

DESGASIFICADOR Y MÉTODO DE GAS PARA LA EXTRACCIÓN DE UN LÍQUIDO

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con desgasificadores empleados para extraer gas, como oxígeno, bióxido de carbono, benceno y sulfuro de hidrógeno, de un líquido.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La extracción de gas es un proceso en el cual un gas particular es extraído de un líquido. De manera más específica, la extracción de gas involucra la transferencia de masa de un gas de una fase líquida a una fase gaseosa. La transferencia se logra poniendo en contacto el líquido que contiene el gas que va a ser extraído con un gas de extracción diferente. Se han usado varios sistemas y procesos para la extracción de gases disueltos como amoníaco (NH_3), bióxido de carbono (CO_2), oxígeno (O_2), sulfuro de hidrógeno (H_2S), y una variedad de compuestos orgánicos volátiles (COV) de un líquido. Por ejemplo, sistemas convencionales para la extracción de gas de un líquido incluyen lechos empacados, columnas y desgasificadores de vacío. Sin embargo, estos sistemas convencionales en general no son apropiados para eliminar gas de líquidos oleaginosos o sucios como, por ejemplo, agua producida resultante de procesos de recuperación de petróleo y gas.

Por consiguiente, ha habido y sigue habiendo la necesidad de un desgasificador eficiente que sea apropiado para eliminar gas de corrientes líquidas de desecho que están sucias o contienen petróleo.

RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención comprende un sistema y un proceso para eliminar gas disuelto de una corriente líquida que fluye a través de un recipiente que tiene una pluralidad de cámaras. Un gas de extracción se inyecta dentro del recipiente y se desplaza a través del recipiente y las cámaras en su interior en una dirección a contracorriente con respecto al flujo del líquido. El gas de extracción se mezcla con el líquido, haciendo que el gas disuelto en el líquido se desplace. Así pues, a medida que el líquido se desplaza de una entrada de líquido a través del recipiente y de cámara a cámara hacia una salida de líquido, la concentración del gas disuelto en el líquido se reduce mientras que la concentración del gas de extracción en el líquido aumenta.

En una modalidad, el líquido y el gas de extracción son dirigidos hacia el interior extremos opuestos del recipiente y se desplazan a través del recipiente en direcciones a contracorriente. El gas de extracción se mezcla con el líquido y esto hace que un gas indeseable en el líquido, como el bióxido de carbono, se desplace y sea reemplazado por una porción del gas de extracción. El gas desplazado y el gas de extracción residual se desplazan hacia arriba a través del líquido en cámaras respectivas hasta un espacio de vapor suprayacente en donde el gas desplazado y el gas de extracción residual forman una mezcla de gases. Esta mezcla de gases es inducida a desplazarse corriente arriba con respecto al flujo del líquido y a mezclarse repetidamente con el líquido, haciendo que más gas se desplace del líquido. Cerca del extremo de entrada del recipiente se proporciona un puerto de desfogue o salida de gas a través de la cual el gas desplazado o indeseable se desfoga del recipiente. Otros objetos y ventajas de la presente invención resultarán evidentes y obvios del estudio la siguiente descripción y los dibujos que la acompañan, los cuales son meramente ilustrativos de dicha invención.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es una vista del desgasificador de la presente invención.

La Figura 1 es una vista agrandada de una sección del desgasificador que se muestra en la Figura 1.

La Figura 2 es una vista de un diseño alternativo para el desgasificador.

La Figura 3 es un proceso ejemplar de tratamiento de agua producida que usa el desgasificador de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DE MODALIDADES EJEMPLARES

Haciendo referencia a los dibujos, el desgasificador de la presente invención es mostrado allí e indicado de manera general por el numeral 10. Como será apreciado en porciones posteriores de la revelación, el desgasificador 10 está configurado para recibir un líquido y para eliminar o extraer gases indeseables, como bióxido de carbono, oxígeno, sulfuro de hidrógeno y benceno, del líquido. El líquido ingresa en el desgasificador 10 y, como se ve en la Figura 1, se desplaza de izquierda a derecha a través del desgasificador. Un gas de extracción (en ocasiones denominado como un gas secundario) se inyecta dentro del desgasificador 10 y se desplaza en general en una dirección a contracorriente con respecto al flujo de líquido. Así pues, como se ve en la Figura 1, el gas de extracción se desplaza en general de derecha a izquierda y en el proceso entra en contacto y se mezcla con el líquido. El gas de extracción, como nitrógeno o gas combustible, por ejemplo, se mezcla con el líquido, haciendo que el gas indeseable en el líquido se desplace y sea reemplazado por el gas de extracción. Mezclar el gas de extracción con el líquido tiene lugar en múltiples localizaciones en el desgasificador 10. Esto da lugar a que la concentración del gas indeseable en el líquido disminuya progresivamente a medida que el líquido fluye a través del desgasificador 10.

Volviendo a una discusión más detallada del desgasificador 10, el desgasificador comprende un recipiente 12 que recibe el gas de extracción del líquido. El recipiente 12 puede adoptar varias formas y tamaño. El recipiente 12 es un sistema cerrado o presurizado y no está diseñado para ser abierto a la atmósfera. En general, el recipiente 12 se mantiene cerca de la presión atmosférica, en el intervalo de 3-6 kpag. En una modalidad, el recipiente 12 comprende un tanque alargado. El recipiente 12 incluye una entrada de líquido 14 y una salida de líquido 16. Como se ve en los dibujos, la entrada de líquido 14 y la salida de líquido 16 están situadas en extremos opuestos del recipiente 12. Formada en el recipiente 12 hay una serie de cámaras en donde la desgasificación tiene lugar. El número de cámaras puede variar. En la modalidad que aquí se ilustra, el recipiente 12 incluye cuatro cámaras, 18, 20, 22 y 24. Estas cámaras están formadas por una serie de particiones 26 que están espaciadas en el recipiente 12. Nótese que cada partición 26 está espaciada del fondo del recipiente 12 y excepto por la partición 26 adyacente a la entrada 14, el resto de las particiones se extiende hacia arriba hacia la parte superior del recipiente 12. Nótese que se forman aberturas 33 entre el fondo del recipiente 12 y los bordes terminales inferiores de las particiones 26. De aquí se sigue que el líquido que fluye a través del recipiente fluirá por debajo de las respectivas particiones 26 y a través de las aberturas 33 a medida que el líquido fluye de la entrada 14 hacia y a través de la salida 16.

Formada adyacente a la entrada 14 y antes de la primera partición 26 se halla un área de entrada 28. Así pues, es evidente que el líquido que ingresa en la entrada 14 pasará a través del área de entrada 28 antes de alcanzar la primera cámara 18. Corriente abajo del área de entrada 28 y más allá de la última cámara 24 hay una entrada de gas de extracción 30 en donde el gas de extracción se inyecta dentro del recipiente 12. Debajo de la entrada del gas de extracción 30 en esta modalidad hay una cámara de descarga 32. De aquí se sigue que el líquido que está siendo desgasificado pasa a través de la cámara de descarga 32 antes de ser descargado de la salida 16.

En general para ayudar a dirigir el flujo de líquido a través del recipiente, se proporciona una serie de deflectores 34 que están estratégicamente dispuestos en la porción del fondo del recipiente 12. Como se ve en los dibujos, estos deflectores 34 están espaciados entre las particiones 26 y se extienden hacia arriba desde el fondo del recipiente 12. En la modalidad que aquí se ilustra, los deflectores 14 incluyen un borde terminal superior angulado que se extiende ligeramente por encima de los bordes terminales inferiores de las particiones 26. Así pues, a medida que el líquido fluye a través del recipiente 12, el líquido es obligado a desplazarse por debajo de los bordes terminales inferiores de las particiones 26 y por encima de los deflectores 34. Los deflectores 34 tienden a voltearse y a dirigir el flujo de líquido hacia arriba dentro de las porciones inferiores de las cámaras 18, 20, 22 y 24. Los deflectores 34 en general ayudan a la distribución del trayecto de flujo y en general previenen o reducen el cortocircuito del flujo en las cámaras y esto en general da lugar a la utilización todo el tiempo de residencia. Los deflectores 34 también previenen o reducen la fuga de gas dentro de cámaras adyacentes. Al poner los deflectores 34 a una altura suficiente, se impide que el gas sea transferido a la cámara corriente abajo lo cual puede contaminar el líquido en la celda corriente abajo. También cabe anotar que las aberturas 33 formadas por debajo de las particiones 26 y entre deflectores respectivos 34 están diseñadas para permitir que el líquido – y no el gas – fluya a través de las aberturas y de una cámara a otra.

Situada en la porción de entrada de líquido del recipiente 12 hay una salida de gas 36. Como se ve en los dibujos, la salida de gas 36 está dispuesta en la parte superior del recipiente 12 adyacente al área de entrada 28 y la primera cámara o inicial 18. El gas expulsado a través de la salida de gas 36 es el gas desplazado (en ocasiones denominado como gas saliente) y dado que el proceso puede no ser 100% eficiente, el gas expulsado podría incluir gas de extracción. Así pues, en un proceso típico, el gas dirigido fuera de la salida de gas 36 comprenderá una mezcla de gases de gas desplazado y gas de extracción en donde el gas de extracción usualmente hará una porción relativamente pequeña de la mezcla de gases expulsada del recipiente 12.

En general el proceso involucra un líquido que ingresa en la entrada 14 y se desplaza de izquierda a derecha como se ve en las Figuras 1 y 2. Al mismo tiempo, el gas de extracción ingresa por la entrada de gas de extracción 30 y en general fluye de derecha a izquierda en una dirección a contracorriente con respecto a la dirección del flujo de líquido. En este proceso, el gas de extracción entra en contacto con el líquido y se mezcla bien con el líquido. Los gases indeseables, como bióxido de carbono, oxígeno, sulfuro de hidrógeno y benceno, son desplazados del líquido que está siendo tratado y reemplazados con el gas de extracción. El gas desplazado y el gas de extracción residual se desplazan hacia arriba a través del líquido dentro de espacios de vapor 40 que se forman entre el nivel del líquido y la parte superior del recipiente 12. Con el fin de dar lugar a los espacios de vapor 40, el nivel del líquido en el recipiente 12 puede ser controlado por medios convencionales. Es decir, se puede proporcionar un programa de control para detectar el nivel del líquido en todo el recipiente 12 y para controlar el nivel de tal manera que se proporcione un espacio de vapor 40 adecuado durante el proceso de desgasificación del líquido. Varios sistemas y programas de control se pueden usar para controlar el nivel del líquido en el recipiente 12. Por ejemplo, se puede usar un instrumento de nivel que incluye un transmisor y una válvula de control de nivel, o un instrumento de nivel con una bomba. En estos ejemplos, el programa efectivamente lee señales de nivel y, con base en las señales de nivel, acciona la válvula de control de nivel o bomba para iniciar un cambio en el nivel del líquido.

En el proceso de desgasificación de la presente invención, el gas de extracción es inducido dentro del líquido que tiene el gas que va a ser extraído o eliminado. Esto se logra controlando los parámetros de presión parcial que permiten que el gas de extracción desplace al gas

7 X

indeseable en el líquido. Cabe anotar que esto no se logra a través de una reacción química. La ley de las presiones parciales de Henry propone que, a temperatura constante, la cantidad de un gas dado que se disuelve en un tipo y volumen de un líquido dado es directamente proporcional a la presión parcial de ese gas en equilibrio con ese líquido. En el presente proceso, la ley de las presiones parciales de Henry requiere que el gas dentro del líquido sea desplazado a medida que se introduce el gas de extracción.

En muchas instancias, el gas de extracción inyectado en la entrada de gas de extracción 30 es puro.

Sin embargo, después de mezclarse inicialmente con el líquido, el gas de extracción comunicado corriente arriba y de cámara a cámara puede formar parte de una mezcla de gases que comprende tanto el gas de extracción como el gas desplazado. No obstante, el gas mezclado con el líquido sigue denominándose gas de extracción, aunque puede formar parte de una mezcla de gases que incluye el gas desplazado. Así pues, tal como se usa en este contexto, el término "mezcla de gases" se refiere a una mezcla de gases que incluyen el gas de extracción y algo de gas desplazado.

El degasificador 10 está provisto de una serie de mezcladores para mezclar el gas de extracción con el líquido en el recipiente 12. Se pueden usar varios tipos de mezcladores. Por ejemplo, toberas de inyección, mezcladores giratorios, mezcladores estáticos como boquillas y rociadores. Los mezcladores están dispuestos en las cámaras 18, 20, 22 y 24 de tal manera que la mezcla del gas de extracción con el líquido tiene lugar por debajo de la superficie del líquido. Como se describe más adelante, los mezcladores asociados con las cámaras respectivas operan induciendo el gas de extracción o mezcla de gases que contiene el gas de extracción dentro del líquido en una cámara y para mezclar bien el gas de extracción con el líquido.

Las Figuras 1 y 1A muestran una serie de toberas de inyección asociadas operativamente con cada una de las cámaras 18, 20, 22 y 24. Cada tobera de inyección en general está indicada por el numeral 50. Cada tobera de inyección 50 incluye una entrada de líquido 52 y una entrada de gas 54. Además, la tobera de inyección 50 incluye un conducto principal 58 que se proyecta hacia abajo dentro del líquido. Un tubo de gas 56 se extiende desde la entrada de gas 54 hasta el conducto principal 58. Dispuesta alrededor del fondo de la tobera de inyección como se ilustra en la Figura 1 hay un cabezal de mezcla que comprende una placa horizontal 60 y boquillas dispuestas sobre el extremo inferior del conducto principal 58 y orientadas hacia la placa. Un líquido motriz es bombeado a presión dentro de la entrada de líquido motriz 52 y dirigido hacia el conducto principal 58 hacia la placa 60. Esto crea un efecto Venturi en el área en la cual el tubo de gas 56 se une al conducto principal 58. Esto da lugar a una baja presión en el tubo de gas 56 que da lugar a que el gas de extracción o la mezcla de gases sean inducidos dentro de la entrada de gas 54 y a través del tubo de gas 56 y dentro del conducto principal 58 en donde el gas de extracción o la mezcla de gases se mezclan con el líquido motriz. La mezcla de líquido motriz y gas de extracción se dirige hacia abajo hacia el extremo de salida del conducto principal 58. Esta mezcla de líquido motriz y gas de extracción es descargada de la tobera de inyección 50 a presión. La mezcla de líquido motriz y gas de extracción es desviada por la placa 60 y es efectiva para arrastrar líquido de la cámara respectiva y para mezclar bien el gas de extracción con el líquido en la cámara. Como se discutió arriba, la mezcla del gas de extracción con el líquido en la cámara hace que el gas indeseable en el líquido se desplace y sea reemplazado por al menos una porción del gas de extracción.

El gas desplazado, junto con gas de extracción residual, se desplaza hacia arriba a través del líquido dentro del espacio de vapor 40 de la cámara en donde la tobera de inyección 50 está localizada. "Gas de extracción residual" significa la porción remanente del gas de extracción en

el recipiente que no está disuelta en el líquido. Como se anotó arriba, el gas de extracción puro puede ser dirigido hacia el interior de la entrada de gas 30 que está situada en la cámara de descarga 32. Como asunto práctico, la mayoría, si no todo, el gas de extracción está contenido en el espacio de vapor 40 en la cámara de descarga 32. Así pues, de acuerdo con la modalidad que se ilustra en la Figura 1, gas de extracción esencialmente puro es dirigido dentro de la última cámara 24 y mezclado con el líquido allí presente. Sin embargo, el gas que en últimas termina en el espacio de vapor 40 de la última cámara 24 es en general una mezcla de gas desplazado y gas de extracción residual. Esta mezcla de gases es la que es inducida dentro de la tobera de inyección 50 asociada con la cámara adyacente corriente arriba 22. De aquí que, en este caso, el líquido motriz opere mezclando una mezcla de gas desplazado y gas de extracción con el líquido en la cámara 22. Este proceso básico continúa corriente arriba de una cámara a una cámara adyacente corriente abajo hasta cuando la mezcla de gas desplazado y gas de extracción residual alcanza la salida de gas 36 en donde es expulsada del recipiente 12. Como se discutió arriba, de aquí se sigue que la concentración de gas indeseable en el líquido continúa disminuyendo a medida que el líquido se desplaza corriente abajo. También, la concentración de gas de extracción residual continúa disminuyendo a medida que el gas de extracción es inducido a desplazarse corriente arriba de una cámara a otra cámara.

Se pueden usar varias fuentes de líquido motriz para impulsar las toberas de inyección 50. En la modalidad que se ilustra en la Figura 1, el efluente tratado de la salida 16 del recipiente 12 se usa como el líquido motriz. Una bomba 17 está conectada operativamente a la salida 16 del recipiente 12 para bombear el efluente tratado del recipiente dentro de las toberas de inyección 50. Así pues, una porción del efluente tratado es reciclado a través de las toberas de inyección de vuelta hacia el recipiente 12. Así pues, una porción del efluente tratado sirve como líquido motriz y al mismo tiempo porciones del efluente tratado reciclado se someten a desgasificación adicional.

En la modalidad de las Figuras 1 y 1A se observa que el tubo de gas 56 se extiende fuera del recipiente 12. Cabe anotar, sin embargo, que en otras modalidades el tubo de gas 56 puede estar contenido dentro de los límites del recipiente 12. Por ejemplo, los tubos de gas 56 pueden extenderse a través de las particiones 26 y los espacios de vapor 40.

La Figura 2 muestra un diseño alternativo para el desgasificador 10. La diferencia básica entre los desgasificadores de las Figuras 1 y 2 reside en los mezcladores empleados en las cámaras 18, 20, 22 y 24. El desgasificador 10 de la Figura 2 incluye mezcladores giratorios en vez de las toberas de inyección 50 empleadas en el desgasificador de la Figura 1. La función de los mezcladores giratorios es la misma, es decir, inducir el gas de extracción dentro del líquido y mezclar el gas de extracción con el líquido, haciendo que los gases indeseables contenidos en el líquido se desplacen y en últimas sean eliminados del recipiente 12.

En el desgasificador 10 que se muestra en la Figura 2 se puede ver que cada cámara está provista de mezcladores giratorios indicados en general por el numeral 70. Los detalles de los mezcladores giratorios no se describen aquí porque estos dispositivos son conocidos y apreciados por la persona versada en la técnica y por se no son materia de la presente invención. Sin embargo, resulta apropiada una breve discusión de las estructuras básicas de los mezcladores giratorios 70 y su operación. A este respecto, los mezcladores giratorios 70 incluyen un rotor indicado en general por el numeral 72 que está sumergido en el líquido de una cámara e incluye una serie de álabes. El rotor 72 es impulsado por un motor y ensamblaje de impulsión indicado en general por el numeral 74. Como se ve en la Figura 2, una porción del motor y el ensamblaje de impulsión 74 está montada sobre la parte superior del recipiente 12. Porciones del ensamblaje de impulsión se extienden hacia abajo a través de las cámaras respectivas y están conectadas operativamente con el rotor 72.

Como la modalidad de la Figura 1, se proporciona tubería para dirigir el gas de extracción o mezcla de gases de los respectivos espacios de vapor 40 dentro del líquido contenido en cada una de las cámaras 18, 20, 22 y 24. Esta tubería incluye una entrada de gas 76. Extendiéndose desde cada entrada de gas 76 hay un conducto 78 que opera canalizando el gas de extracción de la entrada de gas 76 al rotor 72. De modo más particular, como se ve en la Figura 2, unos conductos 78 se extienden de las entradas de gas 76 a través de aberturas en las particiones 26. Los conductos 78 también se extienden horizontalmente a través de los espacios de vapor 40 y luego giran y se extienden hacia abajo en dirección a los rotores 72. Los extremos inferiores del conducto 78 están provistos de salidas de gas 78A.

La acción de los rotores 72 genera un área de baja presión alrededor de las salidas de gas 78A y esta baja presión está presente a través de los conductos 78 hasta las entradas de gas 76. Así pues, a medida que los rotores 72 son impulsados giratoriamente, esta baja presión induce el gas de extracción de los respectivos espacios de vapor dentro de los conductos 78. El gas inducido que se desplaza a través de los conductos 78 es expulsado o dispersado fuera de las salidas 78A en la vecindad de los rotores 72. La acción de los rotores 72 y los álabes de los mismos no tiene el efecto de mezclar el gas de extracción con el líquido en las cámaras que tienen los mezcladores giratorios 72. Como se discutió arriba, esto da lugar a que el líquido está siendo desgasificado a medida que el gas indeseable en el líquido es desplazado por el gas de extracción a través de la acción de los mezcladores giratorios 70.

El flujo general del líquido y el flujo general del gas de extracción en la modalidad de la Figura 2 es esencialmente el mismo que se discutió arriba con respecto a La Figura 1. Es decir, el gas de extracción en general se desplaza en una dirección a contracorriente con respecto al flujo del líquido a través del recipiente. Esencialmente el gas de extracción es inducido de un espacio de vapor 40 dentro del líquido en una cámara corriente arriba en donde el gas de extracción se mezcla con líquido. Esto a su vez produce más gas desplazado y gas de extracción residual los cuales se elevan a través del líquido dentro de un espacio de vapor superior después de lo cual el gas de extracción residual y el gas desplazado son inducidos dentro del líquido en la siguiente cámara corriente arriba. Esto, como se describió arriba, continúa hasta cuando el gas desplazado y cualquier gas de extracción residual alcanzan el extremo de entrada del recipiente en donde este se desfoga por la salida de gas 36.

El desgasificador 10 de cualquier modalidad puede estar provisto de una caja de desnate opcional o desnatador flotante 80 que se muestra corriente arriba de las respectivas particiones 26 en la modalidad de la Figura 2. A medida que los mezcladores inducen el gas dentro del líquido, una consecuencia de del efecto de la mezcla gas-líquido es que en el límite entre el líquido y el vapor en el recipiente 12 se pueden acumular petróleo y sólidos livianos. Debido a este efecto de acumulación y el burbujeo de gas a través del líquido, se puede desarrollar una capa de espuma sobre la superficie del líquido y esto puede inhibir la extracción de gas del líquido al formar una capa limítrofe que puede impedir la liberación del gas del líquido dentro del espacio de vapor superior. Para mitigar esto se proporciona la caja de desnate 80 e incluye un vertedero de rebosamiento o un desnatador flotante que se pueden utilizar para eliminar la capa de espuma del líquido por rebosamiento de una porción del líquido dentro de la caja de desnate o desnatador flotante. Esta espuma y líquido pueden entonces ser eliminados de la caja de desnate o desnatador flotante 80 por una bomba o por flujo por gravedad de manera que no interfiere con el proceso de extracción de gas. La caja de desnate o desnatador flotante 80 cumple un propósito adicional. Para las aguas oleaginosas de proceso es posible desgasificar y despetrolizar el agua simultáneamente en una operación unitaria. Como la capa de espuma suele acumularse, se hacen flotar el petróleo y los sólidos livianos induciendo el gas dentro del líquido. Al eliminar la espuma esto mejora la calidad general del efluente a medida que el gas es extraído del líquido, desgasificado.

El desgasificador 10 puede ser empleado en una amplia gama de sistemas y procesos para tratar corrientes acuosas. Por ejemplo, el desgasificador 10 se puede usar con tanques de desnate, unidades de flotación inducidas por gas, filtros de cáscara de nuez, unidades de eliminación de agua libre, unidades de flotación de contacto y otros sistemas de tratamiento de aguas residuales para eliminar bióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, oxígeno, benceno y otros gases indeseables. Un ejemplo del uso del desgasificador 10 se relaciona con pretratar corrientes de aguas residuales para eliminar la alcalinidad. Aquí un ácido se mezcla con la corriente de aguas residuales que convierte la alcalinidad a bióxido de carbono y luego el desgasificador 10 puede ser empleado para eliminar el bióxido de carbono.

El desgasificador 10 resulta particularmente útil para tratar agua producida resultante de procesos de recuperación de petróleo o gas. La Figura 3 es una ilustración esquemática de un proceso de tratamiento de agua producida que incluye el desgasificador 10. Una mezcla de petróleo y agua es recuperada de un lecho sedimentario petrolífero. En un proceso convencional, el petróleo es separado de la mezcla de petróleo y agua para formar agua producida. El agua producida es dirigida a un tanque de desnate 100 en donde el petróleo es desnatado de la superficie del agua producida. Del tanque de desnate 100, el agua producida es dirigida a una unidad de flotación inducida por gas (IGF) 102. En la unidad de flotación inducida por gas 102, los sólidos suspendidos y el petróleo libre son eliminados. Luego, el agua producida es dirigida hacia y a través de un filtro de cáscara de nuez 104 para eliminar más petróleo. Parte de las corrientes de agua producida incluyen una concentración relativamente alta de dureza que tiende a formar escamas y a contaminar los equipos corriente abajo, especialmente las membranas usadas para eliminar sólidos disueltos. Del filtro de cáscara de nuez 104, el agua producida es dirigida a una unidad de ablandamiento para eliminar la dureza, como carbonato de calcio. De la unidad de ablandamiento 106, el agua producida es dirigida al desgasificador 10 que se describió arriba y que se muestra en las Figuras 1 y 2. En muchos casos, el agua producida incluirá una concentración significativa de bióxido de carbono y el desgasificador 10 eliminará efectivamente el bióxido de carbono, y en algunos casos otros gases, del agua producida. El efluente del desgasificador 10 es dirigido a una unidad de ablandamiento de cal viva caliente 108. En un proceso típico, un coagulante y un floculante se mezclan con el agua producida junto con cal viva y un cáustico. Esto permite que más dureza se precipite del agua producida. También, muchas corrientes de agua producida incluyen bióxido de silicio que tiene el potencial de formar escamas en los equipos corriente abajo, especialmente membranas. Para precipitar el bióxido de silicio, se puede adicionar óxido de magnesio y mezclado con el agua producida en la unidad de ablandamiento de cal viva caliente 108.

Corriente abajo de la unidad de ablandamiento de cal viva caliente 108 se pueden usar varios filtros para eliminar más sólidos suspendidos. En la modalidad de la Figura 3, se muestra una unidad de filtración posterior 110. Después de filtrar el agua producida en la unidad de filtración posterior 110, el agua producida es dirigida a un intercambio catiónico 112. Cuando el intercambio catiónico es operado en el modo de sodio, por ejemplo, elimina efectivamente la dureza residual. Después de someterse a tratamiento en el intercambio catiónico 112, el agua producida es dirigida a una unidad de ósmosis inversa 114 que elimina una amplia gama de sólidos disueltos, incluidos bióxido de silicio y orgánicos, así como muchos otros sólidos disueltos. En el ejemplo que se muestra en la Figura 3, el efluente de la unidad de ósmosis inversa 114 es dirigido a una unidad de resina quelante 116 para tratamiento ulterior.

Cabe anotar que el proceso que se ilustra en la Figura 3 es un proceso ejemplar para tratar agua producida que incluye el desgasificador 10 que se describió arriba. Los detalles de un proceso de tratamiento de agua producida pueden variar sustancialmente y por consiguiente el proceso que se muestra en la Figura 3 es ejemplar. Para una comprensión más completa y unificada de los procesos de agua producida se debe consultar la revelación de la Patente

11
11

estadounidense 7.815.804, cuya revelación se incorpora expresamente a la presente mediante referencia.

Como se discutió arriba, el líquido y el gas de extracción fluyen a contracorriente a través del recipiente 12. Hay beneficios de este abordaje a la extracción de gas disuelto del líquido. Por ejemplo, en la primera cámara 18 una cantidad relativamente grande de gas es eliminada del líquido debido a la caída de la presión que tiene lugar en el recipiente 12. Así pues, relativamente poco gas de extracción se requiere en la primera cámara 18 y por esta razón el gas de extracción presente en la primera cámara 18 sigue siendo efectivo, aunque su pureza haya disminuido. A medida que el líquido fluye de la primera cámara 18 a otras cámaras corriente abajo, más gas de extracción se requiere para impulsar el gas disuelto fuera del líquido que fluye corriente abajo. Una vez que el líquido alcanza la cámara de descarga 32, tiene lugar lustré en presencia de gas de extracción de alta pureza. Este abordaje asegura el uso efectivo del gas de extracción y también da lugar a la sustancial reducción del gas disuelto en el efluente líquido que abandona el recipiente 12.

La presente invención puede realizarse por supuesto de varias otras maneras distintas de las específicamente expresadas aquí sin apartarse de las características esenciales de la invención. Las presentes modalidades han de ser consideradas en todo respecto como ilustrativas y no como restrictivas, y todos los cambios que caigan dentro del significado y el intervalo de equivalencia de las reivindicaciones que se anexan tienen el objeto de quedar abarcados allí