

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 004 758**

51 Int. Cl.:

<b>C02F 1/04</b>	(2013.01)
<b>C02F 1/08</b>	(2013.01)
<b>C02F 101/32</b>	(2006.01)
<b>B01D 1/06</b>	(2006.01)
<b>B01D 3/00</b>	(2006.01)
<b>B01D 3/10</b>	(2006.01)
<b>B01D 17/02</b>	(2006.01)
<b>B01D 17/04</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.02.2022** **E 22158336 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2024** **EP 4049737**

54 Título: **Aparato para la concentración de aguas residuales**

30 Prioridad:

**26.02.2021 IT 202100004514**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**13.03.2025**

73 Titular/es:

**KAESER COMPRESSORI SRL (100.00%)**  
**Via del Fresatore, 5 Zona Ind. Roveri**  
**40138 Bologna (BO), IT**

72 Inventor/es:

**MICAGLIO, GIOVANNI y**  
**MERIGHI, ROBERTO**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 3 004 758 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Aparato para la concentración de aguas residuales

5 Campo de la invención

La invención se dirige a un aparato para la concentración de aguas residuales que contienen sustancias aceitosas mediante recuperación de calor a temperatura media. La invención se dirige además a un sistema que comprende al menos un compresor y el aparato anteriormente definido para la concentración de aguas residuales.

10

Antecedentes de la invención

Los compresores de tornillo y de pistón para aire comprimido (pero también otros tipos de maquinaria como los motores marinos) tienen el problema de producir grandes cantidades de residuos líquidos en solución/ suspensión acuosa que son muy contaminantes y, si se eliminan, se clasifican como residuos especiales. Los principales contaminantes presentes en estas aguas residuales son sustancias aceitosas, por ejemplo el aceite lubricante utilizado en compresores u otras máquinas. Por lo tanto, es necesario tratar estas aguas residuales para separar las sustancias aceitosas del agua.

15

20

La solución común actualmente en el mercado, utilizada para separar el agua de las sustancias aceitosas, es el uso de filtros de coalescencia, que sin embargo presentan varios problemas (suciedad, fiabilidad, filtración degresiva, límite de concentración, necesidad de mantenimiento periódico, costes de sustitución, etc.).

25

KR2011/0092382 divulga un separador de aceite/agua para separar el aceite contenido en el agua de condensación de un compresor. El separador utiliza una lámpara de infrarrojos para calentar y evaporar el agua de forma selectiva en comparación con el aceite. Este aparato, sin embargo, tiene un elevado consumo de energía, ya que la evaporación del agua utiliza electricidad y, en consecuencia, tiene un coste de funcionamiento importante

30

El documento US 2009/050467 divulga un aparato para concentrar aguas residuales en el que las aguas residuales se introducen en la camisa de un intercambiador de calor de vigas. El agua evaporada se comprime y se utiliza en los tubos del intercambiador de calor. El aparato consta de un depósito externo en el que se separan el aceite y el agua.

35

El documento EE.UU. 7.422.663 divulga un conjunto compacto de evaporadores verticales de película ascendente en un proceso multiefecto evacuado para la desalinización de agua de mar utilizando el calor residual de máquinas térmicas.

40

Por lo tanto, se necesita un nuevo aparato para la concentración de aguas residuales que contengan material aceitoso que sea eficaz y presente bajos costes de funcionamiento.

45

Breve descripción de la invención

La invención se dirige a un aparato para la concentración de aguas residuales que contienen sustancias aceitosas, el aparato comprende: un intercambiador de calor de cubierta y tubos, situado verticalmente a lo largo del perímetro interno del aparato; un tanque situado en el interior del intercambiador de calor, en el que se almacena el agua residual; una tubería de entrada, para la entrada del agua residual, que alimenta un sistema mecánico que permite la percolación del agua residual a lo largo de una pared interna del depósito; una tubería que conecta el fondo del depósito con la aspiración de una primera bomba; una tubería que conecta el mandato de la primera bomba con una placa de distribución de un intercambiador de calor; una tubería que conecta el fondo del intercambiador de calor, donde se acumula el agua concentrada percolada en las tuberías, con la aspiración de una segunda bomba; una tubería que conecta el mandato de la segunda bomba con el grueso del tanque; una tubería de salida conectada a un ventilador, preferiblemente centrífugo, que extrae vapor hacia una salida desde la cabeza del intercambiador de calor; un sistema de recolección y descarga del vapor condensado; un sistema que mantiene el nivel del tanque, sistema que está conectado a una tubería de recolección (502) que conduce el líquido extraído a un recipiente colector o a un sistema de eliminación.

50

55

La invención también se dirige a un proceso para recuperar aceite de las aguas residuales de al menos un aparato enfriado por agua, cuyo proceso comprende: recoger las aguas residuales del al menos un aparato enfriado por agua; enviar las aguas residuales recogidas al aparato definido anteriormente; recuperar aceite concentrado que no contenga más de un 10% de agua en la tubería de salida.

60

La invención se dirige además a un sistema que comprende: al menos un aparato refrigerado por agua; un aparato para la concentración de aguas residuales como se ha definido anteriormente; en donde una salida de agua de refrigeración del al menos un aparato refrigerado por agua está conectada con la entrada de agua de calefacción en el intercambiador de calor del aparato para la concentración de aguas residuales.

65

Breve descripción de los dibujos

- La figura 1 es una vista lateral en sección a lo largo del plano H de un modo de realización de la invención.
- La figura 2 es una vista superior en sección a lo largo del plano C del aparato de la figura 1.
- 5     • La figura 3 es un detalle de la figura 1, en donde se muestra el perfil superior de los tubos del intercambiador de calor.
- La figura 4 es una vista en sección transversal a lo largo del plano J de la parte superior derecha del aparato que muestra el dispositivo "tapón" montado a la salida del tubo de alimentación del intercambiador de calor.
- La figura 5 es una vista lateral en sección a lo largo del plano E del aparato.
- 10    • La figura 6 es una vista en sección de un aparato según la invención de sección circular.
- La figura 7 es un esquema del sistema según la invención que comprende tres compresores y un aparato para la concentración de aguas residuales.

Descripción detallada de la invención

15     La invención se dirige a un aparato para la concentración de agua que contiene sustancias aceitosas, aparato que utiliza la recuperación de calor de la maquinaria/aparato del que procede el agua residual. Las aguas residuales de un compresor tienen un contenido de aceite lubricante que oscila entre aproximadamente el 1 % en peso y aproximadamente el 5 % en peso, dependiendo del tipo de compresor y de las condiciones de funcionamiento. El aparato de la presente invención permite recuperar aceite altamente concentrado de las aguas residuales sin consumo de energía, ya que la evaporación del agua se realiza recuperando el calor generado por una maquinaria refrigerada por agua, por ejemplo, un compresor refrigerado por agua.

20     La figura 1 muestra una vista lateral en sección de un aparato 100 según la invención. Las aguas residuales se envían al depósito central 101, rodeado por el intercambiador 102, a través del tubo de entrada superior 103. El caudal de entrada (que también puede ser discontinuo) se percola en la pared interior del depósito mediante un sistema mecánico 104. En una realización preferida, el sistema mecánico 104 consiste en una cámara de expansión para expandir el líquido que llega bajo presión, disminuye la velocidad del líquido y evita que el líquido ya presente en el tanque sufra perturbaciones que puedan comprometer el proceso de estratificación. En una realización preferida, el sistema mecánico 104 consiste en un pequeño depósito de compensación para ralentizar el flujo entrante, y una rendija que permite que el líquido fluya a lo largo de la pared interior del depósito. El tamaño de la rendija depende del caudal de agua residual que se introduce en el aparato. Cuanto mayor es el caudal, mayor es el área de la sección de rendija que permite que el líquido llegue al depósito central. En una realización preferida, para un aparato que recibe de unos 10 a unos 30 L/h de aguas residuales, la tubería de entrada 103 tiene preferiblemente un diámetro de 0,75" (19 mm) a 2" (51 mm), y la rendija tendrá un tamaño de 2 a 5 veces el diámetro de la tubería de entrada.

35     En el tanque 101, el agua tiende a depositarse en el fondo del tanque, mientras que el aceite, al tener menor densidad, tiende a separarse y formar una capa sobre el agua. La primera bomba 105 extrae agua con bajo contenido en aceite del fondo del depósito y la envía a la placa de distribución 106 del intercambiador de calor 102. En las tuberías 107 el agua se evapora parcialmente y la mezcla residual agua/aceite se recoge en el depósito 115 formado en la parte inferior del intercambiador de calor. En este depósito 115 está presente preferentemente una sonda de nivel conductimétrica. La segunda bomba 210 se activa y desactiva en función del nivel del depósito 115. Cuando el nivel alcanza un máximo establecido, la bomba 201 se enciende, y cuando alcanza un mínimo establecido la pompa se apaga.

40     La figura 2 es una vista superior en sección a lo largo del plano C del aparato de la figura 1. La figura muestra la primera bomba 105, la segunda bomba 201, el intercambiador de calor 202, la tubería 109 y la tubería de recolección 502.

45     La figura 3 es un detalle de la figura 1, en el que se muestra el perfil superior de los tubos del intercambiador de calor. En esta figura puede verse mejor la placa de distribución 106 y los tubos 107 que sobresalen de la placa, así como la ranura 108, preferiblemente en forma de V.

50     La figura 4 es una vista en sección transversal a lo largo del plano J de la parte superior derecha del aparato. La figura muestra el dispositivo "tapón" 401 montado a la salida del tubo de alimentación del intercambiador de calor 114.

55     La figura 5 es una vista lateral en sección a lo largo del plano E del aparato. Las figuras muestran el vertedero 501 y la tubería de salida 502, conectados al vertedero por la tubería de recolección 202 (no mostrada).

60     La figura 6 es una vista lateral en sección de un aparato según la invención, de sección circular. Una sección circular es ventajosa porque permite un mejor flujo en la camisa del intercambiador de calor, es más fácil y barata de realizar y permite el uso de transportadores de flujo helicoidal. Este transportador permite un calentamiento óptimo de todas las tuberías del intercambiador y es especialmente útil cuando la temperatura del agua es

moderada. El flujo helicoidal puede derivarse de la posición de los conjuntos 605 que están a diferente nivel a la izquierda y a la derecha del intercambiador de calor. Además, en la figura 6 se presenta una característica opcional del aparato según la invención, es decir, una válvula de tres vías 601.

5 La figura 7 es un esquema del sistema según la invención que comprende tres compresores y un aparato para la concentración de aguas residuales. El aparato 100 recibe las aguas residuales de los compresores 701, 702 y 703 a través de las tuberías 711, 712 y 713 que se unen en la tubería 715 en donde, antes de la entrada en el tanque, está presente una válvula de tres vías opcional 718. El intercambiador de calor del aparato 100 se alimenta del agua que sale del compresor 701 y vuelve al circuito de refrigeración del compresor 701 a través de la tubería 730.

10 En el aparato según la invención, la posición central del depósito permite mantener caliente el agua residual, evitando dispersiones de calor. El intercambiador de calor 102 situado alrededor del depósito central 101 es preferiblemente un intercambiador de calor de carcasa y tubos de película fina. Una bomba 105, alimentada por una tubería de aspiración 118 situada en el fondo del depósito central 101, envía el agua más limpia presente en el fondo del depósito 101 a través de la tubería 114 a la placa de distribución 106 situada en la cabeza hacia el intercambiador de carcasa y tubos 102 montado verticalmente.

15 Preferentemente, el depósito 101 comprende una sonda de nivel conductimétrica y un sistema de regulación conectado a ella. Dado que el aceite tiene una conductividad baja, la sonda mide el nivel de agua dentro del depósito central 101. Si el nivel es demasiado bajo, el sistema de regulación detiene la primera bomba 105, evitando que, por evaporación en el intercambiador de calor, siga disminuyendo la cantidad de agua en el depósito. Si el nivel es demasiado alto, el sistema de regulación reacciona, por ejemplo, cerrando la válvula 602 mostrada en la figura 6, situada en la tubería 103 que alimenta de aguas residuales al depósito 101. Esta válvula evita la entrada de aguas residuales al tanque cuando el nivel de agua dentro del tanque 101 está por encima de un nivel máximo. No obstante, la presencia de la válvula de tres vías es opcional. Alternativamente, en caso de un nivel demasiado alto de agua en el depósito 101, es posible calentar el agua que entra en el intercambiador de calor. De este modo, es posible aumentar el intercambio de calor y reducir el nivel de agua en el depósito.

20 El nivel de agua en el depósito 101 se mantiene preferiblemente en un intervalo correcto, por ejemplo, entre el 20% y el 80%, preferiblemente entre el 30% y el 70% del nivel máximo del depósito, por ejemplo, el nivel definido por el sistema de regulación del nivel, por ejemplo, el vertedero 501. Si el nivel es demasiado bajo, existe el riesgo de que el agua bombeada desde la primera bomba 105 contenga una cantidad demasiado alta de aceite, si la cantidad es demasiado alta, el aceite recuperado de la tubería de salida 502 contiene una cantidad demasiado alta de agua.

25 En una realización preferida, se utiliza un sistema de "tapón" 401, estudiado a propósito y montado a la salida del tubo 114 que alimenta la placa de distribución del intercambiador de calor, que permite que el fluido se reparta uniformemente a lo largo de toda la superficie superior de la placa 106 alimentando de la misma manera cada uno de los tubos 107.

30 Los tubos 107 sobresalen de la placa una altura que puede variar entre 1 cm y 5 cm aproximadamente, preferentemente entre 2 cm y 3 cm aproximadamente. Así, durante el funcionamiento, se forma una capa de líquido sobre la placa 106 aproximadamente igual a la altura de la bisagra de los tubos 107 sobre la placa. Preferiblemente, cada tubo individual 107 también presenta ranuras en "V" 108 en el extremo superior; estas ranuras permiten que el líquido entre gradualmente y de forma distribuida en el tubo, creando una película de líquido en la superficie interior del tubo. El líquido fluye a lo largo de la pared interior de los tubos permitiendo que el vapor formado ascienda. El líquido caliente se acumula en la parte inferior del intercambiador. Una segunda bomba 201 envía el líquido concentrado al depósito central a través del tubo 109 hasta una altura en la que la concentración de aceite en el líquido del depósito es similar a la concentración de aceite en el líquido del tubo 109. En una realización preferida, el tubo 109 entra en el depósito a una altura comprendida entre  $\frac{1}{2}$  y  $\frac{3}{4}$  de la altura total del líquido en el depósito. El funcionamiento de la bomba 201, en una realización preferida, es discontinuo y la bomba se activa cuando el nivel de líquido en el fondo del intercambiador alcanza un valor predeterminado. Esta operación también se calibra para no perturbar ni mezclar la superficie del líquido. Por lo tanto, ambas bombas (de baja potencia) están controladas por una lógica de nivel y, por lo tanto, tienen un funcionamiento discontinuo y una absorción a lo largo del tiempo.

35 En una realización preferida, el agua de calefacción entra en la camisa del intercambiador de calor 102 por la parte inferior y sale por la parte superior, por lo que tiene un recorrido inverso al del agua residual que entra por la parte superior y desciende por gravedad hacia abajo. Así, en una realización preferida, el intercambiador de calor funciona a contracorriente. Para aumentar la eficacia (especialmente a bajas temperaturas), es preferible colocar una serie de tabiques intermedios entre la entrada y la salida, haciendo que el paso del agua sea obligatorio y por capas para solapar y calentar todos los tubos por igual. La gran superficie de intercambio de calor permite que el equipo funcione bien incluso con agua de recuperación a bajas temperaturas (60-70 °C) que proceden, por ejemplo, del retorno de la condensación de vapor, refrigeración de motores y compresores, recuperación de calor de proceso, etc.

5 A continuación, el agua evaporada en los tubos 107 se descarga en forma de vapor o de líquido condensado. El vapor asciende y se condensa parcialmente en la cúpula del aparato, cuya superficie exterior está en contacto con el aire exterior, a temperatura ambiente. El agua condensada en la cúpula o en el tubo de salida 110 se recoge en la superficie 111. Un ventilador, preferentemente centrífugo, situado en el tubo de salida 110 del aparato elimina el vapor húmedo presente en la parte superior del aparato creando una ligera depresión. El aparato según la invención también proporciona un sistema para recoger y descargar el condensado. En una realización preferida, el agua que se condensa en la parte superior del aparato se recoge a través de un embudo 112 que transporta el condensado al tubo 113. El agua así recolectada puede verse al alcantarillado o a las aguas superficiales con un grado de pureza acorde con los parámetros ARPA establecidos por la ley.

10 El nivel del depósito se mantiene constante mediante un sistema de ajuste del nivel del depósito. Una forma sencilla y eficaz de ajustar el nivel del depósito es mediante un vertedero 501 colocado en la pared de la parte superior del depósito. Para reducir al mínimo las posibles perturbaciones en la composición del líquido que sale del depósito, el sistema de regulación del nivel se colocará preferentemente en posición distal con respecto a la entrada 104 de aguas residuales. El vertedero 501 está conectado a un tubo de recogida 202 que lleva el líquido recogido a un contenedor de recogida o a un sistema de almacenamiento y eliminación a través del tubo de salida 502. El líquido recogido incluirá preferiblemente al menos un 90 % en peso de aceite lubricante, preferiblemente al menos un 95 % en peso de aceite lubricante.

20 En cuanto a las dimensiones del aparato, las figuras muestran las medidas de un aparato con un volumen útil del depósito central 101 de aproximadamente  $0,50 \text{ m}^3$ , es decir, el depósito en funcionamiento contiene aproximadamente  $0,50 \text{ m}^3$  de líquido. Esta dimensión es adecuada para tratar unos 10-30 l/h de aguas residuales. No obstante, es evidente que para caudales mayores o menores es posible adaptar las dimensiones del aparato en consecuencia. En general, el depósito del aparato puede tener preferentemente un volumen comprendido entre  $0,20 \text{ m}^3$  to  $2,00 \text{ m}^3$ . Para un funcionamiento óptimo, el volumen del aparato debe corresponder a un tiempo de residencia en el aparato de unas 5 horas a unas 50 horas, preferentemente de unas 8 horas a unas 25 horas. Un tiempo de residencia más corto impide una buena estratificación del agua y, por tanto, da lugar a un residuo aceitoso que contiene mayores cantidades de agua, mientras que un tiempo de residencia más elevado da lugar a costes de inversión innecesariamente altos.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (100) para la concentración de aguas residuales que contienen sustancias aceitosas, que comprende:
- 5
- a. un intercambiador de calor de cubierta y tubos (102), colocado verticalmente a lo largo del perímetro interno del aparato;
  - b. un depósito (101) situado en el interior del intercambiador de calor de cubierta y tubos (102), en el que se almacenan las aguas residuales;
  - 10 c. una tubería de entrada (103), para la entrada de las aguas residuales, que alimenta un sistema mecánico (104), que permite la percolación de las aguas residuales a lo largo de una pared interna del depósito (101);
  - d. una bomba (105) y una segunda bomba (201);
  - e. una tubería (118) que conecta el fondo del depósito (101) a la aspiración de una bomba (105);
  - 15 f. una tubería (114) que conecta el mandato de la bomba (105) a una placa de distribución (106) del intercambiador de calor (102);
  - g. una tubería (116) que conecta un fondo (115) del intercambiador de calor (102) donde se acumula el agua concentrada que se filtra en las tuberías (107) del intercambiador de calor de carcasa y tubos, con la aspiración de una segunda bomba (201);
  - 20 h. una tubería (109) que conecta un mandato de la bomba (201) con la masa del depósito (102);
  - i. un ventilador, preferentemente un ventilador centrífugo;
  - j. una tubería de salida (110) conectado al ventilador, que aspira los vapores hacia la salida (110) desde una cabeza del intercambiador de calor (102);
  - 25 k. un sistema de recolección y descarga de los vapores condensados que se condensan en la cúpula del aparato, cuya superficie exterior está configurada para estar en contacto con el aire exterior, a temperatura ambiente;
  - l. un sistema que mantiene un nivel en el depósito, sistema que está conectado a una tubería de salida (502) por una tubería de recolección (202).
- 30 2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las tuberías (107) del intercambiador de calor de carcasa y tubos (102) sobresalen de la placa (106) una altura comprendida entre 1 cm y 5 cm.
3. El aparato de acuerdo con las reivindicaciones 1-2, en donde cada tubería (107) presenta una ranura (108), preferiblemente en forma de V, en el borde superior, cuya ranura permite que el líquido entre gradualmente y de forma distribuida en la tubería (107).
- 35 4. El aparato de acuerdo con las reivindicaciones 1-3, en donde la tubería (114) presenta en la parte superior un sistema de copa (106) cuyo sistema distribuye el líquido homogéneamente en la placa de distribución (106).
- 40 5. El aparato según las reivindicaciones 1-4, en el que el sistema que mantiene un nivel en el depósito es un vertedero (501).
6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el vertedero (501) está colocado en posición distal con respecto a la tubería de entrada (103).
- 45 7. El aparato de acuerdo con las reivindicaciones 1-6, en donde el agua de calefacción entra en el intercambiador de calor por la parte inferior y sale por la parte superior.
8. El aparato de acuerdo con las reivindicaciones 1-7, en donde la longitud de la tubería (109) es tal que el líquido recogido en el fondo del intercambiador de calor (102) entra en el depósito (101) a una altura que varía de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  de la altura del líquido en el depósito (101).
- 50 9. El aparato de acuerdo con las reivindicaciones 1-8, en el que el volumen total del depósito (101) varía entre  $0,20\text{m}^3$  y  $2,00\text{m}^3$ .
- 55 10. Un proceso para recuperar aceite de las aguas residuales de al menos un aparato refrigerado por agua, dicho proceso comprende:
- a. recolectar las aguas residuales del al menos un aparato refrigerado por agua;
  - 60 b. enviar las aguas residuales recogidas al aparato de las reivindicaciones 1-9;
  - c. recuperar el aceite concentrado que no contenga más de un 10% de agua en la tubería de salida (502).
11. Un sistema que comprende:
- 65
- a. al menos un aparato refrigerado por agua;
  - b. un aparato (100) para la concentración de aguas residuales según las reivindicaciones 1-10; en donde

una salida de agua de refrigeración del al menos un aparato refrigerado por agua está conectada con la entrada de agua de calefacción en el intercambiador de calor del aparato para la concentración de aguas residuales.

- 5 12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el agua está configurada para salir del al menos un aparato refrigerado por agua a una temperatura comprendida entre 60 y 80°C.

DIBUJOS

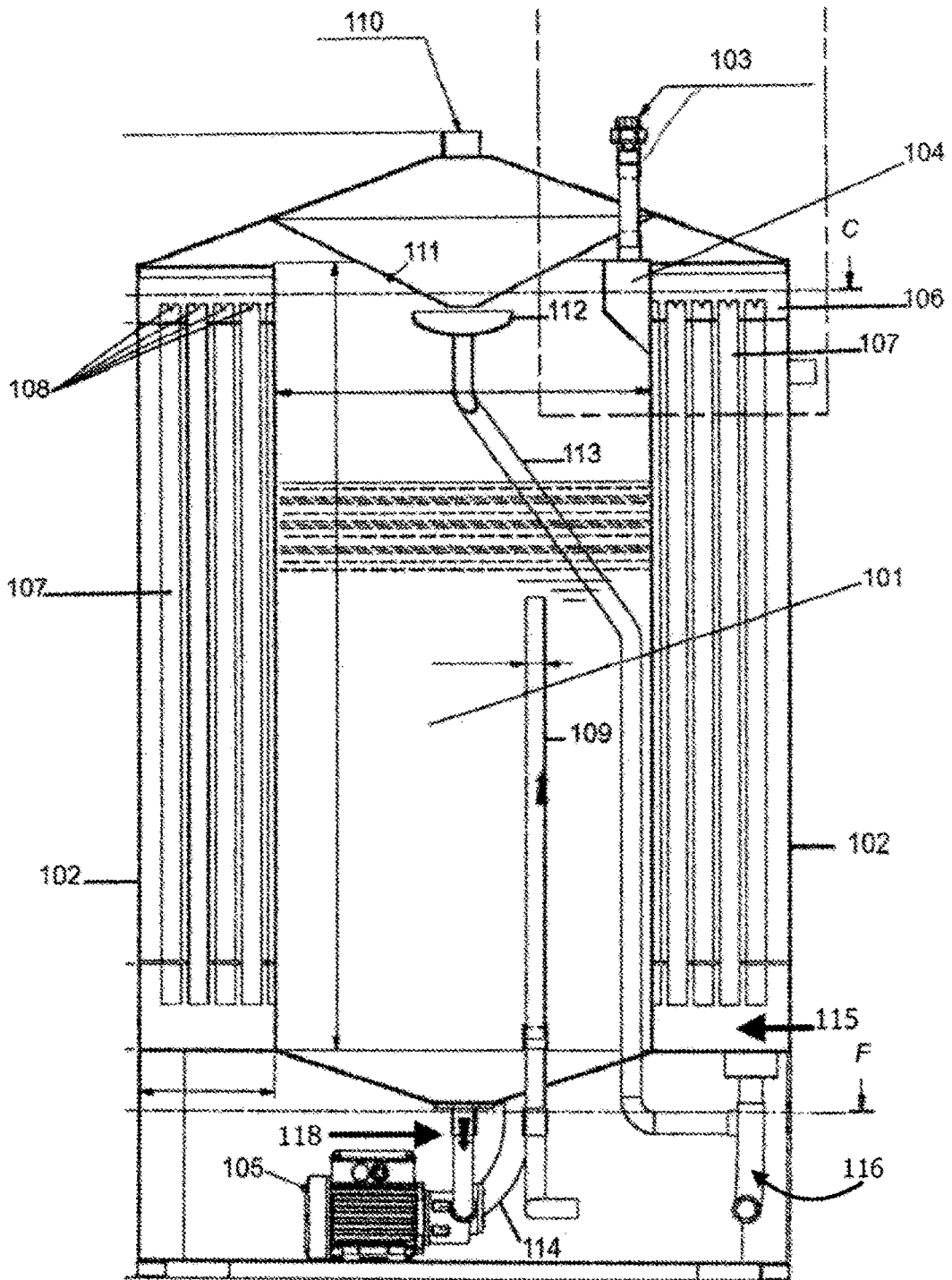
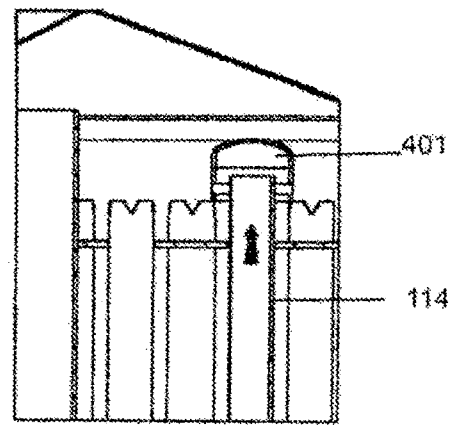
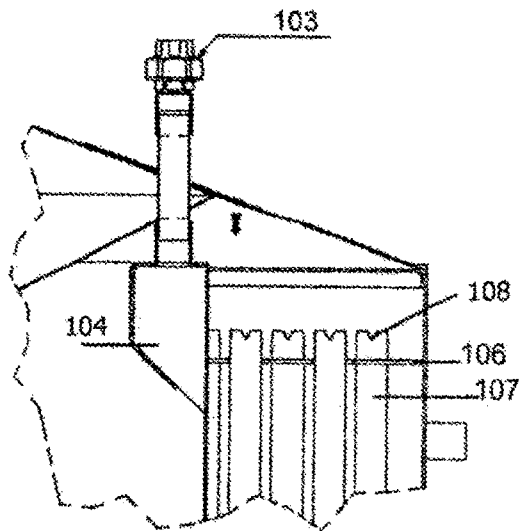
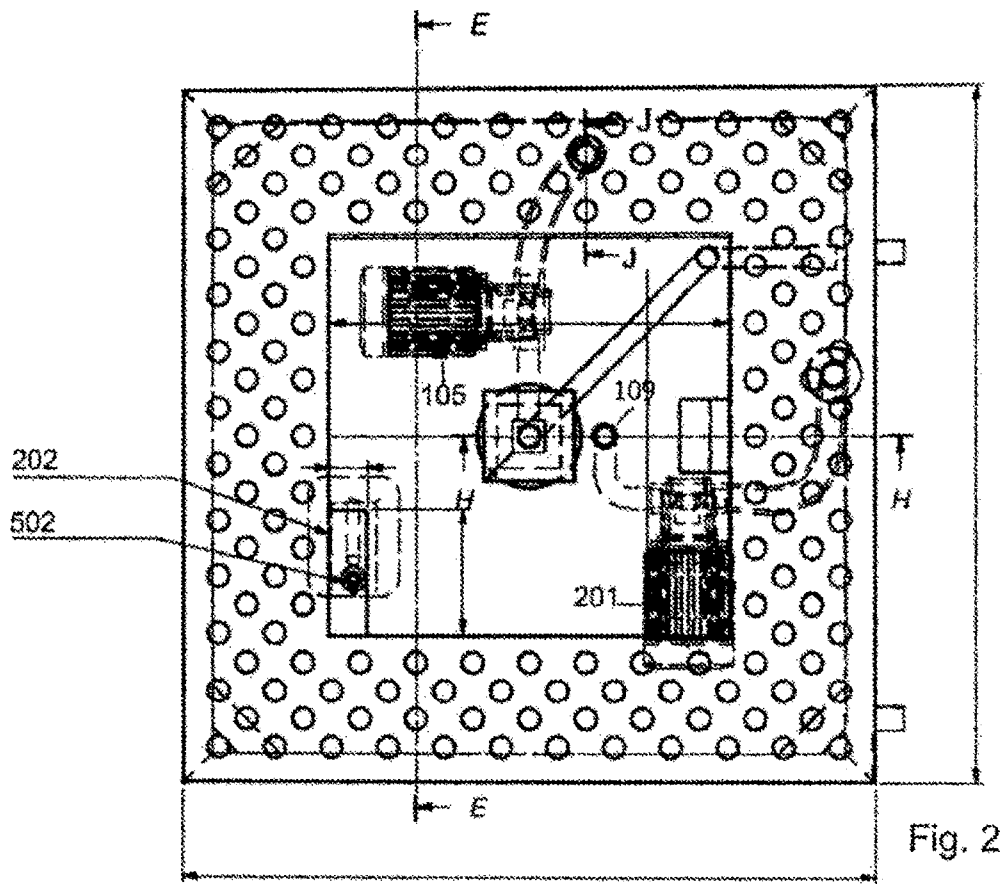


Fig. 1



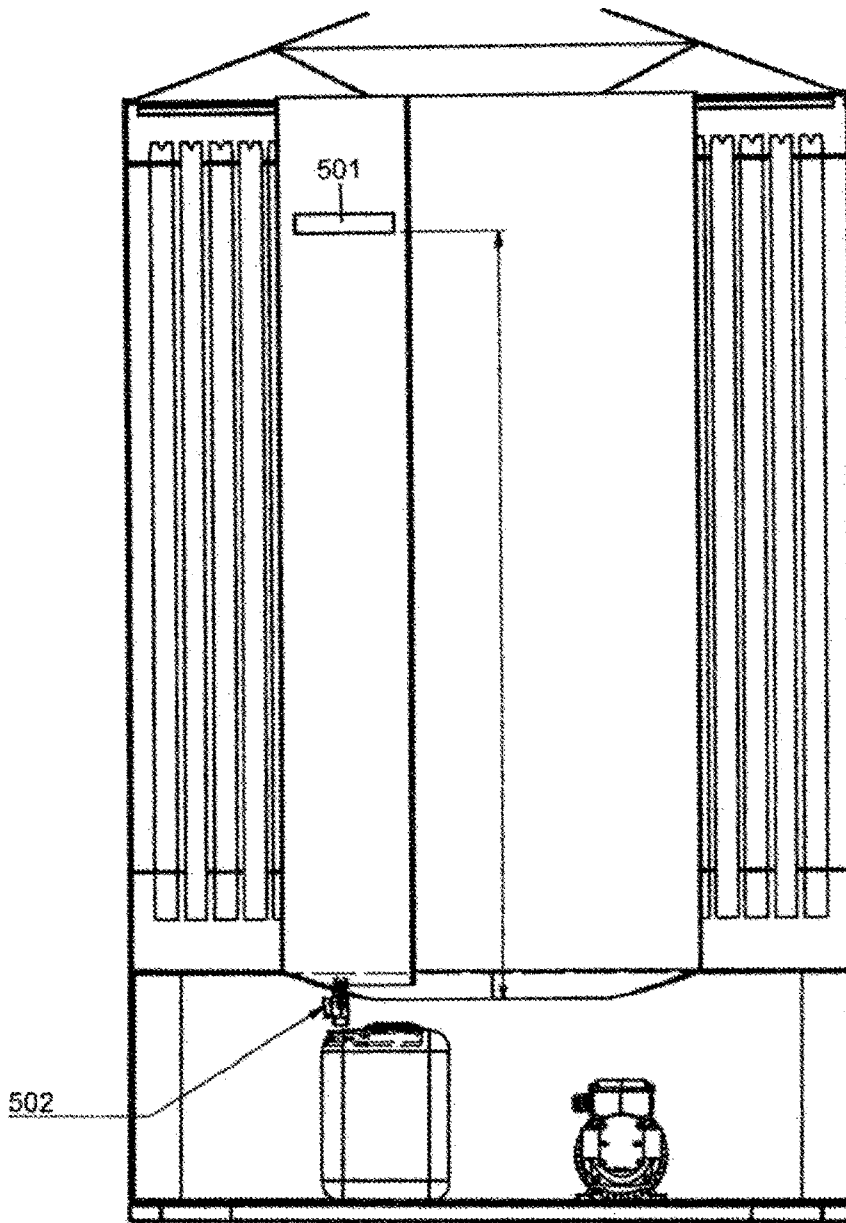


Fig. 5

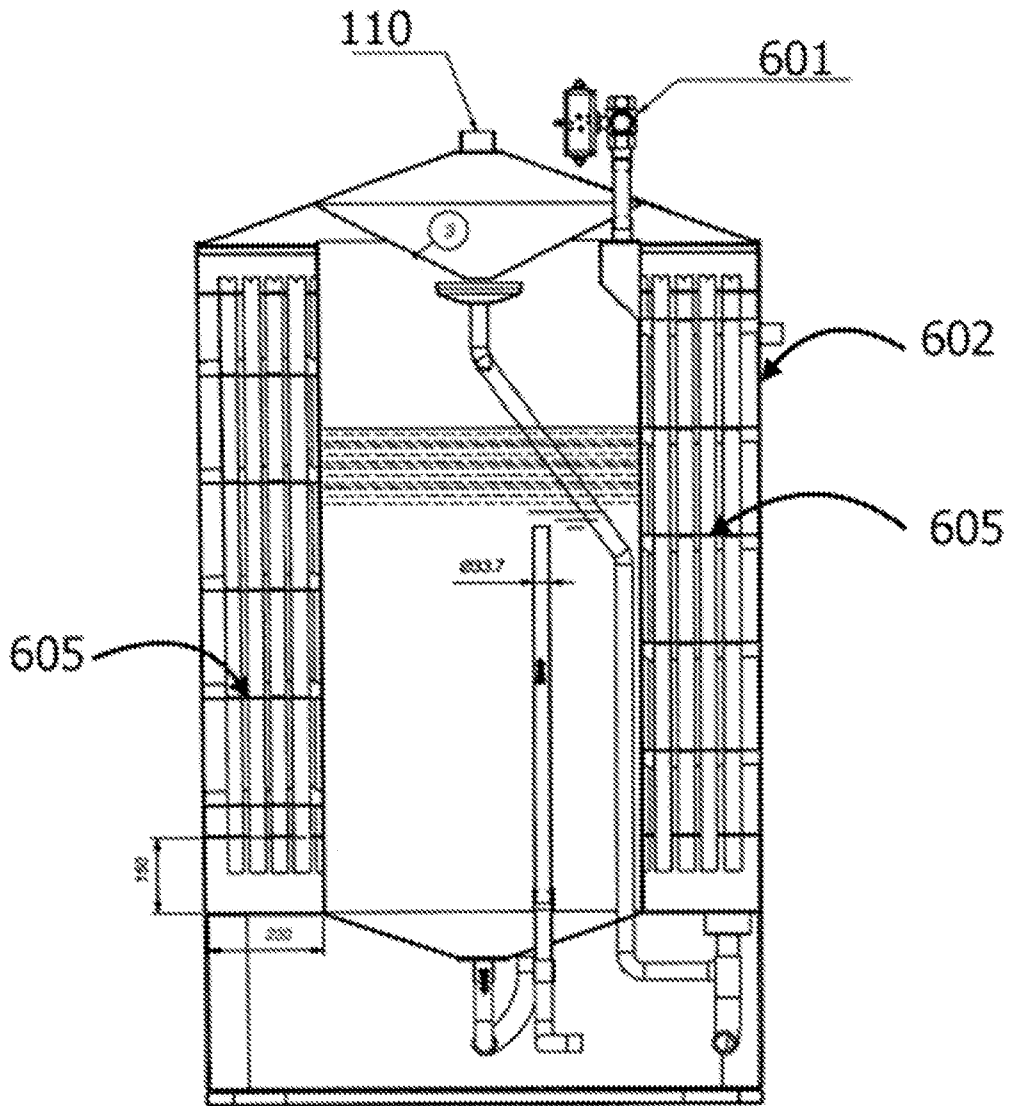


Fig. 6

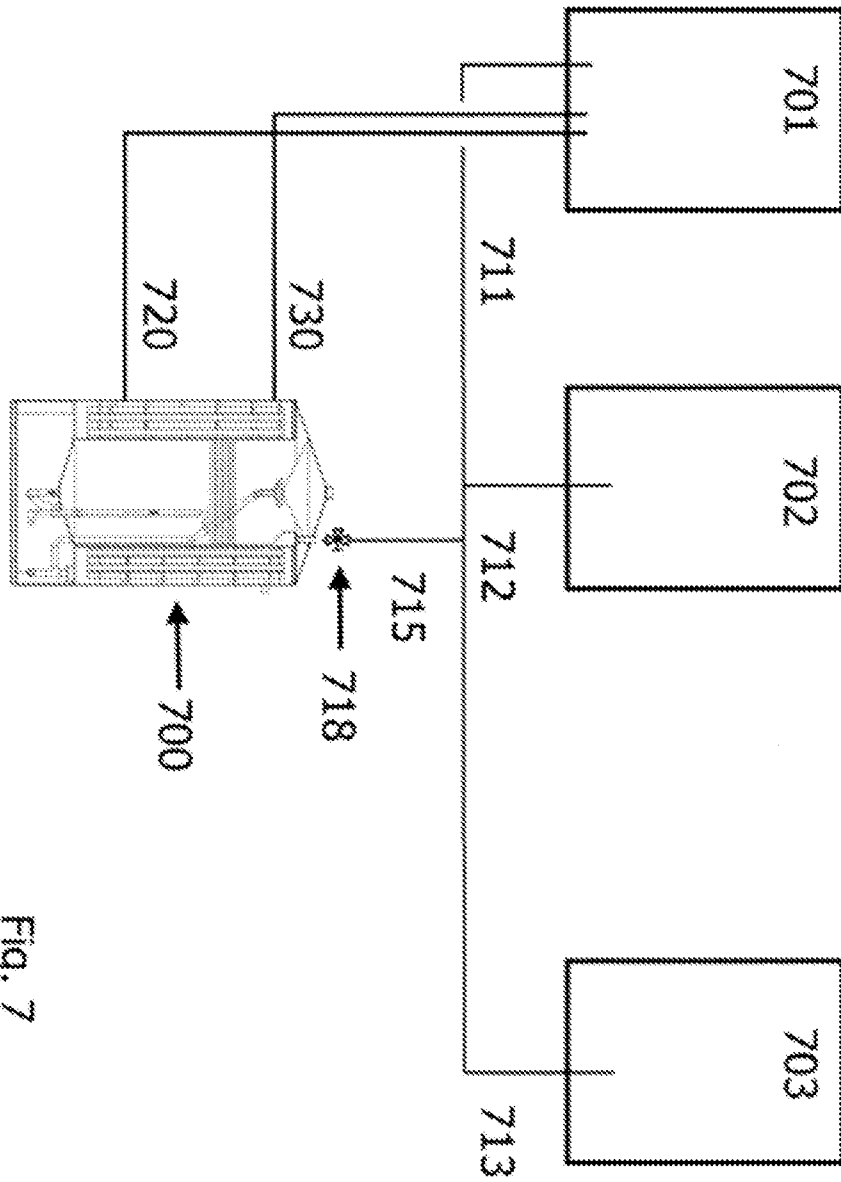


Fig. 7