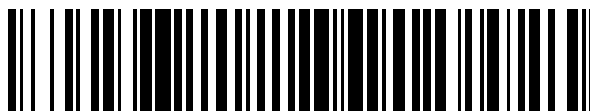


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 802 601**

51 Int. Cl.:

F17C 9/04 (2006.01)

F28B 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.03.2017** **PCT/FR2017/050657**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.09.2017** **WO17162977**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2017** **E 17716958 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2020** **EP 3433530**

54 Título: **Instalación para suministro de gas combustible a un componente consumidor de gas y para licuar dicho gas combustible**

30 Prioridad:

22.03.2016 FR 1652456

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

20.01.2021

73 Titular/es:

GAZTRANSPORT ET TECHNIGAZ (100.0%)
1 Route de Versailles
78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse, FR

72 Inventor/es:

DELETRE, BRUNO

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 802 601 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

Instalación para suministro de gas combustible a un componente consumidor de gas y para licuar dicho gas combustible

Campo técnico

- 5 La invención se refiere al campo de las instalaciones para procesar un gas combustible, por ejemplo, gas natural licuado (GNL).

La invención se refiere más particularmente a una instalación diseñada, por un lado, para suministrar gas combustible a un componente consumidor de gas y, por otro lado, para licuar dicho gas combustible.

Antecedentes tecnológicos

- 10 El gas natural licuado se almacena en tanques herméticos y aislados térmicamente en un estado de equilibrio líquido/vapor de dos fases a temperaturas criogénicas. Las barreras de aislamiento térmico de los tanques de almacenamiento de GNL proporcionan un flujo térmico que tiende a calentar el contenido de los tanques, lo que resulta en la evaporación del GNL. El gas resultante de la evaporación natural se utiliza generalmente para abastecer a un componente consumidor de gas con el fin de recuperarlo. Por ejemplo, en un metanero, el gas evaporado se utiliza para alimentar el grupo motopropulsor que permite propulsar el buque o los grupos electrógenos que suministran la electricidad necesaria para hacer funcionar el equipo de a bordo. Sin embargo, aunque esta práctica permite recuperar el gas producido por la evaporación natural en los tanques, no permite reducir la cantidad de gas.

- Además, cuando el gas combustible consiste en una mezcla gaseosa, la composición de la fase vapor resultante de la evaporación natural es diferente de la de la fase líquida y también tiende a variar con el tiempo. De hecho, la fase vapor resultante de la evaporación natural tiene naturalmente una composición más rica en los componentes más volátiles, como el nitrógeno para el gas natural licuado, que la fase líquida. Estas variaciones en la composición significan que el valor calorífico del gas resultante de la evaporación natural, como el del gas licuado que queda en el tanque, varía con el tiempo cuando prevalece la evaporación natural. Sin embargo, es probable que el suministro a un componente consumidor de gas combustible cuya capacidad calorífica experimente variaciones importantes puede dar lugar a una combustión imperfecta del gas, así como a fallos de funcionamiento y a un rendimiento variable del componente consumidor de gas.

- 20 Del documento US-A-2010170297, se conoce un dispositivo para volver a licuar el gas de la evaporación natural en un tanque de GNL. Este dispositivo consiste en una unidad de intercambio de calor dispuesta sobre el tanque de GNL para condensar el gas de la evaporación natural por intercambio de calor con un líquido refrigerante secundario como el nitrógeno líquido. La instalación destinada para producir, enfriar y licuar el nitrógeno consume energía.

El documento JP0960799 describe una instalación de almacenamiento de GNL con un circuito de vaporización del GNL y un circuito de re-condensación del gas resultante de la evaporación natural. La vaporización del GNL en el circuito de vaporización se produce por el calor suministrado por el calentador 24.

- 35 El documento KR20100021774 describe un aparato para suministrar gas combustible a un motor de inyección de gas a alta presión en un buque. Este aparato consta de una línea de suministro de gas licuado que conecta un tanque de combustible de gas licuado a un motor de inyección de gas de alta presión, una línea de circulación de re-licuefacción, una unidad compresora instalada en la línea de suministro de gas licuado, una unidad de licuefacción de gas vaporizado, una unidad de re-licuefacción de gas vaporizado y un controlador. El controlador regula la presión de ajuste del depósito de combustible licuado y la cantidad de suministro de gas licuado según las variaciones de carga que actúan sobre el motor de inyección de gas a alta presión.

Sumario

- Una idea que subyace en la invención es proponer una instalación para suministrar gas combustible a un componente consumidor de gas y para volver a licuar dicho gas combustible que no presenta al menos algunas de las desventajas de la técnica anterior. Ciertos aspectos de la invención parten de la idea de utilizar la fase líquida del gas combustible como refrigerante en un intercambiador de calor para enfriar y condensar el gas resultante de la evaporación natural.

De acuerdo con un modo de realización, la invención provee una instalación para suministrar gas combustible a un componente consumidor de gas y para licuar dicho gas combustible, comprendiendo la instalación:

- un tanque hermético y termoaislante que tiene un espacio interior para ser llenado con gas combustible en un estado de equilibrio líquido-vapor de dos fases;
- 50 • un intercambiador de calor dispuesto en una posición más alta que el tanque hermético y termoaislante, comprendiendo el intercambiador de calor una vía de vaporización y una vía de condensación separadas entre sí herméticamente por paredes de intercambio de calor para transferir calor entre un fluido contenido

en la vía de condensación y un fluido contenido en la vía de vaporización, comprendiendo la vía de vaporización y la vía de condensación, cada una, una entrada y una salida,

- la entrada de la vía de condensación está conectada al tanque hermético y térmicamente aislante por medio de un circuito colector de vapor que comprende una abertura de entrada que se abre en una porción superior del espacio interior del tanque para extraer un primer flujo de gas combustible en la fase vapor desde el espacio interior del tanque, estando la entrada de la vía de condensación dispuesta más arriba que la salida de la vía de condensación,
- la salida de la vía de condensación está conectada al espacio interior del tanque para transferir por gravedad una fracción líquida del primer flujo de gas combustible al espacio interior del tanque, obteniéndose la fracción líquida del primer flujo de gas combustible por condensación en la vía de condensación,
- la entrada de la vía de vaporización está conectada al tanque hermético y térmicamente aislante por un circuito de entrada de líquido, comprendiendo el circuito de entrada de líquido una abertura de entrada que se abre en una parte inferior del espacio interior del tanque para extraer un segundo flujo de gas combustible en fase líquida del espacio interior del tanque y una bomba de circulación para transferir el segundo flujo de gas combustible en fase líquida a la vía de vaporización,
- la salida de la vía de vaporización está conectada a un componente consumidor de gas para transferir una fracción de vapor del segundo flujo de gas combustible al componente consumidor de gas, obteniéndose la fracción de vapor del segundo flujo de gas combustible por vaporización en la vía de vaporización.

Según los modos de realización, tal instalación puede tener una o más de las siguientes características.

Según el modo de realización, la salida de la vía de vaporización está dispuesta más abajo que la entrada de la vía de vaporización. Así, tanto el primer flujo de gas combustible en la vía de condensación como el segundo flujo de gas combustible en la vía de vaporización se mueven hacia abajo, lo que promueve el uso de la gravedad para mantener la circulación de estos dos flujos. Además, esta orientación de los flujos permite realizar un intercambio de calor en co-corriente entre la fase líquida del gas combustible utilizado como refrigerante y el gas resultante de la evaporación natural para promover el intercambio de calor isotérmico por cambio de fase. Preferentemente en este caso, la vía de la vaporización está configurada para hacer fluir el segundo flujo de gas combustible como películas líquidas descendentes.

Según un modo de realización, la vía de vaporización del intercambiador de calor tiene un recipiente de separación de fases dispuesto en el fondo de la vía de vaporización, el recipiente de separación de fases tiene una pared inferior y una pared lateral que se extiende hacia arriba desde la pared inferior, la salida de la vía de vaporización se abre a través de la pared lateral del recipiente de separación de fases en una posición espaciada por encima de la pared inferior. Mediante un recipiente de separación de fases de este tipo, es fácil separar por gravedad la fracción de vapor del segundo flujo de gas combustible de la fracción líquida restante.

Según un modo de realización, un circuito de purga se abre a través de la pared inferior del recipiente de separación de fases para evacuar una fase líquida del recipiente de separación de fases por gravedad. Así pues, si queda una fracción no vaporizada del segundo flujo, por ejemplo, compuesta por las especies químicas menos volátiles de una mezcla (cuerpos pesados), se facilita la evacuación de esta fracción líquida a fin de evitar la saturación u obstrucción de la vía de vaporización.

Según un modo de realización, la vía de vaporización del intercambiador de calor se coloca en depresión, es decir, a una presión menor que la presión que prevalece en la fase de vapor del tanque hermético y térmicamente aislante. Esto hace posible forzar aún más la vaporización del gas combustible en la vía de vaporización a través del efecto acumulativo del aporte de calor en la vía de condensación y de la depresión en la vía de vaporización. Además, como la depresión desplaza la temperatura de equilibrio de dos fases hacia abajo en la vía de vaporización, es posible aumentar el flujo de calor transferido de la fase de vapor en la vía de condensación al gas en la vía de vaporización.

Preferentemente en este caso, la presión absoluta en la vía de vaporización es mayor a 120 mbar absolutos. En efecto, es preferible que la presión en el interior de la vía de vaporización sea superior a la presión correspondiente al punto triple del diagrama de fase del metano, a fin de evitar la solidificación del gas natural en el interior de la vía de vaporización. En particular, la presión en la vía de vaporización puede estar entre 500 mbar absolutos y 980 mbar absolutos.

De acuerdo con la invención, la instalación comprende además una bomba de vacío o una bomba de depresión conectada a la vía de vaporización para colocar la vía de vaporización del intercambiador de calor a una presión más baja que la presión prevaleciente en la fase de vapor del tanque hermético y térmicamente aislante

Según los modos de realización, tal bomba de vacío puede ser controlada de acuerdo a un punto de ajuste de caudal o un punto de ajuste de presión. Tal punto de ajuste de caudal o presión puede ser preestablecido o generado por el componente consumidor de gas.

Según los modos de realización correspondientes, la instalación puede tener una o más de las siguientes características:

- 5
 - la instalación comprende un sensor de medición de caudal capaz de entregar una señal representativa del caudal del flujo de vapor aspirado a través de la entrada y entregado al componente consumidor de gas y un dispositivo de control capaz de controlar la bomba de vacío en función de la señal representativa del caudal del flujo de vapor y de un punto de ajuste del caudal generado por el componente consumidor de gas.
 - la instalación comprende un sensor de presión capaz de entregar una señal representativa de la presión que prevalece en la vía de vaporización y un dispositivo de control capaz de controlar la bomba de vacío en función de la señal representativa de la presión y de un punto de ajuste de la presión.
- 10 La conexión entre la salida de la vía de vaporización y el componente consumidor de gas puede ser directa o indirecta, dependiendo de los requerimientos del componente consumidor de gas. Según un modo de realización, la bomba de vacío mencionada está dispuesta entre la salida de la vía de vaporización y el componente consumidor de gas. Según otro modo de realización, un compresor está dispuesto entre la salida de la vía de vaporización y el componente consumidor de gas para proporcionar un flujo de gas en la fase de vapor a una presión más alta que la presión de almacenamiento en el tanque.
- 15 Según un modo de realización, el intercambiador de calor comprende una carcasa hermética y térmicamente aislante que delimita un espacio interno que contiene la vía de condensación, estando la carcasa dispuesta encima del tanque hermético y térmicamente aislante y comprende una abertura inferior que se comunica con el espacio interno del tanque hermético y térmicamente aislante y constituye la salida de la vía de condensación.
- 20 Tal carcasa hermética y aislante térmicamente puede realizarse de diferentes maneras, por ejemplo, como un solo componente con una pared superior del tanque o como un conjunto unido a la pared superior del tanque.
- Según un modo de realización, una pared superior del tanque hermético y térmicamente aislante tiene una abertura que está conectada a la abertura inferior de la carcasa, comprendiendo la carcasa, además, una brida de sujeción que está dispuesta alrededor de la abertura inferior de la carcasa, estando la brida de sujeción fijada a la pared superior del tanque hermético y térmicamente aislante alrededor de la abertura de la pared superior.
- 25 Preferentemente en este caso el intercambiador de calor comprende además un tubo colector que se extiende desde la abertura inferior de la carcasa hasta cerca de una pared superior de la carcasa y que tiene un extremo inferior que se abre en el espacio interior del tanque y un extremo superior que se abre en el espacio interior de la carcasa, delimitando el tubo colector en el espacio interior de la carcasa un espacio interior del tubo colector que forma el circuito colector de vapor y un espacio exterior del tubo colector que forma la vía de condensación del intercambiador de calor.
- 30 Gracias a estas características, el intercambiador de calor y el circuito colector de vapor pueden ser realizados como una unidad integrada, relativamente ahorradora de espacio, con una superficie de intercambio relativamente pequeña con el entorno exterior, lo que limita los flujos de calor que pueden aumentar la evaporación natural.
- 35 Según otro modo de realización, la instalación comprende una pluralidad de tanques herméticos y térmicamente aislantes que tienen un espacio interno destinado a ser llenado con el gas combustible en un estado de equilibrio líquido-vapor de dos fases, siendo dicho circuito colector de vapor un circuito colector común que conecta la entrada de la vía de condensación a cada uno de dichos tanques para recoger los gases resultantes de la evaporación en cada uno de los tanques. Así, es posible operar el intercambiador de calor conjuntamente para un conjunto de tanques.
- 40 Según un modo de realización correspondiente, el intercambiador de calor comprende:
 - una pluralidad de tubos paralelos al tubo colector dispuestos en el espacio exterior del tubo colector alrededor del tubo colector, constituyendo los tubos paralelos dichas paredes de intercambio de calor del intercambiador de calor,
 - un distribuidor de entrada dispuesto en el espacio interior de la carcasa, extendiéndose el distribuidor de entrada en la periferia del tubo colector y presentando una pared inferior a través de la cual se abre un extremo superior de cada uno de los tubos paralelos,
 - un tubo de entrada que constituye la entrada de la vía de vaporización y que se extiende a través de la carcasa entre el exterior de la carcasa y el distribuidor de entrada,
 - una bandeja de salida dispuesta en el espacio exterior del tubo colector alrededor del tubo colector más bajo que la cámara de entrada y que tiene una pared superior a través de la cual se abre un extremo inferior de cada uno de los tubos paralelos, y
 - un tubo de salida que constituye la salida de la vía de vaporización y que se extiende a través de la carcasa entre la bandeja de salida y el exterior de la carcasa.
- 45
- 50

Para maximizar la eficiencia del intercambiador de calor, es de hecho deseable realizar el contacto térmico entre las vías de vaporización y condensación a la mayor altura posible de la carcasa exterior. Es ventajoso colocar el distribuidor de entrada más alto que el extremo superior del tubo colector. Esto significa que los tubos paralelos pueden extenderse sobre casi la misma longitud que el tubo colector.

- 5 Según un modo de realización los tubos paralelos al tubo colector presentan aletas intercambiadoras de calor en la superficie exterior de los tubos paralelos al tubo colector.

Según un modo de realización, la invención también proporciona un procedimiento para suministrar gas combustible a un componente consumidor de gas y para licuar dicho gas combustible, utilizando una instalación antes mencionada que comprende:

- 10
- admitir un primer flujo de gas combustible en la fase de vapor en la entrada de la vía de condensación desde la porción superior del espacio interior del tanque hermético y termoaislante a través del circuito colector de vapor,
 - transferir un segundo flujo de gas combustible en fase líquida desde la porción inferior del espacio interior del tanque a la entrada de la vía de vaporización utilizando la bomba de circulación,
- 15
- efectuar un intercambio de calor entre el primer flujo de gas combustible en la vía de condensación y el segundo flujo de gas combustible en la vía de vaporización, a fin de vaporizar al menos una fracción del segundo flujo de gas combustible, inicialmente en la fase líquida, en la vía de vaporización mediante la condensación de al menos una fracción del primer flujo de gas combustible, inicialmente en la fase de vapor, en la vía de condensación,
- 20
- transferir por gravedad la fracción líquida del primer flujo de gas combustible desde la salida de la vía de condensación al espacio interior del tanque, y
 - transferir la fracción de vapor del segundo flujo de gas combustible de la salida de la vía de vaporización al componente consumidor de gas.

- 25 Debido a la orientación descendente de la vía de condensación, el primer flujo de gas combustible enfriado por el intercambio de calor puede fluir por convección natural, es decir, por gravedad, al espacio interior del tanque, lo que promueve la producción de una aspiración en el circuito colector de vapor, manteniendo así el primer flujo sin trabajo mecánico adicional.

- 30 Preferentemente, este procedimiento se lleva a cabo para vaporizar todo o casi todo el segundo flujo de gas combustible en la vía de la vaporización. Así, al producir la fase de vapor mediante la vaporización forzada de un flujo de líquido extraído de la porción inferior del tanque, el contenido de los compuestos más volátiles es sustancialmente igual al de la fase líquida del gas almacenado en el tanque. La concentración de los compuestos más volátiles del flujo de gas vaporizado es, por lo tanto, limitada y sustancialmente constante a lo largo del tiempo.

- 35 Además, con una instalación de este tipo, la vaporización del gas licuado puede llevarse a cabo sin la ayuda de una fuente de calor externa, a diferencia de las instalaciones de vaporización forzada que utilizan el intercambio de calor con agua de mar, un líquido intermedio o gases de combustión del motor o quemadores específicos.

El gas presente en la porción superior del espacio interior del tanque actúa así como una fuente de calor para el flujo a vaporizar. De esta manera, la instalación puede tanto producir un flujo de vapor como enfriar y condensar la fase de vapor de la evaporación natural presente en el cielo gaseoso del tanque, limitando así la evaporación natural.

Según un modo de realización, la invención provee a un buque con la instalación mencionada anteriormente.

- 40 Según un modo de realización, la invención también proporciona un procedimiento de carga o descarga de tal buque, en el cual el gas combustible es transportado a través de tuberías aisladas desde o hacia una instalación de almacenamiento flotante o terrestre hacia o desde el tanque hermético y térmicamente aislante del buque.

- 45 Según un modo de realización, la invención también proporciona un sistema de transferencia para un gas combustible, comprendiendo el sistema dicho buque, tuberías aisladas dispuestas para conectar el tanque instalado en el casco del buque a una instalación de almacenamiento flotante o en tierra y una bomba para conducir un flujo de gas combustible a través de las tuberías aisladas desde o hacia la instalación de almacenamiento flotante o en tierra hacia o desde el tanque hermético y térmicamente aislante del buque.

Breve descripción de las figuras

- 50 La invención será mejor comprendida, y otros propósitos, detalles, características y ventajas de la invención aparecerán más claramente en la siguiente descripción de varios modos particulares de realización de la invención, dados únicamente a modo ilustrativo y no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos.

- **La figura 1** es una ilustración esquemática de una instalación para el suministro de gas combustible a componentes consumidores de gas y para la licuefacción de dicho gas combustible, útil para comprender la invención pero sin formar parte de la misma.
- **La figura 2** es una vista en perspectiva y en sección longitudinal de un intercambiador de calor que puede ser utilizado en la instalación de la figura 1.
- **La figura 3** es una vista en sección transversal del intercambiador de calor de la figura 2 según la línea III-III.
- **La figura 4** es una vista ampliada de un tubo de intercambio de calor del intercambiador de calor de la figura 2.
- **La figura 5** es una vista similar a la de la figura 1 que muestra un método de realización según la invención de la instalación para el suministro de gas combustible a los componentes consumidores de gas y para la licuefacción de dicho gas combustible.
- **La figura 6** es una representación esquemática en corte de un tanque de un metanero con tal instalación y un terminal para la carga/descarga de este tanque.

Descripción detallada de los modos de realización

En la descripción y las reivindicaciones, el término "gas combustible" es genérico y se refiere indistintamente a un gas que consiste en un solo cuerpo puro o una mezcla gaseosa que consiste en una pluralidad de componentes.

En la figura 1, se muestra una instalación 1 destinada, por un lado, al suministro de gas combustible a uno o más componentes consumidores de gas y, por otro lado, a la licuefacción de gas combustible. Dicha instalación 1 puede instalarse en tierra o en una estructura flotante. En el caso de una estructura flotante, la instalación 1 puede estar destinada a una barcaza de licuefacción o regasificación, a un buque de transporte de gas natural licuado, como un metanero, o más en general a cualquier buque equipado con un componente consumidor de gas.

La instalación 1 que se muestra en la figura 1 tiene una línea de salida de vapor 3 que puede suministrar directa o indirectamente a varios tipos de componentes consumidores de gas combustible que no se muestran, como un quemador, un generador eléctrico y/o un motor para la propulsión de un buque.

Tal quemador está integrado en una instalación de generación de energía. La instalación de producción de energía puede incluir una caldera de producción de vapor. El vapor puede utilizarse para alimentar turbinas de vapor para la producción de energía y/o para alimentar la red de calefacción de un buque.

Tal generador eléctrico incluye, por ejemplo, un motor térmico con suministro mixto de diesel y gas natural, por ejemplo con tecnología DFDE por "Dual Fuel Diesel Electric" en inglés. Un motor térmico de este tipo puede quemar una mezcla de diesel y gas natural o utilizar cualquiera de estos dos combustibles. El gas natural que alimenta un motor térmico de este tipo debe tener una presión de unos pocos bares a unas pocas decenas de bares, por ejemplo, alrededor de 6 a 8 bares absolutos. Para ello, se puede disponer de uno o más compresores 4 en la línea de salida de vapor 3.

Tal motor para la propulsión del buque es, por ejemplo, un motor bi-combustible de dos tiempos y baja velocidad de la tecnología "ME-GI", desarrollado por la compañía MAN. Este motor utiliza gas natural como combustible y una pequeña cantidad de combustible piloto que se inyecta antes de que se inyecte el gas natural para inflamarlo. Para alimentar un motor de este tipo, el gas natural debe comprimirse primero a alta presión de entre 150 y 400 bares absolutos, y más específicamente entre 250 y 300 bares absolutos. Para ello, se puede disponer de uno o más compresores 4 en la línea de salida de vapor 3.

La instalación 1 tiene un tanque 2 hermético y térmicamente aislante. Según un modo de realización, el tanque 2 es un tanque de membrana. A título de ejemplo, estos tanques de membrana se describen en las solicitudes de patentes WO14057221, FR2691520 y FR2877638. Estos tanques de membrana están destinados a almacenar gas combustible a presiones sustancialmente iguales a la presión atmosférica o ligeramente superiores. Según otros modos de realización alternativos, el tanque 2 puede ser también un tanque autoportante y puede tener forma paralelepípedica, prismática, esférica, cilíndrica o multilobode. Algunos tipos de tanque 2 permiten el almacenamiento de gas a presiones significativamente más altas que la presión atmosférica.

El tanque 2 tiene un espacio interno 7 destinado a ser llenado con gas combustible. El gas combustible puede ser, entre otros, gas natural licuado (GNL), es decir, una mezcla gaseosa compuesta principalmente por metano así como de uno o más hidrocarburos de otro tipo, como etano, propano, n-butano, i-butano, n-pentano, i-pentano, neopentano y una pequeña proporción de nitrógeno. El gas combustible también puede ser etano o gas licuado de petróleo (GLP), que es una mezcla de hidrocarburos procedentes de la refinación del petróleo y consiste principalmente en propano y butano.

El gas combustible se almacena en el espacio interior 7 del tanque 2 en un estado de equilibrio líquido-vapor de dos fases. Por lo tanto, el gas está presente en fase de vapor en la parte superior 8 del tanque 2 y en fase líquida en la parte inferior 9 del tanque 2. Esta estratificación se obtiene naturalmente debido a la densidad específica de cada fase. La ubicación de la interfaz líquido-vapor depende naturalmente del nivel de llenado del tanque 2. La temperatura de equilibrio del gas natural licuado correspondiente a su estado de equilibrio líquido-vapor de dos fases es de aproximadamente -162°C cuando se almacena a presión atmosférica.

Sobre la pared superior 5 del tanque 2, se muestra un intercambiador de calor 10, que en conjunto permite la re-licuefacción del gas en fase de vapor procedente de la evaporación natural en la parte superior 8 del tanque 2, mientras que al mismo tiempo se vaporiza de manera forzada el gas en fase líquida extraído de la parte inferior 9 del tanque 2.

Para este propósito, el intercambiador de calor 10 tiene una carcasa exterior 11 hermética al gas, preferentemente térmicamente aislante para limitar el flujo de calor entrante desde el entorno, que está dispuesto sobre la pared superior 5 del tanque 2, y cuyo espacio interior 12 está en comunicación con la parte superior 8 del tanque 2 por al menos dos conexiones:

- un circuito colector de vapor 13 que se abre en la parte superior del espacio interior 12, para llevar el vapor del gas combustible a la parte superior del espacio interior 12,
- un circuito de retorno de condensado 14 que se abre en el fondo del espacio interior 12, para recoger por gravedad el gas combustible condensado en el espacio interior 12 y devolverlo al interior del tanque 2.

En la Fig. 1, el circuito colector de vapor 13 y el circuito de retorno de condensado 14 pasan a través de la pared superior 5 del tanque 2, pero son posibles otras disposiciones, especialmente para el circuito de retorno de condensado 14, por ejemplo, pasando a través de la pared lateral 6 en la porción superior 8 del tanque 2.

Como se esboza con el número 50, el circuito colector de vapor 13 puede tener varias ramas conectadas a varios tanques para servir como colector común que conecta un conjunto de tanques a la vía de condensación del intercambiador de calor 10. En cada rama se pueden prever válvulas, no mostradas, para mantener la posibilidad de aislar los tanques entre sí en este caso.

De la misma manera, la línea 14 de retorno de condensado podría estar conectada a varios tanques.

Para extraer el calor del espacio interior 12, el intercambiador de calor 10 también tiene un circuito de vaporización 15 que está dispuesto en el espacio interior 12, mostrado aquí como un serpentín helicoidal, pero cuya forma puede variar considerablemente. El circuito de vaporización 15 es alimentado con gas combustible en fase líquida desde la parte inferior 9 del tanque 2 por una bomba de circulación 16 y un tubo de entrada 17 que conduce a la entrada del circuito de vaporización 15 atravesando herméticamente la carcasa exterior 11. Al extraer el calor latente del gas combustible en fase de vapor que se encuentra en el espacio interior 12, el gas en la fase líquida que circula en el circuito de vaporización 15 se vaporiza y la fase de vapor así formada fluye hacia la línea de salida 3, que está conectada a la salida del circuito de vaporización 15 atravesando herméticamente la carcasa exterior 11. Para ello, la salida del circuito de vaporización 15 está preferentemente situada más abajo que la entrada del circuito de vaporización 15. Así, tanto el flujo de gas que se vaporiza en el circuito de vaporización 15 como el flujo de gas que se condensa en el espacio interior 12 tienen un movimiento descendente, uno bajo el efecto de la bomba de circulación, el otro únicamente bajo el efecto de la gravedad y la diferencia de densidad entre las fases líquida y de vapor.

Como la fase líquida es mucho más densa que la fase de vapor, el consumo de vapor por condensación crea un efecto de aspiración permanente en el circuito colector de vapor 13, como se muestra por la flecha 19. Por lo tanto, generalmente no se requiere disponer de una bomba de circulación en el circuito colector de vapor 13.

Para forzar aún más la vaporización del gas combustible en la fase líquida que circula en el circuito de vaporización 15, es posible colocar este último bajo vacío. Para ello, como se muestra en la Fig. 5, se puede utilizar una bomba de vacío 51, por ejemplo, en lugar del compresor 4. La bomba de vacío 51 debe ser una bomba criogénica, es decir, una bomba capaz de soportar temperaturas criogénicas inferiores a -150 °C. Además, debe cumplir además con la normativa ATEX, es decir, debe estar diseñado de tal manera que no exista riesgo de explosión. Además, un dispositivo de pérdida de carga, por ejemplo una válvula de expansión 45, se coloca en la entrada del circuito de vaporización 15, preferiblemente dentro de la carcasa exterior 11.

La figura 1 muestra en líneas discontinuas otra posible disposición del circuito colector de vapor en forma de un tubo colector 113 dispuesto concéntricamente en el circuito de retorno de condensado 14 desde la parte superior 8 del tanque 2 hasta la parte superior del espacio interior 12. En este caso, la admisión de gas en fase de vapor tiene lugar a través del interior del tubo colector 113, mientras que el retorno de condensado fluye en el espacio anular alrededor del tubo colector 113 en el circuito de retorno de condensado 14. Por lo demás, la operación es idéntica.

Aunque la figura 1 muestra un intercambiador de calor cuya vía de vaporización está contenida y bañada en el fluido de la vía de condensación, también es posible una configuración inversa, es decir, una vía de condensación contenida

y bañada en el fluido de la vía de vaporización. Otras configuraciones son todavía posibles, por ejemplo con un intercambiador de calor en el que las dos vías tienen sustancialmente el mismo volumen.

Con referencia a las figuras 2 a 4, se describe ahora otro modo de realización del intercambiador de calor. Los elementos similares o idénticos a los de la figura 1 tienen la misma cifra de referencia aumentada en 100.

- 5 En la figura 2, la carcasa exterior 111 tiene la forma general de una botella cilíndrica de eje vertical, girada con el cuello hacia abajo. Específicamente, el cuerpo principal que delimita el espacio interior 112 tiene un diámetro mayor que el tubo de retorno de condensado 114.

Aquí, las paredes herméticas y aislantes térmicamente consisten en dos capas paralelas de láminas de metal separadas entre sí, con un espacio vacío entre ellas. Podrían utilizarse otras formas de aislamiento térmico.

- 10 El tubo de retorno de condensado 114 tiene fuelles para absorber la contracción térmica durante los cambios de temperatura en la carcasa exterior 111, especialmente durante la puesta en marcha. Está terminado en su extremo inferior con una brida de fijación 21 para su fijación a la pared superior del tanque 2.

- 15 El tubo colector 213 está dispuesto concéntricamente en el tubo de retorno de condensado 114 desde el extremo del tubo de retorno de condensado 114 y entra en el espacio interior 112 en gran parte de su altura. El extremo superior del tubo colector 213 está abierto y se abre en la parte superior del espacio interior 112. Para asegurar que el tubo colector 213 sea mecánicamente estable en esta posición, se pueden proporcionar dispositivos de sujeción para conectar el tubo colector 213 a la carcasa exterior 111. Por ejemplo, los soportes de fijación 22 se proporcionan en el extremo superior del tubo colector 213 y se sujetan al circuito de vaporización 115, que se fija a la carcasa exterior 111.

- 20 El circuito de vaporización 115 se describe ahora con más detalle. Comprende esencialmente:

- un distribuidor de entrada en forma anular o toroidal 23 situado en la parte superior del espacio interior 112,
- una bandeja de salida 24 también de forma anular o toroidal dispuesta en el fondo del espacio interior 112 alrededor del tubo colector 213, y
- un gran número de tubos con aletas 25 que se extienden paralelamente al tubo colector 213, preferentemente en vertical, entre el distribuidor de entrada 23 y la bandeja de salida 24.

- 25 Los tubos con aletas 25 tienen cada uno un extremo superior 27 que se abre en la cámara anular 26 del distribuidor de entrada 23 a través de la pared inferior de la misma y un extremo inferior 28 que se abre en la cámara anular 29 de la bandeja de salida 24 a través de la pared de cobertura de la misma. Forman las paredes de intercambio de calor del intercambiador de calor 110, que permiten realizar conjuntamente la vaporización de la fase líquida que fluye hacia abajo en los tubos con aletas 25 y la condensación de la fase gaseosa que fluye hacia abajo en el espacio interior 112.

- 30 Los tubos con aletas 25 se distribuyen en el espacio interior 112 alrededor del tubo colector 213, como se muestra parcialmente en la Figura 3, para maximizar la superficie de intercambio entre los dos flujos y homogeneizar las transferencias de calor.

- 35 La figura 4 muestra dos modos de realización de los tubos con aletas 25. En la vista de la derecha, el cuerpo del tubo 30 está rodeado por aletas 31 en forma de disco que se extienden transversalmente en el cuerpo del tubo 30 y se distribuyen de manera mutuamente espaciada en toda la longitud del cuerpo del tubo 30.

- 40 En la vista de la izquierda, el cuerpo del tubo 30 está rodeado por aletas 32 en forma de láminas rectangulares o poligonales que se extienden paralelamente al cuerpo del tubo 30 a lo largo de toda la longitud del cuerpo del tubo 30 y se distribuyen de manera mutuamente espaciada alrededor del cuerpo del tubo 30.

En una variante que no se muestra, se omiten las aletas, lo que permite reducir el espacio lateral necesario para cada tubo y, por lo tanto, aumenta el número de tubos, logrando así también una alta superficie de intercambio.

- 45 La cámara anular 26 del distribuidor de entrada 23 tiene una sección transversal cuadrada y se extiende área la derecha de los tubos con aletas 25, es decir, en la periferia del tubo colector 213. Además, se dispone una pared cónica en el centro del distribuidor de entrada 23, con su parte superior orientada hacia el extremo superior del tubo colector 213, para cerrar el centro del distribuidor de entrada 23, obligando así a la fase de vapor a fluir lateralmente hacia la parte superior de los tubos con aletas 25 saliendo así del tubo colector 213.

- 50 Un tubo de entrada 117 se extiende lateralmente desde la cámara anular 26 hasta el exterior de la carcasa exterior 111. Las soldaduras herméticas o juntas de estanqueidad, que no se muestran, se proporcionan alrededor del tubo de entrada 117 en el cruce de la carcasa exterior 111 para mantener la estanqueidad de la misma. El tubo de entrada 117 está conectado a la bomba de circulación 16 por cualquier tubería adecuada, preferiblemente con aislamiento térmico.

La bandeja de salida 24 tiene una forma toroidal hueca alrededor y a distancia del tubo colector 213. Su pared inferior 33 es cóncava para formar un recipiente de separación de fases que permite que la parte no vaporizada del flujo de gas en fase líquida inyectado desde el tubo de entrada 117 sea recogida por gravedad. Un tubo de purga 34 que se abre en la parte baja de la pared inferior 33 permite evacuar esta fracción líquida, por ejemplo para reinyectarla en el tanque 2. Además, un tubo de salida 103 se extiende lateralmente desde la cámara anular 29 hasta el exterior de la carcasa exterior 111. El tubo de salida 103 se abre en la cámara anular 29 por encima de la pared cóncava del fondo 33 para evitar recoger la fase líquida. En la práctica, el nivel de llenado de la pared inferior 33 debe mantenerse relativamente bajo para evitar que la fase líquida se desborde en el tubo de salida 103. Las soldaduras herméticas o juntas de estanqueidad, que no se muestran, se proporcionan alrededor del tubo de salida 103 a nivel del cruce de la carcasa exterior 111 para mantener la estanqueidad de la misma. El tubo de salida 103 está conectado a los componentes consumidores de gas combustible, ya sea directamente o a través de otro equipo de procesamiento de gas, por ejemplo, compresor, calentador, etc.

Durante el funcionamiento, el hecho de que la fase de vapor recogida en la parte superior 8 del tanque 2 sea canalizada hacia la parte superior del intercambiador de calor 110 a través del tubo colector 213, asegura por un lado que el intercambiador de calor 110 funcione prácticamente en toda su altura y por otro lado que se asegure un movimiento de convección/bombeo por condensación en la fase de vapor. La fase de vapor, que es relativamente caliente en comparación con la fase líquida en la parte inferior 9 del tanque 2, regresa por el tubo colector 213 y llega a la parte superior del intercambiador de calor 110. Luego entra en contacto con las superficies de intercambio de calor del circuito de vaporización, es decir, los tubos 25, se enfría, creando un primer efecto de aspiración por contracción térmica del vapor, luego cambia de estado liberando su calor latente de vaporización para formar gotas que luego descienden por gravedad hasta la pared inferior cóncava de la carcasa exterior 111, creando un segundo efecto de aspiración. Esto permite prescindir de los dispositivos de bombeo activos para impulsar la circulación de la fase de vapor.

En el circuito de vaporización 115, la arquitectura mostrada aquí con una entrada en la parte superior y una salida en la parte inferior utiliza una técnica de película descendente. La operación que se obtiene es que esta película ha perdido todos los componentes que pueden vaporizarse durante el período de tiempo entre su entrada en la cámara 26 y su llegada a la cámara 29, excepto los cuerpos de baja volatilidad que puede contener y que luego llegarán en fase líquida a la pared inferior 33.

Es preferible disponer una válvula 49 en el tubo de purga 34, para cerrar el tubo de purga 34 durante el funcionamiento normal de la instalación y abrir el tubo de purga 34 de forma intermitente para evacuar la fracción líquida rica en cuerpos pesados. La evacuación de la fracción líquida puede ser causada ya sea por la inyección de gas presurizado en la tubería de entrada 117 o por la gravedad bajo el único efecto de la presión hidrostática de los cuerpos pesados acumulados. Así pues, esta operación de purga puede llevarse a cabo incluso cuando la planta está en funcionamiento.

Alternativamente, se utiliza una válvula 149 en el tubo de purga 34 en lugar de la válvula 49, para poder cerrar el tubo de purga 34 si es necesario y abrir el tubo de purga 34 intermitentemente o en continuo para evacuar la fracción líquida rica en cuerpos pesados. La evacuación de la fracción líquida puede ser causada por la gravedad cuando la válvula está en posición abierta por el único efecto de la presión hidrostática de los cuerpos pesados acumulados. Esta operación de purga también puede realizarse cuando la planta está en funcionamiento.

Alternativamente, una bomba fuera del tanque, no mostrada, puede ser usada para evacuar esta fracción líquida restante, ya sea intermitentemente o en continuo. Una de las ventajas de esta arquitectura es que el riesgo de saturación del circuito de vaporización 115 por la fase líquida es relativamente limitado: si el calor suministrado por el vapor es insuficiente para asegurar la vaporización del líquido, la fase líquida restante puede ser evacuada a medida que llega sin interrumpir el proceso de vaporización. Este no sería el caso de un recipiente de ebullición alimentado por el fondo en el que entra en ebullición un talón líquido.

Como se muestra en la figura 5, es posible forzar aún más la vaporización del gas combustible en fase líquida que entra en el circuito de vaporización 115, colocando éste último en depresión. El dispositivo de purga y su funcionamiento serán modificados en este caso.

Cuando el circuito de vaporización 115 está en depresión, se añade una segunda válvula 52 al tubo de purga 34 aguas arriba de la válvula 149 para crear un volumen intermedio 53, que puede ser en forma de tubo o depósito. El funcionamiento de las válvulas 52 y 149 es alternante: la segunda válvula 52 se abre primero para permitir que el espacio intermedio 53 se llene de cuerpos pesados. Luego la segunda válvula 52 se cierra antes de abrir la válvula 149 para drenar el volumen intermedio por gravedad antes de cerrar la válvula 149. La apertura de las válvulas 52 y 149 puede ser provocada por inyección de gas o por control eléctrico como en el caso de las válvulas solenoides.

La frecuencia de apertura de las válvulas 52 y 149 está directamente relacionada con la composición del GNL, por lo que cuanto más el GNL contenga una fracción significativa de compuestos pesados, mayor será la frecuencia de apertura de las válvulas 52 y 149.

La arquitectura del intercambiador de calor 110 permite realizar el intercambio de calor con corrientes paralelas o co-corrientes. En teoría, esta forma de intercambio de calor es menos eficiente que el intercambio de calor a

contracorriente. De hecho, en un intercambiador de calor de dos fluidos, los dos fluidos entran en el intercambiador con una diferencia de temperatura dada entre los dos fluidos. Si el intercambio de calor se realiza en contracorriente, la temperatura de salida de uno de los fluidos tiende hacia la temperatura de entrada del otro y viceversa. Por el contrario, en un intercambiador en co-corriente, los dos fluidos tienden a una temperatura de mezcla.

- 5 Estas consideraciones no son un obstáculo para el correcto funcionamiento del intercambiador de calor 110, que se utiliza como evaporador-condensador. De hecho, la proporción de calor sensible en los intercambios de calor involucrados es minoritaria, y la mayor parte de la transferencia de calor se realiza de forma isotérmica por cambio de fase.

- 10 A modo de ilustración, si la fase de vapor del gas combustible entra en el tubo colector 213 a -100°C , la parte de calor sensible para hacer pasar este vapor a -160°C es aproximadamente 130kJ/kg , mientras que el calor latente requerido para su condensación es 510kJ/kg . Por lo tanto, la mayoría de la transferencia de calor es isotérmica. Lo mismo ocurre con la fase líquida en el circuito de vaporización 115.

- 15 Con referencia a la figura 6, hay una vista en corte de un metanero 70 equipado con una instalación para suministrar gas combustible a los componentes que consumen gas y para licuar dicho gas combustible como se ha descrito anteriormente. La figura 6 muestra un tanque 71 hermético y aislado de forma general prismática montado en el doble casco 72 del buque. La pared del tanque 71 comprende una barrera estanca primaria destinada a estar en contacto con el GNL contenido en el tanque, una barrera estanca secundaria dispuesta entre la barrera estanca primaria y el doble casco 72 del buque, y dos barreras aislantes dispuestas respectivamente entre la barrera estanca primaria y la barrera estanca secundaria y entre la barrera estanca secundaria y el doble casco 72.

- 20 De una manera conocida por sí misma, las tuberías de carga y descarga 73 dispuestas en la cubierta superior del buque pueden conectarse, mediante los conectores apropiados, a una terminal marítima o portuaria para transferir un cargamento de GNL hacia o desde el tanque 71.

- 25 La figura 6 muestra un ejemplo de una terminal marítima con un muelle de carga y descarga 75, un oleoducto submarino 76 y una instalación en tierra 77. El muelle de carga y descarga 75 es una instalación fija en alta mar con un brazo móvil 74 y una torre 78 que soporta el brazo móvil 74. El brazo móvil 74 lleva un haz de mangueras flexibles aisladas 79 que pueden conectarse a las líneas de carga y descarga 73. El brazo móvil orientable 74 se adapta a todos los tamaños de los metaneros. Un tubo de conexión no mostrado se extiende dentro de la torre 78. El muelle de carga y descarga 75 permite que el metanero 70 se cargue y descargue desde o hacia la instalación terrestre 77. La instalación terrestre 77 comprende los tanques de almacenamiento de gas licuado 80 y los conductos de conexión 81 conectados por el oleoducto submarino 76 al muelle de carga o descarga 75. El oleoducto submarino 76 permite transferir gas licuado desde el muelle de carga o descarga 75 a la instalación terrestre 77 a lo largo de una gran distancia, por ejemplo 5 km, lo que permite mantener al metanero 70 lejos de la costa durante las operaciones de carga y descarga.

- 35 Para generar la presión necesaria para transferir el gas licuado, se utilizan bombas a bordo del buque 70 y/o bombas en la instalación terrestre 77 y/o bombas en el muelle de carga y descarga 75.

Aunque la invención ha sido descrita en relación con varios modos de realización particulares, es evidente que no se limita en absoluto a ellos y que incluye todos los equivalentes técnicos de los medios descritos, así como sus combinaciones si entran dentro del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones.

- 40 El uso de las palabras "contener", "comprender" o "incluir" y sus formas conjugadas no excluye la presencia de elementos o pasos distintos a los establecidos en una reivindicación.

En las reivindicaciones, los signos de referencia entre paréntesis no se interpretarán como una limitación de la reivindicación.

REIVINDICACIONES

1. Instalación para suministro de gas combustible a un componente consumidor de gas y para licuar dicho gas combustible, comprendiendo la instalación (1):

- 5 - un tanque hermético y termoaislante (2) con un espacio interior (7) destinado para ser llenado de gas combustible en un estado de equilibrio líquido-vapor de dos fases;
- 10 - un intercambiador de calor (10, 110) colocado en una posición más alta que el tanque hermético y termoaislante, comprendiendo el intercambiador de calor una primera vía (15, 115) y una vía de condensación (12, 112) herméticamente separados entre sí por paredes de intercambio de calor para transferir calor entre un fluido contenido en la vía de condensación y un fluido contenido en la primera vía, comprendiendo la primera vía y la vía de condensación, cada uno, una entrada y una salida,
- 15 - la entrada de la vía de condensación que está conectada al tanque hermético y termoaislante por un circuito colector de vapor (13, 113, 213) que comprende una abertura de entrada que se abre en una porción superior (8) del espacio interior del tanque para extraer un primer flujo (19) de gas combustible en fase vapor desde el espacio interior del tanque, estando la entrada de la vía de condensación dispuesta más arriba que la salida de la vía de condensación,
- 20 - la salida de la vía de condensación (14, 114) está conectada al espacio interior del tanque para transferir por gravedad una fracción líquida del primer flujo de gas combustible al espacio interior del tanque, obteniéndose la fracción líquida del primer flujo de gas combustible por condensación en la vía de condensación,
- 25 - la entrada de la primera vía (15, 115) está conectada al tanque hermético y térmicamente aislante por un circuito de entrada de líquido (17, 117), comprendiendo el circuito de entrada de líquido una abertura de entrada que se abre en una porción inferior (9) del espacio interior del tanque para extraer un segundo flujo de gas combustible en fase líquida del espacio interior del tanque y una bomba de circulación (16) para transferir el segundo flujo de gas combustible en fase líquida a la primera vía,
- 30 **caracterizada porque** la primera vía es una vía de vaporización, la instalación comprende además una bomba de vacío (51) conectada a la vía de vaporización (15, 115) para colocar la vía de vaporización del intercambiador de calor a una presión inferior a la que prevalece en la fase de vapor del tanque hermético y térmicamente aislante, y **porque** la salida de la vía de vaporización (3, 103) está conectada a un componente consumidor de gas para transferir una fracción de vapor del segundo flujo de gas combustible al componente consumidor de gas, obteniéndose la fracción de vapor del segundo flujo de gas combustible, durante el funcionamiento, mediante la vaporización del gas combustible en la vía de vaporización a una presión inferior a la presión que prevalece en la fase vapor del tanque hermético y térmicamente aislante.

2. Instalación según la reivindicación 1, en la que la bomba de vacío (51) está dispuesta entre la salida de la vía de vaporización y el componente consumidor de gas.

35 3. Instalación según la reivindicación 1, en la que la salida de la vía del vaporizador (15, 115) está dispuesta más abajo que la entrada de la vía del vaporizador.

40 4. Instalación según la reivindicación 3, en la que la vía de vaporización del intercambiador de calor tiene un recipiente de separación de fases (33) dispuesto en la parte inferior de la vía de vaporización, comprendiendo el recipiente de separación de fases una pared inferior y una pared lateral que se extiende hacia arriba desde la pared inferior, abriéndose la salida de la vía de vaporización (103) a través de la pared lateral del recipiente de separación de fases en una posición espaciada por encima de la pared inferior.

5. Instalación según la reivindicación 4, que comprende además un circuito de purga (34) que se abre a través de la pared inferior del recipiente de separación de fases para poder evacuar una fase líquida del recipiente de separación de fases por gravedad.

45 6. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además un compresor (4) dispuesto entre la salida de la vía de vaporización y el componente consumidor de gas.

50 7. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que el intercambiador de calor comprende una carcasa hermética y termoaislante (11, 111) que delimita un espacio interno (12, 112) que contiene la vía de condensación, estando la carcasa dispuesta encima del tanque hermético y termoaislante y comprendiendo una abertura inferior (14, 114) que se comunica con el espacio interno del tanque hermético y termoaislante y constituye la salida de la vía de condensación.

8. Instalación según la reivindicación 7, en la que una pared superior (5) del tanque hermético y termoaislante tiene una abertura conectada a la abertura inferior de la carcasa, comprendiendo la carcasa además una brida de fijación

(21) dispuesta alrededor de la abertura inferior de la carcasa, estando la brida de fijación fijada a la pared superior del tanque hermético y termoaislante alrededor de la abertura de la pared superior.

9. Instalación según la reivindicación 8, en la que el intercambiador de calor comprende además un tubo colector (113, 213) que se extiende desde la abertura inferior de la carcasa hasta cerca de una pared superior de la carcasa (11, 111) y que tiene un extremo inferior que se abre en el espacio interior del tanque y un extremo superior que se abre en el espacio interior (12), (112) de la carcasa, delimitando el tubo colector, dentro del espacio interior de la carcasa, un espacio interior del tubo colector que forma el circuito colector de vapor y un espacio exterior del tubo colector que forma la vía de condensación del intercambiador de calor.

10. Instalación según la reivindicación 9, en la que el intercambiador de calor comprende:

una pluralidad de tubos (55) paralelos al tubo colector dispuestos en el espacio exterior del tubo colector alrededor del tubo colector, constituyendo los tubos paralelos dichas paredes de intercambio de calor del intercambiador de calor,

un distribuidor de entrada (23) dispuesto en el espacio interior de la carcasa, extendiéndose el distribuidor de entrada en la periferia del tubo colector y presentando una pared inferior a través de la cual se abre un extremo superior de cada uno de los tubos paralelos,

un tubo de entrada (117) que constituye la entrada de la vía de vaporización y que se extiende a través de la carcasa entre el exterior de la carcasa y el distribuidor de entrada,

una bandeja de salida (24) dispuesta en el espacio exterior del tubo colector alrededor del tubo colector más bajo que la cámara de entrada y que tiene una pared superior a través de la cual se abre un extremo inferior de cada uno de los tubos paralelos, y

un tubo de salida (103) que constituye la salida de la vía de vaporización y que se extiende a través de la carcasa entre la camisa de la salida y el exterior de la carcasa.

11. Instalación según la reivindicación 10, en la que el distribuidor de entrada (23) está dispuesto más alto que el extremo superior del tubo colector (213).

12. Instalación según la reivindicación 11, en la que los tubos (25) paralelos al tubo colector tienen aletas de intercambio de calor (31, 32) dispuestas en la superficie exterior de los tubos paralelos al tubo colector (213).

13. Instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende además una pluralidad de tanques herméticos y termoaislantes que tienen un espacio interior destinado a ser llenado con el gas combustible en un estado de equilibrio líquido-vapor de dos fases, siendo dicho circuito colector de vapor (13) un circuito colector común que conecta la entrada de la vía de condensación a cada uno de dichos tanques para recoger los gases resultantes de la evaporación en cada uno de los tanques.

14. Procedimiento de suministro de gas combustible a un componente consumidor de gas y de licuefacción de dicho gas combustible, utilizando una instalación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende:

- admitir un primer flujo de gas combustible en fase vapor (19) a la entrada de la vía de condensación (12, 112) desde la porción superior (8) del espacio interior del tanque hermético y termoaislante a través del circuito colector de vapor,

caracterizado porque dicho procedimiento comprende además:

- transferir un segundo flujo de gas combustible en fase líquida desde la porción inferior del espacio interior del tanque hasta la entrada de la vía de vaporización (15, 115) por medio de la bomba de circulación (16),

- colocar la vía de vaporización del intercambiador de calor a una presión inferior a la presión que prevalece en la fase de vapor del tanque hermético y termoaislante

- realizar un intercambio de calor entre el primer flujo de gas combustible en la vía de condensación y el segundo flujo de gas combustible en la vía de vaporización, de manera que se vaporice al menos una fracción del segundo flujo de gas combustible en la vía de vaporización colocada a una presión inferior a la que prevalece en la fase vapor del tanque hermético y térmicamente aislante, condensando al menos una fracción del primer flujo de gas combustible en la vía de condensación,

- transferir por gravedad la fracción líquida del primer flujo de gas combustible desde la salida de la vía de condensación (14, 114) al espacio interior del tanque, y

- transferir la fracción de vapor del segundo flujo de gas combustible de la salida de la vía de vaporización al componente consumidor de gas.

15. Buque (70) que tiene una instalación (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

16. Procedimiento de carga o descarga de un buque (70) según la reivindicación 15, en el que el gas combustible se transporta a través de tuberías aisladas (73, 79, 76, 81) desde o hacia una instalación de almacenamiento flotante o en tierra (77) hacia o desde el tanque hermético y térmicamente aislante del buque (71).

- 5 **17.** Sistema de transferencia de un gas combustible, el cual comprende un buque (70) según la reivindicación 15, tuberías aisladas (73, 79, 76, 81) dispuestas para conectar el tanque (71) instalado en el casco del buque a una instalación de almacenamiento flotante o en tierra (77) y una bomba para conducir el gas combustible a través de las tuberías aisladas desde o hacia la instalación de almacenamiento flotante o en tierra hacia o desde el tanque hermético y térmicamente aislado del buque (71).

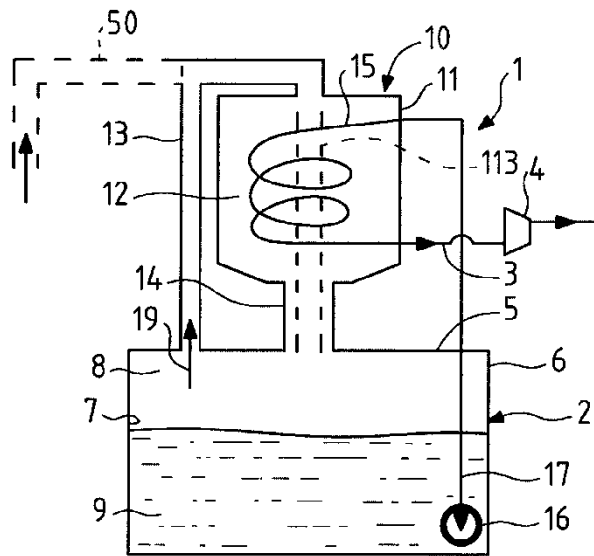


FIG.1

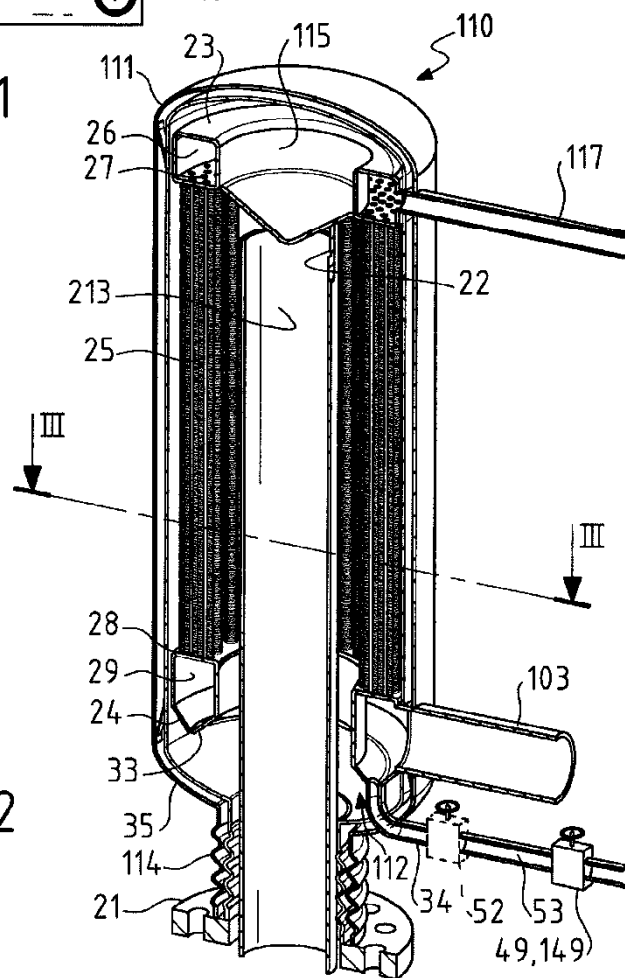


FIG.2

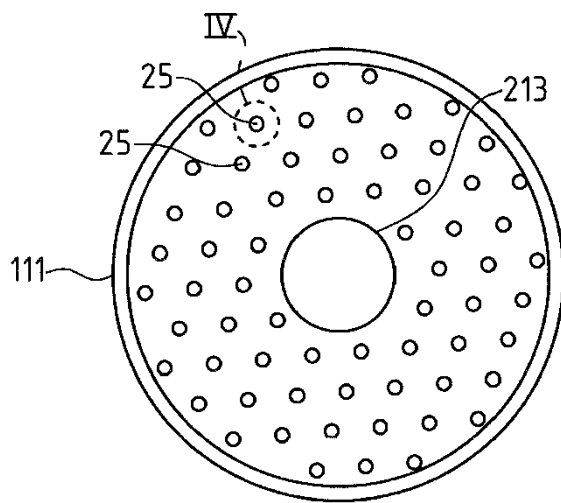


FIG. 3

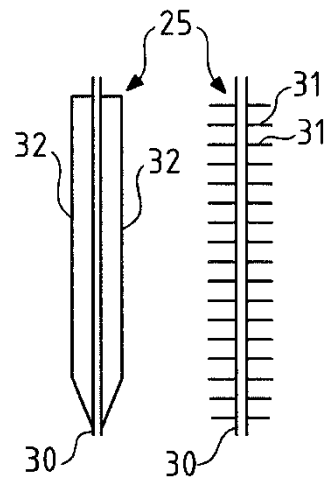


FIG. 4

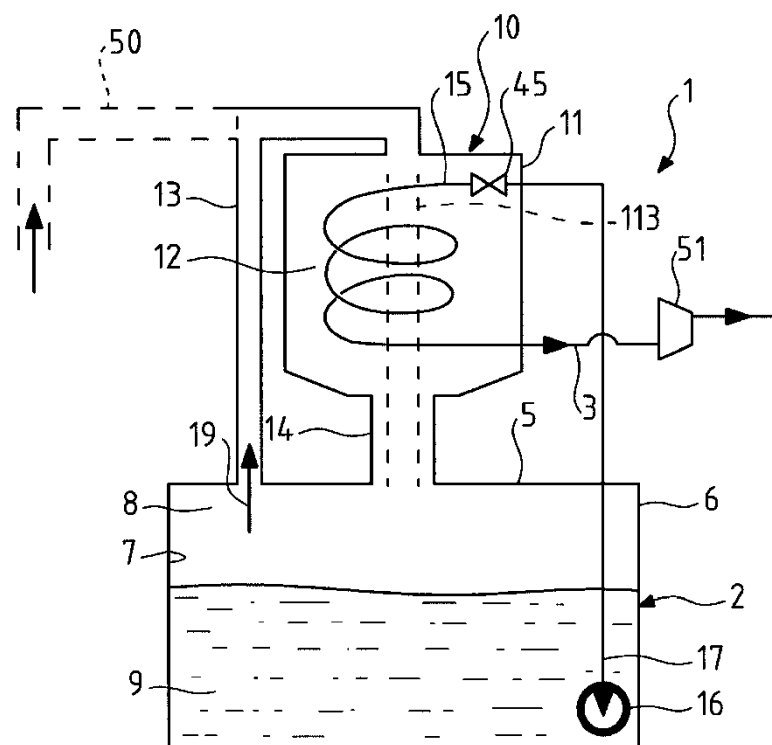


FIG. 5

