

SISTEMA Y METODOLOGÍA PARA EL MONITOREO EN UN POZO DE INYECCIÓN

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

5 Todas y cada una de las solicitudes para las cuales se identifica una solicitud de prioridad extranjera o nacional en la Hoja de Datos de la Solicitud presentada con la presente solicitud se incorporan aquí por referencia en 37 CFR 1.57. La presente solicitud reclama el beneficio prioritario de la Solicitud Provisional de Estados Unidos No. 62/884,371, presentada el 8 de agosto de 2019, cuya totalidad se
10 incorpora aquí como referencia y debe considerarse parte de esta especificación.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 Se utilizan diversos tipos de pozos en la producción de fluidos de hidrocarburos tales como petróleo y gas. Por ejemplo, los pozos de producción pueden usarse para producir fluidos desde una formación subterránea hasta una ubicación de recolección en la superficie. Sin embargo, los pozos de inyección y otros tipos de pozos también pueden usarse para facilitar la recuperación de los fluidos de hidrocarburos de la formación. En algunas aplicaciones de pozos, los pozos de inyección de agua se
20 emplean para ayudar a impulsar o empujar los fluidos de hidrocarburos deseados al pozo o pozos de producción correspondientes. Se puede inyectar agua en las zonas de pozo correspondientes a través de mandriles de inyección de agua. Sin embargo, el monitoreo de las condiciones del pozo en una zona de pozo dada o en una pluralidad de zonas de pozo puede ser difícil durante las operaciones de inyección de agua.

25

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

30 En general, se proporcionan un sistema y una metodología para facilitar el monitoreo de parámetros, por ejemplo, presión y/o temperatura, relacionada con una operación de fondo de pozo, por ejemplo, una operación de inyección de agua. Según una modalidad, se puede desplegar una sarta de terminación en un pozo con al menos un mandril de inyección de agua combinado con un bolsillo lateral. Se construye una

herramienta de sensor para transportarla hacia abajo a través de la sarta de terminación y en el acoplamiento de sellado con la superficie interior del bolsillo lateral. La herramienta de sensor comprende al menos un sensor para detectar un parámetro o parámetros deseados, por ejemplo, presión y/o temperatura. Además, la herramienta de sensor comprende una nariz que está posicionada para abrir mecánicamente una válvula de retención acoplada al bolsillo lateral del mandril de inyección de agua para permitir el monitoreo del parámetro o parámetros deseados a través del al menos un sensor.

Sin embargo, son posibles muchas modificaciones sin apartarse materialmente de las enseñanzas de esta descripción. Por consiguiente, se pretende que tales modificaciones se incluyan dentro del alcance de esta descripción tal como se define en las reivindicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Ciertas modalidades de la descripción se describirán a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que los números de referencia similares denotan elementos similares. Sin embargo, debe entenderse que las figuras adjuntas ilustran las diversas implementaciones descritas en este documento y no pretenden limitar el alcance de las diversas tecnologías descritas en este documento, y:

La figura 1 es una ilustración esquemática de un ejemplo de un pozo de inyección de agua multizona que tiene una inyección completa de agua, de acuerdo con una modalidad de la descripción;

La figura 2 es una ilustración esquemática de una porción de una sarta de terminación que tiene un miembro tubular/mandril de inyección de agua que tiene un bolsillo lateral combinado con una válvula de retención, de acuerdo con una modalidad de la descripción;

La figura 3 es una vista parcialmente separada de un ejemplo del miembro tubular/mandril de inyección de agua que tiene el bolsillo lateral combinado con la válvula de retención, de acuerdo con una modalidad de la descripción;

La figura 4 es una ilustración en sección transversal de un ejemplo de una bolsa lateral formada a lo largo de un mandril de inyección de agua de la terminación de la inyección de agua, de acuerdo con una modalidad de la descripción;

La figura 5 es una vista parcialmente separada de un ejemplo de una válvula de retención de mandril de inyección de agua, de acuerdo con una modalidad de la descripción;

La figura 6 es una vista lateral de un ejemplo de una válvula de retención ubicada a lo largo de un mandril de inyección de agua, de acuerdo con una modalidad de la descripción;

La figura 7 es una vista lateral de un ejemplo de una herramienta de sensor configurada para recibo en el bolsillo lateral, de acuerdo con una modalidad de la descripción; y

La figura 8 es una vista despiezada de un ejemplo de la herramienta de sensor, de acuerdo con una modalidad de la descripción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

En la siguiente descripción, se exponen numerosos detalles para proporcionar una comprensión de algunas modalidades de la presente descripción. Sin embargo, los expertos en la materia entenderán que el sistema y/o la metodología se pueden practicar sin estos detalles y que pueden ser posibles numerosas variaciones o modificaciones de las modalidades descritas.

La descripción en el presente documento generalmente implica un sistema y una metodología para facilitar el monitoreo de parámetros relacionados con una operación de fondo de pozo. Por ejemplo, la presión y/o temperatura pueden monitorearse durante una operación de inyección de agua de fondo de pozo. En algunas aplicaciones, la operación de fondo de pozo puede involucrar un pozo con múltiples zonas de inyección de agua. Los parámetros, por ejemplo, la presión y la temperatura, se pueden monitorear en cada una de las zonas de pozo o en zonas de pozo individuales a medida que las operaciones de inyección se realizan en otras zonas de pozo. De esta manera, se pueden obtener datos que ayudan al operador del pozo a optimizar la producción de fluidos de hidrocarburos a partir de los pozos de producción correspondientes a través del monitoreo de la presión, temperatura y/u otros parámetros relacionados con la inyección de agua en la formación para inducir la producción de fluido de hidrocarburos mejorada.

Según una modalidad, se puede desplegar una sarta de terminación en un pozo con al menos un mandril de inyección de agua que tiene un bolsillo lateral. Un bolsillo lateral es un bolsillo, por ejemplo, un receptáculo, ubicado a lo largo del interior del mandril de inyección de agua y desplazado desde un centro del paso de flujo principal a través de la sarta de terminación. En algunas modalidades, la sarta de terminación se extiende a lo largo de una pluralidad de zonas de pozo y comprende una pluralidad de mandriles de inyección de agua colocados en las zonas de pozo correspondientes. Además, se construye una herramienta de sensor para transportarla hacia abajo a través de la sarta de terminación y en el acoplamiento de sellado con una superficie interior del bolsillo lateral.

La herramienta de sensor comprende al menos un sensor para detectar un parámetro o parámetros deseados, por ejemplo, presión y/o temperatura. Además, la herramienta de sensor comprende una nariz que está posicionada para abrir mecánicamente una válvula de retención que puede estar acoplada al bolsillo lateral del mandril de inyección de agua. La apertura de la válvula de retención permite el monitoreo del parámetro o parámetros deseados a través del al menos un sensor. En algunas modalidades, la nariz comprende un tubo montado excéntricamente en una carcasa de nariz para permitir una mejor operación mecánica de la válvula de retención. El tubo tiene un paso interior que está en comunicación fluida con un paso central o de otro modo enrutado a través de la herramienta del sensor al sensor.

Según algunas modalidades, el sensor puede tener la forma de un sensor de presión de inyección selectiva (SIPS) que puede obtener información de presión (y/u otra información). La información de presión se puede usar, por ejemplo, para determinar si se debe inyectar más o menos agua en zonas específicas de pozos de inyección. La herramienta del sensor que contiene el sensor puede construirse con una geometría que permita al sensor registrar la presión del depósito, por ejemplo, en una zona de pozo objetivo. Un sistema de sellado montado a lo largo del exterior de la herramienta del sensor permite el acoplamiento de sellado con áreas de sellado de diámetro interno de la cavidad lateral para aislar la presión de inyección en la sarta de terminación de la presión del depósito.

La nariz de la herramienta de sensor puede construirse en varias configuraciones. De acuerdo con una modalidad, la nariz puede ubicarse en un extremo

inferior de la herramienta del sensor y orientarse para permitir de manera efectiva evitar una válvula de retención instalada a lo largo del mandril de inyección de agua, permitiendo así el registro de los parámetros deseados, por ejemplo, presión y temperatura. Los datos de los parámetros monitoreados, por ejemplo, presión y temperatura, pueden almacenarse en una memoria del sensor o en otro lugar de almacenamiento adecuado para su uso una vez que la herramienta del sensor se recupere en la superficie. Estos datos se pueden analizar para determinar, por ejemplo, los cambios que se pueden hacer para optimizar aún más la producción de fluidos de hidrocarburos de los pozos de producción correspondientes. Por ejemplo, los datos de presión y temperatura pueden usarse para ayudar a determinar la modificación apropiada de las tasas de inyección de agua en zonas específicas de pozos.

Con referencia en general a la figura 1, se ilustra una modalidad de un sistema de pozo de inyección 30. En este ejemplo, el sistema de pozo de inyección 30 comprende un pozo 32 que se extiende hacia abajo en una formación subterránea 34 desde una cabeza de pozo 36 colocada en una ubicación en la superficie 38. El pozo 32 se extiende a través de una pluralidad de zonas de pozo 40. Además, una sarta de terminación 42 es desplegada a través del pozo 32 y a través de la pluralidad de zonas de pozo 40.

Según esta modalidad, la sarta de terminación 42 es una sarta de inyección de agua que tiene un paso interno 44, por ejemplo, un paso de flujo principal 45, a lo largo del cual se suministra agua, como se representa con la flecha 46. El agua 46 se inyecta en la formación circundante 34 en al menos algunas de las zonas de pozo 40 como se indica con las flechas 48. Como se explica con mayor detalle a continuación, el agua inyectada 48 puede inyectarse en miembros tubulares que tienen bolsillos laterales equipados con mandriles de inyección de agua.

La sarta de terminación 42 también puede comprender una pluralidad de empaquetadores 50 posicionados para aislar las zonas de pozo secuenciales 40 a lo largo del pozo 32. Por lo tanto, cuando el agua inyectada es expulsada a través de un mandril de inyección de agua asociado con una zona de pozo dada 40, el agua se expulsa a la formación circundante 34. En algunas operaciones, el pozo puede estar revestido con una carcasa 52 y el agua inyectada se puede expulsar a través de las perforaciones 54 formadas a través de la carcasa y salir a la formación circundante 34.

Con referencia en general a la figura 2, se ilustra que una porción de la sarta de terminación 42 tiene un miembro tubular 56, por ejemplo, un mandril de inyección de agua, con un bolsillo lateral 58. El bolsillo lateral 58 está desplazada de una línea central del paso de flujo principal 45 de la sarta de terminación 42. En este ejemplo, una válvula de retención 60 está acoplada con el bolsillo lateral 58 para dirigir el flujo de salida del agua inyectada 48 que luego es forzada a la zona de pozo circundante 40 de la formación 34 (véase también la figura 1). Como se explica con mayor detalle a continuación, el mandril de inyección de agua 56/bolsillo lateral 58 utiliza una válvula de retención 60 que está orientada para abrirse y permitir el flujo de fluido a través de ella durante la inyección de agua 48 en la zona de pozo circundante 40 mientras se cierra para evitar un flujo inverso de fluido. Por ejemplo, si el flujo de agua inyectada 48 se interrumpe o se detiene, la válvula de retención 60 se cierra automáticamente para evitar el flujo de fluido al bolsillo lateral 58 y la sarta de terminación 42 desde el entorno externo al bolsillo lateral 58. La válvula de retención 60 puede tener varios mecanismos de válvula de retención 62 para permitir la transición entre posiciones cerradas y abiertas.

Como se ilustra adicionalmente en las figuras 3 y 4, el bolsillo lateral 58 puede formarse a través de una pared del bolsillo lateral 66 que puede incluir una porción del miembro tubular que forma la pared externa 56 de la sarta de terminación 42. El bolsillo lateral 58 puede tener una abertura superior 68 y, en algunas modalidades, una abertura o aberturas 70 colocadas a través de la pared del bolsillo lateral 66. El bolsillo lateral 58 también tiene una superficie interior 72 que puede tener secciones con diferentes diámetros 74 para algunas aplicaciones (ver la figura 4). En el ejemplo ilustrado, la superficie interior 72 comprende una pluralidad de áreas de sellado, por ejemplo, un área de sellado superior 76 y un área de sellado inferior 78.

Además, el bolsillo lateral 58 puede comprender una región de unión 80 a la que se puede acoplar la válvula de retención 60. A modo de ejemplo, la región de unión 80 puede comprender roscas 82 a las que la válvula de retención 60 puede engancharse de forma roscada. La configuración de la región de unión 80 puede variar de acuerdo con la construcción deseada del mandril de inyección de agua 56, la válvula de retención 60 u otras consideraciones de diseño. En el ejemplo ilustrado, la región de unión 80 está desplazada con respecto a una línea central 83 del bolsillo lateral 58.

Con referencia en general a las figuras 5 y 6, las modalidades de la válvula de retención 60 se ilustran con un cuerpo de válvula de retención 84 con un paso de flujo interno 86. El cuerpo de la válvula de retención 84 también comprende una región de unión 88 configurada para el acoplamiento con la región de unión 80 del bolsillo lateral 58. A modo de ejemplo, la región de unión del mandril 80 puede comprender roscas 90 que pueden usarse para el acoplamiento roscado con las roscas 82 cuando se une la válvula de retención 60 a la región de unión del bolsillo lateral 80.

En este ejemplo, la válvula de retención 60 comprende una bola 92 que puede estar presionada por un miembro de resorte 94, por ejemplo, un resorte helicoidal, hacia el cierre hermético con un asiento de bola 96 (ver la figura 5). La posición de la bola 92 y la orientación del miembro de resorte 94 se selecciona para cerrar automáticamente el flujo a lo largo del paso de flujo interno 86 cuando se detiene la inyección de agua, evitando así el flujo inverso hacia el bolsillo lateral 58 y el mandril de inyección de agua 56. Sin embargo, bajo la presión de agua durante una operación de inyección de agua, la bola 92 se mueve contra la polarización del miembro de resorte 94 y se aleja del asiento de bola 96 para permitir el flujo de agua inyectada a través del paso de flujo interno 86 y fuera de la válvula de retención 60. En algunas modalidades, el agua inyectada se puede dirigir fuera de la válvula de retención 60 a través de una abertura/boquilla 98 u otra salida adecuada.

Con referencia en general a la figura 7, una modalidad de una herramienta de sensor 100 se ilustra desplegada de forma recuperable en el bolsillo lateral 58 (véase también la figura 2). La herramienta de sensor 100 está dimensionada para su recepción en el bolsillo lateral 58 y comprende un sistema de sello 102 a lo largo de un exterior de la herramienta de sensor 100. El sistema de sello 102 está orientado para formar un sello entre la herramienta de sensor 100 y la superficie interior 72 del bolsillo lateral 58.

A modo de ejemplo, el sistema de sellado 102 puede comprender una pluralidad de sellos, tales como un sello superior 104 y un sello inferior 106. En esta modalidad, el sello superior 104 está posicionado para enganche de sellado con el área superior 76 del sello. Además, el sello inferior 106 está posicionado para enganche de sellado con el área de sello inferior 78 del bolsillo lateral 58. La inclusión de una

pluralidad de sellos puede ayudar ventajosamente a aislar la presión de formación para mediciones más precisas, por ejemplo, como se describe aquí.

Con referencia adicional a la figura 8, la herramienta de sensor 100 también puede comprender un sistema de sensor 108 que tiene un sensor 110 que puede estar protegido por un alojamiento de indicador 112 u otra estructura adecuada. A modo de ejemplo, el sensor 110 puede comprender un sensor individual o una pluralidad de sensores para detectar los parámetros deseados, por ejemplo, presión y/o temperatura. En el ejemplo ilustrado, el sensor 110 puede comprender al menos un sensor de presión 114 y al menos un sensor de temperatura 116.

Aunque los datos del sensor o sensores 110 pueden transmitirse a la superficie a través de un sistema de telemetría adecuado, la modalidad ilustrada almacena datos del sensor o sensores 110 en una memoria adecuada 118. La memoria 118 puede estar ubicada en el sistema sensor 108. Los datos pueden recuperarse de la memoria 118 al recuperar la herramienta de sensor 100 en una ubicación de superficie.

Con referencia de nuevo a las figuras 7 y 8, la herramienta de sensor 100 también puede comprender una nariz 120 orientada para abrir mecánicamente la válvula de retención 60 cuando la herramienta de sensor 100 está suficientemente insertada en el bolsillo lateral 58 a lo largo de la superficie interior 72. La nariz 120 puede tener un tamaño, forma y/o longitud optimizados a las dimensiones (por ejemplo, longitud) del bolsillo lateral 58, seleccionados para acomodar una pluralidad de sellos (como el sistema de sellado 102), y/o seleccionados de manera que la nariz 120 mecánicamente abre la válvula de retención 60 cuando la herramienta de sensor 100 está suficientemente insertada en el bolsillo lateral 58. Por ejemplo, la nariz 120 puede estar construida para enganchar y mover la bola 92 de la válvula de retención 60 lejos del asiento de la bola 96 para permitir el monitoreo del parámetro o parámetros deseados a través del sensor 110 (véanse las figuras 6 y 7 que muestran la bola 92 alejada del asiento de la bola 96 mediante acoplamiento mecánico con la nariz 120).

En algunas modalidades, la nariz 120 comprende una extensión 122, por ejemplo, un tubo o varilla, montada excéntricamente en una carcasa de nariz 124 para permitir un mejor funcionamiento mecánico de la válvula de retención 60. Por ejemplo, la extensión 122 puede estar suficientemente desplazada para pasar a través de la región de unión 80 del bolsillo lateral 58 y para enganchar la bola 92 (ver la figura 6). En

esta modalidad, el alojamiento de la nariz 124 tiene un paso interior 126 que está en comunicación fluida con un paso de la herramienta de sensor 128, por ejemplo, un paso central u otro paso adecuado enrutado a través de la herramienta de sensor 100 al sensor 110.

5 En algunas aplicaciones, el sensor 110 puede tener la forma de un SIPS que puede obtener información de presión (y/u otra información tal como información de temperatura). La información de presión puede usarse, por ejemplo, para determinar si se debe inyectar más o menos agua en una zona o zonas de pozo de inyección específicas 40. La herramienta de sensor 100 que contiene el sensor 110 puede
10 construirse con una geometría que permita que el sensor 110 registre, por ejemplo, la presión del depósito en una zona de pozo objetivo 40. Los sellos 104, 106 montados a lo largo de un exterior de la herramienta de sensor 100 proporcionan un acoplamiento de sellado con las áreas de sellado de diámetro interno 76, 78 del bolsillo lateral 58 para aislar la presión de inyección en la sarta de terminación 42 desde la presión del
15 depósito que actúa externamente del bolsillo lateral 58.

 La herramienta de sensor 100 también puede comprender un conector de enganche 130 configurado para acoplarse con un medio de transporte utilizado para desplegar y recuperar la herramienta de sensor 100. El conector de pestillo 130 puede ser un conector de pestillo convencional para desplegar herramientas y otros
20 dispositivos a lo largo del interior de una sarta de terminación dada. Sin embargo, el conector de pestillo 130 puede tener otros diseños adecuados para permitir el acoplamiento con un medio de transporte, por ejemplo, cable, línea resbaladiza, transporte tubular u otro transporte adecuado, utilizado para desplegar y recuperar la herramienta de sensor 100.

25 Como se ilustra en la figura 8, la herramienta de sensor 100 también puede comprender portadores de sello 132 que tienen partes del paso de herramienta de sensor 128, así como regiones de montaje 134 alrededor de las cuales se pueden montar los sellos 104, 106. Los diversos componentes de la herramienta de sensor 100 pueden estar roscados para formar la herramienta de sensor global, sin embargo, se
30 pueden usar otros tipos de sujetadores y mecanismos de fijación adecuados para acoplar los diversos componentes de la herramienta de sensor 100.

Debe observarse que la sarta de terminación 42, el bolsillo lateral 58 y la herramienta de sensor 100 pueden construirse en varios tamaños y configuraciones. Además, los componentes de la herramienta de sensor 100 pueden tener varias configuraciones y pueden organizarse en secuencias deseadas. Por ejemplo, el sistema de sellado 102 puede comprender un sello individual o una pluralidad de sellos de diferentes tipos adecuados para sellar el acoplamiento con la superficie interior del bolsillo lateral 58 para aislar las presiones internas de la sarta de terminación con respecto a las presiones del depósito. El sensor 110 también puede comprender varios tipos y disposiciones de sensores. De manera similar, se pueden usar varios tipos de memorias u otros dispositivos de almacenamiento para almacenar datos del sensor 110.

Además, la sarta de terminación 42 puede comprender varios números de mandriles de inyección de agua 56 para permitir la inyección de agua en las zonas de pozo correspondientes 40. Una herramienta de sensor individual 100 o una pluralidad de herramientas de sensor 100 pueden colocarse de forma recuperable en los bolsillos laterales deseados 58 que pueden disponerse a lo largo de las diversas zonas de pozo correspondientes 40. Por ejemplo, una herramienta de sensor individual 100 (o una pluralidad de herramientas de sensor 100) puede usarse en un bolsillo lateral específico 58 (o bolsillos laterales 58) para obtener datos de una zona de pozo específica 40 (o zonas de pozo 40) ya que las operaciones de inyección de agua se realizan en otras zonas de pozo 40.

Aunque algunas modalidades de la descripción se han descrito en detalle anteriormente, los expertos en la materia apreciarán fácilmente que son posibles muchas modificaciones sin apartarse materialmente de las enseñanzas de esta descripción. Por consiguiente, se pretende que tales modificaciones se incluyan dentro del alcance de esta descripción tal como se define en las reivindicaciones.