

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 643 303**

51 Int. Cl.:

E21B 21/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.10.2006 PCT/GB2006/050334**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.07.2017 WO07045925**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2006 E 06794991 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2017 EP 1937934**

54 Título: **Aparato y método para controlar la viscosidad de un fluido de perforación**

30 Prioridad:

18.10.2005 US 253062
24.01.2006 US 338433

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.11.2017

73 Titular/es:

NATIONAL OILWELL VARCO, L.P. (100.0%)
7909 Parkwood Circle Drive
Houston, TX 77036, US

72 Inventor/es:

KOCH, RICHARD JAMES;
SCOTT, ERIC y
STONE, LYNDON RAY

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 643 303 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

APARATO Y MÉTODO PARA CONTROLAR LA VISCOSIDAD DE UN FLUIDO DE PERFORACIÓN**DESCRIPCIÓN**

5 La presente invención se refiere a un método de control de la viscosidad de un fluido de perforación, a un aparato para la realización del mismo, a un aparato de control y a un kit para realizar el método.

10 Durante la construcción de un pozo para la extracción de petróleo y/o gas, se usa fluido de perforación (o "lodo") para controlar las presiones de subsuelo, lubricar la barrena de perforación, estabilizar el pozo y para transportar detritos de perforación a la superficie, entre otras funciones. El lodo se bombea desde la superficie a través de la sarta de perforación hueca, sale a través de boquillas en la barrena de perforación, y vuelve a la superficie a través del espacio anular entre la sarta de perforación y las paredes del agujero.

15 A medida que la barrena de perforación tritura las rocas para dar detritos de perforación, estos detritos se arrastran en el flujo de lodo y se llevan a la superficie. Con el fin de volver a usar el lodo una vez ha vuelto a la superficie y para hacer que los sólidos sean más fáciles de manipular, los sólidos deben separarse del lodo. Para ello, el lodo se envía a través de un sistema de separación de sólidos. La primera etapa en la separación de los detritos del lodo conlleva hacer pasar la mezcla de lodo y detritos por tamices vibratorios conocidos como separadores de esquistos. Los detritos de perforación permanecen encima de los tamices de separadores de esquistos; la acción vibratoria de los separadores desplaza los detritos hacia abajo por el tamiz y fuera del extremo de los separadores hasta un punto en el que pueden recogerse y almacenarse en un depósito o foso de lodo para un tratamiento o gestión adicional. El lodo líquido pasa a través de los tamices y se hace recircular de vuelta a los depósitos de lodo a partir de los que se extrae el lodo para bombear por el pozo. La función de los depósitos de lodo es proporcionar un suministro disponible de lodo limpio para el sistema de circulación.

25 Con frecuencia se usa procesamiento mecánico adicional tras el tratamiento mediante separadores de esquistos para retirar adicionalmente tantos sólidos pequeños como sea posible dado que estas partículas tienden a afectar a las propiedades del lodo y al rendimiento de perforación si vuelven al sistema de circulación. Normalmente, este equipo mecánico es uno o más de estos tres tipos: 1) desarenadores y eliminadores de sedimentos de tipo hidrociclón; 2) limpiadores de lodo (hidrociclón que descarga en un separador de tamiz fino), y 3) centrifugadoras decantadoras de tambor rotatorio. Los sólidos pequeños separados se combinan con los detritos de perforación más grandes retirados por los separadores de esquistos.

35 Pueden usarse centrifugadoras decantadoras para procesar fluidos de perforación para separar sólidos de perforación no deseados del lodo líquido, en particular sólidos de un tamaño que no puede retirarse mediante separadores de esquistos por ejemplo. Cuando se usa una centrifugadora de este tipo para procesar material de perforación (fluido de perforación con detritos perforados en el mismo), cambiar las condiciones del flujo de lodo requiere habitualmente el ajuste manual de las velocidades de bomba de centrifugadora para optimizar el rendimiento de tratamiento de la centrifugadora. El funcionamiento de la centrifugadora puede ser un compromiso entre rendimiento e intervalos entre operaciones de mantenimiento y reparación.

40 A pesar de este procesamiento por el sistema de separación de sólidos, el lodo en espera en los depósitos de lodo que va a volver a usarse puede no tener las propiedades físicas deseadas.

45 En particular, el fluido de perforación contiene diversos materiales y agentes de pesaje, incluyendo en particular cantidades sustanciales de arcillas y otros materiales coloidales que ayudan a impartir al lodo la viscosidad y la resistencia de gel requeridas según se requiere para el arrastre y suspensión de los detritos de perforación. Mientras que la densidad relativa o densidad del lodo pueden aumentarse fácilmente mediante la adición de materiales de pesaje, el lodo de perforación debe tener una viscosidad adecuada para realizar las funciones mencionadas anteriormente.

50 Las propiedades de flujo o reológicas de un lodo cambian de manera invariable durante el uso, especialmente la viscosidad y la resistencia de gel. Esto se debe a la naturaleza de las arcillas, por ejemplo, bentonita, que se hidratan fácilmente durante el uso y que, cuando se hidratan hasta el punto de máxima hidratación de los constituyentes de arcilla, aumentan la viscosidad y la resistencia de gel del lodo. Generalmente, el componente o constituyentes de arcilla de un lodo absorben o adsorben agua gradualmente y la viscosidad y la resistencia de gel del lodo aumentan. Sin embargo, el intervalo de viscosidad y resistencia de gel aceptable que puede poseer un lodo es limitado, y no puede permitirse que se vuelva demasiado diluido o demasiado espeso. Cuando un lodo pasa a estar demasiado espeso, debe diluirse y llevarse de nuevo a un intervalo de viscosidad y resistencia de gel aceptable.

55 En algunos casos, se usa una centrifugadora con el afán de controlar la viscosidad plástica del lodo. Una viscosidad plástica deseada es función del tipo de lodo (a base de agua, aceite, productos sintéticos), la densidad del lodo y otras variables. Cuando la viscosidad del lodo es demasiado alta, el operario activará la centrifugadora o hará que funcione más rápido. Cuando la viscosidad del lodo es demasiado baja, el operario desactivará la centrifugadora o hará que funcione más despacio. Las propiedades del lodo se miden manualmente de manera periódica y se lleva a

cabo una acción correctiva por parte del operario. Esto puede dar como resultado un efecto en zigzag sobre la viscosidad del lodo que vuelve a entrar en el sistema de circulación, lo que no es deseable.

5 El documento US 2004/112816 da a conocer un sistema de limpieza de fluido de perforación que puede transportarse para retirar sólidos del fluido de perforación en un sitio de perforación que comprende una plataforma para transportar el sistema de limpieza hasta un sitio de perforación. Una zona de desechos en la plataforma retiene los sólidos procedentes del fluido de perforación. Un depósito de sedimentación en la plataforma tiene una cámara de entrada para recibir el fluido de perforación y al menos otra cámara. El depósito de sedimentación actúa para separar los fluidos de perforación en una fracción de fluido superior que tiene una concentración reducida de sólidos y una fracción de sólidos inferior que tiene una mayor concentración de sólidos a medida que el fluido de perforación fluye desde la cámara de entrada hasta al menos otra cámara. Existe un puesto en la plataforma para soportar al menos una centrifugadora para separar los sólidos del fluido de perforación. Al usar este sistema de limpieza la viscosidad de fluido de perforación puede ajustarse dependiendo de la etapa en la que se perfora el pozo. Los sólidos no deseados pueden retirarse del lodo de perforación que pueden reciclarse a un depósito a una viscosidad deseada.

10 El documento US 6 073 709 da a conocer centrifugadoras de etapas primera y segunda montadas sobre plataforma, estando cada una de ellas dotada de una bomba de entrada. Se suministra lodo de perforación a la primera bomba, primera etapa y después al interior de un depósito para almacenar temporalmente los líquidos separados del lodo. Los componentes más pesados se segregan, almacenan y posteriormente se añaden de nuevo a la descarga de líquido de la segunda etapa para proporcionar una corriente de salida de lodo de perforación que tiene un peso específico para su uso en la perforación. Los componentes menos pesados se retiran en la segunda etapa y se desechan para limpiar el lodo. Un sistema de control permite el funcionamiento y el control sin sobrecargas.

15 Según la presente invención se proporciona un método para controlar la viscosidad de fluido de perforación tal como se establece en la reivindicación 1. En una realización, se introducen sólidos más grandes deseables de nuevo en el recipiente (por ejemplo sólidos de barita cuya dimensión mayor es superior a aproximadamente diez micrómetros, y/o sólidos de perforación cuya dimensión mayor es superior a aproximadamente veinte micrómetros). En otra realización, puede devolverse fluido de perforación al recipiente. Qué material y cuánto se devuelve al recipiente puede seleccionarse de manera automática mediante un aparato de control informático. La centrifugadora puede ser una centrifugadora de tipo decantadora que puede controlarse cambiando la velocidad de rotación y/o velocidad de alimentación del fluido de perforación con el fin de ajustar la viscosidad de fluido de perforación en el recipiente. En determinados aspectos, la centrifugadora puede controlarse para que funcione a alta velocidad (por ejemplo superior a aproximadamente 2200 rpm) de modo que el fluido puede devolverse al recipiente. En otros aspectos, la centrifugadora puede hacerse funcionar a baja velocidad (por ejemplo inferior a aproximadamente 2200 rpm) de modo que los sólidos pueden devolverse al recipiente.

20 La centrifugadora puede o bien formar parte del sistema de separación de sólidos existente o bien puede ser un aparato independiente (por ejemplo una centrifugadora) dedicada a recibir el fluido de perforación procedente de uno o más depósitos de lodo y procesarlo tal como se describió anteriormente.

Se establecen etapas adicionales en las reivindicaciones de 2 a 10 a las que se hace alusión en el presente documento.

25 Según aún otro aspecto de la presente invención se proporciona un aparato para controlar la viscosidad de fluido de perforación tal como se establece en la reivindicación 11. El aparato de control puede estar en forma de un ordenador que almacena instrucciones ejecutables por ordenador para llevar a cabo el procedimiento mencionado anteriormente.

30 Se establecen características adicionales en las reivindicaciones 12 a 14 a las que se hace alusión en el presente documento.

35 Según otro aspecto de la presente invención se proporciona un aparato de control para realizar las etapas de método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 cuando se usa en un aparato tal como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14.

Según otro aspecto de la presente invención se proporciona un kit para controlar la viscosidad tal como se establece en la reivindicación 16.

40 En determinados aspectos una centrifugadora de esta divulgación puede hacerse funcionar a una fuerza G de aproximadamente 700 G o superior, por ejemplo de hasta 1000 G, para controlar la densidad; y de menos de 700 G para controlar la viscosidad.

45 En determinadas realizaciones de esta divulgación, existe un sistema de centrifugadora que controla de manera automática la viscosidad del lodo de perforación en un sistema de perforación. Los sensores miden la viscosidad del lodo y la densidad del lodo. La densidad del lodo se usa para determinar una viscosidad óptima. Entonces se usa la

viscosidad óptima como valor de consigna para un sistema de control. Se compara un valor de viscosidad medida con el valor de consigna deseado. Basándose en esta comparación, se realizan acciones para aumentar o disminuir la viscosidad del lodo, dando como resultado el mantenimiento de unas propiedades de lodo óptimas y constantes. En determinados aspectos, se reduce o se elimina la necesidad de intervención de un operario.

5 Para una mejor comprensión de la presente invención ahora se hará referencia, solamente a modo de ejemplo, a los dibujos adjuntos, en los que:

10 la figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato para controlar un sistema de centrifugadora según la presente invención;

la figura 2 es un diagrama de bloques esquemático de una primera realización de un método según la presente invención;

15 la figura 3 es un diagrama de bloques esquemático de una segunda realización de un método según la presente invención;

la figura 4 es una sección transversal de una centrifugadora de la técnica anterior; y

20 la figura 5 es una tercera realización de un método según la presente invención.

Haciendo referencia a la figura 4, un sistema S de centrifugadora de la técnica anterior que comprende un tambor 112 soportado para su rotación alrededor de su eje longitudinal, tiene dos extremos 112a y 112b abiertos, recibiendo el extremo 112a abierto un saliente 114 de accionamiento que está conectado a un árbol de accionamiento para hacer rotar el tambor. El saliente 114 de accionamiento tiene un paso longitudinal que recibe un tubo 116 de alimentación para introducir suspensión de alimentación, por ejemplo material de perforación tal como el fluido de perforación devuelto de un pozo, al interior del tambor 112. Un transportador 118 de tornillo sin fin se extiende dentro del tambor 112 en una relación coaxial con respecto al mismo y está soportado para su rotación dentro del tambor. Un árbol 119 con saliente hueco está dispuesto en el extremo 112b del tambor y recibe un árbol 120 de accionamiento de una caja de engranajes planetarios externa para hacer rotar el transportador 118 de tornillo sin fin en el mismo sentido que el tambor a una velocidad seleccionada. La pared del transportador 118 de tornillo sin fin tiene una o más aberturas 118a cerca del extremo de salida del tubo 116 de modo que las fuerzas centrífugas generadas por el tambor 112 rotatorio mueven la suspensión radialmente hacia fuera y pasa a través de las aberturas 118a y al interior del espacio anular entre el transportador 118 y el tambor 112. La parte líquida de la suspensión se desplaza al extremo 112b del tambor 112 mientras que las partículas sólidas arrastradas en la suspensión se sedimentan hacia la superficie interna del tambor 112 debido a las fuerzas G' generadas, y se raspan y desplazan por el transportador 118 de tornillo sin fin de vuelta hacia el extremo 112a del tambor para descargarse a través de una pluralidad of orificios 112c de descarga formados a través de la pared del tambor 112 cerca de su extremo 112a.

40 Se proporcionan aliviadores 119a (dos de los cuales se muestran) a través de la parte en saliente del árbol 19 para descargar el líquido separado.

Haciendo referencia a la figura 1, un sistema 10 de control según la presente invención comprende una bomba 12 que bombea lodo de perforación a través de una tubería 14 al interior de un depósito 16 de lodo. El lodo de perforación ya se ha procesado mediante un equipo de control de sólidos (no mostrado) tal como separadores de esquistos, hidrociclones y/o centrifugadoras antes de la llegada al depósito 16 de lodo a través de la tubería 14. El depósito de lodo tiene una salida (no mostrada) a través de la cual puede extraerse fluido de perforación para usarse de nuevo. Como tal, el depósito 16 de lodo proporciona un recipiente de almacenamiento para el lodo de perforación reciclado antes de usarse de nuevo. En función de las necesidades, pueden usarse uno o más agitadores en el depósito 16 de lodo.

El depósito 16 de lodo comprende un sensor 30 de viscosidad para detectar la viscosidad del lodo en el depósito 16; un sensor 18 de densidad para detectar la densidad del lodo en la tubería 14; y, opcionalmente, un sensor 19 de densidad para detectar la densidad del lodo en el depósito 16. El sensor 19 de densidad puede estar fuera de la tubería 14 (por ejemplo en otra ubicación en el sistema de circulación de fluido de perforación) o en el lodo en el depósito 16. Se proporciona un aparato de separación de sólidos, que en esta realización es una centrifugadora 40 (que puede ser cualquier centrifugadora conocida adecuada con un tambor rotatorio y un transportador de tornillo sin fin rotatorio, incluyendo, por ejemplo, una centrifugadora como en la figura 4), para recibir el lodo bombeado por una bomba 42 desde el depósito 16 de lodo y lo procesa para retirar los sólidos seleccionados, controlando y/o cambiando de ese modo la viscosidad del lodo que abandona la centrifugadora 40. Los sólidos seleccionados se descargan de la centrifugadora en un conducto 22 y el lodo procesado, con sólidos deseados en el mismo, vuelve a introducirse en el depósito 16 de lodo. La bomba 42 puede funcionar de manera continua.

65 Un aparato 70 de control en forma de sistema informático ("SBC") comprende un microprocesador que tiene acceso a una memoria que almacena las instrucciones necesarias para controlar los métodos descritos en el presente

documento. El sistema 70 informático controla un módulo 50 de I/O y accionadores 60, 62, 64 de frecuencia variable (“VFD”). El VFD 60 controla la velocidad del tambor de la centrifugadora 40. El VFD 62 controla el transportador de tornillo sin fin de la centrifugadora 40. El VFD 64 controla una bomba 42 de alimentación que bombea fluido de perforación o lodo a la centrifugadora 40. El sistema 70 calcula una velocidad de bomba deseada (velocidad de bombeo). Un acondicionador 20 de señales controla el sensor 30 de viscosidad y le proporciona potencia. Los sensores 24 de temperatura monitorizan la temperatura de cojinetes 26 de un sistema de accionamiento de centrifugadora y envían señales indicativas de las temperaturas medidas al módulo 50 de entrada/salida. Las funciones del módulo 50 de I/O incluyen enviar datos desde los sensores hasta el sistema 70 y enviar salidas procedentes del sistema 70 hasta el VFD 60. En uso, el acondicionador 20 de señales procesa señales recibidas desde el sensor 30 de viscosidad para estimar una viscosidad real del lodo en el depósito 16 y envía señales al módulo 50 de I/O indicativas de los valores de viscosidad real medidos por el sensor 30 de viscosidad. El/los sensor(es) de densidad envía(n) señales indicativas de densidades de lodo medidas al módulo de I/O. El módulo de I/O proporciona mediciones de viscosidad y mediciones de densidad al sistema informático, que pueden realizarse de manera sustancialmente continua o a intervalos de tiempo predeterminados. El módulo de I/O proporciona señales de control procedentes del sistema 70 a un accionador 60 de frecuencia variable (“VFD”).

Las mediciones de densidad continuas realizadas por el/los sensor(es) de densidad se usan por el sistema 70 informático para determinar un valor deseado para un valor de consigna de viscosidad del lodo (por ejemplo usando ecuaciones conocidas o una tabla de consulta). El sistema 70 informático compara las mediciones de viscosidad reales procedentes del sensor 30 de viscosidad (procesadas por el acondicionador 20 de señales) con el valor deseado determinado y entonces el sistema 70 informático calcula la diferencia entre el valor de consigna predeterminado y un valor de viscosidad real actual. Después de este cálculo, el sistema 70 informático cambia los parámetros de funcionamiento de los VFD para hacer funcionar un tambor y/o transportador de la centrifugadora 40 más rápido o más despacio o para controlar la velocidad de bomba. El sistema 70 informático, que puede funcionar de manera periódica o continua, proporciona salida(s) a un dispositivo 80 de visualización (por ejemplo un monitor, pantalla, panel, portátil, ordenador de mano o de mesa, etc.), remoto y/o dispuesto en el sitio.

La figura 2 ilustra esquemáticamente una primera realización de un método según la presente invención que usa el sistema 10 de control para la retirada de sólidos no deseados y el retorno del lodo limpio con sólidos deseados al depósito 16 de lodo. En determinados aspectos, un sistema según la divulgación como en la figura 2 es útil para controlar la densidad del material de perforación en el depósito 16 de lodo.

En la figura 2, los sólidos devueltos al depósito 16 desde la centrifugadora 40 son sólidos deseados para usarse en el fluido de perforación. En un aspecto, la centrifugadora de la figura 2 es una centrifugadora de “alta velocidad” que funciona a más de 2200 rpm. En determinados aspectos particulares, cuando se usa para controlar la densidad la centrifugadora 40 se hace funcionar a una fuerza G de 700 G o superior.

En un aspecto particular, el sistema de la figura 2 se usa para controlar la densidad del material de perforación. El depósito 16 de lodo recibe material de perforación de entrada de un sistema de lodo de pozo (fluido de perforación con detritos, sólidos y/o desechos arrastrados bombeado desde un pozo). Habitualmente, algunos sólidos deseados, por ejemplo sólidos de barita, tienen una densidad relativa de aproximadamente 4,2 y algunos sólidos perforados tienen una densidad relativa de aproximadamente 2,3. La densidad del lodo de perforación en el depósito 16 se controla retirando algunos, todos o sustancialmente todos los sólidos en una parte del lodo que se hace pasar a través de la centrifugadora 40, y devolviendo parte o la totalidad del lodo de vuelta al depósito 16. La viscosidad del material en el depósito 16 puede controlarse haciendo pasar una parte del lodo a través de la centrifugadora 40 y retirando pequeños sólidos de barita (menos de aproximadamente diez micrómetros de dimensión mayor) y/o sólidos perforados pequeños (menos de aproximadamente veinte micrómetros de dimensión menor). Los sólidos de la centrifugadora 40 se retiran en el conducto “Salida de sólidos no deseados” en la figura 2, y el lodo sustancialmente limpio se devuelve al depósito 16 (no comprendiendo ningún sólido o únicamente sólidos mínimos).

En un aspecto, en el sistema de la figura 2 sólidos grandes, por ejemplo sólidos de barita, se devuelven al depósito 16 (por ejemplo sólidos cuya dimensión mayor es superior a 10 micrómetros). En otros aspectos, se retiran tales sólidos cuya dimensión mayor máxima es de menos de 20 micrómetros. En un aspecto, se retiran tales sólidos de un tamaño deseado, por ejemplo de, o de menos de, una dimensión mayor seleccionada, por ejemplo una dimensión mayor deseada de entre 1 y 20 micrómetros.

La figura 3 ilustra esquemáticamente un método según la presente invención que usa el sistema 10 de control en el que sólidos deseados, por ejemplo sólidos de barita, se recuperan y vuelven a introducirse en el lodo en el depósito 16 de lodo. La centrifugadora 40 retira sólidos no deseados (por ejemplo sólidos finos con una cuya dimensión mayor de menos de aproximadamente 5 micrómetros) y devuelve sólidos deseados (por ejemplo sólidos cuya dimensión mayor es superior a aproximadamente 5 micrómetros y/o de un material específico, por ejemplo barita) de vuelta al depósito 16 de lodo para volver a usarlos. En un aspecto, la centrifugadora de la figura 3 es una centrifugadora de “baja velocidad” que funciona a menos de aproximadamente 2200 rpm. De este modo, los sólidos deseados mencionados anteriormente se separan del fluido mediante la centrifugadora 40, mientras que los sólidos no deseados permanecen suspendidos en el fluido de perforación. En un aspecto particular en el que se usa el sistema de la figura 3 para el control de viscosidad, la centrifugadora se hace funcionar a una fuerza G de menos de

1000 G y, en un aspecto particular, a menos de 700 G.

En otro aspecto el sistema de la figura 3 se usa para controlar la viscosidad del material de perforación retirando sólidos que aumentan la viscosidad, por ejemplo sólidos finos tales como sólidos de barita cuya dimensión mayor es de menos de o igual a aproximadamente diez micrómetros y/o sólidos perforados cuya dimensión mayor es de menos de o igual a aproximadamente veinte micrómetros. Estos sólidos retirados permanecen en suspensión en el fluido de perforación y fluyen hacia fuera en el conducto denominado "Salida de efluente sucio con sólidos no deseados". Puede haber algo de efluente, por ejemplo petróleo, con estos sólidos. Estos sólidos y/o efluente pueden bombearse a un foso de reserva, como desecho, o, tal como se muestra en la figura 5, a un sistema tal como se muestra en la figura 2 para su procesamiento adicional según cualquier realización del sistema de la figura 2. De este modo, los sólidos no deseados se retiran usando una centrifugadora de velocidad superior de modo que el fluido de perforación puede devolverse al depósito de lodo o a otra parte del lodo sistema, según se desee. Opcionalmente, en un sistema de control de viscosidad, la barita recuperada y/o los sólidos de perforación recuperados (aquellos no retirados) se vuelven a introducir en el depósito 16. Por tanto, se mantiene una viscosidad deseada del material de perforación retirando del depósito 16 al menos parte de los sólidos que aumentan la viscosidad.

En determinados aspectos, un sistema como en la figura 2 es útil para aumentar, reducir o mantener un peso deseado o una densidad deseada de lodo.

La centrifugadora 40 puede activarse y desactivarse de manera automática en respuesta a entradas procedentes de los sensores 18, 19 de densidad y/o del sensor 30 de viscosidad con el fin de lograr unas propiedades de lodo de perforación deseadas, por ejemplo aumentando el peso, o para bajar el peso, o para alcanzar o mantener un intervalo de densidad o densidad objetivo deseados.

La centrifugadora 40 puede formar parte del sistema de control de sólidos que ya existe en el sitio, o puede estar dedicada a las funciones descritas en el presente documento.

Por tanto, la divulgación proporciona, en al menos algunas realizaciones, un sistema para controlar la viscosidad de fluido de perforación, incluyendo el sistema un recipiente de material de fluido de perforación, conteniendo el fluido de perforación sólidos, un sensor de viscosidad para detectar la viscosidad del material de fluido de perforación en el recipiente y para producir señales de viscosidad indicativas de dicha viscosidad, una centrifugadora para retirar sólidos del material de fluido de perforación, teniendo la centrifugadora un tambor rotatorio y un transportador de tornillo sin fin rotatorio, un aparato de bomba para bombear material de fluido de perforación desde el recipiente hasta la centrifugadora, un aparato de accionamiento de tambor para accionar el tambor rotatorio, un aparato de accionamiento de transportador para accionar el transportador rotatorio, un aparato de accionamiento de bomba para accionar el aparato de bomba, y un sistema de control para recibir señales de viscosidad del sensor de viscosidad y para controlar la centrifugadora y el aparato de bomba en respuesta a dichas señales de viscosidad de modo que los sólidos seleccionados procedentes del material de fluido de perforación procesado por la centrifugadora se retiren o se vuelvan a introducir en el recipiente para controlar la viscosidad del material de fluido de perforación en el recipiente. Un sistema de este tipo puede tener una o varias, en cualquier combinación posible, de las siguientes: en el que el sistema de control y el aparato de bomba pueden hacerse funcionar de manera continua; en el que cada aparato de accionamiento es un accionador de frecuencia variable; en el que el aparato de bomba puede hacerse funcionar a una velocidad de bombeo seleccionada; aparato de sensor de densidad para medir la densidad del material de fluido de perforación y para producir señales de densidad indicativas de la densidad medida, incluyendo el sistema de control un aparato informático para recibir señales indicativas de la densidad medida por el aparato de sensor de densidad y para calcular un valor de viscosidad deseado basándose en dicha densidad medida, el aparato informático para comparar el valor de viscosidad deseado con el valor de viscosidad tal como se detecta por el sensor de viscosidad, y el aparato informático para controlar los aparatos de accionamiento para mantener el valor de viscosidad detectado al o próximo al valor de viscosidad deseado; incluyendo el sistema de control un aparato informático, y un aparato de visualización para visualizar los resultados de funcionamiento del aparato informático; en el que la centrifugadora es una centrifugadora de baja velocidad; en el que la centrifugadora puede hacerse funcionar para separar sólidos de barita del material de fluido de perforación y dichos sólidos de barita pueden devolverse al recipiente; y/o en el que la centrifugadora es una centrifugadora de alta velocidad.

Por tanto, la presente divulgación proporciona en determinadas, pero no necesariamente en todas las realizaciones, un sistema para controlar la viscosidad de fluido de perforación, incluyendo el sistema un recipiente de material de fluido de perforación, conteniendo el fluido de perforación sólidos, un sensor de viscosidad para detectar la viscosidad del material de fluido de perforación en el recipiente y para producir señales de viscosidad indicativas de dicha viscosidad, una centrifugadora para retirar sólidos del material de fluido de perforación, teniendo la centrifugadora un tambor rotatorio y un transportador de tornillo sin fin rotatorio, un aparato de bomba para bombear material de fluido de perforación desde el recipiente hasta la centrifugadora, un aparato de accionamiento de tambor para accionar el tambor rotatorio, un aparato de accionamiento de transportador para accionar el transportador rotatorio, un aparato de accionamiento de bomba para accionar el aparato de bomba, y un sistema de control para recibir señales de viscosidad del sensor de viscosidad y para controlar la centrifugadora y el aparato de bomba en

5 respuesta a dichas señales de viscosidad de modo que los sólidos seleccionados procedentes del material de fluido de perforación procesado por la centrifugadora pueden volver a introducirse en el recipiente para controlar la viscosidad del material de fluido de perforación en el recipiente, en el que el sistema de control y el aparato de bomba pueden hacerse funcionar de manera continua, en el que cada aparato de accionamiento es un accionador de frecuencia variable, en el que el aparato de bomba puede hacerse funcionar a una velocidad de bombeo seleccionada, incluyendo el sistema de control un aparato informático, y un aparato de visualización para visualizar los resultados de funcionamiento del aparato informático.

10 Por tanto, la presente divulgación proporciona en determinadas, pero no necesariamente en todas las realizaciones, un sistema para controlar la densidad de fluido de perforación, incluyendo el sistema un recipiente de material de fluido de perforación, conteniendo el fluido de perforación sólidos, un sensor de densidad para detectar la densidad del material de fluido de perforación en el recipiente y para producir señales de densidad indicativas de dicha densidad, una centrifugadora para retirar sólidos del material de fluido de perforación, teniendo la centrifugadora un tambor rotatorio y un transportador de tornillo sin fin rotatorio, un aparato de bomba para bombear material de fluido de perforación desde el recipiente hasta la centrifugadora, un aparato de accionamiento de tambor para accionar el tambor rotatorio, un aparato de accionamiento de transportador para accionar el transportador rotatorio, un aparato de accionamiento de bomba para accionar el aparato de bomba, y un sistema de control para recibir señales de densidad procedentes del sensor de viscosidad y para controlar la centrifugadora y el aparato de bomba en respuesta a dichas señales de densidad de modo que de modo que los sólidos seleccionados procedentes del material de fluido de perforación procesado por la centrifugadora pueden volver a introducirse en el recipiente para controlar la viscosidad del material de fluido de perforación en el recipiente.

25 Por tanto, la presente divulgación proporciona en determinadas, pero no necesariamente en todas las realizaciones, un método para controlar la viscosidad de fluido de perforación, incluyendo el método alimentar material de fluido de perforación a un sistema para su procesamiento, siendo el sistema según cualquiera de los dados a conocer en el presente documento para controlar la viscosidad, y controlar la centrifugadora en respuesta a señales de viscosidad para controlar la viscosidad del material de fluido de perforación en el recipiente.

30 Por tanto, la presente divulgación proporciona en determinadas, pero no necesariamente en todas las realizaciones, un método para controlar la densidad de fluido de perforación, incluyendo el método alimentar material de fluido de perforación a un sistema para su procesamiento, siendo el sistema según cualquiera de los dados a conocer en el presente documento para controlar la densidad, y controlar la centrifugadora en respuesta a señales de densidad para controlar la densidad del material de fluido de perforación en el recipiente.

REIVINDICACIONES

1. Método para controlar la viscosidad de fluido de perforación que contiene sólidos, circulando dicho fluido de perforación en un sistema de fluido de perforación, método que comprende las etapas de:
- 5 a) alimentar fluido de perforación al interior de un recipiente (16);
- (b) detectar con un sensor (30) de viscosidad una viscosidad de fluido de perforación en dicho recipiente (16) y proporcionar una señal de viscosidad representativa de la misma;
- 10 (c) bombear una parte de dicho fluido de perforación a una centrifugadora (40);
- (d) separar con dicha centrifugadora (40) al menos parte de los sólidos de dicha parte de fluido de perforación; y
- 15 (e) devolver a dicho sistema de fluido de perforación el fluido de perforación y/o los sólidos separados en la etapa (d) para ajustar la viscosidad de dicho fluido de perforación en dicho recipiente (16);
- y las etapas adicionales de:
- 20 (1) detectar una densidad de dicho fluido de perforación y proporcionar una señal de densidad representativa de la misma;
- (2) recibir dicha señal de densidad con un aparato (70) informático y usar dicho aparato informático para determinar un valor de viscosidad deseado basándose en dicha señal de densidad;
- 25 (3) comparar dicho valor de viscosidad deseado con la viscosidad de fluido de perforación representada por dicha señal de viscosidad; y en respuesta a la comparación realizar la etapa (d); y
- (4) controlar de manera sustancialmente continua dicha viscosidad de dicho fluido de perforación en dicho recipiente (16) ajustando una eficacia de separación de dicha centrifugadora (40) según la comparación entre dicha señal de viscosidad y dicho valor de viscosidad deseado, para mantener dicha señal de viscosidad a o próxima a dicho valor de viscosidad deseado.
- 30 2. Método según la reivindicación 1, que comprende además la etapa de procesar dicho fluido de perforación con un equipo de separación de sólidos antes de realizar las etapas (a) a (e).
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicha centrifugadora (40) se ajusta de modo que los sólidos que se pretende que controlen la viscosidad de fluido de perforación se separan de dicha parte de fluido de perforación, mientras que los sólidos que no se pretende que controlen dicha viscosidad permanecen en suspensión en dicha parte de fluido de perforación, comprendiendo el método además la etapa de devolver al menos parte de dichos sólidos separados de dicho fluido de perforación a dicho recipiente (16).
- 40 4. Método según la reivindicación 3, en el que dichos sólidos comprenden sólidos perforados, comprendiendo el método además la etapa de separar dichos sólidos perforados de dicha parte de fluido de perforación con dicha centrifugadora (40) de manera que cada sólido perforado separado tiene una dimensión mayor de aproximadamente veinte micrómetros o más y cada sólido perforado que permanece en suspensión en dicha parte de fluido de perforación tiene una dimensión mayor de aproximadamente veinte micrómetros o menos.
- 45 5. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2, 3 ó 4 que comprende además la etapa de separar sólidos de barita suspendidos en dicha parte de fluido de perforación con dicha centrifugadora (40).
- 50 6. Método según la reivindicación 5, en el que cada uno de dichos sólidos de barita tiene una dimensión mayor de aproximadamente diez micrómetros o superior.
- 55 7. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además la etapa de hacer funcionar dicha centrifugadora (40) a una fuerza G de aproximadamente 700 G o menos.
- 60 8. Método según la reivindicación 1 ó 2, que comprende además las etapas de separar sustancialmente todos los sólidos suspendidos en dicha parte de fluido de perforación, y devolver al menos parte de dicho fluido de perforación a dicho recipiente (16).
- 65 9. Método según la reivindicación 8, en el que la etapa de separar sustancialmente todos los sólidos suspendidos en dicha parte de fluido de perforación se realiza después de las etapas según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7.

- 5
10. Método según cualquier reivindicación anterior, que comprende además las etapas de controlar una velocidad de bombeo a la que se bombea fluido de perforación a dicha centrifugadora (40) en la etapa (b) con el fin de ajustar dicha viscosidad de dicho material de perforación en dicho recipiente (16).
- 10
11. Aparato (10) para controlar la viscosidad de fluido de perforación contenido en un recipiente (16) que forma parte de un sistema de circulación de fluido de perforación, aparato que comprende:
- 15
- un sensor (30) de viscosidad para detectar la viscosidad de dicho fluido de perforación en dicho recipiente (16) y para emitir una señal de viscosidad indicativa de la misma;
- un sensor (18, 19) de densidad para detectar la viscosidad de dicho fluido de perforación en dicho recipiente (16) y para emitir una señal de densidad indicativa de la misma;
- 20
- una centrifugadora (40) para retirar sólidos del fluido de perforación;
- un aparato (42) de bomba para bombear fluido de perforación a dicha centrifugadora (40); y
- un aparato (70) de control para recibir dicha señal de viscosidad procedente de dicho sensor (30) de viscosidad, y dicha señal de densidad procedente de dicho sensor (19) de densidad, aparato de control que está configurado para controlar dicha centrifugadora (40) y dicho aparato (42) de bomba para realizar las etapas de método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.
- 25
12. Aparato según la reivindicación 11, en el que dicha centrifugadora (40) comprende un tambor (112) rotatorio, un transportador (118) de tornillo sin fin rotatorio, un aparato de accionamiento de tambor para accionar dicho tambor rotatorio, y un aparato de accionamiento de transportador para accionar el transportador rotatorio, siendo la disposición de tal modo que, en uso, dicho aparato de accionamiento de tambor y dicho aparato de accionamiento de transportador pueden controlarse mediante dicho aparato (70) de control.
- 30
13. Aparato según la reivindicación 13, en el que dicho aparato de accionamiento de tambor y/o de transportador comprende un accionador (60) de frecuencia variable.
- 35
14. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 11, 12 ó 13, en el que dicho aparato (70) de control comprende un controlador lógico programable (PLC), comprendiendo el aparato además un aparato (80) de visualización para visualizar resultados proporcionados por dicho PLC.
- 40
15. Aparato de control para realizar las etapas de método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 cuando se usa en un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14.
- 45
16. Kit para controlar la viscosidad de fluido de perforación contenido en un recipiente que forma parte de un sistema de circulación de fluido de perforación, kit que comprende:
- (a) un sensor (30) de viscosidad;
- (b) un sensor (18, 19) de densidad; y
- (b) un aparato (70) de control que comprende una memoria que almacena instrucciones ejecutables por ordenador para realizar las etapas de método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 cuando se usa en un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14.
- 50

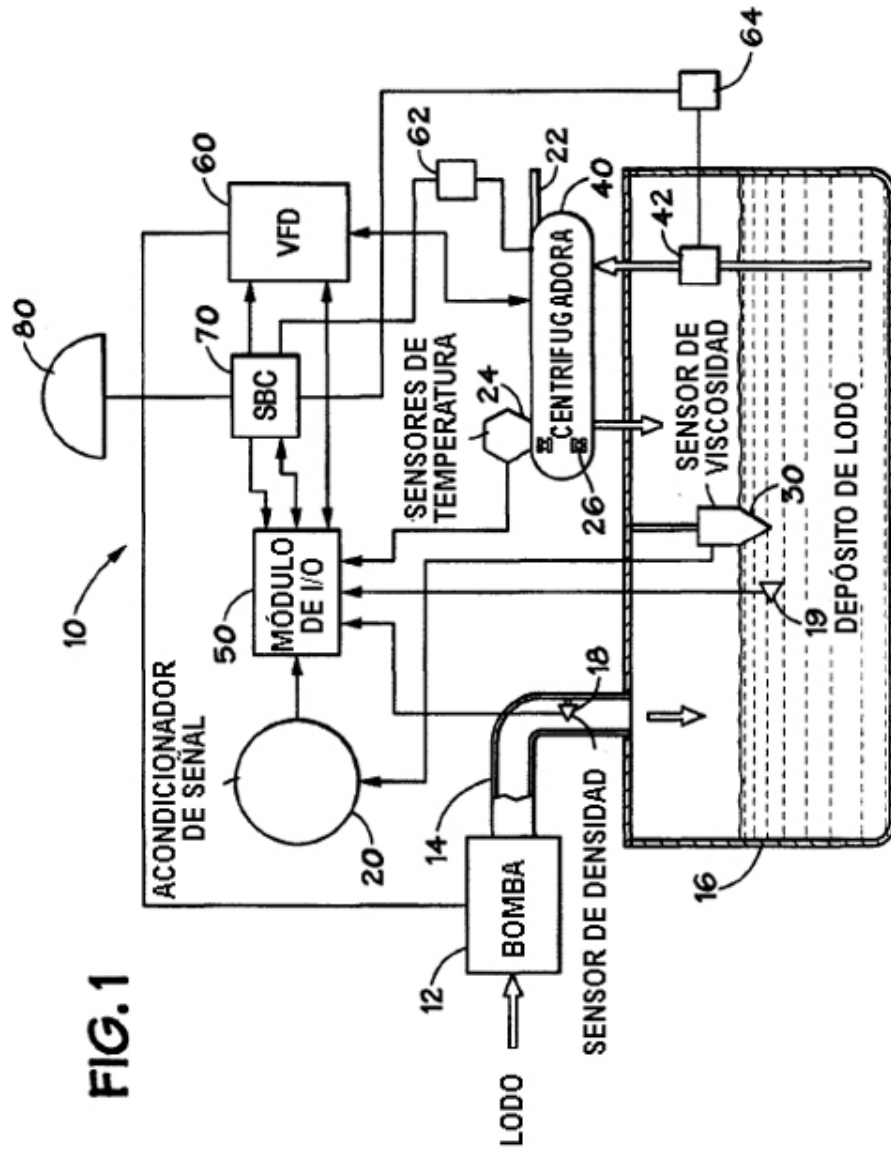


FIG.1

FIG. 2

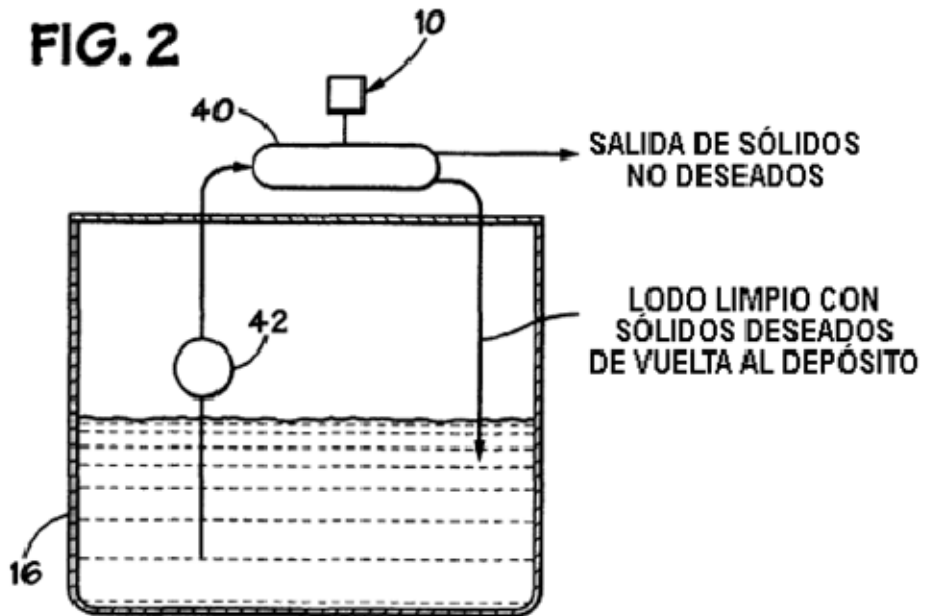


FIG. 3

