

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 308**

51 Int. Cl.:

F01K 17/02 (2006.01)
F01K 23/04 (2006.01)
F01K 25/10 (2006.01)
F02C 7/143 (2006.01)
F01K 17/00 (2006.01)
F01K 25/04 (2006.01)
F01K 25/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.07.2014** **PCT/NL2014/050428**
87 Fecha y número de publicación internacional: **15.01.2015** **WO15005768**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2014** **E 14739975 (2)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.04.2018** **EP 3033498**

54 Título: **Método de recuperación de calor y de mejoramiento y compresor para usar en dicho método**

30 Prioridad:

09.07.2013 BE 201300478

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.06.2018

73 Titular/es:

P.T.I. (50.0%)
Ossendrechtseweg 91
4631 BB Hoogerheide, NL y
VAN BEVEREN, PETRUS CAROLUS (50.0%)

72 Inventor/es:

VAN BEVEREN, PETRUS CAROLUS

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 672 308 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 de recuperación de calor y de mejoramiento y compresor para usar en dicho método

Campo de la invención

- 5 [0001] La invención se refiere a una recuperación de calor y método de mejoramiento que comprende ciclos de los pasos posteriores de provisión de un fluido a un flujo de fluido; transferencia de calor al flujo de fluido tal como para evaporar el fluido; compresión del fluido; y transferencia de calor desde el fluido.

Antecedentes de la invención

- 10 [0002] Tal método se conoce y se aplica generalmente en los procesos de bomba de calor industriales donde el calor a una temperatura relativamente baja se transfiere para calentar a una temperatura más alta. Esto se consigue por transferencia calor a una temperatura baja relativamente a un fluido que opera en la fase líquida de manera que el medio de trabajo evapora en la fase gaseosa. Posteriormente, el fluido de trabajo en la fase gaseosa está comprimido, lo que causa que aumente la temperatura y presión del fluido, después de lo cual se puede transferir calor mediante condensación desde el fluido de trabajo a otro medio para usar este medio a una temperatura relativamente más alta. Las limitaciones de los sistemas de bomba de calor de compresión
15 existentes son las temperaturas de condensación relativamente bajas de aproximadamente un máximo de 100°C.

- 20 [0003] La WO 2011/081666 A1 presenta un sistema de calentamiento, enfriamiento, generación de energía con un separador térmico/ generador de energía utilizando las propiedades termodinámicas de un medio de trabajo y divulga un método de recuperación de calor y de mejoramiento. El sistema y método proporcionan un ciclo de pasos subsiguientes. El ciclo de pasos proporciona un fluido de trabajo que comprende una fase líquida en un flujo de fluido de trabajo y transferencia de calor del flujo de fluido de trabajo. El flujo de fluido de trabajo en algún punto en el ciclo de pasos puede ser un medio de trabajo bifásico en la fase líquida y fase gaseosa, pero especialmente no cuando se transfiere calor al flujo de fluido de trabajo y cuando se comprime el flujo de fluido de trabajo.
25

[0004] La US 2004/0182082 A1 describe un motor de calor de temperatura baja y parece revelar la provisión de un fluido de trabajo que comprende una fase líquida a partir de un acumulador a través de un dispositivo de expansión en un intercambiador térmico, donde se produce una ebullición repentina. El motor de calor comprende un paso compresor pero el vapor solo se comprime durante este paso.

- 30 [0005] La US 2013/043999 A2 y GB 2 034 012 A divulgan generalmente un compresor para comprimir un fluido de trabajo bifásico.

Resumen de la invención

- 35 [0006] Un objetivo de la invención es proporcionar un método de recuperación de calor y de mejoramiento que permite la provisión de calor a una alta temperatura, especialmente a una temperatura por encima de 80°C o incluso 100°C.

[0007] Otro objetivo o alternativo de la invención es proporcionar un método de recuperación de calor y de mejoramiento que permite la provisión de calor a una temperatura más de 150°C o incluso 175 °C.

- 40 [0008] Otro objetivo o alternativo de la invención es proporcionar un método de recuperación de calor y de mejoramiento que permite la provisión de calor a una temperatura más alta, a partir de un medio con una temperatura inferior en el rango de 60°C a 120°C.

[0009] Otro objetivo o alternativo de la invención es proporcionar un método de recuperación de calor y de mejoramiento que permita la recuperación y reutilización de corrientes de calor de residuales industriales del orden de 100°C a una temperatura que es del orden de 200°C.

- 45 [0010] Otro objetivo u objetivo alternativo de la invención es proporcionar un método de recuperación de calor y de mejoramiento eficaz en el rango de alta temperatura.

[0011] Otro objetivo u objetivo alternativo de la invención es proporcionar un compresor para uso en método de recuperación de calor y de mejoramiento que proporciona calor de una forma eficaz a una alta temperatura.

[0012] Al menos uno de los objetivos anteriores se consigue por una recuperación de calor y método de mejoramiento que comprende ciclos de los pasos subsiguientes

- 5 a. - proporcionar un fluido de trabajo que comprende una fase líquida a un flujo de fluido de trabajo;
- b. - transferir calor al flujo de fluido de trabajo tal como para parcialmente evaporar el fluido de trabajo en la fase líquida para obtener un flujo de fluido de trabajo bifásico en la fase líquida y fase gaseosa;
- c. - comprimir el flujo de fluido de trabajo bifásico así como aumentar una temperatura y presión del fluido de trabajo y evaporar el fluido de trabajo en la fase líquida; y
- 10 d. - transferir calor del flujo de fluido de trabajo mediante condensación de fluido de trabajo.

El método produce un ascenso de temperatura del medio de trabajo al comprimirse, lo que causa la evaporación del fluido de trabajo en la fase líquida. La evaporación limita el aumento de temperatura, pero causa un aumento de presión. El fluido de trabajo se comprime para producir un régimen de condensación del fluido de trabajo a una temperatura deseada, para la que se requiere una presión suficientemente alta. La compresión de un fluido de trabajo de fase gaseosa solo proporcionaría el denominado sobrecalentamiento de la fase gaseosa, que baja drásticamente la eficiencia del proceso. El método inventivo permite alcanzar una alta temperatura en un régimen de condensación del fluido de trabajo de fase gaseosa, de modo que el calor a una alta temperatura se puede recuperar y mejorar a una alta temperatura y posteriormente ser transferido desde el fluido de trabajo para reutilizar en otro o en el mismo proceso.

20 [0013] Preferiblemente, el paso a comprende proporcionar el fluido de trabajo en un flujo de fluido de trabajo predominantemente monofásico en la fase líquida para una transferencia muy eficaz de calor al flujo de fluido de trabajo.

25 [0014] En una forma de realización preferida adicional, el paso c comprende el fluido de trabajo de compresión para evaporar el fluido de trabajo en la fase líquida, de manera que un flujo de fluido de trabajo bifásico se mantiene, especialmente un fluido de trabajo de fase gaseosa húmeda. Teniendo todo el fluido de trabajo de fase de líquida evaporado permite la obtención más eficaz y precisa del régimen de condensación requerido de temperatura y presión del fluido de trabajo. En el caso de algún fluido de trabajo de fase líquida sigue estando presente después de la compresión, puede evaporar después de la compresión y negativamente influir en la temperatura y presión del fluido de trabajo.

30 [0015] En una forma de realización ventajosa, el fluido de trabajo comprende primeros y segundos componentes, una temperatura de ebullición del segundo componente que es inferior a una temperatura de ebullición del primer componente a una misma presión. Ventajosamente, una temperatura de ebullición del fluido de trabajo es entre temperaturas de ebullición de los primeros y los segundos componentes y dependiente en la proporción a la que los primeros y segundos componentes están presentes en el fluido de trabajo. Tal fluido de trabajo binario permite el ajuste de características, tal como una temperatura de ebullición y de condensación requerida del fluido de trabajo, y sintonización del fluido de trabajo al proceso de recuperación de calor específico donde se emplea.

35 [0016] Preferiblemente, los primeros y segundos componentes están seleccionados tal como para proporcionar una mezcla sin separación, que se consiga eficazmente cuando los primeros y segundos componentes sean componentes ionizados de álcali cuando se mezclan. En una forma de realización, el primer componente es agua y el segundo componente es amoníaco.

[0017] En ejemplos de realización en el paso B, el calor se recoge de un primer medio y se transfiere al flujo de fluido de trabajo y/o en el paso d, el calor se transfiere a un segundo medio.

45 [0018] En una forma de realización preferida al menos parte del paso líquido del flujo de fluido de trabajo bifásico se proporciona como gotitas en el paso c antes y/o durante la compresión del flujo de fluido de trabajo y/o al menos parte del paso líquido del flujo de fluido de trabajo bifásico se separa del flujo de fluido de trabajo bifásico y está previsto como gotitas en el paso c antes o durante la compresión del flujo de fluido de trabajo. Las gotitas proporcionan un área de superficie de gotita grande para una proporción de volumen de gotita que produce un calentamiento eficaz y por lo tanto la evaporación de las gotitas de fluido de trabajo de fase líquida. Un volumen mayor de volumen de trabajo en fase líquida evaporará cuando se haya presentado en la forma de gotita durante la compresión del fluido de trabajo.

[0019] En una forma de realización ventajosa, las gotitas se proporcionan a una entrada de y/o en una cámara de compresión de un compresor para la compresión del fluido de trabajo. La introducción de las gotitas justo en la entrada de y/o en la cámara de compresión garantiza que las gotitas estén presentes durante la compresión del fluido de trabajo en la cámara de compresión, que de otro modo se puede haber mezclado en un volumen mayor de fluido de trabajo de fase líquida.

[0020] En otra forma de realización preferida, la fase líquida del flujo de fluido de trabajo bifásico se proporciona como una pulverización de gotitas ínfimas, que proporciona siempre un área de superficie mayor para proporción en volumen de las gotitas también para una evaporación mejorada adicional durante la compresión.

[0021] En una forma de realización, el método comprende después del paso c, el paso de expansión del vapor de fluido de trabajo. Este paso adicional es preferiblemente realizado después de la transferencia de calor desde el fluido de trabajo. Ventajosamente, la energía se recupera de la expansión del fluido de trabajo. En una forma de realización, que puede, por ejemplo, ser conseguida cuando el fluido de trabajo se expande en un expansor de desplazamiento positivo o turbina.

[0022] En otro aspecto, la invención proporciona un compresor para usar en el paso c del método anterior, donde el compresor se configura para comprimir un fluido de trabajo bifásico para aumentar una temperatura y presión del fluido de trabajo y para evaporar el fluido de trabajo en la fase líquida.

[0023] En ejemplos de realización, el compresor comprende una disposición de distribución configurada para suministrar al menos parte de la fase líquida del flujo de fluido de trabajo bifásico (12) como gotitas en el compresor y el compresor puede comprender una disposición de separación configurada para la separación de al menos parte de la fase líquida del flujo de fluido de trabajo bifásico (12) desde el flujo de fluido de trabajo bifásico y una disposición de distribución configurada para suministrar la fase líquida separada como gotitas en el compresor.

[0024] En una forma de realización preferida, la disposición de distribución se configura para suministrar gotitas a una entrada de y/o en una cámara de compresión del compresor.

[0025] En otra forma de realización preferida, la disposición de distribución se configura para proporcionar la fase líquida del flujo de fluido de trabajo bifásico como una pulverización de gotitas ínfimas.

Breve descripción de los dibujos

[0026] Las características adicionales y ventajas de la invención serán aparentes de la descripción de la invención. Los ejemplos de realización de la invención se describen con referencia a los dibujos anexos, donde los símbolos de referencia iguales o similares indican las mismas partes correspondientes o similares, y donde

La Figura 1 muestra un diagrama de flujo de una forma de realización de la invención;
La Figura 2 muestra un diagrama de flujo de una modificación de la forma de realización de la figura 1; y
La Figura 3 muestra un diagrama de flujo de otra forma de realización de la invención.

Descripción detallada de ejemplos de realización

[0027] Una forma de realización en la que el método de recuperación de calor y de mejoramiento de la invención es implementado se muestra en la figura 1. La Figura 1 muestra un diagrama de flujo de un ciclo de proceso donde un fluido de trabajo circula en un circuito principal 10. El circuito 10 comprende un primer intercambiador térmico 20, un compresor 30, un segundo intercambiador térmico 40, un expansor 50 y un tercer intercambiador térmico 60. Una bomba 70 se puede incorporar también en el circuito 10 para proporcionar flujo de fluido de trabajo en el circuito. En algunos procesos un flujo de fluido de trabajo se induce por el mismo proceso, así en tales ocasiones se puede deshacer de una bomba 70.

[0028] Un flujo 21 de un primer medio que comprende gases calientes, con vapor a una temperatura de aproximadamente 120°C y originado de un proceso se pasa a través del intercambiador térmico 20. El flujo 21 en la presente forma de realización, un flujo de gases de calor y vapor que vienen de un horno de fritura, donde patatas fritas son producidas. Los gases y vapor son evacuados del horno usando uno o más ventiladores (no mostrados en las figuras). El flujo 21 de gases calientes y vapor se alimenta en el primer intercambiador térmico 20, donde el calor se transfiere de los gases calientes y vapores en el flujo 21 al fluido de trabajo del flujo de fluido de trabajo en el circuito 10. El flujo de fluido de trabajo en el circuito 10 puede generalmente también denominarse un flujo de fluido de trabajo 10, que fluye en una dirección indicada por las flechas en la figura 1. La invención no está limitada a transferencia de calor a partir de un flujo 21 de un primer medio que viene a partir de

un horno de fritura, pero se puede emplear también en un amplio rango de otras aplicaciones. Un primer flujo medio 22 que ha liberado calor sale el primer intercambiador térmico 20 y puede ser además usado para liberar calor adicional como se describirá más abajo con respecto a la forma de realización de la figura 2.

[0029] El fluido de trabajo comprende primeros y segundos componentes, siendo agua como el primer componente y amoníaco como el segundo componente en la forma de realización descrita. La fracción de amoníaco en el fluido de trabajo de amoníaco de agua puede estar en el rango de 0.1 % a aproximadamente 50%. Los primeros y segundos componentes del fluido de trabajo son seleccionados tal como para proporcionar una mezcla sin separación de, preferiblemente, primeros y segundos componentes de álcali ionizado cuando se mezclan. Una temperatura de ebullición del segundo componente siendo amoníaco en la forma de realización descrita es inferior a una temperatura de ebullición del primer componente, siendo agua en la forma de realización descrita, del fluido de trabajo. Una temperatura de ebullición del fluido de trabajo se hierve entre temperaturas de primeros y segundos componentes separados y dependiendo de la proporción donde los primeros y segundos componentes están presentes en el fluido de trabajo.

[0030] El fluido de trabajo se prevé en una fase predominantemente líquida a una presión de aproximadamente 1 bar y una temperatura en el orden de 30°C a 70°C en el flujo de fluido de trabajo 10 en la parte de circuito 11 justo antes del primer intercambiador térmico 20. Las temperaturas reales y presiones descritas pueden ser dependientes en la implementación del proceso. Tras la transferencia de calor al flujo de fluido de trabajo 10, el fluido de trabajo en la fase líquida se evapora parcialmente. El proceso está concretado de manera que no todo el fluido de trabajo se evapora en la fase gaseosa. La cantidad de calor transferido en relación a la cantidad y caudal de fluido de trabajo de fase líquida previsto en el primer intercambiador térmico 20 debería ser de manera que algo de fluido de trabajo siga estando en la fase líquida en la parte de circuito 12 cuando se ha pasado el primer intercambiador térmico 20. Un flujo de fluido de trabajo bifásico, que comprende el fluido de trabajo en la fase líquida y fase gaseosa está por lo tanto presente en la parte de circuito 12 después del primer intercambiador térmico 20 a una presión de aproximadamente 1 bar y una temperatura de aproximadamente 97°C.

[0031] Cabe señalar que gas y vapor como se utiliza en este caso son idénticos en que ambos se pueden condensar de fase de gas/vapor a la fase líquida y la fase líquida se puede evaporar en la fase de gas/vapor. El término vapor tiende a ser usado para vapor de agua.

[0032] El flujo de fluido de trabajo bifásico 12 es posteriormente pasado al compresor 30 para ser comprimido a una presión con una temperatura de condensación predeterminada del fluido de trabajo de fase gaseosa después de la compresión. Durante la compresión, la temperatura del fluido de trabajo aumentará y al menos parte del fluido de trabajo en la fase líquida se evapora en la fase gaseosa. Este es un paso importante para limitar la temperatura del fluido de trabajo después de la compresión. Preferiblemente, solo parte del fluido de trabajo de fase líquida se evapora en la compresión por compresor 30 para producir un flujo de fluido de trabajo (bifásico) de fase gaseosa húmeda para evitar el sobrecalentamiento del fluido de trabajo. No haber evaporado en fase líquida proporciona un flujo de fluido de trabajo donde la fase gaseosa y fase líquida están en equilibrio. Después de la compresión, la temperatura del fluido de trabajo es aproximadamente 185°C y su presión aproximadamente 12 bares.

[0033] En la parte de fase de compresión del flujo de fluido de trabajo entra el compresor 30 en la fase líquida. La evaporación del fluido de trabajo de fase líquida al comprimir limitará el ascenso de temperatura del fluido de trabajo en la fase gaseosa después de la compresión a una temperatura deseada y predeterminada o rango de temperatura. La proporción de compresión del compresor 30 se fija tal como para conseguir una presión deseada y predeterminada o rango de presión del fluido de trabajo de fase gaseosa en la parte de circuito 13. La cantidad de fluido de trabajo de fase líquida presente antes de la compresión es tal que la presión y temperatura del flujo de fluido de trabajo 13 después de la compresión está en o dentro de niveles o rangos deseados y predeterminados. Para conseguir una evaporación eficaz del fluido de trabajo de fase líquida al comprimir el fluido de trabajo de fase líquida se proporciona como gotitas en el flujo de fluido de trabajo 12 justo antes y/o durante la compresión por compresor 30. Una evaporación eficaz de fluido de trabajo de fase líquida previene el sobrecalentamiento de fluido de trabajo de fase gaseosa a una temperatura que no está en equilibrio con la fase líquida. El fluido de trabajo de fase líquida está preferiblemente previsto como una pulverización que comprende gotitas muy pequeñas de fluido de trabajo de fase líquida para conseguir una alta superficie de gotita para proporción de volumen de gotita de modo que se consigue una transferencia de calor muy eficaz a la gotita y por lo tanto evaporación de una gotita. En la presente forma de realización, la proporción de compresión del compresor se fija para conseguir una presión del fluido de trabajo de fase gaseosa con una temperatura de condensación correspondiente de aproximadamente 180°C en la parte de circuito 13.

[0034] El fluido de trabajo de fase gaseosa húmeda comprimido entra posteriormente en un segundo intercambiador térmico 40, donde el fluido de trabajo de fase gaseosa se condensa para liberar su calor. La condensación se consigue eficazmente cuando el fluido de trabajo de fase gaseosa está en equilibrio con el

fluido de trabajo de fase líquida en el flujo de fluido de trabajo. El calor se libera para un flujo 41 de un segundo medio, ya que el aceite de fritura viene del horno de fritura en la forma de realización descrita. El aceite de fritura debería tener una temperatura de aproximadamente 180°C en el horno de fritura, pero se enfría para aproximadamente 153°C debido al proceso de fritura de patatas fritas. El flujo 41 de aceite de fritura desde el horno de fritura tiene aproximadamente esta temperatura de 153°C y se calienta aproximadamente 180°C en el flujo de aceite de fritura 42 por intercambiador térmico 40 a través de la liberación de calor del fluido de trabajo condensado. El flujo de aceite de fritura 42 se pasa al horno de fritura (no mostrado en las figuras) para reutilizar en el proceso de fritura.

[0035] Después de liberar calor al segundo intercambiador térmico 40, el fluido de trabajo comprimido tiene una temperatura de aproximadamente 173°C y se pasa a un expansor 50 para reducir la presión del fluido de trabajo de aproximadamente 12 bares a aproximadamente 1 bar. El fluido de trabajo de expansión libera potencia al expansor 50, que se usa para recuperación de potencia. Después de la expansión en el expansor 50 un fluido de trabajo bifásico continúa como un flujo de fluido de trabajo con una fase líquida y una fase gaseosa en la parte de circuito 15. El compresor 30 y el expansor 50 son preferiblemente del tipo de desplazamiento positivo, tal como un rotor Lysholm o rotor tipo paleta. El expansor puede comprender una turbina.

[0036] La potencia recuperada por expansor 50 se utiliza para asistir en el compresor de transmisión 30. Un electromotor (no mostrado) para compresor de transmisión 30, expansor 50 y compresor 30 se puede montar en un tren de transmisión común (en un eje común). Alternativamente, el expansor puede generar energía eléctrica, por ejemplo, cuando se configura como un generador expansor. El electromotor conduce el compresor asistido por potencia (eléctrico) desde el expansor 50. La potencia liberada del fluido de trabajo en el expansor 50 se recupera así y se reutiliza en el fluido de trabajo de compresión por compresor 30.

[0037] Un sensor de presión (no mostrado en las figuras) se monta en parte de circuito 13 para controlar una presión del fluido de trabajo de fase gaseosa comprimido, que se debe comprimir a una presión predeterminada que produce una temperatura de condensación deseada del fluido de trabajo de fase gaseosa comprimido. La presión medida por el sensor de presión se pasa en un bucle de control (no mostrado en las figuras) al electromotor que dirige el compresor 30 para controlar una velocidad de rotación del electromotor y compresor 30 para ajustar una proporción de compresión del compresor 30 que produce la presión predeterminada del fluido de trabajo de fase gaseosa comprimido en la parte de circuito 13.

[0038] El flujo de fluido de trabajo bifásico expandido 15 se pasa a un tercer intercambiador térmico 60, en la forma de realización mostrada, donde el fluido de trabajo se condensa para producir un flujo de fluido de trabajo monofásico sustancialmente en la parte de circuito 16. En el tercer intercambiador térmico 60, se libera calor del flujo de fluido de trabajo bifásico 15 a otro segundo medio, que es agua de producción en la forma de realización descrita. Un flujo de agua de producción 61 entra al intercambiador térmico 60 a una temperatura de aproximadamente 25°C, que está bien por debajo de las temperaturas de ebullición de los primeros y los segundos componentes, que son agua y amoníaco, del fluido de trabajo para permitir la condensación del fluido de trabajo. Un flujo de agua de producción 62 con una temperatura de aproximadamente 60°C deja el tercer intercambiador térmico 60. La temperatura real del flujo de agua de producción 60 que deja el intercambiador térmico 62 se determina por el diseño del tercer intercambiador térmico y por condiciones de flujo de fluido de trabajo y flujo de agua de producción. El agua de producción se puede usar para lavado, limpieza y calentamiento. La temperatura del fluido de trabajo después del intercambiador térmico es también en el orden de aproximadamente 60 °C.

[0039] El flujo de fluido de trabajo monofásico (sustancialmente) 16 se bombea por bomba alimentadora 70 hacia la parte de circuito 11, donde este se presenta como un flujo de fluido de trabajo monofásico (sustancialmente) 11 al primer intercambiador térmico 20. La bomba 70 aumenta difícilmente la presión del fluido de trabajo en la forma de realización mostrada. En este punto, el ciclo se repite y continúa como se ha descrito. En el calor de ciclo se recupera y transfiere a partir de un primer flujo de medio 21 resultante de un proceso de producción en el primer intercambiador térmico 20 a una fase líquida de un flujo de fluido de trabajo 11 para parcialmente evaporar la fase líquida en la fase gaseosa. El flujo de fluido de trabajo bifásico resultante 12 se mejora por una compresión considerable en el compresor 30 para producir un flujo de fluido de trabajo 13 a una presión con una alta temperatura de condensación. El calor contenido en el flujo de fluido de trabajo de alta temperatura 13 puede ser muy eficazmente empleado en los procesos de producción, de los cuales se da un ejemplo en los ejemplos de realización descritos.

[0040] La Figura 2 muestra una modificación de la forma de realización mostrada en la figura 1. En realidad, dos modificaciones se implementan en la forma de realización de la figura 2. Se proporciona en una primera modificación un ciclo de desvío 110. Un flujo de fluido de trabajo de desvío 111 de flujo de fluido de trabajo 16 se pasa a un separador 120 para separar el fluido de trabajo de fase gaseosa desde el fluido de trabajo de fase líquida. El fluido de trabajo de fase líquida continúa a la parte del circuito 11 y un flujo de fluido de trabajo de fase gaseosa 112 pasa el separador 120 a un condensador enfriado por aire 130, donde el fluido de trabajo libera

calor a la atmósfera. Un flujo de fluido de trabajo de fase líquida condensada 113 se mezcla nuevamente con el flujo de fluido de trabajo 16 como se muestra en la figura 2. El ciclo de desvío 110 se puede requerir cuando no hay disponible suficiente agua de producción para proporcionar la condensación de fluido de trabajo en el tercer intercambiador térmico 60. La necesidad de agua de producción caliente puede ser discontinua, lo que requiere una alternativa para tener el fluido de trabajo condensado en un flujo de fluido de trabajo monofásico (sustancialmente) 11.

[0041] En una segunda modificación un circuito auxiliar 210 se conecta con el circuito principal 10 a través del intercambiador térmico 220. El primer flujo medio 22 de gases de fritura condensados parcialmente y vapor de primer intercambiador térmico 20 se lleva al intercambiador térmico auxiliar 220, donde el calor es posteriormente liberado a un fluido de trabajo auxiliar en el circuito auxiliar 210. El fluido de trabajo auxiliar es un refrigerante, que se presuriza en parte de circuito auxiliar 211. La liberación de calor en el intercambiador térmico auxiliar 220 satura el refrigerante presurizado. El flujo de refrigerante presurizado 212 se pasa a un expansor auxiliar 230 para reducir la presión del flujo refrigerante y para liberar la potencia al compresor auxiliar 230. Un flujo de refrigerante bifásico resultante 213 se lleva a un separador 240, que separa el flujo refrigerante en un flujo de refrigerante de fase líquida en la parte de circuito auxiliar 214.1 y un flujo de refrigerante de fase gaseosa 214.2. El flujo de refrigerante de fase gaseosa 214.2 se pasa al condensador enfriado por aire 250 para condensar el flujo de refrigerante de fase gaseosa a un flujo de refrigerante de fase líquida 214.3. El flujo de refrigerante de fase líquida 214 se bombea por la bomba intermedia auxiliar 270 a una presión de saturación requerida y para cerrar el bucle refrigerante hacia el intercambiador térmico auxiliar 220.

[0042] La potencia recuperada por expansor auxiliar 230 también se usa para asistir en el compresor de transmisión 30 en el circuito principal 10 por conexión del expansor auxiliar 230 al tren de transmisión de compresor 30. La potencia recuperada por expansores 50 y 230 y usada para asistir en el compresor de transmisión 30 y recuperación de calor en intercambiadores térmicos 20, 40, 60 y 220 mejora espectacularmente la eficiencia energética de todo el proceso.

[0043] El primer flujo de medio 21, que contiene vapor de agua y predominantemente aire, se condensa en dos intercambiadores térmicos posteriores 20 y 220 en un flujo bifásico 23 que se pasa a un separador 280 para producir un flujo de aire 26 y un flujo de agua 25. El flujo de agua 25 puede hacerse disponible como agua de producción después de filtración adicional (no mostrada en las figuras), que reduce además una demanda en recursos.

[0044] La Figura 3 muestra otra forma de realización de la cual el circuito principal 10 es en gran medida idéntico a la forma de realización de la figura 1. El circuito principal 10 de la forma de realización de la figura 3 no tiene un expansor en el circuito principal. Un circuito auxiliar 310 se conecta con el circuito principal 10 a través del intercambiador térmico 60. El circuito auxiliar 310 comprende un fluido de trabajo que es una mezcla de amoníaco y agua con una temperatura de ebullición y de condensación inferior al fluido de trabajo en el circuito principal 10. En los ejemplos de realización de la figura 3, el fluido de trabajo de circuito auxiliar 310 comprende aproximadamente 50% amoníaco y 50% agua. Sin embargo, dependiendo de la aplicación ambos componentes se pueden mezclar en cualquier proporción.

[0045] En el tercer intercambiador térmico 60, el calor se transfiere del fluido de trabajo de circuito principal 10 al fluido de trabajo auxiliar de circuito auxiliar 310. El fluido de trabajo auxiliar está a una presión de aproximadamente 71 bares a intercambiador térmico 60 y después del intercambiador térmico la temperatura del fluido de trabajo auxiliar es aproximadamente 170°C. Posteriormente, el fluido de trabajo auxiliar se pasa a un expansor 320 para reducir la presión y temperatura del fluido de trabajo auxiliar a aproximadamente 3.5 bares y 67°C, respectivamente, y para la recuperación de potencia de expansión del fluido de trabajo auxiliar. Después de la expansión, el fluido de trabajo se pasa a un condensador enfriado por aire para reducir adicionalmente la temperatura a aproximadamente 30°C. La bomba 340 luego aumenta la presión del fluido de trabajo a aproximadamente 71 bares a un aumento de temperatura ligera a aproximadamente 31°C, después de lo cual el ciclo de circuito auxiliar 310 se repite nuevamente. En la figura 3, la forma de realización de la recuperación de potencia en el circuito auxiliar 310 es más eficaz que la recuperación de energía en la forma de realización de la figura 1.

[0046] El fluido de trabajo en el circuito principal 10 después del intercambiador térmico 60 en la forma de realización de la figura 3 tiene una temperatura de aproximadamente 34°C y una presión de aproximadamente 12 bares. Posteriormente, la presión se reduce por la válvula de expansión 80 a aproximadamente 1 bar para pasar fluido de trabajo a una temperatura y presión de aproximadamente 34°C y 1 bar, respectivamente, al intercambiador térmico 20, después de lo cual el ciclo del circuito principal se repite nuevamente.

REIVINDICACIONES

1. Método de recuperación de calor y de mejoramiento que comprende ciclos de los pasos siguientes:

- a. - Proporcionar un fluido de trabajo que comprende una fase líquida en un flujo de fluido de trabajo (11);
- b. - Transferir calor (20) al flujo de fluido de trabajo (11), de modo que parcialmente se evapore el fluido de trabajo en la fase líquida para obtener un flujo de fluido de trabajo bifásico (12) en la fase líquida y fase gaseosa;
- c. - Comprimir (30) el flujo de fluido de trabajo bifásico (12), de modo que aumente una temperatura y presión del fluido de trabajo y evaporar el fluido de trabajo en la fase líquida y
- d. -Transferir calor (40,60) del flujo de fluido de trabajo (13, 14,15) mediante la condensación de fluido de trabajo.

2. Método, según la reivindicación precedente, donde el paso a comprende: proporcionar el fluido de trabajo en un flujo de fluido de trabajo predominantemente monofásico (11) en la fase líquida.

3. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el paso c comprende: la compresión de un fluido de trabajo para evaporar fluido de trabajo en la fase líquida, de manera que un flujo de fluido de trabajo bifásico (13) se mantiene, especialmente un fluido de trabajo de fase gaseosa húmeda.

4. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el fluido de trabajo comprende primeros y segundos componentes, una temperatura de ebullición del segundo componente es inferior a una temperatura de ebullición del primer componente a una misma presión, opcionalmente una temperatura de ebullición del fluido de trabajo está entre temperaturas de ebullición de los primeros y los segundos componentes y depende de la proporción donde los primeros y segundos componentes están presentes en el fluido de trabajo.

5. Método según la reivindicación precedente, donde los primeros y segundos componentes están seleccionados tal como para proporcionar una mezcla sin separación.

6. Método según cualquiera de las dos reivindicaciones precedentes, donde los primeros y segundos componentes son componentes ionizados de álcali cuando se mezclan.

7. Método según cualquiera de las tres reivindicaciones precedentes, donde el primer componente es agua y el segundo componente es amoníaco.

8. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde en el paso b, se recoge calor de un primer medio y se transfiere (20) al flujo de fluido de trabajo (11).

9. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde en el paso d, el calor se transfiere (40, 60) a un segundo medio.

10. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde al menos parte de la fase líquida del flujo de fluido de trabajo bifásico (12) se proporciona como gotitas en el paso c antes y/o durante la compresión (30) del flujo de fluido de trabajo.

11. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde al menos parte de la fase líquida del flujo de fluido de trabajo bifásico (12) se separa del flujo de fluido de trabajo bifásico y está prevista como gotitas en el paso c antes o durante la compresión (30) del flujo de fluido de trabajo.

12. Método según cualquiera de las dos reivindicaciones precedentes, donde las gotitas se proporcionan a una entrada de y/o en una cámara de compresión de un compresor (30) para la compresión del fluido de trabajo.

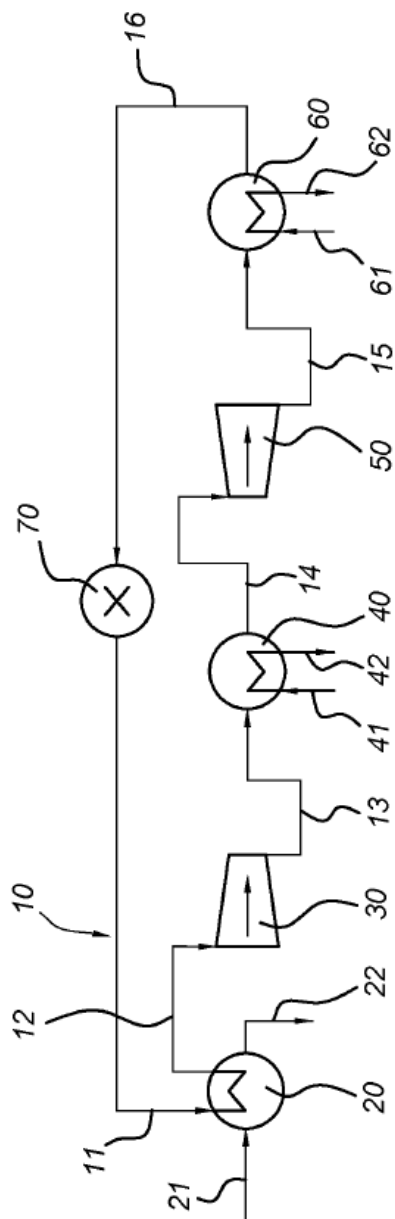
13. Método según cualquiera de las tres reivindicaciones precedentes, donde la fase líquida del flujo de fluido de trabajo bifásico (12) se proporciona como una pulverización de gotitas.

14. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el método comprende después del paso c el siguiente paso

- expansión (50) del flujo de fluido de trabajo (13,14), donde opcionalmente la energía se recupera de la expansión (50) del fluido de trabajo.

15. Método según cualquiera de las dos reivindicaciones precedentes, donde el fluido de trabajo se expande en un expansor de desplazamiento positivo o turbina (50).

Fig. 1



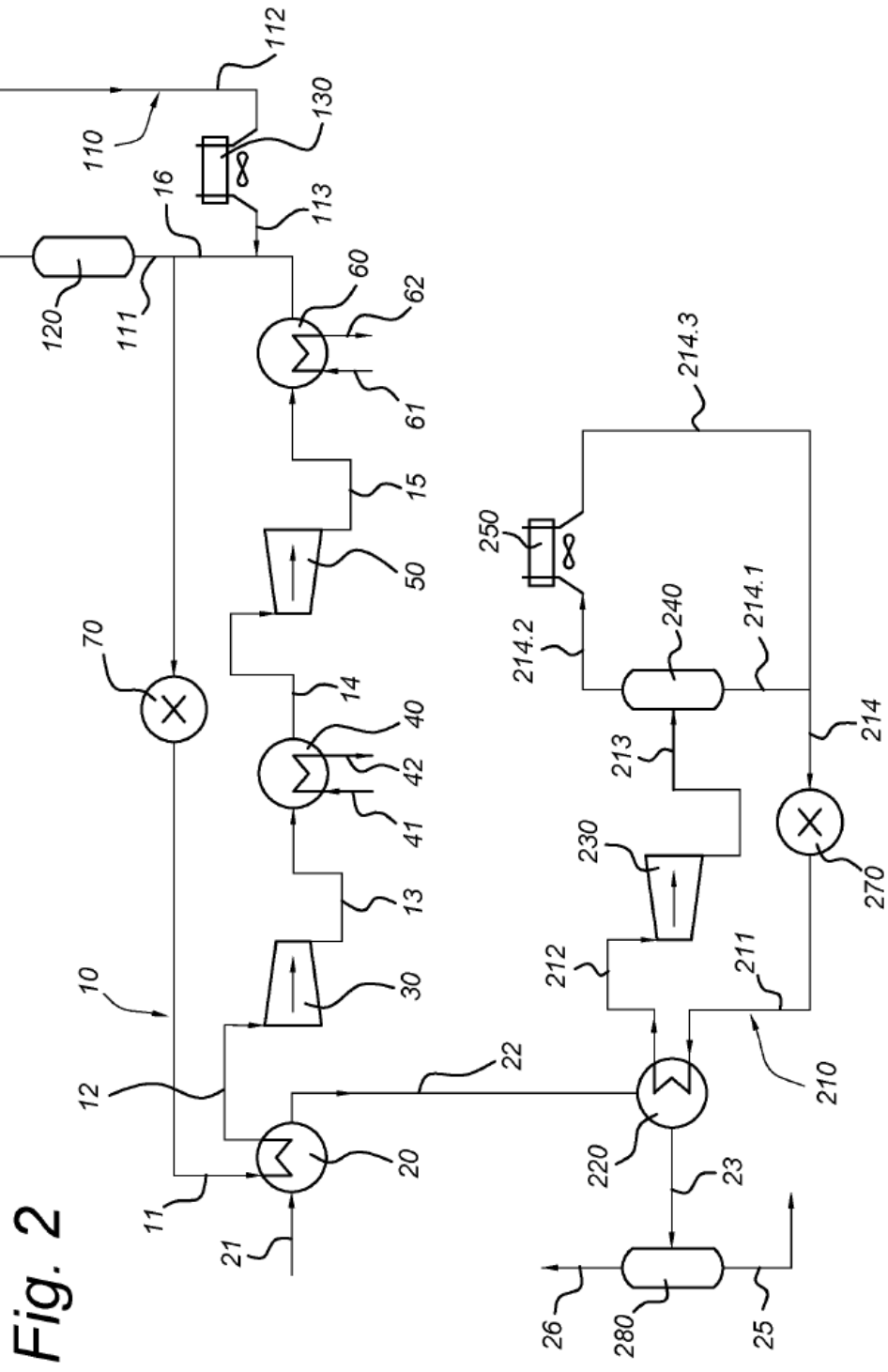


Fig. 3

