

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 429**

51 Int. Cl.:

F04B 39/06 (2006.01)

F04B 49/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.04.2012** **E 12164183 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019** **EP 2522857**

54 Título: **Método para la regulación inteligente de una instalación de compresor con una recuperación de calor**

30 Prioridad:

18.04.2011 DE 102011017433

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

29.11.2019

73 Titular/es:

**COMPAIR DRUCKLUFTTECHNIK -
ZWEIGNIEDERLASSUNG DER GARDNER
DENVER DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)
Argenthaler Straße 11
55469 Simmern, DE**

72 Inventor/es:

KLAUS, FRANK

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 733 429 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

Método para la regulación inteligente de una instalación de compresor con una recuperación de calor

- 5 Debido a la escasez general de los recursos energéticos a nivel mundial y debido a la discusión climática con respecto a la emisión de CO₂, hoy en día, cabe constatar una tendencia general de un aprovechamiento y un ahorro de energía eficaces. Asimismo, en la industria de compresores existe un gran esfuerzo de tratar los recursos naturales de una forma más económica.
- 10 La siguiente invención se refiere a un método para la regulación inteligente de una instalación de compresor con inyección de líquido que está equipada con una recuperación de calor con el fin de maximizar la eficacia.
- 15 En la publicación china CN 101 43 5420 (A) se muestra un sistema para la recuperación de calor y la circulación en un compresor de aire. A este respecto, se da a conocer un sistema que provoca la refrigeración del compresor de aire mediante agua de refrigeración que comprende un circuito de fluido del fluido a inyectar, pasando este fluido al menos por un intercambiador de calor hacia la recuperación de calor, estando dispuesta aguas arriba del compresor de la instalación de compresor una válvula de regulación y estando dispuesta aguas abajo del intercambiador de calor de la recuperación de calor una válvula de regulación en el lado de la recuperación de calor y regulando una unidad de regulación electrónica mediante un algoritmo al menos una de las dos válvulas de regulación y pudiendo introducirse las temperaturas necesarias para las corrientes de producto de la recuperación de calor de la unidad de regulación como parámetros. A este respecto, el objetivo de esta divulgación es llevar a cabo un control de la temperatura del agua de refrigeración y, así, realizar una buena recuperación de calor.
- 20 Sin embargo, a este respecto, la válvula de regulación dispuesta aguas arriba del compresor está colocada directamente en el refrigerador y, de esta forma, no se puede considerar una válvula de regulación dispuesta en el compresor y regulada por una unidad de regulación electrónica. Por tanto, la instalación de compresor con inyección de líquido dada a conocer aquí está equipada con una recuperación de calor. Sin embargo, no es posible una regulación inteligente con el fin de maximizar la eficacia.
- 25 A este respecto, el foco está en la refrigeración eficaz del compresor de aire, debiendo conseguirse mediante la invención sólo una mejor recuperación de calor, no determinándose los medios utilizados para ello. El punto esencial sigue siendo la refrigeración del compresor de aire. Sólo se debe realizar que la energía evacuada también se aproveche de forma razonable. A pesar de todo ello, el sistema sigue estando dirigido sólo a los requisitos para el funcionamiento ideal del compresor de aire.
- 30 En la publicación CN 2677669 está descrito un compresor con inyección de aceite con recuperación de calor. A este respecto se da a conocer que la recuperación de calor refrigera previamente el aceite utilizado tras su separación para, de esta forma, evitar efectos negativos de aceite con una temperatura elevada con respecto al compresor y, en particular, con respecto a la vida útil del aceite utilizado. Además, se da a conocer que mediante esta evacuación de calor del aceite calentado se consigue un aprovechamiento razonable del calor evacuado del compresor y, de esta forma, se contribuye a la protección del medioambiente.
- 35 De forma constructiva está prevista para ello una válvula de regulación de temperatura de aceite que se puede considerar una válvula interna del compresor, aunque, a este respecto, no se controla de forma electrónica. Sin embargo, de esta forma no se puede realizar una regulación para la recuperación de calor en el sentido de la presente invención que esté dirigida tanto a una refrigeración del compresor como al máximo ahorro posible de energía del sistema global.
- 40 También en este caso, la orientación de la instalación se limita, con respecto a su idea básica, al estado operativo ideal del compresor, experimentando el aceite inyectado un aumento de temperatura en función del estado de carga del compresor que, de forma razonable, se vuelve a eliminar del aceite mediante una recuperación de calor. Por tanto, en esta publicación se debe conseguir la vida útil del aceite mediante una temperatura más uniforme así como del compresor y, al mismo tiempo, contribuir a la protección del medioambiente.
- 45 Sin embargo, en este caso, esto tampoco responde a la pregunta si la recuperación de calor se optimiza de alguna forma o si ésta se puede desarrollar en un nivel constante. Más bien se trata sólo de mantener el aceite y, por tanto, los parámetros operativos, en un determinado nivel mediante la recuperación de calor.
- 50 El documento CN 201401311Y da a conocer una instalación de compresor con recuperación de calor con una válvula aguas arriba de la inyección en el compresor y una válvula aguas abajo del intercambiador de calor. Con ello, da a conocer las características del preámbulo de la reivindicación 1.
- 55 A continuación, ya se hace referencia a la representación esquemática adjunta de la instalación con los números de referencia mencionados. Tal como es conocido, el fluido [1] (aceite o agua) inyectado en una etapa de compresión [13] para la lubricación y la refrigeración se separa del aire comprimido tras la compresión del aire en el lado de presión. A este respecto, un separador [8] separa el aire comprimido del fluido, volviéndose a alimentar el fluido
- 60

separado en un circuito al lado de aspiración del compresor. A este respecto, en el caso de instalaciones sin recuperación de calor, el fluido se refrigera de vuelta hasta el nivel de temperatura deseado en un intercambiador de calor [10] interno (refrigerado por agua o aire) para la nueva inyección.

A este respecto, una válvula de regulación [6] en el lado del compresor regula la temperatura de inyección de fluido [1] de forma que se consigue el valor fijo deseado. Para ello, en el estado de la técnica se utilizan, por ejemplo, dispositivos de regulación de temperatura de aceite como válvulas de 3/2 vías en los que una compuerta accionada por un elemento de cera regula el flujo de alimentación. El dispositivo de regulación de temperatura de aceite regula la temperatura del aceite dentro de un intervalo de temperatura ajustado fijo y sólo alimenta tanto aceite al refrigerador como es necesario para conseguir la temperatura de aceite deseada antes de la inyección.

A este respecto, en el caso de un sistema de compresión con inyección de fluido de acuerdo con el estado de la técnica, se pretende inyectar el aceite lo más frío posible en la etapa de compresión [13] para reducir su consumo eléctrico. Es decir, en primer lugar, se trata de optimizar el rendimiento de la instalación de compresor.

Sin embargo, al fijarse en la instalación de compresor de acuerdo con la invención con recuperación de calor, entonces ahora ya no se valora el consumo eléctrico de la etapa de compresión [13] de forma aislada, sino que se considera todo el sistema compuesto por el compresor y la recuperación de calor. A este respecto, se comprobó que puede ser absolutamente razonable si no se opera el compresor en el punto óptimo con respecto al rendimiento para optimizar el balance energético de la instalación en total.

Además del rendimiento de la etapa de compresión, la temperatura del fluido inyectado influye en la temperatura del aire comprimido en el depósito de separación [8] y, al mismo tiempo, en la temperatura del fluido tras la compresión [2]. En el caso de instalaciones de compresor con recuperación de calor, este fluido [2] calentado mediante el proceso de compresión se alimenta a un intercambiador de calor [9] externo para calentar una corriente de producto [4, 5] y, de esta forma, se vuelve a enfriar.

Con el fin de evitar un enfriamiento posiblemente demasiado intenso del fluido y, por tanto, del compresor mediante la recuperación de calor, adicionalmente a la válvula de regulación [6] en el lado del compresor se limita hacia abajo la temperatura de salida del fluido [3] del intercambiador de calor [9] de la recuperación de calor con una válvula de regulación [7] separada en el lado de la recuperación de calor. A este respecto, la válvula de regulación [6] en el lado del compresor y la válvula de regulación [7] en el lado de la recuperación de calor se deben ajustar entre sí para evitar que la temperatura de fluido baje por debajo de la temperatura de inyección de fluido [1] deseada tras la recuperación de calor [3]. Si no es necesaria la recuperación de calor, el intercambiador de calor [10] interno adopta la función de refrigeración del compresor.

Hoy en día, se utilizan en la práctica válvulas de regulación [6, 7] incorporadas fijamente con temperaturas de regulación fijamente definidas para la regulación de la temperatura de inyección de fluido [1].

En la práctica se produce ahora una situación en la que la temperatura del fluido tras la compresión [2] para la recuperación de calor es demasiado baja o demasiado alta, ya que los requisitos con respecto a una recuperación de calor dependen mucho de los requisitos y las condiciones de uso del usuario, es decir, cada usuario requiere diferentes temperaturas de entrada [4] y de salida [5] para su corriente de producto, por ejemplo, para un calentamiento de aguas industriales. Además, estas temperaturas deseadas pueden variar entonces temporalmente o con frecuencia no se conocen hasta que se instale el compresor en el sitio del usuario.

En el caso de compresores de velocidad regulada, la temperatura del fluido tras la compresión [2] se reduce considerablemente (15 – 20° C) con números de revolución más bajos o el grado del calentamiento del fluido en el proceso de compresión se reduce claramente, por lo que, dado el caso, las temperaturas de fluido necesarias para la recuperación de calor deseada tras la compresión sólo están disponibles bajo condiciones de carga completa.

Así, en el funcionamiento de la instalación de compresor en función de los parámetros de influencia mencionados aquí, el nivel de temperatura del fluido tras la compresión [2] que es necesario para la recuperación de calor se diferenciará considerablemente de la temperatura necesaria o variará mucho según el funcionamiento de carga del compresor. Por tanto, en el caso de una temperatura de fluido demasiado baja tras la compresión y antes de la recuperación de calor se recupera sólo aproximadamente de un 35 a un 90 % de la energía posible en el funcionamiento real de la instalación de compresor.

Por otro lado, una temperatura de fluido [2] demasiado elevada que no es necesaria para el nivel de temperatura deseado de la recuperación de calor conduce a un consumo eléctrico aumentado de la etapa de compresión de sólo aproximadamente un 2 a un 5 %, ya que, debido a la recuperación de calor, el fluido no se enfría de forma adecuada antes de entrar en el proceso de compresión.

Por tanto, el objetivo de la presente invención es crear un sistema en el que las temperaturas necesarias para el usuario para las corrientes de producto [4, 5] de la recuperación de calor de una unidad de regulación [11] se puedan introducir como parámetros.

Un algoritmo almacenado en la unidad de regulación controla mediante al menos un elemento de regulación [6, 7] en cada caso la temperatura de salida de fluido tras la compresión [2] y la temperatura de salida de fluido tras la recuperación de calor [3] de forma que se consigue exactamente el nivel de temperatura que requiere el cliente para recuperar la cantidad de calor deseada de la instalación. A este respecto, la energía térmica añadida (10 – 65 %) es claramente mayor que la demanda de energía algo elevada de la etapa de compresión (aproximadamente un 2 a un 5 %) debido a una temperatura de inyección de fluido [1] aumentada.

Por otro lado, por ejemplo, se puede volver a bajar el nivel de temperatura si temporalmente no se reduce calor debido a la recuperación de calor para volver a reducir el rendimiento del compresor.

El ahorro de energía que se puede conseguir mediante esta regulación inteligente se sitúa en una dimensión de un 2 a un 60 %.

En otra configuración de la invención o también en una segunda etapa complementaria resulta conveniente incluir también en el sistema la regulación de las corrientes de producto de la recuperación de calor del usuario con respecto a una eficacia máxima. A este respecto, de forma alternativa a la temperatura de salida de fluido tras la compresión [2] se podría regular directamente la temperatura de salida deseada de la corriente de producto [5] del cliente como variable de control. Además, es concebible una regulación de caudal volumétrico de la corriente de producto del cliente mediante un elemento de regulación [12], por ejemplo, una válvula de estrangulación, que asegura un nivel de temperatura constante.

La temperatura [5] pretendida del medio calentado mediante la recuperación de calor en la unidad de regulación (11) se usa como parámetro de partida para la regulación de la temperatura del fluido tras la compresión [2]. Así, por ejemplo, la temperatura deseada del fluido tras la compresión [2] se fija mediante la temperatura de agua de refrigeración deseada del usuario. Si, por ejemplo, esta agua de refrigeración debe alcanzar una temperatura deseada de 95° C, entonces el valor deseado de la temperatura de fluido tras la compresión [2] se calcula como 95° C + aproximadamente 5° C = 100° C.

La tabla de la figura 1 muestra de forma ejemplar una comparación de la recuperación de energía de una recuperación de calor regulada convencionalmente y de la recuperación de calor regulada de forma inteligente de acuerdo con la invención.

En la recuperación de calor regulada convencionalmente se puede recuperar en el ejemplo calculado en este caso un 35 % o un 68 % de la energía técnicamente aprovechable. En el caso de una regulación inteligente es el 100 %.

A continuación, se realiza un cálculo de ejemplo de un posible ahorro de costes adicional mediante una recuperación de calor regulada de forma inteligente.

El punto de partida es un compresor de tornillo con inyección de aceite con una potencia nominal de 90 kW con un posible calor máximo recuperable desde el punto de vista técnico con aproximadamente un 80 % de la potencia nominal de 0,8 x 90kW = 72 kW.

El ahorro de costes anual con una recuperación de calor del 100 % mediante la recuperación de calor regulada de forma inteligente de acuerdo con la invención se calcula con los siguientes parámetros

4000 horas de funcionamiento/año

0,6 euros/litro de aceite combustible

rendimiento de calefacción: 75 %

valor calorífico superior del aceite combustible: 10,57 kWh/l

$$\frac{72\text{kW} \times 4000 \text{ horas de funcionamiento/año} \cdot 0,6 \text{ euros/l}}{(10,57\text{kWh/l} \cdot 0,75)} = 21.798 \text{ euros/año}$$

El ahorro de costes anual con una recuperación de calor de un 35 % mediante una recuperación de calor regulada convencionalmente se calcula de la siguiente manera:

$$0,35 \times 21.798 \text{ euros/año} = 7.629 \text{ euros/año}$$

Por consiguiente, el ahorro adicional mediante una recuperación de calor con regulación inteligente asciende a aproximadamente 14.168 euros/año en este caso ejemplar.

A continuación, la invención se explicará en más detalle mediante dos dibujos esquemáticos en dos formas de construcción.

5 En la representación esquemática de la figura 2 se representa, por un lado, en el lado izquierdo el compresor 13 en el que se inyecta un fluido en el estado operativo 1. Tras la compresión, este fluido se separa del medio de compresión en un separador 8 y se traspasa como fluido en el estado operativo 2 tras la compresión a la segunda región representada a la derecha del sistema, concretamente en la de la recuperación de calor.

10 En este tramo, el fluido calentado mediante el proceso de compresión en el estado operativo 2 entra con una temperatura aumentada con respecto al estado operativo 1, ya que se realiza un calentamiento definido del fluido inyectado en el proceso de compresión según el estado de carga del compresor. Este fluido calentado se alimenta ahora a una recuperación de calor en un intercambiador de calor 9, por lo que vuelve a salir de forma enfriada en un determinado valor a definir tras pasar por este proceso de recuperación de calor en el estado operativo 3 tras la recuperación de calor.

Por tanto, en la representación esquemática resultan, en el lado derecho, una región de recuperación de calor y, en el lado izquierdo, una región de compresión del sistema de acuerdo con la invención. A este respecto, en el lado del compresor, el intercambiador de calor 10 interno para la regulación de la temperatura del fluido antes de la inyección está dispuesto en serie con el intercambiador de calor 9 dispuesto en el lado de la recuperación de calor. Dentro de la recuperación de calor está prevista ahora una válvula de regulación 7 que está conectada aguas abajo del intercambiador de calor 9 en la forma de realización representada a través de la que se hace pasar el fluido enfriado tras la recuperación de calor.

25 De acuerdo con la invención, esta válvula se puede controlar de forma eléctrica, por ejemplo, mediante un motor paso a paso eléctrico que sustituye el elemento de expansión convencional, y tiene dos entradas A y B. A este respecto, la entrada A es una entrada a través de la que se puede alimentar el fluido en el estado operativo 2 rodeando la recuperación de calor para la regulación de la temperatura del fluido en el estado operativo 3 tras la recuperación de calor.

30 La entrada B es una entrada al interior de la válvula de regulación 7 a través de la que entra el fluido en el estado enfriado tras la recuperación de calor. Es decir, mediante la válvula de regulación 7 es posible un mezclado de los fluidos en el estado operativo 2, es decir, con una temperatura elevada, y en el estado operativo 3 tras la recuperación de calor para así controlar la temperatura que tiene el fluido en el estado operativo 3 tras la recuperación de calor.

Por tanto, el intercambiador de calor 9 tiene un medio de refrigeración, por ejemplo, agua, que existe en el estado operativo 4 antes de la entrada en el intercambiador de calor 9 en el estado operativo 5 con una temperatura elevada tras pasar a través del intercambiador de calor 9.

40 En la forma esquemática representada está previsto además un elemento de regulación 12 adicional o una válvula de estrangulación en el conducto de alimentación del intercambiador de calor 9 a través del que se puede controlar el flujo a través del intercambiador de calor 9 con el medio a calentar. Esto también sirve para la regulación de la temperatura de salida del fluido en el estado operativo 3 tras la recuperación de calor. Existe una temperatura de salida más alta en el fluido tras la recuperación de calor al reducir el caudal del medio de refrigeración en el intercambiador de calor 9.

50 El fluido en el estado operativo 3 tras la recuperación de calor se vuelve a alimentar ahora al lado del compresor del sistema, ya que está guiado en un circuito para la nueva inyección en el compresor 13. Antes de la inyección en el compresor 13, una válvula de regulación 6 adicional es parte del sistema que también se controla de forma eléctrica. Esta válvula de regulación 6 puede retransmitir ahora el fluido en la temperatura en el estado operativo 3 tras la recuperación de calor o realizar una regulación para la reducción de la temperatura según la temperatura de entrada 1 deseada del fluido en la inyección en el compresor 13.

55 Igual que la válvula de regulación 7, también la válvula de regulación 6 tiene dos entradas para ello, concretamente la entrada A, a través de la que se alimenta el fluido en el estado operativo 3 con un determinado nivel de temperatura tras la recuperación de calor y, así, se alimenta a la inyección.

60 Aguas arriba de la segunda entrada B está conectado un refrigerador 10 a través del que se puede reducir el fluido con un nivel definido en cuanto a su temperatura. Por tanto, a través de la abertura definida de las entradas A y B se puede ajustar una proporción de mezclado del fluido entre la temperatura más alta en el estado operativo 3 y la temperatura más enfriada tras pasar a través del refrigerador 10 y, así, se puede ajustar el fluido en el estado operativo de la inyección 1 de modo que se consigue exactamente una temperatura deseada.

65 Así, se pueden tomar medidas correspondientes para diferentes estados operativos del sistema mediante la regulación de las válvulas 6 y 7. En el caso de un funcionamiento general de la recuperación de calor existen en

cada caso las posibilidades de operar la válvula 7 exclusivamente a través de la entrada B o una mezcla de las entradas A y B y, así, determinar la temperatura de salida 3 del fluido tras la recuperación de calor.

Al mismo tiempo se aplican igualmente los dos estados operativos de la válvula 6 a la hora de usar la recuperación de calor, concretamente un flujo exclusivo a través de la entrada A o una conexión de la entrada B, y, por tanto, un enfriamiento definido del fluido antes de la inyección en el compresor 13.

Si la recuperación de calor no se opera temporalmente, el fluido 2 se puede conducir completamente a través de la entrada B o también en una forma mezclada a través de las entradas A y B o también completamente evitando la recuperación de calor exclusivamente a través de la entrada A tras la compresión, ya que la recuperación de calor no elimina temperatura y, por tanto, la temperatura es constante tras la recuperación de calor independientemente de la posición de válvula de la válvula de regulación 7. En este caso regular, la válvula de regulación 6 se puede operar en la posición de uso de ambas válvulas A y B abiertas o en la apertura exclusiva de la entrada B, ya que, por regla general, una refrigeración del fluido básicamente será necesaria en caso de que no tenga lugar una recuperación de calor.

Posiciones de válvula adicionales resultan de los estados operativos de una recuperación de calor que con la temperatura de uso se debe elevar o, según la necesidad, también se debe bajar. Con una elevación pretendida de la temperatura de uso de la recuperación de calor resulta conveniente regular la posición de las entradas A y B en la válvula 6 antes de la inyección hacia un paso aumentado a través de la entrada A en la válvula 6, ya que así se eleva la temperatura de inyección del fluido en el estado operativo 1 aguas arriba del compresor rodeando el refrigerador 10. Debido a la temperatura de inyección aumentada del fluido resulta una temperatura de fluido 2 más alta tras la compresión y, por tanto, una temperatura de entrada más alta antes de la recuperación de calor, por lo que se puede proporcionar una temperatura más alta a la recuperación de calor.

De forma alternativa o complementaria se puede conseguir un componente de control adicional porque al mismo tiempo con un desplazamiento hacia la entrada A en la válvula 6 o hacia una conducción exclusiva del fluido en el estado operativo 3 a través de la entrada A de la válvula 6 se realiza una estrangulación del medio de refrigeración en la válvula de estrangulación 12 en la recuperación de calor 9. Mediante la reducción del caudal a través de la recuperación de calor se puede asignar así también un nivel de temperatura más alto al medio a calentar.

A la inversa, una reducción de la temperatura de uso de la recuperación de calor se podría conseguir porque en la válvula de regulación 6 se realiza un desplazamiento hacia la entrada B de la válvula antes de la inyección, es decir, se conduce más cantidad del fluido en el estado operativo 3 tras la recuperación de calor a través del refrigerador 10 y, así, se reduce la temperatura antes de la inyección del fluido 1. Debido a la temperatura de inyección 1 reducida también resulta una reducción de la temperatura 2 tras la separación en el separador 8 tras la compresión antes de la recuperación de calor 9. Es decir, el fluido ya entra con una temperatura más baja en el intercambiador de calor 9, por lo que en este caso se puede reducir el nivel de temperatura en el medio a refrigerar en la salida 5.

También en este caso es posible de forma alternativa o complementaria el uso de una válvula de estrangulación 12 antes de la entrada en la recuperación de calor, pudiendo conseguirse en este caso un nivel de temperatura más bajo en la salida 5 mediante un caudal más alto del medio a refrigerar a través de la recuperación de calor 9.

Además, el sistema de acuerdo con la invención puede reaccionar frente a cambios en el funcionamiento de carga del compresor 13 para poder mantener el uso pretendido de la recuperación de calor en un nivel definido. A este respecto, es un objetivo fundamental de la invención diseñar la recuperación de calor de una forma energéticamente óptima y, así, conseguir un rendimiento de energía claramente mejor del sistema compuesto por el compresor y la recuperación de calor.

Si se apaga el funcionamiento de carga del compresor 13, esto provoca que se reduzca el aumento de la temperatura de fluido en el proceso de compresión. Tras la separación del medio de trabajo en el separador 8 resulta, por tanto, una temperatura de fluido 2 más baja tras la compresión. Para poder usar ahora de forma óptima la temperatura para la recuperación de calor es necesario abrir adicionalmente la entrada A de la válvula de regulación 6, ya que, básicamente, el fluido en el circuito de regulación tiene una temperatura más baja y, por tanto, no requiere una refrigeración a través del refrigerador 10 y, por tanto, la entrada B de la válvula de regulación 6.

Al rodear el refrigerador 10, se puede conseguir una temperatura más alta en la entrada 1 del fluido en el compresor 13. Aun así, a este respecto, el proceso de recuperación de calor en el intercambiador de calor 9 debe provocar un calor deseado del medio a calentar tras pasar a través de la recuperación de calor en el estado 5. Por tanto, el fluido se alimenta completamente a la recuperación de calor y no se conduce en el conducto de desviación a través de la entrada A de la válvula de regulación 7 alrededor de la recuperación de calor. Así, se debe posibilitar el uso de calor máximo para la recuperación de calor.

Además, para mantener el medio a calentar constante en cuanto a su temperatura en el estado operativo 5, en una forma de construcción ventajosa se puede accionar la válvula de estrangulación 12 para reducir el caudal del medio a calentar a través del intercambiador de calor 9 de forma que la temperatura en el estado 5 consigue el valor

deseado tras la recuperación de calor.

A la inversa, un arranque del funcionamiento de carga del compresor 13 provoca un aumento de temperatura del fluido de compresor tras la compresión 2 y tras la separación en el separador 8. Por tanto, el fluido en el estado operativo 2 tiene una temperatura más alta, posiblemente más alta de lo que es necesario para la recuperación de calor en el intercambiador de calor 9. Por tanto, tal como en el caso ejemplar anterior, no resulta conveniente usar la admisión a través de la entrada A de la válvula de regulación 7, ya que, de esta forma no se realiza la evacuación de calor del fluido a través de la recuperación de calor. Un caudal aumentado del medio a calentar a través de la válvula de estrangulación 12 a través del intercambiador de calor 9 resulta conveniente para, de esta forma, adaptar el medio en cuanto a su temperatura en el estado 5 en la salida 5 del intercambiador de calor 9.

Un punto de regulación decisivo en este estado operativo es la posición de la válvula de regulación 6, ya que, en este caso, mediante una desviación aumentada del fluido en el estado operativo 3 mediante el refrigerador 10 y, por tanto, al interior de la entrada B de la válvula de regulación 6, se puede ajustar la temperatura de entrada del fluido a un valor deseado en el estado operativo 1 antes de la compresión. Es decir, mediante la refrigeración del fluido antes de la inyección 1 en el compresor se ajusta una determinada temperatura del fluido tras la compresión en el estado operativo 2 que se corresponde exactamente con las especificaciones para conseguir la temperatura deseada del medio de trabajo tras el paso a través del intercambiador de calor 9 en el estado operativo 5.

No están dibujados elementos de medición que son necesarios para la alimentación de la unidad de regulación con los parámetros operativos necesarios. A este respecto, elementos de medición de temperatura están previstos al menos para la temperatura de fluido 2 tras la compresión y la temperatura de fluido 3 tras la recuperación de calor. Además, resulta conveniente medir la temperatura de agua 5 tras la recuperación de calor, ya que ésta debe mantener un valor pretendido. Si la temperatura de entrada 4 antes de la recuperación de calor también es variable, también debería existir en este caso un elemento de medición.

En la figura 3 está representada una forma de construcción alternativa de la instalación en la que ahora el intercambiador de calor 10 dispuesto anteriormente como interno en el lado del compresor ya no está conectado en serie con el intercambiador de calor 9 sino tiene una disposición paralela con respecto al intercambiador de calor 9. Es decir, el fluido 2 tras la compresión y con la temperatura aumentada mediante el proceso de compresión pasa a través del intercambiador de calor 9 para la recuperación de calor, tal como se describió anteriormente, aunque también, para la regulación de la temperatura de inyección 1 o de la temperatura de fluido 2, puede pasar a través del segundo intercambiador de calor 10 y se puede alimentar a la válvula de regulación 7 a través de la entrada A. De esta forma es posible volver a enfriar el fluido 3 tras la recuperación de calor según parámetros operativos deseados.

Está previsto con esta forma de construcción en la válvula de regulación 6 que, por un lado, a ésta se le alimente el fluido 3 en el estado de temperatura tras la recuperación de calor, tal como ya sucedió anteriormente. Esta vez está prevista para ello la entrada B en la válvula de regulación a diferencia de la forma de construcción anterior. La entrada A se puede activar directamente aguas abajo del separador con el fluido 2 con la temperatura tras la compresión para la regulación de la temperatura de inyección del fluido 1 en el compresor, por lo que a la entrada A se le puede añadir fluido con una temperatura claramente mayor que el fluido 3 tras la recuperación de calor.

Con respecto a este tipo de instalación alternativo cambiaría la función de las válvulas de regulación 6 y 7 con respecto a la descripción anterior en el sentido de que ahora la válvula de regulación 6 adopta la función de evitar un enfriamiento excesivo del compresor debido a una temperatura demasiado baja del fluido 1 en el momento de la inyección. Esto se realizaría mediante la alimentación anteriormente descrita del fluido 2 en el nivel de temperatura tras la compresión a través de la entrada A. La válvula de regulación 7 regula la temperatura de fluido 3 tras la recuperación de calor, dependiendo de ello también, a su vez, la temperatura del fluido antes de la inyección 1 y tras la compresión 2.

También en esta forma de construcción de instalación puede estar prevista de forma alternativa o complementaria una válvula de regulación 12 que regula el flujo del medio a través del intercambiador de calor 9. Mediante esta regulación también se puede regular la extracción de calor del fluido y, por tanto, la diferencia de temperatura entre el fluido tras la compresión 2 y el fluido tras la recuperación de calor 3. En este sentido existe también la posibilidad en este caso en una forma de construcción alternativa de prescindir de una válvula de regulación en el sistema. En esta forma de construcción sería posible en este caso prescindir de la válvula de regulación 6 siempre que también se realice un control de la temperatura de inyección de fluido mediante la válvula de regulación 12.

REIVINDICACIONES

1. Instalación de compresor con inyección de líquido que comprende un circuito de fluido del fluido a inyectar, estando dispuestos en el circuito de fluido:

- un compresor (13);
 - un intercambiador de calor (9) a través del que pasa el fluido para la recuperación de calor;
 - una disposición de válvulas de regulación con dos o tres válvulas de regulación (6, 7, 12) para la regulación de la temperatura de inyección del fluido y de la temperatura del fluido tras la recuperación de calor,
- caracterizada por que**
las dos o tres válvulas de regulación están seleccionadas a partir de la siguiente lista:

- a) una válvula de regulación (6) en el lado del compresor para la regulación de la temperatura de inyección del fluido que está dispuesta en el circuito de fluido de modo que el fluido pasa a través de la misma antes de su inyección en el compresor (13);
 - b) una válvula de regulación (7) en el lado de la recuperación de calor para la regulación de la temperatura del fluido tras la recuperación de calor que está dispuesta en el circuito de fluido de modo que el fluido pasa a través de la misma después de que haya pasado a través del intercambiador de calor (9);
 - c) una válvula de regulación (12) para la regulación del paso de un medio a través del intercambiador de calor (9) que está dispuesta en el conducto de alimentación del medio del intercambiador de calor (9);
- y por que
- está prevista una unidad de regulación (11) electrónica que regula al menos una de las válvulas de regulación (6, 7, 12) mediante un algoritmo, introduciéndose las temperaturas necesarias para las corrientes de producto (4, 5) de la recuperación de calor de la unidad de regulación (11) como parámetros.

2. Instalación de compresor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** la disposición de válvulas de regulación sirve adicionalmente para la regulación del paso de un medio a través del intercambiador de calor (9).

3. Instalación de compresor de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** la disposición de válvulas de regulación comprende la válvula de regulación (6) en el lado del compresor para la regulación de la temperatura de inyección del fluido y la válvula de regulación (7) en el lado de la recuperación de calor para la regulación de la temperatura del fluido tras la recuperación de calor.

4. Instalación de compresor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** la disposición de válvulas de regulación comprende la válvula de regulación (6) en el lado del compresor, la válvula de regulación (7) en el lado de la recuperación de calor y la válvula de regulación (12) para la regulación del paso del medio a través del intercambiador de calor (9).

5. Instalación de compresor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada por que** elementos de medición de temperatura para el registro al menos de la temperatura de fluido tras la compresión y la temperatura de fluido tras la recuperación de calor que proporcionan datos de medición a la unidad de regulación (11) están dispuestos en el circuito de fluido.

6. Instalación de compresor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada por que** elementos de medición de temperatura adicionales para el registro de la temperatura del medio tras la recuperación de calor y/o de la temperatura de entrada del medio antes de la recuperación de calor que proporcionan datos de medición a la unidad de regulación (11) están dispuestos en el circuito de fluido.

7. Instalación de compresor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada por que** la temperatura pretendida del medio calentado mediante la recuperación de calor en la unidad de regulación (11) se usa como parámetro de partida para la regulación de la temperatura del fluido tras la compresión.

8. Instalación de compresor de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 7, **caracterizada por que** a la válvula de regulación (7) en el lado de la recuperación de calor tras la recuperación de calor se le suministra, por un lado, el fluido tras la recuperación de calor en el intercambiador de calor (9) a través de una primera entrada B y, por otro lado, el fluido en el estado aguas abajo de un separador (8) a través de un conducto de desviación y una segunda entrada A rodeando el intercambiador de calor (9), pudiendo estar dispuesto de forma alternativa un intercambiador de calor (10) adicional en el conducto de desviación.

9. Instalación de compresor de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 8, **caracterizada por que** a la válvula de regulación (6) en el lado del compresor se le suministra antes de la inyección del fluido en el compresor (13), por un lado, el fluido tras la recuperación de calor en el intercambiador de calor (9) a través de una primera entrada A y, por otro lado, el fluido a través de un conducto de desviación con un intercambiador de calor (10) al interior de una

segunda entrada B para la regulación de la temperatura de inyección.

- 5 10. Instalación de compresor de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada por que** a la válvula de regulación (6) en el lado del compresor antes de la inyección del fluido en el compresor (13) se le suministra, por un lado, el fluido tras la recuperación de calor en el intercambiador de calor (9) a través de una primera entrada B y, por otro lado, el fluido en el nivel de temperatura más alto aguas abajo del separador (8) rodeando la recuperación de calor en una segunda entrada A para la regulación de la temperatura de inyección.
- 10 11. Instalación de compresor de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 10, **caracterizada por que** como válvula de regulación (6) en el lado del compresor y válvula de regulación (7) en el lado de la recuperación de calor se utilizan válvulas de compuerta con motores paso a paso que se activan mediante la unidad de regulación (11) electrónica.

Fig. 1:

Regulación de la temperatura de fluido de refrigeración	Compresor en	Delta T del fluido inyectado [° C]	Temperatura de inyección del fluido [° C]	Temperatura tras la compresión del fluido [° C]	Petición del cliente, por ejemplo, aguas residuales		Temperatura del agua real APAGADO [° C]	Delta T del agua real Delta T del agua Petición del cliente en %
					Temperatura del agua ENCENDIDO [° C]	Temperatura del agua APAGADO [° C]		
convencional 70°	Carga completa	17	70	87	55	95	82	68
válvula de regulación de forma inteligente	Carga completa	17	83	100	55	95	95	100
convencional 70°	Carga parcial	4	70	74	55	95	69	35
válvula de regulación de forma inteligente	Carga parcial	4	96	100	55	95	95	100

Fig. 2

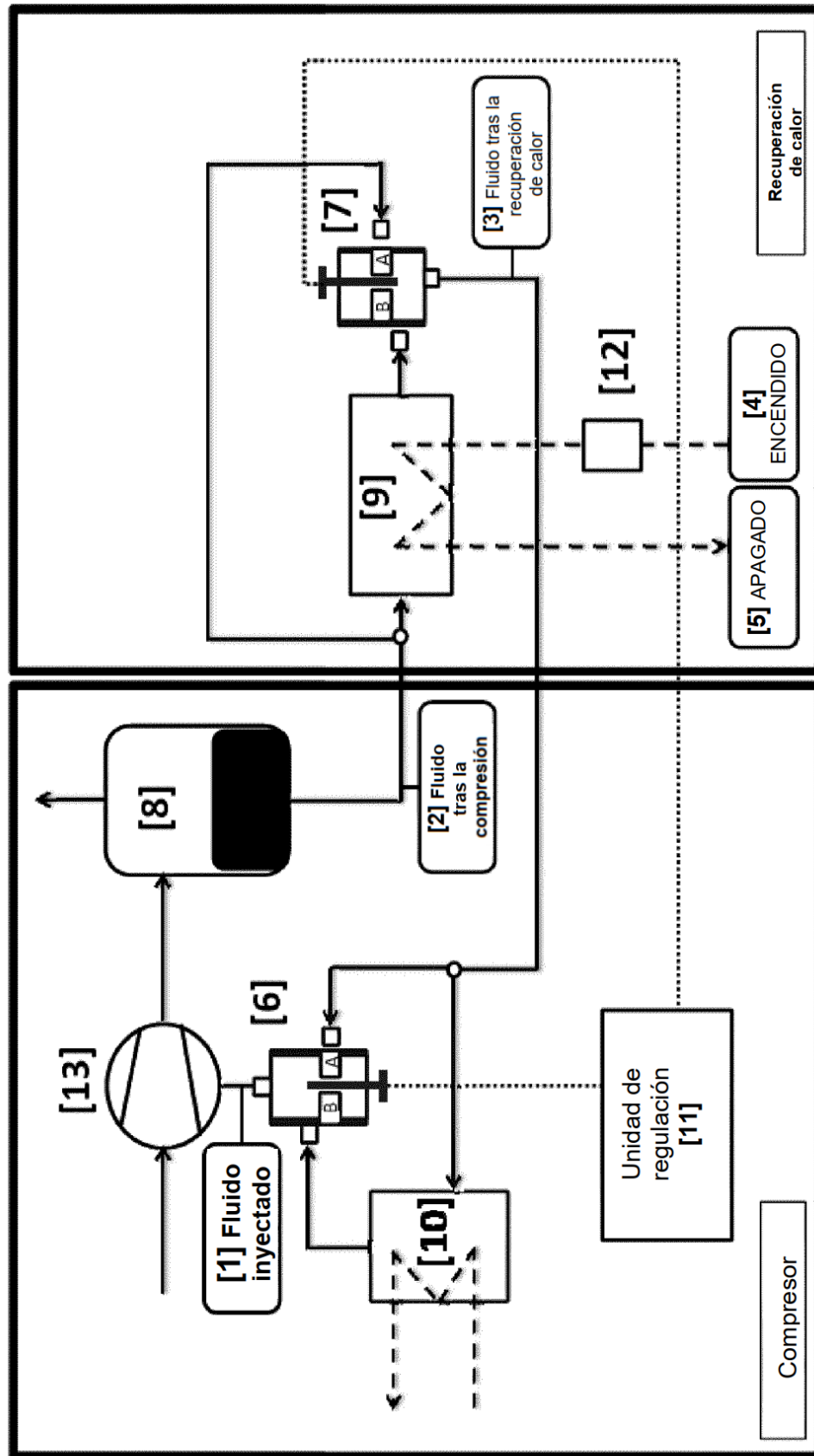


Fig. 3:

