

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 164**

51 Int. Cl.:

F25B 5/02 (2006.01)

F25B 6/02 (2006.01)

F25B 9/08 (2006.01)

F25B 49/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.10.2016 PCT/EP2016/074774**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.04.2017 WO17067863**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2016 E 16781480 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019 EP 3365620**

54 Título: **Un procedimiento de control der un sistema de compresión de vapor en un estado inundado**

30 Prioridad:

20.10.2015 DK 201500646

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

19.03.2020

73 Titular/es:

**DANFOSS A/S (100.0%)
Nordborgvej 81
6430 Nordborg, DK**

72 Inventor/es:

**PRINS, JAN;
SCHMIDT, FREDE;
MADSEN, KENNETH, BANK y
FREDSLUND, KRISTIAN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 749 164 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

Un procedimiento de control de un sistema de compresión de vapor en un estado inundado

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para controlar un sistema de compresión de vapor que comprende al menos un evaporador que funciona en un estado inundado. El procedimiento de la invención asegura que el sistema de compresión de vapor funcione de manera energéticamente eficiente, sin el riesgo de que el refrigerante líquido llegue al compresor.

Antecedentes de la invención

10 En un sistema de compresión de vapor, tal como un sistema de refrigeración, un sistema de aire acondicionado, una bomba de calor, etc., un medio fluido, tal como un refrigerante, es comprimido alternativamente por medio de uno o más compresores y expandido por medio de uno o más dispositivos de expansión, y el intercambio de calor entre el medio fluido y el ambiente tiene lugar en uno o más intercambiadores de calor por rechazo de calor, por ejemplo, en forma de condensadores o enfriadores de gas, y en uno o más intercambiadores de calor por absorción del calor, por ejemplo, en forma de evaporadores.

15 Cuando el refrigerante pasa a través de un evaporador dispuesto en un sistema de compresión de vapor, el refrigerante se evapora al menos parcialmente mientras se produce un intercambio de calor con el ambiente o con un flujo de fluido secundario que atraviesa el evaporador, de tal manera que el calor es absorbido por el refrigerante que pasa a través del evaporador. La transferencia de calor entre el refrigerante y el ambiente o el flujo de fluido secundario es más eficiente a lo largo de la parte del evaporador que contiene el refrigerante líquido. En consecuencia, es deseable operar el sistema de compresión de vapor de tal manera que el refrigerante líquido esté presente en la mayor parte posible del evaporador, de preferencia a lo largo de la totalidad del evaporador.

20 Sin embargo, si el refrigerante líquido llega a la unidad compresora, existe el riesgo de que el uno o más compresores de la unidad compresora queden dañados. Para evitar esto, es necesario operar el sistema de compresión de vapor de tal manera que no se permita que el refrigerante líquido pase a través del evaporador, o bien asegurarse de que cualquier refrigerante líquido que pase a través del evaporador sea eliminado de la línea de succión y, por lo tanto, se impida que llegue a la unidad compresora.

25 El documento WO 2012/168544 A1 desvela un circuito de refrigeración de evaporadores múltiples que comprende al menos un compresor, un condensador o enfriador de gas, una primera válvula de estrangulamiento, un separador de líquido/vapor, una válvula limitadora de presión, un dispositivo sensor de nivel de líquido, al menos un evaporador y un receptor de succión. En el circuito de refrigeración se incluye al menos un eyector que comprende una boca de succión en paralelo con la primera válvula de estrangulamiento. El sistema de refrigeración está adaptado para conducir un líquido frío desde el receptor de succión hasta la boca de succión del eyector. Se puede abrir una primera válvula de control en la línea que va desde el receptor de succión hasta la boca de succión del eyector, basándose en una señal de nivel máximo generada por el dispositivo sensor de nivel de líquido, siempre que el nivel de refrigerante líquido en el receptor de succión esté por encima de un nivel máximo prefijado.

Descripción de la invención

Es un objeto de las realizaciones de la invención proporcionar un procedimiento para controlar un sistema de compresión de vapor de una manera energéticamente eficiente, sin arriesgarse a que el refrigerante líquido llegue a la unidad compresora.

40 La invención proporciona un procedimiento para controlar un sistema de compresión de vapor, comprendiendo el sistema de compresión de vapor una unidad compresora, un intercambiador de calor por rechazo de calor, un eyector, un receptor, al menos un dispositivo de expansión y al menos un evaporador dispuestos en una trayectoria de refrigerante, comprendiendo adicionalmente el sistema de compresión de vapor un dispositivo de separación de líquido dispuesto en una línea de succión del sistema de compresión de vapor, comprendiendo el dispositivo de separación de líquido una salida de gas conectada a la entrada de la unidad compresora y una salida de líquido conectada a una entrada secundaria del eyector, comprendiendo el procedimiento las etapas de:

- permitir que al menos un evaporador funcione en un estado inundado,
- detectar un caudal de flujo de refrigerante desde el dispositivo de separación de líquido hasta la entrada secundaria del eyector, y determinar si el caudal es suficiente o no para eliminar del dispositivo de separación de líquido el refrigerante líquido producido por el uno o más evaporadores que pueden funcionar en un estado inundado, y
- en el caso de que se determine que el caudal del refrigerante desde el dispositivo de separación de líquido hasta la entrada secundaria del eyector es insuficiente para eliminar del dispositivo de separación de líquido el refrigerante líquido producido por el uno o más evaporadores a los que se permite funcionar en un estado

inundado, aumentar el caudal del refrigerante desde el dispositivo de separación de líquido hasta la entrada secundaria del eyector, y/o disminuir el caudal de refrigerante líquido desde el uno o más evaporadores hasta el dispositivo de separación de líquido.

5 El procedimiento de acuerdo con la invención sirve para controlar un sistema de compresión de vapor. En el presente contexto, debe interpretarse que la expresión “sistema de compresión de vapor” significa cualquier sistema en el que un flujo de un medio fluido, tal como un refrigerante, circula y es alternativamente comprimido y expandido, proporcionando así ya sea la refrigeración o el calentamiento de un volumen. Por lo tanto, el sistema de compresión de vapor puede ser un sistema de refrigeración, un sistema de aire acondicionado, una bomba de calor, etc.

10 El sistema de compresión de vapor comprende una unidad compresora que comprende uno o más compresores, un intercambiador de calor por rechazo de calor, un eyector, un receptor, al menos un dispositivo de expansión y al menos un evaporador dispuestos en una trayectoria de refrigerante. Cada dispositivo de expansión está dispuesto para suministrar refrigerante a un evaporador. El intercambiador de calor por rechazo de calor podría tener, por ejemplo, la forma de un condensador en el que el refrigerante se condensa al menos parcialmente, o la forma de un refrigerador de gas en el que el refrigerante se enfría, pero permanece en un estado gaseoso o transcrito. Los
15 dispositivos de expansión podrían tener, por ejemplo, la forma de una o varias válvulas de expansión.

El sistema de compresión de vapor comprende adicionalmente un dispositivo de separación de líquido dispuesto en una línea de succión del sistema de compresión de vapor, es decir, en una parte de la trayectoria del refrigerante que interconecta la salida del uno o más evaporadores y la entrada de la unidad compresora. El dispositivo de separación de líquido comprende una salida de gas conectada a la entrada de la unidad compresora y una salida de líquido conectada a una entrada secundaria del eyector. Por lo tanto, el dispositivo de separación de líquido recibe refrigerante de la salida del uno o más evaporadores y separa el refrigerante recibido en una parte líquida y una parte gaseosa. La parte líquida del refrigerante es suministrada a la entrada secundaria del eyector y al menos parte de la parte gaseosa del refrigerante puede ser suministrada a la entrada de la unidad compresora. No se descarta que algo o la totalidad de la parte gaseosa del refrigerante pueda suministrarse a la entrada secundaria del eyector,
20 junto con la parte líquida del refrigerante. Sin embargo, la parte líquida del refrigerante no es suministrada a la entrada de la unidad compresora. En consecuencia, el dispositivo de separación de líquido asegura que cualquier refrigerante líquido que abandone el uno o más evaporadores y penetre en la línea de succión no pueda llegar hasta la unidad compresora.

De acuerdo con el procedimiento de la invención, al menos un evaporador puede funcionar en un estado inundado.
30 En consecuencia, se permite que el refrigerante líquido pase a través de al menos uno de los evaporadores y entre en la línea de succión. Tal como se describió anteriormente, este refrigerante líquido se separa del refrigerante gaseoso en el dispositivo de separación de líquido, con el fin de evitar que llegue hasta la unidad compresora.

A continuación, se detecta el caudal de refrigerante desde el dispositivo de separación de líquido hasta la entrada secundaria del eyector y se determina si el caudal es suficiente o no para eliminar del dispositivo de separación de líquido el refrigerante líquido producido por el uno o más evaporadores a los que se permite operar en un estado inundado. Por lo tanto, puede existir un flujo de refrigerante más o menos continuo desde el dispositivo de separación de líquido hacia la entrada secundaria del eyector, es decir, el eyector puede estar operando de manera más o menos continua. Sin embargo, el caudal de este flujo de refrigerante puede ser variable.
35

Si la cantidad de refrigerante líquido que ingresa en la línea de succión, y por lo tanto en el dispositivo de separación de líquido, del uno o más evaporadores a los que se permite operar en un estado inundado, excede la cantidad de refrigerante que fluye desde el dispositivo de separación de líquido hacia la entrada secundaria del eyector, entonces se acumulará refrigerante líquido en el dispositivo de separación de líquido. Esto es aceptable por un período de tiempo limitado, pero si la situación continúa, el dispositivo de separación de líquido eventualmente se llenará de refrigerante líquido, y ya no es posible evitar que el refrigerante líquido llegue a la unidad compresora.
40 Esto no es deseable, ya que puede causar daños al uno o más compresores de la unidad compresora.

En consecuencia, en el caso de que el caudal de refrigerante, desde el dispositivo de separación de líquido hasta la entrada secundaria del eyector, sea insuficiente para eliminar del dispositivo de separación de líquido el refrigerante líquido producido por el uno o más evaporadores a los que se permite funcionar en un estado inundado, existe el riesgo de que se produzca la situación descrita anteriormente y deben tomarse medidas para evitarlo. Por lo tanto, cuando se detecta lo anterior, se aumenta el caudal de refrigerante desde el dispositivo de separación de líquido hasta la entrada secundaria del eyector y/o se reduce el caudal de refrigerante líquido desde el uno o más evaporadores hasta el dispositivo de separación de líquido. En el primer caso, se aumenta la cantidad de refrigerante que fluye desde el dispositivo de separación de líquido hacia la entrada secundaria del eyector, permitiendo así que el refrigerante líquido suministrado por el uno o más evaporadores sea eliminado del dispositivo de separación de líquido. En el último caso, se reduce la cantidad de refrigerante líquido suministrado al dispositivo de separación de líquido por el uno o más evaporadores, permitiendo así que el refrigerante líquido desde el dispositivo de separación de líquido hacia la entrada secundaria del eyector sea eliminado con el caudal actual. En cualquier caso, se evita la acumulación de refrigerante líquido en el dispositivo de separación de líquido.
50
55

Por lo tanto, cuando se controla un sistema de compresión de vapor de acuerdo con el procedimiento según la

invención, al menos algunos de los evaporadores pueden funcionar en un estado inundado, mejorando así la transferencia de calor del uno o más evaporadores, mientras se evita eficientemente que el refrigerante líquido llegue hasta los compresores de la unidad compresora.

5 La etapa de aumentar el caudal de refrigerante desde el dispositivo de separación de líquido hasta la entrada secundaria del eyector puede comprender reducir la presión que prevalece dentro del receptor. Cuando se reduce la presión que prevalece dentro del receptor se incrementa la diferencia de presión a través del eyector, es decir, la diferencia de presión entre el refrigerante que sale del intercambiador de calor por rechazo de calor y penetra en la entrada primaria del eyector y el refrigerante que sale del eyector y penetra en el receptor. Esto aumenta la capacidad del eyector para impulsar el flujo de refrigerante secundario en el eyector, es decir, el flujo de refrigerante que ingresa en el eyector a través de la entrada secundaria. De este modo, se aumenta el caudal de refrigerante desde el dispositivo de separación de líquido hasta la entrada secundaria del eyector.

La presión que prevalece dentro del receptor, por ejemplo, podría reducirse aumentando la capacidad del compresor asignada para comprimir el refrigerante recibido desde la salida de gas del receptor.

15 Alternativa o adicionalmente, la etapa de aumentar el caudal del refrigerante desde el dispositivo de separación de líquido hasta la entrada secundaria del eyector puede comprender aumentar la presión del refrigerante que sale del intercambiador de calor por rechazo de calor y penetra en una entrada primaria del eyector. El aumento de la presión del refrigerante que sale del intercambiador de calor por rechazo de calor también aumentará la diferencia de presión a través del eyector, lo que dará como resultado un aumento del flujo de refrigerante desde el dispositivo de separación de líquido hasta la entrada secundaria del eyector, tal como se describió anteriormente.

20 La presión del refrigerante que sale del intercambiador de calor por rechazo de calor podría aumentarse, por ejemplo, disminuyendo el grado de apertura de la entrada primaria del eyector. Alternativa o adicionalmente, podría aumentarse la presión del refrigerante que sale del intercambiador de calor por rechazo de calor disminuyendo el flujo secundario de fluido a través del intercambiador de calor por rechazo de calor, por ejemplo, reduciendo la velocidad de un ventilador que conduce un flujo de aire secundario a través del intercambiador de calor por rechazo de calor o ajustando una bomba que impulsa un flujo de líquido secundario a través del intercambiador de calor por rechazo de calor.

La etapa de reducir el caudal del refrigerante líquido desde el uno o más evaporadores hasta el dispositivo de separación de líquido puede comprender evitar que al menos algunos de los evaporadores funcionen en un estado inundado. Cuando al menos algunos de los evaporadores a los que previamente se permitió operar en un estado inundado ya no pueden hacerlo, es previsible que se reduzca la cantidad total de refrigerante líquido suministrado a la línea de succión y, por lo tanto, al dispositivo de separación líquido, desde el uno o más evaporadores. Por ejemplo, se puede impedir que todos los evaporadores funcionen en un estado inundado. En este caso, el refrigerante líquido ya no puede pasar a través de ninguno de los evaporadores, es decir, no ingresa refrigerante líquido en la línea de succión y, por lo tanto, la cantidad de líquido en el dispositivo de separación de líquido no aumenta, independientemente del caudal de refrigerante desde el dispositivo de separación de líquido hasta la entrada secundaria del eyector.

Se puede evitar, por ejemplo, que el uno o más evaporadores operen en un estado inundado aumentando el valor del punto de ajuste o el límite inferior del sobrecalentamiento del refrigerante que sale del uno o más evaporadores, y posteriormente controlando el suministro de refrigerante al uno o más evaporadores de acuerdo con el valor del punto de ajuste aumentado o del límite inferior.

El sobrecalentamiento del refrigerante que sale de un evaporador es la diferencia de temperatura entre la temperatura del refrigerante que sale del evaporador y el punto de rocío del refrigerante que sale del evaporador. Por lo tanto, un alto valor de sobrecalentamiento indica que todo el refrigerante líquido suministrado al evaporador se ha evaporado mucho antes de llegar a la salida del evaporador. Tal como se describió anteriormente, esto da como resultado una transferencia de calor relativamente baja en el evaporador. Sin embargo, a través del evaporador solo pasa refrigerante gaseoso. Similarmente, el sobrecalentamiento cero indica que el refrigerante líquido está presente a lo largo de toda la longitud del evaporador, es decir, que el evaporador funciona en un estado inundado. Por lo tanto, seleccionando un punto de ajuste positivo para el valor de sobrecalentamiento se evitará que el evaporador funcione en un estado inundado.

50 Como alternativa, se puede evitar que el uno o más evaporadores funcionen en un estado inundado reduciendo el grado máximo permisible de la apertura del uno o más dispositivos de expansión. Esto limitará el suministro de refrigerante al uno o más evaporadores, reduciendo así la cantidad de refrigerante líquido que pasa a través del uno o más evaporadores, ingresa en la línea de succión y es suministrada al dispositivo de separación de líquido.

55 Alternativa o adicionalmente, la etapa de reducir el caudal del refrigerante líquido desde el uno o más evaporadores hasta el dispositivo de separación de líquido puede comprender disminuir la presión que prevalece en la línea de succión del sistema de compresión de vapor. Cuando la presión que prevalece en la línea de succión disminuye, la presión del refrigerante que pasa a través del uno o más evaporadores también disminuye. De este modo, el punto de rocío del refrigerante también disminuye, lo que hace que una porción más grande del refrigerante se evapore

mientras pasa a través del uno o más evaporadores. En consecuencia, la cantidad de refrigerante líquido que pasa a través del uno o más evaporadores disminuye.

5 La etapa de detectar el caudal de refrigerante desde el dispositivo de separación de líquido hasta la entrada secundaria del eyector puede comprender medir el caudal por medio de un interruptor de flujo y/o un sensor de flujo. El interruptor de flujo y/o el sensor de flujo pueden estar dispuestos ventajosamente en la parte de la trayectoria del refrigerante que interconecta el dispositivo de separación de líquido y la entrada secundaria del eyector.

10 La etapa de determinar si el caudal de refrigerante desde el dispositivo de separación de líquido hasta la entrada secundaria del eyector es suficiente para eliminar del dispositivo de separación de líquido el refrigerante líquido producido por el uno o más evaporadores a los que se permite funcionar en un estado inundado puede comprender medir la temperatura del refrigerante en la línea de succión. Esto podría incluir, por ejemplo, monitorear la temperatura de succión de los compresores para establecer si se acerca o no a la saturación (es decir, al punto de rocío). Si este es el caso, el caudal del refrigerante desde el dispositivo de separación de líquido hasta la entrada secundaria del eyector probablemente no sea suficiente para eliminar el refrigerante líquido producido por el uno o más evaporadores a los que se permite operar en un estado inundado.

15 Como alternativa, pueden monitorizarse y analizarse las variaciones de temperatura. Cuando se analiza el comportamiento de la medición de temperatura (análisis de la señal), es posible determinar si hay líquido presente en la línea de succión.

20 Como alternativa, en el caso de disponer un intercambiador de calor en la línea de succión, para provocar la evaporación de al menos una parte del refrigerante líquido que ingresa en la línea de succión, pueden medirse una o más temperaturas que sean adecuadas para establecer el equilibrio térmico del intercambiador de calor de la línea de succión.

25 El intercambiador de calor de la línea de succión puede estar dispuesto entre la salida de gas del dispositivo de separación de líquido y la entrada del compresor, y puede estar dispuesto para proporcionar un intercambio de calor entre el refrigerante que fluye por esta parte de la trayectoria del refrigerante y un flujo secundario de un medio fluido más caliente, por ejemplo, el refrigerante que sale del intercambiador de calor por rechazo de calor. En consecuencia, el refrigerante que fluye desde el dispositivo de separación de líquido hacia la unidad compresora se calienta cuando pasa a través del intercambiador de calor de la línea de succión. Los flujos máscicos a través de tal intercambiador de calor de la línea de succión pueden derivarse de la capacidad actual del compresor.

El flujo máscico secundario se enfría de acuerdo con las temperaturas medidas y la siguiente ecuación:

30
$$Q = m_{sec} \cdot C_{p,sec} \cdot (t_a - t_b),$$

donde $C_{p,sec}$ es la capacidad calorífica del flujo secundario, t_a es la temperatura de entrada del flujo secundario y t_b es la temperatura de salida del flujo secundario.

Similarmente, se puede predecir la temperatura primaria, t_B , usando la siguiente ecuación:

$$Q = m_{pri} \cdot C_{p,pri} \cdot (t_A - t_B)$$

35 donde $C_{p,pri}$ es la capacidad calorífica del flujo primario, t_A es la temperatura de entrada del flujo primario y t_B es la temperatura de salida del flujo primario.

Si la temperatura predicha es más alta que la temperatura medida real, significa que parte de la energía transferida desde el lado secundario se usa para evaporar líquido, y es posible calcular cuánta.

40 La etapa de determinar si el caudal del refrigerante desde el dispositivo de separación de líquido hasta la entrada secundaria del eyector es suficiente para eliminar del dispositivo de separación de líquido el refrigerante líquido, producido por el uno o más evaporadores a los que se permite funcionar en un estado inundado, puede realizarse sobre la base de las características del eyector. Por ejemplo, podría usarse un modelo muy simple, en el que se controla la temperatura del refrigerante que sale del intercambiador de calor por rechazo de calor. En el caso de que la temperatura disminuya por debajo de un cierto valor umbral, esto es una indicación de que el eyector ya no está funcionando.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

la Fig. 1 es una vista esquemática de un sistema de compresión de vapor que se controla de acuerdo con un procedimiento según una primera realización de la invención,

50 la Fig. 2 es una vista esquemática de un sistema de compresión de vapor que se controla de acuerdo con un procedimiento según una segunda realización de la invención,

la Fig. 3 es una vista esquemática de un sistema de compresión de vapor que se controla de acuerdo con un procedimiento según una tercera realización de la invención, y

la Fig. 4 es una vista esquemática de un sistema de compresión de vapor que se controla de acuerdo con un procedimiento según una cuarta realización de la invención.

5 **Descripción detallada de los dibujos**

La Fig. 1 es una vista esquemática de un sistema 1 de compresión de vapor que se controla de acuerdo con un procedimiento según una primera realización de la invención. El sistema 1 de compresión de vapor comprende una unidad compresora 2 que comprende varios compresores 3, 4, de los cuales se muestran tres, un intercambiador 5 de calor por rechazo de calor, un eyector 6, un receptor 7, un dispositivo 8 de expansión en forma de válvula de expansión, un evaporador 9 y un dispositivo 10 de separación de líquido dispuestos en una trayectoria de refrigerante.

Dos de los compresores 3 mostrados están conectados a una salida 11 de gas del dispositivo 10 de separación de líquido. En consecuencia, el refrigerante gaseoso que sale del evaporador 9 puede ser suministrado a estos compresores 3 a través del dispositivo 10 de separación de líquido. El tercer compresor 4 está conectado a una salida 12 de gas del receptor 7. En consecuencia, el refrigerante gaseoso puede ser suministrado directamente desde el receptor 7 a este compresor 4.

El refrigerante que fluye por la trayectoria del refrigerante es comprimido por los compresores 3, 4 de la unidad compresora 2. El refrigerante comprimido se suministra al intercambiador 5 de calor por rechazo de calor, donde el intercambio de calor tiene lugar de tal manera que el calor es rechazado del refrigerante.

El refrigerante que sale del intercambiador 5 de calor por rechazo de calor es suministrado a una entrada primaria 13 del eyector 6, antes de ser suministrado al receptor 7. Al pasar a través del eyector 6, el refrigerante se expande. De ese modo se reduce la presión del refrigerante y el refrigerante que se suministra al receptor 7 está en un estado mixto líquido y gaseoso.

En el receptor 7, el refrigerante se separa en una parte líquida y una parte gaseosa. La parte líquida del refrigerante se suministra al evaporador 9 a través de una salida 14 de líquido del receptor 7 y del dispositivo 8 de expansión. En el evaporador 9, la parte líquida del refrigerante se evapora, al menos parcialmente, mientras se realiza el intercambio de calor, de tal manera que el calor es absorbido por el refrigerante.

Se permite que el evaporador 9 funcione en un estado inundado, es decir, de tal manera que el refrigerante líquido esté presente en toda la longitud del evaporador 9. De este modo, parte del refrigerante que pasa a través del evaporador 9 y entra en la línea de succión puede estar en un estado líquido.

El refrigerante que sale del evaporador 9 se recibe en el dispositivo 10 de separación de líquido, donde el refrigerante se separa en una parte líquida y una parte gaseosa. La parte líquida del refrigerante se suministra a una entrada secundaria 15 del eyector 6, a través de una salida 16 de líquido del dispositivo 10 de separación de líquido. Al menos parte del refrigerante gaseoso puede ser suministrado a los compresores 3 de la unidad compresora 2 a través de la salida 11 de gas del dispositivo 10 de separación de líquido. Sin embargo, no se descarta que al menos parte del refrigerante gaseoso sea suministrado a la entrada secundaria 15 del eyector 6 a través de la salida 16 de líquido del dispositivo 10 de separación de líquido.

En consecuencia, el dispositivo 10 de separación de líquido asegura que cualquier refrigerante líquido que pase a través del evaporador 9 no llegue a los compresores 3, 4 de la unidad compresora 2. En cambio, dicho refrigerante líquido se suministra a la entrada secundaria 15 del eyector 6.

La parte gaseosa del refrigerante en el receptor 7 puede suministrarse al compresor 4. Adicionalmente, parte del refrigerante gaseoso en el receptor 7 puede suministrarse a los compresores 3 a través de una válvula 17 de derivación. Al abrir la válvula 17 de derivación, se aumenta la capacidad disponible del compresor para comprimir el refrigerante recibido desde la salida 12 de gas del receptor 7. De acuerdo con el procedimiento de la invención, se detecta el caudal de refrigerante desde el dispositivo 10 de separación de líquido hasta la entrada secundaria 15 del eyector 6. Se determina además si el caudal es suficiente o no para eliminar el refrigerante líquido que se deja pasar a través del evaporador 9 y entrar en el dispositivo 10 de separación de líquido.

Si el caudal es insuficiente para eliminar el refrigerante líquido producido por el evaporador 9, entonces se acumulará refrigerante líquido en el dispositivo 10 de separación de líquido, provocando eventualmente que el refrigerante líquido fluya hacia la unidad compresora 2 a través de la salida 11 de gas del dispositivo 10 de separación de líquido. Esto es indeseable, ya que puede causar daños a los compresores 3, 4.

Por lo tanto, cuando se determina que el caudal es insuficiente para eliminar el refrigerante líquido producido por el evaporador 9, se aumenta el caudal de refrigerante desde el dispositivo 10 de separación de líquido hasta la entrada secundaria 15 del eyector 6 y/o se reduce el caudal de refrigerante desde el evaporador 9 hasta el dispositivo 10 de separación de líquido. De este modo se asegura que el caudal de refrigerante desde el dispositivo 10 de separación

de líquido hasta la entrada secundaria 15 del eyector 6 es suficiente para eliminar el refrigerante líquido producido por el evaporador 9 y se evita la acumulación de refrigerante líquido en el dispositivo 10 de separación de líquido.

5 El caudal de refrigerante desde el dispositivo 10 de separación de líquido hasta la entrada secundaria 15 del eyector 6 podría aumentarse, por ejemplo, disminuyendo la presión que prevalece dentro del receptor 7 y/o aumentando la presión del refrigerante que sale del intercambiador 5 de calor por rechazo de calor y penetra por la entrada primaria 13 del eyector 6. Esto ha sido descrito en detalle anteriormente.

El caudal del refrigerante líquido desde el evaporador 9 hasta el dispositivo 10 de separación de líquido podría reducirse, por ejemplo, evitando que el evaporador 9 funcione en un estado inundado o disminuyendo la presión que prevalece en la línea de succión. Esto ha sido descrito en detalle anteriormente.

10 La Fig. 2 es una vista esquemática de un sistema 1 de compresión de vapor que se controla de acuerdo con un procedimiento según una segunda realización de la invención. El sistema 1 de compresión de vapor de la Fig. 2 es muy similar al sistema 1 de compresión de vapor de la Fig. 1 y, por lo tanto, no se describirá con detalle en el presente documento.

15 En el sistema 1 de compresión de vapor de la Fig. 2, un sensor 18 de flujo está dispuesto en la parte de la trayectoria del refrigerante que interconecta la salida 16 de líquido del dispositivo 10 de separación de líquido y la entrada secundaria 15 del eyector 6. El sensor 18 de flujo se usa para detectar el caudal de refrigerante desde el dispositivo 10 de separación de líquido hasta la entrada secundaria 15 del eyector 6. Adicionalmente, se podría disponer un interruptor de flujo en esta parte de la trayectoria del refrigerante, o se podría reemplazar el sensor 18 de flujo por un interruptor de flujo.

20 La Fig. 3 es una vista esquemática de un sistema 1 de compresión de vapor que se controla de acuerdo con un procedimiento según una tercera realización de la invención. El sistema 1 de compresión de vapor de la Fig. 3 es muy similar a los sistemas 1 de compresión de vapor de las Figs. 1 y 2 y, por lo tanto, no se describirá con detalle en el presente documento.

25 En el sistema 1 de compresión de vapor de la Fig. 3, solo se muestran dos compresores 3 en la unidad compresora 2. Ambos compresores 3 están conectados a la salida 11 de gas del dispositivo 10 de separación de líquido. En consecuencia, el refrigerante gaseoso procedente del receptor 7 solo puede ser suministrado a la unidad compresora 2 a través de la válvula 17 de derivación.

30 La Fig. 4 es una vista esquemática de un sistema 1 de compresión de vapor que se controla de acuerdo con un procedimiento según una cuarta realización de la invención. El sistema 1 de compresión de vapor de la Fig. 4 es muy similar a los sistemas 1 de compresión de vapor de las Figs. 1-3, y por lo tanto no se describirá con detalle en el presente documento.

35 En la unidad compresora 2 del sistema 1 de compresión de vapor de la Fig. 4, se muestra un compresor 3 conectado a la salida 11 de gas del dispositivo 10 de separación de líquido y un compresor 4 conectado a la salida 12 de gas del receptor 7. Se muestra un tercer compresor 19 provisto de una válvula 20 de tres vías que permite que el compresor 19 sea conectado selectivamente a la salida 11 de gas del dispositivo 10 de separación de líquido o a la salida 12 de gas del receptor 7. De este modo, puede cambiarse parte de la capacidad compresora entre una "capacidad compresora principal", es decir, cuando el compresor 19 está conectado a la salida 11 de gas del dispositivo 10 de separación de líquido, y una "capacidad compresora de receptor", es decir, cuando el compresor 19 está conectado a la salida 12 de gas del receptor 7. De este modo, es posible ajustar la presión que prevalece dentro del receptor 7 y, por lo tanto, el caudal de refrigerante desde el dispositivo 10 de separación de líquido hasta la entrada secundaria 15 del eyector 6, operando la válvula de tres vías 20, con lo que se aumenta o se disminuye la magnitud de la capacidad de compresión disponible para comprimir el refrigerante recibido desde la salida 12 de gas del receptor 7.

45 Adicionalmente, el sistema 1 de compresión de vapor de la Fig. 4 comprende tres dispositivos 8a, 8b, 8c de expansión y tres evaporadores 9a, 9b, 9c dispuestos en paralelo en la trayectoria del refrigerante. Cada uno de los dispositivos 8a, 8b, 8c de expansión está dispuesto para controlar el flujo de refrigerante a cada uno de los evaporadores 9a, 9b, 9c.

50 Cuando se controla el sistema 1 de compresión de vapor de la Fig. 4, se puede permitir que todos los evaporadores 9a, 9b, 9c funcionen en un estado inundado, o que solo algunos de los evaporadores 9a, 9b, 9c puedan funcionar en un estado inundado.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de control de un sistema (1) de compresión de vapor, comprendiendo el sistema (1) de compresión de vapor una unidad de compresor (2), un intercambiador (5) de calor por rechazo de calor, un eyector (6), un receptor (7), al menos un dispositivo (8) de expansión y al menos un evaporador (9) dispuestos en una trayectoria de refrigerante, comprendiendo adicionalmente el sistema (1) de compresión de vapor un dispositivo (10) de separación de líquido dispuesto en una línea de succión del sistema (1) de compresión de vapor, comprendiendo el dispositivo (10) de separación de líquido una salida (11) de gas conectada a la entrada de la unidad de compresor (2) y una salida (16) de líquido conectada a una entrada secundaria (15) del eyector (6), comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- 5
- 10 - permitir que al menos un evaporador (9) funcione en un estado inundado,
 - detectar un caudal de refrigerante desde el dispositivo (10) de separación de líquido hasta la entrada secundaria (15) del eyector (6) y determinar si el caudal es suficiente o no para eliminar del dispositivo (10) de separación de líquido el refrigerante líquido producido por el uno o más evaporadores (9) a los que se permite operar en un estado inundado, y
- 15 - en el caso de que se determine que el caudal de refrigerante desde el dispositivo (10) de separación de líquido hasta la entrada secundaria (15) del eyector (6) es insuficiente para eliminar del dispositivo (10) de separación de líquido el refrigerante líquido producido por el uno o más evaporadores (9) a los que se permite operar en un estado inundado, aumentar el caudal de refrigerante desde el dispositivo (10) de separación de líquido hasta la entrada secundaria (15) del eyector (6) y/o disminuir el caudal de refrigerante líquido desde el uno o más evaporadores (9) hasta el dispositivo (10) de separación de líquido.
- 20
2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa de aumentar el caudal de refrigerante desde el dispositivo (10) de separación de líquido hasta la entrada secundaria (15) del eyector (6) comprende reducir la presión que prevalece dentro del receptor (7).
3. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la etapa de aumentar el caudal de refrigerante desde el dispositivo (10) de separación de líquido hasta la entrada secundaria (15) del eyector (6) comprende aumentar la presión del refrigerante que sale del intercambiador (5) de calor por rechazo de calor y que penetra por la entrada primaria (13) del eyector (6).
- 25
4. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de reducir el caudal de refrigerante líquido desde el uno o más evaporadores (9) hasta el dispositivo (10) de separación de líquido comprende evitar que al menos algunos del uno o más evaporadores (9) funcionen en un estado inundado.
- 30
5. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de reducir el caudal del refrigerante líquido desde el uno o más evaporadores (9) hasta el dispositivo (10) de separación de líquido comprende disminuir la presión que prevalece en la línea de succión del sistema (1) de compresión de vapor.
6. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de detectar el caudal de refrigerante desde el dispositivo (10) de separación de líquido hasta la entrada secundaria (15) del eyector (6) comprende medir el caudal por medio de un interruptor de flujo y/o un sensor (18) de flujo.
- 35
7. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de determinar si el caudal de refrigerante desde el dispositivo (10) de separación de líquido hasta la entrada secundaria (15) del eyector (6) es suficiente para eliminar del dispositivo (10) de separación de líquido el refrigerante líquido producido por el uno o más evaporadores (9) a los que se permite funcionar en un estado inundado comprende medir la temperatura del refrigerante en la línea de succión.
- 40
8. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de determinar si el caudal de refrigerante desde el dispositivo (10) de separación de líquido hasta la entrada secundaria (15) del eyector (6) es suficiente para eliminar del dispositivo (10) de separación de líquido el refrigerante líquido producido por el uno o más evaporadores (9) a los que se permite funcionar en un estado inundado se realiza basándose en las características del eyector (6).
- 45

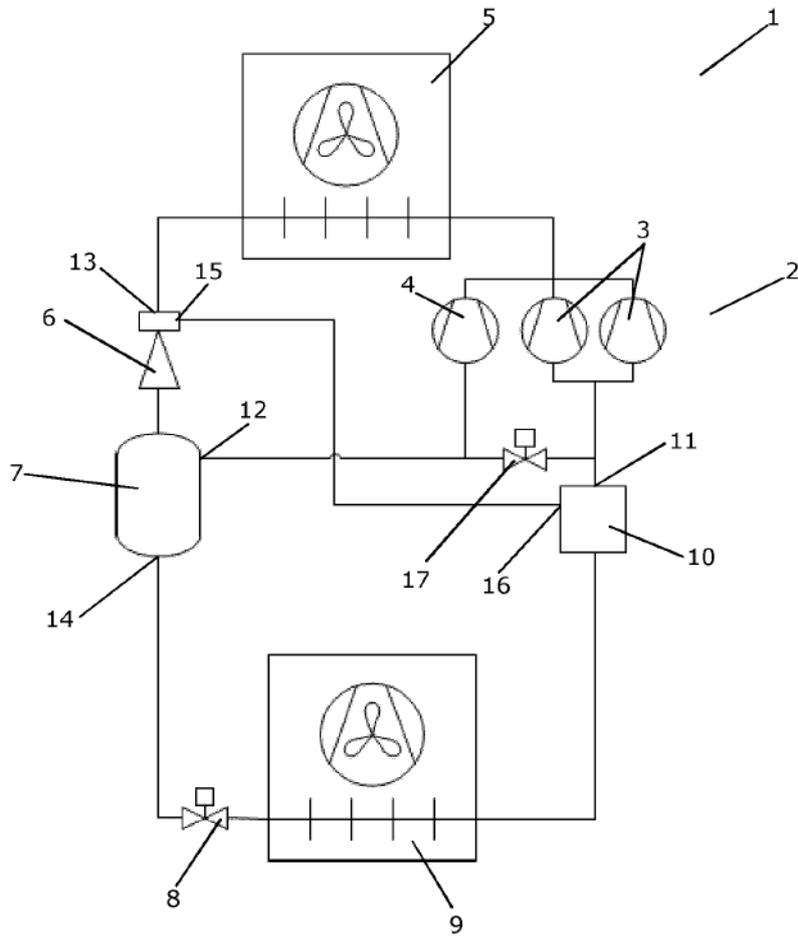


Fig. 1

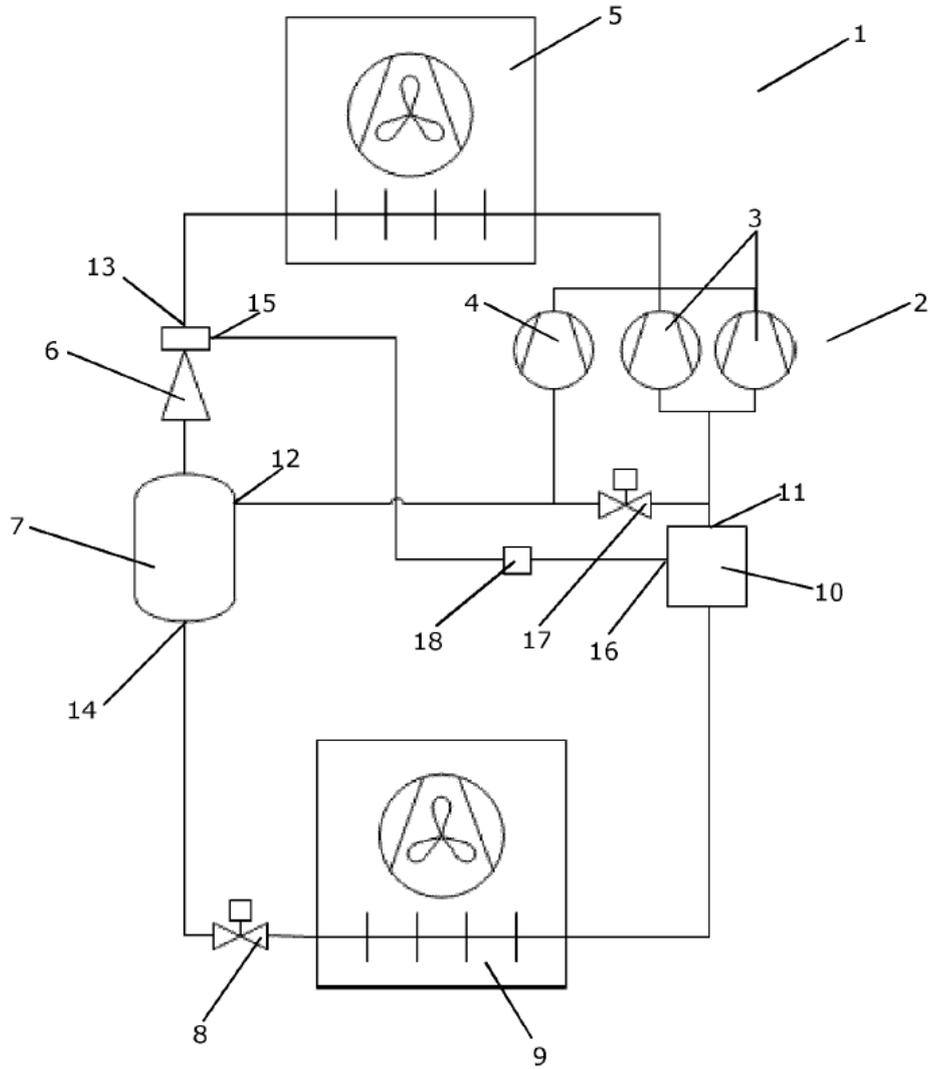


Fig. 2

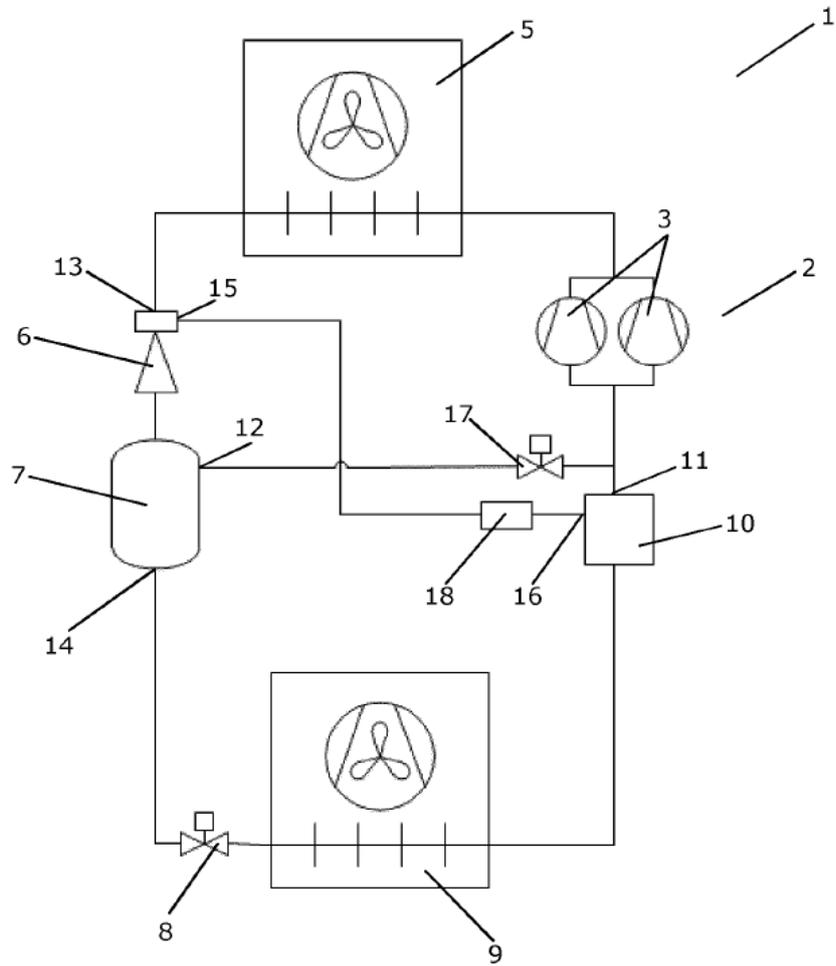


Fig. 3

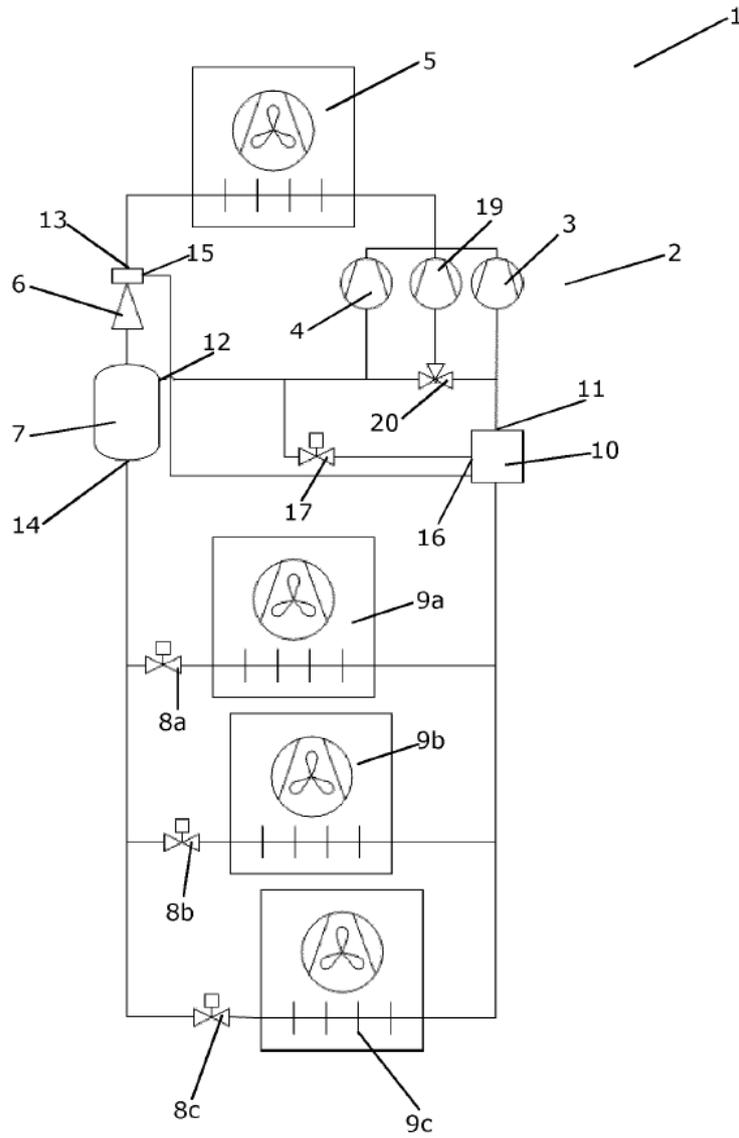


Fig. 4