

DESCRIPCION

SISTEMA DE RETROLAVADO DE LECHO FILTRANTE Y PROCESO CON GAS RECICLADO

Referencia cruzada para solicitudes relacionadas

- 5 Esta solicitud reivindica beneficio del 12 de marzo de 2015, fecha de presentación de la solicitud provisional US No. 62/132,097 y del 13 de marzo de 2015, fecha de presentación de la solicitud provisional US No. 62/133,117, la totalidad de cada una de las cuales es incorporada por referencia en el presente documento.

Campo

- 10 Aspectos que se refieren, en general, al reciclaje de gas en un proceso de tratamiento de agua, y de forma más particular al reciclaje de gas para un proceso de retrolavado que retira contaminantes de un lecho de un medio de filtración.

Antecedentes

- 15 Los procesos de la industria del petróleo y de gas están típicamente divididos en tres sectores principales: upstream, midstream y downstream. Los procesos upstream, típicamente, incluyen la búsqueda de campos potenciales de petróleo crudo y gas natural subterráneos y submarinos, la perforación de pozos de exploración, y la perforación posterior y la operación de los pozos que recuperan y llevan el petróleo crudo y/o el gas natural en bruto a la superficie. Los procesos midstream típicamente incluyen el transporte
20 (mediante oleoducto, tren, barco de carga, petrolero o camión), almacenamiento, y comercialización del petróleo crudo desde los lugares de producción a las refinerías y el suministro de los distintos productos refinados a distribuidores downstream. Las redes de gaseoductos de gas natural agregan gas desde plantas de purificación de gas natural y lo suministran a los clientes downstream, tal como las instalaciones locales. El sector de
25 procesamiento downstream comúnmente se refiere al refinado del petróleo crudo y al procesamiento y purificación del gas natural en bruto, así como a la distribución de productos derivados del petróleo crudo y del gas natural.

- El medio de filtración, también referido simplemente como "medio", pueden ser útiles para distintas técnicas y aplicaciones de procesamiento, incluyendo filtrado, coalescencia,
30 separación, aumento del tiempo de residencia de un líquido en un recipiente que contiene el medio y funcionamiento como un adsorbente o un absorbente. Por ejemplo, el medio de filtrado puede ser utilizado para separar líquidos de gases, líquidos de otros líquidos, y separar sólidos suspendidos, coloidales, y materia de partícula de una corriente de fluido. Adicionalmente, en medio de filtración pueden ser utilizados para unir gotitas más
35 pequeñas de uno o más componentes en un líquido en gotitas más grandes. Por ejemplo, los filtros del medio pueden ser utilizados para la retirada de sólidos suspendidos y petróleo libre de una o más soluciones.

- El medio de filtración, que incluye filtros de cáscara de nuez, puede ser utilizados para retirar el petróleo libre y los sólidos suspendidos del agua en refinerías y para el
40 procesamiento de agua producida en tierra, tal como los procesos upstream, midstream y downstream discutidos anteriormente. Por ejemplo, el medio de filtración puede ser utilizado como parte de un tren de tratamiento global que siguen a tecnologías de retirada de petróleo upstream y/o downstream. La filtración utilizando el medio de filtración puede incluir introducir agua en un flujo descendente a través de un lecho del medio de filtración
45 que absorbe petróleo y filtra los sólidos suspendidos. El medio de filtración tiene una afinidad igual al petróleo y el agua, y por lo tanto el petróleo puede ser capturado en la superficie del medio de filtración.

5 Durante las operaciones de flujo de avance donde el petróleo y los sólidos están siendo filtrados, el sistema puede estar presurizado, y el agua es forzada a través de una profundidad del lecho del medio de filtración que suficiente para lograr el rendimiento deseado. Una vez que se produce la caída de presión a través del lecho, o se inicia una secuencia de temporizado se puede emplear un proceso de retrolavado para retirar físicamente el petróleo de la superficie del medio de filtración y desalojar los sólidos suspendidos atrapados.

Resumen

10 De acuerdo con uno o más modos de realización, se proporciona un método para reciclarlas en un proceso de retrolavado. El proceso de retrolavado puede comprender retirar los contaminantes de un lecho del medio de filtración en un dispositivo de tratamiento de agua. El método puede incluir generar una corriente mixta de líquido-gas desde el proceso de retrolavado, separar la corriente mixta de líquido-gas en un líquido y un gas, y reciclar al menos una porción del gas separado al dispositivo de tratamiento de agua.

15 De acuerdo con algunos modos de realización, separar la corriente mixta de líquido-gas comprende introducir la corriente mixta líquido-gas en un dispositivo de separación.

De acuerdo con ciertos modos de realización, reciclar al menos una porción de gas separado comprende presurizar del gas separado. De acuerdo con un modo de realización adicional, presurizar el gas separado incluye suministrar el gas separado a través de al menos un soplador, compresor, y bomba.

20

De acuerdo con al menos un modo de realización, el proceso de retrolavado comprende proporcionar un volumen de gas para recorrer el lecho del medio de filtración. De acuerdo con un modo de realización adicional, reciclar al menos una porción de gas separado comprende proporcionar al menos una porción del volumen de gas. De acuerdo con otro modo de realización, el método además comprende proporcionar un gas de reposición al volumen de gas.

25

De acuerdo con uno o más modos de realización, se proporciona un sistema para reciclar gas desde una corriente mixta de líquido-gas. El sistema comprende un recipiente de separación que tiene una entrada en comunicación fluida con la corriente mixta de líquido-gas, una salida de líquido, y una salida de gas, el recipiente de separación configurado para separar la corriente mixta de líquido-gas, en un líquido en comunicación fluida con la salida de líquido y un gas en comunicación fluida con la salida de gas y un dispositivo de tratamiento de agua que contiene el medio de filtración y configurado para generar la corriente mixta de líquido-gas durante el proceso de retrolavado y que tiene una entrada de gas en comunicación fluida con al menos una porción del gas separado y una salida de corriente mixta de líquido-gas en comunicación fluida con la corriente mixta de líquido-gas.

30

35

De acuerdo con algunos modos de realización, el sistema de más comprende un dispositivo de presurización en comunicación fluida con el gas y configurado para presurizar el gas en comunicación fluida con la entrada de gas del dispositivo de tratamiento de agua.

40 De acuerdo con otro modo de realización, el medio de filtración está en comunicación fluida con al menos una porción del gas durante el proceso de retrolavado.

De acuerdo con otro modo de realización, el dispositivo de tratamiento de agua además comprende un tubo de aspiración situada dentro del medio de filtración. De acuerdo con un modo de realización adicional, el tubo de filtración está configurado para recorrer el lecho del medio de filtración.

45

- De acuerdo con al menos un modo de realización, la salida de gas del dispositivo de separación comprende una boquilla situada en una porción superior del dispositivo de separación.
- 5 De acuerdo con ciertos modos de realización, el gas es al menos uno de, nitrógeno y un gas combustible. De acuerdo con otros modos de realización, el gas es aire.
- De acuerdo con ciertos modos de realización, la entrada de gas está además en comunicación fluida con una fuente de gas de reposición.
- De acuerdo con varios modos de realización, el dispositivo de tratamiento de agua es al menos uno de, un dispositivo de filtrado y un coalescedor.
- 10 Otros aspectos, modos de realización y ventajas adicionales de estos aspectos y modos de realización de ejemplo, son discutidos en detalle más abajo. Por otro lado, se ha de entender que tanto la información anterior como la descripción detallada siguiente son ejemplos meramente ilustrativos de varios aspectos y modos de realización y están destinados a proporcionar un resumen o un marco para la comprensión de la naturaleza y el carácter de los aspectos y modos de realización reivindicados. Los modos de realización divulgados en el presente documento pueden combinarse con otros modos de realización, y las referencias a “un modo de realización”, “un ejemplo”, “algunos modos de realización”, “algunos ejemplos”, “un modo de realización alternativo”, “distintos modos de realización”, “un modo de realización”, “al menos un modo de realización”, “Este y otros modos de realización”, “ciertos modos de realización”, o similares no son necesariamente mutuamente exclusivos y están destinados a indicar que una función, estructura o característica particulares descritas se pueden incluir en al menos un modo de realización. Las apariciones de dichos términos en el presente documento no se refieren necesariamente todas al mismo modo de realización.
- 15 20 25 Breve descripción de los dibujos
- Varios aspectos de al menos un modo de realización son discutidos más abajo con referencia a las figuras que acompañan, que no pretenden dibujarse a escala. Las figuras son incluidas para proporcionar una ilustración y una comprensión adicional de los distintos aspectos y modos de realización, y están incorporadas y constituyen una parte de esta memoria descriptiva, pero no pretenden ser una definición de los límites de cualquier modo de realización particular. Los dibujos, junto con el resto de la memoria descriptiva, sirven para explicar principios y funcionamientos de los aspectos y modos de realización descritos y reivindicados. En las figuras, cada componente idéntico o prácticamente idéntico que es ilustrado en varias figuras es representado mediante un número similar. Por propósitos de claridad, no todos los componentes pueden ser etiquetados en todas las figuras. En las figuras:
- 30 35 La figura 1 es un esquema de un proceso de tratamiento de agua de acuerdo con uno o más aspectos de la divulgación;
- La figura 2 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de acuerdo con uno o más aspectos de la divulgación; y
- 40 La figura 3 es un esquema de un dispositivo de tratamiento de agua de acuerdo con uno o más aspectos de la divulgación.
- Descripción detallada
- Aspectos de esta divulgación están dirigidos a métodos y sistemas para reciclarlas en procesos de tratamiento de agua, incluyendo procesos de retrolavado. El proceso de retrolavado puede comprender retirar contaminantes, tales como hidrocarburos y sólidos
- 45

suspendidos, de un lecho del medio de filtración en un dispositivo de tratamiento de agua. De acuerdo con varios aspectos, y tal y como se explica adicionalmente más abajo, durante el retrolavado un gas puede ser introducido en un tubo de aspiración lo cual provoca un mecanismo de bombeo de elevación de aire y una consecuente agitación que agita y/o mezcla el medio de filtración y desaloja los contaminantes, que son entonces enjuagados fuera del sistema. El proceso de retrolavado genera una corriente mixta de líquido-gas. Tal y como se utiliza en el presente documento, los términos “corriente mixta de líquido-gas” y “mezcla de líquido-gas” pueden ser utilizados de forma intercambiable y referirse a una corriente que contiene una fase de líquido y una fase de gas. Dependiendo de la aplicación, la relación entre el líquido y el gas puede estar entre 1,5 y 2 en volumen. La corriente mixta de líquido-gas puede ser retirada del proceso de retrolavado y después separada en un líquido y un gas.

Actualmente, la fase de líquido separada es eliminada o bien bombeándola hacia una etapa de separación aguas arriba o a un tanque de decantación para su eliminación, y la fase de gas separado, que contiene potencialmente gas de sulfuro de hidrógeno e hidrocarburos, es enviada a un dispositivo de eliminación de gas tal como un purificador de gas o una antorcha. Ambos de estos métodos requieren que sea instalada una cantidad significativa de tuberías y otras infraestructuras con el propósito de transferir los líquidos y gases. Esto presenta costes de fabricación y procesamiento adicionales asociados con el proceso de tratamiento de agua.

De acuerdo con uno o más modos de realización discutidos en el presente documento, el gas separado puede ser reciclado y utilizado en su totalidad o en una porción del volumen de gas utilizado para crear el mecanismo de bombeo de elevación de aire durante el retrolavado. Por tanto, el gas reciclado puede ser entonces reciclado de vuelta al dispositivo de tratamiento de agua para ser reutilizado una y otra vez durante el procesamiento de retrolavado. Esto no sólo reduce costes, sino que también permite más flexibilidad en lugares donde una fuente de gas no está disponible fácilmente y/o el medio para depositar el gas utilizado en el proceso de retrolavado es limitado o inexistente. En un modo de realización, el gas comprende aire. En otros modos de realización, el gas puede comprender nitrógeno, uno o más hidrocarburos (metano, propano, butano o similares), o gas combustible (por ejemplo, gas natural o cualquier otro gas de hidrocarburo combustible, tal como uno que contenga hidrocarburo(s), hidrógeno y monóxido de carbono, por ejemplo).

Los aspectos divulgados en el presente documento de acuerdo con la presente invención no están limitados a su aplicación a los detalles de construcción y la disposición de componentes establecidos en la siguiente descripción o ilustrados en los dibujos que acompañan. Estos aspectos son capaces de asumir otros modos de realización y de ser llevados a la práctica o de ser logrados de varias maneras. Ejemplos de implementaciones específicas se proporcionan en el presente documento por propósitos ilustrativos únicamente y no están destinados a ser limitativos. En particular, actos, componentes, elementos y características discutidos en conexión con cualquiera de uno o más modos de realización no están destinados a ser excluidos de un papel similar en cualquier otros modos de realización.

También, la fraseología y terminología utilizadas en el presente documento tienen el propósito de descripción y no debería considerarse como que limita. Cualquier referencia a ejemplos, modos de realización, componentes, elementos o actos del sistema y métodos referidos en el presente documento en singular también pueden abarcar modos de realización que incluyen un plural, y cualquier referencia en plural a cualquier modo de realización, componente, elemento o acto en el presente documento también puede abarcar modos de realización que incluyen sólo una singularidad. Las referencias en la forma singular o plural no están destinadas a limitar los sistemas o métodos divulgados

recientemente, sus componentes, actos o elementos. El uso en el presente documento de “que incluye”, “que comprende”, “que tiene”, “que contiene”, “que involucra”, y variaciones de los mismos pretenden englobar los artículos listados a continuación y equivalentes de los mismos así como artículos adicionales. Referencias a “o” pueden considerarse como intrusivos de manera que cualquier término descrito utilizando “o” puede indicar cualquiera de, un único, más de uno, y todos los términos descritos. Adicionalmente, en el caso de usos inconsistentes de términos entre este documento y los documentos incorporados en el presente documento por referencia, el uso del término en la referencia incorporada es suplementario al de este documento; para inconsistencias irreconciliables, rige el uso del término de este documento. Por otra parte, se pueden utilizar títulos o subtítulos en la memoria descriptiva para la comodidad de un lector, lo cual no tendrá influencia en el alcance de la presente invención.

Tal y como se utiliza en el presente documento, el término “aproximadamente” puede referirse a un valor que es $\pm$ un 5% del valor establecido.

Ahora con referencia a las figuras, la figura 1 ilustra un esquema de un diagrama de flujo de un proceso del sistema de toda venta de agua, en general indicado por 100, de acuerdo con uno o más modo de realización de los métodos y sistemas descritos en el presente documento. El sistema 100 de tratamiento de agua incluye un dispositivo 105 de tratamiento de agua. Tal y como se utiliza en el presente documento, el término “dispositivo de tratamiento de agua” se refiere a cualquier dispositivo que está configurado para conducir uno o más procesos de tratamiento de agua. De acuerdo con ciertos aspectos, el proceso de tratamiento de agua retira uno o más contaminantes tales como petróleo y/o sólidos suspendidos del agua residual tal como un agua superficial, un agua subterránea, y una corriente de agua residual de fuentes industriales y municipales. Los procesos de tratamiento de agua dados a conocer en el presente documento pueden incluir técnicas de coalescencia, separación, y filtración. Uno o más de estos procesos puede incluir pasar una corriente 170 de suministro a través de un lecho de un medio 160 de filtración incluidos en el dispositivo 105 de tratamiento de agua. De acuerdo con varios modos de realización, se conduce un proceso de retrolavado que retira uno o más contaminantes del lecho del medio 160 de filtración sin tener que retirar el medio 160 de filtración del dispositivo 105 de tratamiento de agua y funciona para restaurar el medio 160 de filtración para volver a utilizarse.

De acuerdo con algunos modos de realización, el dispositivo 105 de tratamiento de agua puede contener al menos una capa 180 del medio 160 de filtración. De acuerdo con varios aspectos, el medio 160 de filtración comprenden un medio de material compuesto. Tal y como se utiliza en el presente documento, el término “material compuesto de medio” y “medio de material compuesto” son utilizados de forma intercambiable y se refieren a una combinación de dos o más materiales diferentes. En cada una de las partículas o gránulos en la pluralidad de partículas o gránulos del medio de filtración, se describen ejemplos del medio de material compuesto en la patente US No. 8,753,524 y la solicitud de patente publicada US No. 2014/0291249, ambas que están incorporadas en el presente documento por referencia. En al menos un modo de realización, el medio de material compuesto comprende una pluralidad de partículas o gránulos en donde al menos algunas, y en algunos modos de realización todas, de la pluralidad de partículas o gránulos comprenden una mezcla de material con base de celulosa y un polímero. En ciertos modos de realización, el medio de material compuesto (por ejemplo partículas o gránulos) puede comprender una mezcla heterogénea de un material con base de celulosa y un polímero. Una mezcla heterogénea comprende los ingredientes o constituyentes tales que los componentes no son distribuidos de forma uniforme a través de la mezcla. Tal y como se utiliza en el presente documento, el término “mezcla heterogénea” también se refiere a un material compuesto de dos o más ingredientes o constituyentes diferentes.

En otros modos de realización, el medio de material compuesto (por ejemplo partículas o gránulos) puede comprender una mezcla heterogénea de un material con base de celulosa y un polímero. Tal y como se utiliza en el presente documento, el término “mezcla homogénea” se refiere a un material compuesto que es un material compuesto de una sola
5 fase o dos o más componentes que son distribuidos en una relación uniforme o en una relación sustancialmente uniforme a través de la mezcla de manera que cualquiera de las partículas o gránulos dados, por ejemplo, cada uno exhibe la misma relación de dos o más compuestos en el mismo. En un modo de realización, el medio de material compuesto puede comprender un material con base de celulosa y un polímero tal que los dos
10 materiales están fijados entre sí, pero no están mezclados entre sí.

Partículas del medio de material compuesto pueden tener una apariencia ligeramente no uniforme o moteada debido a la combinación (heterogénea u homogénea) de dos o más componentes. De acuerdo con algunos ejemplos, los dos o más materiales diferentes de un medio de material compuesto forman una matriz entre sí de manera que los dos o más
15 materiales se entremezclan entre sí. Por ejemplo, las partículas del medio de material compuesto pueden ser porosas. Los poros son formados durante la fabricación del medio de material compuesto y pueden estar presentes entre elementos del mismo componente y mezclas de elementos de dos o más materiales diferentes. De acuerdo con al menos un modo de realización, las partículas o gránulos pueden ser porosos. Tal y como se utiliza
20 en el presente documento “porosidad” se refiere al porcentaje de espacio vacío, o espacio de aire, de una partícula o gránulo, y representa la relación del área vacía con respecto al área de superficie total.

De acuerdo con ciertos aspectos, el medio de material compuesto (por ejemplo, partículas o gránulos) es preparado combinando y mezclando dos componentes, por ejemplo, el
25 material con base de celulosa y el polímero, a una relación predeterminada y después extruyendo el material a través de un extrusor. El material mezclado es entonces cortado en partículas o gránulos individuales, cuya forma y tamaño se discutirá adicionalmente más abajo.

De acuerdo con al menos un aspecto, el medio de material compuesto comprende una pluralidad de partículas conformadas de forma uniforme. Tal y como se utiliza en el presente documento, el término “partículas conformadas de forma uniforme” se refiere exactamente a partículas de la misma forma y tamaño, y sustancialmente a una partícula de la misma forma y tamaño mientras que se tolera algún grado de diferencia en la forma atribuible a, por ejemplo, un error de fabricación. **Formas adecuadas** para las partículas del
35 medio de material compuesto pueden incluir esferas y cilindros. Por ejemplo, el medio de material compuesto puede comprender una pluralidad de cilindros conformados de forma uniforme o formas a modo de cilindro. El medio de material compuesto puede ser de cualquier forma que pueda permitir huecos en el área intersticial entre las partículas, y pueden referirse aquí como gránulos. En ciertos modos de realización, el medio de material
40 compuesto puede comprender una pluralidad de partículas conformadas de forma irregular. De acuerdo con al menos algunos modos de realización, cada partícula está hecha de una mezcla homogénea o heterogénea de un material con base de celulosa y un polímero.

De acuerdo con al menos un ejemplo, la partícula del medio de material compuesto es un gránulo. Los gránulos del medio de material compuesto pueden tener un diámetro en el
45 rango de desde aproximadamente 2 mm aproximadamente 10 mm y una altura de desde aproximadamente 1 mm a aproximadamente 5 mm. Por ejemplo, el gránulo puede tener un diámetro de aproximadamente 4 mm y una altura de aproximadamente 2 mm. En otro ejemplo, el gránulo puede tener un diámetro de aproximadamente 4 mm y una altura de
50 aproximadamente 3,5 mm. De acuerdo con algunos modos de realización, los gránulos pueden tener una forma esférica. De acuerdo con varios modos de realización cada gránulo

de medio del de material compuesto tiene un tamaño en el rango de desde aproximadamente 5 a aproximadamente 30 de malla. Por ejemplo, de acuerdo con al menos un modo de realización, el medio de material compuesto tiene un tamaño en un rango de desde aproximadamente 5 a aproximadamente 10 de malla. De acuerdo con otros modos de realización, el medio de material compuesto tiene un tamaño en el rango de desde aproximadamente 8 a aproximadamente 30 de malla.

Tal y como se utiliza en el presente documento, el término “material con base de celulosa” se refiere a cualquier material, producto o composición que contiene celulosa. Ejemplos no limitativos pueden incluir madera de árboles de hoja caduca y de hoja perenne, incluyendo polvo de madera, pulpa de madera, partículas de madera, fibras de madera, serrín, copos de madera, astillas de madera, y cualquier otro producto de madera o producto con base de celulosa adecuado para los métodos y sistemas divulgados en el presente documento, tal como, coco, bagazo, turba, residuos de planta de celulosa, tallos de maíz, y cualquier combinación de los mismos. El medio puede comprender cualquier madera adecuada para los propósitos de los métodos y sistemas descritos en el presente documento. En ciertos ejemplos, el material con base de celulosa puede ser madera de pino. En otros ejemplos, el material con base de celulosa puede ser madera de arce. Otros ejemplos no limitativos de madera incluyen píceas, cedro, abeto, alerce, pino de Oregón, falso abeto, ciprés, secoya, tejon, roble, fresno, olmo, álamo, chopo, abedul, arce, teca, nogal, balsa, haya, boj, pernamuco, nogal blanco americano, cerezo, tilo, álamo americano, cornejo, almez, nogal americano, caoba, bambú y sauce. Además, de acuerdo con ciertos aspectos, el material con base de celulosa puede cubrir más de un tipo de madera. Por ejemplo, el componente con base de celulosa puede incluir dos o más especies de madera dura, ejemplos no limitativos de la cual incluyen nogal americano, arce, roble, haya, abedul, fresno, nogal, cerezo, sicómoro, chopo, álamo americano, tilo y álamo.

Ejemplos no limitativos de polímeros adecuados para el medio de material compuesto descrito aquí pueden incluir poliolefinas, incluyendo polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno (PE), polipropileno (PP), PVC, copolímeros de propileno de etileno, polímeros fluorados, incluyendo Teflon® y cualquier combinación de los mismos. En ciertos casos, el polímero comprende HDPE. De acuerdo con otros aspectos, el polímero puede incluir un material de espuma de polímero. La espuma de polímero puede incluir una o más porciones que son porosas o la espuma de polímero puede ser totalmente porosa. Las espumas de polímero pueden estar fabricadas mediante la expansión controlada de gas durante el proceso de polimerización. El tamaño y forma de los poros dentro de la espuma de polímero puede ser de cualquier tamaño y forma adecuados para permitir al medio de material compuesto realizar las diferentes funciones divulgadas en el presente documento. De acuerdo con varios modos de realización, el medio de material compuesto puede comprender una concentración de polímero que es desde aproximadamente un 20% a aproximadamente un 80% en peso.

De acuerdo con ciertos aspectos, el medio de material compuesto comprende una concentración de material con base de celulosa de al menos aproximadamente un 30% en peso (p) del medio de material compuesto, pero también puede ser de al menos aproximadamente un 40%, un 45%, y un 50% en peso. La concentración de material con base de celulosa puede ser cualquier porcentaje entre aproximadamente un 20% en peso y aproximadamente un 80% en peso del medio de material compuesto, o cualquier rango de porcentajes entre estos porcentajes. Por ejemplo, el medio de material compuesto comprende una concentración de madera de arce de aproximadamente un 50% en peso del medio de material compuesto. De acuerdo con otro ejemplo, el medio de material compuesto comprende una concentración de madera de pino de aproximadamente un 70% en peso del medio de material compuesto. De acuerdo con otro ejemplo más, la concentración de madera de pino es de aproximadamente un 30% en peso del medio de material compuesto.

Ejemplos específicos de composiciones de medio de material compuesto que se pueden utilizar para los sistemas y métodos divulgados en el presente documento incluyen (1) un 45% en peso de HDPE y un 55% en peso de roble, (2) un 70% en peso de HDPE y un 30% en peso de pino y (3) un 70% en peso de HDPE y un 30% en peso de madera de arce.

- 5 El material compuesto de medio también puede incluir cualquier componente o componentes adicionales adecuados, incluyendo componentes químicos, adecuados para los propósitos de los métodos y sistemas descritos en el presente documento. Ejemplos no limitativos de componentes adicionales que pueden ser adecuados incluir en el material compuesto de medio incluyen uno o más de, coagulantes y floculantes. De acuerdo con al
10 menos un modo de realización, el medio de material compuesto puede además incluir un material aditivo que funciona para incrementar la gravedad específica del medio de material compuesto. Ejemplos no limitativos de materiales aditivos adecuados incluyen tierra diatomácea, sílice, bentonita, y carbonato de calcio. Otros materiales similares están también dentro del alcance de esta divulgación. El material aditivo puede ser cualquier
15 material inerte adecuado para aumentar la gravedad específica del medio de material compuesto con tal de que el material no sea compatible con otros componentes del medio de material compuesto. Por ejemplo, no se pueden utilizar materiales aditivos que disuelvan el componente de polímero.

- De acuerdo con algunos modos de realización, un medio 160 de filtración adecuado para
20 utilizar en los sistemas y métodos divulgados en el presente documento incluye un medio de filtro de cáscara de nuez, tal como un medio hecho de cáscara de nuez inglesa y cáscara de nuez negra. Por ejemplo, las cáscaras de nuez negra y las cáscaras de nuez inglesa pueden ser utilizadas para coalescer y filtrar agua residual que contenga petróleo, tal y como se divulga en la patente US No. 8,747,667 y la solicitud de patente publicada US No.
25 2011/0174746, ambas que son incorporadas en el presente documento por referencia. De acuerdo con algunos modos de realización, el medio de cáscara de nuez está compuesto de cáscaras de nuez que tienen un tamaño en el rango de desde aproximadamente 12 a aproximadamente 20 de malla. De acuerdo con al menos un modo de realización, las cáscaras de nuez tienen un tamaño en un rango de desde aproximadamente 12 a
30 aproximadamente 16 de malla.

- Otros tipos de tipos de medio de filtración se pueden utilizar también en lugar de o en combinación con el medio de cáscara de nuez. Ejemplos no limitativos incluyen otros tipos de cáscaras de nueces, tales como cáscaras de nueces pecan, piñones, pistachos, nueces de Brasil, cocos y almendras. Ejemplos no limitativos de otros tipos de medio de filtración
35 pueden incluir carbón activado, antracita, arena, tierra diatomácea, carbón y otros materiales celulósicos tal y como se discutió anteriormente.

- Aunque las figuras 1 y 3 indican una sola capa 180 del medio de filtración, de acuerdo con algunos modos de realización un dispositivo de tratamiento de agua puede estar provisto de un lecho de múltiples medios estratificados que comprende múltiples capas del medio
40 de filtración donde una capa del medio está situada por encima de una capa subyacente del medio. De acuerdo con algunos modos de realización, las capas del medio pueden estar separadas basándose en la densidad y/o gravedad específica. Por ejemplo, de acuerdo con ciertos aspectos, una capa de un medio de material compuesto que tiene una gravedad específica con un valor menor de aproximadamente 1,1 o más puede estar
45 situada sobre una capa de un medio de cáscara de nuez, que tiene una gravedad específica de más de aproximadamente 1,2. Por tanto, en ejemplos en los que el medio de material compuesto es utilizado con cáscaras de nuez, el medio de material compuesto puede tener una gravedad específica que es inferior a la de las cáscaras de nuez, y puede también tener una densidad menor que la de las cáscaras de nuez. Durante el retrolavado,
50 los gránulos de medio de material compuesto, que pueden estar dimensionados en 5-30 de malla, y que tienen una gravedad específica y una densidad inferiores a las de las

cáscaras de nuez, pueden agregarse y disponerse en la porción superior del dispositivo de tratamiento de agua debido a sus propiedades físicas de gravedad específica y densidad inferiores.

5 De acuerdo con varios aspectos y con referencia la figura 1, se muestra un sistema 100 que comprende un dispositivo 105 de tratamiento de agua. El dispositivo 105 de tratamiento de agua para comprender un recipiente 107 dimensionado y conformado de acuerdo a un proceso de tratamiento de agua deseado que incluye técnicas de procesamiento de retrolavado. El dispositivo 105 de tratamiento de agua puede estar diseñado para estar
10 situado en posición horizontal o vertical. Cuando se sitúa en una dirección vertical, el recipiente 107 puede contener profundidades de medio variables, desde 48 a 66 pulgadas y desde 2 a 14 pies de diámetro, dependiendo de la tasa del caudal de agua residual que se va a tratar. El dispositivo 105 de tratamiento de agua puede estar abierto al ambiente o puede estar cerrado para funcionar bajo presión. En ciertas aplicaciones, el dispositivo 105 de tratamiento de agua puede estar construido para proporcionar un ambiente anaeróbico o aeróbico. Tal y como se mencionó anteriormente, el dispositivo 105 de tratamiento de
15 agua puede tener un lecho para acomodar el medio 160 de filtración a una profundidad deseada basándose en el volumen deseado de suministro que se va a tratar con el medio 160 de filtración seleccionado para la aplicación particular. Por consiguiente, el dispositivo 105 de tratamiento de agua puede tener cualquier profundidad del lecho del medio 160 de filtración que sea adecuada para los propósitos de los procesos de tratamiento de agua descritos en el presente documento.
20

El dispositivo 105 de tratamiento de agua puede estar constituido de cualquier material adecuado para los propósitos de los métodos y sistemas descritos en el presente documento. Ejemplos no limitativos de materiales adecuados incluyen acero, acero
25 inoxidable, plástico reforzado con fibra de vidrio, y cloruro de polivinilo (PVC). Uno o más modos de realización pueden incluir un dispositivo de tratamiento de agua que tenga una o más paredes laterales dependiendo de la forma deseada del dispositivo de tratamiento de agua. Por ejemplo, un dispositivo de tratamiento de agua cilíndrico puede tener una pared lateral, mientras que un dispositivo de tratamiento de agua cuadrada o rectangular
30 puede tener cuatro paredes laterales. En ciertos modos de realización, el dispositivo de tratamiento de agua puede tener una forma cilíndrica que tenga una pared lateral continua situada entre la primera y segunda paredes. En ciertos otros modos de realización, el dispositivo de tratamiento de agua puede estar cerrado en donde una o más de las paredes laterales se extienden entre una primera pared y una segunda pared. En ciertos aspectos,
35 el dispositivo 105 de tratamiento de agua puede contener un medio 160 de filtración. Tal y como se discutió adicionalmente más abajo, se puede utilizar cualquier medio adecuado para los métodos y sistemas descritos en el presente documento. El medio 160 de filtración puede estar situados en el dispositivo 105 de tratamiento de agua a una profundidad preseleccionada y pueden llenar todo el volumen del dispositivo 105 de tratamiento de agua o pueden estar contenidos en una porción particular del dispositivo de tratamiento de agua. Por ejemplo, una porción del volumen del dispositivo de tratamiento de agua adyacente a una o más paredes puede estar libre del medio. El medio 160 de filtración puede estar contenidos dentro del dispositivo 105 de tratamiento de agua mediante uno o más divisores, tales como pantallas o placas perforadas, las cuales pueden retener el medio en
40 una posición deseada dentro del dispositivo 105 de tratamiento de agua mientras que permiten a uno o más líquidos fluir a través del medio en el dispositivo.
45

Durante los procesos de tratamiento de agua de suministro de avance, la corriente 170 de suministro es introducida en el dispositivo 105 de tratamiento de agua. La corriente 170 de suministro puede comprender uno o más componentes. En ciertos ejemplos, la corriente
50 170 de suministro puede comprender uno o más componentes que están en la misma fase, por ejemplo, uno o más líquidos. En otros ejemplos, la corriente 170 de suministro puede comprender uno o más componentes que están en diferentes fases, por ejemplo, una o

más combinaciones de gas y líquido, y una o más combinaciones de sólido y líquido. En ciertas aplicaciones, la corriente 170 de suministro puede comprender uno o más sólidos suspendidos, coloides y materia en partículas. De acuerdo con varios aspectos, la corriente 170 de suministro puede comprender un líquido con base acuosa. En ciertos aspectos, la corriente 170 de suministro puede comprender un líquido de hidrocarburo (también referido en el presente documento como hidrocarburos) y un líquido con base acuosa. La corriente 170 de suministro puede incluir además sólidos suspendidos. En ciertos aspectos, el sistema puede recibir una o más corrientes de suministro de fuentes industriales, tales como refinerías de petróleo, pozos de petróleo, plantas petroquímicas, plantas químicas, plantas de procesamiento de gas natural, y otros procesos industriales.

De acuerdo con ciertos aspectos, durante los procesos de tratamiento de agua, el sistema 100 de tratamiento de agua puede recibir una corriente 170 de suministro que comprende hidrocarburos y un líquido con base acuosa, y en ciertos ejemplos la corriente 170 de suministro puede también incluir sólidos suspendidos. Tal y como se utiliza en el presente documento, el término “hidrocarburo” se refiere a un material orgánico con estructuras moleculares que contienen carbono unido a hidrógeno. Los hidrocarburos pueden también incluir otros elementos, tales como, pero no limitados a, al menos uno de, halógenos, elementos metálicos, nitrógeno, oxígeno y azufre. Tal y como se utiliza en el presente documento, el término “líquido de hidrocarburo” o simplemente “hidrocarburos” se refiere a un fluido de hidrocarburo en fase líquida o una mezcla de fluidos de hidrocarburo en fase líquida. El líquido de hidrocarburo puede comprender sustancias adicionales, por ejemplo, partículas sólidas. Ejemplos no limitativos de líquidos de hidrocarburo pueden incluir, por ejemplo, petróleo crudo, gas natural, petróleo de esquisto, petróleo de pirólisis, y cualquier combinación de los mismos.

Tal y como se utilizan en el presente documento, los términos “líquido con base acuosa” y “corriente acuosa”, se refieren a líquidos que comprenden agua. El líquido puede comprender sustancias adicionales, que pueden ser sólidos, incluyendo sólidos suspendidos, líquidos, gases o cualquier combinación de los mismos. Por tanto, la corriente 170 de suministro puede comprender uno más componentes que están en diferentes fases, por ejemplo, una o más combinaciones de gas y líquido, y una o más combinaciones de sólido y líquido, aunque en ciertos aspectos, la corriente de suministro puede comprender componentes que están en la misma fase.

De acuerdo con uno o más modos de realización, el dispositivo 105 de tratamiento de agua puede comprender al menos un dispositivo de filtrado y un coalescedor. De acuerdo con al menos un aspecto, el dispositivo de filtrado y el coalescedor incluyen un medio 160 de filtración. El medio 160 de filtración es representado en las figuras 1 y 3 como partículas esféricas uniformes, sin embargo, se ha de entender que el medio de filtración puede estar compuesto de cualquier tamaño y forma de partícula, incluyendo partículas conformadas de forma irregular. Además, el medio de filtración en las figuras es representado rellenando solamente una porción de la capa designada, tal como la capa 180, pero se ha de entender que el medio de filtración puede abarcar toda la capa.

En al menos un modo de realización, el contacto de la corriente 170 de suministro con el medio 160 de filtración incluye filtrar la corriente de suministro. Tal y como se utiliza en el presente documento, el término “filtrar” se refiere a cualquier proceso utilizado para separar un constituyente de una sustancia de otros constituyentes de la sustancia. Por ejemplo, filtrar puede referirse un proceso para separar una o más fases entre sí. En ciertos aspectos, filtrar puede separar dos fases de líquido. En otros aspectos, filtrar puede separar una fase sólida de una líquida. En al menos un modo de realización, filtrar se refiere a un proceso para separar un líquido de hidrocarburo de un líquido con base de agua. En ciertos aspectos, filtrar comprende pasar la corriente de suministro a través de un dispositivo de filtrado a una tasa de flujo que puede ser menor de aproximadamente 40 gpm/ft². De

acuerdo con otros aspectos, el filtrado comprende pasar una corriente de suministro a través de un dispositivo de filtrado a una tasa de flujo que puede ser menor de aproximadamente 20 gpm/ft².

5 Tal y como se utiliza en el presente documento, el término “dispositivo de filtrado” se refiere a cualquier dispositivo adecuado para realizar procesos de filtrado. En ciertos modos de realización, el dispositivo de filtrado puede estar constituido de cualquier material de construcción adecuado, por ejemplo, acero, acero inoxidable, plástico reforzado con fibra de vidrio, y material de PVC, para formar una estructura de tubo o de columna. De acuerdo con varios aspectos, el sistema de filtrado incluye un medio de filtración y un material de
10 pantalla montada en al menos un extremo del dispositivo de filtrado para propósitos de retención del medio. En ciertos aspectos, la dirección del flujo de fluido a través del dispositivo de filtrado durante los procesos de filtración puede ser desde arriba a abajo, aunque procesos de filtración alternativos pueden incluir un flujo de fluido a través del dispositivo de filtrado desde abajo hacia arriba.

15 En otros aspectos, el contacto de la corriente 170 de suministro con el medio 160 de filtración comprende la coalescencia de la corriente de suministro. Tal y como se utiliza en el presente documento, el término “coalescencia” se refiere a la combinación y/o la unión de una o más gotitas más pequeñas de un líquido u otra fase para formar al menos una gotita más grande, una fase, y una capa. Por ejemplo, en ciertos aspectos, la coalescencia
20 puede aumentar el tamaño de gotita de un líquido de hidrocarburo desde un diámetro de menos de aproximadamente 20 micrones a un tamaño que es mayor de aproximadamente 20 micrones. En ciertos otros aspectos, la coalescencia puede producir un tamaño de gotita de un líquido de hidrocarburo que es mayor de aproximadamente 50 micrones. En algunos aspectos, la coalescencia puede producir un tamaño de gotita de un líquido de hidrocarburo que puede ser mayor de 100 micrones. De acuerdo con algunos aspectos, la corriente coalescida puede referirse a un líquido en el que las gotitas de un líquido u otra fase forman una gotita de al menos aproximadamente 20 micrones de diámetro. En al menos un aspecto, la coalescencia comprende pasar una corriente de suministro a través de un coalescedor a una tasa de flujo que puede estar en el rango de desde aproximadamente
25 40 a aproximadamente 250 gpm/ft². En otro aspecto, la coalescencia comprende pasar una corriente de suministro a través de un coalescedor a una tasa de flujo que puede estar en el rango de desde aproximadamente 100 a aproximadamente 200 gpm/ft².

Tal y como se utiliza en el presente documento, el término “coalescedor” se refiere a cualquier dispositivo adecuado para realizar procesos de coalescencia. En ciertos
35 aspectos, el coalescedor puede estar constituido y dispuesto tal y como se discutió anteriormente en referencia al recipiente. El coalescedor puede estar constituido de cualquier material adecuado para los propósitos particulares de los métodos y sistemas descritos en el presente documento. En ciertos modos de realización, el coalescedor puede estar constituido, por ejemplo, de cualquiera de uno o más de, acero, acero inoxidable,
40 plástico reforzado con fibra de vidrio, y material de PVC, para formar una estructura de tubo o de columna. En al menos un aspecto, el coalescedor puede incluir un medio de filtración y una pantalla para propósitos de retención del medio de filtración. La dirección del flujo de fluido a través del coalescedor puede ser de arriba abajo, aunque el flujo de fluido a través del coalescedor de abajo arriba también está dentro del alcance de esta divulgación.

45 En ciertos aspectos, el dispositivo 105 de tratamiento de agua puede estar montado con un sistema 110 de tubo de aspiración tal y como se muestra en la figura 1. El sistema 110 de tubo de aspiración puede comprender uno o más tubos 112 de aspiración y puede estar constituido y dispuesto para retrolavar de forma intermitente el medio proporcionando un volumen deseado y/o una velocidad de fluido de retrolavado para recorrer el lecho. Por
50 ejemplo, el proceso de retrolavado puede comprender proporcionar un volumen de gas para recorrer el lecho del medio 160 de filtración, tal y como se discutió anteriormente. De

forma alternativa, o adicionalmente, el sistema 110 de tubo de aspiración puede ser utilizado durante al menos uno de los procesos de filtrado y coalescencia.

5 El retrolavado se puede realizar con un sistema de tubo de aspiración en su lugar, o se puede realizar sin un sistema de tubo de aspiración. Tal y como se utiliza en el presente documento “recorrer el echo” se define como el movimiento del medio durante el retrolavado en el cual el medio, en o cerca de la parte inferior del recipiente, puede moverse parcialmente o completamente a través del sistema 110 de tubo de aspiración hacia la parte superior del dispositivo 105 de tratamiento de agua y de vuelta hacia la parte inferior del dispositivo 105 de tratamiento de agua. El sistema 110 de tubo de aspiración puede estar dimensionado y conformado para proporcionar al menos uno de, un volumen deseado de medio que se va a retrolavar y para funcionar dentro de un periodo de tiempo preseleccionado para el funcionamiento de retrolavado. El sistema 110 del tubo de aspiración puede comprender uno o más tubos 112 de aspiración situados en el medio. Tal y como se utiliza en el presente documento, un “tubo de aspiración” es una estructura que tiene una o más paredes laterales abiertas en ambos extremos, el cual, cuando se dispone en el medio, proporciona un pasaje para el flujo del medio durante el retrolavado.

20 El tubo 112 de aspiración del sistema 110 de tubo de aspiración puede estar constituido de cualquier material adecuado para los propósitos particulares de los métodos y sistemas descritos en el presente documento. Por ejemplo, el tubo 112 de aspiración puede estar formado del mismo material que el dispositivo 105 de tratamiento de agua o puede estar formado de materiales más ligeros, más pesados, más caros, o menos caros. Por ejemplo, el tubo 112 de aspiración puede estar formado de plásticos, incluyendo plásticos reforzados con fibra de vidrio. El tubo 112 de aspiración puede estar formado previamente por inserción en el dispositivo 105 de tratamiento de agua o fabricado como parte del dispositivo 105 de tratamiento de agua. Como tal, el tubo 112 de aspiración puede ser diseñado para retroalimentar dispositivos de tratamiento de agua corrientes. De acuerdo con ciertos aspectos, el tubo 112 de aspiración puede estar soportado sobre la pared exterior del dispositivo de tratamiento de agua. De forma alternativa, el tubo 112 de aspiración puede estar soportado sobre un divisor o una placa de retención del medio, tal como una pantalla una placa perforada, diseñada para retener el medio 160 de filtración dentro de una región del dispositivo 105 de tratamiento de agua mientras que permite el flujo de líquido y contaminantes dentro y fuera del medio 160 de filtración.

35 Un tubo 112 de aspiración individual puede estar dimensionado y conformado de acuerdo con al menos uno de, una aplicación deseada, un volumen de medio 160 que se va a retrolavar, y para funcionar dentro de un periodo de tiempo preseleccionado para el funcionamiento de retrolavado. El tubo 112 de aspiración puede también estar dimensionado y conformado para proporcionar un movimiento adecuado o de elevación del medio de filtrado durante el filtrado o coalescencia. El tubo 112 de aspiración también puede estar dimensionado y conformado para proporcionar un nivel deseado de agitación dentro del tubo 112 de aspiración para limpiar parcialmente o totalmente el medio 160 de filtración, por lo tanto liberando al menos uno de, una porción de los contaminantes, tal como hidrocarburos y sólidos suspendidos, del medio 160 de filtración.

45 El volumen del sistema de tubo de aspiración deseado puede estar provisto de un único tubo de aspiración o disponiendo múltiples tubos de aspiración que tienen un volumen total sustancialmente igual al volumen deseado. Un tubo de aspiración individual puede tener un área de sección transversal de cualquier forma, tal como circular, elíptica, cuadrada, rectangular, o cualquier forma irregular. El tubo de aspiración individual puede tener una forma global, tal como cónica, rectangular y cilíndrica. En un modo de realización, el tubo 112 de aspiración es un cilindro. El tubo 112 de aspiración puede estar situado en el medio 160 de filtración de manera que está rodeado completamente por el medio de filtración así como lleno completamente con el medio de filtración. Uno o ambos extremos del tubo 112

de aspiración pueden estar constituidos y dispuestos para ayudar a al menos uno de, el flujo del medio dentro y fuera del tubo 112 de aspiración. Por ejemplo, la pared lateral de un primer extremo del tubo 112 de aspiración puede incluir uno o más cortes que forman pasajes para permitir que algo del medio de filtrado en o cerca del primer extremo del tubo de aspiración entre a través de la pared lateral del tubo de aspiración, tal y como se discute en la patente US No. 8,747,667 y en la solicitud de patente publicada US No. 2011/0174746. Los cortes que forman los pasajes pueden tener cualquier forma para permitir que entre un volumen suficiente de medio de filtrado al tubo de aspiración. Por ejemplo, los cortes pueden ser triangulares, cuadrados, semicirculares, o tener una forma irregular. Pasajes múltiples pueden ser idénticos entre sí y pueden estar situados de forma uniforme con respecto al primer extremo del tubo de aspiración para distribuir de forma uniforme el flujo del medio de filtrado en el tubo de aspiración. El tubo 112 de aspiración también puede estar abierto en la parte inferior y puede o no puede contener cortes adicionales.

El tubo de aspiración o los tubos 112 de aspiración pueden estar situados en cualquier posición adecuada dentro del medio 160 de filtración. Por ejemplo, un único tubo 112 de aspiración puede, pero no necesita, estar situado de forma central con respecto a las paredes laterales del dispositivo de tratamiento de agua. De forma similar, múltiples tubos 112 de aspiración en un único dispositivo 105 de tratamiento de agua pueden estar situados de forma aleatoria o situados en un patrón uniforme con respecto a las paredes laterales del dispositivo de tratamiento de agua. En ciertos ejemplos, un único tubo 112 de aspiración está situado en el medio 160 de filtración con respecto al dispositivo 105 de tratamiento de agua de manera que un eje que se extiende desde cada extremo del tubo 112 de aspiración es coaxial con un eje paralelo a la pared lateral del recipiente. Múltiples tubos 112 de aspiración en un único dispositivo 105 de tratamiento de agua pueden, pero no necesitan, ser idénticos en el volumen o área en sección transversal. Por ejemplo, un único dispositivo 105 de tratamiento de agua puede comprender tubos 112 de aspiración cilíndricos, cónicos y rectangulares de altura y área en sección transversal variables. Por ejemplo, un dispositivo de tratamiento de agua puede tener un primer tubo de aspiración situado de forma central que tiene una primera área en sección transversal y una pluralidad de segundos tubos de aspiración situados adyacentes a la pared lateral del dispositivo de tratamiento de agua en el cual cada uno de los segundos tubos de aspiración tiene una segunda área en sección transversal más pequeña que la primera área en sección transversal. De acuerdo con otro ejemplo, un dispositivo de tratamiento de agua tiene una pluralidad de tubos de aspiración idénticos.

De acuerdo con varios aspectos, el tubo 112 de aspiración puede incluir un deflector para evitar o reducir el reflujo dentro del tubo 112 de aspiración. El deflector puede tener cualquier tamaño y forma adecuados para un tubo de aspiración particular. Por ejemplo, el deflector puede ser una placa situada de forma adecuada sobre una superficie interior del tubo de aspiración o un cilindro situado en el tubo de aspiración. En un modo de realización, el deflector puede ser un cilindro sólido o hueco situado de forma central dentro del tubo de aspiración.

Las figuras 1 y 3 ilustran un proceso de retrolavado de acuerdo con varios aspectos de esta divulgación. Tras iniciar un proceso de retrolavado, se interrumpe el flujo en la corriente 170 de suministro a través del dispositivo 105 de tratamiento de agua. Un flujo de gas 185 puede iniciarse a través de una entrada 187 de gas en una parte inferior del dispositivo 105 de tratamiento de agua y un flujo de fluido 155 de retrolavado se puede iniciar a través de la entrada 157 de fluido de retrolavado. De acuerdo con algunos modos de realización, la entrada 155 de fluido de retrolavado puede comprender también una salida para la corriente tratada creada durante los procesos de filtración o coalescencia realizados por el sistema 105 de tratamiento de agua, lo cual puede eliminar la necesidad de una entrada separada para el fluido 155 de retrolavado. El flujo de gas 185 a través de la entrada 187

de gas puede, pero no necesita, suceder antes de que se inicie el flujo del fluido 155 de retrolavado. Por ejemplo, el flujo del gas 185 y el fluido 155 de retrolavado pueden comenzar de forma simultánea, mientras que de acuerdo con otros ejemplos, el flujo de fluido 155 de retrolavado puede comenzar antes de que se inicie el flujo de gas 185.

5 Además, el gas 185 y el flujo 155 de retrolavado pueden fluir de forma continua durante el retrolavado. De forma alternativa, el flujo de uno o ambos de, el gas 185 y el fluido 155 de retrolavado puede ser intermitente. Otras variaciones y detalles referentes al sistema de retrolavado pulsado son descritas en la patente US No. 8,747,667 y en la solicitud de patente publicada US No. 2011/0174746.

10 Tras la introducción del gas 185 y del fluido 155 de retrolavado, el lecho del medio 160 filtración se expande y se mueve en contra de la dirección de la corriente 170 de suministro dentro del dispositivo 105 de tratamiento de agua, tal y como se muestran en las figuras 1 y 3. Tal y como se indica en la figura 3, el medio 160 de filtración se mueve desde el extremo superior del recipiente 107 a lo largo del exterior del tubo 112 de aspiración hacia

15 el extremo inferior del recipiente 107 donde entonces puede entrar en el extremo inferior del sistema 110 de tubo de aspiración adyacente al extremo inferior del recipiente 107. El medio 160 de filtración entonces se mueve dentro de la región 182 interior del sistema 110 de tubo de aspiración desde el extremo 184 inferior del sistema 110 de tubo de aspiración al extremo 186 superior del sistema 110 de tubo de aspiración (en una dirección contraria al flujo de la corriente 170 de suministro durante la filtración) donde sale del tubo 112 de aspiración y entra en una o más zonas 114 periféricas del dispositivo 105 de tratamiento de agua, por lo tanto recorriendo parcialmente o totalmente el lecho. Mientras que sigue en el sistema 110 de tubo de aspiración, el medio 160 de filtración puede mezclarse, por tanto liberando una porción del petróleo y los sólidos suspendidos inmovilizados previamente en

20 el medio 160 de filtración.

Durante el retrolavado, tras salir del sistema 160 del tubo de aspiración y entrar en las zonas 114 periféricas, el medio 160 de filtración entra en una zona 125 de limpieza turbulenta situada por encima del tubo 112 de aspiración en el cual el medio de filtración continúa mezclándose, liberando petróleo y sólidos suspendidos adicionales. El petróleo y los

30 sólidos suspendidos liberados del medio 160 de filtración pueden ser conducidos desde el dispositivo 105 de tratamiento de agua junto con el gas 185 y el líquido 155 de retrolavado utilizado durante el proceso de retrolavado como una corriente 140 mixta de líquido-gas. La corriente 140 mixta de líquido-gas puede ser dirigida desde el dispositivo 105 de tratamiento de agua a un dispositivo 115 de separación tal y como se muestra en la figura 1.

35 Con referencia de nuevo a la figura 1, el flujo de gas 185 utilizado durante el retrolavado puede estar en comunicación con una fuente de gas 185 o cualquier otro fluido que pueda ser utilizado para inducir el movimiento del medio 160 de filtración a través del sistema 110 de tubo de aspiración. Por ejemplo, en ciertas aplicaciones, el gas 185 puede ser aire u oxígeno, y en otras aplicaciones el gas puede ser nitrógeno, un gas producido, y/o un gas combustible. El tipo de gas 185 utilizado en el proceso de retrolavado puede depender del tipo de procesamiento que está siendo realizado. Por ejemplo, para petróleo y procesamiento de gas, aguas arriba, el gas 185 puede ser nitrógeno o un gas combustible, dado que el oxígeno crea problemas relacionados con la corrosión. Tal y como se utiliza

40 en el presente documento, un gas 185 combustible puede incluir gas natural o cualquier otro gas de hidrocarburo combustible. Por el contrario, para el petróleo y el procesamiento de gas, aguas abajo, se puede utilizar aire u oxígeno.

De acuerdo con ciertos aspectos, el gas 185 puede producirse dentro del tubo 112 de aspiración a través de una o más entradas de tubo de aspiración situadas dentro del tubo

50 112 de aspiración, el cual puede incluir un difusor. De acuerdo con otros aspectos, la entrada 187 de gas puede estar situada por debajo del tubo 112 de aspiración. La entrada

187 de gas puede comprender una o más entradas situadas dentro del dispositivo 105 de tratamiento de agua que funciona para suministrar gas 185 al sistema 105 de tubo de aspiración para los propósitos de impartir un flujo al medio 160 de filtración a través del sistema 110 de tubo de aspiración. Por ejemplo, la entrada 187 de gas puede ser un orificio, una boquilla, o un chorro para suministrar gas. De acuerdo con algunos modos de realización, la entrada 187 de gas puede también suministrar líquido o una combinación de gas y un líquido al sistema 110 de tubo de aspiración.

El dispositivo 105 de tratamiento de agua puede también incluir una o más entradas para un flujo de fluido 155 de retrolavado hasta el dispositivo 105 de tratamiento de agua. Por ejemplo, el fluido 155 de retrolavado puede ser suministrado a zonas 114 periféricas situadas entre la pared lateral del sistema 110 de tubo de aspiración y respectivas paredes laterales del dispositivo 105 de tratamiento de agua. Aunque la figura 1 solo muestra un fluido 155 de retrolavado que está siendo suministrado a una posición del dispositivo 105 de tratamiento de agua, el fluido 155 de retrolavado puede ser suministrado a una o más posiciones, incluyendo el otro lado del dispositivo 105 de tratamiento de agua en una posición similar a la que ya se ha mostrado en la figura 1. Tal y como se utiliza en el presente documento, una “zona periférica” es un volumen interno del recipiente no ocupado por el sistema de tubo de aspiración. El fluido 155 de retrolavado puede ser suministrado en o cerca de la pared inferior del dispositivo 105 de tratamiento de agua para inducir el flujo o ayudar en el flujo del medio 160 de filtración hacia el extremo inferior del sistema 110 de tubo de aspiración. Una o más entradas 157 de fluido de retrolavado pueden estar situadas dentro del dispositivo 105 de tratamiento de agua para proporcionar un flujo de retrolavado al dispositivo 105 de tratamiento de agua y dirigir el medio 160 de filtración hacia el sistema 110 de tubo de aspiración.

El fluido 155 de retrolavado puede ser un líquido, tal como el filtrado o agua residual que se va a filtrar, un gas, tal como aire, y combinaciones de los mismos. De acuerdo con algunos modos de realización, el fluido 155 de retrolavado comprende al menos una porción de la corriente 170 de suministro desviada desde una entrada de corriente de suministro, una corriente tratada, o cualquier fuente de fluido adecuada para el proceso de retrolavado. La entrada 157 que proporciona el fluido 155 de retrolavado puede tener cualquier configuración adecuada para suministrar el fluido 155 de retrolavado al dispositivo 105 de tratamiento de agua, incluyendo la zona 114 periférica. Por ejemplo, la entrada 157 del fluido 155 de retrolavado puede ser un orificio, una boquilla, o un chorro para suministrar un gas, un líquido o una combinación de los mismos. En ciertos ejemplos, la entrada 157 del fluido de retrolavado puede extenderse desde cualquier posición adecuada para ayudar en la distribución de agua.

De acuerdo con varios aspectos, el proceso de retrolavado puede incluir además fluidificar la capa 180 del medio 160 de filtración. De acuerdo con algunos modos de realización, una fluidificación adecuada sucede durante el propio proceso de retrolavado, cuando el gas 185 y/o el fluido 155 de retrolavado son introducidos en el dispositivo 105 de tratamiento de agua. De acuerdo con otros modos de realización, la fluidificación es una etapa separada al final del proceso de retrolavado. Por ejemplo, el líquido 155 de retrolavado puede ser introducido para producir una velocidad de flujo ascendente de fluido en el medio 160 de filtración, lo cual puede funcionar para liberar contaminantes adicionales del medio 160 de filtración. En ejemplos en los que se utilice un lecho de medio estratificado, esta técnica puede también permitir que las partículas más grandes y menos densas se segreguen en la porción superior del dispositivo 105 de tratamiento de agua y que las partículas más pequeñas y menos densas caigan a la porción inferior del dispositivo 105 de tratamiento de agua.

De acuerdo con varios modos de realización, el proceso de retrolavado genera una corriente 140 mixta de líquido-gas. Por ejemplo, el flujo de entrada de gas 185 y de fluido

- 155 de retrolavado en el dispositivo 105 de tratamiento de agua y en el medio 160 de filtración puede provocar los patrones de flujo de fluido que mezclan el caso 185 y el fluido 155 de retrolavado entre sí. Durante el ciclo de retrolavado, los hidrocarburos y otros contaminantes son liberados y se mezclan con el gas 185 y con el fluido 155 de retrolavado para formar la corriente 140 mixta de líquido-gas. La corriente 140 mixta de líquido-gas puede ser retirada del dispositivo 105 de tratamiento de agua, tal como a través de una salida 144 en o cerca de la parte superior del dispositivo 105 de tratamiento de agua, y después introducirse en una entrada 142 de un dispositivo 115 de separación que funciona para separar la corriente 140 mixta de líquido-gas en un líquido 150 y un gas 145.
- 5
- 10 Tal y como se utiliza en el presente documento, el término “dispositivo de separación” se refiera un dispositivo que utiliza cualquier técnica de separación para separar un líquido de un gas. De acuerdo con varios aspectos, el tanque 115 de separación puede ser utilizado de forma específica para los propósitos de separar el gas del líquido, o podría ser un tanque o dispositivo que ya exista en el sistema 105 de tratamiento de agua para otro propósito,
- 15 tal como para recibir una corriente residual de retrolavado. De acuerdo con algunos modos de realización, se puede utilizar gravedad para separar el líquido del gas. Por ejemplo, el líquido, el cual es más denso que el gas, se acumulará de forma natural en o cerca de la parte inferior del dispositivo 115 de separación y formará un líquido 150, mientras que el gas se eleva, de forma natural, a la parte superior del dispositivo 115 de separación para formar un gas 145. Aunque la entrada de la corriente 140 mixta de líquido-gas al dispositivo 115 de separación se indica que está cerca de la parte inferior del dispositivo 115 de separación, la entrada de la corriente 140 mixta de líquido-gas puede también estar en una porción superior del dispositivo 115 de separación. Tal y como se apreciará, otros tipos de dispositivos de separación distintos de los dispositivos basados en gravedad están también dentro del alcance de esta divulgación, incluyendo dispositivos ciclónicos.
- 20
- 25 Con referencia la figura 1, el recipiente 115 de separación también puede incluir una salida 190 de líquido y una salida 195 de gas. Tal y como se discutió anteriormente, el dispositivo 115 de separación puede estar configurado para separar una corriente 140 mixta de líquido-gas en un líquido 150 que está en comunicación fluida con la salida 190 de líquido y un gas 145 que está en comunicación fluida con la salida 195 de gas. El gas 145 del dispositivo 115 de separación contiene al menos una porción del gas utilizado durante el proceso de retrolavado y puede contener contaminantes que están en forma de gas. De acuerdo con algunos modos de realización, la salida 195 de gas del dispositivo 115 de separación es una boquilla situada en una porción superior del dispositivo 115 de separación. El líquido 150 del dispositivo de separación comprende al menos una parte del fluido 115 de retrolavado utilizado en el proceso de retrolavado, así como al menos una porción de los contaminantes liberados del medio 160 de filtración durante el retrolavado. De acuerdo con algunos modos de realización, el líquido 150 puede además ser procesado para retirar una cantidad de petróleo o hidrocarburos del mismo.
- 30
- 35
- 40 Tal y como se muestra en la figura 1, tras salir del dispositivo 115 de separación, el gas 145, que también puede ser referido como un gas 135 reciclado, puede ser presurizado utilizando un dispositivo 120 de presurización. Tal y como se utiliza en el presente documento, el término “dispositivo de presurización” se refiere a cualquier dispositivo que genera una corriente de gas o líquido presurizado adecuada para su uso en un proceso de retrolavado. El dispositivo 120 de presurización puede también funcionar para “tirar” del gas 145 separado desde el dispositivo 115 de separación. De acuerdo con un aspecto adicional, el dispositivo 120 de presurización también puede funcionar para “empujar” la corriente 140 vista de líquido-gas fuera del dispositivo 105 de tratamiento de agua. De acuerdo con algunos modos de realización, el dispositivo 120 de presurización es al menos un soplador, un compresor, y una bomba. El gas 145 puede ser presurizado a diferentes valores dependiendo de la aplicación. De acuerdo con varios modos de realización, el gas puede ser presurizado a al menos 20 psig.
- 45
- 50

De acuerdo con ciertos modos de realización, el dispositivo 120 de presurización puede incluir o de otro modo estar en comunicación con una unidad de flotación de gas disuelto (DGF) que suministra burbujas de gas al dispositivo 105 de tratamiento de agua, incluyendo el sistema 110 de tubo de aspiración. Ejemplos no limitativos de dichos sistemas incluyen el sistema de bombeo DGF Brise™ de Siemens. Estos sistemas están configurados para romper vapor de agua en burbujas con un tamaño de un micrón o más grandes extrayendo gas y agua en un impulsor, que está después sujeto a una caída de presión. De acuerdo con otro modo de realización, el dispositivo 120 de presurización puede incluir o de otro modo estar en comunicación con un eyector que está configurado para diseminar burbujas de gas. De acuerdo con ciertos aspectos, el eyector puede estar situado dentro del dispositivo 105 de tratamiento de agua, tal como por debajo del sistema 110 de tubo de aspiración, de manera que las burbujas de gas son generadas dentro del dispositivo 105 de tratamiento de agua. De acuerdo con otros aspectos, el eyector puede estar situado externo al dispositivo 105 de tratamiento de agua de manera que las burbujas de gas son introducidas al dispositivo 105 de tratamiento de agua, incluyendo el sistema 110 de tubo de aspiración.

De acuerdo con uno o más modos de realización, un gas 165 de reposición puede ser introducido en combinación con el gas 135 reciclado en el dispositivo 105 de tratamiento de agua como parte del gas 185 utilizado en el proceso de retrolavado. En ciertos ejemplos, una porción del volumen de gas utilizado en el proceso de retrolavado puede llegar a ser disuelto en el líquido 155 de retrolavado o puede de otro modo “perderse” en el sistema. Por tanto, en ciertos modos de realización, el gas 135 reciclado puede que no proporcione totalmente el volumen requerido de gas necesario para recorrer el lecho del medio 160 de filtración durante el proceso de retrolavado. Por tanto, una fuente de gas 165 de reposición de una fuente “fresca” se puede utilizar para proporcionar un volumen adecuado de gas para conducir el proceso de retrolavado. Tal y como se mencionó anteriormente, para procesos industriales de petróleo y de gas aguas arriba, el gas 165 de reposición puede incluir un hidrógeno o gas combustible, y para procesos aguas abajo, el gas de reposición puede ser aire.

La figura 2 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra al menos un proceso, generalmente indicado por 100, que está de acuerdo con uno o más aspectos de la divulgación. En la figura 2, la etapa 202 incluye generar una corriente mixta de líquido-gas a partir de un proceso de retrolavado. Por ejemplo, un dispositivo 105 de tratamiento de agua tal y como se describió anteriormente puede contener un medio 160 de filtración que es utilizado para filtrar agua residual en un proceso de retrolavado puede por tanto ser utilizado para filtrar el agua residual y se puede utilizar por tanto un proceso de retrolavado para limpiar el medio contaminado. Esto genera una corriente mixta de líquido-gas que es después retirada del proceso de retrolavado en la etapa 204. Por ejemplo, la corriente mixta de líquido-gas puede salir del dispositivo 105 de tratamiento de agua a través de presurización, donde es después transportada a un dispositivo de separación, tal y como se describió anteriormente. En la etapa 206 la corriente mixta de líquido-gas es separada en un líquido y en un gas, y al menos una porción del gas separado es reciclado al dispositivo de tratamiento de agua en la etapa 208, donde será reutilizado para procesos de retrolavado posteriores.

Los procesos 202-208 cada uno representan una secuencia particular de actos en un modo de realización particular. Los actos incluidos en estos procesos pueden ser opcionales y, como tales, omitirse de acuerdo con uno o más modos de realización. De forma adicional, el orden de los actos puede ser alterado, o se pueden añadir otros actos, sin alejarse del alcance de los modos de realización descritos en el presente documento.

Habiendo por tanto descrito varios aspectos de al menos un ejemplo, se ha de apreciar que varias alteraciones, modificaciones y mejoras se le podrán ocurrir fácilmente al experto

en la materia. Por ejemplo, ejemplos divulgados en el presente documento también pueden ser utilizados en otros contextos. Dichas alteraciones, modificaciones y mejoras están destinadas a ser parte de esta divulgación y están destinadas a estar dentro del alcance de los ejemplos discutidos en el presente documento. Por consiguiente, la descripción y dibujos anteriores son a modo de ejemplo únicamente.