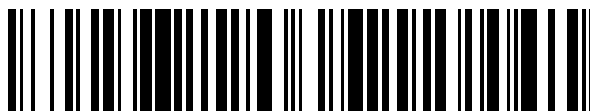


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 762 736**

51 Int. Cl.:

**F25J 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.12.2012 PCT/US2012/070383**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2013 WO13096328**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2012 E 12859864 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 2795216**

54 Título: **Procedimiento para reducir el impacto del movimiento en un intercambiador de calor de núcleos en carcasa**

30 Prioridad:  
**20.12.2011 US 201161578144 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**25.05.2020**

73 Titular/es:  
**CONOCOPHILLIPS COMPANY (100.0%)  
925 N. Eldridge Parkway  
Houston, Texas 77079, US**

72 Inventor/es:  
**DAVIES, PAUL, R.;  
JAMES, WILL, T.;  
GRAVOIS, SHAUN, P.;  
OSHINOWO, OLANREWAJU, M.;  
DIETRICH, JORG;  
KAYSER, STEFAN;  
WANKE, RUDOLF y  
BRENNER, STEFFEN**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 762 736 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

Procedimiento para reducir el impacto del movimiento en un intercambiador de calor de núcleos en carcasa

### Sector técnico de la invención

5 Esta invención se refiere a un procedimiento y un aparato para reducir los efectos del movimiento en un intercambiador de calor de tipo núcleos en carcasa.

### Antecedentes de la invención

10 El gas natural en su forma nativa tiene que ser concentrado antes de ser transportado de forma económica. La utilización de gas natural ha aumentado significativamente en el pasado reciente debido a sus características de combustión ecológica, limpia. Quemar gas natural produce menos dióxido de carbono que cualquier otro combustible fósil, lo que es importante dado que las emisiones de dióxido de carbono se han reconocido como un factor significativo causante del efecto invernadero. Es probable que el gas natural licuado (LNG, *liquefied natural gas*) se utilice cada vez más en áreas urbanas densamente pobladas, con la creciente preocupación sobre los aspectos ambientales.

15 Hay muchas reservas de gas natural ubicadas por todo el mundo. Muchas de estas reservas de gas están localizadas en altamar, en lugares que son inaccesibles por tierra y se consideran reservas de gas abandonadas en función de la aplicación de la tecnología existente. Las reservas técnicas de gas existentes se están reabasteciendo más rápidamente que las reservas de petróleo, haciendo la utilización de LNG más importante para satisfacer las demandas del futuro consumo de energía. En forma líquida, LNG ocupa 600 veces menos espacio que el gas natural en su fase gaseosa. Dado que los gasoductos no pueden llegar a muchas áreas del mundo debido a límites técnicos, económicos o políticos, localizar la planta de procesamiento de LNG en altamar y utilizar embarcaciones náuticas para transportar directamente el LNG de altamar desde la planta de procesamiento a la embarcación de transporte puede reducir el gasto de inversión inicial y liberar reservas de gas en altamar que de lo contrario serían poco económicas.

25 Las plantas de licuefacción flotantes proporcionan una alternativa en altamar a las plantas de licuefacción terrestres, y una alternativa a costosos gasoductos submarinos para reservas de altamar abandonadas. Una planta de licuefacción flotante se puede anclar cerca de la costa o cerca de un yacimiento gasífero, o en el mismo. Representa asimismo un activo desplazable, que puede ser trasladado a un nuevo emplazamiento cuando el yacimiento gasífero se aproxima al final de su vida productiva, o cuando es necesario por razones económicas, ambientales o políticas.

30 Un problema encontrado en los tanques de licuefacción flotantes es la agitación del fluido de vaporización en el interior de los intercambiadores de calor. La agitación en un intercambiador de calor puede tener como resultado la producción de fuerzas que pueden afectar a la estabilidad y al control del intercambiador de calor. Si se deja que el fluido de vaporización se agite libremente en el interior de la carcasa del intercambiador de calor, el fluido en movimiento puede tener un efecto adverso sobre la función térmica del núcleo del intercambiador de calor. Además, la naturaleza cíclica del movimiento puede tener como resultado un comportamiento cíclico en la eficiencia de la transferencia de calor y, por lo tanto, se pueden ver afectadas las condiciones del proceso en la planta de licuefacción de LNG. Estas inestabilidades pueden tener como resultado un peor rendimiento global de la planta y pueden conducir a envoltentes operativas más reducidas y a límites sobre la capacidad de producción disponible.

40 El documento US2006/086140A1 describe un intercambiador de calor de núcleo en carcasa, que comprende una carcasa que contiene líquido refrigerante y un núcleo del intercambiador de calor. Además, el documento US5651270 describe un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1.

Por lo tanto, existe la necesidad de un procedimiento y un aparato para reducir los efectos del movimiento dentro de un intercambiador de calor de tipo núcleos en carcasa.

### Compendio de la invención

45 La invención comprende un procedimiento para reducir el impacto del movimiento en un intercambiador de calor de tipo núcleos en carcasa, según la reivindicación 1.

### Breve descripción de los dibujos

Una realización de la invención, junto con ventajas adicionales de la misma, se puede comprender mejor haciendo referencia a la siguiente descripción, tomada junto con los dibujos adjuntos, en los cuales:

50 la figura 1 es un esquema de un intercambiador de calor de núcleos en carcasa, según una realización de la invención que involucra un separador horizontal externo. Las realizaciones mostradas en la figura 2 y la figura 3 no quedan dentro del alcance de las reivindicaciones.

### Descripción detallada de la invención

A continuación se hará referencia en detalle realizaciones de la presente invención, de las que se muestran uno o varios ejemplos en los dibujos adjuntos. Cada ejemplo se proporciona a modo de explicación, no como limitación. Será evidente para los expertos en la materia que se pueden realizar diversas modificaciones y variaciones en la presente invención, sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, características mostradas o descritas como parte de una realización pueden ser utilizadas en otra realización para producir otra realización más. De este modo, se prevé que la presente invención abarque dichas modificaciones y variaciones que entran en el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Haciendo referencia a la figura 1, un intercambiador de calor 10 incluye en general una carcasa y una serie de núcleos separados, es decir, un primer núcleo 16, un segundo núcleo 18 y un tercer núcleo 20 en el interior de la carcasa. La pluralidad de núcleos separados en el interior del intercambiador de calor 10 incluye por lo menos un núcleo. Con fines ilustrativos, el intercambiador de calor está dispuesto horizontalmente; sin embargo, el intercambiador de calor se puede disponer de cualquier modo operativo comercialmente, tal como verticalmente, por ejemplo. La pluralidad de núcleos separados en el interior de la carcasa están completamente sumergidos en, es decir inundados con fluido de vaporización, es decir, un líquido refrigerante.

Un diseño de principio del intercambiador de calor de núcleos en carcasa proporciona un intercambio cruzado de una corriente de alimentación de proceso caliente contra el fluido de vaporización más frío. El fluido de vaporización reside en un tanque de presión donde unos núcleos del intercambiador compactos de aluminio soldado están montados y completamente sumergidos en el fluido de vaporización que está en, o cerca de su punto de ebullición. El líquido es atraído a la cara inferior del intercambiador, donde contacta con las superficies más calientes en el interior del núcleo. A continuación, el fluido de vaporización transfiere calor a través de los canales de los núcleos del intercambiador. La mayor parte de la transferencia de calor es a partir del calor latente de vaporización del fluido de vaporización. La corriente de alimentación de proceso caliente es enfriada o condensada cuando pasa a través del lado opuesto de los canales en los núcleos del intercambiador.

El rendimiento térmico e hidráulico en el intercambiador de calor de núcleos en carcasa depende del nivel de líquido en el intercambiador. Una fuerza de accionamiento para la circulación del fluido de vaporización en los núcleos del intercambiador es el efecto de termosifón. El efecto de termosifón es un fenómeno de transferencia pasiva de fluido que resulta de fuerzas térmicas convectivas naturales. Cuando se produce la vaporización del fluido, el fluido de vaporización se calienta y la densidad del fluido de vaporización disminuye. A medida que este fluye naturalmente hacia arriba en los canales, se atrae líquido fresco. Esto tiene como resultado una circulación natural del fluido de vaporización a los canales del núcleo, inducida por el gradiente térmico en el interior del núcleo. No todo el fluido de vaporización en el canal es vaporizado, y habitualmente una mezcla de líquido y vapor es transportada subiendo a través de los canales del núcleo del intercambiador y expulsada a través de la parte superior del núcleo. Sobre el núcleo, es necesario disponer el espacio adecuado para que el vapor y el líquido se desacoplen, de manera que solamente salga vapor de la sección de sobrecarga del lado de la carcasa del núcleo. A continuación, el líquido que se separa en la sección superior del intercambiador se vuelve a hacer circular a la parte inferior del tanque, donde es entonces vaporizado en el núcleo. La fuerza de accionamiento para la separación del líquido y el gas en la sección superior del intercambiador de calor de núcleos en carcasa es la gravedad.

El efecto de circulación de termosifón en el núcleo es mejorado o perjudicado por (las diferencias de nivel de) la presión hidráulica externa entre los niveles efectivos de líquido en el interior del núcleo y el nivel de líquido fuera del núcleo. Cuando el nivel de líquido en la carcasa cae, se reduce la fuerza de accionamiento para la transferencia de líquido al núcleo del intercambiador, y se reduce la transferencia efectiva de calor. Cuando el nivel de líquido cae por debajo del núcleo, la circulación de fluido de vaporización se detiene debido a la pérdida del efecto de termosifón, que tiene como resultado la pérdida de la transferencia de calor. Si el intercambiador de calor se hace funcionar con un nivel de líquido superior al del núcleo, es decir, inundado, la transferencia de calor se perjudica más dado que el vapor producido en el núcleo tiene que superar la carga adicional para escapar del núcleo.

Para superar el impacto de un intercambiador de calor inundado y para garantizar el desacoplamiento de la corriente no vaporizada, una mezcla de vapor y líquido, se utiliza un tanque superior 30, tal como el representado en la figura 1. El tanque superior 30 está localizado sobre el intercambiador de calor 10 e incluye una serie de tuberías conductoras de desacoplamiento de vapor 32 que conectan el tanque superior 30 a la carcasa del intercambiador de calor 10. Las tuberías conductoras 32 consisten en una tubería externa que conecta los dos tanques. En el interior de las tuberías conductoras reside un tubo ascendente de vapor interno de menor diámetro. El tubo ascendente de vapor, no mostrado en la figura 1, está unido a la parte superior de los núcleos 16, 18, 20 y flota en el interior de la tubería conductora 32 para permitir la expansión y contracción térmica de los núcleos del intercambiador 16, 18, 20. El tubo ascendente de vapor termina en el interior del tanque superior 30 sobre el nivel normal de líquido del tanque superior 30. El tubo ascendente de vapor está sujeto a la parte superior de los núcleos 16, 18, 20 por medio de un colector superior en los núcleos 16, 18, 20 para recoger la corriente no vaporizada que sale de los núcleos internos 16, 18 o 20. La corriente no vaporizada es introducida en el tanque superior 30. La corriente no vaporizada es separada a continuación en el tanque superior 30, de tal modo que el líquido fluye bajando por el anillo (entre el exterior del tubo ascendente de vapor y el interior de la tubería conductora) de la tubería conductora 32 a la carcasa del intercambiador de calor 10 a través de la serie de tuberías conductoras 32.

5 Al entrar en la carcasa del intercambiador de calor 10 a través de la serie de tuberías de conexión, las corrientes de alimentación de proceso caliente son suministradas a la serie de núcleos separados a través de tuberías que conectan externamente, para someter de ese modo el intercambiador de calor indirecto al fluido de vaporización. Cada uno de la serie de núcleos separados recibe una corriente de alimentación de proceso caliente separada, permitiendo una transferencia simultánea de calor indirecto entre el fluido de vaporización y las corrientes de alimentación de proceso caliente separadas. El fluido de vaporización y la corriente de alimentación de proceso caliente fluyen en modo a contracorriente en canales de placas y aletas alternas en el interior de cada núcleo.

10 Tal como se ha explicado anteriormente, solamente una parte del fluido de vaporización es vaporizado en el núcleo teniendo como resultado una mezcla de vapor y líquido, es decir, la corriente no vaporizada, existente en la parte superior del núcleo, que tiene que ser desacoplada en el tanque superior 30. Los tubos ascendentes de vapor están diseñados de tal modo que la corriente no vaporizada que sale del núcleo permanece en una corriente de fase mixta, y están encaminados al interior de la tubería interior conectada a través del colector desde la parte superior de la serie de núcleos 16, 18, 20 del intercambiador de calor 10, y terminan en el interior del tanque superior 30 por encima del nivel normal de líquido en el tanque superior 30. El vapor de la corriente no vaporizada se desacopla en el tanque superior 30 y se mezcla con el vapor de la corriente no vaporizada que entra en la cámara superior 30. En esta realización, el tanque superior incluye pantallas supresoras de agitación para minimizar el movimiento superficial del líquido.

20 Para finalizar, se debe observar que la explicación de cualquier referencia no supone admitir que esta constituye técnica anterior a la presente invención, especialmente cualquier referencia que pueda tener una fecha de publicación posterior a la fecha de prioridad de esta solicitud.

25 Aunque se han descrito en detalle los sistemas y procesos descritos en la presente memoria, se debe entender que se pueden realizar diversos cambios, sustituciones y alteraciones sin apartarse del alcance de la invención, tal como se define mediante las siguientes reivindicaciones. Los expertos en la materia pueden ser capaces de estudiar las realizaciones preferidas e identificar otros modos de practicar la invención que no son exactamente los descritos en la presente memoria. La descripción, el resumen y los dibujos no deben ser utilizados para limitar el alcance de la invención. Se prevé que la invención tenga específicamente la amplitud de las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento para reducir el impacto del movimiento en un intercambiador de calor de tipo núcleos en carcasa (10), que comprende:

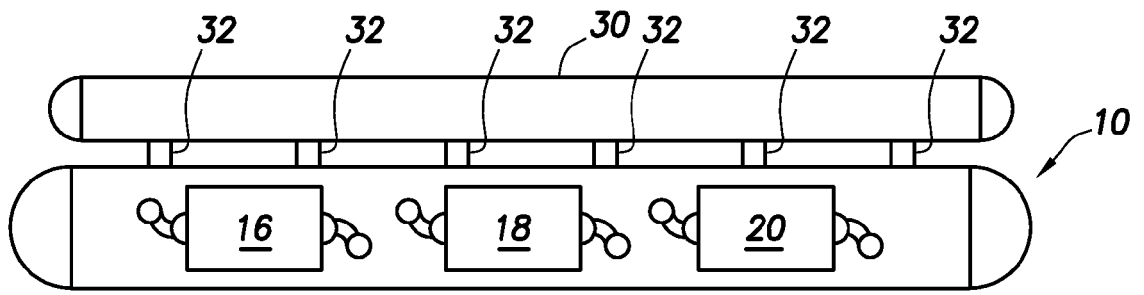
5 a. inundar el intercambiador de calor (10) con un fluido de vaporización refrigerante, donde el intercambiador de calor (10) incluye un volumen interno definido en el interior de una carcasa y una serie de núcleos separados (16, 18, 20) dispuestos dentro del volumen interno de la carcasa;

10 b. suministrar una corriente de alimentación de proceso caliente a un núcleo (16, 18, 20) dentro del volumen interno de la carcasa, donde la corriente de alimentación de proceso caliente experimenta un intercambio de calor indirecto con el fluido de vaporización, produciendo de ese modo una corriente de líquido caliente y una corriente no vaporizada, donde la corriente no vaporizada incluye una mezcla de vapor y líquido; caracterizado por

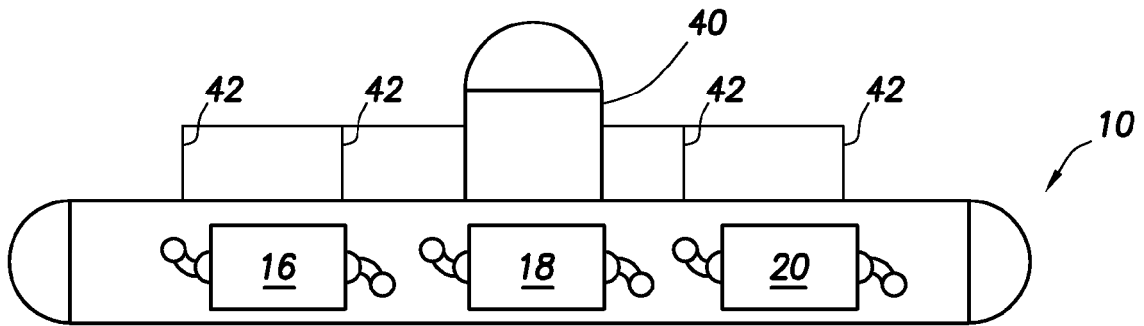
15 c. disponer un tanque superior (30), donde el tanque superior (30) está situado sobre el intercambiador de calor (10), donde el tanque superior (30) está conectado al intercambiador de calor (10) por medio de una serie de tuberías conductoras (32), donde las tuberías conductoras (32) incluyen tuberías externas para conectar el tanque superior (30) y la carcasa, donde las tuberías conductoras (32) incluyen además un tubo ascendente de vapor de diámetro interno, donde el tubo ascendente de vapor interno está unido a la parte superior de la serie de núcleos (16, 18, 20) y flota en el interior de la tubería conductora (32) para permitir la expansión y contracción térmica de la serie de núcleos (16, 18, 20);

20 d. suministrar la corriente no vaporizada al tanque superior (30) por medio de los tubos ascendentes de vapor internos en las tuberías conductoras (32) para someterla a desacoplamiento, terminando los tubos ascendentes de vapor por encima de un nivel normal de líquido en el interior del tanque superior (30).

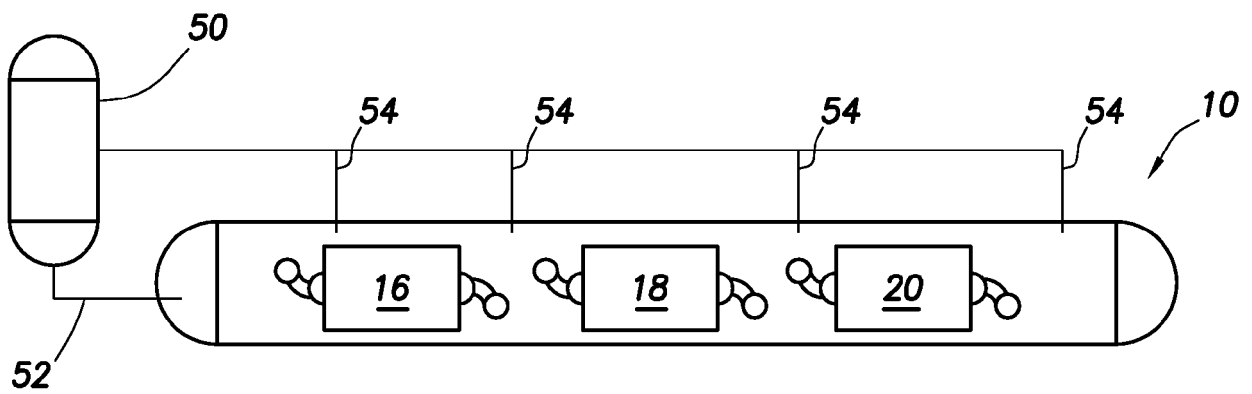
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el tanque superior (30) incluye pantallas supresoras de agitación.



**FIG. 1**



**FIG. 2**



**FIG. 3**