

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 817 439**

51 Int. Cl.:

F25B 41/04 (2006.01)

F25B 49/00 (2006.01)

F25B 45/00 (2006.01)

F25B 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2018** **E 18203625 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2020** **EP 3492846**

54 Título: **Dispositivo para llevar a cabo de forma segura un proceso de ciclo de Clausius-Rankine termodinámico en sentido antihorario así como su vaciado y llenado seguro mediante un fluido de trabajo inflamable y un procedimiento para el vaciado seguro de un fluido de trabajo inflamable**

30 Prioridad:

04.12.2017 DE 102017128702

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

07.04.2021

73 Titular/es:

**VAILLANT GMBH (100.0%)
Berghauser Strasse 40
42859 Remscheid, DE**

72 Inventor/es:

**LINGK, TOBIAS y
SPAHN, HANS-JOSEF**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 817 439 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

Dispositivo para llevar a cabo de forma segura un proceso de ciclo de Clausius-Rankine termodinámico en sentido antihorario así como su vaciado y llenado seguro mediante un fluido de trabajo inflamable y un procedimiento para el vaciado seguro de un fluido de trabajo inflamable

5 La invención se refiere a un dispositivo para llevar a cabo de forma segura un proceso de ciclo de Clausius-Rankine termodinámico en sentido antihorario así como su vaciado y llenado seguro mediante un fluido de trabajo inflamable y un procedimiento para el vaciado seguro de un fluido de trabajo inflamable.

10 La invención se refiere a estados irregulares en ciclos de fluido de trabajo, en los que se conduce un fluido de trabajo que actúa como agente refrigerante en un proceso de ciclo termodinámico, como por ejemplo el proceso de ciclo de Clausius-Rankine. Principalmente estos son bombas de calor, instalaciones de aire acondicionado y aparatos de refrigeración, que son habituales en edificios de viviendas. Por edificios de viviendas se entienden a este respecto casas particulares, complejos de casas de alquiler, hospitales, hoteles, gastronomía y edificios de viviendas y comerciales combinados y empresas industriales, en los cuales las personas viven o trabajan de forma duradera, a diferencia de los dispositivos móviles como instalaciones de aire acondicionado en automóviles o compartimentos para el transporte, o también instalaciones industriales o aparatos médicos. Estos procesos de ciclo tienen en común que, al utilizar energía generan calor útil o frío útil y forman sistemas de desplazamiento de calor.

15 Los procesos de ciclo termodinámicos que se utilizan se conocen desde hace mucho tiempo, al igual que los problemas de seguridad, que pueden surgir en el uso de fluidos de trabajo adecuados. Aparte del agua, los fluidos de trabajo anteriores más conocidos son combustibles y tóxicos. En el siglo pasado han llevado al desarrollo de los refrigerantes seguros, que constaban de hidrocarburos fluorados. Sin embargo, se ha demostrado que estos refrigerantes seguros dañan la capa de ozono, llevan al calentamiento global, y que su calidad inofensiva en cuanto a la tecnología de la seguridad llevaba a descuidos en su estructura. Hasta el 70 % del volumen de ventas correspondía a la necesidad de relleno de instalaciones con fugas y a sus pérdidas por fugas, que se asumía en tanto que en casos aislados se consideraba económicamente justificable y promovía la demanda de adquisición de repuestos.

20 Por este motivo, la utilización de estos refrigerantes estaba sometida a restricciones, en la Unión Europea por ejemplo mediante el reglamento de los gases fluorados (UE) 517/2014.

30 Por un lado, por tanto es extremadamente problemático, asumir los principios constructivos para procesos termodinámicos que conducen refrigerantes, que aparentemente se han acreditado perfectamente en refrigerantes seguros, y por otro lado añadirlos a los conceptos de instalación de los tiempos antes de la introducción de los refrigerantes seguros. Esto es debido también a que entre tanto los aparatos individuales se han convertido en instalaciones complejas, lo que ha multiplicado el número de las posibilidades de averías y sus consecuencias. Por ello, a modo de ejemplo resultan los siguientes requisitos en el concepto de seguridad:

- En el funcionamiento normal la instalación necesita ser absolutamente estanca.
- Ni en una fuga en el condensador ni en una fuga en el condensador debe llegar fluido de trabajo hacia el circuito de calor útil o frío útil acoplado.
- No debe escaparse ningún fluido de trabajo del circuito de refrigeración de manera inadvertida.
- En el compresor el fluido de trabajo no debe escaparse a través del alojamiento.
- En el sistema de expansión el fluido de trabajo no debe difundir fugas mediante el asiento de válvula o llevar a fugas mediante cavitación.
- Las partes encapsuladas deben permanecer accesibles para fines de mantenimiento y control.
- En caso de emergencias no deben producirse peligros.
- La instalación debe poder integrarse en salas ya existentes
- El refrigerante debe poder salir y cargarse.

45 El término de emergencia debe considerarse en su amplitud. Son concebibles cortes de corriente, terremotos, desprendimientos de tierra, inundaciones, incendios, fallos técnicos y condiciones de climatología extrema. Siempre y cuando las instalaciones se hagan funcionar en una red, una caída de la red o una avería en la red ha de considerarse también como emergencia. Frente a peligros o averías de este tipo el dispositivo debe ser inherentemente seguro. Pero también un corte de la energía primaria disponible puede justificar una emergencia y no debe tener como consecuencia ningún desarrollo de peligro. Todos estos casos de emergencia pueden aparecer también combinados.

50 En este sentido han de considerarse por separado las distintas formas de construcción y casos de aplicación para procesos de ciclos termodinámicos de este tipo, en instalaciones estacionarias para edificios de viviendas por ejemplo son los siguientes:

- frigoríficos domésticos,
 - congeladores domésticos,
 - secadores domésticos,
 - combinaciones de frigoríficos y congeladores domésticos,
 - 5 - cámaras de refrigeración para hoteles y gastronomía,
 - cámaras de congelación para hoteles y gastronomía,
 - instalación de aire acondicionado para hogares, hotel y gastronomía,
 - generación de agua caliente para hogares, hotel y gastronomía,
 - calefacción para hogares, hotel y gastronomía,
 - 10 - instalaciones de sauna y piscina para hogares, hotel y gastronomía,
 - combinación de instalaciones para las aplicaciones mencionadas anteriormente,
- aunque esta enumeración no es completa.

La energía para el funcionamiento de las instalaciones incluida la energía calorífica que va a desplazarse puede proceder de distintas fuentes:

- 15 - geotermia procedente de acumuladores de geotermia,
- calor geotérmico,
- calefacción urbana,
- energía eléctrica de suministro eléctrico general,
- energía solar eléctrica,
- 20 - calor solar,
- calor perdido,
- acumuladores de agua caliente,
- acumuladores de hielo,
- acumuladores de calor latente,
- 25 - portadores de energía fósiles como gas natural, petróleo, carbón,
- materias primas renovables como madera, pellets, biogás,
- combinaciones de las fuentes de energía anteriormente citadas,

aunque tampoco esta enumeración es completa.

- 30 Los problemas que aparecen al diseñar la seguridad de estas instalaciones se describen de forma gráfica en el documento WO 2015/032905 A1. Así, el límite inferior de inflamabilidad de propano como fluido de trabajo se sitúa en aproximadamente 1,7 de porcentaje de volumen en el aire, lo que corresponde a 38 g/m³ en el aire. Siempre que el proceso de refrigeración se lleve a cabo con el fluido de trabajo propano en un espacio que lo rodee, herméticamente cerrado, pero por lo demás lleno de aire, se plantea el problema de la detección de una situación crítica, explosiva tras una avería, en la que el fluido de trabajo sale en este espacio herméticamente cerrado. Los sensores eléctricos para la detección de concentraciones críticas son difíciles de realizar con protección contra explosiones, por lo que precisamente la detección de propano mediante los sensores intensifica considerablemente el riesgo de explosión, los sensores de infrarrojos son la excepción a esto. El propano también es tóxico, en la inhalación por encima de una concentración de aproximadamente 2 g/m³ aparecen efectos narcóticos, dolores de cabeza y náuseas. Esto afecta a las personas, que deben solucionar un problema detectado en ese lugar, incluso antes de que se origine el peligro de explosión.
- 35
- 40

El propano es también más pesado que el aire, por tanto baja al suelo con el aire estático y allí se acumula. Por tanto, si se acumulara una parte del propano en una zona de poca corriente del espacio cerrado, en el que se encuentra la unidad averiada, los límites de explosión locales pueden alcanzarse esencialmente con más rapidez, de lo que permite

esperar el cociente de volumen de espacio total con respecto a la cantidad de propano que ha salido. El documento WO 2015/032905 A1 intenta resolver este problema, al integrarse un generador para corriente eléctrica en la abertura o su bloqueo de este espacio y en su accionamiento en una primera etapa genera y facilita la energía eléctrica, con la que se activa el sensor, y que en caso de alarma no libera el bloqueo, sino que provoca una ventilación del espacio cerrado, y solo en una segunda etapa permite un desbloqueo y apertura.

Ya al comienzo de la tecnología de las máquinas frigoríficas de compresión se llevó a cabo el experimento de formar un espacio cerrado, en el que podían alojarse todos los equipamientos de aparatos de manera segura y que los envuelve por completo. El documento DE-PS 553 295 describe una máquina frigorífica de compresión encapsulada, en la que el compresor de refrigerante 1, su motor de accionamiento 2, evaporador 3, condensador 4 y válvula de regulación 5 están incluidos en una cápsula 6 o 7 de doble pared. En el juego de la cápsula de doble pared se aplica una presión negativa y se aspiran fugas, que pueden aparecer en las perforaciones para agua de refrigeración y salmuera. El fluido de trabajo aspirado puede recuperarse, dado el caso a continuación. Cabe señalar a este respecto que dentro del espacio encapsulado no se encuentra aire ambiente, y debido a la presión negativa en el doble revestimiento tampoco puede penetrar en el espacio interno encapsulado.

El documento DE 41 14 529 A1 describe un equipo de seguridad para una instalación técnica de refrigeración llena de un medio peligroso que consta al menos de un grupo frigorífico completo que comprende un circuito de refrigerante con evaporador, compresor y condensador, así como un motor de accionamiento. La instalación está cerrada de manera estanca al gas, estando diseñada la encapsulación según la presión máxima técnicamente posible en caso de avería, y estando guiadas de manera estanca a la presión hacia fuera desde la encapsulación las conexiones para el medio de enfriamiento, un agente refrigerante así como conducciones de suministro eléctrico, de supervisión y de control. Puede estar conectado un depósito de compensación.

El documento DE 195 25 064 C1 describe una máquina frigorífica con una carcasa configurada estanca al gas, que aloja todos los componentes de la máquina que guían agente refrigerante, está previsto un espacio que une el interior de la carcasa estanca al gas con una salida, y el espacio está lleno de una sustancia de que sorbe el agente refrigerante. La cantidad de las sustancias de sorción se dimensiona a este respecto de modo que puede alojarse toda la cantidad de agente refrigerante que sale eventualmente y puede mantenerse alejado del medio ambiente. El espacio lleno con la sustancia de sorción está abierto hacia el entorno. En el caso de refrigerantes, que son más pesados que el aire, el espacio está abierto hacia abajo, en aquellos que son más ligeros, está abierto hacia arriba, de modo que no es necesario un transportador neumático. El medio de sorción se introduce en la carcasa y rodea por completo la máquina frigorífica o los equipos que conducen refrigerante. En su camino hacia el exterior están previstas placas de desviación, que impiden corrientes de cortocircuito y fuerzas el gas que se escapa a través del medio de sorción. También es posible una forma de realización de doble pared, en la que el medio de sorción está dispuesto en doble revestimiento. En la salida del espacio llenado con la sustancia sorbente hacia el entorno puede preverse un equipo de medición para refrigerantes.

El documento DE 10 2011 116 863 A1 describe un procedimiento para asegurar un dispositivo para un proceso de circuito termodinámico, que se hace funcionar con un fluido de proceso, que contiene al menos una sustancia peligrosa para el medio ambiente, tóxica y/o inflamable o consta de esta. En el caso de una fuga en el dispositivo, para un proceso de ciclo termodinámico un agente adsorbente se pone en contacto con el fluido de proceso, en particular amoniaco, propano o propeno, y la sustancia se enlaza selectivamente mediante el agente adsorbente. El agente adsorbente se regenera tras el uso. Como agente adsorbente se proponen zeolita, también combinada con imidazol o fosfatos, y además CuBTC, el agente adsorbente puede estar diseñado en forma de un lecho, un cuerpo moldeado, una capa de pintura, una película pulverizada o un recubrimiento. La estructura de soporte del cuerpo moldeado puede constar de microestructura, estructura de laminillas, haz de tubos, registro de tubos y chapa y debe presentar estabilidad mecánica, así como poder ampliarse en su superficie en gran medida. Una circulación del aire potencialmente contaminado se realiza habitualmente de manera continua, pero puede iniciarse también mediante un sensor, que conecte la ventilación al alcanzarse un valor umbral o al detectar un caso de avería. La adsorción puede llevarse a cabo dentro o fuera de un espacio cerrado.

El documento DE 195 26 980 A1 describe un dispositivo y un procedimiento para la limpieza de aire en espacios cerrados, que presentan una contaminación gaseosa. Una vez que se haya detectado la contaminación por un sensor de gas, este controla un compresor, que conduce el aire mediante un absorbedor situado en este espacio, por lo que la contaminación se absorbe. El aire que se ha limpiado abandona el absorbedor hacia el espacio cerrado.

El documento DE 195 25 064 C1 describe una máquina frigorífica con una carcasa configurada estanca al gas, que aloja todos los componentes de la máquina que guían agente refrigerante, está previsto un espacio que une el interior de la carcasa estanca al gas con una salida, y el espacio está lleno de una sustancia de que sorbe el agente refrigerante. La cantidad de las sustancias de sorción se dimensiona a este respecto de modo que puede alojarse toda la cantidad de agente refrigerante que sale eventualmente y puede mantenerse alejado del medio ambiente. El espacio lleno con la sustancia de sorción está abierto hacia el entorno. En el caso de refrigerantes, que son más pesados que el aire, el espacio está abierto hacia abajo, en aquellos que son más ligeros, está abierto hacia arriba, de modo que no es necesario un transportador neumático. El medio de sorción se introduce en la carcasa y rodea por completo la máquina frigorífica o los equipos que conducen refrigerante. En su camino hacia el exterior están previstas placas de desviación, que impiden corrientes de cortocircuito y fuerzas el gas que se escapa a través del medio de sorción.

También es posible una forma de realización de doble pared, en la que el medio de sorción está dispuesto en doble revestimiento. En la salida del espacio llenado con la sustancia sorbente hacia el entorno puede preverse un equipo de medición para refrigerantes.

5 El documento EP 1 666 287 describe una instalación de aire acondicionado de vehículos con un recipiente colector para refrigerante, que está conectado a través de una válvula controlable externamente con un separador de gas-líquido. Por medio de un dispositivo de detección de presión puede cerrarse la válvula cuando la presión detectada se iguala a una presión predeterminada. La señal para abrir la válvula puede realizarse mediante una detección de fugas.

10 El documento EP 2 921 801 A1 describe un método para el intercambio de piezas atravesadas por fluido de una instalación de climatización-refrigeración. En este sentido se conecta un recipiente en el que el fluido de trabajo puede entrar desde el circuito de refrigeración, en donde se prevén una pieza de conexión y una reducción de presión. En cuanto la mayor parte del circuito de refrigeración ha pasado al recipiente, se encuentra solo poco fluido de trabajo inflamable en las piezas atravesadas habitualmente por fluido de trabajo, de modo que la pieza defectuosa puede retirarse y sustituirse por una pieza de sustitución, sin que durante este trabajo, incluso con suministro de calor, por ejemplo mediante soldadura, exista un riesgo de inflamación.

15 El documento EP 3 115 714 A1 describe la problemática de la descarga del fluido de trabajo a través de una tubería de gran volumen, que está conectada en la salida del lado de fuente de calor del condensador. En este sentido se recoge fluido de trabajo no solo durante la descarga, sino también durante el funcionamiento de refrigeración normal, y con ello disminuye también la capacidad calorífica. Si el efecto se contrarrestara mediante una cantidad mayor de fluido de trabajo, aumentarían los costes de producción y también los riesgos en casos de fugas. El problema se resuelve mediante un contenedor de almacenamiento, una primera válvula de dos posiciones en una conducción entre la válvula de alivio y el lado útil del intercambiador de calor y una derivación que está ramificada entre la válvula de dos posiciones y la válvula de alivio y conectada con el lado de succión del compresor. Durante la descarga de fluido de trabajo en el contenedor se cierra la primera válvula de dos posiciones y el fluido de trabajo fluye desde el lado de fuente de calor a través de la derivación hacia el contenedor de almacenamiento.

25 Los sistemas presentados hasta el momento no han tenido mucho éxito en el mercado. Esto puede atribuirse a los siguientes motivos:

- Facilidad de montaje: En el caso de modernizaciones de instalaciones de calefacción antiguas los dispositivos de nueva instalación deben poder desmontarse y transportarse. Por ejemplo deben poder llevarse a través de escaleras de sótanos y hacia espacios en sótanos bajos y angulosos. El montaje, puesta en servicio y mantenimiento deben ser posibles in situ sin gran complejidad. Esto excluye en gran medida contenedores a presión grandes y pesados, además, los sistemas, que tras una avería no pueden desmontarse.
- Facilidad de diagnóstico: Los estados operativos deberían distinguirse bien desde el exterior, esto afecta a la visibilidad y capacidad de inspección con respecto a posibles fugas e incluye el nivel de llenado del fluido de trabajo, así como el grado de llenado, dado el caso de los sorbentes introducidos.
- Facilidad de mantenimiento: Los diagnósticos de sistema deberían poder realizarse sin una gran complejidad adicional. Los sistemas relevantes en cuanto a seguridad deberían poder someterse a pruebas regularmente o a comprobaciones de fiabilidad. Si los sistemas de diagnóstico no pueden realizarse fácilmente, las piezas posiblemente con carga deberían poder reemplazarse fácilmente por piezas nuevas.
- Seguridad ante fallos: Los sistemas deben estar protegidos por un lado frente a averías, pero al mismo tiempo deben poder funcionar de manera fiable, al menos en el funcionamiento de emergencia. En el caso de una avería externa transitoria los sistemas deberían arrancar de nuevo de manera autónoma o deberán poder arrancarse de nuevo sin gran complejidad.
- Eficiencia energética: Las instalaciones deben poderse hacer funcionar de manera favorable energéticamente, esto se opone a un consumo propio de energía elevado para medidas de seguridad.
- Robustez: En el caso de averías mayores, ya sean de carácter externo o internas al sistema, debe garantizarse la capacidad para controlarse, esto, por ejemplo se refiere a sistemas de ventilación, que pueden obstruirse o a depósitos a presión, que están bajo presión o se calientan, por ejemplo en caso de un incendio.
- Costes: Las medidas de seguridad no deben ser significativas ni en los gastos de adquisición ni en el caso de gastos corrientes y no deben superar los ahorros en los gastos de energía con respecto a los sistemas convencionales. Deben ser asequibles.

55 En el caso de fugas o trabajos de mantenimiento, en los que el ciclo de fluido de trabajo tiene que abrirse o calentarse, el ciclo de fluido de trabajo tiene que vaciarse de la manera más completa posible o al menos liberarse en gran parte de fluido de trabajo inflamable de modo que pueda surgir nunca el riesgo de una inflamación. También otras medidas, tales como por ejemplo ensayos de rutina, pueden requerir un vaciado. Tales vaciados se llevan a cabo actualmente de manera manual y sería deseable poder llevarlos a cabo también por mantenimiento a distancia. Ante perturbaciones provocadas externamente tales como terremotos, incendios o inundaciones, sería deseable asimismo que el fluido de

trabajo inflamable pudiera ser puesto a salvo rápidamente sin que sea fuera necesaria una intervención manual in situ.

Se ha conocido también una posibilidad para la regulación de la cantidad de fluido de trabajo en el circuito de refrigeración. El documento US 2015/0059367 A1 describe un circuito de refrigeración con un control de carga, un control de descarga así como conexiones entre el condensador y la válvula de expansión. Además está previsto un contenedor de almacenamiento y una bomba de transporte detrás de la válvula de descarga. Cuando las condiciones del entorno varían, en el caso de una bomba de calor por ejemplo por temporada o diariamente con motivo de los cambios atmosféricos, varía la cantidad de fluido de trabajo que circula en el circuito de refrigeración y se adaptan las condiciones respectivas. Además, el documento US 2015/0059367 A1 divulga un dispositivo de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 para la realización más segura de un proceso de ciclo de Clausius-Rankine termodinámico en sentido antihorario así como su vaciado y llenado seguro mediante un fluido de trabajo inflamable así como un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 8 para el vaciado seguro de un fluido de trabajo inflamable.

Por tanto el objetivo de la invención es facilitar un depósito de seguridad mejorado que puede extraer el fluido de trabajo del proceso de ciclo, permite una recirculación al proceso de ciclo, que resuelva de mejor manera los problemas representados y ya no presente las desventajas.

La invención resuelve este objetivo mediante un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1. El dispositivo es adecuado para llevar a cabo de forma segura un proceso de ciclo de Clausius-Rankine termodinámico en sentido antihorario mediante un fluido de trabajo inflamable, que en el estado gaseoso en condiciones atmosféricas es más pesado que el aire y se conduce en un ciclo de fluido de trabajo cerrado, herméticamente estanco, que presenta

- al menos un compresor para fluido de trabajo,
- al menos un equipo de expansión para fluido de trabajo,
- al menos dos caloportadores para fluido de trabajo con al menos dos conexiones para fluidos caloportadores en cada caso,
- una carcasa cerrada, que comprende todos los equipos conectados en el ciclo de fluido de trabajo cerrado, puede comprender otros equipos,
- al menos un depósito de seguridad para alojar fluido de trabajo
- al menos un dispositivo de bloqueo dentro del ciclo de fluido de trabajo,
- una válvula de cierre y una ramificación desde el ciclo de fluido de trabajo hasta el depósito de seguridad,
- en la salida del depósito de seguridad un equipo para el aumento de presión,
- al menos un depósito a presión para alojar gas inerte,
- una conducción de alimentación que puede cerrarse desde el depósito de gas inerte hasta el depósito de seguridad,
- una conducción de salida desde el depósito de seguridad con un separador de gas-líquido posterior,
- una conducción de unión desde la salida de líquido del separador de gas-líquido hasta un dispositivo de reducción de presión y de bloqueo, que está conectado con el ciclo de fluido de trabajo del proceso de ciclo.

Por fluidos caloportadores han de entenderse en este caso todos los medios gaseosos o líquidos, con los que se transmite calor, es decir por ejemplo aire, agua, salmuera, aceites caloportadores o similares.

En una configuración de la invención se usan como fluido de trabajo propano y como gas inerte nitrógeno. En el caso de elegir el gas inerte, ha de tenerse en cuenta que el gas inerte no puede disolverse en fluido de trabajo líquido. El gas inerte puede usarse también en otros sitios en instalaciones de este tipo, por ejemplo para la inertización de la carcasa o del proceso de ciclo, si este se vació previamente y tienen que llevarse a cabo trabajos en el mismo. Para tales fines pueden preverse medidas de inertización adicionales. El depósito de gas inerte previsto en este caso está previsto solo para un gas inerte tal que sirve para el vaciado del depósito de seguridad, la recirculación al proceso de ciclo o para descargar y almacenar gas inerte procedente del proceso de ciclo.

En este sentido, para vaciar el depósito de seguridad se aumenta en primer lugar la presión, presionándose el gas inerte que se encuentra bajo alta presión hacia el depósito de seguridad lleno con fluido de trabajo. Con ello se licúa una parte del fluido de trabajo que se encuentra en forma de vapor, donde se pretende que este porcentaje sea lo más grande posible. La salida situada en el depósito de seguridad descarga por lo tanto al abrirse en primer lugar fluido de trabajo líquido. Después, hacia el final del proceso de vaciado, resulta una mezcla de gas-líquido en la salida, antes de que se extraiga solo gas inerte.

5 En otra configuración de la invención está previsto que con la salida de propano del depósito de seguridad como equipo para el aumento de presión se emplee una bomba tal como se emplea por lo demás también en automóviles como bomba de gasolina o como bomba de inyección. La bomba estará protegida también contra una marcha en seco, podrá transportar una mezcla de gas-líquido y en el mejor de los casos podrá transportar como un compresor también solo fluido en forma gaseosa. El aumento de presión a este respecto no tiene que ser alto. Es ventajoso cuando la bomba lleva a cabo un transporte forzado, tal como lo hacen las bombas de pistón, bombas de rueda dentada, bombas Roots, bombas peristálticas o bombas de membrana. La bomba puede estar dispuesta a este respecto también dentro del depósito de seguridad.

10 En otra configuración de la invención, se enfría la mezcla de gas-líquido extraída del depósito de seguridad, que normalmente es una mezcla de propano líquido, propano gaseoso y nitrógeno. Con ello disminuye la presión de vapor del propano y, en función de la presión del gas inerte, en el separador de gas-líquido posterior existe solo una fase líquida de fluido de trabajo y una fase gaseosa de gas inerte, que tienen que separarse entre sí.

15 La separación se realiza con un separador de gas-líquido, que está realizado preferentemente como separador ciclónico. La fase líquida se extrae debajo del mismo y se recircula líquida y bajo presión al ciclo del proceso de ciclo. Poco antes de entrar se reduce la presión. En este sentido ha de tenerse en cuenta que de no tiene lugar una evaporación ultrarrápida, de manera que la cavitación lleva a perturbaciones.

20 La presión de sistema antes de la reducción de presión se determina a este respecto según se desee con respecto al uso adicional del gas inerte separado en el separador de gas-líquido. Siempre que se recircule al depósito de gas inerte, la presión ha de seleccionarse alta para que durante la separación llegue la menor cantidad posible de fluido de trabajo en forma de vapor al depósito de gas inerte. En este caso, la bomba de aumento de presión tiene que compensar únicamente las pérdidas de presión que tiene que superarse en el circuito de gas inerte generado. Si el gas inerte tiene que desecharse, puede prescindirse de presión más alta. No obstante tienen que compensarse también pérdidas de fluido de trabajo.

25 En una configuración de la invención se prevé que depósito de seguridad, depósito de gas inerte, bomba de aumento de presión, separador de gas-líquido así como las conducciones asociadas y grifería se integren conjuntamente en un contenedor de seguridad estanco a la presión, cerrado herméticamente. De esta manera se garantiza que el depósito de seguridad y sus conexiones no sean en sí un riesgo para la seguridad. Con ello se simplifica además de la mejora de la seguridad también el mantenimiento, dado que el contenedor de seguridad puede cambiarse rápidamente.

30 En una configuración de la invención, el depósito de seguridad llenado se usa para extraer gas inerte, que se encuentra por ejemplo tras una reparación en el circuito de trabajo, en el que tiene que introducirse el fluido de trabajo después de nuevo. Para ello se presiona en primer lugar, tal como se describe anteriormente, fluido de trabajo por medio de presión de gas inerte en el circuito de trabajo. Con el compresor en marcha la mezcla de fluido de trabajo-gas inerte entonces, sin calentarla en los intercambiadores de calor del proceso de ciclo, se transporta de vuelta al depósito de seguridad de forma líquida, desde donde llega a través de la bomba de aumento de presión y el separador de gas-líquido de nuevo al circuito de trabajo. El gas inerte puede separarse de esta manera prácticamente por completo.

35 La invención comprende también un procedimiento seguro de acuerdo con la reivindicación 8. El procedimiento es para el vaciado del ciclo de fluido de trabajo de su relleno y la retirada de gas inerte desde el ciclo de fluido de trabajo con el uso del dispositivo descrito.

40 Para el vaciado desde el ciclo de fluido de trabajo, o el caso de llenado para el depósito de seguridad, el dispositivo de bloqueo dentro del ciclo de fluido de trabajo se cierra y la conexión al depósito de seguridad se abre. El depósito de seguridad 13 se bloquea a este respecto en su salida. Siempre que el compresor pueda marchar adicionalmente, lo que no es siempre el caso en caso de avería, la presión de propano corresponde a la presión final que puede proporcionar el compresor 2.

45 La invención se explica más detalladamente a continuación mediante un diagrama esquemático. En este sentido la figura 1 muestra un ciclo de fluido de trabajo y el depósito de seguridad con equipamiento de inertización:

50 La figura 1 muestra un diagrama esquemático de un ciclo de fluido de trabajo 1 con un compresor 2, un condensador 3, una reducción de presión 4 y un evaporador 5 en una carcasa cerrada 6. La carcasa 6 dispone de una conexión de fuentes de calor 7, alimentación de fuentes de calor 8, una alimentación de sumideros de calor 9 y una conexión de sumideros de calor 10. El ciclo de fluido de trabajo 1 se hace funcionar en este ejemplo con propano como fluido de trabajo inflamable, que también se conoce con el nombre de R290. Están representados solamente los órganos de bloqueo más importantes, naturalmente el experto preverá equipos de bloqueo y seguros antirretroceso adicionales.

55 En el caso de vaciado desde el ciclo de fluido de trabajo, o el caso de llenado para el depósito de seguridad la válvula de tres vías 11 se cambia de modo que se impide un paso del fluido de trabajo desde el compresor 2 hasta el condensador 3, mientras que el paso cerrado previamente desde el compresor 2 hasta el depósito de seguridad 13 se abre por la conducción de fluido de trabajo 12. El depósito de seguridad 13 se bloquea a este respecto en su salida. Siempre que el compresor pueda marchar adicionalmente, lo que no es siempre el caso en caso de avería, la presión de propano corresponde a la presión final que puede proporcionar el compresor 2.

5 En caso de que el compresor 2 ya no esté listo para funcionar, en caso de emergencia puede presionarse gas inerte desde el depósito a presión 14 a través de la conducción de gas inerte 23, la conducción de fluido de trabajo 21 y la válvula de reducción de presión 22 hacia el ciclo de fluido de trabajo 1. El accionamiento de la grifería será posible en este caso por medio de corriente de emergencia. La válvula de tres vías 11 cierra en este sentido el circuito 1 y conduce la mezcla de gas propano-gas inerte al depósito de seguridad 13 a través de la conducción de fluido de trabajo 12. También en el caso de un corte de corrientes puede garantizarse de esta manera el llenado del depósito de seguridad con inertización simultánea del ciclo de fluido de trabajo. En el caso de una fuga, la adición del gas inerte provoca también en la salida debida a la fuga una reducción del riesgo de inflamación.

10 Si el propano desde el ciclo de fluido de trabajo 1 está por completo, dado el caso junto con algo de gas inerte en el depósito de seguridad, este puede servir también durante un periodo de tiempo más largo para el almacenamiento intermedio del propano. Para ofrecer también seguridad frente a la acción térmica por incendios, este depósito de seguridad inclusive sus bloqueos, puede diseñarse también a presiones claramente más altas que para el funcionamiento regular. En particular tiene que diseñarse a la misma presión más alta que el depósito de gas inerte, para que se descarte una sobrecarga al conectarse los dos depósitos.

15 Para el vaciado en el ciclo de fluido de trabajo listo para funcionar se aumenta claramente en primer lugar la presión en el depósito de seguridad 13 mediante la apertura de la válvula de cierre 16, introduciéndose gas inerte desde la conducción de gas inerte 15. La válvula de cierre 16 puede realizarse a este respecto también como válvula de reducción de presión regulable. En el caso de elegir nitrógeno como gas inerte, ha de tenerse en cuenta la caída de temperatura durante la reducción de presión, esta caída de temperatura tendrá lugar en el depósito de seguridad mediante medidas constructivas, lo que puede provocarse mediante integración de la válvula de cierre 16 en la cabeza del depósito de seguridad. Una disminución de temperatura en el depósito de seguridad es indeseada a este respecto.

20 En cuanto en el depósito de seguridad se alcanza una presión alta, se licúa el propano que se encuentra en el mismo y puede extraerse como fase líquida en la parte inferior del depósito de seguridad. Mientras que al principio se extrae una fase líquida pura, el flujo en el depósito de seguridad 13 provoca un mezclado creciente con gas inerte, hasta que al final del proceso de vaciado solo está presente gas inerte. Por este motivo, esta salida no puede estar conectada directamente con el ciclo de fluido de trabajo.

25 Previamente ha de efectuarse por lo tanto una separación de propano líquido del gas inerte gaseoso. Para ello se aumenta la fase extraída del depósito de seguridad en primer lugar por medio de la bomba de aumento de presión 17, después se enfría en el refrigerador 18 y a continuación se conduce a través de la conducción 19 al separador de gas-líquido 20.

30 La refrigeración puede tener lugar mediante distintas medidas, puede usarse para ello un acumulador de frío, que se enfría antes del vaciado, pero puede realizar también una refrigeración externa. La refrigeración es a este respecto opcional.

35 El separador de gas-líquido 20 se realiza preferentemente como separador ciclónico, presionando la fase líquida por los remolinos contra el borde y extrayéndose en el embudo, mientras que la fase gaseosa puede recircularse de nuevo al depósito de gas inerte. Para que esta recirculación funcione, tiene que aplicarse en la salida del separador de gas-líquido 20 una presión más alta que en el depósito de gas inerte.

40 Esta diferencia de presión se superará mediante la bomba de aumento de presión 17. No puede tolerarse que trazas del propano en forma gaseosa puedan llegar de esta manera al depósito de gas inerte 14 con el gas inerte conducido en el circuito, dado que la funcionalidad apropiada no se ve perjudicada con ello, dado el caso el separador de gas-líquido 20 también puede realizar una purificación fina adsortiva con respecto a los porcentajes de propano.

45 La fase de propano líquida se recircula a través de la conducción de fluido de trabajo 21 al ciclo de fluido de trabajo 1, reduciéndose la alta presión allí aplicada mediante una válvula de reducción de presión 22 en el ciclo de fluido de trabajo 1 de manera correspondiente para evitar de manera segura una sobrecarga de presión del ciclo de fluido de trabajo. Durante el rellenado la válvula de tres vías 11 se cambia de vuelta de modo que el recorrido al depósito de seguridad 13 está cerrado y el ciclo de fluido de trabajo está abierto.

50 Si, por el contrario, durante el rellenado del ciclo de fluido de trabajo 1 tienen que descartarse mayores cantidades de gas inerte desde el ciclo de fluido de trabajo, la válvula de tres vías 11 en primer lugar permanece abierta hacia el depósito de seguridad 11, para que el gas inerte expulsado se transporte al depósito de seguridad, mientras que a través de la conducción de fluido de trabajo 21 fluye propano al circuito 1. Por este motivo es útil conectar esta conducción de fluido de trabajo 21 directamente detrás de la válvula de tres vías 11, para que el espacio muerto que no puede atravesarse entre tubo de descarga y tubo de alimentación permanezca lo más pequeño posible. En cuanto el gas inerte desde el ciclo de fluido de trabajo 1 se ha descargado entonces al depósito de seguridad 13, se cierra la conducción de fluido de trabajo 12 y la válvula de tres vías 11 en el ciclo de fluido de trabajo se abre. Con la mezcla de gas inerte-propano, que durante la descarga ha llegado a este respecto al depósito de seguridad 13, se procede después como en un proceso de llenado normal.

55

Lista de referencias

- 1 ciclo de fluido de trabajo
- 2 compresor
- 3 condensador
- 4 reducción de presión
- 5 evaporador
- 6 carcasa
- 7 conexión de fuentes de calor
- 8 alimentación de fuentes de calor
- 9 alimentación de sumideros de calor
- 10 conexión de sumideros de calor
- 11 válvula de tres vías
- 12 conducción de fluido de trabajo
- 13 depósito de seguridad
- 14 depósito de gas inerte
- 15 conducción de gas inerte
- 16 válvula de cierre
- 17 bomba de aumento de presión
- 18 refrigerador
- 19 conducción
- 20 separador de gas-líquido
- 21 conducción de fluido de trabajo
- 22 válvula de reducción de presión
- 23 conducción de gas inerte

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para llevar a cabo de forma segura un proceso de ciclo de Clausius-Rankine termodinámico en sentido antihorario así como su vaciado y llenado seguro mediante un fluido de trabajo inflamable,
con un fluido de trabajo inflamable
- 5 que en el estado gaseoso, en condiciones atmosféricas, es más pesado que el aire,
con un ciclo de fluido de trabajo (1) cerrado, herméticamente estanco, en donde el ciclo de fluido de trabajo (1) presenta
- al menos un compresor (2) para fluido de trabajo,
 - al menos un equipo de expansión (4) para fluido de trabajo,
 - al menos dos caloportadores (3, 5) para fluido de trabajo con al menos dos conexiones (7, 8, 9, 10) en cada caso para fluidos caloportadores, y
 - al menos un dispositivo de bloqueo (11),
- 10 con
- al menos un depósito de seguridad (13) para alojar fluido de trabajo, que está conectado al ciclo de fluido de trabajo (1), con una válvula de cierre (11) y una ramificación (12) desde el ciclo de fluido de trabajo (1) hasta el depósito de seguridad (13),
- 15 y
- en la salida del depósito de seguridad (13) con un equipo para el aumento de presión (17), en donde el al menos un dispositivo de bloqueo es la válvula de cierre (11),
- caracterizado por
- al menos un depósito a presión (14) para emitir y alojar gas inerte,
 - una conducción de alimentación que puede cerrarse (15) desde el depósito a presión (14) hasta el depósito de seguridad (13),
 - una conducción de salida desde el depósito de seguridad (13) con un separador de gas-líquido posterior (20),
 - una conducción de unión (21) desde la salida de líquido del separador de gas-líquido (20) hasta un dispositivo de reducción de presión y de bloqueo (22), que está conectado con el ciclo de fluido de trabajo (1) del proceso de ciclo,
- 20 y por
- una carcasa cerrada (6) que comprende todos los equipos conectados al ciclo de fluido de trabajo cerrado (1), y puede comprender equipos adicionales.
- 30 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que el fluido de trabajo es propano y el gas inerte es nitrógeno.
3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que el equipo para el aumento de presión comprende una bomba (17) con transporte forzado.
- 35 4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el equipo para el aumento de presión (17) está dispuesto dentro del depósito de seguridad (13).
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que en la salida del depósito de seguridad (13) está previsto un dispositivo (18) para refrigerar el fluido extraído.
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que una salida (23) para gas del separador de gas-líquido (20) está conectada al depósito a presión (14) para gas inerte.
- 40 7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que depósito de seguridad (13), depósito a presión (14), dispositivo de aumento de presión (17), separador de gas-líquido (20) así como las conducciones y grifería asociadas están integradas conjuntamente en un contenedor de seguridad estanco a la presión, cerrado herméticamente.
- 45 8. Procedimiento para el vaciado seguro de un fluido de trabajo inflamable, que en estado gaseoso en condiciones atmosféricas es más pesado que el aire y se conduce en un ciclo de fluido de trabajo cerrado, herméticamente estanco

- (1) de un proceso de ciclo de Clausius-Rankine termodinámico en sentido antihorario, que presenta
- al menos un compresor (2) para fluido de trabajo,
 - al menos un equipo de expansión (4) para fluido de trabajo,
 - al menos dos caloportadores (3, 5) para fluido de trabajo con al menos dos conexiones (7, 8, 9, 10) en cada caso para fluidos caloportadores,
 - una carcasa cerrada (6),
 - que comprende todos los equipos conectados en el ciclo de fluido de trabajo cerrado, y
 - puede comprender otros equipos,
 - y al menos un depósito de seguridad (13) para alojar fluido de trabajo que está conectado al ciclo de fluido de trabajo (1),
 - al menos un dispositivo de bloqueo (11) dentro del ciclo de fluido de trabajo (1)
 - al menos un depósito a presión (14) para emitir y alojar gas inerte,
 - una válvula de cierre (11) y una ramificación (12) desde el ciclo de fluido de trabajo (1) hasta el depósito de seguridad (13), en donde el al menos dispositivo de bloqueo (11) es la válvula de cierre (11),
 - una conducción de alimentación que puede cerrarse (15) desde el depósito a presión (14) hasta el depósito de seguridad (13),
 - una conducción de salida desde el depósito de seguridad (13) con un separador de gas-líquido posterior (20),
 - una conducción de unión (21) desde la salida de líquido del separador de gas-líquido (20) hasta un dispositivo de reducción de presión y de bloqueo (22), que está conectado con el ciclo de fluido de trabajo (1) del proceso de ciclo, en donde
 - el dispositivo de bloqueo (11) dentro del ciclo de fluido de trabajo (1) se cierra,
 - la conexión (12) con el depósito de seguridad (13) se abre, y
 - el depósito de seguridad (13) se bloquea en su salida.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, en donde el compresor (2) se emplea para el transporte del fluido de trabajo al depósito de seguridad (13).
10. Procedimiento según la reivindicación 8, en donde el gas inerte procedente del depósito a presión (14) se emplea para el transporte del fluido de trabajo al depósito de seguridad (13), guiándose este gas inerte bajo presión al ciclo de fluido de trabajo (1).
11. Procedimiento para rellenar un ciclo de fluido de trabajo (1), habiéndose llenado el depósito de seguridad (13) según uno de los procedimientos 8 a 10, en donde en el caso de la alimentación de fluido de trabajo cerrada al depósito de seguridad (13) se aumenta en primer lugar la presión en el depósito de seguridad (13) mediante conexión con el depósito a presión (14), introduciéndose gas inerte, luego extrayéndose fluido del depósito de seguridad (13) y sometiéndose el fluido extraído a una separación gas-líquido (20), y conduciéndose el fluido de trabajo líquido obtenido a través de un dispositivo de expansión (22) al ciclo de fluido de trabajo (1).
12. Procedimiento para rellenar un ciclo de fluido de trabajo (1) según la reivindicación 11, en donde el depósito de seguridad (13) se ha llenado según uno de los procedimientos 8 a 10, en donde en el caso de la alimentación de fluido de trabajo cerrada (11) al depósito de seguridad (13) se aumenta en primer lugar la presión en el depósito de seguridad (13) mediante conexión con el depósito a presión (14), introduciéndose gas inerte, luego extrayéndose fluido del depósito de seguridad (13) y sometiéndose el fluido extraído a una separación gas-líquido (20), y conduciéndose el fluido de trabajo líquido obtenido a través de un dispositivo de expansión (22) al ciclo de fluido de trabajo (1), después con el dispositivo de bloqueo cerrado (11) en el ciclo de fluido de trabajo se llena el fluido de trabajo cargado con gas inerte una vez más en el depósito de seguridad (13), y después el tubo de alimentación (12) al depósito de seguridad (13) se cierra y el dispositivo de bloqueo (11) en el ciclo de fluido de trabajo (1) se abre y tras la separación del gas inerte en la separación gas-líquido (20) se realiza un proceso de llenado adicional según la reivindicación 11.

