

UNIÓN DE TUBO ASCENDENTE PARA PERFORACIÓN CON PRESIÓN CONTROLADA Y PERFORACIÓN CON ELEVACIÓN DE LODO SUBMARINA

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica el beneficio de la prioridad de la solicitud de patente provisional estadounidense n.º 62/544319, presentada el 11 de agosto de 2017, y la solicitud de patente provisional estadounidense n.º 62/560658, presentada el 19 de septiembre de 2017, cuyos contenidos se incorporan a la presente mediante esta referencia.

Antecedentes

La descripción se refiere al campo de perforación de pozos. Más específicamente, la descripción se refiere a la perforación marítima a través de un conducto ("tubo ascendente") que se extiende desde un cabezal del pozo submarina próximo al fondo de un cuerpo de agua hasta una unidad de perforación en la superficie del agua.

La perforación de pozos marítimos incluye ubicar una unidad de perforación en una plataforma en la superficie de un cuerpo de agua. Un revestimiento de superficie puede extenderse desde próximo al fondo del agua hasta una profundidad seleccionada en las formaciones debajo del fondo del agua. Un sistema de válvula ("cabezal del pozo") puede estar acoplado con la parte superior del revestimiento de superficie próximo al fondo del agua. Un conducto llamado "tubo ascendente" puede estar acoplado con la parte superior del cabezal del pozo, por ejemplo, a través de un paquete inferior de tubo ascendente marítimo ("LMRP") y puede extenderse a la unidad de perforación en la superficie del agua. Durante la perforación, una sarta de perforación puede extenderse desde la unidad de perforación, a través del tubo ascendente, LMRP, cabezal del pozo y revestimiento de superficie y hacia las formaciones debajo del fondo del revestimiento de superficie para extender la longitud del pozo. El fluido de perforación ("lodo") puede bombearse a través de la sarta de perforación mediante bombas ubicadas en la unidad de perforación. El lodo se descarga a través del fondo de la sarta de perforación desde una barrena de perforación acoplada con el fondo de la sarta de perforación. El lodo se

mueve hacia arriba a través de un espacio anular (“anillo”) entre la sarta de perforación y la pared del pozo perforado, y posteriormente el revestimiento de superficie, cabezal del pozo, LMRP y tubo ascendente para en última instancia ser devuelto a la unidad de perforación en la superficie del agua.

- 5 Algunos procedimientos de perforación incluyen cambiar la presión del fluido ejercida por la columna de lodo en el anillo. Dichos procedimientos de perforación incluyen “perforación con presión controlada” (MPD), donde un elemento de sellado, denominado dispositivo de control giratorio (“RCD”) está colocado en una posición longitudinal seleccionada en el anillo y se proporciona una salida de fluido debajo del
- 10 RCD de forma que el regresar lodo desde en anillo puede tener su velocidad de flujo y/o presión controladas, por ejemplo, usando un estrangulador de orificio ajustable u otro dispositivo de control de flujo. La MPD puede permitir el uso de lodos de diferente densidad (“peso”) que la que fuera requerida para proporcionar suficiente presión hidrostática para evitar que el fluido en formaciones expuestas en el pozo entre al pozo.
- 15 Un ejemplo de método para MPD se describe en las patentes estadounidenses n.º 6,904,981 emitida para Riet, 7,185,719 emitida para van Riet, y 7,350,597 emitida para Reitsma.

- Otros procedimientos de perforación (denominados perforación con elevación de lodo submarina o “perforación SMD”) pueden proporcionar menor presión en el anillo que
- 20 la que existiría como un resultado de la presión hidrostática del lodo en el anillo. La menor presión se puede proporcionar usando una bomba (“bomba de SMD”) colocada con una elevación seleccionada debajo de la superficie del agua, con su lado de succión en comunicación fluida con el anillo y su descarga conectada con una línea de regreso de lodo que se extiende a la unidad de perforación en la superficie del agua. Mediante la
- 25 operación selectiva de la bomba de SMD, se puede mantener una presión de fluido seleccionada en el anillo. Se describe un ejemplo de método para la perforación SMD en la patente estadounidense n.º 4,291,772, emitida para Beynet.

- Se desea tener un tubo ascendente reconfigurable fácil y eficientemente para perforación SMD, perforación MPD y perforación convencional sin la necesidad de
- 30 desmontar sustancialmente el tubo ascendente.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 muestra un ejemplo de sistema de perforación marítimo que incluye un tubo ascendente con una unión de tubo ascendente de acuerdo con la presente descripción.

5 La Figura 2 muestra una vista lateral de un ejemplo de modalidad de una unión de tubo ascendente de acuerdo con la presente descripción.

Las Figuras 3 y 4 muestran diferentes vistas del ejemplo de modalidad de la unión de tubo ascendente que se muestra en la Figura 2.

Descripción detallada

10 La Figura 1 muestra un ejemplo de sistema de perforación marítimo. Una embarcación de perforación 110 flota en la superficie de un cuerpo de agua 113. Un cabezal del pozo 115 se ubica en el fondo del agua 117. El cabezal del pozo 115 define la superficie superior o "línea de lodo" de un pozo 122 perforado a través de formaciones subterráneas 118. Una sarta de perforación 119 con una broca de perforación 120
15 colocada en el extremo inferior de esta se suspenden desde una torre de perforación 121 montada en la embarcación de perforación 110. La sarta de perforación 119 se puede extender desde la torre de perforación 121 hasta el fondo del pozo 122. Una longitud del revestimiento estructural 127 se extiende desde el cabezal del pozo 115 a una profundidad seleccionada en el pozo 122. En el presente ejemplo de modalidad un tubo
20 ascendente 123 se puede extender desde el extremo superior de una pila de preventores de reventones 124 acoplada con el cabezal del pozo 115, hacia arriba a la embarcación de la perforación 110. El tubo ascendente 123 puede comprender acoplamientos flexibles tales como uniones de esfera 125 próximos a cada extremo longitudinal del tubo ascendente 123 para permitir algo de movimiento de la embarcación de perforación 110
25 sin provocar un daño al tubo ascendente 123.

Un segmento de tubo ascendente 10, que se explica en más detalle con referencia a las Figuras 2, 3 y 4, pueden colocarse en una posición longitudinal seleccionada a lo largo del tubo ascendente 123. En el presente ejemplo de modalidad, el segmento de

tubo ascendente 10 puede colocarse debajo de un alojamiento 50 configurado para recibir un cojinete de dispositivo de control giratorio (RCD) y montaje de sellado (explicado con referencia a las Figuras 5 y 6). El segmento de tubo ascendente 10 puede comprender una línea de regreso de lodo 42 que además se explicará con referencia a la Figura 2. La línea de regreso de lodo 42 en algunas modalidades puede estar conectada con un medidor de flujo 140 para medir la velocidad con la cual el fluido se descarga del tubo ascendente 123, y por tanto del pozo 122. Un sistema de tratamiento de fluido de perforación ("lodo") 132 que puede comprender componentes (no se muestran por separado por motivos de claridad) tal como separador de gas, una o más mesas agitadoras, y una línea de regreso de lodo limpia 132A que regresa el lodo limpio al tanque o depósito 131A.

Una bomba 131 colocada en la embarcación de perforación 110 puede elevar lodo del tanque 131A y descargar el lodo elevado hacia una tubería de subida 131B o conducto similar. La tubería de subida 131B está en comunicación fluida con el interior de la sarta de perforación 119 en el extremo superior de la sarta de perforación 119 de modo que el lodo descargado se mueva a través de la sarta de perforación 119 hacia abajo y se descargue finalmente a través de boquillas, chorros o pistas a través de la broca de perforación 120 y así hacia el pozo 122. El lodo se mueve a lo largo del interior del pozo 122 hacia arriba hacia el tubo ascendente 123 hasta que alcance el segmento de tubo ascendente 10. El movimiento adicional del lodo más allá del segmento de tubo ascendente 10 se explicará en más detalla con referencia a las Figuras 2 a 4. Un sensor de presión 144 y un medidor de flujo 142 se pueden colocar en comunicación fluida con la descarga de la bomba 131 en cualquier posición seleccionada entre la bomba 131 y el extremo superior de la sarta de perforación 119. El sensor de presión 144 puede medir la presión del lodo en la tubería de subida 131B y el medidor de flujo 142 puede medir la velocidad de flujo del lodo a través de la tubería de subida 131B para permitir determinar la presión del lodo en cualquier posición longitudinal a lo largo del pozo 122 y/o el tubo ascendente 123.

En algunas modalidades, un sensor de presión puede estar colocado próximo al extremo inferior de la sarta de perforación 119, dicho sensor de presión se muestra en

146. Dicho sensor de presión puede comunicar sus mediciones a la embarcación de perforación 110 usando dispositivos de transmisión de señales conocidos en la técnica.

La Figura 2 muestra un ejemplo de un segmento de tubo ascendente (“unión”) de acuerdo con los diferentes aspectos de la presente descripción. La unión del tubo ascendente 10 puede comprender un tubo 11 con dimensiones y realizada a partir de materiales conocidos en la técnica para tubos ascendentes de perforación marítima. El tubo 11 puede comprender una brida de conexión 12 en cada extremo longitudinal del tubo 11. Las bridas 12 pueden estar configuradas de cualquier manera conocida en la técnica para conectar uniones de tubos ascendentes de forma longitudinal extremo con extremo.

Un colector desviador de flujo 16 puede acoplarse al tubo 11, como se muestra en la Figura 2 próximo al extremo inferior del tubo 11. El colector desviador de flujo 16 puede tener al menos una, y en la presente modalidad puede tener dos salidas de fluido 17, cada una en comunicación fluida con el interior del tubo 11. Cada salida de fluido 17 puede tener una válvula 18, 19, por ejemplo un bloque de válvula aislada doble, acoplado en un extremo de esta con una salida de fluido correspondiente 17 de modo que cada salida de fluido 17 puede abrirse o cerrarse selectivamente para fluir desde el interior del tubo 11.

El otro extremo de cada válvula 18, 19 puede estar acoplado con una “T” de flujo correspondiente 22, por la cual el fluido que sale del tubo 11 puede proporcionarse selectivamente a uno o ambos de una línea de flujo 24 y un conducto de bomba de SMD 28A, 28B. Los conductos de la bomba de SMD 28A, 28B pueden abrirse y cerrarse selectivamente para fluir a la T de flujo correspondiente 22 mediante válvulas correspondientes 26, 27 colocadas entre un extremo de cada conducto de la bomba de SMD 28A, 28B y la T de flujo correspondiente 22. En la presente modalidad, cada línea de flujo 24 puede estar conectada con la T de flujo correspondiente 22 usando un bloque de flujo de ángulo recto 20, sin embargo, dicha configuración que usa bloques de flujo de ángulo recto 20 solo pretende servir como un ejemplo y no es límite del alcance de la presente descripción.

En el presente ejemplo de modalidad, uno de los conductos de la bomba de SMD 28A puede estar conectado de manera fluida con una entrada de una bomba de SMD (no se muestra en la Figura 2). El otro conducto de la bomba de SMD 28B puede estar conectado de manera fluida con una descarga de una bomba de SMD (no se muestra en la Figura 2).

Una de las líneas de flujo 24 puede estar conectada de manera fluida con una válvula 34, que puede ser un bloque de válvula aislada doble y desde la válvula 34 a un primer “cuello de cisne” 38. El primer cuello de cisne 38 puede estar conectado con la válvula 34 usando un empalme en el conector 36, y puede tener un conector de salida 38A para acoplarse con, por ejemplo, una manguera de fluido flexible (no se muestra en las figuras). La otra de las líneas de flujo 25 puede estar conectada de manera fluida con un colector 32, que en algunas modalidades puede ser un colector de brazo oscilante 32. Una salida 32A del colector de brazo oscilante 32 puede estar conectada con una válvula 40 que puede abrir y cerrar selectivamente la comunicación fluida entre la salida 32A del colector de brazo oscilante 32 y una línea de regreso de lodo 42. Otra salida 32B del colector de brazo oscilante 32 puede estar conectada con una válvula 35, que en algunas modalidades puede ser un bloque de válvula aislada doble. La válvula 35 puede estar en comunicación fluida con un segundo cuello de cisne 39 que también tiene un conector 38A para acoplarse, por ejemplo, con una manguera flexible (no se muestra en las figuras). El segundo cuello de cisne 39 puede estar acoplado con la válvula 35 usando un empalme en el conector 37 de configuración similar al empalme en el conector 36 acoplado con el primer cuello de cisne 38.

Un marco 14 puede estar acoplado con el tubo 11 usando refuerzos 14A, 14B próximos a los extremos superior e inferior del marco 14. El marco 14 puede proporcionar un lugar de montaje para la bomba de SMD descrita anteriormente (no se muestra en la Figura 2). El marco 14 también puede montarse de forma permanente al tubo 11 en algunas modalidades. En algunas modalidades, el marco 14 puede estar montado de forma desmontable al tubo 11.

Otra vista de la unión del tubo ascendente 10 se muestra en la Figura 3, donde se puede observar la línea de regreso de lodo 42 que se extiende desde la válvula 40, que

por sí misma está acoplada al colector de brazo oscilante 32. La línea de regreso de lodo 42 puede extenderse a través de una abertura adecuada en la brida 12 próxima a la parte superior del tubo 11. Cada unión del tubo ascendente (no se muestra en la Figura 3) acoplada encima de la unión del tubo ascendente 10 y debajo de la unión del tubo ascendente 10 de acuerdo con la presente descripción puede comprender un segmento de conducto (no se muestra) para conectar la línea de regreso de lodo 42 con la unidad de perforación en la superficie del agua.

La Figura 4 muestra una vista lateral de la unión del tubo ascendente 10 girada 90 grados desde la vista que se muestra en las Figuras 2 y 3, donde se puede observar un empalme ROV 40A para operar la válvula (40 en la Figura 2) para abrir y cerrar el flujo de fluido a la línea de regreso de lodo 42. Los empalmes ROV 26A, 27A pueden proporcionarse para operar las válvulas correspondientes (26, 27 en la Figura 2) que abren y cierran los conductos de la bomba de SMD (28A, 28B en la Figura 2) al flujo. También se puede observar en la Figura 4 soportes 31 para montar la bomba de SMD (no se muestran en las figuras).

La unión del tubo ascendente 10 que se muestra en las Figuras 2, 3 y 4 se puede usar en varias configuraciones para perforación convencional, perforación SMD y perforación MPD. Para perforación convencional, se pueden cerrar las válvulas 18, 19, 26, 27, 34, 35 y 40. Los segmentos del tubo ascendente acoplados con la unión de tubo ascendente 10 encima y debajo de la unión de tubo ascendente pueden ser uniones de tubo ascendente comunes con solo un tubo, y bridas en sus extremos longitudinales.

En algunas modalidades, uno de los segmentos del tubo ascendente encima de la unión de tubo ascendente 10 puede comprender un alojamiento (véase 50 en la Figura 1) para recibir un cojinete de RCD y montaje de sellado en el caso de que se desee cambiar de perforación convencional a perforación MPD sin la necesidad de desmontar alguna parte del tubo ascendente (Figura 1). Como lo aprecian los expertos en la técnica, el cojinete de RCD y el receptor de sellado (Figura 1) pueden permitir libremente el pasaje de una sarta de perforación a través de este de modo de no interferir de ninguna manera con la perforación convencional. Cuando se desee cambiar a perforación MPD, un cojinete de RCD y montaje de sellado se pueden montar en la sarta de perforación

(Figura 1) y mover hacia el cojinete de RCD y receptor de sellado usando la sarta de perforación. La sarta de perforación puede avanzar al fondo del pozo para reanudar la perforación, entre otras operaciones del pozo. Para perforación MPD, y volviendo a la Figura 2, las válvulas 18, 19, 26, 27, 34, 35 y 40 se cierran inicialmente. La válvula 19 que se muestra en el lado derecho del colector desviador de flujo 16, se puede abrir. Si la línea de regreso de lodo 42 se usa para regresar el lodo a la unidad de perforación, se puede abrir la válvula 40. En algunas modalidades si el segundo cuello de cisne 39 se acopla con una manguera flexible (no se muestra) para regresar el lodo a la unidad de perforación, se puede cerrar la válvula 40 y se puede abrir la válvula 35 en el lado derecho del tubo 11 en la Figura 2. Como se establece más en detalle en las patentes estadounidenses n.º 6,904,981 emitida para van Riet, 7,185,719 emitida para van Riet, y 7,350,597 emitida para Reitsma, la perforación MPD puede proceder proporcionando una restricción de flujo seleccionada desde la línea de regreso de lodo 40 o la manguera flexible (no se muestra) para mantener una presión de lodo seleccionada en el anillo.

Para realizar la perforación SMD usando la unión de tubo ascendente 10 y todavía haciendo referencia a la Figura 2, las válvulas 18, 19, 26, 27, 34, 35 y 40 se cierran inicialmente. La válvula 18 en el lado izquierdo del tubo 11, se puede abrir. La válvula 26 que conecta la válvula 18 con el conducto de bomba de SMD 28A se puede abrir de modo que el fluido que sale del tubo 11 a través del colector desviador de flujo 16 se puede extraer dentro de la bomba de SMD (Figura 1). La válvula 19 en el lado derecho del tubo 11 puede permanecer cerrada, mientras que la válvula 27 en el lado inferior del conducto de la bomba de SMD 28B puede estar abierta. La descarga desde la bomba de SMD (Figura 1) puede entrar en el conducto de la bomba de SMD 28B, pasar por la válvula abierta 27, y dado que válvula 19 en el lado derecho del tubo 11 está cerrada, el flujo se puede desviar hacia la T de flujo 22 y luego hacia la línea de flujo 25 conectada a esta y al colector de brazo oscilante 32. La válvula 40 puede estar abierta para usar la línea de regreso de lodo como una línea de regreso de lodo de SMD o la válvula 39 conectada con el colector de brazo oscilante 32 se puede abrir si una manguera flexible (no se muestra) está conectada con el segundo cuello de cisne 39 para proporcionar una senda de flujo de regreso para el lodo descargado desde la bomba de SMD (Figura 1).

Como lo apreciarán los expertos en la técnica, la perforación SMD puede no requerir una RCD, y el cojinete de RCD y montaje de sellado se pueden omitir de la sarta de perforación para perforación SMD.

5 Aunque solamente se describieron unos pocos ejemplos en detalle anteriormente, los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que es posible realizar muchas modificaciones en los ejemplos. Por consiguiente, se pretende que todas estas modificaciones estén incluidas dentro del alcance de la descripción, tal como se define en las siguientes reivindicaciones.