

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 508 517**

51 Int. Cl.:

B01D 24/42 (2006.01)

B01D 24/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2007** **E 11181600 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.07.2014** **EP 2397208**

54 Título: **Método y dispositivo para limpiar filtros de medios no fijos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.10.2014

73 Titular/es:

EXTERRAN HOLDINGS, INC. (100.0%)
16666 Northchase Drive
Houston TX 77060, US

72 Inventor/es:

LEE, DOUGLAS W.;
TYRIE, COLIN y
BATEMAN, WILLIAM

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 508 517 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 y dispositivo para limpiar filtros de medios no fijos.

5 La presente invención se refiere generalmente al campo de la filtración de líquidos usando medios de filtro no fijos, y más específicamente a un método y un sistema para retirar contaminantes filtrados de lechos de filtro de estos tipos durante los ciclos de limpieza periódica.

10 En la técnica anterior se han usado diversos métodos y sistemas para retirar contaminantes acumulados de un lecho de medio de filtro granular. Los métodos utilizados hasta la fecha generalmente tienen estas etapas de procesamiento comunes:

15 (1) proporcionar medios de agitación para descomponer aglomeraciones de medios de filtro y contaminantes formados normalmente durante el procedimiento de filtración;

(2) hacer fluir un medio portador a través de los gránulos agitados para movilizar los contaminantes lejos de los medios de filtro;

20 (3) retener los medios de filtro dentro del filtro mientras se permite que los contaminantes fluyan hacia fuera; y

(4) devolver los medios de filtro limpiados a su estado normal.

Estas cuatro etapas pueden resumirse a lo siguiente: (1) agitación, (2) lavado, (3) separación, y (4) reformado.

25 En cuanto a la etapa común 1, se dan a conocer diversos medios para agitar los medios de filtro tal como cuchillas giratorias y chorros de líquido de alta velocidad (véanse las patentes estadounidenses n.ºs 2.521.396 y 3.992.291/3.953.333). Sin embargo, ambos de estos métodos crean al menos dos problemas significativos. En primer lugar, los sistemas de cuchilla giratoria tienen a menudo sellos mecánicos que requieren de mantenimiento frecuente. En segundo lugar, los chorros de líquido de alta velocidad producen grandes volúmenes de agua de lavado sucia que debe almacenarse y reciclarse a través del procedimiento. Lo que se necesita en la técnica son medios de agitación que no requieran de deflectores o paletas internos giratorios y que minimicen el consumo de líquido.

35 En cuanto a la etapa común 2, el medio portador usado para enjuagar los medios de filtro es lo más comúnmente el fluido de filtrado limpio. En muchos sistemas, se requiere un gran volumen de almacenamiento de filtrado limpio para proporcionar una capacidad de respuesta cuando el ciclo de lavado a contracorriente trabaja a una tasa de alto volumen para enjuagar los medios durante esta etapa. Algunos métodos utilizan los chorros de agua de alto volumen tanto para agitar como para enjuagar a contracorriente, que es una combinación de las etapas comunes 1 y 2. Sin embargo, tales sistemas aun generan grandes volúmenes de líquido de lavado a contracorriente que debe almacenarse y reciclarse de nuevo a través del procedimiento. Además, se prefiere utilizar fluido de procedimiento contaminado para el lavado a contracorriente en lugar de filtrado limpio. Esto evitará tener bombas y recipientes de almacenamiento de filtrado limpio específicamente para ciclos de lavado a contracorriente periódicos.

45 En cuanto a la etapa común 3, la separación de los contaminantes de los medios de filtro se realiza normalmente haciendo fluir la suspensión en una trayectoria de flujo continua sobre un elemento de limpieza, ubicado externamente al alojamiento de filtro, donde se retiran partículas más grandes intercaladas de la suspensión, y devolviendo el material de filtro retirado de vuelta al alojamiento de filtro (véanse las patentes estadounidenses n.ºs 3.992.291 y 3.953.333). Este método añade tamaño y coste significativo al filtro ya que requiere de diversos equipos, válvulas, recipientes y conductos externos. La patente estadounidense n.º 4.787.987 da a conocer un método *in situ* de separación de los contaminantes de los medios de filtro mediante un tamiz, de tamaño ligeramente más pequeño que el tamaño medio del filtro, contenido dentro del recipiente bajo los medios de filtro. Ese método agita y suspende los medios y contaminantes por acción de una bomba de líquido de alto volumen. Durante esta etapa de agitación, se añade líquido de compensación al recipiente a sustancialmente la misma tasa a la que se retira el líquido contaminado concentrado a través de los medios de tamiz mientras que los medios de filtro se retienen dentro del alojamiento de filtro.

60 El documento GB-A-2080694 (Louboutin) da a conocer un filtro de material granular destinado a la filtración de agua de mar en plataformas en alta mar. Comprende una cámara de metal cerrada que contiene un lecho de material granular que descansa sobre un suelo impermeable, tubería de entrada para el agua que va a tratarse ubicada dentro de la cámara encima del lecho y tubería de recuperación para agua tratada ubicada dentro del lecho cerca del suelo. El filtro puede funcionar en un modo de filtración normal y también en un modo de lavado en el que hay un flujo inverso de aire y agua desde la tubería de recuperación hasta la tubería de entrada. La tubería de recuperación incluye un colector ramificado dotado de boquillas que emergen todas al mismo nivel en el lecho de material granular y que están dotadas todas de rendijas dispuestas en un patrón circunferencial. Las rendijas conducen a y desde el interior de cada boquilla que comunica con un tubo que conduce al interior de una rama del colector de modo que durante la filtración el líquido filtrado por el lecho fluye a través de las boquillas y al interior del colector. Durante el

lavado, se introducen aire y agua a contracorriente en el colector. Se forma un colchón de aire en el colector y se forma una emulsión de aire y agua y pasa al interior del lecho por medio de las rendijas en las boquillas. Se considera que la disposición permite una buena distribución del agua que va a tratarse durante la filtración permitiendo pasos preferentes y zonas muertas en la masa filtrante que va a evitarse y que permite también distribuir bien una emulsión de agua y aire durante la operación de lavado.

El documento GB-B-2251194 (Martinez) da a conocer un filtro para una máquina herramienta que comprende un depósito cilíndrico que puede funcionar en modos de filtrado y aclarado y que tiene un lecho de medio triturado (por ejemplo ilemita) cuyas partículas tiene una densidad $> 3 \text{ g/cm}^3$. En el modo de filtración se bombea líquido contaminado que viene, por ejemplo, de electroerosión al interior del depósito a través de un difusor superior que crea un flujo uniforme de líquido al interior y a través del lecho. El líquido filtrado se retira de una zona inferior del lecho por medio de un difusor inferior que puede comprender tuberías de extremos abiertos dispuestas en forma de estrella. En el modo de aclarado se invierte el sentido del flujo y se emplea un flujo contrario de líquido y aire.

El documento US 5100550 (Brulhart) da a conocer una boquilla de filtro equipada con discos de filtro anulares que establecen trayectorias de flujo que sirven para conducir el líquido de filtro, siendo las trayectorias radiales y penetrando a través de los discos de filtro. Una boquilla de filtro similar se muestra en el documento CH 201278 (Aktiengesellschaft für Hydrologie), estando configurados los discos para conferir un movimiento de remolino al líquido descargado hacia fuera desde la boquilla.

La presente invención va dirigida en parte, a medios novedosos de agitación y fluidización *in situ* de gránulos de medios de filtro para liberar de manera suficiente contaminantes recogidos lo más rápidamente posible y enjuagar esos contaminantes del alojamiento de filtro usando la menor cantidad de líquido necesaria.

En un aspecto la invención proporciona un filtro de lecho profundo que tiene las características de la reivindicación 1 de las reivindicaciones adjuntas.

En otro aspecto la invención proporciona un método de filtración de contaminantes de una corriente de líquido, teniendo dicho método las características de la reivindicación 6 de las reivindicaciones adjuntas.

Las realizaciones proporcionan un método novedoso de limpieza *in situ* de contaminantes aglomerados a partir de medios de filtro granulares. Este método combina una baja tasa de líquido contaminado con un gas, tal como aire o gas natural, para crear una corriente a chorro. Esta corriente a chorro se dispersa en los medios de filtro a través de una o más boquillas radiales dispuestas dentro de los medios de filtro. El gas sale de las boquillas radiales como dispersión en burbujas dentro del líquido. A medida que la corriente a chorro se eleva a través de los medios de filtro, expande el lecho para romper grandes aglomeraciones de contaminantes y fluidizar los gránulos de medios de filtro individuales para desincrustar y movilizar aglomeraciones de contaminantes más pequeñas dentro de los espacios intersticiales de los medios de filtro. Esta acción de fluidización proporciona el grado de agitación requerido por los medios para soltarse y movilizar aglomeraciones de contaminantes sin la necesidad de altas velocidades en el espacio de líquido comunes a otros métodos de limpieza de filtros. Este método proporciona el beneficio de permitir el uso de líquido de procedimiento contaminado en la corriente a chorro, lo que elimina la necesidad de almacenar filtrado limpio para su uso durante los ciclos de lavado a contracorriente.

Este método proporciona el beneficio adicional de minimizar el volumen de agua líquida cargada de contaminantes que debe procesarse de nuevo. Otros métodos de limpieza de filtros requieren grandes tasas de volumen de líquido, hasta 1,5 veces la tasa de líquido entrante durante el funcionamiento normal, para proporcionar suficiente velocidad intersticial para movilizar los contaminantes lejos de los medios de filtro. Volúmenes de lavado a contracorriente inferiores reducen los costes de equipo auxiliar y los costes del reprocesamiento.

Este método proporciona el beneficio aún adicional de reducir el tiempo del ciclo de limpieza. Otros métodos de limpieza de filtros hacen fluir el gas por separado a través de los medios de filtro para romper aglomeraciones de contaminantes seguido por hacer fluir el líquido a través de los medios para enjuagar los contaminantes. Combinando la etapa de agitación con la etapa de enjuagado, los tiempos del ciclo de limpieza pueden reducirse significativamente. Tiempos de ciclo de limpieza más cortos proporcionarán un rendimiento global mejorado del sistema de filtro. Este método proporciona el beneficio adicional de permitir la optimización del ciclo de limpieza de medios para una variedad de procedimientos de filtrado. Ajustando la relación de gas con respecto a líquido en la corriente a chorro y; si fuera necesario, el tamaño y la ubicación de las boquillas de chorro radiales, el ciclo de limpieza puede alojar una variedad más amplia de tasas de carga de contaminado, tendencias a la aglomeración y características físicas.

En una realización preferida de la invención, se describe un filtro de medios granulares que está compuesto de un alojamiento de filtro en el que están contenidos los medios y asentados por gravedad en el fondo del alojamiento de filtro para formar un lecho. El fondo de alojamiento de filtro tiene un orificio de salida al que está unido una criba mecánica, tal como una tubería ranurada o alambre trapezoidal. Las ranuras de la criba mecánica son más pequeñas que los gránulos de medios de filtro de modo que a medida que el líquido de procedimiento fluye a través del filtro, el filtrado limpio sale por el orificio de salida mientras que los gránulos de filtro se retienen dentro del

alojamiento de filtro. Durante el funcionamiento normal del filtro, el líquido contaminado fluye desde un orificio de entrada conectado al distribuidor y la criba mecánica y fluye a través del lecho de medios de filtro, depositando contaminantes encima de, dentro de los espacios intersticiales de y la superficie de los medios de filtro. Cuando se atrapan suficientes niveles de contaminantes dentro del alojamiento de filtro, el flujo normal al alojamiento de filtro se detiene y se inicia un ciclo de limpieza. El alojamiento de filtro de realización tiene una única boquilla radial, o una pluralidad de boquillas radiales uniformemente separadas dependiendo del diámetro del alojamiento de filtro, situada justo encima del fondo del lecho de filtro. Un conducto o tubería discurre desde una boquilla con una conexión en la parte exterior del alojamiento de filtro hasta la boquilla radial. Durante el ciclo de limpieza, una tasa controlada de una corriente a chorro fluye a través de las boquillas radiales, hacia arriba a través de los medios de filtro, y hacia arriba hacia la criba mecánica/el distribuidor de orificio de entrada. La corriente a chorro está compuesta de una mezcla de gas y líquido formada fuera del alojamiento de filtro y transportada a las boquillas radiales por medio del conducto de conexión. La boquilla radial está diseñada para crear una dispersión óptima de los componentes de gas y líquido de modo que la mezcla puede agitar simultáneamente los gránulos de filtro y enjuagar los contaminantes de los espacios intersticiales de los medios.

A medida que la corriente a chorro, los contaminantes liberados, y algunos gránulos de filtro fluidizados fluyen hacia el orificio de entrada, la criba mecánica retiene los gránulos fluidizados dentro del alojamiento de filtro mientras permite que la corriente a chorro y los contaminantes salgan del alojamiento de filtro. La realización incluye además un orificio de ventilación en la parte superior del alojamiento de filtro para permitir que el gas atrapado de la corriente a chorro escape antes de devolver el filtro al funcionamiento normal.

La tasa de gas y líquido mezclados para formar la corriente a chorro y usada para agitar y enjuagar los contaminantes del alojamiento de filtro ha de seleccionarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

(1) velocidad de salida de boquilla adecuada para producir una dispersión de gas uniforme dentro del líquido y cobertura sustancial de la corriente a chorro a través de la sección transversal de lecho de medios,

(2) velocidad de gas vertical adecuada para expandir el lecho de medios con el fin de romper grandes aglomeraciones de contaminantes;

(3) velocidad de gas adecuada para fluidizar y agitar los gránulos de medios, y

(4) momento del líquido adecuado para movilizar y llevar contaminantes liberados lejos del lecho de filtro.

El número y la ubicación de las boquillas radiales dentro del alojamiento de filtro han de seleccionarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

(1) distribución uniforme de la corriente a chorro a través de la sección transversal de lecho de filtro y minimización de "puntos ciegos" o el volumen de medios de filtro sobre los que no hace contacto la corriente a chorro; y

(2) cercanía suficiente al fondo del lecho de medios de modo que el flujo de salida de la boquilla entra en contacto con la criba mecánica del orificio de salida inferior para limpiar la criba de medios de filtro recogidos en la misma;

Aunque la invención se ha resumido incluyendo un método y un aparato para retirar contaminantes de un lecho de medios de filtro granulares, otros usos dentro del alcance de la invención pueden resultar evidentes para aquellos expertos en la técnica de filtración.

A continuación se describirá cómo puede llevarse la invención a la práctica, sólo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista en sección vertical de un alojamiento de medios no fijados que muestra elementos internos usados para llevar a cabo el método de limpieza de medios descrito en el presente documento.

La figura 2 es una vista en sección horizontal a través del diámetro de alojamiento de filtro que muestra una posición de realización de las boquillas de chorro en un ángulo de 45° entre el colector de criba de salida de filtrado.

La figura 3 es una vista en sección tridimensional de la realización de la figura 2 vista desde la parte inferior del recipiente de alojamiento de filtro y proporciona detalle adicional de la realización presentada en la figura 2.

La figura 4 es una vista en sección transversal desde arriba similar a la de la figura 2 pero con las boquillas radiales ubicadas justo encima y alineadas con los elementos de colector de criba de salida que muestra una ubicación alternativa de las boquillas radiales.

La figura 5 muestra una vista tridimensional detallada de una boquilla radial y sus componentes secundarios. Líneas discontinuas se extienden desde el espacio anular de la boquilla radial indicando el movimiento general de la corriente a chorro desde la boquilla y el efecto que tiene la corriente a chorro sobre los fluidos que rodean la boquilla.

La figura 6 muestra una vista en sección transversal vertical de una realización alternativa de la boquilla radial en la que las placas de boquilla están modificadas para potenciar la uniformidad de la distribución de corriente a chorro y reducir medios de obturación de la boquilla cuando está inactiva.

La figura 7 muestra una vista lateral desde arriba tridimensional de una realización alternativa adicional en la que las boquillas radiales están ubicadas bajo los elementos de colector de criba de salida de filtrado con el fin de proporcionar la limpieza del tamiz de colector de criba así como los medios de filtro en el alojamiento durante el método de limpieza descrito en el presente documento.

La figura 8 muestra una realización alternativa en la que se incorporan una pluralidad de alojamientos de filtros, incorporando cada uno los elementos internos necesarios para llevar a cabo el método de limpieza en el presente documento, a un alojamiento de filtro horizontal separado en compartimentos individuales por deflectores internos.

Haciendo referencia a la figura 1, se ilustra un recipiente 10 de filtro para alojar un lecho 12 de medio de filtro granular. El alojamiento de filtro es un recipiente con especificación de presión que tiene cabezales elipsoidales superiores e inferiores 2:1. Pueden usarse otros diseños y formas de recipiente de filtro y no afectarán a los principios por los que funciona el presente filtro. El medio 12 de filtro granular puede ser cualquiera de varios materiales elegidos basándose en las características del líquido que va a filtrarse y las propiedades de los contaminantes. Para la filtración de agua que contiene gotas de aceite y contaminantes sólidos en suspensión, se usan comúnmente cáscaras de nuez negra americana granuladas. Existe un espacio 14 encima del lecho 12 de filtro para hacer hueco para que el lecho se expanda durante el ciclo de limpieza. Se entenderá, obviamente, que puede utilizarse cualquier alojamiento de filtro adecuado para confinar el lecho de material de filtro granular.

El recipiente 10 de filtro incluye también distribuidores 20 de entrada para la introducción de líquido contaminado desde un conducto exterior y la dispersión del líquido de manera sustancialmente uniforme a través de la sección transversal del recipiente de filtro. También está instalado un colector 22 de salida de lavado a contracorriente en la parte superior del recipiente de filtro para recibir el flujo de corriente a chorro y contaminantes liberados durante el ciclo de limpieza. El colector de salida contiene también medios 23 de criba mecánica, mostrados en este caso como tubería ranurada o alambre trapezoidal en la que las ranuras abiertas son de un diámetro inferior al del menor tamaño de gránulo de medios e impiden que ninguno de los medios de filtro movilizados escape del recipiente durante el ciclo de lavado a contracorriente. Aunque esta figura muestra entrada de fluido de procedimiento y medios de salida de lavado a contracorriente separados, muchos diseños de distribuidores de entrada combinan tanto distribución de fluido de procedimiento como extracción de lavado a contracorriente. La descripción de la entrada se muestra a modo de ejemplo de una realización preferida y pueden utilizarse otras entradas de alimentación dependiendo de las características del líquido que va a filtrarse y los contaminantes contenidos en el mismo. La figura 1 muestra también un colector 30 de salida al que están unidos medios 33 de criba mecánica, mostrados en este caso como tubería ranurada o alambre trapezoidal. Tras pasar a través del lecho de filtro, el filtrado limpio sale del recipiente de filtro a través de las aberturas en la criba. El diámetro de las aberturas de criba es menor que el diámetro de gránulo más pequeño de los medios de filtro de modo que los medios se retienen dentro del recipiente durante el funcionamiento.

Las figuras 1 y 2 muestran una pluralidad de boquillas 40 radiales que tiene salidas justo debajo de la tangente inferior de las cribas mecánicas. En la realización mostrada en la figura 2, los medios 33 de cribas mecánicas están compuestos de cuatro mallas tamices de alambre trapezoidal que forman un colector de salida cruciforme. En esta configuración, cuatro boquillas 40 radiales están situadas dentro de los espacios entre las cuatro cribas 33 mecánicas en el colector de salida. Obviamente, los expertos en la técnica han de entender que el tamaño y la forma de los medios de criba de salida y el número de boquillas radiales empleadas dependerá del diámetro del alojamiento de filtro.

Las boquillas 40 radiales mostradas en las figuras 1 y 2 están compuestas de dos discos circulares horizontales separados para crear un espacio vacío a través del cual fluye la corriente a chorro al interior del lecho de medios de filtro durante el ciclo de limpieza. El alzado del espacio vacío de salida de boquilla radial se muestra aproximadamente uniforme con la tangente inferior de las tuberías 33 de criba mecánica. En muchos recipientes de filtro, el cabezal de recipiente inferior se rellena de material sólido, tal como mortero u hormigón, hasta la parte inferior de las tuberías de criba mecánica. Este material sólido actúa como base de soporte para los gránulos de medios de filtro durante las operaciones de filtro normal puesto que los medios de filtro debajo de las tuberías de criba mecánica no tienen esencialmente uso efectivo. Normalmente, los espacios vacíos de salida de boquilla radial están situados cerca de la tangente inferior de las tuberías 33 de criba de modo que la corriente a chorro puede entrar en contacto con los medios de filtro cercanos a la base del tanque. La situación de las boquillas cerca de la base del lecho de medios de filtro permite también que la corriente a chorro despeje las aberturas de las ranuras de criba de posibles obstrucciones de medios o contaminantes. Para aplicaciones en las que no se necesita o desea contacto con los medios cercanos a la base o el chorro de la criba, la altura de los espacios vacíos de salida de las boquillas radiales puede elevarse por encima del colector de salida de modo que la dispersión a chorro puede penetrar la totalidad de los extremos del recipiente sin interferencia del colector de salida o los tamices de criba.

La corriente a chorro, compuesta de una mezcla de líquido y gas mezclada previamente fuera del alojamiento de filtro, se lleva a la boquilla radial por medio de un conducto 35. Este conducto se muestra en la figura 3 como un segmento 36 de tubería recto conectado a una tubería 37 en codo de 90° (figura 5) que gira hacia abajo y conectada al disco circular superior de la boquilla 40 radial.

Para la mayoría de los tamaños de recipiente de filtro mostrados en la figura 2, cuatro boquillas radiales situadas en el centro aproximado de cada cuadrante formado por el colector de salida cruciforme y tuberías de criba serán adecuadas para proporcionar cobertura de la corriente a chorro a través de toda la sección transversal de lecho de filtro. La medida lateral en la que las boquillas radiales dispersan la corriente a chorro está fijada predominantemente por la tasa de agua y gas mezclada previamente fuera del alojamiento de filtro por el operario del filtro. Por tanto, el equilibrio entre aumentar el caudal de agua/gas a cada boquilla radial o aumentar el número de boquillas radiales a través de la sección transversal de recipiente es una cuestión mayoritariamente económica. Los inventores han encontrado aspectos económicos satisfactorios diseñando cada boquilla a chorro para que despeje una zona de aproximadamente 1,5 a 3 pies de radio lateral desde la línea central de boquilla. El número de boquillas puede aumentarse según se necesite para cubrir sustancialmente la sección transversal del recipiente de filtro, mientras que la situación de las boquillas viene dictada mayoritariamente por la simetría de sección transversal.

La figura 2 muestra la situación de la pluralidad de boquillas a través de la sección transversal de recipiente en relación con un radio de línea central de recipiente/boquilla R. Este radio de recipiente/boquilla R variará con los tipos de medios de filtro, el diámetro de recipiente de filtro, la carga de contaminantes, y las propiedades físicas de los contaminantes. Los inventores han encontrado que para la filtración de agua de aceite y sólidos usando cáscaras de nuez negra americana, un valor de R en el intervalo del 25% al 36% del diámetro del recipiente proporcionará la cobertura adecuada de la corriente a chorro para la limpieza eficaz por agitación de medios.

La figura 4 muestra una ubicación alternativa de las cuatro boquillas mostradas como círculos 42 discontinuos girados 45° con respecto a las posiciones mostradas en la figura 2 y ubicadas justo encima de los tamices 33 de criba mecánica. Girando las boquillas radiales en línea con los tamices de criba mecánica y elevándolas justo encima de la tangente superior de los tamices de tamaño circular, la corriente a chorro tendrá el menor grado de interferencia con los tamices de criba. Esta ubicación puede ser, por ejemplo, más deseable para aplicaciones de filtro en las que la mayoría de los contaminantes se recogen en los primeros pies de profundidad de medios de filtro y los medios de filtro no tienden a obstruir las aberturas de los tamices de criba. El beneficio de esta disposición es que se minimizan los "puntos ciegos" puesto que el movimiento vertical de la corriente a chorro no se ve obstaculizada por el contacto con los elementos de tamiz de criba como puede ocurrir en otras realizaciones mostradas.

Alternativamente, tal como se muestra en la figura 7, las boquillas 40 radiales pueden situarse debajo y alineadas con los tamices de criba de salida de modo que la corriente a chorro entra en contacto directo con los tamices de criba para enjuagar y limpiar los medios de filtro y contaminantes de las aberturas de criba. Esta orientación de boquilla puede preferirse en algunas aplicaciones en las que se requiere que se aplique chorro de los tamices de criba para agitar medios alrededor de los tamices de criba para la retirada de contaminantes y para enjuagar cualquiera de los medios que pueden quedar incrustados dentro de las aberturas de tamiz de criba.

La figura 5 muestra un único elemento de boquilla radial contemplado por los inventores para dispersar la corriente a chorro. La boquilla radial está compuesta de una placa 50 circular superior y una placa 51 circular inferior en la que se sitúa una abertura 52 para la conexión a un conducto que transporta la corriente a chorro a la boquilla. Cada placa circular tiene un diámetro D. Las placas de boquilla están separadas un hueco h, que puede ser de dimensión variable en base al tamaño del recipiente, limpiándose los medios de filtro y el radio de chorro deseado. Los inventores han encontrado un rendimiento satisfactorio para un hueco h de boquilla dentro del intervalo de 2 mm para sistemas de filtros pequeños hasta 30 mm para aplicaciones de filtros industriales grandes. En general, el diámetro de gas h ha de ser menor que el gránulo de medios de filtro de tamaño más pequeño con el fin de impedir que dichos gránulos obstruyan el hueco cuando la boquilla no se encuentra en funcionamiento. El diámetro D de las placas circulares normalmente oscila entre 100 mm para sistemas de filtros pequeños y 400 mm para sistemas de filtros industriales grandes.

En referencia adicional a la figura 5, a medida que la corriente a chorro fluye a través del espacio vacío entre las placas y sale de los límites externos de las placas, la presión de corriente a chorro cae repentinamente a la del recipiente de filtro. El gas dentro de la parte de líquido de la corriente a chorro forma una dispersión de burbujas continua de alta velocidad que se extiende alejándose de la boquilla mostrada en la figura 5 como líneas discontinuas rectas. A medida que esta corriente a chorro se mueve alejándose de la boquilla y al interior de los medios de filtro, hace circular el líquido dentro del área alrededor de la boquilla, representado en la figura 5 por las líneas discontinuas curvadas con flechas en el extremo. Haciendo circular el líquido interno, puede reducirse la cantidad de líquido añadido a la corriente a chorro, reduciendo de ese modo el volumen global de líquido de lavado a contracorriente que se necesita eliminar o reprocesar.

Para aplicaciones que implican un alojamiento de filtro de alta presión puede haber una tendencia de los medios de filtro a acumularse en el espacio vacío entre las placas de la boquilla radial y en el conducto de corriente a chorro. La

figura 6 muestra una realización de boquilla modificada que incluye una placa 64 superior que tiene un diámetro ligeramente mayor que la placa 65 inferior para reducir la acumulación de gránulos en la salida de boquilla provocada por la presión del peso de los medios encima de la boquilla. Esta boquilla también tiene una separación de placa de sección decreciente que está compuesta de una sección H1 que se estrecha que es más pequeña que la altura H2 de salida. Las caras de sección decreciente y no paralelas de la placa 64 superior y la placa 65 inferior también ayudan a la corriente a chorro a despejar el espacio vacío radial entre las placas cuando se inicia el ciclo de aplicación de chorro. La realización mostrada en la figura 6 también muestra un cono 66 de división que se extiende alejándose de la parte inferior de la placa inferior y al interior de la abertura de conducto de la placa superior. El centro axial del cono está alineado con el centro axial de la abertura de conducto para proporcionar una distribución más uniforme de la corriente a chorro por todo el espacio vacío radial entre las placas de boquilla.

En referencia a la figura 8, se presenta una realización en la que se sitúan varios alojamientos de filtros, que contienen los elementos internos descritos en el presente documento para llevar a cabo el método de limpieza y mostrados en las figuras anteriores, dentro de un recipiente 80 horizontal individual y separados por una pluralidad de deflectores 84 de división. Obsérvese que con fines aclaratorios, se muestran los números de componente de la realización en la figura para una cámara y ha de entenderse que cada cámara tiene componentes idénticos. Cada cámara de filtro contiene una boquilla 82 de entrada de procedimiento y una boquilla 81 de salida de procedimiento. Una pluralidad de conductos de tubería pueden conectarse a estas conexiones de entrada y salida de modo que el fluido de procedimiento puede fluir al interior de cada cámara en paralelo. En un filtro de este tipo, se permite un gran volumen de procesamiento de fluido sin necesidad de instalar un gran número de boquillas radiales para garantizar una cobertura de chorreado adecuada como puede necesitarse si la filtración se llevara a cabo en un único recipiente de filtro grande. Alternativamente, los conductos de tubería que conectan las cámaras pueden realizarse de modo que el fluido que va a filtrarse fluye a través de cada cámara en serie. Un patrón de flujo de este tipo puede ser ventajoso cuando cada cámara contiene un tipo de medios diferente que tiene una única afinidad para un contaminante fluido o tamaño de partícula particular. En este tipo de disposición de filtro, la cantidad de corriente a chorro requerida para descomponer y movilizar los contaminantes durante el ciclo de limpieza puede variarse independientemente para cada cámara para optimizar el ciclo de limpieza.

En la presente invención, la corriente a chorro que fluye a las boquillas radiales dentro del alojamiento de filtro está compuesta de una corriente premezclada de un gas comprimido y líquido que fluye a cada boquilla desde un colector común. Conectada a este colector común hay una fuente de un gas presurizado y líquido presurizado. Cada una de estas corrientes fluye al interior del colector de distribución común a través de un elemento de control y medios de medición de manera que el operario del filtro puede ajustar la tasa de gas y líquido que fluye a las boquillas. Las fuentes de gas convencionales son aire comprimido o gas natural. Sin embargo, puede aplicarse cualquier gas inerte. Por razones económicas, la fuente de líquido usada normalmente por los inventores es el fluido de procedimiento contaminado entrante.

La cantidad de líquido y gas que fluye al interior del colector común depende en gran medida del tamaño global del alojamiento de filtro. Los inventores han determinado que aproximadamente 9 gpm (galones por minuto; 34 litros por minuto) de agua por pie cuadrado (930 cm²) de área de lecho y 0,7 SCFM (pies cúbicos por minuto en condiciones normales; 28 litros por minuto en condiciones normales) de gas por pie cúbico de lecho proporcionan un rendimiento adecuado para limpiar cáscaras de nuez negra americana que filtran aceite y sólidos de agua producida. Convertir estos valores a unidades volumétricas comunes da un valor normal de 1,7 pies cúbicos (48 litros) de líquido por pie cuadrado de área de lecho por pie cúbico en condiciones normales de gas por pie cúbico de medios de filtro dentro del alojamiento. Esta razón variará en cierta medida basándose en el tamaño del recipiente, el número de boquillas radiales usadas, el tamaño y el volumen de medios de filtro que está limpiándose, y las características físicas de los contaminantes. Por tanto, ha de entenderse que parte del funcionamiento de este tipo de filtro es ajustar las tasas de corriente de líquido y gas para optimizar el rendimiento de ciclo de limpieza de medios mientras se minimiza la cantidad de líquido contaminado restante para su eliminación o reciclaje.

Se entenderá que la descripción anterior de la invención es meramente a modo de ejemplo, y que pueden emplearse diversos medios y modificaciones para llevar a cabo el propósito de los inventores sin apartarse del alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Filtro de lecho profundo que comprende:
- 5 (a) un alojamiento (10) que define un espacio interno que contiene un líquido que va a filtrarse;
- (b) un lecho (12) de medio de filtro granular dispuesto dentro del alojamiento;
- 10 (c) medios (20) de distribución y conexión de entrada para recibir un líquido contaminado y distribuir ese líquido de manera sustancialmente uniforme a través de la sección transversal del alojamiento;
- (d) medios (33) de criba de salida ubicados cerca de un fondo del lecho (12) para descargar líquido filtrado del alojamiento mientras se retiene el medio de filtro granular dentro del alojamiento;
- 15 caracterizado porque tal filtro de lecho profundo posee además:
- (e) al menos una boquilla (40) radial, o una pluralidad de boquillas radiales uniformemente separadas, dentro del alojamiento para dispersar una mezcla controlada de gas y líquido con fines de agitar o fluidizar el medio de filtro granular, ubicadas suficientemente cerca del fondo del lecho (12) de modo que el flujo de salida de boquilla hace contacto con dichos medios (33) de criba durante un ciclo de regeneración; y
- 20 (f) al menos un conducto (36, 37) dispuesto dentro del alojamiento para transportar la mezcla controlada de gas y líquido a dicha al menos una boquilla (40) radial,
- 25 en el que las boquillas (40) radiales están compuestas de una placa (50) superior circular y una placa (51) inferior circular separadas para crear un espacio vacío cilíndrico a través del cual fluye una corriente a chorro de dicha mezcla controlada, teniendo un elemento de placa una abertura central conectada al conducto para transportar la mezcla de gas y líquido desde una fuente presurizada.
- 30 2. Filtro de lecho profundo según la reivindicación 1, caracterizado además porque dichas boquillas (4) radiales están ubicadas en una posición suficientemente cerca de dichos medios (33) de criba de salida para dispensar dicha corriente a chorro de dicha mezcla controlada radialmente hacia fuera de modo que dicha corriente a chorro entra en contacto directo con dichos medios (33) de criba para enjuagar y limpiar medios de filtro de aberturas en dichos medios (33) de criba.
- 35 3. Filtro según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado además porque tiene cualquiera de las siguientes características:
- (a) la separación entre las placas superior e inferior es igual a o está entre 2 milímetros y 30 milímetros; y/o
- 40 (b) las placas superior e inferior son de diámetros iguales y están entre 100 y 400 milímetros de longitud diametral ambos incluidos; y/o
- (c) el diámetro interno del conducto de abertura central es igual a o está entre 50 y 150 milímetros; y/o
- 45 (d) la separación entre las placas superior e inferior es sustancialmente igual a través del radio del espacio vacío cilíndrico.
- 50 4. Filtro según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado además porque tiene cualquiera de las siguientes características:
- (a) la separación entre las placas superior e inferior aumenta a medida que la distancia radial se aleja del centro axial de las placas; y/o
- 55 (b) el elemento de placa superior tiene un diámetro ligeramente mayor que el elemento de placa inferior para reducir la tendencia de los medios de filtro a incrustarse dentro del espacio vacío cilíndrico cuando no está fluyendo la corriente a chorro, y/o
- (c) un cono de división tiene una base circular conectada al elemento de placa inferior y un punto distal que se extiende alejándose de la superficie del elemento de placa inferior a lo largo del eje común de los
- 60 elementos de placas para reducir la pérdida de presión hidráulica de la corriente a chorro a través de la boquilla radial y distribuir el flujo de la corriente a chorro más uniformemente a través del espacio vacío radial entre las placas.
- 65 5. Filtro según cualquier reivindicación anterior, caracterizado además porque el medio de filtro granular es cáscara de nuez negra americana granulada.

6. Método de filtración de contaminantes de una corriente de líquido que comprende:
- 5 proporcionar un filtro según cualquier reivindicación anterior;
- filtrar de manera descendente la corriente de líquido a través del filtro;
- lavar a contracorriente el filtro con una mezcla de líquido y gas durante el ciclo de regeneración; y
- 10 descargar la mezcla de gas y líquido del alojamiento durante el ciclo de regeneración mientras se retiene el medio de filtro granular dentro del alojamiento durante el ciclo de regeneración.
7. Método según la reivindicación 6, caracterizado además porque la corriente de líquido es agua que contiene gotas de aceite y contaminantes sólidos en suspensión.
- 15 8. Método según la reivindicación 6 ó 7, caracterizado además porque la corriente de líquido contaminado se usa como líquido de lavado a contracorriente.
9. Método según la reivindicación 6, 7 u 8, caracterizado además porque la tasa de agua añadida a la corriente a chorro está entre 325 y 407 litros por minuto por metro cuadrado de área de lecho (entre 8 y 10 galones por minuto por pie cuadrado de área de lecho) ambos incluidos.
- 20 10. Método según cualquiera de las reivindicaciones 6-9, caracterizado además porque la tasa de gas añadido a la corriente a chorro está entre 0,5 y 0,9 metros cúbicos en condiciones normales por metro cúbico de medios de filtro (0,5 y 0,9 pies cúbicos en condiciones normales por pie cúbico de medios de filtro) ambos incluidos.
- 25 11. Método según cualquiera de las reivindicaciones 6-10, caracterizado además porque la corriente a chorro está compuesta de una mezcla de un gas y un líquido en la relación igual a o entre 1,0 y 2,0 metros cúbicos de agua por minuto por metro cuadrado de área de lecho por metro cúbico de gas por minuto por metro cúbico de medios de filtro (entre 1,0 y 2,0 pies cúbicos de agua por minuto por pie de área de lecho por pie cúbico de gas por minuto por pie cúbico de medios de filtro) dentro del alojamiento.
- 30 12. Método según cualquiera de las reivindicaciones 6-11, caracterizado además porque la cantidad de gas de agitación introducido en las boquillas (40) radiales produce una velocidad de chorro de línea central que sale de la boquilla (40) de al menos 0,05 metros por segundo.
- 35

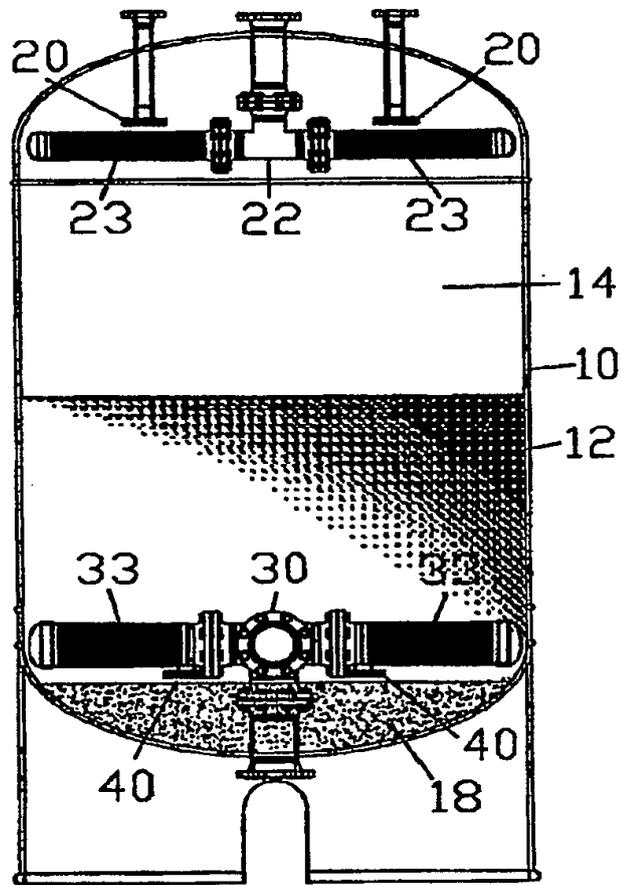


FIG. 1

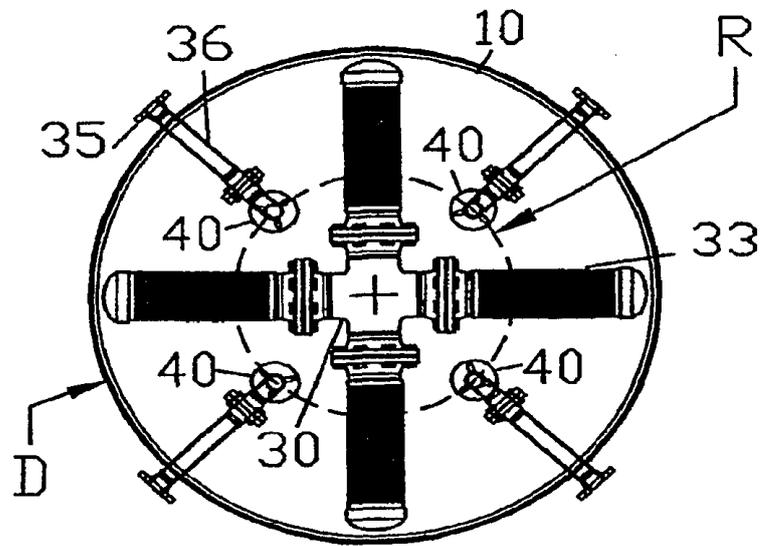


FIG. 2

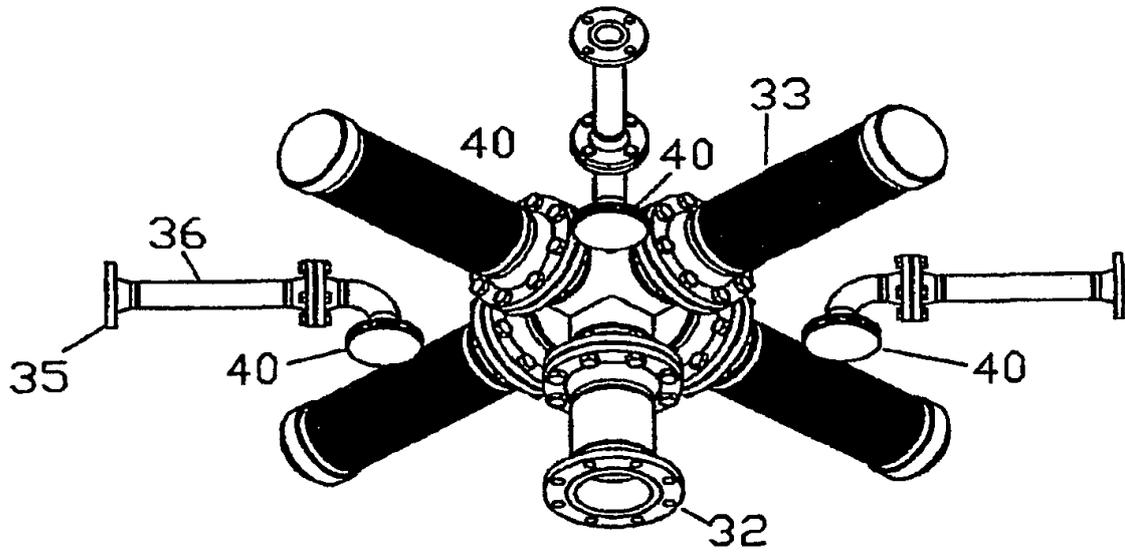


FIG. 3

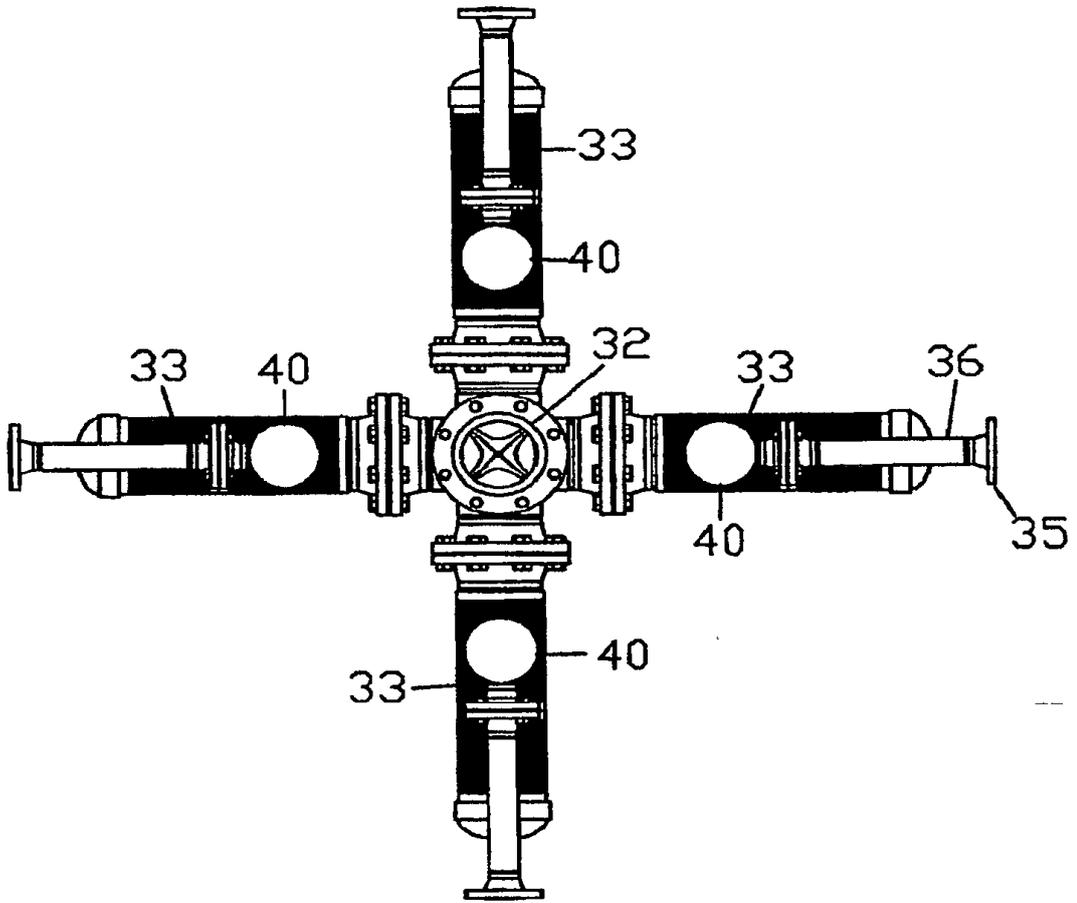


FIG. 4

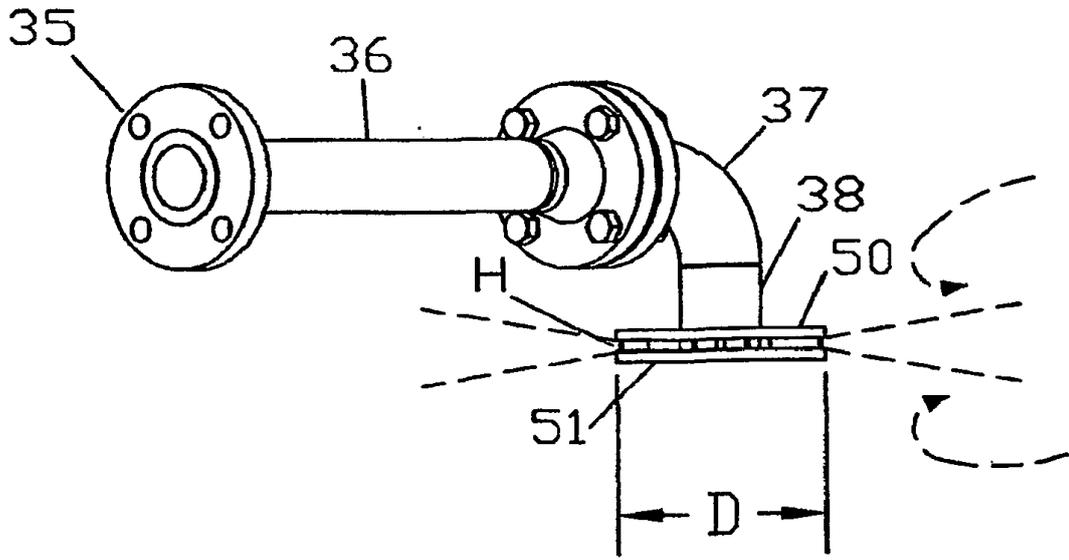


FIG. 5

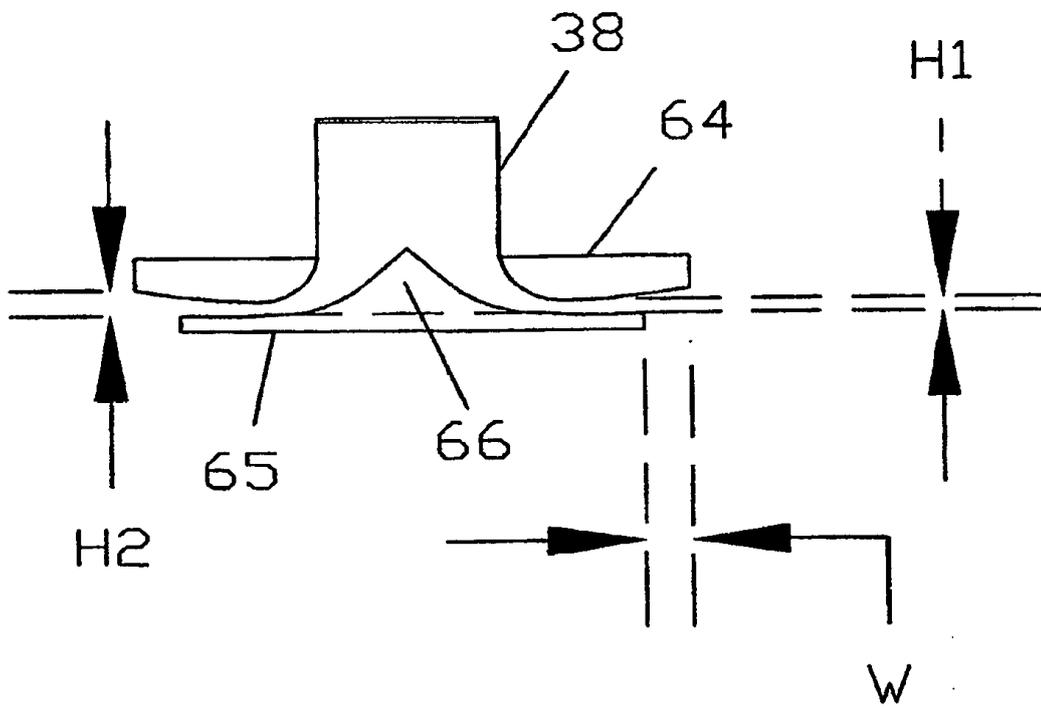


FIG. 6

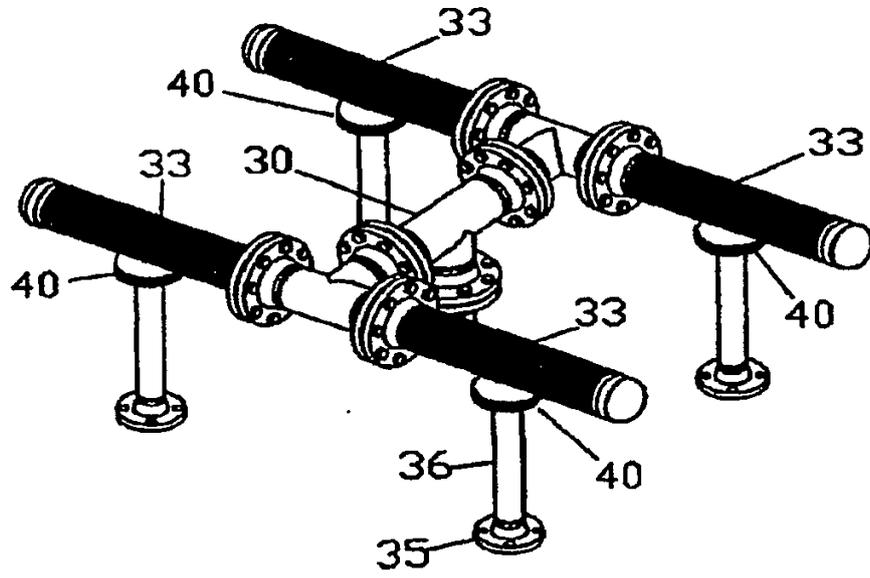


FIG. 7

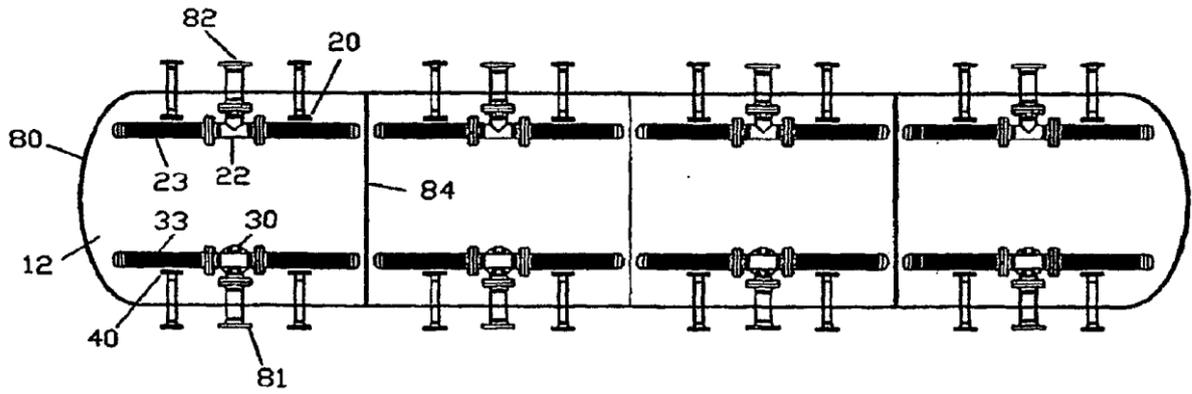


FIG. 8