẩy.

Đầu xilanh này có kết cấu sao cho hơi nước nóng áp suất cao là ở trên đầu xilanh, và van nạp 306a cần phải ở cùng một phía với hơi nước áp suất cao, nếu không thì van nạp 306a sẽ bị áp suất hơi nước làm mở ra. Do vị trí của van nạp là ở trên đầu bên dưới cửa hơi nước vào 402, nên hơi nước áp

suất cao sẽ giữ cho van nạp 306a ở trạng thái đóng. Theo phương án này, van nạp 306a được nối với lò xo 328 để cung cấp thêm lực để nâng và mở van nạp để cho hơi nước vào xilanh khi pittông di chuyển từ TDC cho đến khi đạt được thể tích cắt (~11%).

Kết cấu của động cơ hơi nước 26 theo phương án này còn cho phép cải thiện việc kiểm soát nhiệt độ của động cơ trong quá trình hoạt động, đặc biệt là tại RPM (Revolutions Per Minute - số vòng quay trên phút) cao (~1850) trong những khoảng thời gian rất dài. Khác với các động cơ hơi nước thông thường mà sử dụng các xilanh tác động kép mà trong đó áp suất hơi nước được tác động luân phiên vào mỗi đầu của pittông và được xả ra trên mỗi đầu của pittông, thì động cơ hơi nước 26 theo phương án này có các xilanh tác động đơn. Để tránh hơi nước rò ra xung quanh pittông, đặc biệt là tại các nhiệt độ hoạt động thấp (tức trong lúc khởi động), thì động cơ 26 hiện tại sử dụng chất làm mát dạng lỏng được cho vào động cơ với cả bộ tản nhiệt và bộ sinh nhiệt, để kiểm soát nhiệt độ của động cơ. Khi động cơ 26 đang khởi động và chưa ấm lên, thì bộ sinh nhiệt sẽ giữ cho các xilanh của động cơ ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ sôi của nước, để hơi nước không ngưng tụ. Do hơi nước áp suất cao sẽ nóng, nên khi động cơ đang chạy, thì hệ thống kiểm soát nhiệt sẽ ở chế độ làm mát. Theo đó, hệ thống kiểm soát nhiệt sẽ điều khiển cẩn thận nhiệt độ động cơ và ngăn không cho động cơ 26 trở nên quá nóng, vốn sẽ làm hỏng dầu, hay trở nên quá nguội (tức dưới khoảng 160 °F), mà khi đó dầu trong các te và nước đi qua pittông do hoạt động thổi sẽ trộn lẫn và tạo thành nhũ tương và không thể tách ra được.

Các hoạt động điều khiển

Hệ thống xử lý chất thải và phân bùn 10 theo phương án này còn bao gồm các bộ phận điều khiển được tự động hoá, được tích hợp, được điện toán hoá, mà được kết nối với nhau và được tạo cấu hình để điều khiển toàn bộ hệ

thống 10 mà chỉ cần mức độ tối thiểu các hoạt động giám sát của người vận hành, trong quá trình hoạt động bình thường. Việc điều khiển và theo dõi các thiết bị và các tiến trình là được thực hiện chủ yếu bằng bộ điều khiển logic trung tâm lập trình được (Programmable Logic Controller - PLC) vốn thu thập các dữ liệu vào từ các bộ cảm biến và thiết đặt các mức ra cho các thiết bị điều khiển, chẳng hạn các van và các mô tơ. PLC cũng được tạo cấu hình để điều khiển hoạt động của các bộ phận điều khiển chuyên biệt của hệ thống phát điện và lò đốt propan mà được sử dụng trong quá trình khởi động. PLC cũng được tạo cấu hình để chia hệ thống tổng thành các hệ thống con có thể quản lý được, chẳng hạn hệ thống nước sạch/hệ thống hơi nước, hệ thống đốt, hệ thống xử lý nhiên liệu, và hệ thống phát điện. Các tín hiệu điều khiển nhập vào được tạo ra để tách các hệ thống con đó khỏi nhau đến mức độ mong muốn. Các hệ thống con đó có thể tiếp tục được chia thành các vòng lặp điều khiển để cung cấp các điểm thiết lập cho các đầu ra riêng lẻ.

Hệ thống nước sạch/hơi nước con được tạo kết cấu để cung cấp hơi nước có nhiệt độ và áp suất không đổi cho máy phát điện 22, và để cấp nhiệt (dưới dạng hơi nước) cho cơ cấu làm khô bùn 14 để tạo ra nhiên liệu rắn đủ khô. Các vòng lặp điều khiển được dùng để điều chỉnh lượng nước bù đi vào hệ thống, lượng sản phẩm ngưng tụ đi vào dàn bay hơi, lượng hơi nước đi vòng qua động cơ hơi nước, và lượng nhiệt cấp vào cơ cấu làm khô bùn. Hệ thống nước sạch/hơi nước này còn được tạo kết cấu để theo dõi và xử lý nước bên ngoài đi vào hệ thống, chẳng hạn nước máy, và để kiểm soát tổng hàm lượng chất rắn hoà tan của nước nồi hơi thông qua hệ thống tháo nước.

Hệ thống đốt con được tạo kết cấu để cấp đủ nhiệt để giữ cho hệ thống nước sạch/hệ thống hơi nước tạo ra hơi nước với đúng liều lượng và nhiệt độ. Các vòng lặp điều khiển được tạo ra để điều chỉnh luồng không khí đi qua tầng sôi, để vận hành lò đốt propan trong quá trình khởi động, và để kiểm soát áp suất không khí trong buồng đốt. Hệ thống này còn theo dõi lượng phát thải

trong quá trình đốt và các công việc xử lý khí xả và công việc bảo dưỡng, chẳng hạn loại bỏ và thay thế vật liệu tầng sôi.

Hệ thống xử lý nhiên liệu con được tạo kết cấu để cung cấp đúng lượng nhiên liệu khô cho quá trình đốt và xử lý nước thải sinh ra từ quá trình làm khô. Các vòng lặp điều khiển được tạo ra để cung cấp đúng lượng nhiên liệu ướt, để điều chỉnh thời gian nghỉ của nhiên liệu rắn ở cơ cấu làm khô bùn, để đo đếm nhiên liệu rắn khô vào lò đốt, và để thực hiện quá trình ngưng tụ và xử lý nước.

Hệ thống phát điện con được tạo kết cấu để cung cấp điện năng vào lưới điện khi khả dụng. Hệ thống con này có các vòng lặp điều khiển để điều chỉnh công suất phát điện và điều chỉnh tốc độ động cơ và mômen xoắn bằng hoạt động điều biến van tiết lưu của động cơ. Các hệ thống điều khiển con và các vòng lặp mức thấp đó có thể được tích hợp vào bộ điều khiển mức cao hơn để xử lý trình tự khởi động và tắt máy và để xử lý các trường hợp khẩn cấp và cảnh báo một cách thích hợp.

Các phương án cụ thể của sáng chế đã được mô tả ở đây nhằm mục đích minh họa, nhưng các phương án cải biến khác nhau có thể được tạo ra mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Ngoài ra, các khía cạnh của sáng chế mà đã được mô tả trong ngữ cảnh của các phương án hoặc các ví dụ cụ thể là có thể được kết hợp hoặc được loại bỏ theo các phương án khác. Mặc dù các ưu điểm của các phương án nhất định của sáng chế đã được mô tả trong ngữ cảnh của các phương án đó, nhưng các phương án khác cũng có thể có các ưu điểm đó. Ngoài ra, không phải phương án nào cũng cần phải có các ưu điểm đó thì mới nằm trong phạm vi của sáng chế. Do đó, phạm vi của sáng chế được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống xử lý chất thải ướt đa năng để phát điện và tạo ra nước sạch, bao gồm:

 cơ cấu làm khô nhiên liệu (14) có đường nhiên liệu với cửa nhiên liệu vào được tạo kết cấu để nhận dòng bùn hữu cơ ướt bao gồm hỗn hợp chứa nước và nhiên liệu rắn,

 cơ cấu làm khô nhiên liệu (14) có phần làm nóng được tạo kết cấu để làm sôi bùn và phân tách bằng nhiệt nước khỏi nhiên liệu rắn để tạo ra nhiên liệu khô,

 cơ cấu làm khô nhiên liệu (14) có cửa hơi nước ra thứ nhất, cửa nhiên liệu khô ra, và phần dàn ngưng có đường chất lỏng với cửa hơi nước vào và cửa chất lỏng ra, đường chất lỏng được cách ly khỏi đường nhiên liệu;

 cơ cấu ngưng tụ nước ngọt (16) được ghép nối với cửa hơi nước ra thứ nhất và được tạo kết cấu để ngưng tụ nước được làm bay hơi từ bùn thành nước sạch dạng lỏng;

 cụm lò đốt nhiên liệu khô (18) được ghép nối với cửa nhiên liệu khô ra của cơ cấu làm khô nhiên liệu (14), cụm lò đốt nhiên liệu khô (18) có phần lò đốt và có nồi hơi được tạo kết cấu để nhận nhiệt từ phần lò đốt, nồi hơi có cửa nước vào thứ nhất và cửa hơi nước ra thứ hai;

 máy phát điện chạy bằng hơi nước (22) được ghép nối với cửa hơi nước ra thứ hai của nồi hơi và được tạo kết cấu để phát điện, máy phát điện chạy bằng hơi nước (22) có cửa hơi nước ra thứ ba được ghép nối với cửa hơi nước vào của phần dàn ngưng; và

bơm nước (196) có cửa nước vào thứ hai được ghép nối với cửa chất lỏng ra của phần dàn ngưng của cơ cấu làm khô nhiên liệu (14); và bơm nước (196) có cửa nước ra được ghép nối với cửa nước vào thứ nhất của nồi hơi;

trong đó nồi hơi được tạo kết cấu để chuyển hóa dòng nước vào nồi hơi thành dòng hơi nước để chạy máy phát điện chạy bằng hơi nước,

trong đó cơ cấu ngưng tụ nước ngọt (16) được tạo kết cấu để ngưng tụ nước được làm bay hơi từ bùn thành nước sạch dạng lỏng;

trong đó cụm lò đốt (18) được tạo kết cấu để nhận nhiên liệu khô, cụm lò đốt (18) được tạo kết cấu để nhận và đốt nhiên liệu khô, và nồi hơi được tạo kết cấu để tạo ra hơi nước trên đường chất lỏng kéo dài giữa cửa nước vào và cửa hơi nước ra thứ hai; và

trong đó máy phát điện chạy bằng hơi nước được dẫn động bởi động cơ hơi nước mà được ghép nối với cửa hơi nước ra thứ hai của nồi hơi để nhận hơi nước từ đó;

trong đó nhiệt từ hơi nước được xả ra từ động cơ hơi nước (22) làm sôi nước trong bồn trong cơ cấu làm khô nhiên liệu (14); và

trong đó hơi nước được xả ra từ động cơ hơi nước (22) được ngưng tụ thành dòng nước dạng lỏng,

khác biệt ở chỗ cơ cấu làm khô nhiên liệu (14) là cơ cấu làm khô hai giai đoạn có các giai đoạn làm khô thứ nhất và thứ hai nối tiếp nhau (200, 220), trong đó giai đoạn làm khô thứ nhất (200) tạo ra hơi nước bùn từ bùn, và giai đoạn làm khô thứ hai (220) sử dụng hơi nước bùn từ giai đoạn làm khô thứ nhất để làm khô bùn.

2. Hệ thống theo điểm 1, trong đó cơ cấu làm khô nhiên liệu bao gồm guồng xoắn được làm nóng bằng hơi nước (38) trên đường mang nhiên liệu và được tạo kết cấu để di chuyển và làm nóng bùn trong quá trình làm khô.
3. Hệ thống theo điểm 1, trong đó giai đoạn làm khô thứ nhất (200) tạo ra hơi nước làm khô thứ nhất từ nước được làm bay hơi khỏi bùn, và giai đoạn làm khô thứ hai (220) có phần mang hơi nước thứ nhất được ghép nối với giai đoạn làm khô thứ nhất (200) và được tạo kết cấu để mang hơi nước làm khô thứ nhất cạnh phân bùn, và giai đoạn làm khô thứ hai (220) có phần mang hơi nước thứ hai được cách ly khỏi phần mang hơi nước thứ nhất và được tạo kết cấu để mang hơi nước xả từ máy phát điện chạy bằng hơi nước cạnh bùn, trong đó nhiệt từ các phần mang hơi nước thứ nhất và thứ hai làm khô bùn di chuyển trong đó.
4. Hệ thống theo điểm 1, trong đó phần dàn ngưng của cơ cấu làm khô nhiên liệu (14) được tạo kết cấu để nhận hơi nước xả từ máy phát điện chạy bằng hơi nước (22) qua cửa hơi nước vào thứ nhất, và cơ cấu làm khô nhiên liệu (14) có phần làm khô được nối với cửa nhiên liệu vào và kề với phần dàn ngưng, phần làm khô được tạo kết cấu để làm nước bay hơi khỏi bùn sử dụng nhiệt từ hơi nước xả ở dàn ngưng.
5. Hệ thống theo điểm 1, trong đó cụm lò đốt nhiên liệu (18) là cụm lò đốt tầng sôi.
6. Hệ thống theo điểm 1, trong đó cơ cấu làm khô nhiên liệu (14), dàn ngưng nước ngọt (16), cụm lò đốt nhiên liệu (18), máy phát điện chạy bằng hơi nước (22), và bơm nước (196) được gắn trên khung và có thể được vận chuyển với khung như một đơn vị.
7. Hệ thống theo điểm 1, trong đó máy phát điện chạy bằng hơi nước là động cơ hơi nước tác động đơn được làm mát bằng chất lỏng.

8. Hệ thống theo điểm 1, trong đó phần làm nóng của cơ cấu làm khô nhiên liệu (14) bao gồm phần mang bùn mà bùn di chuyển qua đó, đường mang hơi nước kề với đường mang bùn và được đặt cạnh bùn để phân phối nhiệt từ hơi nước trên đường mang hơi nước đến bùn, và các chi tiết đẩy được bố trí theo cách di chuyển được trên đường mang nhiên liệu và được tạo kết cấu để di chuyển bùn trên đường mang nhiên liệu so với đường mang hơi nước.

9. Hệ thống theo điểm 8, trong đó giai đoạn làm khô thứ nhất (200) bao gồm đường mang nhiên liệu thứ nhất, đường mang hơi nước thứ nhất kề với đường mang nhiên liệu thứ nhất, các chi tiết đẩy được bố trí theo cách di chuyển được trên đường mang nhiên liệu thứ nhất và được tạo kết cấu để di chuyển bùn qua đường mang nhiên liệu thứ nhất qua đường mang hơi nước thứ nhất; và giai đoạn làm khô thứ hai (220) bao gồm đường mang nhiên liệu thứ hai, các chi tiết được làm nóng bằng hơi nước trên đường mang nhiên liệu thứ hai và đứng yên so với đường mang nhiên liệu thứ hai, và cơ cấu mang hơi nước thứ hai được bố trí theo cách quay được trên đường mang nhiên liệu thứ hai và được tạo kết cấu để di chuyển bùn trên đường mang nhiên liệu thứ hai và qua các chi tiết được làm nóng bằng hơi nước.

10. Hệ thống theo điểm 1, trong đó cụm lò đốt (18), là cụm lò đốt tầng sôi với buồng đốt có tầng lò đốt để đốt nhiên liệu khô và ghi lò phân bố không khí được tạo kết cấu để cung cấp không khí cháy vào tầng lò đốt, và nồi hơi bao gồm thiết bị trao đổi nhiệt thứ nhất được nối với cửa nước vào và được tạo kết cấu để làm nóng nước chảy qua đó, trống hơi được ghép nối với thiết bị trao đổi nhiệt thứ nhất, dàn bay hơi được ghép nối với trống hơi và được tạo kết cấu để nhận chất lỏng nóng bão hoà từ đó, trống hơi được tạo kết cấu để nhận dòng hơi nước từ dàn bay hơi, và thiết bị trao đổi nhiệt thứ hai được ghép nối với trống hơi và được tạo kết cấu để nhận hơi nước khô từ trống hơi, thiết bị trao đổi nhiệt thứ hai được nối với cửa hơi nước ra thứ hai.

11. Hệ thống theo điểm 1, còn bao gồm

thùng chứa bùn (102),

cơ cấu vận chuyển bùn (38) được nối với thùng chứa bùn (102) và được tạo kết cấu để cung cấp bùn từ thùng chứa bùn (102) vào cửa bùn vào của cơ cấu làm khô bùn (14).

12. Hệ thống theo điểm 11, trong đó thùng chứa bùn (102) là thùng chứa phân bùn, và cơ cấu vận chuyển bùn được tạo kết cấu để cung cấp phân bùn vào cửa bùn vào của cơ cấu làm khô bùn.

13. Hệ thống theo điểm 1, còn bao gồm hệ thống lọc nước được ghép nối với cơ cấu ngưng tụ nước ngọt và được tạo kết cấu để nhận nước sạch, hệ thống lọc nước có một hoặc nhiều bộ lọc mà lọc nước sạch và cung cấp nước uống được.

14. Hệ thống theo điểm 1, trong đó cửa chất lỏng vào của cơ cấu làm khô chất lỏng (14) được tạo kết cấu để nhận dòng phân bùn.

15. Hệ thống theo điểm 1, trong đó cơ cấu làm khô bùn (14) bao gồm guồng xoắn rỗng có thể quay được ở phần làm nóng và được tạo kết cấu để nhận hơi nước được xả ra từ động cơ hơi nước để làm nóng guồng xoắn, trong đó guồng xoắn được tạo kết cấu để di chuyển và làm nóng bùn trong quá trình làm khô.

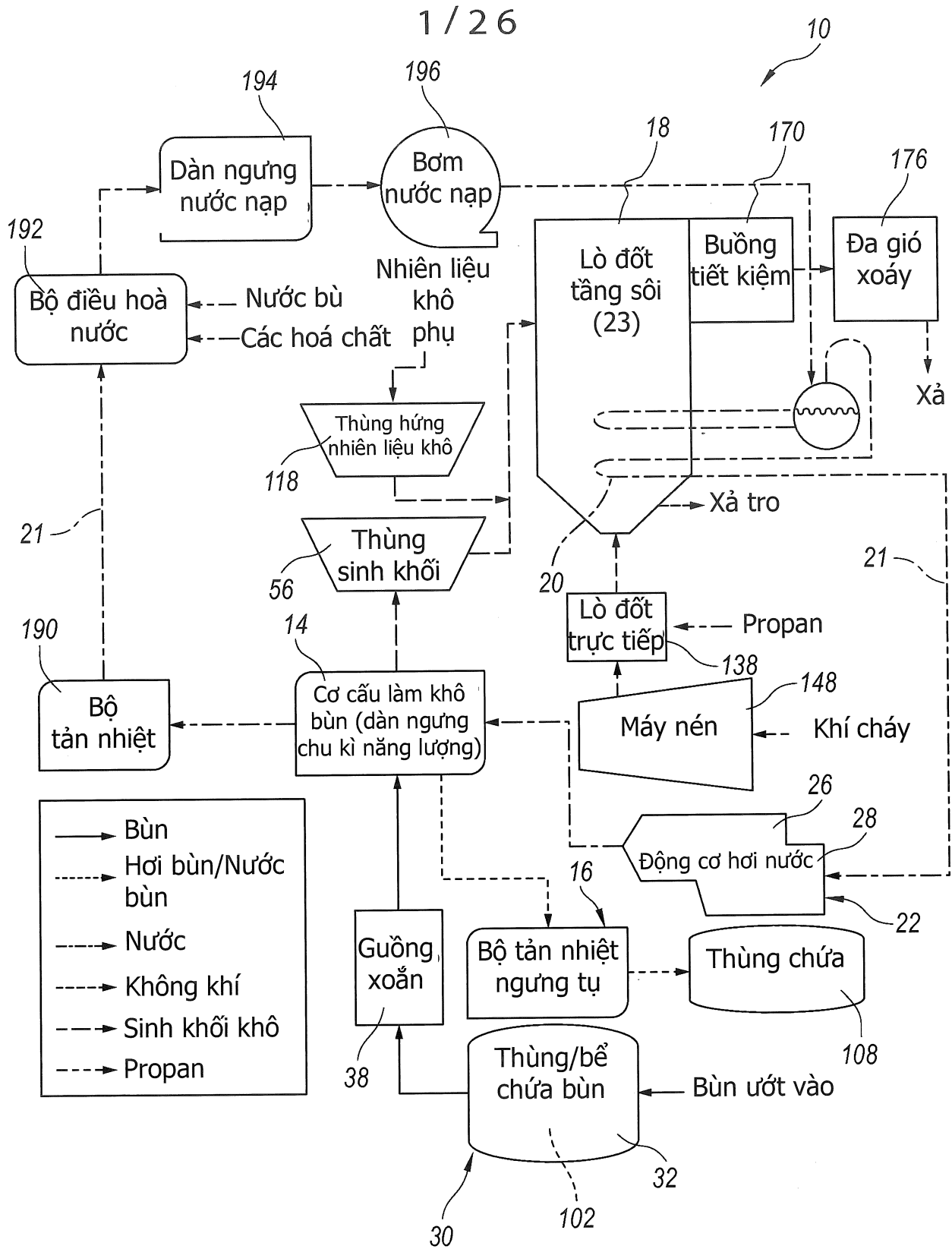


Fig. 1

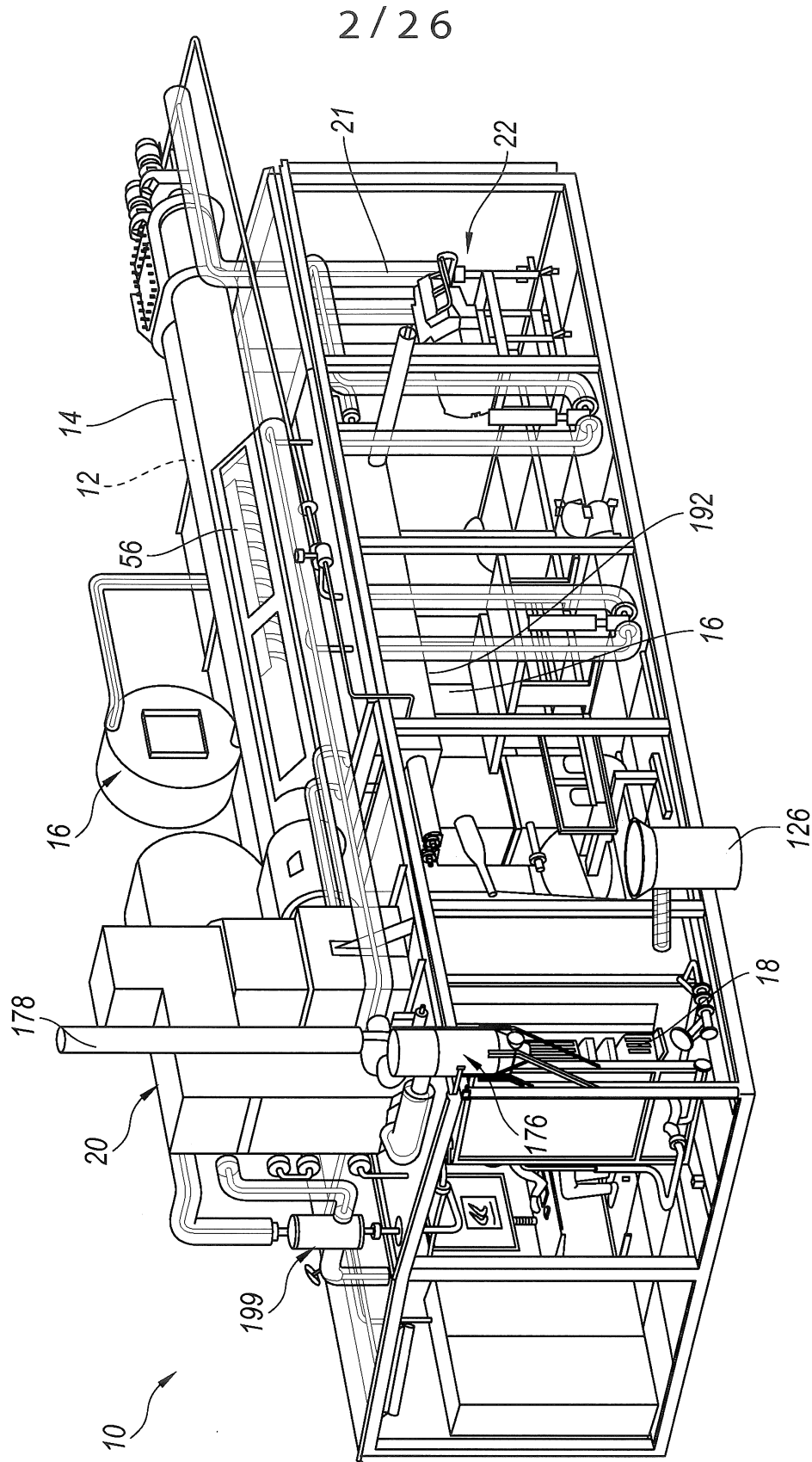


Fig. 2

3 / 2 6

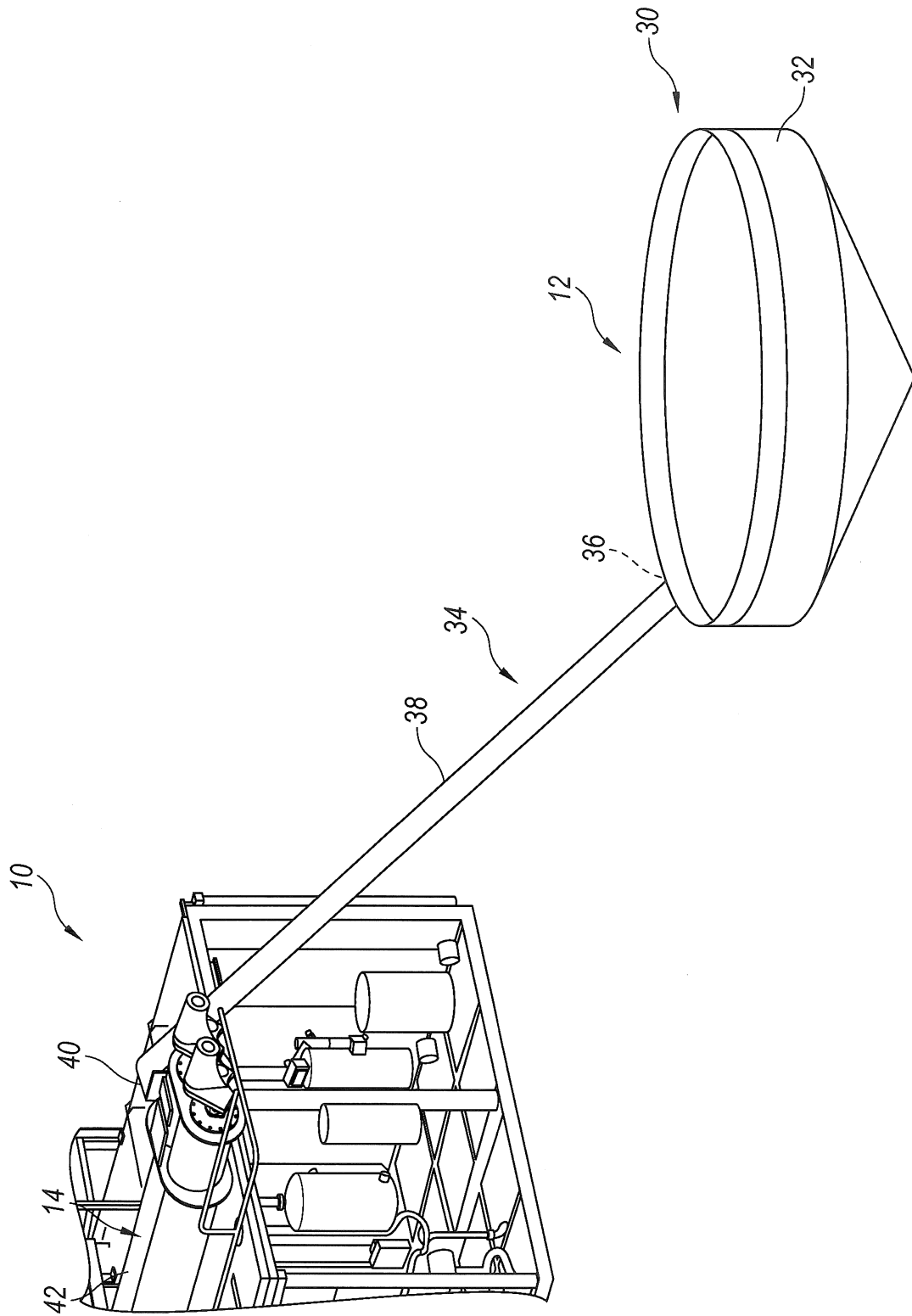
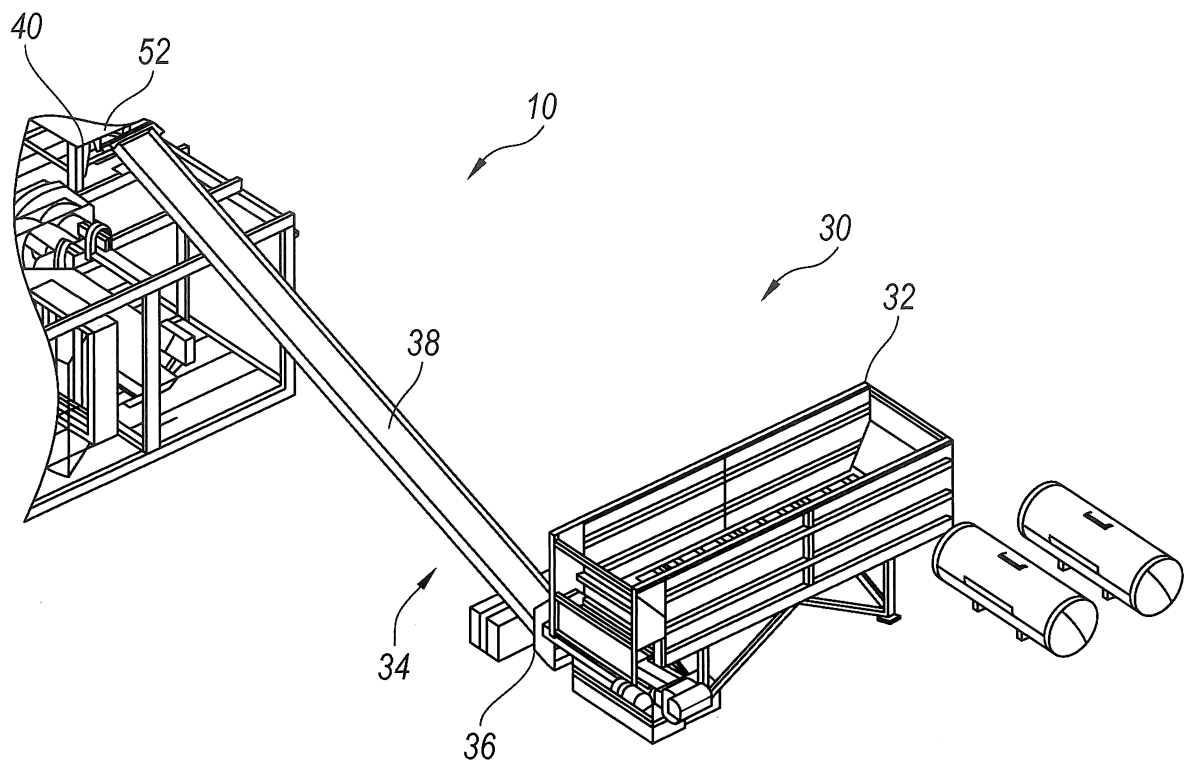
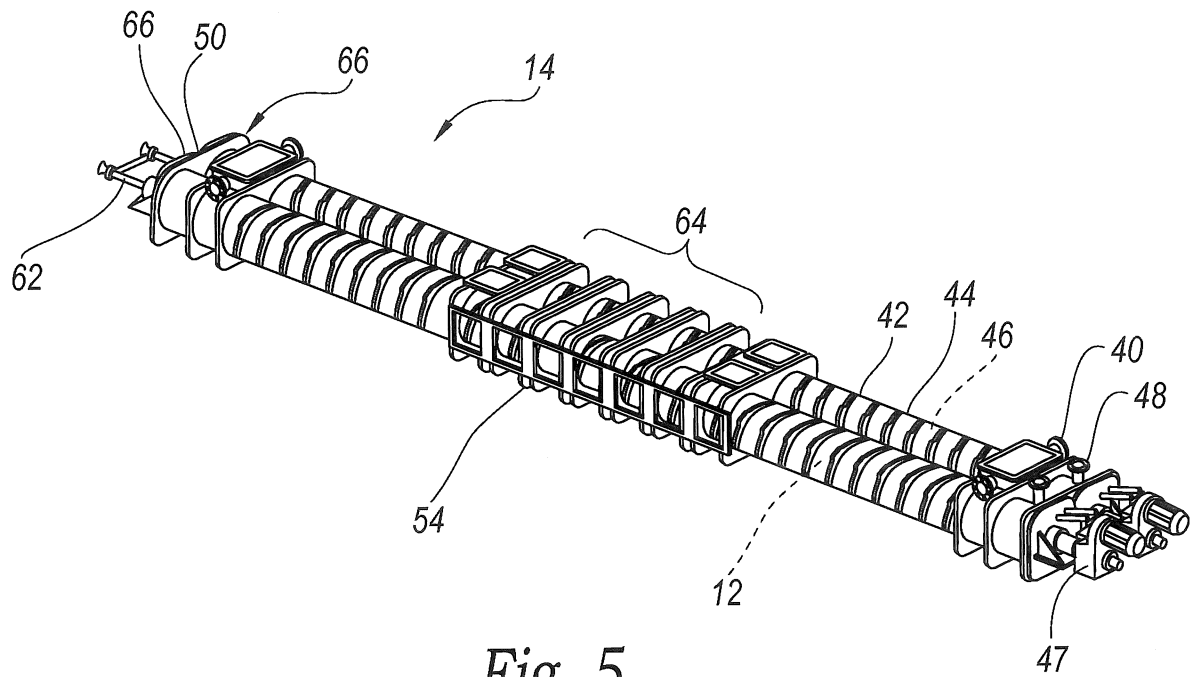
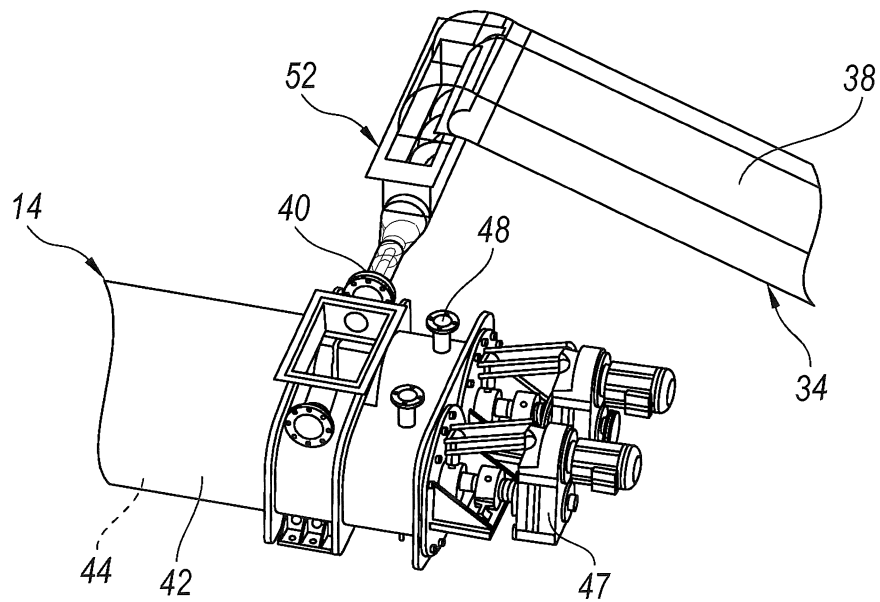


Fig. 3

4 / 2 6

*Fig. 4*

5 / 2 6

*Fig. 5**Fig. 6*

6 / 26

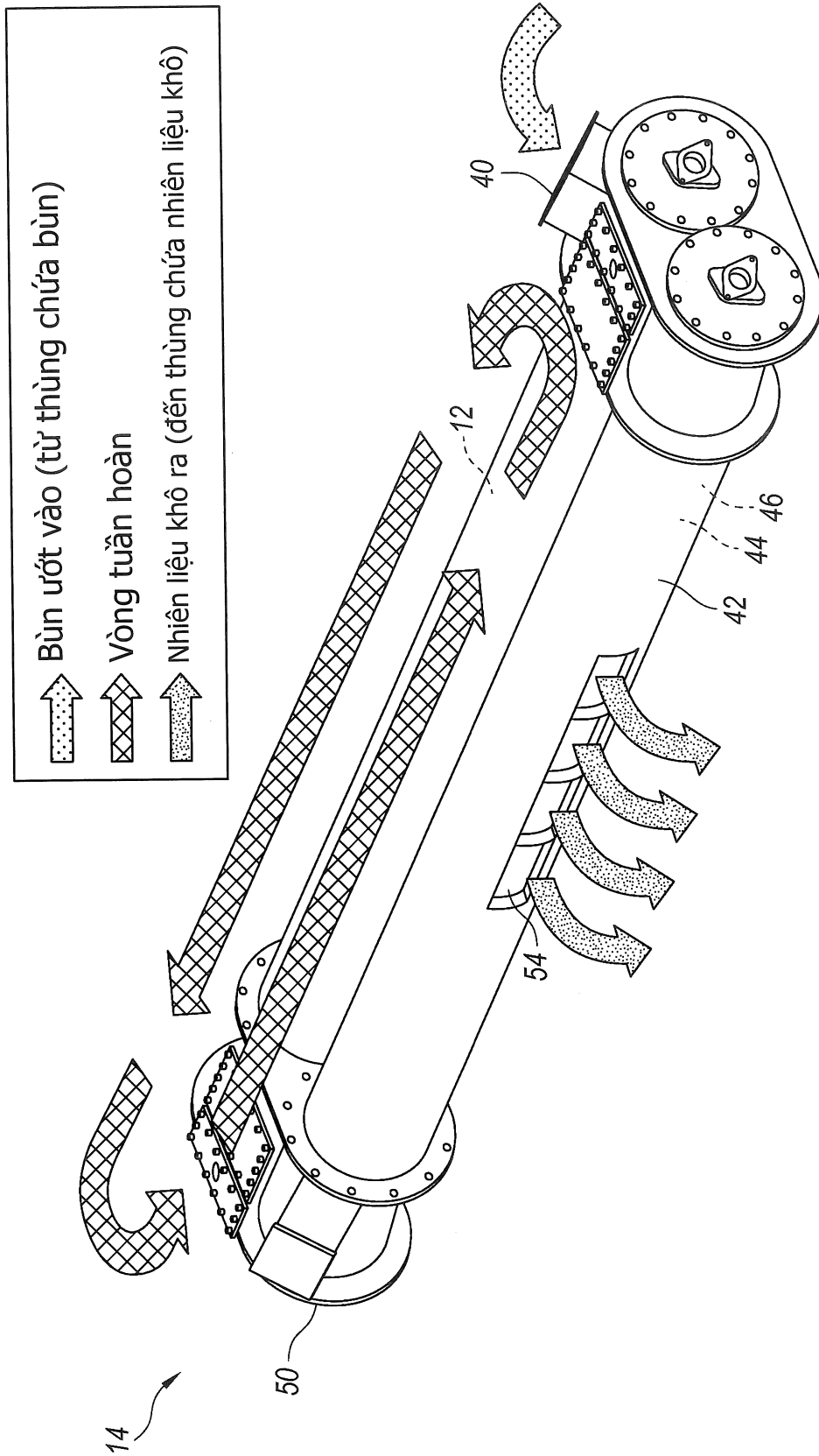
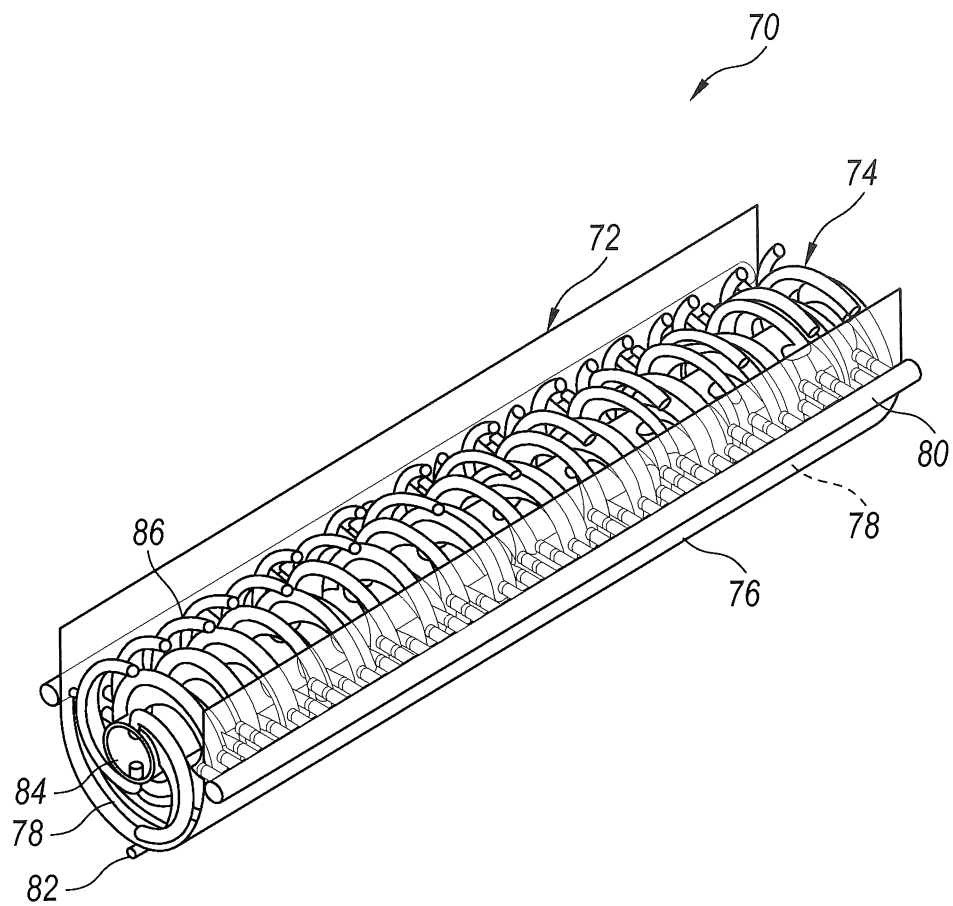
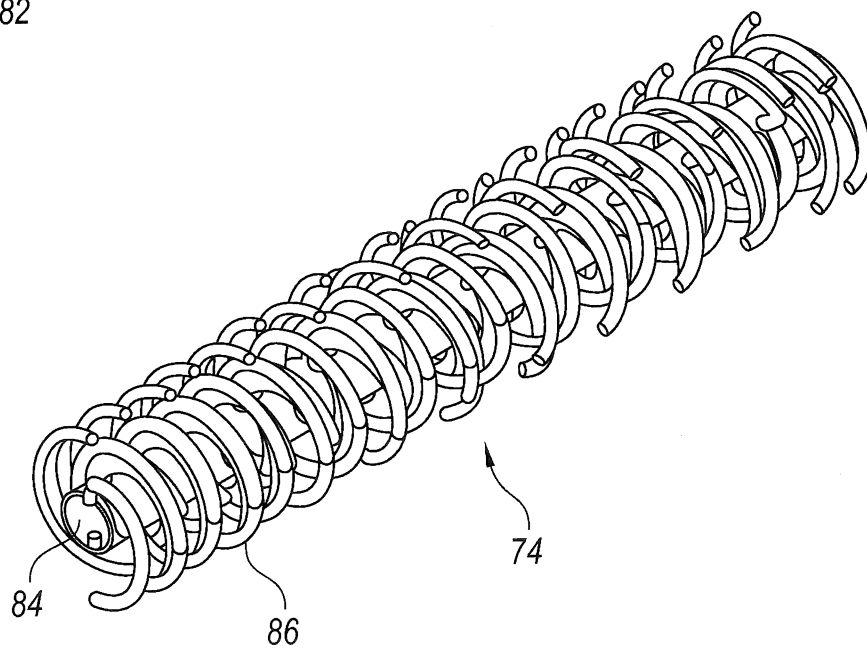
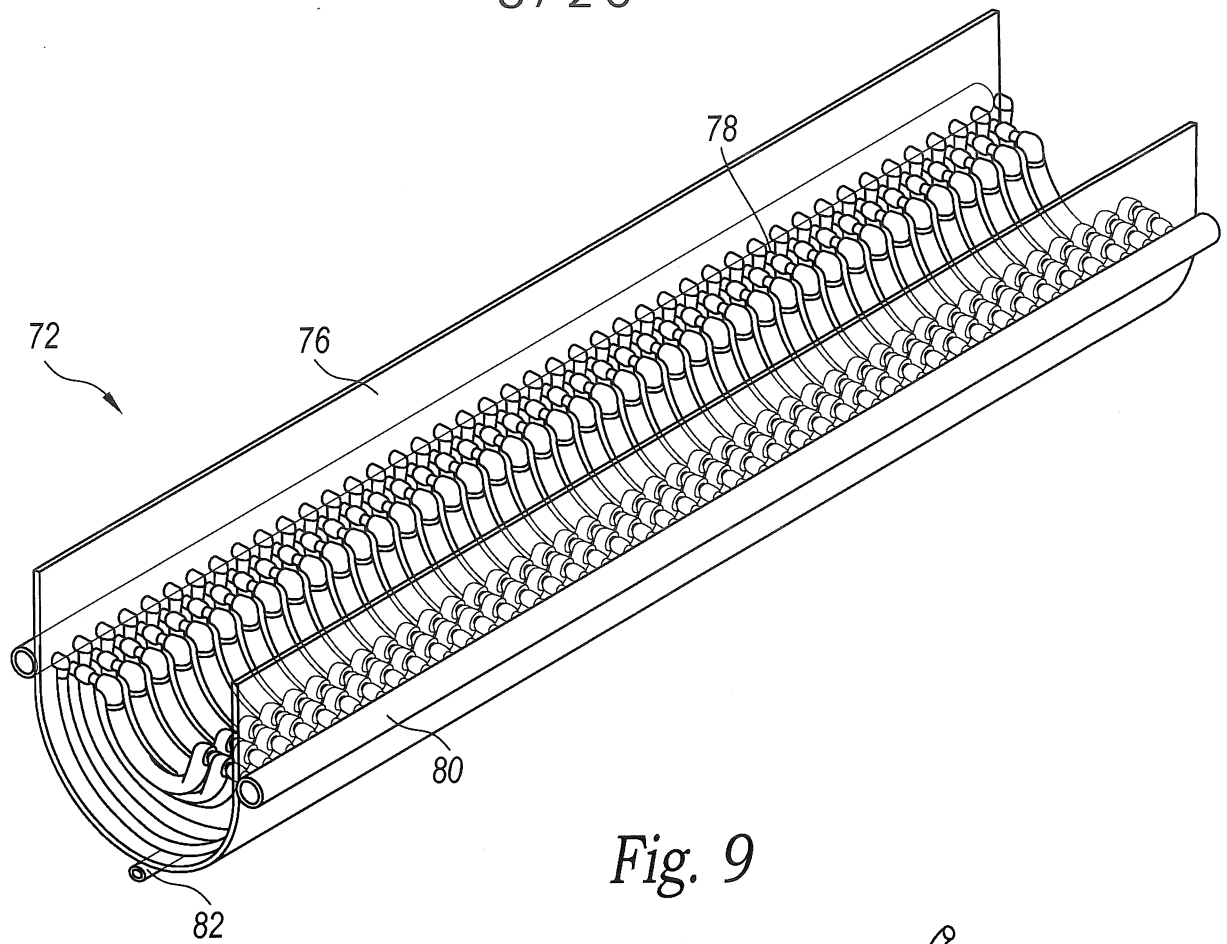


Fig. 7

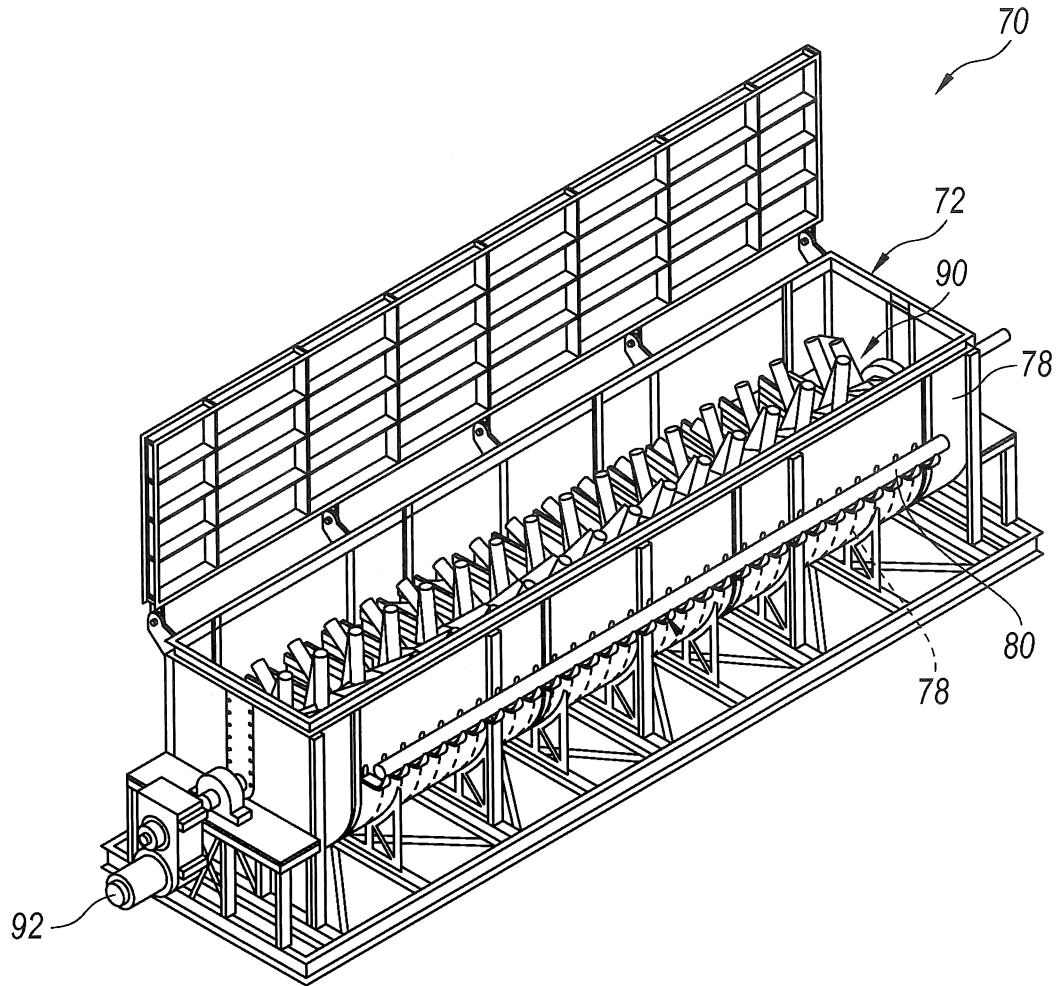
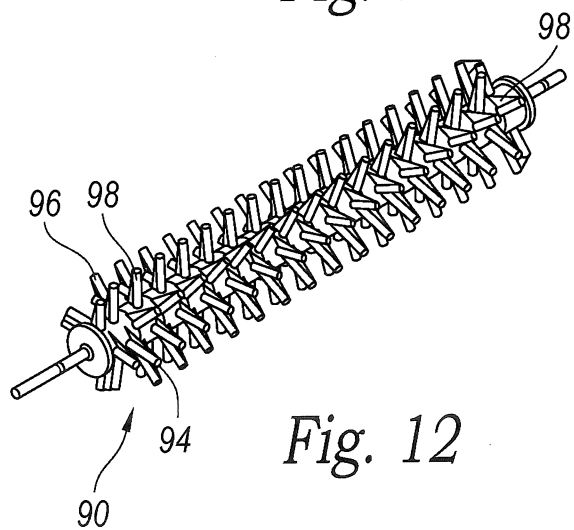
7 / 2 6

*Fig. 8*

8 / 2 6



9 / 2 6

*Fig. 11**Fig. 12*

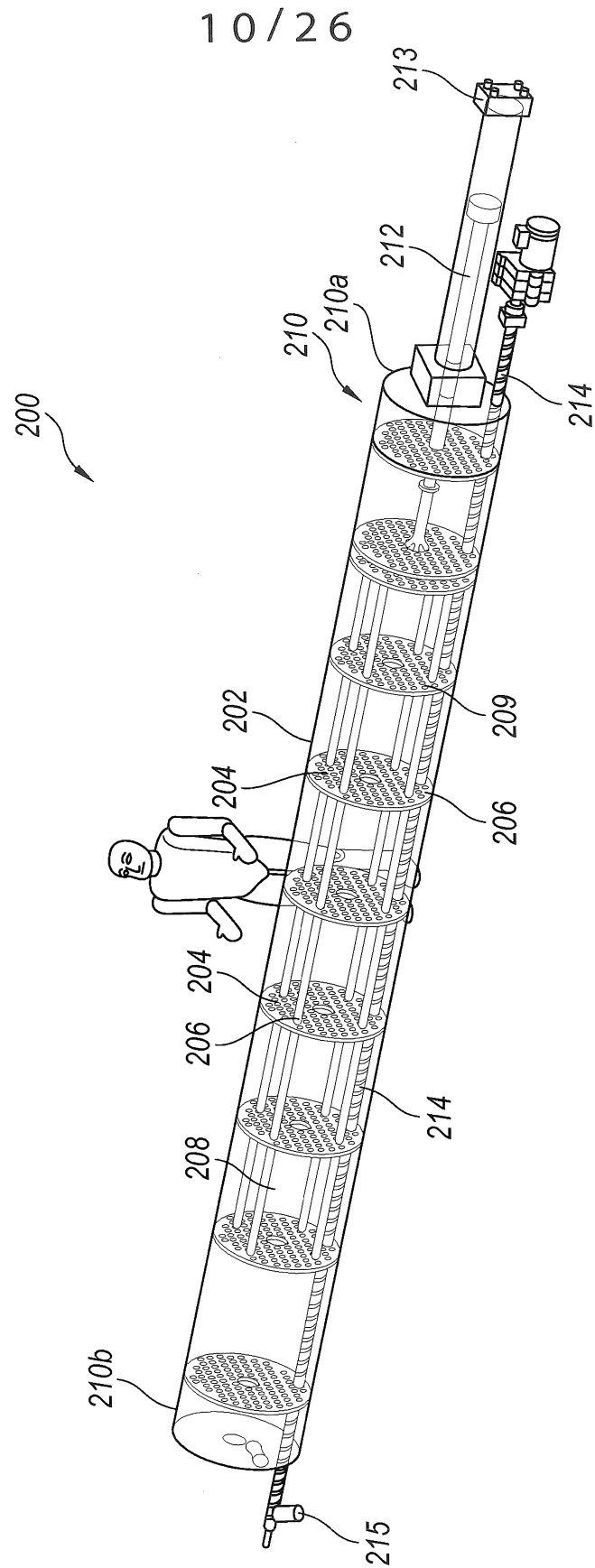


Fig. 13A

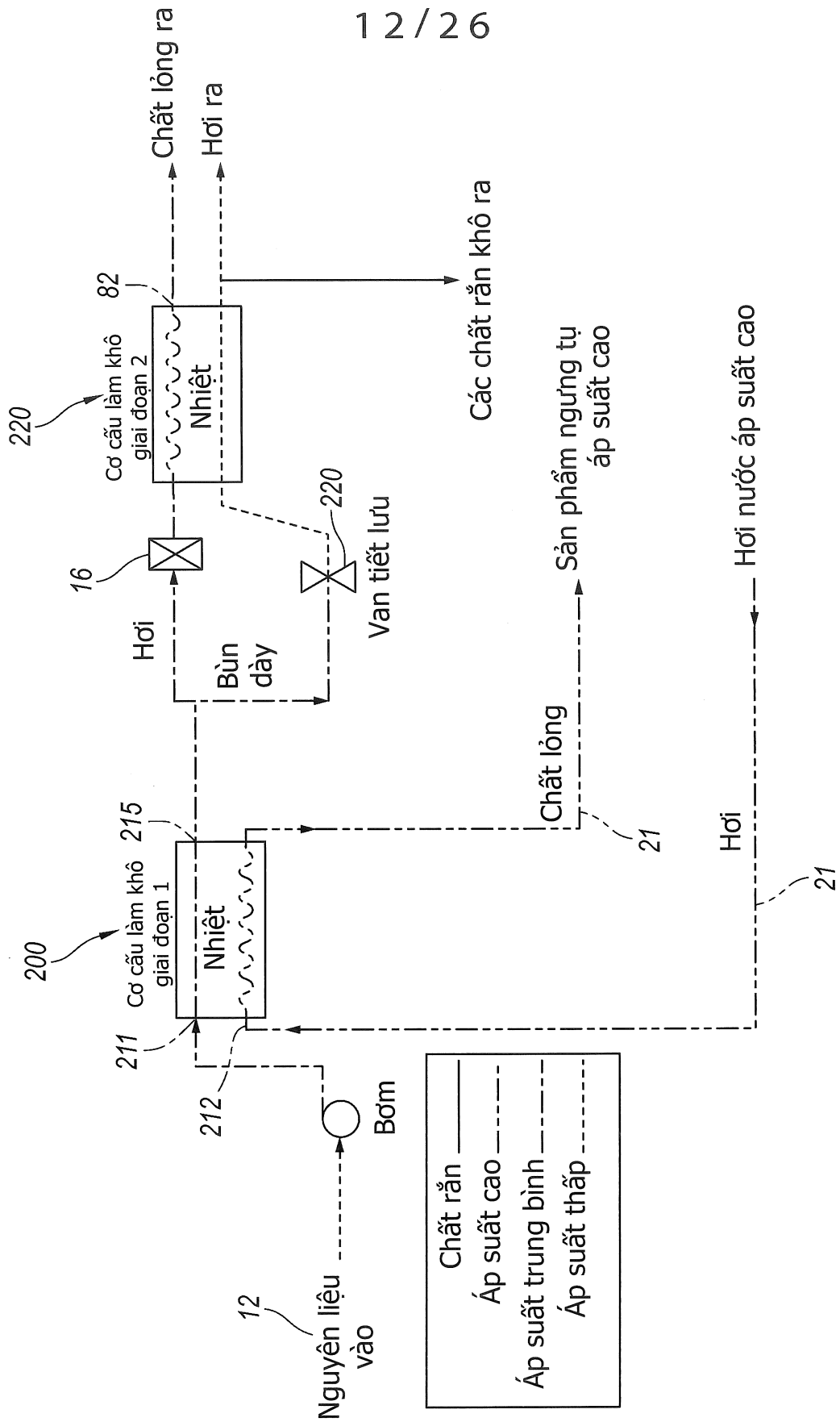


Fig. 14

13/26

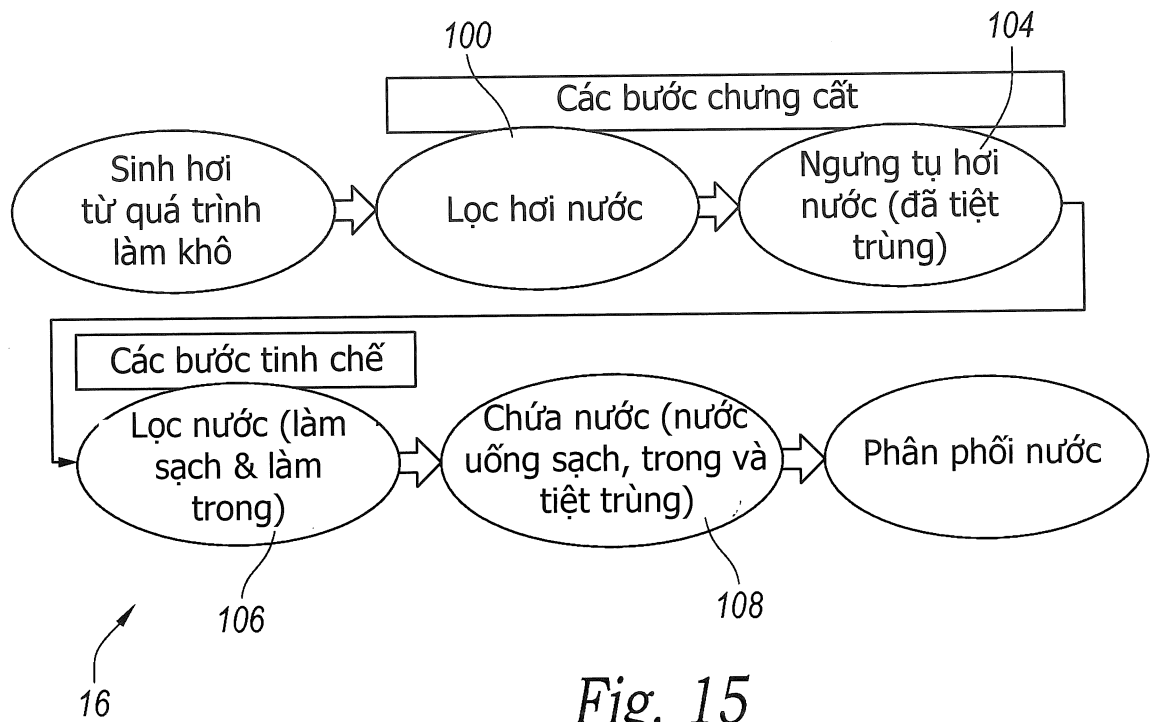


Fig. 15

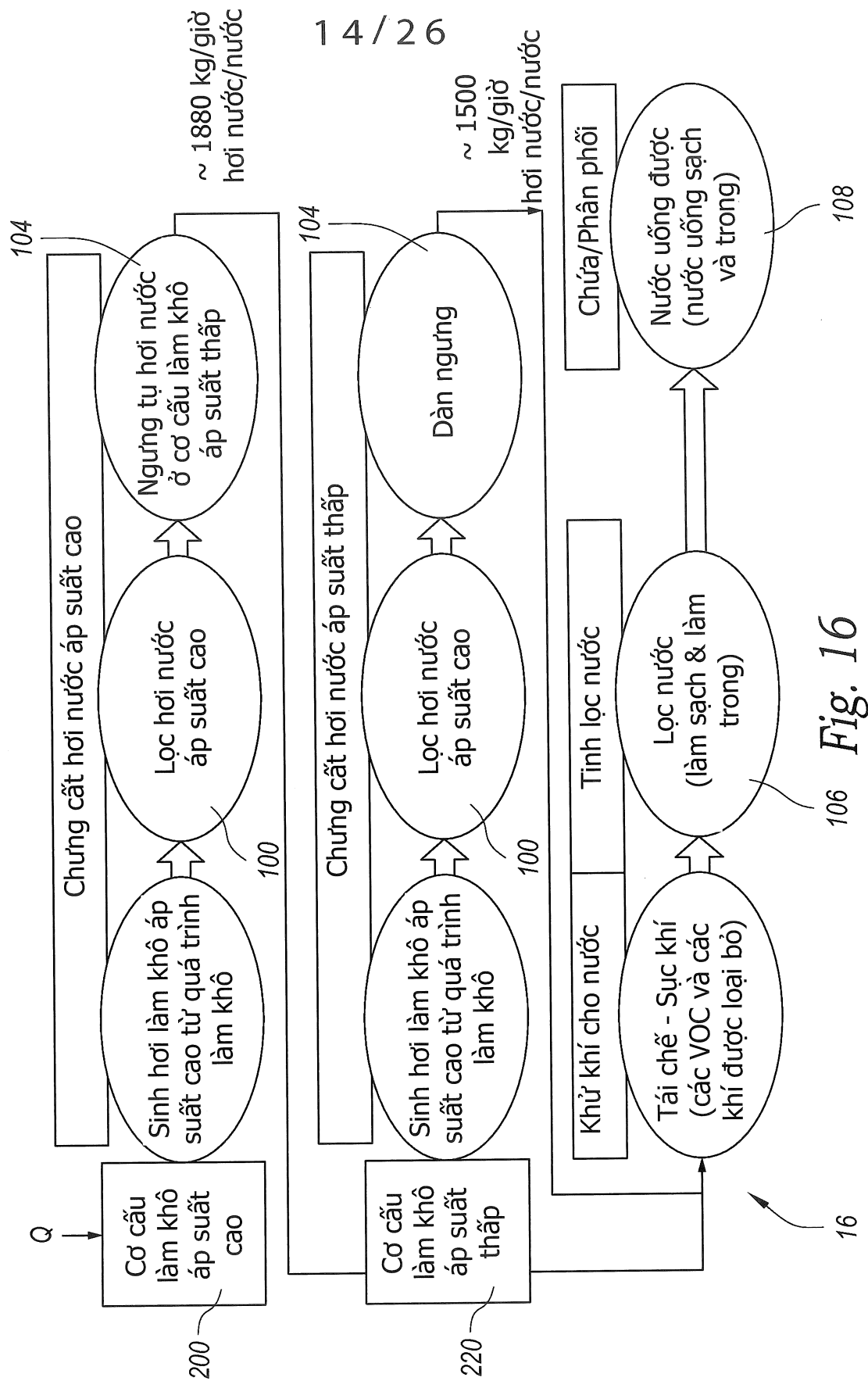
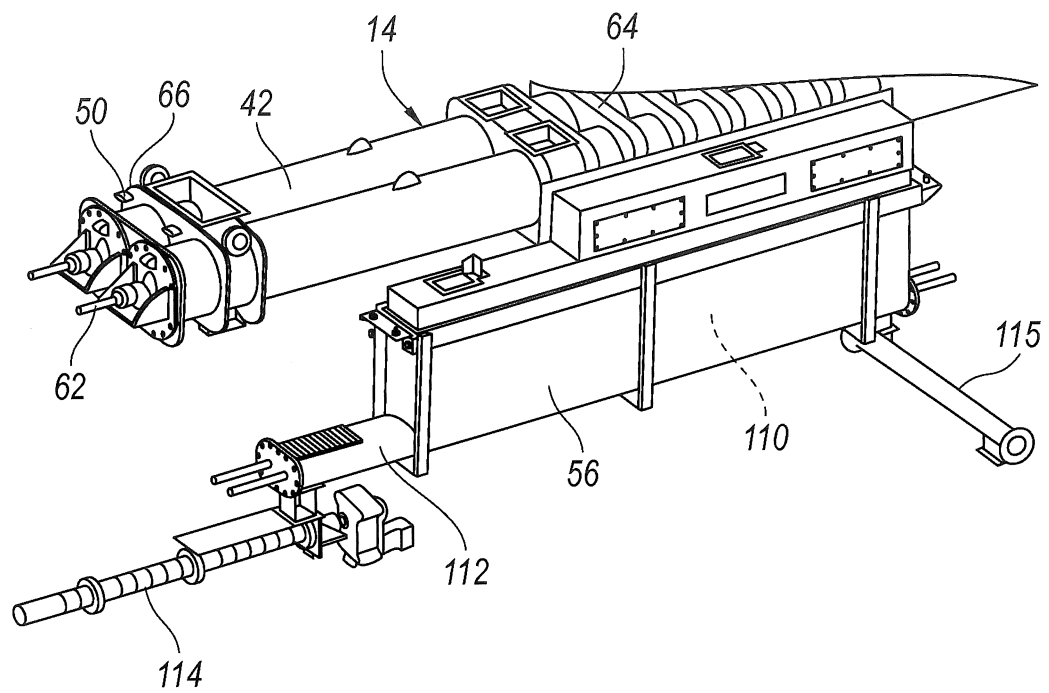


Fig. 16

15/26

*Fig. 17*

16/26

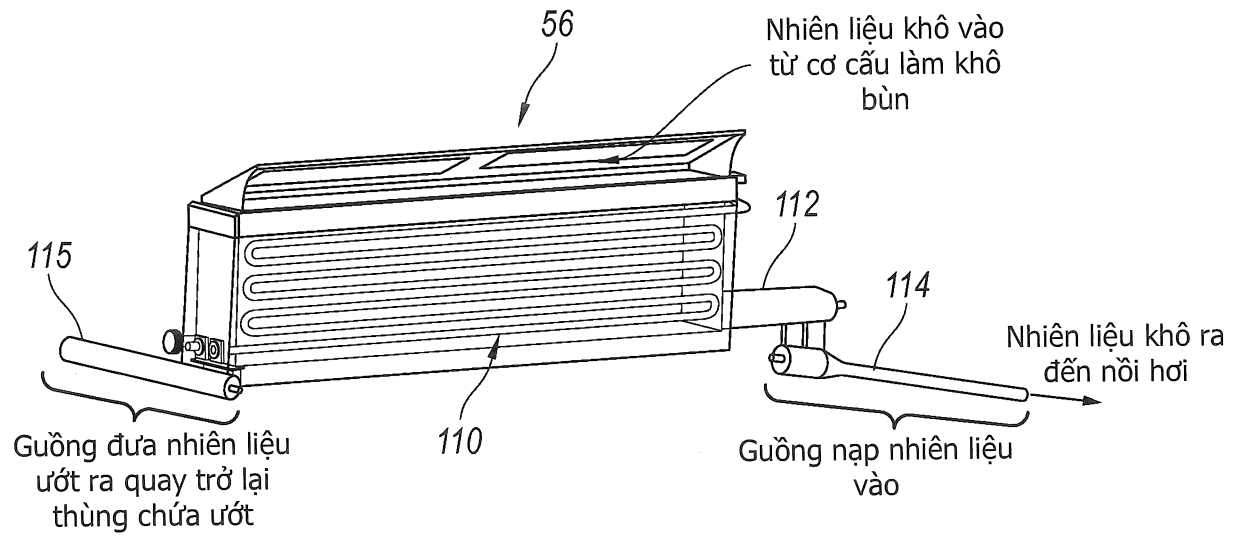


Fig. 18

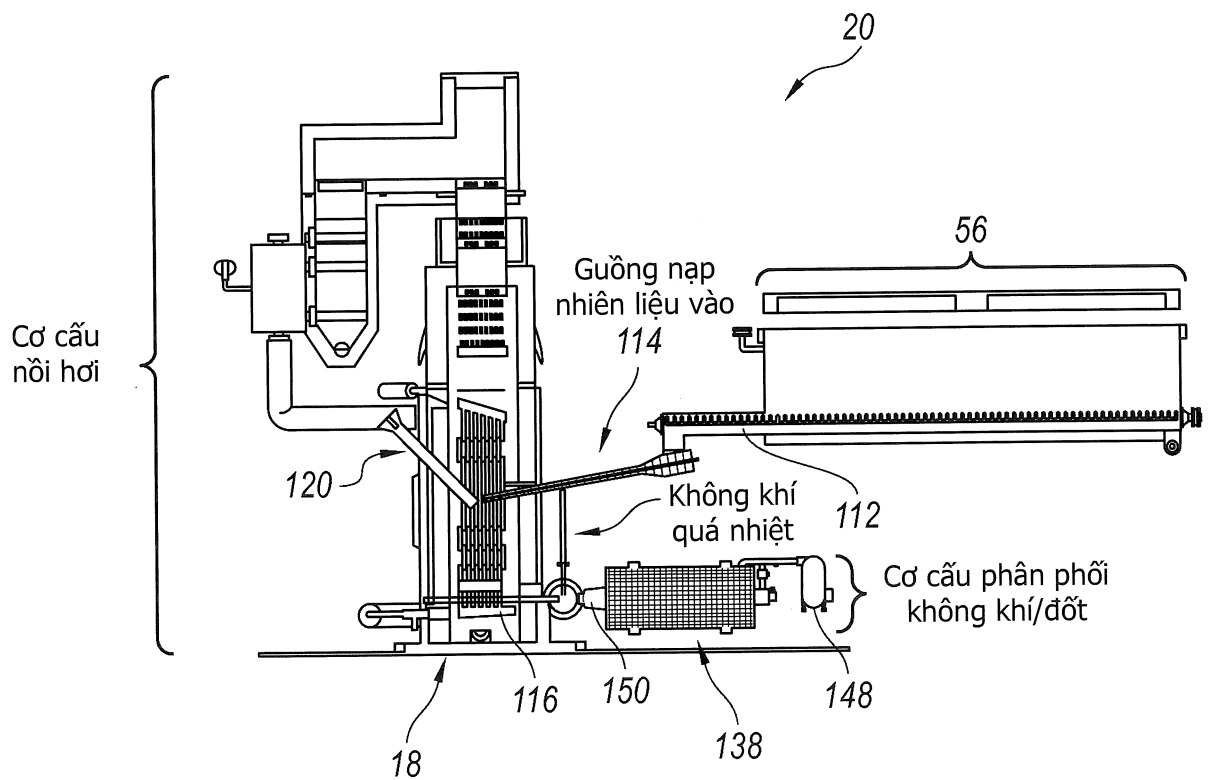
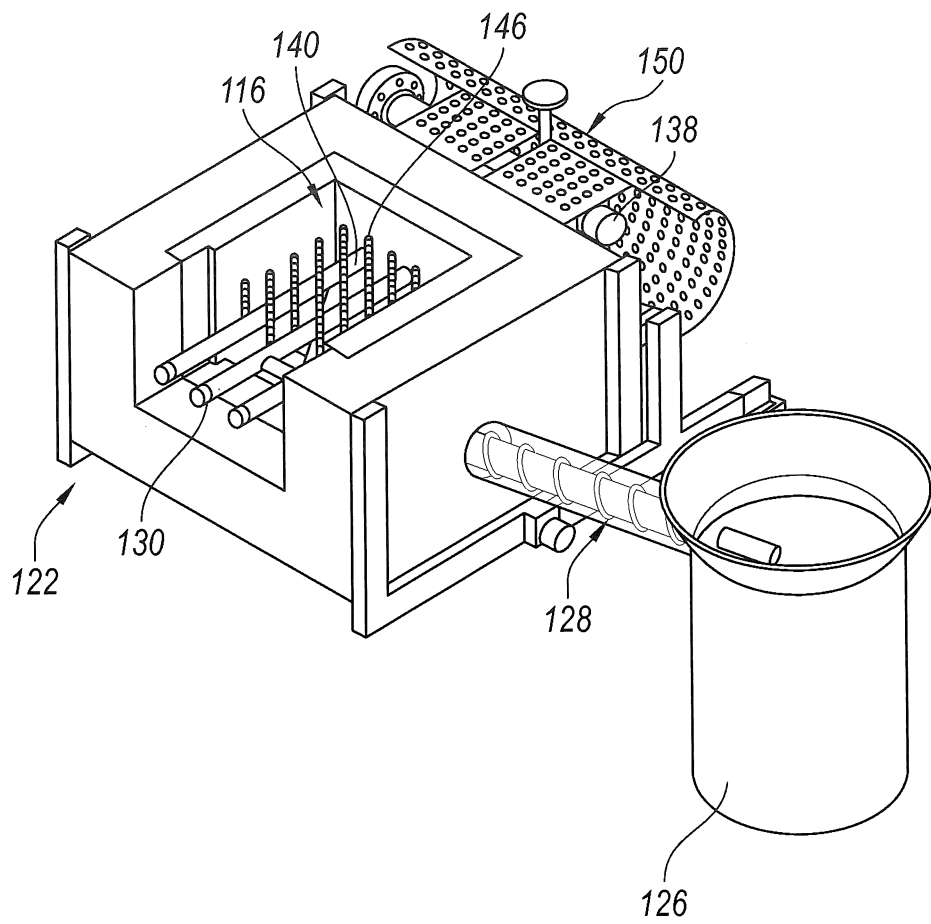
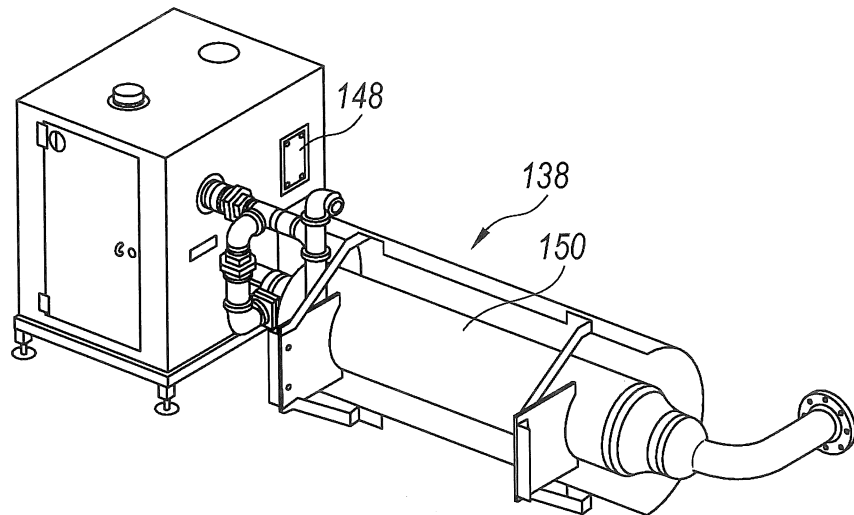
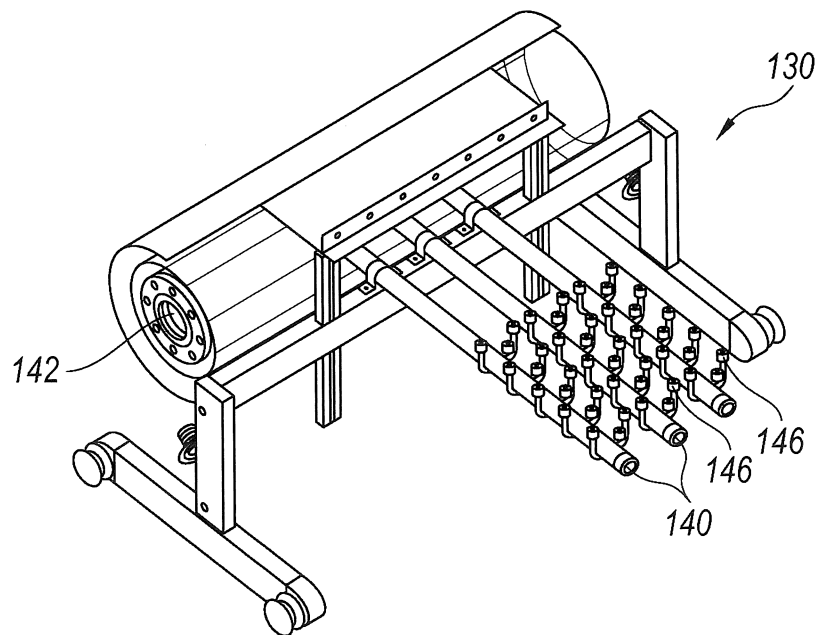


Fig. 19

17/26

*Fig. 20*

18/26

*Fig. 21**Fig. 22*

19/26

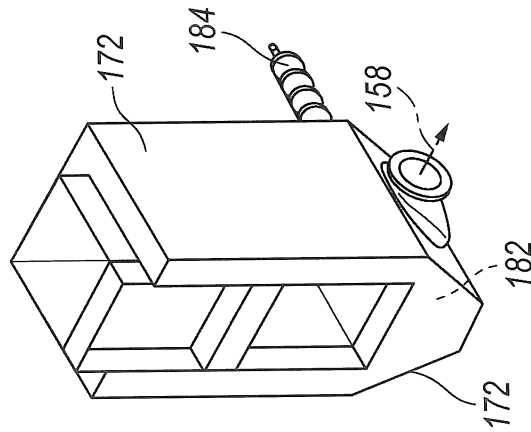


Fig. 25

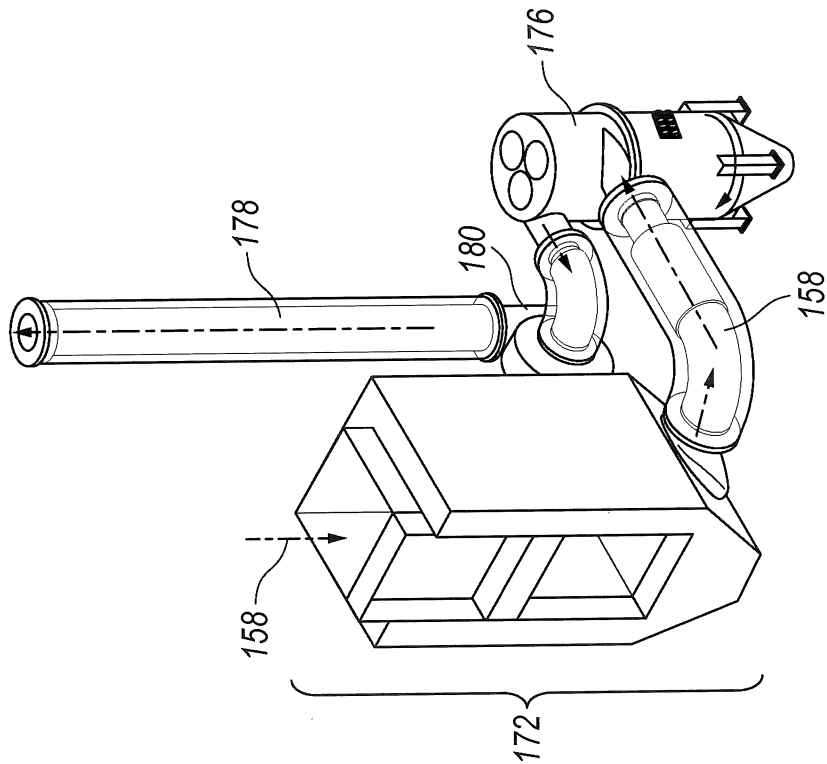
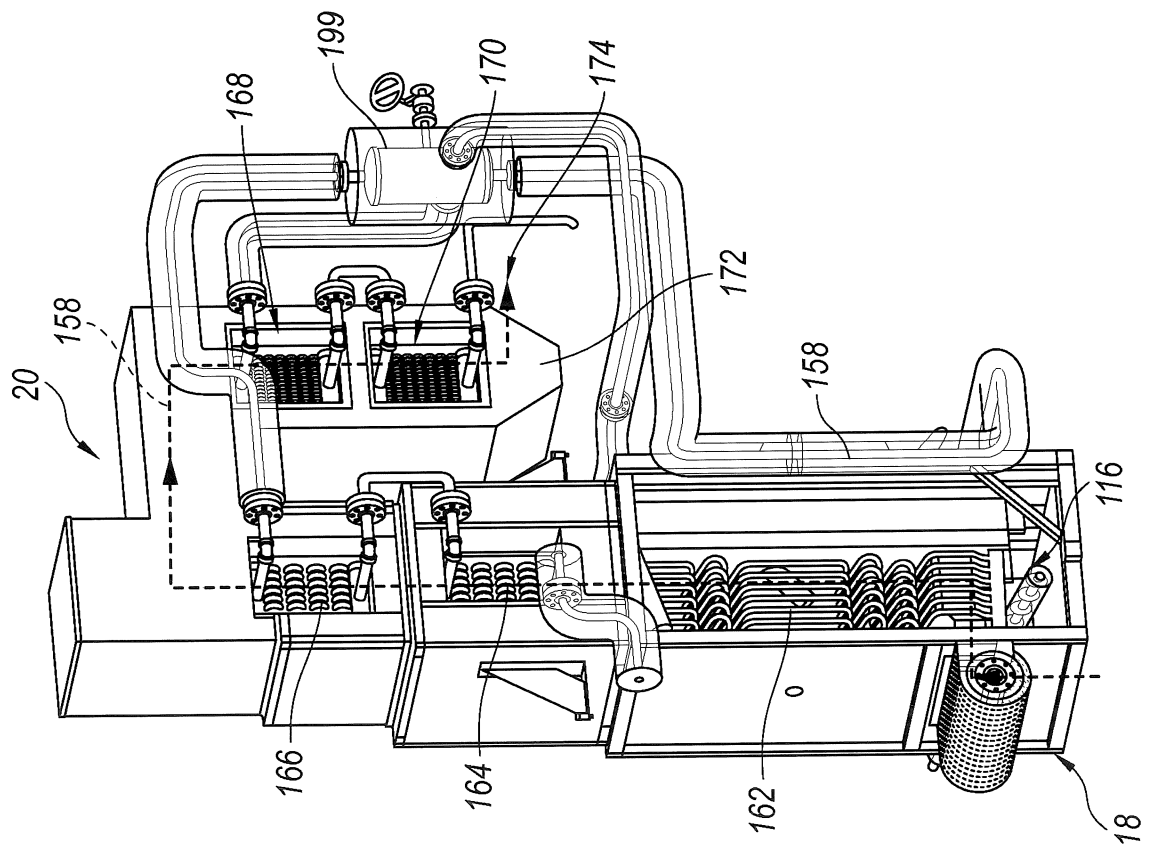
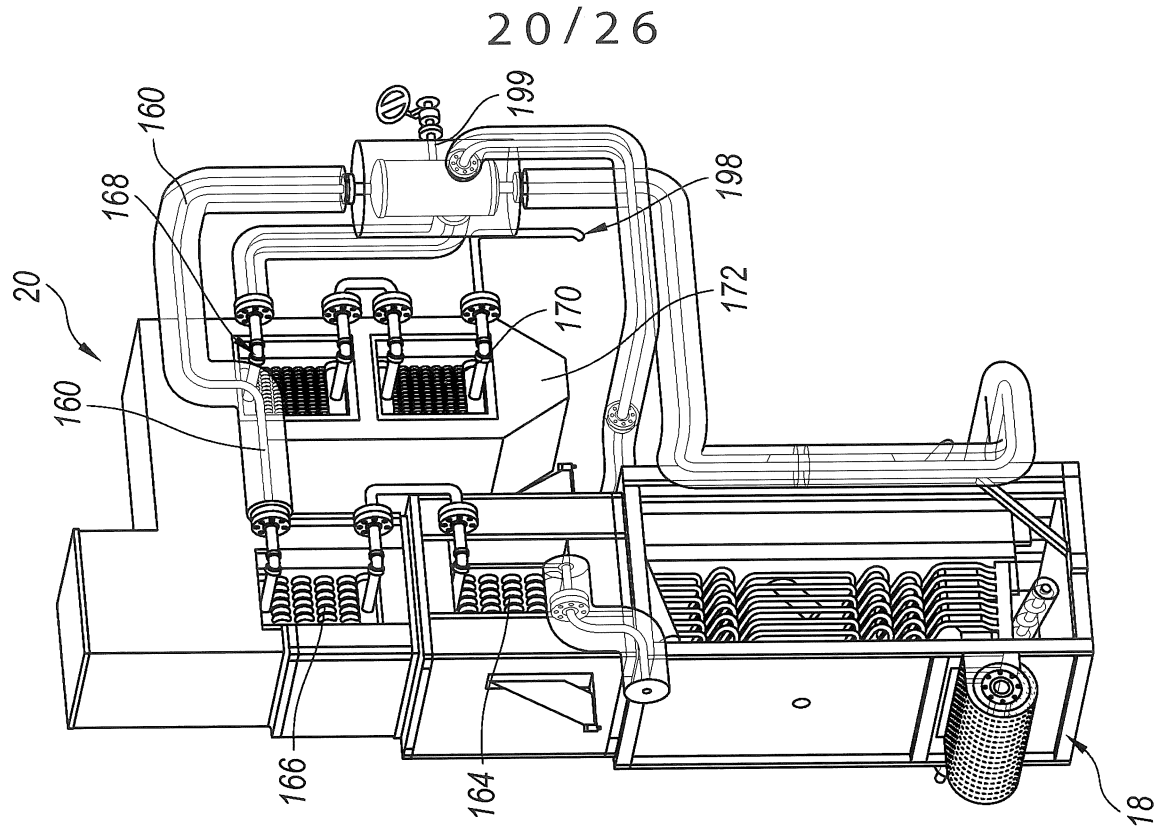
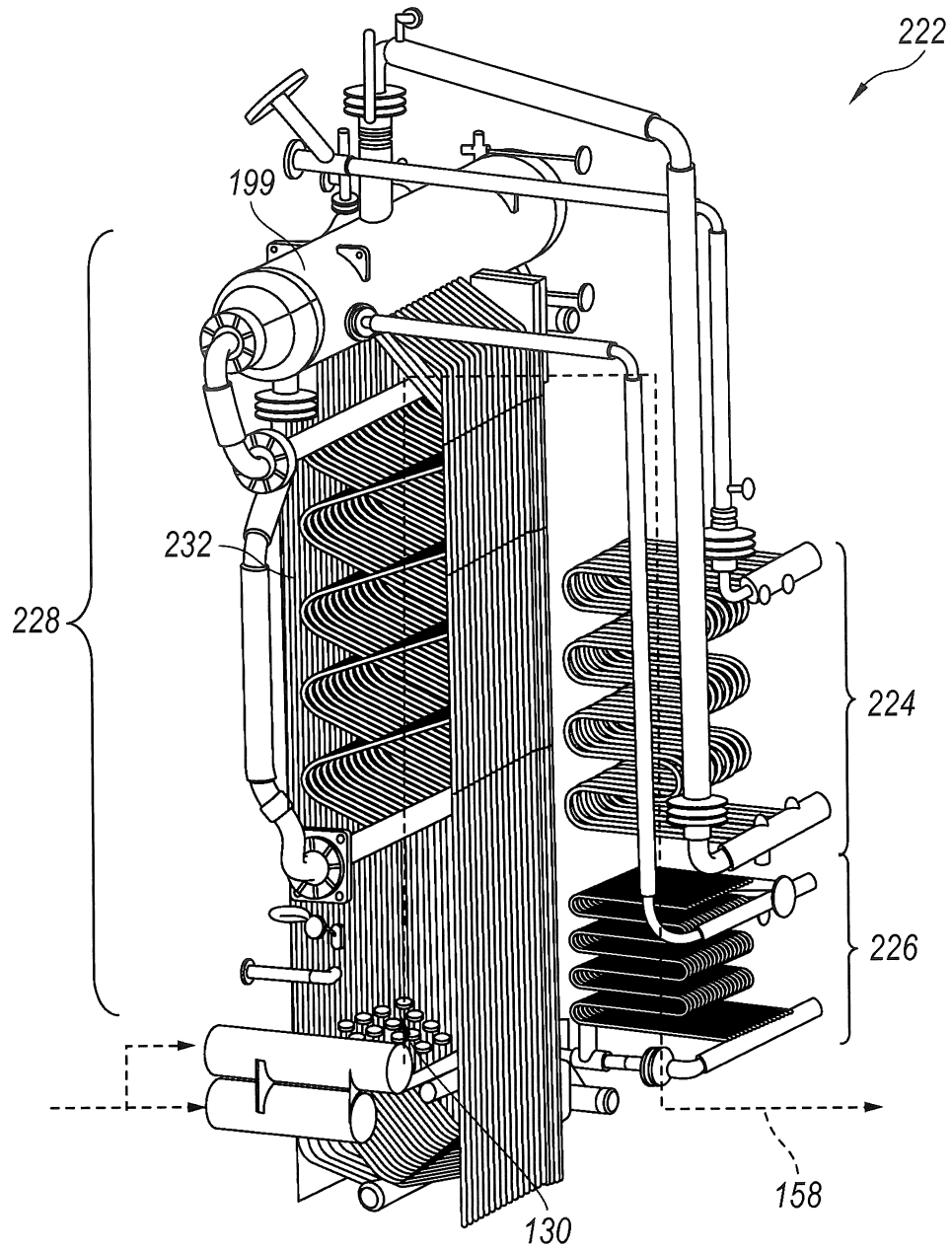


Fig. 24



21 / 26

*Fig. 27*

22/26

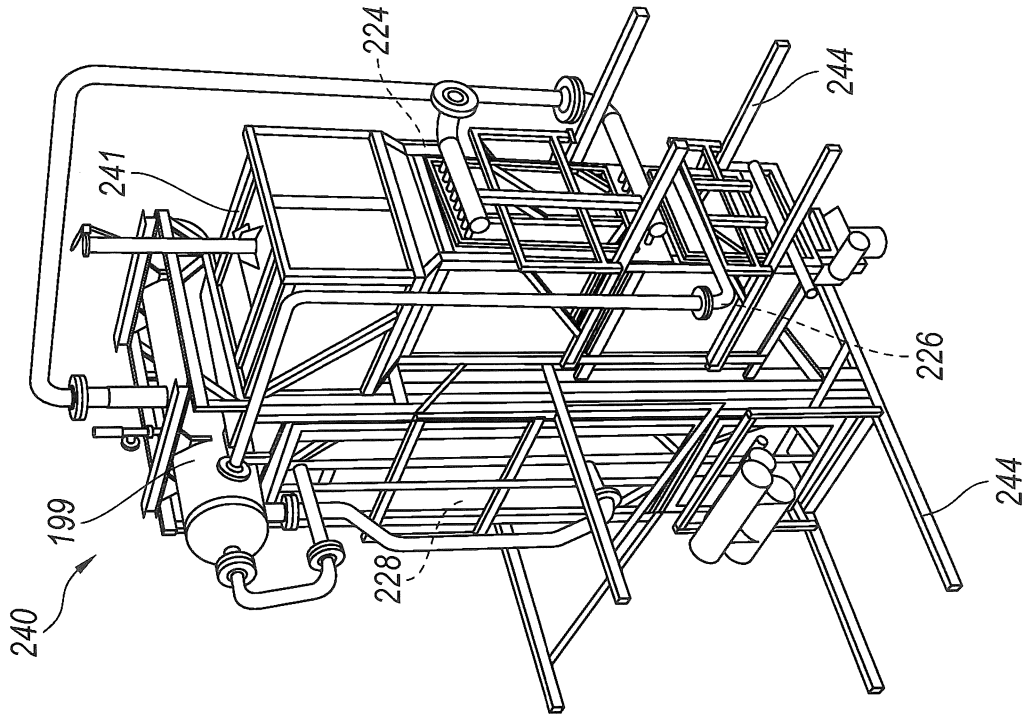


Fig. 29

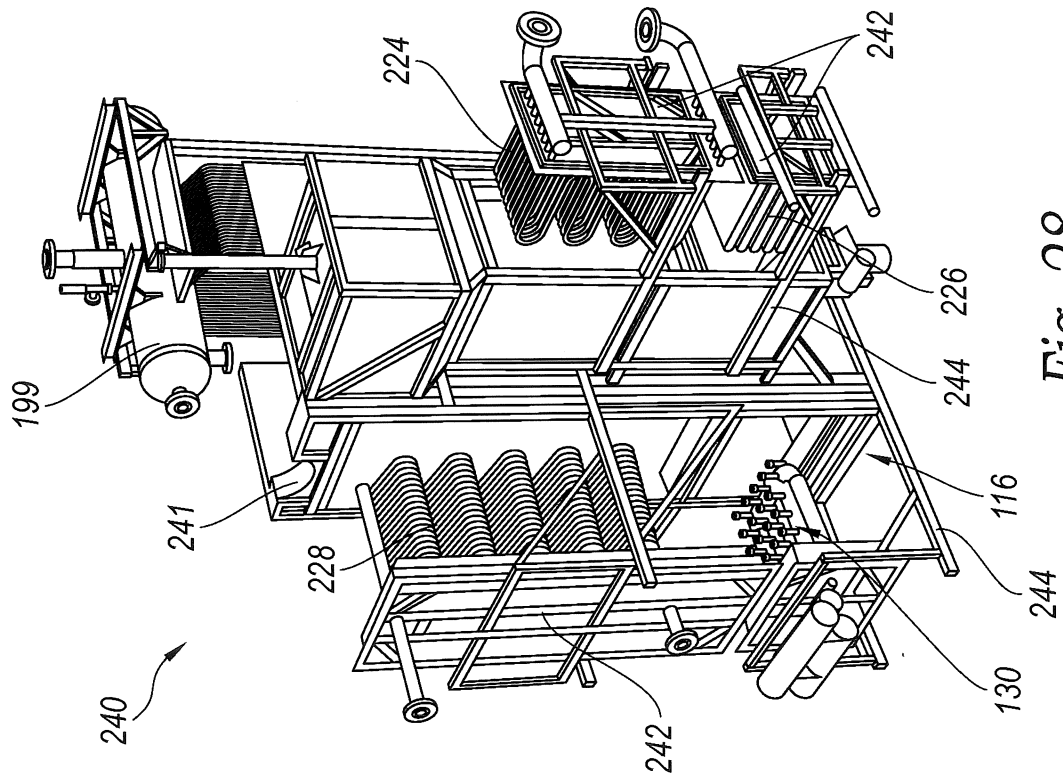
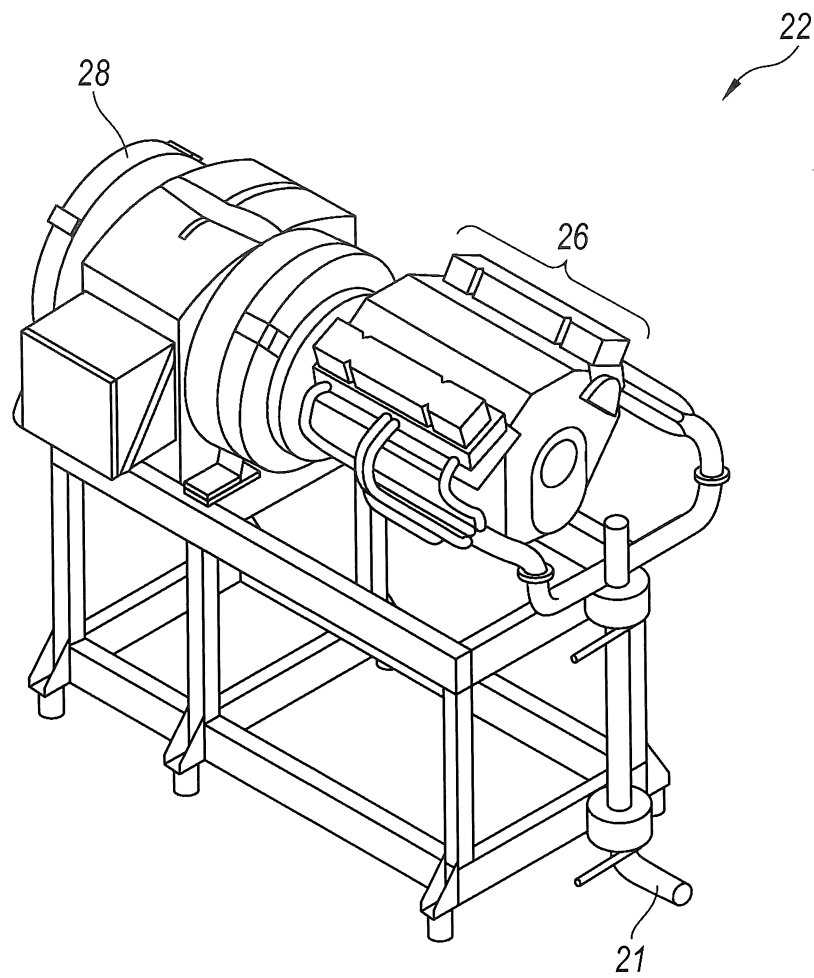


Fig. 28

23/26

*Fig. 30*

25/26

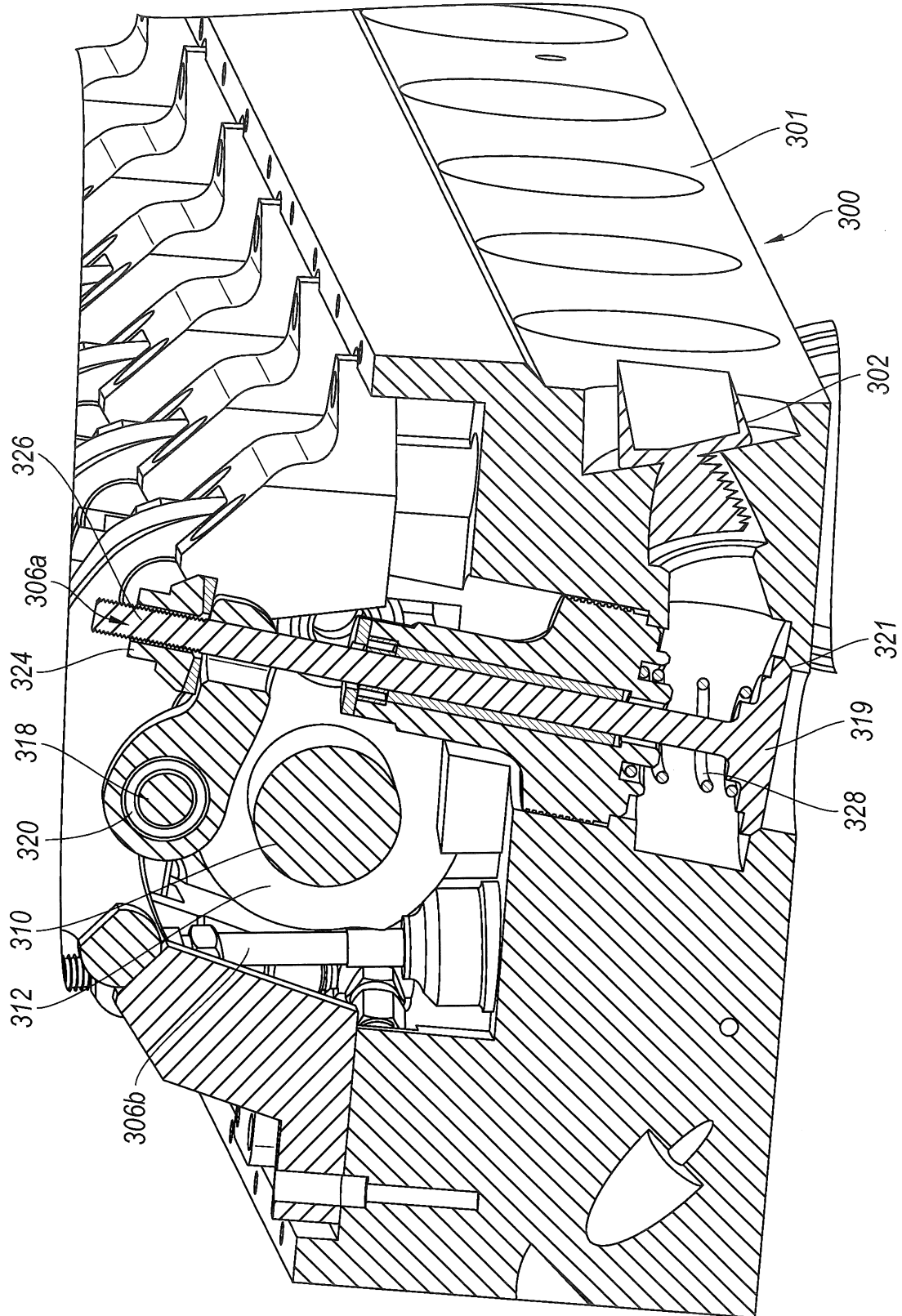


Fig. 32

26/26

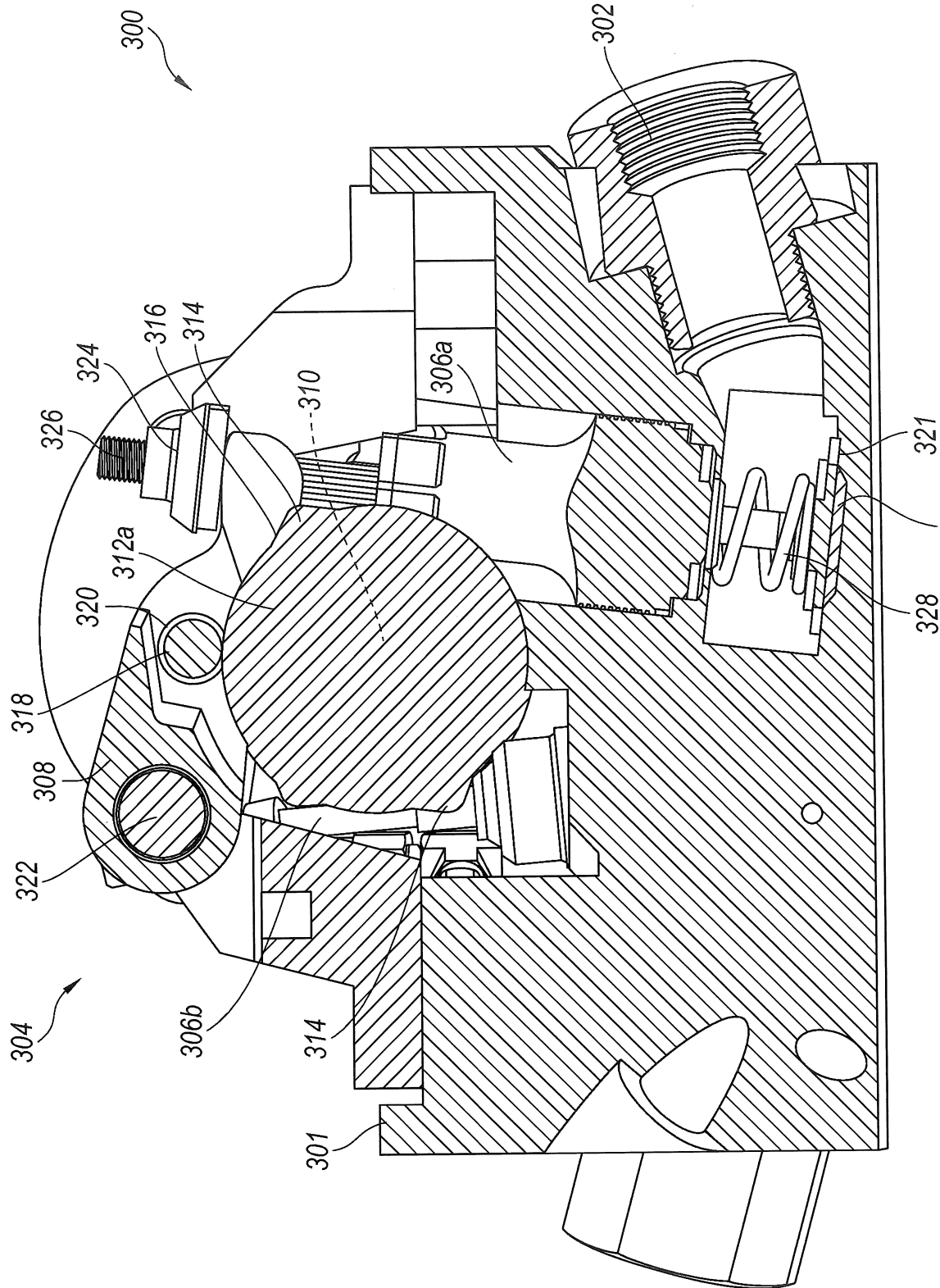


Fig. 33