AJUSTE Y DESAJUSTE MULTIPLE DE EMPAQUETADOR INFLABLE DE POZO

CAMPO TECNICO

La divulgación se relaciona generalmente con equipos utilizados y operaciones realizadas en conjunto con un pozo subterráneo y, en un ejemplo descrito más adelante, más particularmente suministra ajuste y desajuste repetido de un empaquetador inflable en un viaje único dentro de un pozo.

ANTECEDENTES

Un empaquetador inflable puede ser usado para aislar secciones de un anular entre sí en un pozo. El anular se puede formar entre dos sartas tubulares (tal como, una sarta de tubería y una cubierta o una sarta de revestimiento), o entre una sarta de tubular y un pozo de agujero sin cubierta o abierto. Un elemento de sello inflable del empaquetador es presurizado internamente, haciendo que éste se expanda radialmente hacia afuera y de esta forma selle el anular.

Así, se apreciará fácilmente que se necesitan mejoras continuamente en la técnica de diseñar, construir y utilizar empacadores inflables de pozo. Dichas mejoras pueden ser útiles en una amplia variedad de diferentes ambientes de pozo y configuraciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 es una vista de corte transversal parcialmente representativa de un ejemplo de un sistema de pozo y el método asociado que puede incorporar los principios de esta divulgación.

La Figura 2 es una vista de corte transversal parcialmente representativa de un ensamble empacador inflable que puede ser usado en el sistema y el método de la Figura 1, y el cual puede incorporar los principios de esta divulgación.

La Figura 3 es una vista de corte transversal representativa de un controlador de flujo del ensamble empaquetador inflable en un ejemplo de una configuración desinflada.

La Figura 4 es una vista de corte transversal representativa de una porción de dirección de flujo del controlador de flujo en una configuración desinflada.

La Figura 5 es una vista de corte transversal representativa del controlador de flujo en un ejemplo de una configuración inflada.

La Figura 6 es una vista de corte transversal representativa del director de flujo en la configuración inflada.

La Figura 7 es una vista de corte transversal representativa del controlador de flujo en un ejemplo de una configuración establecida.

La Figura 8 es una vista de corte transversal representativa del director de flujo en la configuración establecida.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Representativamente ilustrado en la Figura 1 está un sistema 10 y el método asociado que puede incorporar los principios de esta divulgación. Sin embargo, se debe entender claramente que el sistema 10 y el método son simplemente un ejemplo de una aplicación de los principios de esta divulgación en la práctica, y una amplia variedad de otros ejemplos son posibles. Por lo tanto, el alcance de esta divulgación no está limitada a todos los detalles del sistema 10 y el método descritos acá y/o ilustrados en las figuras.

En el ejemplo de la Figura 1, una sarta tubular 12 se posiciona en un pozo 14 revestido con una cubierta 16 y cemento 18. En otros ejemplos, la sarta tubular 12 se puede ubicar en una sección del pozo 14 que está sin cubrir o es un agujero abierto. Adicionalmente, el pozo 14 no es necesariamente vertical, sino que por el contrario puede ser horizontal o de otra forma estar desviado de lo vertical.

La sarta tubular 12 puede ser de cualquiera de los tipos conocidos por los expertos en la materia como tubería (tal como, tubería de producción segmentada) o tubería en espiral (tubería sustancialmente continua). La sarta tubular 12 puede estar hecha de cualquier material o combinación de materiales (tal como, acero, plástico, compuestos), y puede incluir cualquier combinación de herramientas de pozo conectados allí. Así, el alcance de esta divulgación no está limitada a ningún detalle particular de la sarta tubular 12 como se describe acá o se ilustra en las figuras.

En la sarta tubular 12 del ejemplo de la Figura 1, un ensamble de empaquetador inflable 20 se conecta en la sarta tubular por debajo (como se ve en la Figura 1) de una válvula de chequeo 22. La válvula de chequeo 22 permite el flujo fluido 24 desde la superficie hacia abajo a través de la sarta tubular 22, pero previene el flujo de fluido en una dirección longitudinal opuesta hacia la superficie. La válvula de chequeo 22 puede ser de cualquier tipo conocido para los expertos en la materia como una válvula de chequeo de “bombeo”, pero otros tipos de válvulas de chequeo pueden ser usadas, y el uso de la válvula de chequeo no es necesario, manteniendo los principios de esta divulgación.

El ensamble de empaquetador 20 incluye un elemento de sello inflable 26 que se extiende hacia afuera en acople de sello con una superficie de pozo 28. En este ejemplo, la superficie de pozo 28 es una superficie interior de la cubierta 16, pero si el pozo 14 no tiene cubierta, la superficie de pozo puede ser una superficie de pared interior de una formación terrestre 32 penetrada por el pozo. En otros ejemplos, la superficie de pozo 28 puede ser una superficie interior de otro tipo de sarta tubular (tal como, una sarta de tubería de producción o una sarta de revestimiento).

Cuando el elemento de sello 26 es acopla de forma sellada con la superficie de pozo circundante 28, se sella un anular 30 que rodea de forma hacia afuera la

sarta tubular 12. Se previene la comunicación fluida entre las secciones superior e inferior 30a,b del anular 30 por medio del elemento de sello 26.

Para permitir que el ensamble de empaquetador 20 sea configurado o desconfigurado múltiples veces en una tira simple de la sarta tubular 12 en el pozo 14, el ensamble de empaquetador incluye un controlador de flujo 34. El controlador de flujo 34 puede ser operado para inflar el elemento de sello 26 usando presión en un paso de flujo longitudinal interno 36 de la sarta tubular 12, o desinflarse el elemento de sello al ventear la presión en el elemento de sello al paso de flujo interno de la sarta tubular.

Como se ilustra en la Figura 1, el ensamble de empaquetador 20 está en una configuración fijada. El elemento de sello 26 se infla, de modo que se extiende hacia afuera y acopla de forma sellada la superficie de pozo 28, aislando de esta forma la sección anular superior 30a de la sección anular inferior 30b. La presión de inflado en el elemento de sello 26 se aísla del paso de flujo 36 y de otra forma se previene de abrirse por medio del controlador de flujo.

Como se describe más completamente más adelante, el controlador de flujo 34 también aísla la sección anular superior 30a del paso de flujo 36 en la configuración fijada. La sección anular superior 30a puede ser ubicada en comunicación fluida con el paso de flujo 36 en una configuración inflada (en la cual el controlador de flujo 34 admite el fluido desde el paso de flujo 36 en el elemento de sello 26) y en una configuración desinflada (en la cual la presión en el elemento de sello es purgada o ventilada al paso de flujo 36).

En el método realizado con el sistema 10, el ensamble empaquetador 20 se conecta en la sarta tubular 12, y se instala con la sarta tubular en el pozo 14 en la configuración desinflada. En esta configuración, el elemento de sello 26 no está inflado, y es desfogado o ventilado al interior de la sarta tubular 12.

Cuando el ensamble empaquetador 20 está posicionado de forma adecuada en el pozo 14 y se desea fijar el ensamble empaquetador, una tasa de flujo del flujo

de fluido 24 a través del paso de flujo 36 se aumenta hasta que esté en o por encima de un valor predeterminado. La tasa de flujo puede aumentarse desde sin flujo, o desde una tasa de flujo inferior (tal como, flujo de circulación a través de la sarta tubular 12), al nivel de tasa de flujo predeterminado.

Cuando la tasa de flujo alcanza el nivel predeterminado, el controlador de flujo 34 ubica el paso de flujo 36 en comunicación con una cámara de inflado interna 38 del elemento de sello 26 (no visible en la Figura 1, ver la Figura 2). Una trayectoria de flujo del paso de flujo 36 a la cámara de inflado 38 se abre, inflando de esta forma el elemento de sello 26 en esta configuración inflada.

Cuando el elemento de sello 26 es inflado satisfactoriamente, el controlador de flujo 34 aísla la cámara de inflado 38 del paso de flujo 36, manteniendo de esta forma la presión de inflado en la cámara de inflado. El controlador de flujo 34 se opera a esta configuración fijada en respuesta a comprimir longitudinalmente el controlador de flujo (por ejemplo, al aflojar la sarta tubular 12 en la superficie, de modo que un peso de la sarta tubular es aplicado al controlador de flujo).

En la configuración fijada ilustrada en la Figura 1, una variedad de diferentes operaciones de flujo pueden ser realizadas las cuales dependen de la sección anular superior 30a que es aislada de la sección anular inferior 30b. Por ejemplo, una integridad de la cubierta 16 por debajo del elemento de sello 26 puede ser probada al presurizar el paso de flujo 36 (por ejemplo, usando una bomba en la superficie), con el paso de flujo 36 que está en comunicación con la sección anular inferior 30b.

Después que la sección anular inferior 30b ha sido presurizada, una disminución de presión (detectado, por ejemplo, al monitorear la presión en el paso de flujo 36 en la superficie) puede indicar fuga de la cubierta 16 por debajo del elemento de sello 26. Otras pruebas, y otros tipos de operaciones de pozo, pueden ser realizadas con el ensamble empaquetador 20 en la configuración fijada, manteniéndose con los principios de esta divulgación.

El ensamble empaquetador 20 puede ser devuelto a la configuración desinflada, por ejemplo, con el fin de permitir el transporte del ensamble empaquetador a otra posición en el pozo 14, o para permitir que el ensamble empaquetador sea recuperado del pozo. El controlador de flujo 34 es operado a la configuración desinflada en respuesta a la extensión longitudinal del controlador de flujo (por ejemplo, al levantar la sarta tubular 12 en la superficie, de modo que el peso de la sarta tubular es elevado desde el controlador de flujo).

Con referencia adicionalmente a la Figura 2, se ilustra representativamente una vista de corte transversal de un ejemplo del ensamble empaquetador inflable 20. Por conveniencia y claridad, la descripción allí del ensamble empaquetador 20 se relaciona con su uso en el sistema 10 de la Figura 1 y el método, pero se debe entender claramente que el ensamble empaquetador puede ser usado en otros sistemas y métodos manteniéndose con los principios de esta divulgación.

En el ejemplo de la Figura 2, el ensamble empaquetador 20 incluye conectores superior e inferior 40a,b para conectar el ensamble empaquetador en una sarta tubular (tal como, la sarta tubular 12). Como se ilustra en la Figura 2, los conectores 40a,b son roscados para acoplarse a conectores roscados similares de la sarta tubular 12, pero se pueden utilizar otros tipos de conectores (tales como, pestillos, acopladores rápidos, etc.) en otros ejemplos.

El conector inferior 40b se conecta al controlador de flujo 34 con un mandril tubular interno 42, de modo que el paso de flujo 36 se extiende a través del elemento de sello 26 entre el controlador de flujo 34 y el conector inferior 40b. La cámara de inflado 38 se forma radialmente entre el elemento de sello 26 y el mandril 42.

Cuando se crea un diferencial de presión a partir de la cámara de inflado 38 a un exterior del elemento de sello 26 (por ejemplo, el anular 30 en el sistema 10 de la Figura 1), el elemento de sello se infla y se extiende radialmente hacia afuera. Cuando el diferencial de presión es liberado posteriormente, el elemento de sello 26 se desinfla y se retrae radialmente hacia adentro. Así, al controlar el diferencial de

presión a lo largo del elemento de sello 26 (entre la cámara de inflado 38 y el exterior del elemento de sello), el ensamble empaquetador 20 se cambia entre sus configuraciones desinflado, inflado y fijado.

Otro mandril tubular interno 44 conecta el conector superior 40a al controlador de flujo 34, de modo que el paso de flujo 36 se extiende a través de un actuador 46 y un director de flujo 48 del controlador de flujo. Un extremo inferior del mandril 44 es recibido de forma deslizante y sellada en el director de flujo 48. Adicionalmente, el extremo inferior del mandril 44 tiene un limitador de flujo 50 allí que restringe el flujo de fluido 24 desde una sección superior 36a del paso de flujo 36 a una sección inferior 36b del paso de flujo.

Como se describe de forma más completa a continuación, una posición del mandril 44 en el director de flujo 48 determina si la comunicación fluida es permitida: entre la sección de paso de flujo superior 36a y la cámara de inflado 38, entre la sección de paso de flujo inferior 36b y la cámara de inflado 38, y entre la sección de paso de flujo inferior 36b y el exterior por encima del elemento de sello 26 (por ejemplo, la sección anular superior 30a en el sistema 10 de la Figura 1).

Ahora, con referencia adicionalmente a las Figuras 3 y 4, vistas de corte transversal del controlador de flujo 34 y el director de flujo 48 se ilustran representativamente aparte del resto del ensamble empaquetador 20. En las Figuras 3 y 4, el controlador de flujo 34 se ilustra en un ejemplo de la configuración desinflada, en la cual el elemento de sello 26 (no mostrado en las Figuras 3 y 4, ver Figura 2) está retraído hacia adentro y el ensamble empaquetador 20 puede ser transportador, desplazado entre ubicaciones, o recuperado del pozo 14.

Para prevenir que se cree un diferencial de presión desde el interior hacia el exterior del elemento de sello 26 en la configuración desinflada, la cámara de inflado 38 se ubica en comunicación fluida con la sección de paso de flujo inferior 36b por medio del director de flujo 48. En las Figuras 3 y 4, una trayectoria de flujo de desinflado 52 está en comunicación con la cámara de inflado 38, y también se pone

en comunicación con la sección de paso de flujo inferior 36b por medio de puertos 54 en el director de flujo 48 (ver Figura 4).

Los puertos 54 se posicionan entre los sellos internos 56 capaces de acoplar de forma sellada un exterior del mandril 44. Con el mandril 44 posicionado como se ilustra en las Figuras 3 y 4, los puertos 54 y la trayectoria de flujo de desinflado 52 se abren para flujo entre la cámara de inflado 38 y la sección de paso de flujo inferior 36b.

Si el mandril 44 es desplazado hacia abajo con relación a los puertos 54, de modo que el mandril se acopla de forma sellada por ambos sellos 56, los puertos 54 y la trayectoria de flujo de desinflado 52 se cerrarán a dijo flujo. Así, los puertos 54, sellos 56 y el mandril 44 comprenden una válvula 58 del director de flujo 48 para permitir selectivamente y prevenir el flujo a través de la trayectoria de flujo de desinflado 52 entre la cámara de inflado 38 y la sección de paso de flujo inferior 36b.

Otra válvula 60 comprende puertos 62, sellos internos 64 y el mandril 44. Los puertos 62 y una trayectoria de flujo 66 suministran comunicación fluida entre la sección de paso de flujo inferior 36b y el exterior del ensamble empaquetador 20 por encima del elemento de sello 26 (como se ve en la Figura 2).

En la configuración desinflada de las Figuras 3 y 4, la válvula 60 es abierta, permitiendo de esta forma el flujo a través de los puertos 62 y la trayectoria de flujo 66 entre la sección de paso de flujo inferior 36b y el exterior del ensamble empaquetador 20 (por ejemplo, la sección anular superior 30a en el sistema 10 de la Figura 1). Sin embargo, si el mandril 44 es desplazado lo suficiente hacia abajo, de modo que ambos sellos 64 acoplan de forma sellada el exterior del mandril, los puertos 62 y la trayectoria de flujo 66 luego se cerrarán a dicho flujo.

Otra válvula 68 comprende puertos 70 formados a través del mandril 44 por encima del limitador de flujo 50, y sellos internos 72 portados en una manga de cabezal 74. En la configuración desinflada de las Figuras 3 y 4, la válvula 68 es

cerrada, con el flujo a través de los puertos 70 que se previene por medio de los sellos 72 y la manga de cabezal 74.

Otra válvula 76 comprende la manga de cabezal 74 y un sello externo 78 portado sobre la manga de cabezal. En la configuración desinflada ilustra en la Figura 4, el sello 78 se acopla de forma sellada en un agujero de sello 80 formado en un alojamiento 82 del director de flujo 48 y, así, se previene el flujo desde la sección de paso de flujo superior 36a a una trayectoria de flujo de inflado 84 en comunicación con la cámara de inflado 38. En la configuración desinflada, también se previene dicho flujo por medio de la válvula cerrada 68. Así, se permite la comunicación fluida desde la sección de paso de flujo superior 36a a la cámara de inflado 38 por medio de la trayectoria de flujo de inflado 84 cuando las válvulas 68, 76 están abiertas, y se previene la comunicación fluida entre la sección de paso de flujo superior y la cámara de inflado por medio de la trayectoria de flujo de inflado cuando alguna o ambas de las válvulas 68, 76 se cierra (en este ejemplo, la válvula 76 no se abrirá a menos que la válvula 68 se abra).

Nótese que el flujo de fluido 24 a través del paso de flujo 36 crea un diferencial de presión a lo largo del limitador de flujo 50. Específicamente, con el flujo de fluido 24 en una dirección hacia abajo como se ve en las figuras, la sección de paso de flujo superior 36a tendrá una mayor presión allí con relación a la presión en la sección de paso de flujo inferior 36b.

En este ejemplo, el limitador de flujo 50 comprende un orificio con diámetro reducido. En otros ejemplos, otros tipos de imitadores de flujo (tal como, cuerpos de farol, texturas de superficie, trayectorias de flujo tortuoso, etc.) pueden ser usados para producir el diferencial de presión en respuesta al flujo de fluido 24.

En el sistema 10 de la Figura 1, la sección de paso de flujo inferior 36b está en comunicación fluida relativamente no restringida con el anular 30 externo al ensamble empaquetador 20. Así, en este ejemplo, el diferencial de presión desde la sección de paso de flujo superior 36a a la sección de paso de flujo inferior 36b es

sustancialmente el mismo que el diferencial de presión desde la sección de paso de flujo superior al exterior del ensamble empaquetador 20.

Como se describe de forma más completa a continuación, este diferencial de presión puede ser usado para inflar el elemento de sello 26 al poner la cámara de inflado 38 en comunicación con la sección de paso de flujo superior 36a. Como se discutió anteriormente, las válvulas 68, 76 se abren para permitir dicha comunicación fluida. El desplazamiento del mandril 44 hacia abajo con relación a la manga de cabezal 74, de modo que los puertos 70 ya no están más ubicados entre los sellos 72, permitirá el flujo a través de los puertos a una cámara 86 por debajo de la manga de cabezal 74.

El controlador de flujo 34 incluye el actuador 46 para producir dicho desplazamiento relativo del mandril 44. El actuador 46 incluye un pistón 88 con un área de pistón de cara hacia arriba expuesta a presión en la sección de paso de flujo superior 36a por medio de puertos 90, y un área de pistón de cara hacia abajo expuesta a la presión externa al ensamble empaquetador 20 por medio de puertos 92. Así, sustancialmente el mismo diferencial de presión creado a lo largo del limitador de flujo 50 por medio del flujo de fluido 24 también es aplicado a lo largo del pistón 88.

Cuando la tasa de flujo del flujo de fluido 24 se aumenta al nivel predeterminado, se crea una fuerza de empuje suficiente por medio del diferencial de presión que actúa a lo largo del pistón 88, de modo que el actuador 46 desplaza el mandril 44 hacia abajo con relación al alojamiento 82 del director de flujo 48 (o, visto de forma diferente, desplaza el alojamiento hacia arriba con relación al mandril).

Ahora, con referencia adicionalmente a las Figuras 5 y 6, vistas de corte transversal del controlador de flujo 34 y el director de flujo 48 se ilustran representativamente en un ejemplo de la configuración inflada. En esta configuración, la tasa de flujo a través del paso de flujo 36 se ha aumentado a por

lo menos el nivel predeterminado y, en respuesta, el actuador 46 ha desplazado el alojamiento 82 hacia arriba con relación al mandril 44.

La válvula 58 ahora se cierra, con el mandril 44 acoplado de forma sellada con ambos sellos 56. Se previene la comunicación fluida entre el paso de flujo inferior 36 y la cámara de inflado 38 por medio de los puertos 54 y la trayectoria de flujo 52.

La válvula 68 ahora se abre, permitiendo la comunicación fluida entre la sección de paso de flujo superior 36a y la cámara 86 por debajo de la manga de cabezal 74. Esto expone un lado inferior de la manga de cabezal 74 a la presión en la sección de paso de flujo superior 36a, mientras que un lado superior de la manga de cabezal se expone a la presión en el elemento de sello 26 por medio de la trayectoria de flujo 84.

La manga de cabezal 74 es empujada hacia abajo en este ejemplo por medio de una fuerza de empuje ejercida por un dispositivo de empuje 94 (ilustrado como un resorte de compresión en las figuras). Cuando el diferencial de presión desde el lado inferior al lado superior de la manga de cabezal 74 es lo suficientemente grande para superar la fuerza de empuje ejercida por el dispositivo de empuje 94, la manga de cabezal se desplazará hacia arriba, por lo menos hasta que el sello 78 ya no esté más acoplado de forma sellada en el agujero de sello 80. En este punto, la válvula 76 se abre, y se permite la comunicación fluida entre la sección de paso de flujo superior 36a y la cámara de inflado 38 por medio de los puertos 70, la cámara 86 y la trayectoria de flujo 84.

Como se describió anteriormente con relación a las Figuras 3 y 4, en la configuración desinflada la cámara de inflado 38 se iguala en presión con la sección de paso de flujo inferior 36b, la cual está también en comunicación fluida con la sección de paso de flujo superior 36a por medio del limitador de flujo 50. En la configuración inflada de las Figuras 5 y 6, la cámara de inflado 38 ya no está más igualada en presión con la sección de paso de flujo inferior 36b, sino que por el

contrario está en comunicación con la sección de paso de flujo superior 36a. Se crea por lo menos un diferencial de presión predeterminado desde la sección de paso de flujo superior 36a a la sección de paso de flujo inferior 36b, debido a la tasa de flujo aumentada a través del limitador de flujo 50.

La presión aumentada comunicada desde la sección de paso de flujo superior 36a a la trayectoria de flujo de inflado 84, así, hará que el elemento de sello 26 se infle y se extienda radialmente hacia afuera. En el sistema 10 de la Figura 1, el elemento de sello 26 cuando está inflado se extiende radialmente hacia afuera y acopla de forma sellada la superficie de pozo 28. El contacto de fricción entre el elemento de sello inflado 26 y la superficie de pozo 28 también prevendrá, o por lo menos inhibirá, el desplazamiento del ensamble empaquetador 20 con relación a la superficie del pozo.

Nótese que la válvula 76 es en algunos aspectos similar a una válvula de liberación de presión, en que se abre únicamente cuando el diferencial de presión a lo largo de la manga de cabezal 74 (desde la cámara 86 a la trayectoria de flujo de inflado 84) es mayor a un nivel predeterminado. El valor predeterminado es determinado por factores incluyendo un área de pistón de la manga de cabezal 74 y la fuerza de empuje ejercida por el dispositivo de empuje 94.

Así, la válvula 76 permite únicamente flujo en una vía desde la sección de paso de flujo superior 36a a la trayectoria de flujo de inflado 84 en la configuración inflada. Si la tasa de flujo a través del paso de flujo 36 posteriormente se disminuye, de modo que la presión en la sección de paso de flujo superior 36a disminuye, el elemento de sello 26 no se desinflará, dado que la válvula 76 cerrada prevendrá la liberación de presión desde la cámara de inflado 38 a la sección de paso de flujo superior 36a.

La válvula 60 permanece abierta en la configuración inflada de las Figuras 5 y 6. Así, se permite la comunicación fluida entre la sección de paso de flujo inferior 36b y el anular superior 30a en el sistema 10 de la Figura 1.

Ahora, con referencia adicionalmente a las Figuras 7 y 8, vistas de corte transversal del controlador de flujo 34 y el director de flujo 48 se ilustran representativamente en un ejemplo de la configuración fijada. En esta configuración, la tasa de flujo a través del paso de flujo 36 se ha disminuido, y el controlador de flujo 34 se ha comprimido longitudinalmente (por ejemplo, aflojando sobe la sarta tubular 12 en la superficie).

La compresión longitudinal del controlador de flujo 34 hace que el mandril 44 se desplace hacia abajo con relación al alojamiento 82. Las válvulas 58, 60, 76 se cierra, y así la cámara de inflado 38 es aislada de las secciones de paso de flujo superior e inferior 36a,b.

Se previene la comunicación fluida entre la cámara de inflado 38 y la sección de paso de flujo superior 36a por medio de la trayectoria de flujo de inflado 84, y se previene la comunicación fluida entre la cámara de inflado 38 y la sección de paso de flujo inferior 36b por medio de la trayectoria de flujo de desinflado 52. Así, se previene el fluido de ser liberado desde la cámara de inflado 38, y el elemento de sello 26 se mantiene de esta forma en su condición inflada.

La válvula 60 se cierra en la configuración fijada de las Figuras 7 y 8. Así, se previene la comunicación fluida entre la sección de paso de flujo inferior 36b y el anular superior 30a en el sistema 10 de la Figura 1.

Ahora pueden ser realizadas pruebas, tratamientos y otros tipos de operaciones de pozo con el ensamble empaquetador 20 en su configuración fijada. En el sistema 10 de la Figura 1, el elemento de sello 26 aísla el anular superior 30a del anular inferior 30b en la configuración fijada.

Nótese que los puertos 70 se posicionan debajo de los sellos 64 en la configuración fijada, de modo que el flujo de fluido 24 puede saltar el limitador de flujo 50 (ver la Figura 8). De esta forma, la resistencia al flujo de fluido a través del paso de flujo 36 se reduce sustancialmente.

El ensamble empaquetador 20 puede ser devuelto a su configuración desinflada (ver Figuras 3 y 4) al extender longitudinalmente el controlador de flujo 34 (por ejemplo, al levantar sobre la sarta tubular 12 en la superficie). De esta forma, el mandril 44 se desplazará hacia arriba en el director de flujo 48, hasta que la válvula 58 se abra (como se ilustra en la Figura 3). Esto pone la cámara de inflado 38 en comunicación fluida con la sección de paso de flujo inferior 36b, permitiendo de esta forma que la presión en la cámara de inflado se ventile en la sección de paso de flujo inferior 36b.

La sección de paso de flujo inferior 36 también está en comunicación con la sección anular superior 30a en la configuración desinflada. De esta forma, la presión elevada en el pozo 14 por debajo del ensamble empaquetador 20 puede ser ventilada a la sección anular superior 30a, y no actuará para mantener el elemento de sello 26 en su condición inflada (por ejemplo, como pueda ocurrir con la presión elevada aplicada a la cámara de inflado 38).

Nótese que la sección de paso de flujo inferior 36b permanece en comunicación fluida con la sección de paso de flujo superior 36a por medio del limitador de flujo 50 en cada una de las configuraciones de desinflado, inflado y fijado del ensamble empaquetador 20. El ensamble empaquetador 20 cambia de la configuración desinflada a la configuración inflada en respuesta a un aumento en la tasa de flujo en el paso de flujo 36, el ensamble empaquetador cambia de la configuración inflada a la configuración fijada en respuesta a la compresión longitudinal del controlador de flujo 34, y el ensamble empaquetador cambia de la configuración fijada a la configuración desinflada en respuesta a la extensión longitudinal del controlador de flujo. Estos cambios de configuración pueden ser realizados cualquier número de veces durante un viaje simple del ensamble empaquetador 20 dentro del pozo 14.

Ahora se puede apreciar completamente que la anterior divulgación suministra avances significativos en la técnica de diseñar, construir y utilizar

ensambles empaquetadores inflables. En los ejemplos descritos anteriormente, el ensamble empaquetador 20 puede ser desinflado en el fondo del pozo al ventilar la cámara de inflado 38 a la sección de paso de flujo inferior 36b, en una forma que permite que la cámara de inflado sea presurizada posteriormente al producir un diferencial de presión a lo largo del limitador de flujo 50.

La anterior divulgación suministra a la técnica un ensamble empaquetador inflable 20 para uso en un pozo subterráneo. En un ejemplo, el ensamble empaquetador inflable 20 puede incluir un elemento de sello inflable 26 que tiene una cámara de inflado interna 38, un paso de flujo 36 que se extiende longitudinalmente a través del ensamble empaquetador inflable 20, un limitador de flujo 50 entre las primera y segunda secciones 36a,b del paso de flujo 36, y un controlador de flujo 34 que permite y previene selectivamente la comunicación fluida entre la cámara de inflado 38 y cada una de la primera y segunda secciones de paso de flujo 36a,b. El controlador de flujo 34 cambia de una configuración desinflada a una configuración inflada en respuesta a un aumento en tasa de flujo a través del paso de flujo 36.

El controlador de flujo 34 puede incluir primera y segunda válvulas 68, 76, 58. La primera válvula 68, 76 previene la comunicación fluida entre la cámara de inflado 38 y la primera sección de paso de flujo 36a, y la segunda válvula 58 permite la comunicación fluida entre la cámara de inflado 38 y la segunda sección de paso de flujo 36b, en la configuración desinflada.

La primera válvula 68, 76 puede permitir la comunicación fluida entre la cámara de inflado 38 y la primera sección de paso de flujo 36a, y la segunda válvula 58 puede prevenir la comunicación fluida entre la cámara de inflado 38 y la segunda sección de paso de flujo 36b, en la configuración inflada.

La primera válvula 68, 76 puede prevenir la comunicación fluida entre la cámara de inflado 38 y la primera sección de paso de flujo 36a, y la segunda válvula

58 puede prevenir la comunicación fluida entre la cámara de inflado 38 y la segunda sección de paso de flujo 36b, en una configuración fijada.

El controlador de flujo 34 puede cambiar de la configuración inflada a la configuración fijada en respuesta a la compresión longitudinal del controlador de flujo 34. Una resistencia a fluir desde la primera sección de paso de flujo 36a a la segunda sección de paso de flujo 36b puede ser reducida en respuesta a la compresión longitudinal del controlador de flujo 34.

El controlador de flujo 34 puede cambiar de la configuración fijada a la configuración desinflada en respuesta a la extensión longitudinal del controlador de flujo 34.

Se puede permitir la comunicación fluida entre la primera y segunda secciones de paso de flujo 36a,b por medio del limitador de flujo 50 en cada una de las configuraciones desinflada e inflada.

La primera sección de paso de flujo 36a se puede poner en comunicación fluida con la cámara de inflado 38 en respuesta al aumento en tasa de flujo.

La primera sección de paso de flujo 36a puede estar en comunicación con la cámara de inflado 38 en la configuración inflada, la segunda sección de paso de flujo 36b puede estar en comunicación con la cámara de inflado 38 en la configuración desinflada, y la cámara de inflado 38 puede ser aislada de la primera y segunda secciones de paso de flujo 36a,b en una configuración fijada.

El controlador de flujo 34 puede cambiar de la configuración fijada a la configuración desinflada en respuesta a la extensión longitudinal del controlador de flujo 34.

La primera y segunda secciones de paso de flujo 36a,b pueden estar en comunicación entre sí en las configuraciones desinflada, inflada y fijada.

También se suministra a la técnica un método para operar un ensamble empaquetador inflable 20 en un pozo subterráneo por medio de la anterior divulgación. En un ejemplo, el método puede comprender conectar el ensamble

empaquetador inflable 20 en una sarta tubular 12, de modo que un paso de flujo longitudinal 36 de la sarta tubular 12 se extiende a través del ensamble empaquetador inflable 20, y un limitador de flujo 50 limita el flujo entre la primera y segunda secciones 36a,b del paso de flujo; e inflar un elemento de sello inflable 26 del ensamble empaquetador inflable 20 mientras que el fluido fluye de la primera sección de paso de flujo 36a a la segunda sección de paso de flujo 36b por medio del limitador de flujo 50.

El paso de inflado puede incluir acoplar de forma sellada el elemento de sello 26 con una superficie de pozo 28, aislando de esta forma una sección anular superior 30a de una sección anular inferior 30b. El anular superior 30a puede estar en comunicación fluida con la segunda sección de paso de fluido 36b después del paso de aislamiento. El método puede incluir desinflar el elemento de sello 26 mientras que la sección anular superior 30a está en comunicación fluida con la segunda sección de paso de flujo 36b.

El método puede incluir transportar el ensamble empaquetador inflable 20 en el pozo mientras que una cámara de inflado 38 del elemento de sello 26 está en comunicación con la segunda sección de paso de flujo 36b.

El paso de inflar puede incluir aumentar una tasa de flujo de la primera sección de paso de flujo 36a a la segunda sección de paso de flujo 36b. El paso de aumentar la tasa de flujo puede incluir cerrar una trayectoria de flujo 52 entre la segunda sección de paso de flujo 36b y una cámara de inflado 38 del elemento de sello 26.

El método puede incluir extender longitudinalmente el ensamble empaquetador inflable 20, abriendo de esta forma la trayectoria de flujo 52 entre la segunda sección de paso de flujo 36b y la cámara de inflado 38.

Una primera trayectoria de flujo 84 entre la primera sección de paso de flujo 36a y una cámara de inflado 38 del elemento de sello 26 se puede abrir, y una segunda trayectoria de flujo 52 entre la segunda sección de paso de flujo 36b y la

cámara de inflado 38 se puede cerrar, en el paso de inflado. El método puede incluir ajustar el ensamble empacador inflable 20, con la primera y segunda trayectorias de flujo 84, 52 que se cierran en el paso de ajuste.

El método puede incluir transportar el ensamble empaquetador inflable 20 a través del pozo, con la segunda trayectoria de flujo 52 que se abre en el paso de transporte.

El paso de ajustar puede incluir comprimir longitudinalmente el ensamble empaquetador inflable 20. El paso de ajustar puede incluir disminuir una restricción de fluir desde la primera sección de paso de flujo 36a a la segunda sección de paso de flujo 36b.

También se describió anteriormente un sistema 10 para uso con un pozo subterráneo. En un ejemplo, el sistema 10 puede incluir una sarta tubular 12 que tiene un ensamble empaquetador inflable 20 conectado allí, de modo que un paso de flujo 36 de la sarta tubular 12 se extiende longitudinalmente a través del ensamble empaquetador inflable 20. El ensamble empaquetador inflable 20 se configura para bloquear el flujo a través de un anular 30 que rodea la sarta tubular 12 en respuesta al inflado de un elemento de sello 26 del ensamble empaquetador inflable 20. El ensamble empaquetador inflable 20 incluye un limitador de flujo 50 entre la primera y segunda secciones 36a,b del paso de flujo 36, una primera trayectoria de flujo 84 que selectivamente se abre y se cierra entre la primera sección de paso de flujo 36a y una cámara de inflado 38 del elemento de sello 26, y una segunda trayectoria de flujo 52 que selectivamente se abre y se cierra entre la segunda sección de paso de flujo 36b y la cámara de inflado 38.

El elemento de sello 26 puede separar una sección superior 30a del anular 30 de una sección inferior 30b del anular 30 en una configuración de ajuste del ensamble empaquetador inflable 20. La primera y segunda trayectorias de flujo 84, 52 se cierran en la configuración fijada.

La sección anular superior 30a puede estar en comunicación con la segunda sección de paso de flujo 36b en una configuración desinflada del ensamble empaquetador inflable 20.

La segunda trayectoria de flujo 52 se puede abrir en la configuración desinflada. La primera trayectoria de flujo 84 se puede cerrar en la configuración desinflada.

La primera trayectoria de flujo 84 se puede abrir en una configuración inflada del ensamble empaquetador inflable 20. Se puede permitir la comunicación fluida entre la primera y segunda secciones de paso de flujo 36a,b en la configuración inflada.

La primera trayectoria de flujo 84 se puede abrir en respuesta a un aumento en tasa de flujo de la primera sección de paso de flujo 36a a la segunda sección de paso de flujo 36b.

Aunque se describieron anteriormente varios ejemplos, con cada ejemplo teniendo ciertas características, se debe entender que no es necesario que una característica particular de un ejemplo sea usada de forma exclusiva con ese ejemplo. Por el contrario, cualquiera de las características descritas anteriormente y/o ilustradas en las figuras puede ser combinada con cualquiera de los ejemplos, adicionalmente o en sustitución para cualquiera de las otras características de esos ejemplos. Las características de un ejemplo no son mutuamente exclusivas a las características de otro ejemplo. Por el contrario, el alcance de esta divulgación abarca cualquier combinación de estas características.

Aunque cada ejemplo descrito anteriormente incluye una cierta combinación de características, se debe entender que no es necesario que todas las características de un ejemplo sean usadas. Por el contrario, cualquiera de las características descritas anteriormente puede ser utilizada, sin ninguna otra característica o características que también son usadas.

Se debe entender que las varias modalidades descritas acá pueden ser utilizadas en varias orientaciones, tal como inclinada, invertida, horizontal, vertical, etc., y en varias configuraciones, sin salirse de los principios de esta divulgación. Las modalidades se describen simplemente como ejemplos de aplicaciones útiles de los principios de la divulgación, la cual no está limitada a ningún detalle específico de estas modalidades.

En la anterior descripción de los ejemplos representativos, se utilizan términos direccionales (tales como “encima”, “debajo”, “superior”, “inferior”, “hacia arriba”, “hacia abajo”, etc.) para conveniencia en la relación a las figuras adjuntas. Sin embargo, se debe entender claramente que el alcance de esta divulgación no está limitado a ninguna dirección particular descrita acá.

Los términos “que incluye”, “incluye”, “que comprende”, “comprende”, y términos similares son usados en un sentido no limitante en esta descripción. Por ejemplo, si un sistema, método, aparato, dispositivo, etc., se describe como “que incluye” una cierta característica o elemento, el sistema, método, aparato, dispositivo, etc., puede incluir esa característica o elemento, y también puede incluir otras características o elementos. De forma similar, el término “comprende” se considera que significa “comprende, pero no se limita a”.

Desde luego, un experto en la materia, con una consideración cuidadosa de la anterior descripción de las modalidades representativas de la divulgación, apreciaría fácilmente que varias modificaciones, adiciones, sustituciones, eliminaciones, y otros cambios pueden hacerse a las modalidades específicas, y dichos cambios están contemplados por los principios de esta divulgación. Por ejemplo, las estructuras divulgadas como que se forman separadamente pueden, en otros ejemplos, ser formados integralmente y viceversa. En consecuencia, la anterior descripción detallada se debe entender claramente como que está dada a modo de ilustración y ejemplo únicamente, el espíritu y alcance de la invención está limitada únicamente por las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.