

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 029**

51 Int. Cl.:

F17C 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2003 E 03811197 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2012 EP 1561068**

54 Título: **Sistema y proceso para la vaporización de gas natural licuado**

30 Prioridad:

14.11.2002 US 294000

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

05.04.2013

73 Titular/es:

**EYERMANN, SIEGRUN (100.0%)
2111 WELCH STREET B321 HOUSTON
TEXAS 77019, US**

72 Inventor/es:

EYERMANN, VOLKER W.

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 400 029 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

Sistema y proceso para la vaporización de gas natural licuado

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a sistemas y procesos para la vaporización de gas natural licuado. Más concretamente, la presente invención se refiere a procesos y sistemas a través de los cuales el gas natural licuado se vaporiza por una acción de intercambio de calor impartida sobre un fluido circulante por agua caliente. Más concretamente, la presente invención se refiere a un proceso y a un sistema para la vaporización de gas natural licuado en donde la temperatura del agua caliente se eleva por la acción de un ventilador de una torre de agua.

Antecedentes en la materia

- 10 El gas natural a menudo se encuentra disponible en áreas alejadas del lugar en el que va a utilizarse en última instancia. Muchas veces, para el envío de dicho gas natural hay que utilizar el transporte marítimo donde lo mejor es transferir el gas natural en grandes cantidades licuándolo para reducir en gran medida su volumen para el transporte a presión fundamentalmente atmosférica. Bajo estas condiciones, el gas natural licuado se encuentra a una temperatura de -162 °C aproximadamente, si bien hidrocarburos más pesados, (tales como, por ejemplo, etano, propano, butano y análogos) a menudo varían ligeramente el punto de ebullición del gas natural licuado. Hasta ahora, se han propuesto una amplia variedad de fluidos, sistemas y procesos de transferencia de calor para la regasificación o vaporización del gas natural licuado.

- 20 En muchas circunstancias se utiliza agua caliente o vapor para calentar el gas licuado para su vaporización. Por desgracia, el agua caliente o vapor muchas veces se congelan lo cual puede dar lugar al peligro de que el evaporador se obstruya. Hasta ahora, este proceso ha pasado por varias mejoras. Los evaporadores actualmente utilizados son sobre todo del tipo con pulverización directa de agua, del tipo con fluido intermedio y del tipo de combustión sumergida.

- 25 Los evaporadores del tipo con pulverización directa de agua hacen uso del agua de mar como fuente de calor para la intercambio de calor a contracorriente con el gas natural licuado. Los vapores de este tipo no se obstruyen debido a la congelación, son fáciles de manejar y mantener y, por lo tanto, son muy utilizados. No obstante, sobre la superficie de la porción inferior del tubo de transferencia de calor se forma inevitablemente hielo. Esto provoca, por consiguiente, una mayor resistencia a la transferencia de calor por lo que el evaporador debe estar diseñado de modo que tenga una mayor área de transferencia lo supone un mayor coste del equipo. Para garantizar un rendimiento térmico mejorado, los evaporadores de este tipo incluyen un tubo de transferencia de calor de una aleación de aluminio con una configuración especial. Estos tipos de evaporadores son poco rentables económicamente.

- 35 En lugar de vaporizar el gas natural licuado mediante un calentamiento directo con agua o vapor, los evaporadores del tipo con fluido intermedio hacen uso de propano, hidrocarburos fluorados o refrigerante similar que tienen un punto de congelación bajo. El refrigerante se calienta primero con agua caliente o vapor para utilizar la evaporación y la condensación del refrigerante para la vaporización del gas natural licuado. Los evaporadores de este tipo son menos caros de fabricar que los de tipo con pulverización directa de agua pero necesitan medios de calentamiento, por ejemplo, un quemador, para la preparación del agua caliente o vapor y, por lo tanto, resultan caros de utilizar debido al consumo de combustible.

- 40 Los evaporadores del tipo de combustión sumergida comprenden un tubo sumergido en agua que se calienta inyectando en el mismo el gas de combustión de un quemador. Al igual que los del tipo con fluido intermedio, los evaporadores del tipo de combustión sumergida suponen un coste en combustible y resultan caros de utilizar.

- 45 En el pasado se han concedido varias patentes relacionadas con los procesos y aparatos de vaporización de gas natural licuado. Por ejemplo, en la Patente Estadounidense nº. 4.170.115, concedida el 9 de octubre de 1979 a Ooka et al., se describe un aparato para la vaporización de gas natural licuado utilizando agua estuarina. Este sistema está dispuesto en una serie de intercambiadores de calor del tipo con fluido intermedio de calentamiento indirecto. También se utiliza un intercambiador de calor multitubular concurrente junto con un intercambiador de calor multitubular a contracorriente. Como resultado, se utiliza agua salada para el proceso de vaporización. En la Patente Estadounidense nº. 4.224.802, concedida el 30 de septiembre de 1980 al mismo inventor, se describe una variación de este tipo y también se utiliza agua estuarina en un intercambiador de calor multitubular.

- 55 En la Patente Estadounidense nº. 4.331.129, concedida el 25 de mayo de 1982 a Hong et al., se presenta la utilización de energía solar para la vaporización de GNL. La energía solar se utiliza para calentar un segundo fluido, como agua, por ejemplo. A este segundo fluido se le hace pasar según una relación de intercambio de calor con el

gas natural licuado. El agua contiene un aditivo anticongelante para evitar la congelación del agua durante el proceso de vaporización.

5 En la Patente Estadounidense nº. 4. 399.660, concedida el 23 de agosto de 1983 a Vogler, Jr. et al., se describe un vaporizador atmosférico adecuado para vaporizar líquidos criogénicos de forma continua. Este dispositivo hace uso del calor absorbido del aire ambiente. Se canalizan al menos tres pases sustancialmente verticales. Cada pase incluye un tubo central con una pluralidad de aletas separadas sustancialmente por igual alrededor del tubo.

10 En la Patente Estadounidense nº. 5.251.452, concedida el 12 de octubre de 1993 a L.Z. Widder, también se presenta un vaporizador de aire ambiente y calentador para los líquidos criogénicos. Este aparato hace uso de una pluralidad de tubos intercambiadores de calor montados en vertical y conectados en paralelo. Cada tubo tiene una pluralidad de aletas externas y una pluralidad de pasillos periféricos internos dispuestos simétricamente en comunicación fluida con una abertura central. Una barra fija se extiende por dentro de la abertura central un tramo predeterminado de cada tubo para aumentar la velocidad de transferencia de calor entre el fluido criogénico en su fase de vapor y el aire ambiente. La temperatura del fluido se eleva de su punto de ebullición en la parte inferior de los tubos a una temperatura en la parte superior adecuada para operaciones de fabricación y de otra índole.

20 En la Patente Estadounidense nº. 5.819.542, concedida el 13 de octubre de 1998 a Christiansen et al., se presenta un dispositivo de intercambio de calor que tiene un primer intercambiador de calor para la evaporación de GNL y un segundo intercambiador de calor para supercalentar gas natural gaseoso. Los intercambiadores de calor están dispuestos de modo que calienten estos fluidos a través de un medio de calentamiento y tienen una salida conectada a un dispositivo de mezcla para mezclar los fluidos calientes con los fluidos sin calentar correspondientes. Los intercambiadores de calor comprenden un alojamiento común con unos conductos independientes para los fluidos. El dispositivo de mezcla constituye una unidad junto con el alojamiento y tiene una sola cámara de mezcla con una sola salida para los fluidos. En los conductos independientes, hay unas válvulas para el suministro de GNL al alojamiento y a la cámara de mezcla.

Técnica anterior más parecida

30 En la Patente Estadounidense nº. 6.367.258 se presenta un sistema y un método para vaporizar gas natural licuado. Con la presente invención se pretende proporcionar un proceso y un sistema mejorados para la vaporización de gas natural licuado.

35 Según un aspecto de esta invención se presenta un proceso para la vaporización de gas natural licuado que consiste en los pasos de: (1) pasar el agua al interior de una torre de agua para elevar la temperatura del agua, en donde dicho paso de pasar el agua consiste en: distribuir el agua por una superficie interior de la torre de agua; y arrastrar aire ambiente a través de la torre de agua por el agua distribuida para transferir el calor del aire ambiente al agua; (2) condensar la humedad del aire en dicha torre de agua y añadir la humedad condensada a dicha agua a temperatura elevada; (3) bombar el agua a temperatura elevada a través de un primer intercambiador de calor; (4) pasar un fluido circulante a través del primer intercambiador de calor para así transferir el calor del agua a temperatura elevada al fluido circulante; (5) pasar el gas natural licuado al interior de un segundo intercambiador de calor; (6) bombear el fluido circulante caliente del primer intercambiador de calor al segundo intercambiador de calor para así transferir el calor del fluido circulante al gas natural licuado; y (7) descargar el gas natural vaporizado del segundo intercambiador de calor.

45 En el proceso preferente de la presente invención, el paso de pasar el agua consiste en distribuir el agua por una superficie interior de la torre de agua y arrastrar aire ambiente a través de la torre de agua por el agua distribuida para así transferir el calor del aire ambiente al agua. El aire frío se descarga por la parte superior de la torre de agua después de que el aire ambiente haya sido arrastrado a través del agua distribuida. En la realización preferente de la presente invención, el aire ambiente tendrá una temperatura seca del aire superior a 22 °C (73 °F).

50 Preferentemente el proceso consiste en formar la torre de agua de modo que tenga una pluralidad de placas deflectoras formadas en su interior, dicha torre de agua tenga un ventilador en la parte superior de la misma, dicha torre de agua tenga una pluralidad de aberturas formadas en una pared de la misma adyacentes a dicha pluralidad de placas deflectoras respectivas, dicho paso de arrastrar aire ambiente consista en pasar el aire ambiente a través de dicha pluralidad de aberturas de modo que quede cerca del agua distribuida por dicha pluralidad de placas deflectoras. A la parte inferior de la torre de agua se asegura un depósito de agua. Este depósito de agua se coloca para recoger el agua distribuida caliente. El agua distribuida caliente del depósito de agua se bombea al primer intercambiador de calor.

60 Preferentemente, el segundo intercambiador de calor antedicho es un intercambiador de calor de carcasa y tubos, en donde dicho fluido circulante caliente pasa por dentro de la carcasa y a través de los tubos de dicho segundo

intercambiador de calor, y dicho gas natural licuado pasa a través de los tubos de dicho segundo cambiador de calor.

5 Convenientemente el proceso incluye el paso de bombear el fluido circulante de dicho segundo intercambiador de calor hasta dicho primer intercambiador de calor después de que el calor haya sido transferido de dicho fluido circulante al gas natural licuado.

10 En el proceso preferente de la presente invención, se incluye una fuente auxiliar para calentar el fluido circulante en aquellos casos en los que la temperatura ambiente del agua sea inferior a 22 °C (73 °F). En particular, otra cantidad del fluido circulante la calienta una fuente de calentamiento que no sea la torre de agua. A continuación, el fluido circulante caliente se hace pasar al interior del segundo intercambiador de calor. Así, preferentemente el proceso consiste además en: calentar otra cantidad de fluido circulante con una fuente de calentamiento distinta de la torre de agua, siendo dicha fuente de calentamiento una caldera activada por gas; y pasar la otra cantidad de fluido circulante caliente al interior de dicho segundo intercambiador de calor, en donde dicho paso de descargar el gas natural vaporizado consiste en: pasar una porción del gas natural descargado a dicha fuente de calentamiento; y enciende dicha porción del gas natural descargado para calentar la otra cantidad de fluido circulante antedicha.

15 Una realización de la invención es un proceso para la vaporización de gas natural licuado que consiste en: pasar el agua al interior de una torre de agua para elevar la temperatura del agua, en donde dicho paso de pasar el agua consiste en: distribuir el agua por una superficie interior de la torre de agua; y arrastrar aire ambiente a través de la torre de agua por el agua distribuida para transferir el calor del aire ambiente al agua, en donde el aire ambiente tiene una temperatura seca del aire superior a 22 °C (73 °F); bombear el agua a temperatura elevada a través de un primer intercambiador de calor; pasar un fluido circulante a través del primer intercambiador de calor para así transferir el calor del agua a temperatura elevada a dicho fluido circulante; pasar el gas natural licuado al interior de un segundo intercambiador de calor; bombear el fluido circulante caliente del primer intercambiador de calor al segundo intercambiador de calor para así transferir el calor del fluido circulante al gas natural licuado; y descargar el gas natural vaporizado del segundo intercambiador de calor.

20 Otra realización de la invención es un proceso para la vaporización de gas natural licuado que consiste en: pasar agua al interior de una torre de agua para elevar la temperatura del agua, en donde dicha agua es agua dulce; bombear el agua a temperatura elevada a través de un primer intercambiador de calor para así transferir el calor del agua a temperatura elevada a dicho fluido circulante, siendo dicho fluido circulante glicol; pasar el gas natural licuado al interior de un segundo intercambiador de calor; bombear el fluido circulante caliente del primer intercambiador de calor al segundo intercambiador de calor para así transferir el calor del fluido circulante al gas natural licuado; y descargar el gas natural vaporizado del segundo intercambiador de calor.

25 Según otro aspecto de esta invención se presenta un sistema para la vaporización de gas natural licuado que comprende: un elemento de torre de agua que tiene un conducto de entrada de agua y un conducto de salida de agua; un primer medio de intercambio de calor conectado a dicho conducto de salida de agua, dicho primer medio de intercambio de calor que tiene un conducto para un fluido circulante que se extiende por el interior del mismo según una relación de intercambio de calor con dicho conducto de salida de agua; y un segundo medio de intercambio de calor que tiene un conducto para un gas natural licuado en su interior, dicho conducto para el fluido circulante que se extiende por el interior de dicho segundo medio de intercambio de calor según una relación de intercambio de calor con dicho conducto para el gas natural licuado, dicho segundo medio de intercambio de calor cuya función es transferir calor del fluido circulante caliente al gas natural licuado presente en dicho conducto para el gas natural licuado, dicho segundo medio de intercambio de calor tiene una salida para el gas vaporizado que se extiende desde el mismo, y que se caracteriza porque: dicho elemento de torre de agua está configurado para condensar la humedad del aire y está configurado para calentar el agua que pasa por su interior procedente de dicho conducto de entrada de agua de modo que el agua caliente pase a dicho conducto de salida de agua y dicho elemento de torre de agua comprende: una cámara que tiene una pluralidad de placas deflectoras en su interior, dicho conducto de entrada de agua colocado de modo que distribuya el agua por dicha pluralidad de placas deflectoras; un ventilador fijado a una parte superior de dicha cámara para arrastrar aire ambiente a través del agua presente sobre dicha pluralidad de placas deflectoras; y un depósito de agua colocado en una parte inferior de dicha cámara para recoger el agua procedente de dicho conducto de entrada de agua y la humedad del aire condensado en la cámara, dicho conducto de salida del agua conectado a dicho depósito de agua; en donde el primer medio de intercambio de calor está conectado a dicho conducto de salida de agua de modo que el agua caliente pase a su través, dicho primer medio de intercambio de calor cuya función es transferir calor del agua caliente presente en dicho conducto de salida de agua al fluido circulante presente en dicho conducto para el fluido circulante.

30 35 40 45 50 55 Preferentemente, dicho segundo medio de intercambio de calor comprende un intercambiador de calor de carcasa y tubos, dicho conducto para el gas natural licuado constituye los tubos de dicho intercambiador de calor, dicho conducto para el fluido circulante se abre al interior de dicha carcasa para permitir que el fluido circulante pase alrededor de los tubos del interior de la carcasa y dicha salida para el gas vaporizado que está colocada en un extremo superior de dicho intercambiador de calor.

Convenientemente, el sistema comprende además: una caldera que tiene un conducto para el fluido circulante que se extiende desde la misma hasta dicho segundo medio de intercambio de calor y dicha caldera cuya función es calentar el fluido circulante que pasa a dicho segundo medio de intercambio de calor.

5 Preferentemente, dicho segundo medio de intercambio de calor tiene un conducto para el gas conectado al mismo, dicha caldera que tiene dicho conducto para el gas conectado a la misma para pasar una porción del gas vaporizado procedente de dicho segundo medio de intercambio de calor a través de dicho conducto para el gas hasta dicha caldera y dicha caldera que enciende el gas vaporizado para calentar el fluido circulante presente en dicho conducto para el fluido circulante.

10 Para que la invención pueda ser comprendida con mayor facilidad, y con objeto de que puedan apreciarse otras características de la misma, ahora se describirá la invención, a través de ejemplos, haciendo referencia a los dibujos que la acompañan, en los que:

15 La FIGURA 1 es un diagrama esquemático en el que se muestra el sistema y el proceso de la realización preferente de la presente invención.

En referencia a la FIGURA 1, se muestra un sistema para la vaporización de gas natural licuado conforme a la realización preferente de la presente invención. El sistema 10 incluye una torre de agua 12, un primer intercambiador de calor 14 y un segundo intercambiador de calor 16. La torre de agua 12 tiene un conducto de entrada de agua 18 y un conducto de salida de agua 20. El conducto de entrada de agua 18 suministrará agua fría al interior de la torre de agua 12. El conducto de salida de agua 20 pasará el agua caliente del interior de la torre de agua 12 fuera de la misma. Una bomba 22 servirá para arrastrar el agua caliente del depósito de agua 24 que se encuentra en la parte inferior de la cámara 26 de la torre de agua 12. La bomba 22 pasará el agua caliente desde la salida de agua 28 hasta el primer intercambiador de calor 14. El agua caliente pasará a través de unas aletas, serpentines, y otros pasos adecuados del primer intercambiador de calor 14 para transferir calor del agua caliente a un fluido circulante que pasa al segundo intercambiador de calor 16. Una vez transferido el calor del agua caliente pasa a través del serpentín 30 del primer intercambiador 14 al fluido circulante del serpentín 32, el agua fría se hace pasar a través de una salida 34 del primer intercambiador de calor 14. El agua fría de la salida 34 se puede hacer pasar otra vez para su calentamiento a lo largo del conducto de entrada de aire 18 hasta la torre 12.

20 La torre 12 es de tipo "torre de refrigeración". No obstante, es conveniente que la torre de agua 12 funcione en entornos con altas temperaturas. Por ejemplo, en la Costa del Golfo de Texas, las temperaturas del aire ambiente pueden ser muchas veces superiores a 38 °C (100 °F). Así, cuando ese aire así de caliente es arrastrado a través de la torre de agua 12, entrará en contacto con el agua fría que entra en la misma para elevar así notablemente la temperatura del agua. En la parte superior de la cámara 26 de la torre de agua 12 hay dispuesto un ventilador 36. El ventilador 36 arrastrará el aire caliente a través de una abertura 38 formada a los lados de la cámara 26 de la torre de agua 12. De manera análoga, el agua caliente será distribuida por encima de unas placas deflectoras 40 que hay formadas en el interior de la cámara 26 de la torre de agua 12. Como resultado, el agua fría suministrada a través del conducto de entrada de agua 18 será distribuida por un área superficial relativamente grande por el interior de la cámara 26. Conforme el aire caliente es arrastrado a través de las aberturas 38, el aire pasará muy cerca por encima de la zona donde el agua se encuentra muy distribuida sobre el interior de la cámara 26. De este modo se producirá un efecto de intercambio de calor que aumentará enormemente la temperatura del agua presente en la torre 12. El ventilador 36 sacará finalmente el aire frío por la parte superior de la torre de agua 12. Dado que la temperatura fría del agua presente en el conducto de entrada de agua 18 enfría el aire por debajo del punto de rocío del agua, la humedad del aire se condensará en cantidades variables.

45 Como resultado, esta humedad habrá que drenarla del sistema a través de una tubería 42. En última instancia, cuando el ventilador 36 arrastra el aire ambiente a través de la cámara 26 de la torre de agua 12, el agua se calienta y cae lentamente en cascada en el depósito de equilibrio 24 a modo de agua caliente. La bomba 22 extraerá el agua caliente del depósito 24 y la arrastrará de nuevo al primer intercambiador de calor 14.

50 El primer intercambiador de calor 14 es un tipo corriente de intercambiador en donde el agua caliente que pasa a través del serpentín 30 está en una relación de transferencia de calor con el fluido circulante que pasa a través del serpentín 32. El serpentín 32 está dirigido hacia el conducto de salida 44 hacia el lado de aspiración de la bomba 46. La bomba 46 hará pasar entonces al fluido circulante caliente al interior del segundo intercambiador de calor 16. El segundo intercambiador de calor 16 es un intercambiador de calor de carcasa y tubos de estructura conocida. El gas natural licuado pasará a lo largo de la tubería 48 hasta la parte inferior 50 del segundo intercambiador de calor 16. Un colector adecuado distribuirá el gas natural licuado por los tubos 52 que hay en el interior del segundo intercambiador de calor 16. El fluido circulante caliente es bombeado a través de un conducto de entrada del fluido circulante 58 hasta el interior de la carcasa 60 del segundo intercambiador de calor 16. Así, el fluido circulante caliente estará en una relación de intercambio de calor con los tubos 52 con objeto de elevar la temperatura del gas natural licuado dentro de los tubos 52. En última instancia, la temperatura del gas natural licuado será tal alta que el gas natural vaporizado saldrá del segundo intercambiador de calor 16 a través de la salida del gas vaporizado 62.

Dada la transferencia de calor entre el fluido circulante caliente y el gas natural licuado, un fluido circulante frío pasará a través de la salida para el fluido circulante del segundo intercambiador de calor 16. El fluido circulante caliente será dirigido en un flujo a contracorriente a la parte exterior de los tubos 52 del segundo intercambiador de calor 16. El fluido circulante frío saldrá de la carcasa 60 del segundo intercambiador de calor 16 a través de la tubería 64 y será dirigido al primer intercambiador de calor 14. El fluido circulante frío será dirigido al primer intercambiador de calor 14 a través del conducto de entrada del aire circulante frío 66. De este modo, el fluido circulante frío volverá a ser calentado una vez más por el agua caliente que pasa a través del serpentín 30 del primer intercambiador de calor 14. Hay incluida una cámara de equilibrio 68 para suministrar, recibir o acumular el fluido circulante según resulte necesario. En caso de que se requiera una cantidad de fluido circulante adicional para la ejecución del proceso 10 de la presente invención, la bomba 46 extraerá de la cámara de equilibrio 68 las cantidades de fluido circulante necesarias cuando convenga. Tal y como se utiliza aquí, el fluido circulante puede ser una mezcla o una solución de agua y glicol. El agua debe ser agua dulce.

Incluso en climas cálidos, tales como el del sur de los Estados Unidos, el proceso 10 de la presente invención no puede llevarse a cabo todo el año. En los meses de noviembre a marzo, el aire ambiente es demasiado frío para encontrar una solución económica para calentar el agua. Por lo tanto, en la temporada de invierno, resulta necesario un caldeo complementario de la caldera 70, aunque solo sea parcial, para asegurar un funcionamiento continuo todo el año. La caldera 70 es de una tecnología conocida y se ha utilizado de forma generalizada en el pasado para el calentamiento del fluido circulante. Como puede verse en la FIGURA 1, el fluido circulante frío pasará a través del conducto 64 hasta la entrada 72 de la caldera 70. Puede utilizarse cualquier gas adecuado, como por ejemplo una pequeña porción del gas vaporizado del segundo intercambiador de calor 16 para el caldeo de la caldera 70 con gas natural para el calentamiento del fluido circulante. A continuación, el fluido circulante caliente se hace pasar a través de la salida 74 de la caldera 70 y se hace pasar directamente y por sí solo, o en combinación con el fluido circulante calentado con el agua caliente de la torre de agua 12, al lado de entrada del segundo intercambiador de calor 16.

Debe saberse que normalmente se utiliza una torre de agua 12 para refrigerar el agua de refrigeración circulante de muchas instalaciones. Es difícil imaginar que tales "torres" se hayan utilizado alguna vez para calentar agua fría. Al contrario de lo que ocurre con la aplicación de la torre de agua como una torre de agua de refrigeración, en que se produce una pérdida de agua continua por la vaporización del agua circulante, durante el funcionamiento del aparato 10 no se produce ninguna pérdida de agua sustancial. Al contrario, dado que el agua es más fría que el aire ambiente, el agua procedente de la humedad del aire 10 se condensa y aumenta continuamente las existencias de agua. El agua debe de ser extraída de manera continua como si se tratara de una cantidad de rebose y puede utilizarse a modo de agua dulce después de un tratamiento mínimo de la misma.

La Tabla 1, tal y como aquí se muestra, es un gráfico del consumo energético y de proceso en el que se muestra el funcionamiento del aparato descrito. Como puede verse, el uso de aire ambiente para elevar la temperatura del gas natural licuado resulta significativamente ventajoso.

TABLA 1

| Descripción | Unidades | Ejemplo 1 | Ejemplo 2 | Ejemplo 3 | Ejemplo 4 |
|------------------------------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Vaporizadores de GNL | Unidades en funcionamiento | 6 | | | |
| Calor transferido | MMBTU/hr | 617,4 | 930 | 823 | 847 |
| Caudal de GNL | lb/hr | 2.213.200 | 3.018.000 | 2.937.500 | 3.018.000 |
| Caudal de gas natural | MMSCF/día | 1.100 | 1.500 | 1.460 | 1.500 |
| Temperatura del GNL dentro | °F | -244 | -244 | -244 | -244 |
| Temperatura del gas natural fuera | °F | 29 | 59 | 29 | 29 |
| Caudal de agua y glicol | gal/minuto | 90.300 | 90.300 | 90.300 | 90.300 |
| Temperatura del agua/glicol dentro | °F | 44 | 64 | 49 | 44 |
| Temperatura del agua/glicol fuera | °F | 29 | 42 | 29 | 29 |
| Intercambiadores intermedios | Unidades en funcionamiento | 8 | 8 | 8 | 8 |

ES 2 400 029 T3

| | | | | | | |
|---|-------------------------|----|--------|--------|--------|--------|
| Calor transferido | MMBTU/hr | | 617,4 | 930 | 823 | 351 |
| Caudal de agua y glicol | gal/minuto | | 90.300 | 90.300 | 90.300 | 51.100 |
| Temperatura del agua/glicol dentro | °F | | 29 | 42 | 29 | 29 |
| Temperatura del agua/glicol fuera | °F | | 44 | 64 | 49 | 44 |
| Caudal agua circulante | gal/minuto | | 82.700 | 85.600 | 82.700 | 46.800 |
| Temperatura del agua circulante dentro | °F | | 50 | 70 | 55 | 50 |
| Temperatura del agua circulante fuera | °F | | 35 | 48 | 35 | 35 |
| Torre de agua | Unidades funcionamiento | en | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Número de ventiladores/celdas de la torre | | | 12 | 12 | 12 | 6 |
| Altura de la torre | Pies | | 54 | 54 | 54 | 54 |
| Temperatura del aire, Bulbo húmedo | °F | | 59 | 75 | 65 | 53 |
| Temperatura del aire, Bulbo seco | °F | | 65 | 68 | 72 | 58 |
| Temperatura del aire, fuera | °F | | 44 | 48 | 46 | 44 |
| Caudal de agua circulante | gal/minuto | | 82.700 | 85.600 | 82.700 | 46.800 |
| Temperatura del agua circulante dentro | °F | | 35 | 42 | 35 | 35 |
| Temperatura del agua circulante fuera | °F | | 50 | 70 | 55 | 50 |
| Calor transferido | MMBTU/hr | | 617,4 | 930 | 823 | 351 |
| Condensación de humedad | gal/hora | | 28.270 | 52.300 | 48.900 | 10.300 |
| Calderas de agua | Unidades funcionamiento | en | 1 | 0 | 2 | 7 |

| | | | | | |
|-------------------------------------|------------|--|-------|-------|--------|
| Calor transferido | MMBTU/hr | | 59 | 85,9 | 579 |
| Caudal de agua y glicol | gal/minuto | | 2.300 | 2.600 | 17.500 |
| Temperatura del agua/glicol dentro | °F | | 110 | 110 | 110 |
| 5 Temperatura del agua/glicol fuera | °F | | 180 | 180 | 1 80 |

Ejemplo 1: Caso de diseño para Torre de agua, Vaporizadores de GNL e Intercambiadores intermedios

Ejemplo 2: Temporada cálida, sin funcionamiento de la caldera

Ejemplo 3: Temperatura del aire más caliente que la del diseño

10 Ejemplo 4: Temperatura del aire más fría que la del diseño

15 Con la realización preferente de la presente invención se alcanzan ventajas significativas respecto a las técnicas anteriores. En particular, en los entornos con un clima cálido, en la realización preferente de la presente invención se utiliza el aire ambiente para elevar la temperatura del agua. Como resultado, la realización preferente de la presente invención evita el uso de gas natural para elevar la temperatura. Esto puede resultar en un ahorro de energía significativo respecto a los sistemas existentes.

De la descripción arriba proporcionada se comprenderá que la realización preferente de la presente invención proporciona un proceso y un sistema con los que puede vaporizarse gas natural licuado a un coste mínimo.

20 La realización preferente también proporciona un proceso y un aparato con los que puede utilizarse aire ambiente para proporcionar el calor para el proceso de vaporización de GNL.

La realización preferente también proporciona un sistema y un proceso para llevar a cabo un proceso de intercambio de calor para la vaporización de gas natural licuado que es relativamente económico, fácil de implementar y fácil de utilizar.

25 La presentación y descripción anteriores de la invención son ilustrativas y explicatorias de la misma. Pueden realizarse varios cambios en los detalles del sistema ilustrado o en los pasos del proceso descrito dentro del ámbito

de aplicación de las reivindicaciones adjuntas sin salirse del verdadero alcance de la invención. La presente invención solo debería verse limitada por las reivindicaciones siguientes y sus equivalentes legales.

5 Los términos "comprende" y "comprendiendo" y las variaciones de los mismos significan, tanto en esta especificación como en las reivindicaciones, que se incluyen las características, pasos o enteros especificados. Los términos no deben ser interpretados como excluyentes de la presencia de otras características, pasos o componentes.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para la vaporización de gas natural licuado que comprende los pasos de:
- 5 (1) pasar agua al interior de una torre de agua (12) y elevar la temperatura del agua, en donde dicho paso de pasar agua consiste en:
distribuir el agua por la superficie interior de la torre de agua (12); y
arrastrar aire ambiente a través de la torre de agua (12) por el agua distribuida y transferir el calor del aire ambiente al agua;
- 10 (2) condensar la humedad del aire en dicha torre de agua (12) y añadir la humedad condensada a dicha agua de temperatura elevada;
- (3) bombear el agua de temperatura elevada a través de un primer intercambiador de calor (14);
- 15 (4) pasar un fluido circulante a través del primer intercambiador de calor (14) y transferir el calor del agua de temperatura elevada al fluido circulante;
- (5) pasar el gas natural licuado a un segundo intercambiador de calor (16);
- 20 (6) bombear el fluido circulante caliente desde el primer intercambiador de calor (14) al segundo intercambiador de calor (16) y transferir el calor del fluido circulante al gas natural licuado; y
- (7) descargar el gas natural vaporizado del segundo intercambiador de calor.
- 25 2.El proceso de la reivindicación 1, también consiste en:
conformar la torre de agua (12) de modo que tenga una pluralidad de placas deflectoras (40) conformadas en su interior, dicha torre de agua (12) tenga un ventilador (36) en la parte superior de la misma, dicha torre de agua tenga una pluralidad de aberturas (38) formadas en una pared de la misma adyacentes a dicha pluralidad de placas deflectoras (40) respectivas, dicho paso de arrastrar aire ambiente consista en pasar el aire ambiente a través de
- 30 dicha pluralidad de aberturas (38) de modo que quede cerca del agua distribuida por dicha pluralidad de placas deflectoras (40).
3. El proceso de la reivindicación 1 o reivindicación 2, en donde dicho segundo intercambiador de calor (16) es un intercambiador de calor de carcasa y tubos, dicho fluido circulante caliente pasa por dentro de la carcasa y a través de los tubos (52) del segundo intercambiador antedicho y dicho gas natural licuado pasa a través de los tubos (52) de dicho segundo intercambiador de calor.
- 35 4. El proceso de cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde el proceso también consiste en:
calentar otra cantidad de fluido circulante con una fuente de calentamiento distinta de la torre de agua, siendo dicha fuente de calentamiento una caldera activada por gas (70); y
- 40 pasar la otra cantidad de fluido circulante caliente al interior de dicho segundo intercambiador de calor (16), en donde el dicho paso de descargar el gas natural vaporizado consiste en:
- 45 pasar una porción del gas natural descargado a dicha fuente de calentamiento; y
encender dicha porción del gas natural descargado para así calentar la otra cantidad de fluido circulante antedicha.
5. Un sistema para la vaporización de gas natural licuado que comprende:
- 50 un elemento de torre de agua (12) que tiene un conducto de entrada de agua (18) y un conducto de salida de agua (28);
un primer medio de intercambio de calor (14) conectado a dicho conducto de salida de agua (28), dicho primer medio de intercambio de calor (14) que tiene un circuito para un fluido circulante que se extiende en su interior según una relación de intercambio de calor con dicho conducto de salida de agua (28); y
- 55 un segundo medio de intercambio de calor (16) que tiene un conducto para el gas natural licuado en su interior, dicho conducto para el fluido circulante que se extiende por el interior de dicho segundo medio de intercambio de

calor (16) según una relación de intercambio de calor con dicho conducto para el gas natural licuado, dicho segundo medio de intercambio de calor (16) que durante su uso transfiere el calor del fluido circulante caliente al gas natural licuado presente en dicho conducto para el gas natural licuado, dicho segundo medio de intercambio de calor (16) que tiene una salida para el gas vaporizado que se extiende de la misma, que se caracteriza porque:

5 dicho elemento de torre de agua (12) está configurado para condensar la humedad del aire y para calentar el agua que pasa por su interior procedente de dicho conducto de entrada de agua (18) de modo que el agua caliente pasa a dicho conducto de salida de agua (28) y dicho elemento de torre de agua (12) comprende:

10 una cámara que tiene una pluralidad de pantallas deflectoras (40) en su interior, dicho conducto de entrada de agua (18) colocado de modo que distribuya el agua por dicha pluralidad de placas deflectoras (40);

un ventilador (36) fijado a una parte superior de dicha cámara para arrastrar el aire ambiente a través del agua presente en dicha pluralidad de pantallas reflectoras (40); y

15 un depósito de agua (24) colocado en una parte inferior de dicha cámara para recoger el agua procedente de dicho conducto de entrada de agua (18) y la humedad del aire condensada en la cámara, dicho conducto de salida de agua (28) conectado a dicho depósito de agua (24); en donde el primer medio de intercambio de calor está conectado a dicho conducto de salida de agua (28) de modo que el agua caliente pase a su través y dicho primer medio de intercambio de calor (14) transfiera, durante su uso, el calor del agua caliente presente en dicho conducto de salida
20 de agua (28) al fluido circulante de dicho conducto para el fluido circulante.

6.El sistema de la reivindicación 5 en donde dicho segundo medio de intercambio de calor (16) comprende un intercambiador de calor de carcasa y tubos, dicho conducto para el gas natural licuado constituye los tubos (52 de dicho intercambiador de calor, dicho conducto para el fluido circulante se abre al interior de dicha carcasa para permitir que el fluido circulante pase alrededor del interior de los tubos (52) de la carcasa y dicha salida para el gas
25 vaporizado (62) que está colocada en un extremo superior de dicho intercambiador de calor.

7.El sistema de las reivindicaciones 5 ó 6, también comprende: una caldera (70) que tiene un conducto para el fluido circulante (74) que se extiende desde la misma hasta dicho segundo medio de intercambio de calor (16) y dicha caldera (70) cuya función es calentar el fluido circulante que pasa a dicho segundo medio de intercambio de calor
30 (16).

8.El sistema de la reivindicación 7, en donde dicho segundo medio de intercambio de calor (16) tiene un conducto para el gas conectado al mismo, dicha caldera (70) que tiene dicho conducto para el gas conectado a la misma para el paso de una porción del gas vaporizado procedente de dicho segundo medio de intercambio de calor (16) a través
35 de dicho conducto para el gas hasta dicha caldera (70) y dicha caldera (70) que enciende el gas vaporizado para calentar el fluido circulante presente en dicho conducto para el fluido circulante.

