

TUBERÍA FLEXIBLE DE PARED DOBLE CON BOMBA ACCIONADA POR FLUJO EN EL FONDO DE POZO

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

5 La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud estadounidense n.º 15/488923 presentada el 17 de abril de 2017, que se incorpora en su totalidad a la presente mediante referencia.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la invención

10 [0001] La invención se refiere en general al uso de sartas de tubería flexible para disponer bombas accionadas por flujo en un pozo y al funcionamiento de tales bombas.

1. Descripción de la técnica relacionada

15 [0002] Las bombas de fondo de pozo se usan para bombear fluidos de hidrocarburo y/o agua de ubicaciones subterráneas. Las bombas sumergibles eléctricas ("ESP", por sus siglas en inglés), requieren que se les suministre energía eléctrica desde la superficie. Un montaje de ESP normal incluye una bomba centrífuga que se instala en un motor eléctrico. Un cable de alimentación se extiende desde la superficie al motor del montaje de ESP.

20 [0003] Las bombas accionadas por flujo también son conocidas por utilizar un pistón o émbolo para fluir fluido, en lugar de un mecanismo de bombeo centrífugo. Una bomba accionada por flujo se describe en la patente estadounidense n.º 7,789,131, titulada "Hydraulic Pump System for Deliquifying Low Rate Gas Wells". La patente 131 es propiedad del cesionario de la presente invención y se incorpora en su totalidad por referencia a la presente. La bomba accionada por flujo descrita en la patente 131 usa un fluido de potencia suministrado desde la superficie para accionar el mecanismo de bombeo en lugar de energía eléctrica. La mayoría de las bombas accionadas por flujo devuelven fluido de potencia agotado con el fluido de pozo (agua, gas, etc.) producido. Sin embargo, algunas de las bombas accionadas por fluido pueden tener salidas separadas para el fluido de potencia agotado y el fluido de pozo.

25 [0004] Las tuberías de pared doble se han usado en aplicaciones submarinas para elevar la producción de fluido a partir de una bomba ubicada en un fondo marino y no directamente en un pozo. Tal disposición se describe en la publicación de patente estadounidense 2003/0170077 por Herd et al.

Sin embargo, la tubería flexible de pared doble no se ha usado anteriormente de forma exitosa en pozos subterráneos junto con bombas accionadas por fluido o bombas accionadas por flujo o para la deshidratación de pozos de gas. Las condiciones de alta presión y alta temperatura asociadas a un pozo subterráneo hacen que el uso de tubos ascendentes y tuberías flexibles sea impráctico.

5

COMPENDIO DE LA INVENCION

10 **[0005]** La invención proporciona sistemas y métodos para disponer una bomba accionada por flujo en un pozo mediante el uso de disposiciones de accionamiento que incorporan una sarta de servicio de tubería flexible de pared doble con sartas de tubería flexible internas y externas. Se describen disposiciones de bombeo de fluido, en las que la sarta de servicio de tubería flexible de pared doble sostiene la bomba accionada por flujo y proporciona un primer y segundo pasaje de flujo de fluido para la comunicación de fluidos entre la bomba y la superficie. Se define un espacio anular entre la sarta de tubería flexible externa y la pared del pozo. El espacio anular funciona como un tercer pasaje de flujo de fluido para las disposiciones de bombeo de fluido.

15 **[0006]** De acuerdo con la primera modalidad descrita, una bomba accionada por flujo está interconectada con la sarta de servicio de modo que el fluido de potencia se proporciona a la bomba a través del primer pasaje de flujo de fluido y la fluido de producción se devuelve a través del segundo pasaje de flujo de fluido. El fluido de potencia agotado se devuelve a través del tercer pasaje de flujo de fluido.

20 **[0007]** De acuerdo con una segunda modalidad descrita, una bomba accionada por flujo está interconectada con la sarta de servicio de modo que el fluido de potencia se proporciona a la bomba a través del primer pasaje de flujo de fluido y el fluido de potencia agotado se devuelve a través del segundo pasaje de flujo de fluido. El fluido de producción se devuelve a través del tercer pasaje de flujo de fluido. En casos donde la bomba accionada por flujo es del tipo que proporciona solamente una única salida para el agua y fluido de potencia entremezclados, cualquiera o ambos de los pasajes de flujo
25 segundo y tercero pueden usarse para devolver el fluido combinado a la superficie.

[0008] Se describe una modalidad en donde la bomba accionada por flujo se aísla por zona de modo que el fluido debajo de un empacador puede producirse a través de la sarta de servicio de tubería flexible de pared doble.

30

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0009] Las ventajas y aspectos adicionales de la invención se apreciarán fácilmente por aquellos expertos en la técnica ya que estas se comprenden mejor cuando, al hacer referencia a la siguiente descripción detallada, esta se considera en relación con los dibujos adjuntos, en los que los caracteres de referencia similares designan elementos similares en varias figuras de los dibujos en donde:

[0010] La Figura 1 ilustra una vista lateral de corte transversal de un ejemplo de pozo en el que se dispone un montaje de bombeo de fluido de acuerdo con la presente invención.

[0011] La Figura 2 es vista de corte transversal ampliada de la parte de bomba accionada por flujo del montaje de bombeo de fluido de la Figura 1 y componentes relacionados.

[0012] La Figura 3 es una vista de corte transversal tomada a lo largo de las líneas 3-3 en la Figura 2.

[0013] La Figura 4 es una vista de corte transversal lateral de un pozo en el que se dispone una disposición de accionamiento de tubería flexible de pared doble alternativa con una bomba accionada por flujo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS MODALIDADES PREFERIDAS

[0014] El término "pared doble", como se usa en la presente pretende referirse en términos generales a disposiciones en donde la sarta de miembro o estructura tubular interna está ubicada de forma radial en una sarta de miembro o estructura tubular externa para proporcionar una estructura tubular de pared doble. Una estructura puede ser de pared doble sin importar si las sartas de estructura tubular internas o externas son coaxiales o 5 concéntricas.

[0015] La Figura 1 ilustra un pozo 10 de ejemplo que se perforó a través de la tierra 12 desde la superficie 14 hacia una formación que contiene hidrocarburos 16. Se desea bombear fluidos desde la formación 16 a la superficie 14. Se comprueba que, mientras que el pozo 10 se ilustra como un pozo sustancialmente vertical, en la práctica puede tener partes que se encuentran inclinadas u orientadas de manera horizontal. El pozo 10 está revestido con una tubería de revestimiento metálica 18 de una forma conocida en la técnica. Las perforaciones 20 pasan a través de la tubería de revestimiento 18 y hacia la formación 16. En la modalidad ilustrada, la formación 16 es una formación de gas que contiene agua 22. Se desea eliminar el agua 22 de la formación 16.

[0016] En la disposición mostrada en la Figura 1, una disposición de bombeo de fluido, generalmente indicada como 24, se dispone dentro del pozo 10. La disposición de bombeo de fluido 20

se usa para eliminar fluidos de una ubicación subterránea, tal como la formación 16. En la modalidad ilustrada, se desea bombear el agua 22 desde el pozo 10 a la superficie 14. Una bomba de fluido 26 está ubicada en la superficie 14 y se puede accionar para bombear fluido de forma descendente a través del montaje de bombeo de fluido 24.

5 **[0017]** La disposición de bombeo de fluido 24 incluye una bomba accionada por flujo 28 y una sarta de servicio de tubería flexible de pared doble 30. La bomba accionada por flujo 28 es una bomba de fluido no eléctrica que está alimentada de forma hidráulica por un fluido de potencia que se bombea por la bomba 26 desde la superficie 14. La bomba accionada por flujo 28 puede ser una bomba del tipo descrito en la patente estadounidense n.º 7,789,131, titulada "Hydraulic Pump System for Deliquifying
10 Low Rate Gas Wells". La patente '131 es propiedad del cesionario de la presente solicitud/ patente y se incorpora en su totalidad por referencia a la presente. La bomba descrita en la patente 131 devolverá fluido de potencia agotado entremezclado con el fluido de pozo producido. Como resultado, solamente requiere un único pasaje de flujo de regreso a la superficie 14. Sin embargo, la bomba accionada por flujo 28 también puede ser una bomba que opera al devolver el fluido de potencia agotado y el fluido
15 producido de forma separada. En ese caso, la bomba 28 requerirá de dos pasajes de flujo separados de regreso a la superficie 14. Durante el funcionamiento, el agua 22 se conduce a entradas de fluido 32 de la bomba accionada por flujo 28 y sale cerca del extremo axial superior de la bomba 28 tal como se describirá.

[0018] Con referencia a las Figuras 2 y 3, la sarta de servicio de tubería flexible de pared doble
20 30 incluye una sarta de tubería flexible interna 34 y una sarta de tubería flexible externa 36 que rodea de forma radial la sarta de tubería flexible interna 34. La sarta de tubería flexible interna 34 define un pasaje de flujo de fluido central axial por su largo. Un primer pasaje de flujo de fluido 38 se define en cambio a lo largo de este pasaje de flujo de fluido central axial. La sarta de tubería flexible externa 36 define un pasaje de flujo de tubería flexible externa por su largo, y un segundo pasaje de flujo de fluido 40 se define de
25 forma radial entre las sarts de tubería flexible internas y externas 34, 36. Los tamaños de ejemplo de las sarts de tubería flexible internas y externas 34, 36 son: 1.25" D.E. x 0.125" de espesor de pared para la sarta de tubería flexible interna 34 y 2.375" D.E. x 0.156" de espesor de pared para la sarta de tubería flexible externa 36. Sin embargo, estas dimensiones son únicamente de ejemplo, y pueden usarse otras dimensiones. Las sarts de tubería flexible interna y externa 34, 36 normalmente están conectadas entre sí
30 de forma mecánica en los extremos de la superficie y de fondo del pozo y ambas colgarían del cabezal del pozo. Por lo tanto, ambas sarts 34, 36 pueden ayudar en soportar el peso de la bomba accionada por flujo

28 así como las sarta de tubería flexible internas y externas 34, 36. Se forma un tercer pasaje de flujo de fluido 42 por el espacio anular entre la sarta de tubería flexible externa 36 y la tubería de revestimiento 18. La presencia de tres pasajes de flujo de fluido 38, 40 y 42 separados permite que un fluido de potencia, usado para accionar la bomba accionada por flujo 28, fluya de forma descendente hacia la bomba accionada por flujo 28 y regrese a la superficie 14.

[0019] La Figura 2 ilustra una primera disposición de bombeo de fluido de ejemplo, en donde un fluido de potencia, usado para accionar la bomba accionada por flujo 28, fluye de forma descendente a través del primer pasaje de flujo de fluido 38, tal como se indica por la flecha 44. El fluido de potencia agotado fluye de regreso a la superficie 14 a través del segundo pasaje de flujo de fluido 40 (flecha 46). El agua 22 fluye a la superficie 14 a través del tercer pasaje de flujo de fluido 42, como se indica por la flecha 48. En el caso en donde la bomba accionada por flujo 28 es del tipo que proporciona solamente una única salida para el agua 22 y fluido de potencia entremezclados, cualquiera o ambos de los pasajes de flujo segundo y tercero 40, 42 pueden usarse para devolver el fluido combinado a la superficie 14.

[0020] De acuerdo con una segunda disposición de bombeo de fluido de ejemplo, el fluido de potencia fluye de forma descendente a través del primer pasaje de flujo de fluido 38. El agua 22 fluye a la superficie 14 a través del segundo pasaje de flujo de fluido 40. El fluido de potencia agotado fluye de regreso a la superficie 14 a través del tercer pasaje de flujo de fluido 42. Una vez más, si la bomba accionada por flujo 28 es del tipo que proporciona solamente una única salida para el agua 22 y fluido de potencia entremezclados, cualquiera o ambos del segundo y tercer pasajes de flujo 40, 42 pueden usarse para devolver el fluido combinado a la superficie 14.

[0021] Un montaje de tubería flexible de pared doble 30 montado puede enrollarse en un carrete de la tubería flexible de un tipo conocido en la técnica para bobinas retenedoras de tubería flexible y transportarse a un sitio de pozo para su uso. Un montaje de bomba accionada por flujo, tal como una bomba 28, se coloca en el montaje de tubería flexible 30 y se ejecuta dentro del pozo 10 de forma convencional.

[0022] El montaje de tubería flexible de pared doble 30 puede montarse al insertar la sarta de tubería flexible interna 34 en la sarta de tubería flexible externa 36. Un montaje de tubería flexible de pared doble 30 montado puede enrollarse en un carrete de la tubería flexible de un tipo conocido en la técnica para bobinas retenedoras de tubería flexible y transportarse a un sitio de pozo para su uso. Una bomba accionada por flujo 28 luego se coloca al montaje de tubería flexible 30 y se ejecuta dentro del pozo 10.

[0023] La invención proporciona métodos para bombear fluido desde una ubicación subterránea en un pozo. De acuerdo con estos métodos, una disposición de bombeo de fluido 24 se dispone en un pozo 10 de modo que la bomba 28 está ubicada cerca de la formación 16 de la cual se desea eliminar líquido (agua 22). El fluido de potencia luego se bombea por la bomba 26 a través del primer pasaje de flujo de fluido 38 a la bomba 28 para accionar la bomba 28 para fluir agua 22 a la superficie 14 a través de tanto el segundo o el tercer pasaje de flujo 40 o 42. El fluido de potencia agotado se devuelve a la superficie 14 a través de tanto el segundo o tercer pasaje de flujo 40 o 42.

[0024] La Figura 4 ilustra una disposición de bombeo de fluido 50 de ejemplo que se usa para una elevación artificial de fluido de producción de hidrocarburos desde un pozo 10. La disposición de bombeo de fluido 50 de la Figura 4 incluye un empacador 52 que se coloca contra la tubería de revestimiento 18 para aislar la bomba accionada por flujo 28 debajo del empacador 52. La bomba accionada por flujo 28 de la disposición de bombeo de fluido 28 es portada por el montaje de sarta de servicio de tubería flexible de pared doble 30. El montaje de tubería flexible de pared doble 30 incluye una sarta de tubería flexible interna 34 y una sarta de tubería flexible externa 36. En este caso, la bomba accionada por flujo 28 es del tipo que proporciona una salida de fluido que es fluido de potencia agotado combinado con fluido de pozo a producir. Un primer pasaje de flujo de fluido 38 se define de forma radial dentro de la sarta de tubería flexible interna 34, y un segundo pasaje de flujo de fluido 40 se define de forma radial entre la sarta de tubería flexible interna 34 y la sarta de tubería flexible externa 36.

[0025] Puede observarse que la disposición de bombeo 50 de ejemplo permite el aislamiento zonal en pozos y permite que los fluidos fluyan fácilmente más allá de un empacador 52 en un pozo 10. La bomba accionada por flujo 28 puede instalarse a una cierta profundidad y uno o más empacadores 52 se usan para aislar fluidos de pozo encima y debajo de la bomba accionada por flujo 28. Los fluidos de pozo debajo del empacador 52 pueden elevarse mediante la bomba accionada por flujo 28 más allá del empacador 52 a través del segundo pasaje de flujo 40.

[0026] La descripción que antecede se refiere a modalidades particulares de la presente invención a efectos de ilustración y explicación. Sin embargo, será evidente para los expertos en la técnica que se pueden realizar diversos cambios y modificaciones en las modalidades establecidas anteriormente sin alejarse del espíritu o alcance de la invención.