

# **PASAJE DE VÁSTAGO DE RECEBADO DE BLOQUEO DE GAS EN BOMBA DE POZO SUMERGIBLE Y**

## **MÉTODO DE RECEBADO DE LA BOMBA**

### **CAMPO DE LA INVENCIÓN**

La presente descripción se relaciona con unidades de bomba eléctrica sumergibles en pozos y, en particular, con un vástago de bomba con un pasaje interno que tiene un dispositivo de recibado para suministrar fluido de pozo a etapas inferiores de la bomba en el caso de condiciones de bloqueo de gas.

### **ANTECEDENTES**

Las bombas eléctricas sumergibles (ESP, por sus siglas en inglés) se usan comúnmente en pozos que producen hidrocarburos. Una ESP incluye una bomba impulsada por un motor eléctrico. Frecuentemente, la bomba es una bomba centrífuga que tiene impulsores rotados por una unidad de vástago que se extiende desde el motor. El fluido de pozo puede incluir bolsillos de gas, lo que puede causar el bloqueo de gas de la bomba. La bomba puede perder su cebado cuando se bloquea el gas, lo que le impide bombear las porciones líquidas del fluido de pozo. La rotación continua de los impulsores mientras el gas está bloqueado puede causar el sobrecalentamiento de la ESP.

Una variedad de técnicas pueden emplearse para hacer que la bomba supere una condición de bloqueo de gas. Si el motor está alimentado por una unidad eléctrica de velocidad variable, la unidad puede cambiar las frecuencias de la energía trifásica que se suministra para hacer que la bomba comience a bombear nuevamente. Sin embargo, muchos ESP se impulsan a una velocidad constante, en lugar de mediante una unidad de velocidad variable.

Algunas ESP emplean un tubo externo junto a la bomba y el motor para desviar una porción del fluido de pozo que se descarga a un punto situado debajo del motor para enfriar el motor. El fluido de pozo desviado descargado por el tubo externo no ayuda a recebar la bomba si se bloquea el gas.

La patente de los EE. UU. núm. 6.684.946 describe otra solución de recebado de bloqueo de gas. En esa técnica, una válvula en un extremo superior de la bomba se desplaza para suministrar fluido de pozo desde la tubería de producción de regreso a un tubo externo a lo largo de la bomba a la entrada de la bomba.

### **SUMARIO**

Un aparato para bombear fluido de pozo desde un pozo comprende una unidad de bomba centrífuga que tiene un

vástago, impulsores montados en el vástago para girar con este, una entrada en un segundo extremo de la unidad de bomba, y un adaptador de descarga en un primer extremo de la unidad de bomba al que fluye el fluido de pozo descargado por los impulsores. Un pasaje de vástago se extiende en el vástago a lo largo de un eje longitudinal de la unidad de bomba. El pasaje de vástago tiene un primer extremo en comunicación continua con el fluido de pozo en el adaptador de descarga. Al menos un puerto de salida se extiende lateralmente desde el pasaje de vástago hasta una entrada de al menos uno de los impulsores. Un dispositivo de recebado de bloqueo de gas en el pasaje de vástago desvía una porción de fluido de pozo en el adaptador de descarga a través del pasaje de vástago y fuera del puerto de salida.

En las modalidades mostradas, el puerto de salida es adyacente a la entrada del impulsor más cercano a la entrada. En algunas de las modalidades, otro de los puertos de salida está en una entrada de otro de los impulsores. Además, en las modalidades mostradas, el pasaje de vástago tiene un segundo extremo que está cerrado.

En una modalidad, la unidad de bomba comprende una primera bomba conectada en tándem a una segunda bomba. El vástago comprende una primera sección de vástago en la primera bomba, una segunda sección de vástago en la segunda

bomba y un acoplamiento que conecta la primera sección de vástago a la segunda sección de vástago. El pasaje de vástago se extiende a través de la primera sección de vástago hacia la segunda sección de vástago. Al menos un puerto de salida se ubica adyacente a una entrada de uno de los impulsores en la segunda bomba.

Un miembro de sello en el pasaje de vástago en un segundo extremo de la primera sección de vástago y un primer extremo de la segunda sección de vástago sella el pasaje de vástago en una unión entre el pasaje de vástago en la primera sección de vástago y el pasaje de vástago en la segunda sección de vástago.

En algunas de las modalidades, el dispositivo de recebado comprende una válvula controlada por presión en el pasaje de vástago que está configurado para cerrarse si una presión de descarga del fluido de pozo en el adaptador de descarga está por encima de un nivel seleccionado, lo que bloquea el flujo a través del pasaje de vástago. La válvula se abre si la presión de descarga está por debajo del nivel seleccionado. La válvula puede tener un asiento de válvula y un elemento de válvula movable axialmente con respecto al vástago. Un resorte desvía la válvula lejos del asiento. El elemento de válvula puede posicionarse más cerca del primer extremo del vástago que del asiento de válvula.

En lugar de una válvula, el dispositivo de recebado puede ser un miembro de orificio en el pasaje de vástago. El miembro de orificio tiene un pasaje de orificio abierto para desviar continuamente una porción seleccionada del fluido de pozo en el adaptador de descarga a través del pasaje de vástago y fuera del puerto de salida.

#### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

La Figura 1 es una vista esquemática lateral de una bomba eléctrica sumergible (ESP) que tiene características de recebado de bloqueo de gas de acuerdo con esta descripción.

La Figura 2 es una vista en sección axial de porciones de la bomba de la Figura 1.

La Figura 3 es una vista en sección de un dispositivo de recebado de bloqueo de gas de la bomba de la Figura 2, mostrado en posición cerrada.

La Figura 4 es una vista en sección del dispositivo de recebado de la Figura 3, mostrado en posición abierta.

La Figura 5 es una vista en sección de un extremo inferior de una bomba de una modalidad alternativa que tiene las características de recebado de bloqueo de gas de la Figura 2, pero modificadas para conectarse a una bomba en tándem inferior.

La Figura 6 es una vista en sección de una porción de otra modalidad alternativa de una bomba que tiene características de recebado de bloqueo de gas.

La Figura 7 es una vista en sección de una porción superior de una bomba que tiene otra modalidad alternativa de un dispositivo de recebado de bloqueo de gas.

La Figura 8 es una vista en sección ampliada del dispositivo de recebado de bloqueo de gas de la Figura 7, que se muestra retirado de la bomba.

Si bien la descripción se describirá en relación con las modalidades preferidas, se entenderá que no pretende limitar la descripción a esa modalidad. Por el contrario, se pretende cubrir todas las alternativas, modificaciones y equivalentes, que puedan incluirse dentro del alcance de las reivindicaciones.

#### **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

El método y sistema de la presente invención se describirá ahora más completamente de aquí en adelante con referencia a las figuras adjuntas en las que se muestran las modalidades. El método y sistema de la presente invención puede estar en muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitado a las modalidades ilustradas expuestas en la presente descripción; más bien, estas

modalidades se proporcionan para que esta descripción sea completa y minuciosa, y transmita plenamente su alcance a los expertos en la técnica. Los números similares se refieren a elementos similares en toda la descripción. En una modalidad, el uso del término “aproximadamente” incluye +/- 5 % de la magnitud mencionada. En una modalidad, el uso del término “sustancialmente” incluye +/- 5 % de la magnitud mencionada.

Se entenderá, además, que el alcance de la presente descripción no se limita a los detalles exactos de construcción, operación, materiales exactos, o modalidades mostradas y descritas, puesto que modificaciones y equivalentes serán evidentes para un experto en la técnica. En las figuras y la especificación, se han descrito modalidades ilustrativas y, aunque se emplean términos específicos, estos se usan en un sentido genérico y descriptivo solamente y no con el propósito de limitación.

La Figura 1 ilustra un pozo revestido 11 que tiene una bomba eléctrica sumergible para pozos (ESP) 13 de un tipo usado comúnmente para elevar los fluidos de producción de hidrocarburos de los pozos. La ESP 13 tiene un motor eléctrico 15 acoplado por una sección de sello 17 a una bomba centrífuga 19. La bomba 19 tiene puertos de entrada 21 para extraer fluido de pozo y bombearlo hacia un cabezal de pozo en el extremo superior del pozo 11. Los términos “hacia

arriba”, “hacia abajo”, “encima”, “debajo de” y lo similar se usan solamente por conveniencia, ya que la ESP 13 puede operarse en otras orientaciones, tal como horizontal. En este ejemplo, la bomba 19 se descarga en la tubería de producción 23, que soporta la ESP 13 en el pozo 11. Alternativamente, la ESP 13 podría asegurarse a una cadena de tubería flexible ubicada dentro de un conducto de producción. En ese caso, la bomba 19 se descargaría en un anillo que rodea la tubería flexible dentro del conducto de producción.

En este ejemplo, el cable de alimentación 25 se extiende hacia abajo junto con la tubería de producción 23 hasta un empalme 29 con un cable de motor 27. El cable de motor 27 tiene un conector 31 en su extremo inferior que se conecta al motor 15. Si la ESP se instala en la tubería flexible, el cable de alimentación estaría dentro de la tubería flexible y el motor estaría normalmente encima de la bomba.

El motor 15 contiene un lubricante de motor dieléctrico para lubricar los cojinetes en el interior. Un ecualizador de presión se comunica con el lubricante en el motor 15 y con el fluido de pozo para reducir una diferencia de presión entre el lubricante en el motor 15 y el fluido de pozo exterior. En este ejemplo, el ecualizador de presión se contiene dentro de la sección de sello 17. Alternativamente,

el ecualizador de presión podría ubicarse debajo del motor 15, y otras porciones de sección de sello 17 podrían estar encima del motor 15.

Con referencia a la Figura 2, la bomba 19 es de tipo centrífugo que tiene un alojamiento tubular 33 con un eje longitudinal 35. Una sección de vástago de accionamiento superior 37, que es parte de una unidad de vástago que se extiende desde el motor 16, se extiende a través del alojamiento 33 a lo largo del eje 35. La bomba 19 tiene un adaptador superior 39 asegurado a un extremo superior del alojamiento 33. El adaptador superior 39 se conecta a y descarga fluido de pozo en la tubería de producción 23 en este ejemplo. El adaptador superior 39 tiene un orificio de descarga 41 a través del cual se descarga el fluido de pozo. El orificio 41 puede ser cónico y convergente en una dirección ascendente. Un adaptador inferior 43 se conecta a un extremo inferior del alojamiento 33 para conectar la bomba 19 a un módulo inferior, que es la sección de sello 17 en este ejemplo. Los puertos de entrada 21 están ubicados en el adaptador inferior 43; alternativamente, podrían estar dentro de un módulo inferior, tal como un separador de gas. Los adaptadores superior e inferior 39, 43 se ilustran para tener pestañas externas con agujeros para pernos; alternativamente, podrían tener collarines roscados giratorios.

La bomba 19 es del tipo centrífugo que tiene un gran número de etapas. Cada etapa tiene un impulsor 45 con pasajes de impulsor 47 que se extienden hacia arriba y hacia afuera. Cada impulsor 45 tiene un concentrador 49 a través del cual se extiende el vástago 37. Un arreglo de llave y ranura (no se muestra) entre los concentradores de impulsor 49 y el vástago 37 provoca que los impulsores 45 giren conjuntamente con el vástago 37. En esta modalidad, cada impulsor 45 está libre para deslizarse a distancias cortas hacia arriba y hacia abajo en el vástago 37 en respuesta al empuje hacia arriba y hacia abajo. Los concentradores 49 se ilustran para poder colindar entre sí; alternativamente, los anillos separadores (no se muestran) podrían ubicarse entre los concentradores adyacentes 49.

Cada impulsor 45 se ubica entre dos difusores 51. Los difusores 51 se montan en una pila dentro del alojamiento 33 para que no puedan girar con relación al alojamiento 33. Cada difusor 51 tiene pasajes de difusor 53 que se extienden hacia arriba y hacia adentro para recibir el fluido de pozo desde un siguiente impulsor 45 inferior o corriente arriba y descargarlo en un siguiente impulsor 45 superior o corriente abajo. La Figura 2 ilustra que los pasajes de impulsor 47 y los pasajes de difusor 53 son del tipo de flujo mixto que se extienden generalmente en forma radial y ascendente.

Alternativamente, el pasaje de impulsor 47 y los pasajes de difusor 53 podrían ser del tipo de flujo radial con los pasajes 47, 53 principalmente orientados radialmente.

Los cojinetes superior e inferior 55 proporcionan soporte radial al vástago 37. El cojinete superior 55 está por encima del difusor más alto 51 y el cojinete inferior 55 está por debajo del impulsor más bajo 45. Cada cojinete 55 tiene ranuras o pasajes para permitir el flujo ascendente del fluido de pozo. El extremo superior de vástago 37 se ubica dentro del orificio superior de adaptador 41. Un extremo inferior del vástago 37 tiene un extremo inferior estriado externamente 57 que sobresale una corta distancia por debajo del adaptador inferior 43 para conectarse a través de un acoplamiento 60 a un vástago (no se muestra) del siguiente módulo inferior, que es la sección de sello 17 en este ejemplo.

El vástago 37 tiene un pasaje de vástago 59 que es coaxial y tiene un extremo superior abierto dentro del orificio de descarga 41. El pasaje de vástago 59 se extiende debajo del impulsor más bajo o primer impulsor 45 y, en la modalidad de la Figura 2, tiene un fondo cerrado 60 por encima del extremo inferior estriado 58. Uno o más puertos de salida 61 en el vástago 37 se extienden lateralmente desde el pasaje de vástago 59 cerca del fondo cerrado 60 hasta un

punto cerca de la entrada o área de baja presión del impulsor más bajo 45. En esta modalidad, el extremo superior del pasaje de vástago 59 tiene una válvula controlada por presión normalmente abierta 63.

La válvula 63 se cerrará durante el funcionamiento normal mientras que el fluido de pozo que fluye hacia, y que se descarga de, la bomba 19 es mayormente líquido. Durante el funcionamiento normal, la presión de descarga de la bomba 19 dentro del orificio de descarga 41 será suficiente para hacer que la válvula 63 se cierre. Mientras la válvula 63 se cierra, ninguno de los fluidos de pozo que se descargan por la bomba 19 en el orificio 41 fluirán a través del pasaje de vástago 59. El puerto de salida 61 en el extremo inferior del pasaje de vástago 59 siempre estará abierto; sin embargo, la presión del fluido de pozo en el área de entrada del impulsor más bajo 45 será mucho menor que la presión de descarga en el orificio 41 y no hará que la válvula 63 se mueva a su posición normalmente abierta.

Si se produce una bolsa o bolsillo de gas en el fluido de pozo entrante, podría provocar que los impulsores inferiores 45 no bombeen el bolsillo de gas hacia arriba a través de las etapas de la bomba 19. La presencia de la bolsa de gas en las entradas de los impulsores inferiores 45 podría dar lugar a un bloqueo de gas. Cuando se bloquea parcial o

totalmente el gas, la presión en el orificio de descarga 41 disminuye aunque el vástago 37 continúe girando. La caída en la presión de descarga por debajo de una presión establecida para la válvula 63 hará que la válvula 63 se mueva a la posición abierta. Cuando la válvula 63 está abierta, una parte del fluido de pozo en el orificio de descarga 41 y en la tubería de producción 23 se desviarán hacia abajo a través del pasaje de vástago 59. El fluido de pozo desviado, que es mayormente líquido, fluye a través del puerto de salida 61 al área de entrada del impulsor más bajo 45. El fluido de pozo desviado desplaza el gas acumulado en el área de entrada del impulsor más bajo 45 y recibe la bomba 19. La bomba 19 comenzará nuevamente a bombear el fluido de pozo sin tener que disminuir la velocidad del vástago 37 o detener su rotación para recibir.

Si se bloquea el gas completamente, el flujo descendente en el pasaje de vástago 59 provendrá del fluido de pozo en el orificio de descarga 41 y la tubería de producción 23 que fluye hacia abajo por gravedad. Si se bloquea el gas solo parcialmente y mientras la válvula 63 está abierta debido a la baja presión de descarga, la bomba 19 puede continuar bombeando simultáneamente un poco de fluido de pozo fuera del orificio de descarga 41 y hacia arriba del tubo de producción 23. Como ejemplo solamente, la

válvula 63 puede preconfigurarse para cerrarse cuando la presión en el orificio de descarga 41 por encima de la válvula 63 es 400 psi mayor que la presión en el pasaje de vástago 59 directamente por debajo de la válvula 63.

La válvula 63 puede tener una variedad de configuraciones. En el ejemplo esquemático de las Figuras 3 y 4, la válvula 63 incluye un asiento 65 asegurado en el pasaje de vástago 47. El asiento 65 tiene un orificio 67 que puede ser parcialmente esférico con un diámetro mayor en su extremo superior. Un elemento de válvula movable axialmente 69 acopla el asiento 65 para bloquear el flujo a través del orificio 67 mientras está en la posición cerrada mostrada en la Figura 3. El elemento de válvula 69 se ilustra con una porción inferior semiesférica y una porción superior cilíndrica, pero puede tener formas diferentes. Un retenedor 71 que tiene ranuras 72 a través de este se asegura por encima del elemento de válvula 69. Un resorte 74 se estira entre el retenedor 71 y el extremo superior del elemento de válvula 74.

En este ejemplo, el resorte 74 estará en tensión mientras está en la posición cerrada de la Figura 3. Por lo tanto, el resorte 74 ejerce una fuerza de tracción ascendente sobre el elemento de válvula 74 hacia la posición retraída de la Figura 4. La presión de descarga en el orificio 41 (Figura 2) superará el desvío del resorte 74 cuando esté por encima

del punto de ajuste del resorte, haciendo que el elemento de válvula se cierre, como se muestra en la Figura 3. Cuando la presión de descarga cae por debajo del punto de ajuste del resorte, la desviación del resorte 74 hace que se retraiga, levantando la válvula 69 del asiento 65 y abriendo la válvula 63. El punto de ajuste puede ajustarse usando diferentes resistencias para el resorte 74 o cambiando la distancia entre el retenedor 71 y el asiento 65. En este ejemplo, el punto de ajuste del resorte se fijará antes de instalar la ESP 13 en el pozo 11.

La Figura 5 muestra una modalidad donde la ESP tiene una bomba superior 73 y una bomba inferior 76 conectadas en tándem. La bomba superior 73 y la bomba inferior 76 también son bombas centrífugas que tienen etapas de impulsores y difusores. En este ejemplo, los puertos de entrada 21 (Figura 2) solo estarán presentes en el extremo inferior de la bomba inferior 76, o en un separador de gas asegurado al extremo inferior de la bomba inferior 76. La bomba superior 73 tiene una sección de vástago superior 75 con un pasaje de vástago superior 77 que se extiende completamente a través de la longitud de la sección de vástago superior 75. La válvula 63 (Figura 2) estará ubicada en el extremo superior del pasaje de vástago superior 77. Cuando la válvula 63 está abierta, el fluido de pozo estará

libre para fluir hacia abajo a través del extremo inferior abierto del pasaje de vástago superior 77. En este ejemplo, no hay un puerto de salida para el pasaje de vástago superior 77, tal como el puerto de salida 61 (Figura 2), ubicado encima del extremo inferior de la sección de vástago superior 75.

Un acoplamiento estriado internamente 79 une el extremo inferior estriado externamente de la sección de vástago superior 75 al extremo superior estriado externamente de una sección de vástago inferior 81 en la bomba inferior 76. La sección de vástago inferior 81 tiene un pasaje de vástago inferior que se extiende axialmente 85. Un miembro de sellado 87 encaja en el acoplamiento 79 y sella una unión de los pasajes de vástago superior e inferior colindantes 77, 85. El miembro de sellado 87 tiene anillos de sellado externos 87 que se sellan a las paredes interiores de los pasajes de vástago superior e inferior 77, 85. El miembro de sello 87 también puede tener una pestaña externa 89 que se sujeta entre el extremo inferior de la sección de vástago superior 75 y el extremo superior de la sección de vástago inferior 85.

Aunque no se muestra, un puerto de salida para el pasaje de vástago inferior 85 estará en un área de entrada del impulsor más bajo dentro de la bomba inferior 76. El

puerto de salida sería similar o igual al puerto de salida 61 (Figura 2). Los puertos de salida adicionales podrían estar en cualquiera de las secciones de vástago 75, 81 por encima del puerto de salida más bajo. De manera similar a la modalidad de la Figura 2, el pasaje de vástago inferior 85 tiene un fondo cerrado debajo del puerto de salida más bajo. Una válvula controlada por presión (no se muestra) similar a la válvula 63 (Figura 3) puede ubicarse en el extremo superior del pasaje de vástago superior 77. La válvula se abrirá para admitir que el fluido de pozo fluya por los pasajes de vástago 77, 85 cuando se produzcan condiciones de bloqueo de gas.

Con referencia a la modalidad de la Figura 6, la bomba centrífuga 91 también tiene numerosas etapas, cada una con un impulsor 93 con pasajes de impulsor 95 que se extienden hacia arriba y hacia afuera. Cada impulsor tiene un concentrador 97. Los concentradores 97 de impulsores adyacentes 93 pueden colindar uno con el otro, como se muestra, o pueden estar separados entre sí por mangas de espaciador (no se muestran). Cada impulsor 93 se ubica entre dos difusores 99. Cada difusor 99 no rota y tiene pasajes de difusor 101 que se extienden hacia arriba y hacia adentro. Un vástago de accionamiento 103 se extiende a través de los concentradores de impulsor 97, que giran con el vástago 103.

El vástago 103 tiene un pasaje de vástago que se extiende axialmente 105.

En lugar de sólo un puerto de salida del pasaje de vástago 105, como en la modalidad de la Figura 2, habrá al menos dos puertos de salida de vástago 107, como se muestra, y posiblemente muchos más. Los puertos de salida de vástago 107 podrían espaciarse axialmente a lo largo de sustancialmente toda la longitud de las etapas de la bomba 91. Cada puerto de salida de vástago 107 se ubica en una etapa de bomba diferente. En este ejemplo, se ilustran tres etapas de la bomba, con el vástago 103 que tiene puertos de salida de vástago 107 en las etapas inferior y superior, pero no en la etapa intermedia.

Un puerto de concentrador 109 dentro de al menos algunos de los concentradores de impulsor 97 se alinea con cada puerto de salida de vástago 107 para suministrar simultáneamente fluido de pozo de recebado desde el pasaje de vástago 105 a las áreas de entrada de más de un impulsor 93. Los puertos de concentrador 109 podrían ubicarse alternativamente en tubos separadores entre los concentradores de impulsor 97. Los puertos de concentrador 109 pueden ser ranuras alargadas axialmente, que tienen una longitud axial más larga que el diámetro de los puertos de salida 107, para acomodar el movimiento flotante axial de los

concentradores de impulsor 49 en el vástago 103 durante el empuje hacia arriba y hacia abajo. Alternativamente, para mantener cada puerto de concentrador 109 en alineación con uno de los puertos de salida de vástago 107, puede ser necesario asegurar rígidamente los impulsores 93 al vástago 103 para evitar el movimiento axial a lo largo del vástago 103. De ser así, a diferencia de la bomba 19 de la Figura 2, los impulsores 93 no podrían flotar o mover incrementos axialmente pequeños para transferir el empuje a un difusor adyacente 99. En cambio, todo el empuje hacia arriba y hacia abajo de cada impulsor 93 se transferirían al vástago 103.

La bomba 91 podría ser una sola bomba dentro de la ESP, como se muestra en la Figura 2, o podría ser una o ambas bombas en tándem, como se muestra en la Figura 5. Si la bomba 91 no se monta en tándem con otra bomba debajo de esta, el pasaje de vástago 105 tendría un fondo cerrado debajo del impulsor más bajo 93. Una válvula normalmente abierta controlada por presión similar a la válvula 63 (Figura 2) estaría en el extremo superior del pasaje de vástago 105. Si la bomba 91 es una bomba en tándem inferior, tal como la bomba 76 (Figura 5), contendría múltiples puertos de salida 107 y puertos de concentrador 109. La bomba en tándem superior en tal arreglo puede no tener ningún puerto de salida de vástago 107 ni puerto de concentrador 109.

Opcionalmente, la bomba en tándem superior también podría tener uno o más puertos de salida de vástago y concentrador 107, 109.

Con referencia a las Figuras 7 y 8, en esta modalidad, la bomba 111 tiene un vástago 113 soportado en su extremo superior por un cojinete superior 115, como en las otras modalidades. Una pila de etapas de bomba 116 se ubica debajo del cojinete superior 115, cada etapa de bomba tiene un impulsor y un difusor. Un adaptador de descarga 117 por encima del cojinete superior 115 tiene un orificio convergente 119 a través del cual fluye el fluido de pozo bombeado por las etapas de bomba 116. El vástago 113 tiene un pasaje de vástago 121 con un extremo superior abierto en el orificio de adaptador de descarga 119. Como en la modalidad de la Figura 2, el pasaje de vástago 121 es un puerto de salida para desviar el fluido de pozo del orificio de adaptador de descarga 119 fuera del pasaje de vástago 121 adyacente a la entrada de la etapa de bomba más baja 116. A menos que se acople a una bomba en tándem inferior o a un separador de gas, el pasaje de vástago 121 tendría una parte inferior cerrada por encima del puerto de salida.

En lugar de una válvula, como en las otras modalidades, el dispositivo de recibido de bloqueo de gas en esta modalidad comprende un miembro de orificio 123 instalado

en el extremo superior abierto del pasaje de vástago 121. El miembro de orificio 123 tiene un pasaje de orificio 125 que se extiende axialmente a través de este con los extremos superior e inferior abiertos. El miembro de orificio 123 puede tener roscas 127 en su diámetro externo para acoplarse a las roscas de acoplamiento proporcionadas en el pasaje de vástago 121. Son posibles otras maneras de instalar el miembro de orificio 123 en el pasaje de vástago 121. Antes de instalar la bomba 111, un operador puede seleccionar e instalar un miembro de orificio 123 con un diámetro deseado de pasajes de orificio 125 basado en la capacidad de la bomba 111 particular. El miembro de orificio 123 puede formarse a partir de una variedad de materiales.

El pasaje de orificio 125 es mucho más pequeño en diámetro que el pasaje de vástago 121, y está continuamente abierto. Por ejemplo, el diámetro del pasaje de orificio 125 puede seleccionarse para permitir una velocidad de flujo del fluido de pozo desde el orificio de adaptador de descarga 119 hacia el pasaje de orificio 125 que no excederá el cinco por ciento de la velocidad de flujo del fluido de pozo desde las etapas de bomba 116 hacia el orificio de descarga 119.

Un puerto de salida, tal como el puerto de salida 61 en la Figura 2, también está continuamente abierto. En consecuencia, el miembro de orificio 123 hace recircular una

pequeña porción de fluido de pozo que se descarga en el orificio de adaptador de descarga 119 a uno o más puertos de salida 61 (Figura 2). En el caso de que una bolsa de gas entre en las etapas de bomba 116, el fluido de pozo recirculado continuamente ayuda a recebar el impulsor de la etapa de bomba más baja 116. El miembro de orificio 123 puede sustituirse por la válvula 63 en todas las modalidades descritas anteriormente.

La presente descripción descrita en la presente descripción, por lo tanto, se adapta bien para llevar a cabo los objetivos y lograr los fines y ventajas mencionados, así como también otros que le son inherentes. Si bien solo se han dado unas pocas modalidades de la descripción para los fines de la descripción, existen numerosos cambios en los detalles de los procedimientos para lograr los resultados deseados. Estas y otras modificaciones similares se plantearán fácilmente por sí solas a los expertos en la técnica, y están previstas para estar comprendidas en el alcance de las reivindicaciones adjuntas.