

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 735 198**

51 Int. Cl.:

B08B 9/093 (2006.01)

F23G 5/46 (2006.01)

B01D 21/06 (2006.01)

F23G 7/06 (2006.01)

B08B 9/08 (2006.01)

B08B 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2016 E 16706323 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 3256269**

54 Título: **Método para limpiar un depósito de grandes dimensiones para un líquido inflamable y dispositivo para ello**

30 Prioridad:

13.02.2015 DE 102015102118

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

17.12.2019

73 Titular/es:

**SUSEWIND, WOLFGANG (100.0%)
Meiswinkel 2B
51515 Kürten, DE**

72 Inventor/es:

SUSEWIND, WOLFGANG

74 Agente/Representante:

RIZZO , Sergio

ES 2 735 198 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para limpiar un depósito de grandes dimensiones para un líquido inflamable y dispositivo para ello

[0001] La invención se refiere a un método para limpiar un depósito de grandes dimensiones para un líquido inflamable, en concreto, petróleo, y a un dispositivo para llevar a cabo este método.

5 **[0002]** Los depósitos de grandes dimensiones, que se entiende que son depósitos de petróleo crudo en particular, necesitan limpiarse de manera regular. Con el tiempo, los precipitados del petróleo crudo se depositan en el fondo de los depósitos como una capa de lodo. La capa de lodo consiste esencialmente en los llamados hidrocarburos pesados con un punto de ebullición alto, como parafinas y asfaltenos, en los que siguen unidos bastantes constituyentes del petróleo crudo, sedimentos inorgánicos, como arena y herrumbre, y agua unida al lodo. Dependiendo del uso previsto, la gestión del depósito y la posición de este, estas cantidades pueden variar mucho. En algunos ejemplos, estos lodos pueden ser de varios metros de alto. Aquí, debe señalarse que estos lodos no se sitúan en el depósito de manera homogénea, a un único nivel de altura, sino como si fuesen una "cadena de montañas".

10 **[0003]** De hecho, es deseable una cantidad determinada de sedimentación en los depósitos a fin de minimizar la contaminación del petróleo causada por la producción (arena) y por el transporte (herrumbre de otros depósitos, dispositivos y tuberías); por ello, se protegen las plantas de procesamiento de las instalaciones de producción.

15 **[0004]** No obstante, a fin de hacer que estos depósitos sean accesibles para fines de inspección o reparación y para liberarlos de la atmósfera Ex, este lodo, que ya no fluye hacia fuera del depósito de manera automática, es necesario retirarlo. Se le hace referencia como materia residual de sumidero.

20 **[0005]** Sin embargo, a causa de los hidrocarburos, en concreto los que tienen contenidos en bencina, contenidos en la materia residual de sumidero, existe un riesgo de explosión absoluta en el instante en que se añade aire ambiente. En el pasado, se solía hacer frente a este riesgo de explosión con grandes fases de ventilación en las que los gases de hidrocarburos se descargaban en la atmósfera por medio de una ventilación forzada hasta que el depósito interior permitía un acceso seguro. Entonces, esta materia residual de sumidero era movilizaba por el personal del depósito, utilizando agua caliente o herramientas manuales mecánicas, y se eliminaba por medio de bombas o camiones cisterna de vacío de lodo, y se desechaba.

25 **[0006]** No obstante, hoy en día este método ya no se permite ni/o es deseable en muchos lugares. Las razones para esto pueden encontrarse principalmente en la seguridad, salud y áreas medioambientales así como con miras a aspectos ecológicos, que son cada vez más importantes en la sociedad y en las leyes.

[0007] Por tanto, los procesos de lavado se utilizan hoy en día por las siguientes razones:

- 30
- Recuperación de petróleo que puede ser procesado y utilizado de los depósitos de lodo, es decir, de la materia residual de sumidero.
 - Reducción de la cantidad de desechos,
 - Reducción de la exposición de los empleados,
 - Reducción de las emisiones a la atmósfera, y
- 35
- Reducción del riesgo de explosión.

40 **[0008]** Se conoce un método para limpiar un depósito de petróleo de grandes dimensiones por el documento de patente EP 1 498 190 A1. En el proceso, los gases del depósito situado sobre la materia residual de sumidero en el compartimento de gas del depósito se extraen y se queman. El calor obtenido en consecuencia se utiliza para calentar continuamente una parte de la materia residual de sumidero retirada mediante un conducto de succión-extracción y para introducir al menos un flujo parcial del mismo de nuevo en la materia residual de sumidero. Tras ser enfriados, los gases de escape del proceso de combustión se introducen como un gas inerte en el compartimento de gas.

45 **[0009]** Se conoce un método y un dispositivo para limpiar el interior de un depósito por el documento de patente DE 10 2006 020 427 B4. También en este caso, se extrae una mezcla de gas situada sobre la materia residual de sumidero en el compartimento de gas, posteriormente se comprime y se quema al menos parcialmente, con el gas de escape siendo introducido en el compartimento de gas como un gas inerte.

50 **[0010]** Un método para limpiar un contenedor y para la recuperación y tratamiento del líquido residual en el contenedor se conoce por el documento de patente DE 693 02 550 P2. En el proceso, una parte de la materia residual de sumidero se elimina y se transporta hacia un contenedor de succión. Este último presenta una pared divisoria; los contenidos sólidos se retienen de este modo. El contenido líquido se rocía a alta presión sobre la materia residual de sumidero a través de boquillas dispuestas en el techo del depósito.

[0011] Los depósitos de grandes dimensiones del tipo expuesto en el presente documento preferiblemente presenten un volumen de al menos 1000 m³. Preferiblemente, están destinados al petróleo crudo. Tienen un techo fijo y/o un techo flotante.

- 5 **[0012]** La presente invención se ha dado a sí misma la tarea de llevar a cabo el proceso de limpieza del depósito con una emisión reducida de contaminantes, en concreto de CO₂; es proceder de una manera más rentable; en concreto se debe utilizar tan poco nitrógeno como sea posible para la inertización; finalmente, el método debe llevarse a cabo más rápidamente y por tanto, de una manera de menor consumo. La materia residual de sumidero debe removerse en la mayor medida posible y licuarse rápidamente; la energía presente debe utilizarse lo mejor posible y, en concreto, para calentar la materia residual de sumidero.
- 10 **[0013]** En función de lo anterior, es el objetivo de la invención mejorar y desarrollar un método para limpiar un depósito de grandes dimensiones para un combustible líquido, en concreto petróleo crudo, de tal manera que las emisiones contaminantes se reduzcan, de que el método se lleve a cabo de una manera más rentable utilizando la menor cantidad de gas inerte de nitrógeno separado, y que el método se lleve a cabo de manera más rápida y rentable. Este objetivo se consigue por medio del proceso de acuerdo con las características de la reivindicación 1.
- 15 **[0014]** Asimismo, es un objetivo de la invención proponer un dispositivo que haga posible producir menos emisiones, en concreto de CO₂, al limpiar el depósito, que permita un funcionamiento más rentable, que, en concreto, mantenga bajo el uso de nitrógeno y que permita un calentamiento rápido y por tanto un proceso de limpieza de menor consumo. Este objetivo se consigue con el dispositivo de acuerdo con la reivindicación 10.
- 20 **[0015]** Si es posible, se emplean circuitos cerrados en el método. El gas extraído del compartimento de gas del depósito de grandes dimensiones no solo contiene hidrocarburos gaseosos, sino también una parte considerable de aerosoles, es decir, hidrocarburos flotando en el compartimento de gas. El gas y los aerosoles juntos presentan un alto valor calorífico; al quemarse, generan una gran cantidad de calor en la unidad de cámara de combustión. Este calor se transfiere en el flujo de la materia residual de sumidero eliminada mediante el conducto de succión-extracción. Este flujo consiste en petróleo crudo líquido y fluido de la materia residual de sumidero. En el serpentín de calentamiento de la unidad de cámara de combustión, este flujo de la materia residual de sumidero se calienta directa o indirectamente, luego, se vuelve a introducir en el depósito de grandes dimensiones a alta presión mediante unas boquillas, con la presión siendo seleccionada para que sea tan alta que la materia residual de sumidero que queda en el depósito de grandes dimensiones se mueva considerablemente y se caliente al mismo tiempo. Debido a la inyección forzada de una cantidad calentada de materia residual de sumidero, la materia residual de sumidero remueve hasta tal punto que se forman aerosoles de manera constante, que a su vez se elevan hacia el compartimento de gas y se extraen ahí.
- 25 **[0016]** Si aún no hay una cantidad suficiente de petróleo líquido disponible en el estado inicial del proceso de limpieza, el petróleo, por ejemplo, el petróleo crudo, también puede eliminarse de un segundo depósito y utilizarse como un líquido de lavado. Este petróleo puede utilizarse para limpiar junto con un flujo de la materia residual de sumidero, o también sin este flujo.
- 30 **[0017]** La inyección de una cantidad calentada de materia residual de sumidero se lleva a cabo hasta que el petróleo crudo líquido y fluidos se hayan convertido en saturados con parafinas disueltas. En el proceso, los sedimentos inorgánicos se lavan de las parafinas y se hunden hasta el fondo del depósito de grandes dimensiones que ha de ser limpiado. Los sedimentos presentan una densidad alta; esta es la razón por la que se hunden hasta el fondo del depósito y se quedan ahí. Solo se desplazan como arena en un vaso de agua, pero ya no se pueden mezclar con la mezcla de petróleo-parafina calentada, enriquecida y por tanto fina. En concreto, la extracción mediante el conducto de succión-extracción sucede de tal manera que la extracción no se lleva a cabo directamente en la parte inferior del depósito, sino que sustancialmente, se recogen los petróleos crudos líquidos y fluidos.
- 35 **[0018]** El gas de escape se produce en la unidad de cámara de combustión; este último se produce en el compartimento de gas del depósito de grandes dimensiones y ahí sustituye al flujo de gas extraído. Posiblemente pueda enfriarse antes de introducirlo, y preferiblemente se desulfura antes de introducirlo.
- 40 **[0019]** Una presión negativa ligeramente por debajo de la presión atmosférica se mantiene en el depósito de grandes dimensiones en todo momento. Por consiguiente, se evita que los gases y otras sustancias fluyan hacia fuera del depósito de grandes dimensiones.
- 45 **[0020]** El método se lleva a cabo durante un periodo de tiempo más largo de dos a cinco días. Una cantidad de petróleo crudo fluido y líquido se transporta en todo momento en un circuito; la materia residual de sumidero se calienta cada vez más en el proceso; se licua progresivamente. Después de un proceso de duración determinada, el petróleo crudo fluido y líquido saturado con parafina y asfalto se bombea después hacia otro depósito de petróleo crudo o hacia dentro de un depósito intermedio. Son residuos utilizables. Estos petróleos se mezclan con una gran cantidad de petróleo no saturado en el otro depósito de petróleo crudo o en el depósito intermedio. Se produce una mezcla con solo un pequeño contenido de parafina (en general una mezcla de 1:20 a 1:50).
- 50 **[0021]** En consecuencia, los hidrocarburos contenidos en la materia residual de sumidero se eliminan gradualmente del depósito; en parte se queman, concretamente en forma de aerosoles; el resto se introduce en el depósito intermedio. Solo los constituyentes inorgánicos, en concreto arena, herrumbre, etc., se quedan en el depósito de grandes dimensiones.
- 55

[0022] No puede evitarse que se contenga un contenido de hidrocarburos, incluso después de un proceso más largo, en la materia residual de sumidero que queda posteriormente. El proceso se lleva a cabo hasta que este contenido, visto desde una perspectiva económica, sea lo suficientemente pequeño.

5 **[0023]** En un siguiente paso, se introducen cantidades más pequeñas de petróleo crudo fresco bajo en parafinas en el depósito de grandes dimensiones y se calientan en el circuito, se mezclan y se bombean hacia dentro de otro depósito tras la saturación, tal como se ha descrito anteriormente. Este paso se repite hasta que ya no pueda encontrarse más solución de parafinas en el petróleo crudo, y las mediciones de nivel continuas ya no muestren un nivel de lodo apreciable en el depósito.

10 **[0024]** En un paso siguiente, una cantidad de gasóleo ligero (calidad HEL, al que también se le hace referencia como limpiador de inyección diésel) o un producto de hidrocarburos equivalente se introduce en el depósito de grandes dimensiones, y, tal como se ha descrito anteriormente, se calienta en el circuito y se mezcla con la cantidad residual de sedimento y lodo de petróleo contenido en el depósito a fin de permitir que los sedimentos se laven y los hidrocarburos (HC) utilizables se disuelvan. Al mismo tiempo, el HEL también absorbe hidrocarburos volátiles de la atmósfera gaseosa y de los aerosoles formados deliberadamente en el proceso de limpieza anterior, en
15 también se bombea en otro depósito de petróleo crudo y puede suministrarse en la producción.

20 **[0025]** El aclarado o descontaminación tiene lugar en el último paso. Utilizando una solución acuosa a la que pueden añadirse agentes auxiliares, el interior del depósito se limpia y los hidrocarburos solubles residuales se aclaran. Este paso también ocurre mientras se calienta el medio de limpieza. El medio de limpieza en este paso puede liberarse de la fase oleosa repetidamente por medio de un separador estático a fin de volverse a introducir después en un medio de limpieza. La fase acuosa obtenida se introduce generalmente en el sistema de decantación de la refinería, al igual que la solución acuosa tras terminar la limpieza.

25 **[0026]** A fin de excluir el riesgo de explosión en todas las etapas de limpieza, la fase gaseosa, que está muy enriquecida con hidrocarburos, se dejó inactiva en el pasado mediante la inertización con nitrógeno, de acuerdo con la técnica anterior. No obstante, esto presenta una desventaja decisiva que hasta el momento no se había examinado en detalle:

30 La fase gaseosa en el depósito podía considerarse gas natural y, al igual que el lodo, verse también como una materia prima. Hasta el momento, esta fase solo se consideró como un riesgo medioambiental o de explosión. No obstante, el riesgo se eliminó mediante una inertización con nitrógeno que, a fin de evitar que entrara oxígeno de manera no deseada en el depósito, se llevó a cabo mediante una ligera sobrepresión de la fase de N₂ en relación con la atmósfera, y que dio como resultado olores y emisiones de hidrocarburos difusos. Debido a que se encontró este problema y al aumento de la conciencia ecológica, también por parte del poder legislativo y los residentes, se utilizaron progresivamente sistemas de quemador en fases posteriores o unidades de cámara de combustión, que quemaron estos gases de hidrocarburos a temperaturas de alrededor de 1200 °C.

35 **[0027]** En este caso, un problema adicional fue el hecho de que la mezcla de hidrocarburos normalmente no es lo suficientemente rica para quemarse por sí misma, de manera que se compran y se utilizan grandes cantidades de energía en forma de gas propano, que aseguran un uso fiable de los sistemas de postcombustión.

40 **[0028]** Los constituyentes inorgánicos de la materia residual de sumidero se transportan después directamente hacia fuera del depósito, en concreto por el personal que va adentro del depósito y/o por los dispositivos mecánicos correspondientes.

45 **[0029]** El proceso se controla de tal manera que se introduce rápidamente una cantidad de calor tan grande como sea posible en la materia residual de sumidero y en el depósito de grandes dimensiones como un conjunto. La materia residual de sumidero, y por tanto también el depósito de grandes dimensiones, se calientan; en el proceso, el depósito de grandes dimensiones pierde calor continuamente hacia fuera. Cuanto menos se tarde en llevar a cabo el proceso, menor es la pérdida de calor. La materia residual de sumidero también es calentada por el gas de escape templado; en concreto, es calentado por los constituyentes líquidos calentados de la materia residual de sumidero.

50 **[0030]** El método hace posible que la materia residual de sumidero esté disponible como una fuente de hidrocarburos durante el mayor tiempo posible, debido a una limpieza deliberada, hasta que virtualmente todos los depósitos hayan sido disueltos y los hidrocarburos hayan empezado a aclararse del proceso de limpieza de inyección diésel, con el contenido de gases combustibles disminuyendo después lentamente.

[0031] Asimismo, el calor residual producido puede utilizarse, por ejemplo, para un calentamiento previo o una producción de vapor a fin de suministrar la energía térmica requerida al serpentín de calentamiento o al petróleo situado en el circuito.

55 **[0032]** A fin de evitar que los constituyentes inorgánicos o la materia residual de sumidero se mantengan en circulación y, en concreto, que no pasen a través de las boquillas y posiblemente desgasten las boquillas en el proceso, preferiblemente se utiliza un dispositivo separador que separe los constituyentes líquidos de los granulares. Solo se calienta el líquido y se devuelve al depósito mediante las boquillas. Los constituyentes inorgánicos en forma de arena, herrumbre y otros granos se retienen. Estos constituyentes se sitúan después fuera del depósito de grandes

dimensiones y no tienen que transportarse fuera de este. Preferiblemente, se lleva a cabo una separación gruesa en la que solo se retienen los constituyentes granulares que son lo suficientemente grandes para ser capaces de dañar las bombas.

5 **[0033]** En este caso la arena no se retiene. Preferiblemente, menos del 5 % en volumen de arena está contenido en el petróleo crudo.

10 **[0034]** Asimismo, al menos una parte de los gases de escape de CO₂ producidos sustituye al nitrógeno utilizado hasta ahora. Se introducen en el depósito, posiblemente tras enfriarse y tratarse, en concreto después de retirar el H₂S. En el funcionamiento normal no se requiere nitrógeno; el gas de escape de la unidad de cámara de combustión es suficiente para la inertización de los compartimentos de gas en el depósito de grandes dimensiones. Un contenido de nitrógeno determinado posiblemente se pueda requerir durante la puesta en marcha, ya que en ese momento, puede no estar disponible aún una cantidad suficiente de gas de escape para la inertización. Un gas de apoyo, por ejemplo, propano, también puede utilizarse durante la puesta en marcha. Posiblemente, en general puede no haber suficiente gas (incluido aerosol) presente durante la puesta en marcha; aún no es posible generar una cantidad suficiente de calor al quemarlo. En este caso, puede utilizarse propano como una ayuda. Hacia el final del proceso de limpieza, cuando se estén formando y se aclaren menos gases y aerosoles, la energía térmica obtenida mediante la combustión también puede no ser suficiente para calentar de manera eficaz la parte de líquido que está en circulación y a la que también se le hace referencia como agente de limpieza. En ese caso, también es ventajoso añadir energía adicional por medio de un gas de apoyo como el propano.

20 **[0035]** El gran movimiento mecánico de la materia residual de sumidero, la introducción de grandes cantidades de calor por medio del líquido de limpieza inyectado, y en menor medida también por medio de gas de escape, y la rápida circulación del medio de limpieza a través del sistema permiten que la materia residual de sumidero se caliente lo suficiente en un periodo de tiempo menor que en procesos anteriores, de manera que los residuos utilizables puedan bombearse y almacenarse temporalmente en el depósito intermedio por separado.

25 **[0036]** Las características citadas individualmente en las reivindicaciones, incluso las características secundarias, pueden combinarse entre sí de cualquier manera tecnológicamente significativa e ilustrar otros modos de realización de la invención. La descripción, en concreto en relación con las figuras, caracteriza y especifica la invención de manera adicional.

30 **[0037]** El método de acuerdo con la invención y el dispositivo de acuerdo con la invención se explican y describen en más detalle a continuación con referencia a un modo de realización de ejemplo que no debe entenderse como que es limitativo. Esto se hace con referencia a una sola Figura. En una representación esquemática, esta última representa un depósito de grandes dimensiones que ha de ser limpiado, con dispositivos asociados requeridos para la limpieza.

35 **[0038]** Un depósito de grandes dimensiones 20 que ha de ser limpiado está configurado en este caso como un depósito con un techo flotante 22. El tejado flotante 22 descansa sobre unos soportes, llamados soportes de techo flotante, que no se muestran en este documento con más detalle. Algunos de ellos se han retirado; los huecos que quedaron libres de este modo se han utilizado para montar las boquillas de inyección 24. El tejado flotante 22 se sitúa en su segunda posición más baja, la llamada posición de reparación, que está generalmente entre 1,8 y 2,2 m.

40 **[0039]** En el depósito de grandes dimensiones 20, el petróleo crudo que normalmente se almacena en éste se ha eliminado lo máximo posible. Esto se hace mediante un punto de succión-extracción 26 en la pared lateral y en la zona más baja del depósito de grandes dimensiones 20. La materia residual de sumidero 30 se queda en un fondo 28 del depósito de grandes dimensiones 20. Consiste en gran medida en hidrocarburos, más frecuentemente en más del 95 % en volumen; el resto es arena y herrumbre. Otras partes están por debajo del 0,1 % en volumen.

45 **[0040]** Posiblemente tras una fase de puesta en marcha, que se expondrá a continuación, el siguiente método se lleva a cabo de manera continuada durante varias horas, por ejemplo, durante 2 o 3 días:

Se bombea gas del depósito de grandes dimensiones 20 mediante un conducto de gas 32 que conduce a un compartimento de gas 34 del depósito de grandes dimensiones 20. La extracción sucede en una parte de succión-extracción 36 situada en el compartimento de gas 34. Un filtro de llamas 38 se inserta primero en el conducto de gas 32 conectado en el mismo, y luego un caudalímetro, Gas G1 40. Asimismo, un ventilador 42 responsable de la succión está situado en el conducto de gas 32. Finalmente, el conducto de gas 32 conduce a un intercambiador térmico de gas 44. En él se calienta el gas. En el proceso, el aerosol contenido en el gas también se calienta, y más del 50 % de este pasa a la fase gaseosa. Después, el gas precalentado se introduce en un quemador 46 de una unidad de cámara de combustión 48 y se quema en esta. Se especifica una temperatura de combustión de aproximadamente 1200 °C. Esta última se detecta mediante un primer sensor de temperatura TIC 50. Un serpentín de calentamiento 52 está dispuesto en la unidad de cámara de combustión 48. Se sitúa en un circuito 54 para un medio de calor, por ejemplo, aceite térmico o vapor/agua, en el que se inserta un intercambiador de calor 56. Un medio de calor caliente, en concreto aceite térmico o vapor caliente, se genera en el serpentín de calentamiento 52, que se introduce en el intercambiador de calor 56. El medio de calor enfriado luego se introduce en el serpentín de calentamiento 52. La temperatura en el flujo de retorno de este circuito 54 se detecta mediante un segundo sensor de temperatura 58.

60

- 5 **[0041]** Es ventajoso de manera adicional disponer un dispositivo de transferencia de calor 59 en el circuito 54, a través del cual fluye agua o un medio correspondiente (ver flecha) en el lado secundario. Permite disipar el calor del medio de calor caliente, lo que permite controlar mejor la temperatura en el circuito 54 y también un apagado de emergencia, por ejemplo. El intercambiador de calor 56 y el dispositivo de transferencia de calor 59 pueden rodearse; un primer conducto de derivación 57 y un segundo conducto de derivación 61 se proporcionan para este fin. Las válvulas (no se muestran) asociadas con una derivación se proporcionan en el conducto del circuito 54 y en los conductos de derivación 57 y 61. Una bomba de circulación está dispuesta en el circuito 54.
- 10 **[0042]** El gas de escape producido por la combustión del gas en la unidad de cámara de combustión 48 se introduce mediante un primer conducto de gas de escape 60 al intercambiador térmico de gas 44; ahí, se calienta previamente el gas que se introduce en el quemador 46 mediante el conducto de gas 32. Este gas de escape, que ahora se ha enfriado, se introduce mediante un segundo conducto de gas de escape 62, posiblemente en una unidad de almacenamiento de CO₂ conectada a este, y sigue fluyendo hacia una sección de mezclado 64. Ahí, puede mezclarse con nitrógeno. El nitrógeno se genera mediante un generador 66 o puede evaporarse en forma líquida. El gas de escape que posiblemente pueda entremezclarse con el nitrógeno ahora fluye por un caudalímetro de gas de escape 68, también señalado con G2. Por lo tanto, se introduce en un compresor 70 y se inyecta en el compartimento de gas 34.
- 15 **[0043]** Una etapa de desulfuración 71, que, en concreto, comprende un filtro de carbón activado, puede insertarse en el conducto 62. Alternativamente, la etapa de desulfuración 71 también puede disponerse entre el compresor 70 y en frente del sitio de la inyección en el compartimento de gas 34.
- 20 **[0044]** Los dos caudalímetros 40, 68 están conectados entre sí mediante un conducto de conexión 72 representado con una línea discontinua. Esta última representa un control o un ajuste. El propósito de esto último es que un flujo volumétrico más pequeño de gas de escape se introduzca en el compartimento de gas 34 que se elimina de este. Dicho de otro modo, una presión negativa siempre se queda en el compartimento de gas 34. Un sensor de presión correspondiente se proporciona en el compartimento de gas 34 (no se muestra). La presión negativa es ligeramente menor que la presión exterior, por ejemplo, de 0,1 a 0,001 bares.
- 25 **[0045]** Se entremezcla tan poco nitrógeno como sea posible. Se intenta una utilización en funcionamiento tan completa como sea posible del gas de escape, es decir, en concreto CO₂ como un gas inerte. Se añade tanto gas de escape almacenado mediante la unidad de almacenamiento de CO₂ como sea necesario para mantener una presión negativa.
- 30 **[0046]** En el punto de succión-extracción 26 u otro punto de suministro adecuado, un flujo másico de materia residual de sumidero se elimina del depósito de grandes dimensiones 20 y se introduce primero en un filtro grueso 74 mediante un conducto 73. Ahí se separan los constituyentes gruesos que puedan poner en peligro una bomba 76 situada posteriormente. Los granos de arena, por ejemplo, no se separan. Preferiblemente, solo se retienen las partes que tienen una dimensión de más de 5 mm, preferiblemente de más de 10 mm. Tras pasar a través de la bomba 76, el flujo másico se introduce en el intercambiador de calor 56 y se calienta ahí. Se aumenta la presión del flujo másico, por ejemplo, a más de 15 bares, en concreto más de 20 bares, preferiblemente más de 30 bares, mediante una válvula y una bomba de refuerzo 78. Desde ahí, el flujo másico se introduce en un colector 80. Un tercer sensor de temperatura 82, que detecta la temperatura del flujo másico, se inserta en el conducto 73. La temperatura está por debajo de los 50 °C; por ejemplo, está en el intervalo de 30 a 45 °C.
- 35 **[0047]** Varias boquillas de inyección 24 están conectados al colector 80. Cada boquilla de inyección 24 está asociada con su propia válvula de control individual. Como resultado, la boquilla de inyección 24 individual puede utilizarse de manera específica. Normalmente, están en funcionamiento un máximo de dos boquillas de inyección 24. Las boquillas de inyección 24 mostradas, de las que hay un total de nueve, se utilizan una detrás de otra. Los llamados "Manway Cannons" se utilizan como boquillas de inyección 24. Se conocen en la técnica anterior. Están equipados con un faro y una cámara.
- 40 **[0048]** Inicialmente, las boquillas de inyección 24 se utilizan primero en el proceso de limpieza de depósitos que están situados cerca del punto de succión-extracción 26. Una depresión o un valle por los que los constituyentes líquidos de la materia residual de sumidero puedan fluir se forman en la zona de alrededor del punto de succión-extracción 26. Ahí, se recogen por el punto de succión-extracción 26. Las boquillas de inyección 24 se mueven preferiblemente mientras inyectan. En concreto, se guían en trayectorias circulares. Las boquillas de inyección 24 se mueven de tal manera que el valle o la depresión de la zona del punto de succión-extracción 26 siempre se hace más grande. Por tanto, preferiblemente aquellas partes de la materia residual de sumidero 30 que delimitan el valle se someten a la inyección por parte de los inyectoros 24.
- 45 **[0049]** Los hidrocarburos líquidos pueden eliminarse mediante un conducto de eliminación 84 en el que se inserta una válvula, y se introducen en un depósito intermedio 86, por ejemplo.
- 50 **[0050]** En general, en una fase de puesta en marcha, no hay suficiente gas rico, en concreto poco aerosol. Si es necesario, un combustible gaseoso externo, por ejemplo, propano, se introduce en la unidad de cámara de combustión 48 hasta que el flujo volumétrico de los gases extraídos de conformidad con el paso a) sea suficiente para que la unidad de cámara de combustión 48 pueda ser puesta en funcionamiento con este.
- 55

[0051] Además, al final del proceso de limpieza, un combustible gaseoso externo, por ejemplo, propano, se introduce en la unidad de cámara de combustión 48 si el gas extraído de conformidad con el paso a) no es suficiente para producir un flujo suficiente de una mezcla de combustibles gaseosos.

5 **[0052]** En el método para limpiar un depósito de grandes dimensiones, un flujo volumétrico se extrae del compartimento de gas 34 del depósito de grandes dimensiones 20 y se quema en una unidad de cámara de combustión 48. Al menos una parte del gas de escape producido en este proceso se vuelve a introducir mediante un conducto de gas de escape 60, 62 en el compartimento de gas 34, en el que se mantiene una presión negativa. Un flujo másico de materia residual de sumidero 30 se elimina mediante un conducto de succión-extracción 73 del depósito de grandes dimensiones 20 y se introduce en un intercambiador de calor 56, que se conecta a un serpentín de calentamiento 52 de la unidad de cámara de combustión 48 mediante un circuito 54. El flujo másico calentado de materia residual de sumidero 30 se introduce en el depósito de grandes dimensiones 20 a través de los inyectores 24, que terminan en el compartimento de gas 34 y se dirigen hacia la materia residual de sumidero 30, bajo una gran presión de al menos 20 bares sobre una parte de la cantidad de materia residual de sumidero 30 situada en el depósito de grandes dimensiones 20. La cantidad de materia residual de sumidero 30 situada en el depósito de grandes dimensiones 20 se mueve gradualmente, se calienta y se remueve, en donde se forman aerosoles, que son un constituyente del gas en el compartimento de gas 34 y se extraen como un flujo volumétrico mediante el conducto de gas 32.

20	Depósito de grandes dimensiones
22	Techo flotante
24	Boquillas de inyección
26	Punto de succión-extracción
28	Fondo
30	Materia residual del sumidero
32	Conducto de gas
34	Compartimento de gas
36	Parte de succión-extracción
38	Filtro de llamas
40	Caudalímetro; Gas G1
42	Ventilador
44	Intercambiador térmico de gas
46	Quemador
48	Unidad de cámara de combustión
50	Primer sensor de temperatura
52	Serpentín de calentamiento
54	Circuito
56	Intercambiador de calor
57	Primer conducto de derivación
58	Segundo sensor de temperatura
59	Dispositivo de transferencia de calor
60	Primer conducto de gas de escape
61	Segundo conducto de derivación
62	Segundo conducto de gas de escape
64	Sección de mezclado
66	Generador
68	Caudalímetro, gas de escape G2

ES 2 735 198 T3

70	Compresor
71	Etapa de desulfuración
72	Conducto de conexión
73	Conducto de gas de escape
74	Filtro grueso
76	Bomba
78	Bomba de refuerzo
80	Colector
82	Tercer sensor de temperatura
84	Conducto de eliminación
86	Depósito intermedio

REIVINDICACIONES

1. Método para limpiar un depósito de grandes dimensiones para un líquido inflamable, en concreto petróleo crudo, donde el líquido inflamable primero se drena del depósito de grandes dimensiones (20) en la medida de lo posible y la materia residual de sumidero (30) se queda en el depósito de grandes dimensiones (20), y después —tras una posible fase de puesta en marcha y antes de una posible fase de finalización— se llevan a cabo los siguientes pasos de manera simultánea:
 - a) extraer un flujo volumétrico de gas de un compartimento de gas (34) del depósito de grandes dimensiones (20) sobre la materia residual de sumidero (30) mediante un conducto de gas (32) y del depósito de grandes dimensiones (20),
 - b) quemar el gas eliminado mediante el conducto de gas (32) en una unidad de cámara de combustión (48) presentando un serpentín de calentamiento (52), y generando un medio de calor caliente, en concreto aceite térmico o vapor y gas de escape,
 - c) devolver al menos parte del gas de escape al compartimento de gas (34) mediante un conducto de gas de escape (60, 62),
 - d) extraer, mediante un conducto de extracción de succión (73) que conduce hacia dentro de la materia residual de sumidero (30), un flujo másico de materia residual de sumidero (30) del depósito de grandes dimensiones (20) e introducir este flujo másico en un intercambiador de calor (56),
 - e) conducir el medio de medio de calor caliente a través del intercambiador de calor (56) y calentar el flujo másico de materia residual de sumidero (30) transportado a través del intercambiador de calor (56) en el intercambiador de calor (56).
 - f) introducir el flujo másico calentado de materia residual de sumidero (30) en el depósito de grandes dimensiones (20) a través de boquillas de inyección (24), que terminan en el compartimento de gas (34) y están dirigidas hacia la materia residual de sumidero (30), bajo una gran presión de al menos 20 bares sobre una parte de la cantidad de materia residual de sumidero (30) situada en el depósito de grandes dimensiones (20), donde la cantidad de materia residual de sumidero (30) situada en el depósito de grandes dimensiones (20) se mueve gradualmente, se calienta y se remueve, donde los aerosoles se forman de manera que sean un constituyente del gas en el compartimento de gas (34) y se extraen como un flujo volumétrico mediante el conducto de gas (32).
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** se mantiene una presión negativa cuyo valor es preferiblemente de menos 0,001 a 0,1 bares en el compartimento de gas (34).
3. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el flujo volumétrico de la parte del gas de escape devuelto al compartimento de gas (34) mediante el conducto de gas de escape (60) es mínimamente más pequeño que el flujo volumétrico del gas extraído del compartimento de gas (34) mediante el conducto de gas (32).
4. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se detecta la concentración de oxígeno en el compartimento de gas (34) y se mantiene un contenido de < 6 % en volumen de oxígeno en el compartimento de gas (34).
5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en el paso f), los hidrocarburos situados en la materia residual de sumidero (30) se disuelven, se aclaran y/o se absorben, y los constituyentes inorgánicos no solubles se quedan como sedimentos en el fondo del depósito (28) y se quedan ahí como una materia residual de sumidero (30) final.
6. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en el paso b), solo un flujo parcial del flujo volumétrico eliminado mediante el conducto de gas (32) se introduce en el intercambiador de calor (56) y el resto del flujo parcial se almacena en un depósito de almacenamiento.
7. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** se proporciona un generador de energía, que el generador de energía produce gases de escape, y que los gases de escape del generador de energía se introducen en el compartimento de energía (34) mediante el conducto de gas de escape (60) junto con los gases de escape.
8. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**, en una fase de puesta en marcha, un combustible gaseoso externo, por ejemplo, propano, se introduce en la unidad de cámara de combustión (48) hasta que el flujo volumétrico de los gases extraídos de conformidad con el paso a) sea suficiente para que la unidad de cámara de combustión (48) pueda ser puesta en funcionamiento con este.
9. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que**, al final del proceso de limpieza, un combustible gaseoso externo, por ejemplo, propano, se introduce en la unidad de

cámara de combustión (48) si el gas extraído de conformidad con el paso a) no es suficiente para producir un flujo suficiente de una mezcla de combustibles gaseosos.

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
10. Dispositivo para limpiar un depósito de grandes dimensiones para un líquido inflamable, en concreto petróleo crudo, en el que se sitúa una materia residual de sumidero (30),
 - con una línea de extracción de succión (73) que conduce hacia la materia residual de sumidero (30), en el que están dispuestos, en el siguiente orden: un filtro grueso (74) que retiene sólidos con una dimensión de más de 5 mm, una bomba (76), un intercambiador de calor (56), una bomba de refuerzo (78) presentando una presión de salida de al menos 20 bares, y varias boquillas de inyección (24), que terminan en un compartimento de gas (34) de un depósito de grandes dimensiones, se dirigen hacia la materia residual de sumidero (30), y al que se le asigna una válvula respectivamente,
 - con un conducto de gas (32), que presenta una parte de succión-extracción (36) en el compartimento de gas (34) del depósito de grandes dimensiones (20) sobre la materia residual de sumidero (30), y en el que están dispuestos, en el siguiente orden: un ventilador (42), un intercambiador térmico de gas (44) para calentar previamente el gas y gasificar el aerosol, y un quemador (46) de una unidad de cámara de combustión (48),
 - con un primer conducto de gas de escape (60) y un segundo conducto de gas de escape (62), donde el primer conducto de gas de escape (60) introduce gases de escape de la unidad de cámara de combustión (48) en el intercambiador térmico de gas (44), y el segundo conducto de gas de escape (62) introduce estos gases de escape del intercambiador térmico de gas (44) mediante una sección de mezclado (64) y un compresor (70) en el compartimento de gas (34), y
 - con un circuito cerrado (54) en el que se sitúan un serpentín de calentamiento (52) de la unidad de cámara de combustión (48) y el intercambiador de calor (56).
 11. Dispositivo para limpiar un depósito de grandes dimensiones de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado por que** el conducto de gas (32) que va desde el depósito de grandes dimensiones (20) hasta el ventilador (42) es de menos de 10 m, de manera que, si es posible, los aerosoles no se depositan en el conducto de gas.
 12. Dispositivo para limpiar un depósito de grandes dimensiones de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, **caracterizado por que** un dosificador para el óxido de hierro o una etapa de desulfuración (71), que presenta, en concreto, un filtro de carbón activo, evita la formación de ácido sulfuroso a partir de un gas inerte en el depósito de grandes dimensiones (20).

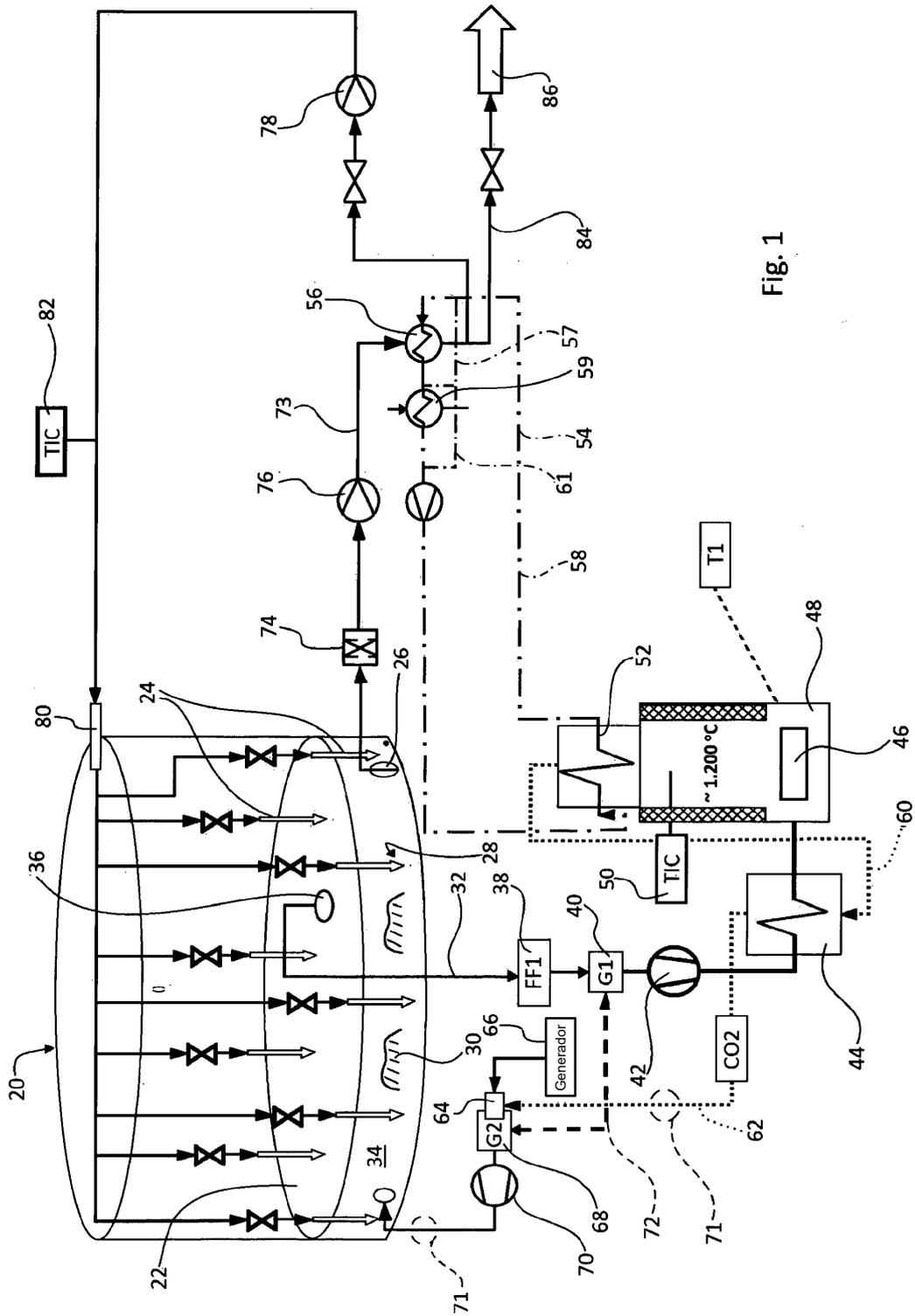


FIG. 1