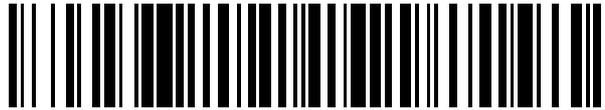


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 156**

21 Número de solicitud: 201600007

51 Int. Cl.:

B08B 9/08

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

07.01.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

07.08.2017

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2016/000139

71 Solicitantes:

**SYMICEIS 2014, S.L. (100.0%)
POLIGONO INDUSTRIAL POUSA, PARCELA 4
27760 LOURENZA (Lugo) ES**

72 Inventor/es:

FONTECHA CUETOS, Evaristo

74 Agente/Representante:

ISERN CUYAS, María Luisa

54 Título: **Procedimiento de extracción de hidrocarburos viscosos remanentes en tanques y tuberías**

57 Resumen:

Procedimiento de extracción de hidrocarburos viscosos remanentes en tanques y tuberías.

Procedimiento caracterizado por incluir entre sus operaciones la inyección en tanques y tuberías de una corriente constituida por aire caliente con alta humedad relativa y el vapor de agua sobrecalentado preciso en cada momento para provocar el flujo de hidrocarburos hacia la zona de extracción de un modo efectivo y seguro.

- Efectivo. El vapor de agua libre y el absorbido por el aire caliente permiten transmitir grandes cantidades de calor latente; adicionalmente, el sobrecalentamiento incrementa el calor sensible y retarda las cesiones de calor latente a las distintas temperaturas de rocío, propiciando una transmisión de calor más uniforme y con mayor alcance efectivo.

- Seguro. La inyección continua de aire evita la generación de atmósferas explosivas y las condiciones de humedad generadas evitan riesgos de incendio.

El procedimiento es aplicable a tanques y tuberías de petróleo y productos petrolíferos viscosos.

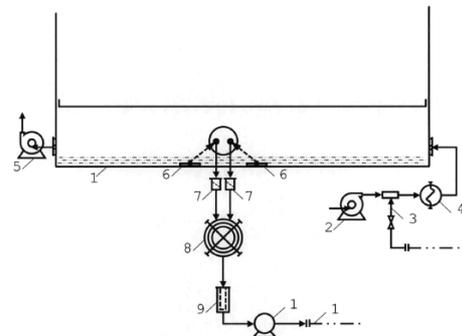


Figura 1

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de extracción de hidrocarburos viscosos remanentes en tanques y tuberías.

5

Objeto de la invención

Los tanques y las tuberías de productos petrolíferos deben vaciarse regularmente para realizar inspecciones periódicas, trabajos de mantenimiento, cambios de carga o demoliciones. El objeto de la presente invención es un procedimiento de extracción de hidrocarburos viscosos caracterizado por una operación que reduce la viscosidad de los hidrocarburos mediante la inyección en los tanques y tuberías de una corriente constituida por aire caliente con alta humedad relativa y vapor de agua sobrecalentado.

El procedimiento es aplicable a los tanques y tuberías de petróleo y de productos petrolíferos viscosos, que se encuentran ampliamente extendidos en yacimientos petrolíferos, refinerías de petróleo, terminales portuarias, buques petroleros, centrales térmicas, plantas petroquímicas, etc.

Estado de la técnica

El procedimiento objeto de la invención tiene como antecedentes dos procedimientos de extracción selectiva de hidrocarburos viscosos de tanques de almacenamiento que el 28.04.2011 y el 24.01.2014 fueron objeto de solicitud de patente por el mismo inventor que el presente. La primera solicitud fue concedida el 22.07.2013 con el número ES 2391183 B1. El informe de búsqueda internacional de la citada patente señalaba como antecedentes tres documentos que no representaron ningún impedimento para su concesión (US 105085242 A Great Eastern Bermuda LTD, GB 2101475 A British Petroleum CO PLC y US 3874399 A Fuji Oil CO LTD).

30

La presente invención corrige una deficiencia de sus dos procedimientos antecedentes, que es la limitada capacidad de transmisión de calor que presenta el aire caliente para fluidificar los hidrocarburos remanentes en los tanques de gran tamaño ($\varnothing > 60$ metros) o en las tuberías de centenares de metros de longitud. Deficiencia que se hace más evidente en condiciones invernales o en la fase final de extracción, lo que ocasiona que en los tanques quede sin extraer finalmente una parte significativa de los hidrocarburos y que en las tuberías existan limitaciones en cuanto a su longitud. Lo que no resulta factible es incrementar la transmisión de calor con aire más caliente o con más caudal de aire, ya que calentar el aire a temperaturas muy elevadas no es posible en las zonas donde el procedimiento se aplica (zonas clasificadas ATEX con limitaciones de temperatura para los equipos eléctricos, generalmente 200°C en los productos petrolíferos), y aumentar los caudales de aire caliente implicaría en los tanques unos costes desorbitados de adquisición de potentes calentadores eléctricos homologados para zonas ATEX y de suministro de grandes grupos electrógenos con sus correspondientes proyectos de instalación temporal. Dificultades añadidas se presentan en las tuberías, pues incrementar los caudales de inyección de aire caliente implicaría aumentar la presión en las tuberías hasta unos extremos inasumibles desde el punto de vista de la seguridad, debido al riesgo de incendio asociado a las corrientes electrostáticas que se generan en las tuberías al circular aire a gran velocidad y con mínima humedad relativa, riesgo que determinó que las tuberías no fueran objeto de patente en los dos procedimientos antecedentes. En la segunda solicitud de patente se solucionaba el problema de aportación de calor a los hidrocarburos remanentes en los tanques añadiendo al procedimiento una operación específica basada en la recirculación de agua caliente, pero resulta una operación compleja que en la práctica ofrece resultados poco satisfactorios.

50

La presente invención soluciona la referida deficiencia mediante la inyección en el tanque o tubería de una corriente constituida por aire caliente con alta humedad relativa y el vapor de agua sobrecalentado que se necesite en cada momento para provocar el flujo de hidrocarburos hacia la zona de extracción de un modo efectivo y seguro, lo que supone incrementar la capacidad de transmisión de calor a la capa superficial de hidrocarburos remanentes en los tanques con unos equipos de dimensiones moderadas, cuyo consumo de electricidad y de vapor de agua puede ser satisfecho mediante los suministros que habitualmente se encuentran disponibles en las instalaciones de almacenamiento de productos petrolíferos. Adicionalmente, el sobrecalentamiento aumenta el calor sensible de la corriente inyectada y retarda las cesiones de calor latente a las distintas temperaturas de rocío, ampliando ostensiblemente el alcance efectivo de la transmisión del calor, lo que resulta especialmente relevante para la aplicación del procedimiento a los grandes tanques de techo flotante de petróleo ($\varnothing > 60$ metros) y a las tuberías de productos petrolíferos viscosos de muchos centenares de metros de longitud.

Otra ventaja concluyente del presente procedimiento respecto a los dos antecedentes es que el aire con alta humedad relativa no acumula cargas electrostáticas por presentar una conductividad muy superior al aire con reducida humedad relativa.

A la fecha de presentación de la presente invención, los procedimientos más utilizados en las refinerías para extraer hidrocarburos viscosos remanentes en los tanques de petróleo están basados en la dilución mediante la inyección de hidrocarburos no viscosos suministrados por las propias refinerías. En los tanques de fueloil y de otros hidrocarburos viscosos, lo más habitual es realizar la extracción mediante camiones de succión e impulsión, con operarios en el interior de los tanques empujando los hidrocarburos hacia las mangueras de succión. Por lo que se refiere a las tuberías de hidrocarburos viscosos, los procedimientos más extendidos se basan en la limpieza mediante "pigs" propulsados con nitrógeno y el "flushing" mediante latiguillos y cabezales de agua a presión. El procedimiento objeto de la patente presenta importantes ventajas respecto a los procedimientos referidos anteriormente, tales como no precisar la inyección de hidrocarburos no viscosos en los tanques para fluidificar los hidrocarburos remanentes ni la inyección de nitrógeno para la inertización de los tanques y las tuberías, extraer los hidrocarburos sin mezclarlos con los contaminantes depositados en el fondo de los tanques, y hacer uso de equipos simples y de fácil instalación que eliminan la necesidad de realizar trabajos y modificaciones en los techos de los tanques o cortes en las tuberías.

Descripción de la invención

El procedimiento objeto de la invención comprende la secuencia de operaciones siguiente:

- Mediciones de las concentraciones de gases inflamables o tóxicos para prevenir los riesgos asociados, controles de la temperatura de extracción de los hidrocarburos para prevenir calentamientos excesivos y conexión a tierra de los equipos para disipar las cargas electrostáticas. Inicialmente se hacen mediciones de los gases inflamables o tóxicos existentes en el interior del tanque o tubería, procediendo a su ventilación si se superan los límites de concentración admisible. Durante la práctica del procedimiento, las mediciones se realizan sobre la corriente de aire a su salida del tanque o tubería. Las mediciones de temperatura de los hidrocarburos se realizan mediante termómetros instalados en los equipos exteriores de calentamiento, filtrado o bombeo.

- Calentamiento mediante la inyección en el tanque o tubería de una corriente constituida por aire caliente con alta humedad relativa y por el vapor de agua sobrecalentado que se necesite en cada momento para provocar el flujo de hidrocarburos hacia la zona de extracción de un modo efectivo y seguro. La inyección de, la corriente de aire y vapor de agua en los tanques se puede realizar con un ventilador centrífugo de alta presión con una presión estática en torno a 100 milibares, mientras que en las tuberías se necesita mayor presión y se realiza preferentemente con una soplante que transmita una presión estática en torno a 50 milibares en la fase inicial de extracción y que pueda llegar a superar los 1.000 milibares en la fase final. El ventilador centrífugo de alta presión o la soplante fuerzan el paso de la corriente de aire atmosférico y de vapor de agua por un calentador eléctrico con deflectores convenientemente dispuestos para establecer un flujo en régimen turbulento que favorezca la absorción de humedad por parte del aire. Teniendo en cuenta que la capacidad de absorción de humedad del aire se incrementa con la temperatura, con el flujo en régimen turbulento del aire y del vapor de agua por un calentador eléctrico con deflectores se consigue que el aire se caliente y absorba una considerable cantidad vapor de agua, de modo que la humedad relativa del aire caliente aumente hasta valores tan próximos a la humedad de saturación como permitan el dimensionamiento o configuración del calentador eléctrico y la presión transmitida por el ventilador centrífugo de alta presión o la soplante. A medida que se requiere más aportación de calor para mantener el flujo de hidrocarburos hacia la zona de extracción, se van agregando cantidades crecientes de vapor de agua que, tanto si resulta absorbido por el aire caliente como si permanece libre, se sobrecalienta en el calentador eléctrico y se inyecta en el tanque o tubería. Se consigue así una aportación de calor que reduce la viscosidad de los hidrocarburos de un modo efectivo y seguro.

- Efectivo. El vapor de agua libre y el absorbido por el aire caliente permiten transmitir grandes cantidades de calor latente; adicionalmente, el sobrecalentamiento incrementa el calor sensible de la corriente inyectada y retarda las cesiones de calor latente a las distintas temperaturas de rocío, propiciando una transmisión de calor más uniforme y con mayor alcance efectivo.
- Seguro. La inyección continua de aire evita la generación de atmósferas explosivas y las condiciones de humedad generadas con el vapor de agua evitan riesgos de incendio.

La normativa que afecta a los equipos eléctricos en zonas clasificadas ATEX establece la temperatura máxima a alcanzar en el núcleo del calentador eléctrico, limitando así la temperatura a la que se puede calentar la corriente de aire y vapor de agua. En el caso del petróleo, su temperatura de autoignición o la de los gases desprendidos determinan una limitación de 200°C (clase de temperatura T3). El vapor de agua disponible habitualmente en las instalaciones de almacenamiento se encuentra en torno a 3 bares de presión, por lo que el vapor de agua entraría en el calentador eléctrico aproximadamente a 135°C y tendría un margen máximo de calentamiento de 65°C. Dicho margen no es muy significativo por lo que se refiere al incremento de calor sensible que puede obtenerse, pero sí lo es en lo relativo a conseguir una transmisión de calor más uniforme y que alcance a los hidrocarburos más alejados del punto de inyección de la corriente, ya que el sobrecalentamiento retarda el momento en que se van produciendo las cesiones de calor latente a las distintas temperaturas de rocío.

- Extracción del tanque de un caudal de aire ligeramente superior al aportado, mediante un ventilador centrífugo instalado en la zona inferior externa de la envolvente del tanque y alejado todo lo posible del punto de inyección. Se consigue así transmitir el calor de manera más uniforme y forzar una leve depresión en el tanque que evite pérdidas de aire caliente y de vapor de agua a través del anillo de sellado en los tanques de techo flotante

o a través de los respiraderos en los tanques de techo fijo. Esta operación no es necesaria en la extracción de hidrocarburos de las tuberías, debido a que no hay pérdidas posibles de aire caliente o vapor de agua, salvo por los extremos de la tubería.

5 - Calentamientos adicionales, mediante dispositivos de calentamiento situados en el interior del tanque e intercambiadores de calor externos, para facilitar las operaciones de extracción, filtrado y trasvase de los hidrocarburos al punto designado para tal efecto. Los dispositivos de calentamiento en el interior del tanque (serpentines de calentamiento, resistencias eléctricas ATEX, etc.) deben situarse muy próximos a las líneas de succión o
10 pueden estar integrados en ellas, de modo que el calentamiento de los hidrocarburos sea simultáneo a su extracción. Sirvan como ejemplo de dispositivos integrados los dispositivos de succión y calentamiento simultáneo, que se conectan al extremo de las mangueras de succión y disponen de dos cámaras diferenciadas, una cámara de succión por la que circulan los hidrocarburos y otra cámara de calentamiento por la que pueda
15 circular vapor de agua o que aloje un sistema eléctrico de calentamiento. El resto de los equipos necesarios para la práctica del procedimiento (intercambiadores de calor, filtros y bombas) son convencionales, con excepción de las bombas, que han de estar homologadas para zonas con riesgo de formación de atmósferas explosivas. Una vez que la aportación de calor deje de ser efectiva y finalice el flujo de hidrocarburos hacia la zona
20 de extracción, se da por finalizada la aplicación del procedimiento. La temperatura a la que se deben calentar los hidrocarburos depende de sus características y generalmente se encuentra entre 30°C y 70°C, temperatura alcanzable en las tuberías sin necesidad de calentamientos adicionales. La aplicación del procedimiento a las tuberías puede exigir una extracción previa de hidrocarburos hasta alcanzar un nivel de llenado que posibilite la
25 circulación de la corriente de aire y vapor de agua desde un extremo al otro de la tubería. A medida que el nivel de hidrocarburos en las tuberías lo permita, se van incrementando la presión a la que se inyecta la corriente y el caudal de vapor de agua aportado, siempre de forma controlada para no provocar avalanchas que impidan la circulación de la corriente de aire y vapor de agua por la tubería. El vapor de agua actúa como
30 coadyuvante del aire para completar la extracción de los hidrocarburos y tiene un efecto desengrasante de la tubería. La corriente de aire y vapor de agua inyectada en la tubería ha de tener salida libre por el extremo opuesto al de inyección para que en su avance impulse los hidrocarburos fuera de la tubería. Los hidrocarburos se recogen en un recipiente situado bajo el extremo de salida de la tubería y son inmediatamente
35 bombeados al punto designado para tal efecto. Una vez que se haya completado la extracción de los hidrocarburos, se interrumpe la aportación de vapor de agua y se mantiene la inyección de aire atmosférico caliente hasta conseguir que la tubería quede completamente seca.

40 **Descripción de la figura adjunta**

En la figura 1 se representa un esquema del procedimiento aplicado a un tanque de techo flotante -1-. El ventilador centrífugo de alta presión -2- impulsa aire atmosférico y vapor de agua -3-, forzando su flujo en régimen turbulento por un calentador eléctrico con
45 deflectores -4- e inyectando el aire caliente con alta humedad relativa y el vapor de agua sobrecalentado en el tanque, mientras un ventilador centrífugo -5- extrae del tanque una cantidad de aire ligeramente superior al inyectado y lo libera a la atmosfera. En la zona de extracción de los hidrocarburos se instalan los dispositivos de succión y calentamiento simultaneo -6-, los filtros -7- para retención de sólidos de gran tamaño, el intercambiador
50 de calor -8-, una unidad filtrante -9- para retención de sólidos de pequeño tamaño y una bomba -10-, mediante los cuales se realiza la extracción, el calentamiento, el filtrado y el trasvase de los hidrocarburos al punto designado para tal efecto -11-.

Descripción de una realización preferente de la invención

Un ejemplo representativo de aplicación del procedimiento se presenta en la extracción del petróleo remanente en los tanques de techo flotante, aplicación muy ventajosa al encontrarse el techo flotante en su posición de mantenimiento, apoyado sobre sus patas soporte en el fondo del tanque, lo que supone limitar la altura del tanque y facilitar el calentamiento del petróleo remanente. La secuencia de operaciones es la siguiente:

- Mediciones de las concentraciones de gases inflamables o tóxicos, controles de la temperatura de extracción del petróleo y conexión a tierra de los equipos. En el supuesto de que se detectasen sobrecalentamientos del petróleo o concentraciones no admisibles de gases inflamables o tóxicos, se interrumpirían de inmediato los calentamientos y se mantendría la ventilación del tanque hasta recuperar las condiciones de seguridad requeridas.

- Calentamiento mediante la inyección en el tanque de una corriente constituida por aire caliente con alta humedad relativa y el vapor de agua sobrecalentado necesario para reducir la viscosidad de la capa superficial del petróleo remanente y provocar su flujo hacia la zona de extracción. El calentamiento del aire, la simultánea absorción de humedad por el aire y el sobrecalentamiento del vapor de agua se consiguen forzando el flujo en régimen turbulento de aire atmosférico y de vapor de agua por un calentador eléctrico con deflectores. A medida que se requiere más aportación de calor para mantener el flujo de petróleo hacia la zona de extracción, se van agregando cantidades crecientes de vapor de agua. Además de ceder el correspondiente calor latente en el cambio de fase, el vapor de agua una vez condensado favorece el flujo de hidrocarburos hacia la zona de extracción.

- Extracción del tanque de un caudal de aire ligeramente superior al aportado mediante un ventilador centrífugo instalado en la boca de paso de hombre más alejada del punto de inyección de la corriente, con objeto de conseguir una transmisión mas uniforme del calor y forzar una leve depresión en el tanque que evite pérdidas de aire caliente y de vapor de agua a través del anillo de sellado.

- Calentamientos adicionales, mediante dispositivos de calentamiento situados en el interior del tanque e intercambiadores de calor externos, para facilitar las operaciones de extracción, filtrado y trasvase del petróleo al punto designado para tal efecto. Una vez que la aportación de calor deje de ser efectiva y finalice el flujo de petróleo hacia las líneas de succión, se da por finalizada la aplicación del procedimiento de extracción, quedando en el fondo del tanque los lodos aceitosos y las fracciones del petróleo con elevada temperatura de fusión para su retirada por métodos convencionales.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de extracción de hidrocarburos viscosos remanentes en tanques de almacenamiento **caracterizado** por incluir entre sus operaciones la inyección en los tanques de una corriente constituida por aire caliente con alta humedad relativa y vapor de agua sobrecalentado.

El procedimiento consta de las operaciones siguientes:

- Mediciones de las concentraciones de gases inflamables o tóxicos, controles de la temperatura de extracción de los hidrocarburos y conexión a tierra de los equipos.
- Calentamiento de la capa superficial de hidrocarburos mediante la inyección en el tanque de una corriente constituida por aire caliente con alta humedad relativa y por la cantidad de vapor de agua sobrecalentado que se necesite en cada momento para provocar el flujo de hidrocarburos hacia la zona de extracción. El calentamiento del aire, la simultánea absorción de humedad por el aire y el sobrecalentamiento del vapor de agua se consiguen forzando el flujo en régimen turbulento de aire atmosférico y vapor de agua por un calentador eléctrico con deflectores.
- Extracción del tanque de un caudal de aire ligeramente superior al aportado mediante un ventilador centrífugo instalado en la zona inferior externa de la envolvente del tanque y alejado todo lo posible del punto de inyección.
- Calentamientos adicionales de los hidrocarburos mediante dispositivos de calentamiento situados en el interior del tanque e intercambiadores de calor externos.
- Extracción, filtrado y trasvase de los hidrocarburos al punto designado para tal efecto.

2. Procedimiento de extracción de hidrocarburos viscosos remanentes en tuberías **caracterizado** por incluir entre sus operaciones la inyección en las tuberías de una corriente constituida por aire caliente con alta humedad relativa y vapor de agua sobrecalentado.

El procedimiento consta de las operaciones siguientes:

- Mediciones de las concentraciones de gases inflamables o tóxicos, controles de la temperatura de extracción de los hidrocarburos y conexión a tierra de los equipos.
- Extracción previa de hidrocarburos de la tubería, si fuera necesario, hasta alcanzar un nivel de llenado que posibilite la circulación de la corriente de aire y vapor de agua desde un extremo al otro de la tubería.
- Calentamiento de los hidrocarburos mediante la inyección en la tubería de una corriente constituida por aire caliente con alta humedad relativa y por la cantidad de vapor de agua sobrecalentado que se necesite en cada momento para provocar el flujo de hidrocarburos hacia la zona de extracción establecida en el extremo opuesto de la tubería. El calentamiento del aire, la simultánea absorción de humedad por el aire y el sobrecalentamiento del vapor de agua se consiguen forzando el flujo en régimen turbulento de aire atmosférico y vapor de agua por un calentador eléctrico con deflectores.
- Extracción de los hidrocarburos por el extremo de la tubería opuesto al de inyección y trasvase de los mismos al punto designado para tal efecto. A medida que el nivel de

hidrocarburos en las tuberías lo permita, y siempre de forma controlada para no provocar avalanchas que impidan la circulación de la corriente de aire y vapor de agua por la tubería, se van incrementando la presión a la que se inyecta la corriente y el caudal de vapor de agua aportado hasta completar la extracción de los hidrocarburos.

5

- Inyección de aire atmosférico caliente en la tubería hasta conseguir que quede completamente seca.

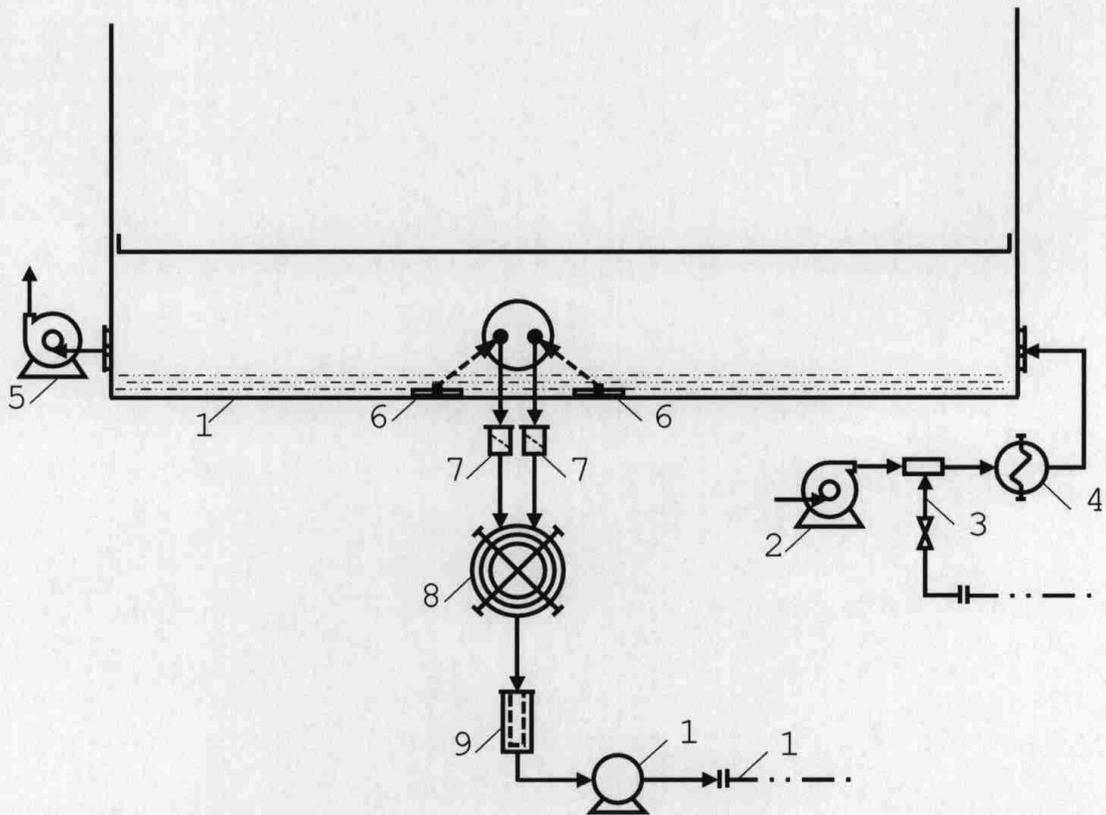


Figura 1