(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 796 092**

(21) Número de solicitud: 202030521

(51) Int. CI.:

B08B 9/08 (2006.01)
B08B 3/00 (2006.01)

(12) PATENTE DE INVENCIÓN CON EXAMEN B2

(22) Fecha de presentación:

03.06.2020

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

25.11.2020

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

17.05.2021

Fecha de concesión:

28.06.2021

(45) Fecha de publicación de la concesión:

05.07.2021

(73) Titular/es:

FONTECHA CUETOS, Evaristo (100.0%)
C/ Narciso Cuevas, 17, 3rD
39010 SANTANDER (Cantabria) ES

(72) Inventor/es:

FONTECHA CUETOS, Evaristo

(74) Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

(54) Título: **SISTEMA Y PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN SELECTIVA DE HIDROCARBUROS VISCOSOS DE TANQUES Y OTROS RECIPIENTES**

(57) Resumen:

Se propone un sistema y un procedimiento de extracción selectiva de hidrocarburos viscosos de tanques y otros recipientes. El sistema comprende los siguientes componentes de calentamiento de los hidrocarburos: un eyector de vapor -3-, en donde se produce una difusión turbulenta de su vapor motor con los gases que aspira por efecto Venturi, y un conducto perimetral de calentamiento -5- adosado externamente al tanque o recipiente. El procedimiento comprende las operaciones siguientes: calentamiento de una capa superficial de los hidrocarburos mediante los gases que inyecta el eyector de vapor, que provoca un flujo selectivo de hidrocarburos calientes hacia el conducto perimetral; calentamiento localizado de los hidrocarburos con el conducto perimetral, que provoca la precipitación del agua y un flujo selectivo de los hidrocarburos más calientes hacia una bomba de extracción, y extracción mediante dos bombas del agua precipitada y de los hidrocarburos que fluyen selectivamente desde el conducto perimetral.

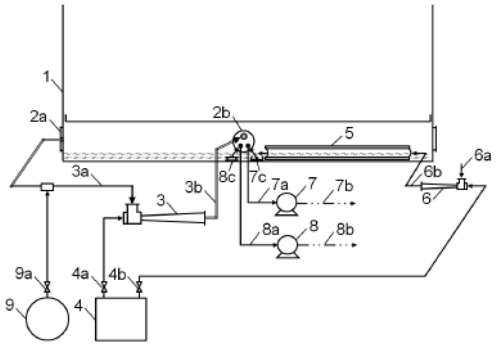

Figura 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

SISTEMA Y PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN SELECTIVA DE HIDROCARBUROS VISCOSOS DE TANQUES Y OTROS RECIPIENTES

Campo de la técnica

La presente invención se refiere a un sistema y un procedimiento de extracción selectiva de hidrocarburos viscosos de tanques de almacenamiento y otros recipientes, que se deben vaciar y limpiar regularmente para realizar inspecciones periódicas, reparaciones, cambios de carga, demoliciones, etc.

El sistema y el procedimiento objeto de la invención son aplicables a los tanques de almacenamiento y otros recipientes que contienen hidrocarburos viscosos existentes en refinerías de petróleo, plantas petroquímicas, centrales térmicas, terminales portuarias, etc. Constituyen ejemplos representativos de aplicaciones de la invención los tanques de techo flotante de petróleo y las unidades de proceso de hidrocarburos, incluyendo torres de destilación, reactores, aerorrefrigerantes, recipientes con “demisters” de hidrocarburos gaseosos, tuberías de interconexión, etc.

Entre los hidrocarburos viscosos a los que resultan aplicables el sistema y el procedimiento de extracción selectiva, cabe destacar los hidrocarburos que se acumulan en el fondo de los tanques de petróleo (que son de clase B, punto de inflamación < 55 ºC), el fueloil (que pertenece a la clase C, punto de inflamación comprendido entre 55 ºC y 100 ºC) y los asfaltos (que son de clase D, punto de inflamación > 100 ºC).

Antecedentes de la invención

US3874399A divulga un procedimiento para la evacuación de hidrocarburos de elevada viscosidad de un tanque mediante la recirculación al tanque de los hidrocarburos evacuados previamente calentados, con el fin de disminuir la viscosidad del contenido del tanque y facilitar su evacuación.

La ES417373A1 describe un procedimiento para purgar residuos inflamables desde un recipiente que comprende hacer pasar una corriente gaseosa que contiene vapor de agua y un gas inerte tal como nitrógeno a través del recipiente, en donde la corriente gaseosa introducida en el recipiente tiene un contenido de vapor de agua en el intervalo entre un 4 y un 50% en volumen y transmite suficiente calor al recipiente como para alcanzar una temperatura de al menos 50 ºC.

US5085242A divulga un procedimiento y un aparato para la eliminación de residuos de tanques de almacenamiento mediante calentamiento localizado del tanque bien con vapor, agua o energía eléctrica, ocasionando un flujo de los hidrocarburos hacia la zona de calentamiento.

GB2101475A describe un método para la limpieza de tanques de almacenamiento mediante el calentamiento del lodo poniéndolo en contacto con agua caliente (inyección y recirculación de agua caliente), consiguiendo así una temperatura de 70 ºC que permite la extracción del residuo gracias a la disminución de su viscosidad.

La ES2391183B1 (P201100464), del mismo inventor que la presente solicitud, divulga un procedimiento de extracción selectiva de hidrocarburos de alta viscosidad utilizando las siguientes etapas: aplicación de medidas preventivas de riesgos (para tanques de petróleo de techo flotante se realiza una medida de la explosividad en el interior del tanque), calentamiento del contenido del tanque mediante serpentines flexibles ligeramente sumergidos en los hidrocarburos, y calentamiento de la capa superficial de hidrocarburos mediante la inyección de aire caliente en el tanque.

La ES2544575B1 (P201400060), igualmente del mismo inventor que la presente solicitud, divulga un procedimiento para la extracción selectiva de hidrocarburos viscosos remanentes en tanques de almacenamiento. Las operaciones que comprende son las siguientes: medición de la explosividad en el interior del tanque, calentamiento de los hidrocarburos mediante dispositivos situados en el interior del tanque y calentamiento de la capa superficial de hidrocarburos

mediante la inyección de aire caliente. Como etapa adicional, después de la extracción de hidrocarburos y manteniendo la inyección de aire caliente, se inyecta agua caliente sobre los hidrocarburos remanentes para facilitar su posterior extracción.

El documento WO2017118766A1 (P201600007), también del mismo inventor que la presente solicitud, divulga un procedimiento de extracción de hidrocarburos viscosos en tanques mediante la inyección en el tanque de una corriente constituida por aire caliente y vapor de agua. Para la inyección se emplea un ventilador centrífugo o soplante que hace pasar la corriente por un calentador eléctrico con deflectores que provoca un régimen turbulento. Con ello se consigue el calentamiento del aire, la absorción de humedad por el aire y el sobrecalentamiento del vapor de agua, teniendo lugar a continuación la extracción de los hidrocarburos. Además, mediante dispositivos de calentamiento situados en las inmediaciones de las líneas de succión, se pueden realizar calentamientos adicionales de los hidrocarburos.

En el documento WO2019197690 (P201800095), del mismo inventor que esta solicitud, se describe un procedimiento de extracción de hidrocarburos viscosos de tanques de almacenamiento y de equipos de proceso, que propone inyectar en el tanque o equipo un gas inerte hasta conseguir una concentración de oxígeno que asegure un rango de inflamabilidad nulo, e inyectar a continuación en el tanque o equipo una corriente de gases homogeneizada mediante un proceso irreversible de difusión turbulenta, estando la corriente constituida por gases en recirculación del propio tanque o equipo y por las cantidades de vapor de agua y de gas inerte que se precisen en cada momento para mantener la concentración de oxígeno en valores que aseguren un rango de inflamabilidad nulo y para hacer que fluyan los hidrocarburos en una cantidad equivalente a la demandada por una bomba de extracción apta para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

El modelo de utilidad RU 25176U, divulga un dispositivo para limpiar tanques de petróleo viscoso y sedimentos o depósitos de productos petrolíferos que

contiene medios para calentar, licuar mover y mezclar dichos depósitos, incluyendo unos medios de eyección que comprenden una barra hueca a cuyo través circula vapor de agua, gas o líquido, situado por encima del fondo del depósito y unos cabezales eyectores para vehicular dicho vapor de agua, gas o líquido hacia la superficie del tanque.

El procedimiento de la presente invención se diferencia de los referidos procedimientos antecedentes por utilizar en combinación un eyector de vapor y un conducto perimetral de calentamiento adosado a la pared exterior del tanque, que permiten calentar los hidrocarburos de la capa superficial y de forma localizada los hidrocarburos adyacentes a toda la extensión del conducto perimetral, con objeto de provocar con el doble calentamiento que precipite el agua no emulsionada para su extracción separada de los hidrocarburos y que se establezcan dos flujos selectivos de hidrocarburos, uno desde la capa superficial hacia la zona calentada por toda la extensión del conducto perimetral y el segundo desde dicha zona calentada por el conducto perimetral hacia un dispositivo de succión de una bomba que extrae selectivamente los hidrocarburos.

Los dos componentes que caracterizan el procedimiento objeto de la presente invención, el eyector de vapor y el conducto perimetral de calentamiento, no se utilizan en ninguno de los procedimientos antecedentes y proporcionan unos resultados que tampoco se obtienen con ninguno de ellos ni con sus combinaciones, ya que no se consigue generar dos flujos selectivos de hidrocarburos procedentes de la capa superficial ni la precipitación y extracción separada del agua no emulsionada.

Por tanto, con el procedimiento de la presente invención se consigue que la extracción sea más selectiva que con cualquiera de los procedimientos antecedentes o combinación de los mismos. La extracción de los hidrocarburos se denomina “selectiva” porque cumple dos condiciones: que los hidrocarburos se extraigan separadamente del agua no emulsionada y que durante la extracción se evite la mezcla de los hidrocarburos de la capa superficial con los hidrocarburos más próximos al fondo del tanque o recipiente, que son los que suelen

estar emulsionados con agua o contaminados por lodos y sedimentos.

En el caso de los procedimientos antecedentes que se basan en el calentamiento generalizado de los hidrocarburos del tanque, como el procedimiento US3874399A, la extracción que se realiza no es selectiva al producirse una reducción generalizada de la viscosidad de los hidrocarburos y por consiguiente un indeseado flujo de hidrocarburos contaminados del fondo del tanque hacia la conducción de succión de la bomba.

En cuanto a los procedimientos antecedentes basados en el calentamiento localizado de los hidrocarburos del tanque, como el US5085242A, resultan mucho menos efectivos pues el flujo de hidrocarburos hacia la zona de calentamiento llega a ser muy lento o inexistente, además de producirse un indeseado flujo hacia la zona de calentamiento de los hidrocarburos más contaminados del fondo del tanque, por lo que la extracción deja de ser selectiva.

En el caso de los procedimientos antecedentes que establecen un calentamiento mediante la inyección de vapor de agua, como el ES417373A1, o que establecen la recirculación de agua caliente, como el GB2101475A, la extracción en ningún caso es selectiva, pues se produce un indeseado flujo hacia la zona de extracción de los hidrocarburos más contaminados del fondo del tanque y se contaminan de agua los hidrocarburos con los condensados del vapor de agua inyectado o con el agua caliente en recirculación.

Cuando el procedimiento se aplica a tanques de fueloil, evitar tanto la contaminación con agua como el indeseado flujo de hidrocarburos contaminados del fondo del tanque es fundamental para que el fueloil extraído se pueda comercializar con cumplimiento de especificaciones legales de contenido en agua y sedimentos, pues un pequeño flujo de fueloil contaminado del fondo del tanque hacia la conducción de succión de la bomba suele ser suficiente para que no se cumplan dichas especificaciones legales y que la totalidad del fueloil extraído tenga que ser gestionado como residuo.

En cuanto a los otros cuatro procedimientos antecedentes anteriormente referi-

dos (ES2391183B1, ES2544575B1, WO2017118766A1 y WO2019197690), los cuatro corresponden al mismo inventor que la presente solicitud. En los dos últimos (WO2017118766A1 y WO2019197690) se realiza un calentamiento de la capa superficial de los hidrocarburos con vapor de agua, que es muy efectivo por la alta capacidad de transmisión de calor del vapor de agua, pero la extracción no es selectiva porque los hidrocarburos se contaminan con los condensados del vapor de agua inyectado en el tanque o recipiente. Por ese motivo, ni en el título ni en las memorias de los procedimientos WO2017118766A1 y WO2019197690 se menciona que la extracción de los hidrocarburos sea selectiva. Por el contrario, el término “selectiva” sí aparece en el título y en la memoria de la presente invención, al igual que sucede en el primer y segundo procedimientos antecedentes (ES2391183B1 y ES2544575B1), procedimientos estos últimos que establecen la inyección de aire caliente para calentar la capa superficial de los hidrocarburos, por lo que no se produce el efecto contaminante del vapor de agua, pero tienen los inconvenientes de contar con mucha menor capacidad de calentamiento de la capa superficial de hidrocarburos y de tener unos costes de inversión en equipos y de ejecución del procedimiento mucho mayores.

En relación con los mencionados costes, los equipos que caracterizan el sistema de la presente invención son muy simples y tan solo precisan del suministro de vapor de agua para su funcionamiento. Esta ventaja se hace aún más ostensible si se tiene en cuenta que habitualmente existe libre disposición de vapor de agua en las instalaciones de almacenamiento de hidrocarburos viscosos. En cambio, los cuatro procedimientos antecedentes del mismo inventor anteriormente referidos necesitan del empleo de un buen número de equipos eléctricos: calentadores eléctricos ATEX, ventiladores centrífugos, soplantes, grupos electrógenos de gran potencia, variadores de frecuencia, cuadros eléctricos, etc. Por el contrario, el eyector de vapor y el conducto perimetral son equipos de muy bajo coste que no precisan de mantenimiento por no disponer de componentes mecánicos ni eléctricos; además, el eyector de vapor por sí solo realiza múltiples funciones: aspirar por efecto Venturi gases de un punto del tanque o recipiente, someter los gases aspirados a un proceso de difusión

turbulenta con su vapor motor e inyectar la mezcla homogénea de gases calientes resultante en otro punto del mismo tanque o recipiente.

Además de realizar la extracción selectiva con mucha mayor capacidad de calentamiento y con un coste mucho menor que los dos únicos procedimientos antecedentes que posibilitan realizarla (ES2391183B1 y ES2544575B1), el procedimiento de la presenta invención permite realizar una extracción selectiva más efectiva. La importante reducción de viscosidad que experimentan los hidrocarburos con el doble calentamiento (calentamiento de la capa superficial con el vapor motor del eyector y calentamiento localizado de los hidrocarburos adyacentes a toda la extensión del conducto perimetral) evita que se produzca el indeseado flujo hacia la bomba de los hidrocarburos más contaminados y próximos al fondo del tanque, que al no estar sometidos a calentamiento se mantienen en estado viscoso y prácticamente estáticos. En cambio, empleando cualquiera de los dos procedimientos antecedentes citados, los hidrocarburos fluyen más viscosos hacia el dispositivo de succión de la bomba y se produce en cierta medida el indeseado flujo de hidrocarburos del fondo del tanque hacia el dispositivo de succión de la bomba, especialmente a medida que desciende el nivel de hidrocarburos en el tanque y en épocas del año (invierno en el hemisferio norte) en que los hidrocarburos más próximos al fondo del tanque tienen mayor temperatura que los de la superficie.

Por otro lado, cabe citar que los procedimientos más utilizados en las refinerías para extraer los hidrocarburos viscosos de los tanques de petróleo están basados en la dilución con crudo o hidrocarburos de baja viscosidad suministrados por las propias refinerías. El procedimiento de la presente invención tiene importantes ventajas respecto a dichos procedimientos, al permitir extraer los hidrocarburos sin mezclarlos con los contaminantes del fondo de los tanques, evitar peligrosas fugas inherentes a dichos procedimientos en tanques con fondos no estancos y desprender la capa de hidrocarburos que contamina las paredes y la cara interna del techo flotante del tanque como un efecto añadido de limpieza. Además, aplicar el procedimiento objeto de la invención precisa del uso de unos equipos mucho más simples que reducen en gran medida los cos-

tes de inversión en equipos y los costes de ejecución. Por lo que se refiere a otros recipientes, los procedimientos más extendidos son las limpiezas con agua a presión y las limpiezas químicas, frente a las que el presente procedimiento tiene las ventajas de ser más efectivo y de generar menos residuos.

Exposición de la invención

La presente invención se refiere a un sistema y un procedimiento de extracción selectiva de hidrocarburos viscosos de tanques de almacenamiento y otros recipientes. La extracción de los hidrocarburos se denomina “selectiva” porque cumple dos condiciones: que los hidrocarburos se extraigan separadamente del agua no emulsionada y que durante la extracción se evite la mezcla de los hidrocarburos de la capa superficial con los hidrocarburos más próximos al fondo del tanque o recipiente, que son los que suelen estar emulsionados con agua o contaminados por lodos y sedimentos.

El sistema de extracción selectiva de hidrocarburos viscosos de un tanque de almacenamiento o un recipiente se caracteriza por comprender en combinación, según una primera realización, los siguientes componentes:

- una caldera de vapor que dispone de unos medios de control configurados para regular la cantidad y la temperatura del vapor de agua que suministra, estando la temperatura comprendida entre 120 y 200 ºC (aproximadamente entre 2 y 15 bares);

- al menos un eyector de vapor destinado al calentamiento de una capa superficial de los hidrocarburos a extraer, con su tobera de vapor motor conectada a dicha caldera, de modo que en el difusor del eyector de vapor se produce una difusión turbulenta del vapor motor aportado por la caldera con los gases que el eyector aspira por efecto Venturi a través de su boca de aspiración, gases que proceden del propio tanque o recipiente, de la atmósfera, de la caldera de vapor (vapor de agua para aumentar la temperatura de los gases que descarga el eyector) o de una combinación de dichas procedencias, obteniéndose como resultado en la boca de descarga del

eyector una mezcla homogénea de gases calientes que el propio eyector de vapor inyecta en el tanque o recipiente a través de una conducción de descarga de gases para calentar la capa superficial de los hidrocarburos, y

- al menos una bomba destinada a extraer selectivamente los hidrocarburos de la capa superficial que calienta la mezcla homogénea de gases calientes inyectada por el citado eyector de vapor, estando una conducción de succión de dicha bomba conectada al tanque o recipiente en una zona periférica hacia la que fluyen los hidrocarburos de la capa superficial calentados con los gases inyectados por el eyector de vapor.

En el supuesto de que la caldera aporte vapor de agua a la conducción de aspiración de gases del eyector para aumentar la temperatura de los gases que se inyectan en el tanque o recipiente, dicho vapor de agua ha de estar despresurizado para no comprometer el buen funcionamiento del eyector y no provocar riesgos por sobrepresiones. Los riesgos por sobrepresiones se pueden eliminar utilizando una válvula reductora de presión a la salida de la caldera, una conducción con diámetro suficiente para que tenga lugar la expansión del vapor de agua o mediante un segundo eyector de vapor con su boca de descarga de gases conectada a la boca de aspiración de gases del eyector que inyecta los gases en el tanque o recipiente.

Cabe resaltar del sistema que la mezcla homogénea de gases resultante de la difusión turbulenta imposibilita el libre movimiento ascendente del vapor de agua inyectado en el tanque o recipiente, por lo que gran parte del vapor motor inyectado se condensa sobre la capa superficial de los hidrocarburos y le transmite grandes cantidades de calor latente (539,4 cal/g a 100 °C).

Según otra realización de la invención, el sistema además comprende:

- al menos un conducto perimetral destinado al calentamiento localizado de los hidrocarburos, adosado externamente a una sección de la pared metálica del tanque o recipiente situada por debajo del nivel determinado por los hidrocarburos a extraer, estando una parte del conducto perimetral

constituida por la propia sección de la pared metálica del tanque o recipiente a la que se encuentra adosado, de modo que los gases calientes que se hacen circular por el citado conducto perimetral están en contacto directo con dicha sección de pared metálica y calientan de forma localizada los hidrocarburos adyacentes del tanque o recipiente, transmisión de calor que es función del área de la pared metálica en contacto con los gases calientes, de la temperatura de los gases que circulan por el conducto perimetral y de la conductividad térmica de la pared metálica del tanque o recipiente;

- al menos una segunda bomba destinada a extraer el agua precipitada en el tanque o recipiente, estando unas conducciones de succión de dichas primera y segunda bombas conectadas al tanque o recipiente en una zona periférica próxima a la zona calentada por el conducto perimetral, y

- unas conducciones de gases conectadas a las bocas de aspiración y de descarga de gases del eyector y a dos puntos diferentes de la periferia del tanque o recipiente situados por encima del nivel determinado por los hidrocarburos a extraer, estando al menos uno de dichos puntos de conexión de las conducciones del eyector de vapor próximo a la zona periférica de conexión de las conducciones de succión de los hidrocarburos y del agua precipitada.

En otro ejemplo de realización, la invención comprende adicionalmente:

- un primer dispositivo de succión que está conectado a un extremo de la citada conducción de succión de los hidrocarburos y tiene su boca de aspiración orientada hacia arriba, y un segundo dispositivo de succión que está conectado a la conducción de succión del agua precipitada y tiene su boca de aspiración orientada hacia el fondo del tanque o recipiente;

- un conducto perimetral de calentamiento constituido por una cubierta de tejido sintético soportada por unos arcos semicirculares que van distribuidos a lo largo de todo el conducto, de modo que el conducto perimetral adquiere una forma semicilíndrica con su sección plana coincidente con la

sección de pared metálica del tanque o recipiente a la que va adosado y sellado mediante dos cinchas, disponiendo dichos arcos semicirculares en sus dos extremos de unas pletinas de apoyo que llevan soldadas unas anillas para guía y sujeción de las dos cinchas que las atraviesan, de manera que al tensionar las dos cinchas en sus extremos a dos puntos de anclaje presionen y sellen contra la pared cilíndrica del tanque o recipiente las citadas pletinas de apoyo de todos los arcos y los bordes superior e inferior del tejido sintético en toda la longitud del conducto perimetral (a modo de ejemplo, como tejido sintético puede utilizarse un rollo de tejido siliconado que soporta temperaturas superiores a 200 ºC y con dimensiones orientativas de 50 metros de longitud y 1 metro de ancho);

- un eyector de vapor con su boca de descarga conectada mediante una conducción de gases a una boca de entrada de gases calientes del citado conducto perimetral, con su tobera de vapor motor conectada a la referida caldera y con su boca de aspiración de gases aspirando por efecto Venturi aire de la atmósfera, de modo que el aire aspirado es mezclado homogéneamente con el vapor motor e inyectado por el propio eyector en la boca de entrada de gases calientes del conducto perimetral;

- al menos un ventilador centrífugo o una soplante instalados en la conducción de aspiración de gases del eyector de vapor y configurados para aumentar el caudal de gases que se inyectan en el tanque o recipiente;

- al menos un eyector de vapor o un punto de conexión para la inyección de vapor de agua despresurizado instalados en la conducción de aspiración de gases del eyector de vapor que inyecta los gases en el tanque o recipiente para aumentar la temperatura de los gases que se inyectan en el tanque o recipiente, y

- una cisterna de nitrógeno conectada a la conducción de aspiración de gases del eyector de vapor que inyecta los gases en el tanque o recipiente para evitar riesgos de incendio o explosión en el caso de hidrocarburos cuyo punto de inflamación sea inferior a 55 ºC (clase B), disponiendo de

unos medios de control configurados para regular la cantidad de nitrógeno aportada al tanque o recipiente.

Asimismo, la invención es aplicable a la extracción selectiva de hidrocarburos viscosos y otras sustancias, pudiendo citar a título de ejemplo no limitativo, emulsiones asfálticas, emulsiones aceitosas, lodos aceitosos y hollín, en donde los citados hidrocarburos y sustancias, al ser sometidos a unas condiciones de circulación de gases y calentamiento, son susceptibles de fluir hacia una zona periférica del tanque o recipiente en la que se encuentran conectadas las conducciones de al menos una bomba de extracción.

Por su parte, el procedimiento de extracción selectiva de hidrocarburos viscosos de tanques de almacenamiento y otros recipientes objeto de la presente invención está caracterizado por las siguientes operaciones:

- calentamiento de una capa superficial de los hidrocarburos a extraer mediante un eyector de vapor conectado a una caldera que suministra vapor de agua a una temperatura comprendida entre 120 y 200 ºC, de manera que dicho eyector aspira por efecto Venturi gases de un punto del tanque o recipiente, somete los gases aspirados a una difusión turbulenta con su vapor motor e inyecta la mezcla homogénea de gases calientes resultante en otro punto del mismo tanque o recipiente, estando los puntos de aspiración y de descarga de gases del eyector por encima del nivel determinado por los hidrocarburos a extraer, y regulando la cantidad de vapor que se aporta al eyector de modo que durante la extracción se establezca un flujo selectivo de hidrocarburos calientes de la capa superficial hacia una zona de calentamiento localizado de los hidrocarburos en una cantidad equivalente a la que aspira una bomba que extrae selectivamente los hidrocarburos;

- calentamiento localizado de los hidrocarburos que fluyen desde la capa superficial mediante un conducto perimetral adosado externamente a tanque o recipiente por el que se hacen circular gases calientes, de manera que durante la extracción se produzca una precipitación del agua no emulsionada y se establezca un flujo selectivo de los hidrocarburos calentados

por el conducto perimetral hacia un dispositivo de succión que está conectado mediante una conducción a una bomba destinada a la extracción selectiva de los hidrocarburos, y

- extracción selectiva de los hidrocarburos que calienta el conducto perimetral con una primera bomba y extracción periódica del agua precipitada con una segunda bomba, en donde la conducción para la extracción de los hidrocarburos lleva conectado en un extremo un dispositivo de succión con su boca de aspiración orientada hacia arriba y la conducción para la extracción del agua precipitada lleva conectado en un extremo un dispositivo de succión con su boca de aspiración orientada hacia el fondo del tanque o recipiente, estando el dispositivo de succión de los hidrocarburos inmerso en los hidrocarburos calentados por el citado conducto perimetral y el dispositivo de succión del agua posicionado en el fondo del tanque, con su boca de aspiración ligeramente separada del fondo.

Una vez que la aportación de calor deje de ser efectiva y finalice el flujo de hidrocarburos hacia el dispositivo de succión de la bomba, se da por finalizada la extracción y se inspecciona el interior del tanque o recipiente. Si quedasen cantidades significativas de hidrocarburos en alguna zona del tanque o recipiente, se continuaría con la extracción eligiendo convenientemente los puntos de instalación de los equipos citados que definen el sistema de esta invención. Al finalizar la extracción de los hidrocarburos, quedan en el fondo del tanque o recipiente agua, sedimentos aceitosos o hidrocarburos con elevada temperatura de fusión, que se retiran por métodos convencionales. En cambio, es destacable que al aplicar el procedimiento se consigue eliminar la capa de hidrocarburos inicialmente adherida a las paredes y a la cara interna del techo del tanque, que se desprende por la circulación de gases calientes en el interior del tanque o recipiente y especialmente por el calentamiento y arrastre del vapor de agua al condensarse sobre la capa de hidrocarburos.

Cabe resaltar del procedimiento que la mezcla homogénea de los gases provocada por la difusión turbulenta en el difusor del eyector de vapor imposibilita el

libre movimiento ascendente del vapor de agua inyectado en el tanque o recipiente, por lo que gran parte del vapor motor inyectado se condensa sobre la capa superficial de los hidrocarburos y le transmite grandes cantidades de calor latente (539,4 cal/g a 100 °C).

En otro ejemplo de realización de la invención, los gases calientes que se hacen circular por el conducto perimetral de calentamiento son aportados por un eyector de vapor con su boca de descarga de gases conectada a una boca de entrada de gases calientes del conducto perimetral, con su tobera de vapor motor conectada a la citada caldera y con su boca de aspiración de gases aspirando por efecto Venturi aire de la atmósfera, de modo que el aire aspirado es mezclado homogéneamente con el vapor motor e inyectado por el propio eyector en dicha boca de entrada de gases del conducto perimetral.

En el caso de que el tanque o recipiente contenga hidrocarburos viscosos cuyo punto de inflamación sea inferior a 55 ºC (clase B), se incluyen además las operaciones siguientes:

- inyección inicial de nitrógeno en el tanque o recipiente hasta conseguir unas concentraciones de oxígeno por debajo del 8%, y

- aportación regulada de una cantidad de nitrógeno en la citada conducción de aspiración del eyector de vapor para mantener en todo momento la concentración de oxígeno en el tanque o recipiente por debajo del 8%. La inyección de vapor de agua en el tanque o recipiente también contribuye a mantener la concentración de oxígeno comburente por debajo del 8% (el oxígeno constituyente del vapor de agua no es comburente).

Tal como se ha indicado anteriormente, cuando el sistema y el procedimiento se aplican a la extracción selectiva de hidrocarburos viscosos de clase B (punto de inflamación < 55 ºC), como los que se acumulan en el fondo de los tanques de petróleo, se debe inyectar nitrógeno en los tanques o recipientes para mantener en todo momento la concentración de oxígeno en su interior por debajo del 8%, mientras que en el caso de hidrocarburos viscosos de clases C y D

(punto de inflamación ≥ 55 ºC), como el fueloil y los asfaltos, no es necesaria la inyección de nitrógeno en el tanque o recipiente por no existir riesgos de incendio y explosión aplicando el sistema y el procedimiento objeto de la invención.

El sistema y el procedimiento objeto de la invención son aplicables a los tanques de almacenamiento y otros recipientes que contienen hidrocarburos viscosos existentes en refinerías de petróleo, plantas petroquímicas, centrales térmicas, terminales portuarias, etc. En cuanto a la forma de aplicar la invención a otros recipientes, es prácticamente igual que en los tanques de almacenamiento, con la salvedad de tener que adaptar en cada caso la instalación de los equipos a sus múltiples configuraciones y tamaños. Sirvan como ejemplo de estas últimas aplicaciones las unidades de proceso de refinerías y plantas petroquímicas, que incluyen torres de destilación, reactores, aerorrefrigerantes, recipientes con “demisters” de hidrocarburos gaseosos, tuberías de interconexión, etc. Tanto el sistema como el procedimiento se pueden aplicar a unidades de proceso completas o separadamente a componentes de las mismas, eligiendo convenientemente en ambos casos los puntos de aspiración y de descarga de gases de uno o más eyectores de vapor y las zonas de calentamiento localizado de los hidrocarburos, e inyectando nitrógeno como medida de prevención de riesgos de incendio y explosión.

Breve descripción de los dibujos

En la figura 1 se muestra un tanque de petróleo de techo flotante -1- en cuyas bocas de paso de hombre se instalan unas tapas -2a- y -2b- que tienen unos racores de conexión necesarios para instalar el sistema y aplicar el procedimiento. Un eyector de vapor -3- aspira por efecto Venturi gases de un punto del tanque a través de una conducción de aspiración de gases -3a- conectada a la tapa -2a- y, mediante una conducción de descarga de gases -3b- conectada a la tapa -2b-, los inyecta calientes y mezclados homogéneamente con el vapor motor suministrado por una caldera de vapor -4- a una temperatura comprendida entre 120 y 200 ºC, disponiendo la caldera de una válvula -4a- para regular la cantidad de vapor de agua que suministra al eyector.

Por otro lado, se instala adosado a la pared metálica exterior del tanque un conducto perimetral -5- para calentar el petróleo adyacente a toda la extensión del conducto perimetral. En un ejemplo de realización de la invención, el conducto perimetral se conecta a un segundo eyector de vapor -6-, que aspira por efecto Venturi aire de la atmósfera -6a- y lo descarga en el conducto perimetral, a través de la conducción de descarga de gases -6b-, mezclado homogéneamente con el vapor motor suministrado por la caldera de vapor -4-, que dispone de una válvula de regulación -4b-.

Una bomba -7- extrae selectivamente el petróleo que calienta el conducto perimetral a través de una conducción de succión -7a-, y una segunda bomba -8- extrae el agua precipitada a través de una conducción de succión -8a-. El petróleo y el agua extraídos se bombean separadamente, a través de unas conducciones de impulsión del petróleo y del agua -7b- y -8b-, a unos puntos de almacenamiento, transporte o tratamiento que se determinen. Las mencionadas conducciones de succión de las bombas llevan conectados en sus respectivos extremos unos dispositivos de succión del petróleo -7c- y de succión del agua precipitada -8c-, dispositivos que se posicionan dentro del tanque junto a la zona calentada por el conducto perimetral y que están diseñados de modo que el dispositivo de succión del petróleo tiene su boca de aspiración orientada hacia arriba y el dispositivo de succión del agua tiene su boca de aspiración orientada hacia el fondo del tanque y ligeramente separada del mismo.

Dado que los hidrocarburos que se acumulan en el fondo de los tanques de petróleo son de clase B (punto de inflamación < 55 ºC), para eliminar los riesgos de incendio y explosión se ha previsto una cisterna de nitrógeno -9- que, mediante una válvula de control -9a-, aporta una cantidad regulada de nitrógeno a la conducción de aspiración de gases del eyector -3a-. De esta manera, el flujo de gases calientes y homogenizados que se inyectan en el tanque tiene una alta concentración de nitrógeno que contribuye a mantener en todo momento en el interior del tanque una concentración de oxígeno por debajo del 8%. Asimismo, la inyección de vapor motor del eyector también contribuye a mantener la concentración de oxígeno comburente en el tanque por debajo del

8% (el oxígeno constituyente del vapor de agua no es comburente).

Descripción detallada de un ejemplo de aplicación preferente de la invención

Un ejemplo de aplicación preferente del procedimiento lo representa la extracción de los hidrocarburos viscosos que se acumulan en el fondo de los tanques de techo flotante de petróleo (hidrocarburos de clase B, con punto de inflamación < 55 ºC).

La secuencia de operaciones del procedimiento es la siguiente:

- inyección inicial de nitrógeno en el tanque hasta conseguir una concentración de oxígeno inferior al 8%. Posteriormente, durante la extracción del petróleo, una cisterna de nitrógeno -9-, provista de una válvula de control -9a-, aporta una cantidad regulada de nitrógeno, de modo que se mantenga en todo momento en el interior del tanque una concentración de oxígeno por debajo del 8%;

- calentamiento de una capa superficial de petróleo mediante un eyector de vapor -3- que aspira gases de un punto del propio tanque por encima del nivel del petróleo a extraer y los retorna mezclados homogéneamente con su vapor motor y la cantidad de nitrógeno que se precise para mantener la concentración de oxígeno por debajo del 8%. La cantidad de vapor motor que se aporta al eyector se regula de modo que fluya selectivamente hacia una zona adyacente a un conducto perimetral de calentamiento -5- una cantidad de petróleo de la capa superficial que sea suficiente para no ralentizar la extracción selectiva del petróleo;

- calentamiento localizado del petróleo con el citado conducto perimetral adosado externamente al tanque, de modo que al reducirse la viscosidad de los hidrocarburos adyacentes con el calentamiento se produce la precipitación del agua no emulsionada y se establece un flujo selectivo del petróleo calentado por el conducto perimetral hacia un dispositivo de succión -7c- conectado a una bomba de extracción del petróleo -7-. La inyección de gases calientes en el conducto perimetral se realiza empleando un

segundo eyector de vapor -6- que aspira por efecto Venturi aire de la atmósfera y lo inyecta en el conducto perimetral mezclado homogéneamente con su vapor motor, vapor de agua que es suministrado por la citada caldera de vapor -4-, que regula dicho suministro mediante la válvula -4b-, y

- extracción selectiva del petróleo que calienta el conducto perimetral y extracción separada del agua precipitada con dos bombas -7- y -8-, cuyos respectivos dispositivos de succión -7c- y -8c- se sitúan en el interior del tanque junto a la zona calentada por el conducto perimetral. De este modo, las bombas permiten trasvasar separadamente el petróleo y el agua a los puntos que se designen para su almacenamiento, transporte o tratamiento.

Una vez que la aportación de calor deje de ser efectiva y finalice el flujo de petróleo hacia el dispositivo de succión del petróleo -7c-, se da por finalizada la extracción y se inspecciona el interior del tanque. Si quedasen cantidades significativas de petróleo en alguna zona del tanque, se continuaría con la extracción eligiendo convenientemente los puntos de posicionamiento de los equipos. En tanques de gran tamaño, se pueden realizar varios posicionamientos de los equipos o emplear simultáneamente dos o más eyectores de vapor con sus correspondientes conductos perimetrales de calentamiento y bombas de extracción. Al finalizar la extracción del petróleo, siempre quedan en el fondo del tanque agua, sedimentos aceitosos o hidrocarburos con elevada temperatura de fusión, que se retiran por métodos convencionales. Por el contrario, es destacable que al aplicar el procedimiento sí se consigue eliminar la capa de petróleo inicialmente adherida a las paredes y a la cara interna del techo del tanque, que se desprende por la circulación de gases calientes en el interior del tanque y especialmente por el calentamiento y arrastre del vapor de agua al condensarse sobre la capa del petróleo.

REIVINDICACIONES

1.- Sistema de extracción selectiva de hidrocarburos viscosos y/o agua precipitada, de tanques de almacenamiento y otros recipientes, que comprende:

- una caldera de vapor que dispone de unos medios de control configurados para regular la cantidad y la temperatura del vapor de agua que suministra, estando la temperatura comprendida entre 120 y 200 ºC;

- un dispositivo para inyección en el tanque o recipiente de una corriente de gases homogeneizada para el calentamiento de una capa superficial de los hidrocarburos a extraer; y

- al menos una bomba destinada a extraer selectivamente los hidrocarburos de la capa superficial que calienta la mezcla homogénea de gases calientes inyectada, estando una conducción de succión de dicha bomba conectada al tanque o recipiente en una zona periférica para extracción en la misma de los hidrocarburos de la capa superficial calentados,

caracterizado por que

- dicho dispositivo para inyección en el tanque o recipiente de una corriente de gases homogeneizada destinado al calentamiento de una capa superficial de los hidrocarburos a extraer, comprende al menos un eyector de vapor con su tobera de vapor motor conectada a dicha caldera, de modo que en el difusor del eyector de vapor se produce una difusión turbulenta del vapor motor aportado por la caldera con los gases que el eyector aspira por efecto Venturi a través de su boca de aspiración, gases que proceden del propio tanque o recipiente, de la atmósfera, de la caldera de vapor o de una combinación de dichas procedencias, obteniéndose como resultado en la boca de descarga del eyector una mezcla homogénea de gases calientes que el propio eyector de vapor inyecta en el tanque o recipiente a través de una conducción de descarga de gases para calentar la capa superficial de los hidrocarburos,

y porque comprende además:

- un conducto perimetral destinado al calentamiento localizado de los hidrocarburos, adosado externamente a una sección de la pared metálica del tanque o recipiente situada por debajo del nivel determinado por los hidrocarburos a extraer, estando una parte del conducto perimetral constituida por la propia sección de la pared metálica del tanque o recipiente a la que se encuentra adosado, de modo que los gases calientes que se hacen circular por el citado conducto perimetral están en contacto directo con dicha sección de pared metálica y calientan de forma localizada los hidrocarburos adyacentes del tanque o recipiente;

- al menos una segunda bomba destinada a extraer el agua precipitada en el tanque o recipiente, estando unas conducciones de succión de dichas primera y segunda bombas conectadas al tanque o recipiente en una zona periférica próxima a la zona calentada por el conducto perimetral, y

- unas conducciones de gases conectadas a las bocas de aspiración y de descarga de gases del eyector de vapor y a dos puntos diferentes de la periferia del tanque o recipiente situados por encima del nivel determinado por los hidrocarburos a extraer, estando al menos uno de dichos puntos de conexión de las conducciones del eyector próximo a la citada zona periférica de conexión de las conducciones de succión de los hidrocarburos y del agua precipitada.

2.- Sistema según la reivindicación 1, en donde la citada conducción de succión de los hidrocarburos lleva conectado en un extremo un dispositivo de succión con su boca de aspiración orientada hacia arriba y la conducción de succión del agua precipitada lleva conectado en un extremo un dispositivo de succión con su boca de aspiración orientada hacia el fondo del tanque o recipiente.

3.- Sistema según las reivindicaciones 1 o 2, en donde el conducto perimetral de calentamiento está constituido por una cubierta de tejido sintético soportada

por unos arcos semicirculares que van distribuidos a lo largo de todo el conducto, de modo que el conducto perimetral adquiere una forma semicilíndrica con su sección plana coincidente con la sección de pared metálica del tanque o recipiente a la que va adosado y sellado mediante dos cinchas, disponiendo los citados arcos semicirculares en sus dos extremos de unas pletinas de apoyo que llevan soldadas unas anillas para guía y sujeción de las dos cinchas que las atraviesan.

4.- Sistema según las reivindicaciones 1 a 3, en donde los gases calientes que se hacen circular por el citado conducto perimetral son aportados por un eyector de vapor con su boca de descarga de gases conectada a una boca de entrada de gases calientes del conducto perimetral, con su tobera de vapor motor conectada a la citada caldera y con su boca de aspiración de gases aspirando por efecto Venturi aire de la atmósfera, de manera que dicho aire aspirado es mezclado homogéneamente con el vapor motor e inyectado por el propio eyector en la boca de entrada de gases del conducto perimetral.

5.- Sistema según las reivindicaciones anteriores, en donde la conducción de aspiración de gases del eyector de vapor lleva instalado al menos un ventilador centrífugo o una soplante configurados para aumentar el caudal de gases que el eyector de vapor inyecta en el tanque o recipiente.

6.- Sistema según las reivindicaciones 1 a 5, en donde la conducción de aspiración de gases del eyector de vapor lleva instalado al menos un segundo eyector de vapor o un punto de conexión para inyectar vapor de agua despresurizado.

7.- Sistema según las reivindicaciones 1 a 6 aplicable a hidrocarburos cuyo punto de inflamación es igual o superior a 55 ºC, clases C y D.

8.- Sistema según las reivindicaciones 1 a 6, aplicable a hidrocarburos cuyo punto de inflamación sea inferior a 55 ºC, clase B, en donde la conducción de aspiración de gases del eyector de vapor que inyecta los gases en el tanque o recipiente está conectada a una cisterna de nitrógeno que dispone de unos

medios de control configurados para regular la cantidad de nitrógeno aportada.

9.- Procedimiento de extracción selectiva de hidrocarburos viscosos y/o agua precipitada, de tanques de almacenamiento y otros recipientes, en particular de un tanque de techo flotante y pared metálica, realizado con un sistema de extracción selectiva según reivindicaciones 1-8, que comprende las operaciones siguientes:

- calentamiento de una capa superficial de los hidrocarburos a extraer mediante un eyector de vapor conectado a una caldera que suministra vapor de agua a una temperatura comprendida entre 120 y 200 ºC, de manera que dicho eyector aspira por efecto Venturi a través de su boca de aspiración gases que proceden del propio tanque o recipiente, de la atmósfera, de la caldera de vapor o de una combinación de dichas procedencias y somete los gases aspirados a una difusión turbulenta con su vapor motor e inyecta la mezcla homogénea de gases calientes resultante en otro punto del mismo tanque o recipiente, regulando la cantidad de vapor que se aporta al eyector y estableciendo durante la extracción un flujo selectivo de hidrocarburos calientes de la capa superficial hacia una zona de calentamiento localizado de los hidrocarburos en una cantidad equivalente a la que aspira una bomba que extrae selectivamente los hidrocarburos;

- calentamiento localizado de los hidrocarburos que fluyen selectivamente desde la capa superficial mediante un conducto perimetral adosado externamente al tanque o recipiente por el que se hacen circular gases calientes, de manera que durante la extracción se produzca una precipitación del agua no emulsionada y se establezca un flujo selectivo de los hidrocarburos calentados por el conducto perimetral hacia un dispositivo de succión que está conectado mediante una conducción a una bomba destinada a la extracción selectiva de los hidrocarburos, y

- extracción selectiva de los hidrocarburos que calienta el conducto perimetral con una primera bomba y extracción periódica del agua precipitada con una segunda bomba, en donde la conducción para la extracción de

los hidrocarburos lleva conectado en un extremo un dispositivo de succión con su boca de aspiración orientada hacia arriba y la conducción para la extracción del agua precipitada lleva conectado en un extremo un dispositivo de succión con su boca de aspiración orientada hacia el fondo del tanque o recipiente, estando el dispositivo de succión de los hidrocarburos inmerso en los hidrocarburos calentados por el citado conducto perimetral y el dispositivo de succión del agua posicionado en el fondo del tanque, con su boca de aspiración ligeramente separada del fondo.

10.- Procedimiento según la reivindicación 9, en donde los gases calientes que se hacen circular por el citado conducto perimetral son aportados por un eyector de vapor con su boca de descarga de gases conectada a una boca de entrada de gases calientes del conducto perimetral, con su tobera de vapor motor conectada a la citada caldera y con su boca de aspiración de gases aspirando por efecto Venturi aire de la atmósfera, de modo que el aire aspirado es mezclado homogéneamente con el vapor motor e inyectado por el propio eyector en dicha boca de entrada de gases del conducto perimetral.

11.- Procedimiento según las reivindicaciones 9 o 10, aplicable a hidrocarburos, cuyo punto de inflamación es igual o superior a 55 ºC, clases C y D.

12.- Procedimiento según las reivindicaciones 9 o 10, aplicable a hidrocarburos cuyo punto de inflamación sea inferior a 55 ºC, clase B, en donde además se incluyen las operaciones siguientes:

- inyección inicial de nitrógeno en el tanque o recipiente hasta conseguir una concentración de oxígeno por debajo del 8%, y

- aportación regulada de nitrógeno para mantener en todo momento la concentración de oxígeno en el tanque o recipiente por debajo del 8%.

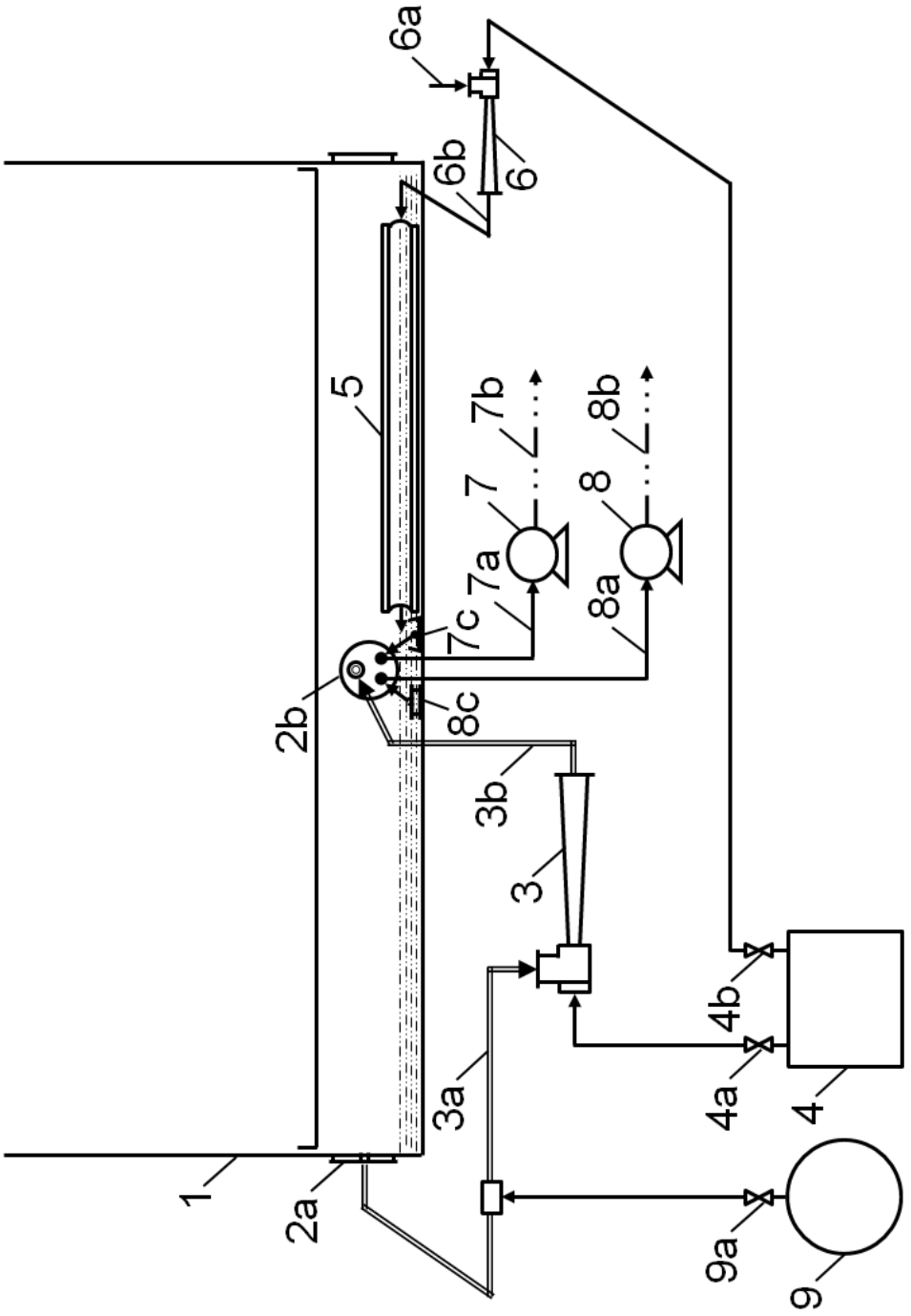

Figura 1