

BOMBA HORIZONTAL DE FLUJO ALTO Y NPSHr BAJA

SOLICITUDES RELACIONADAS

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de la
solicitud de patente provisional de los EE. UU. con núm. de
serie 62/769.456 titulada “High Flow and Low NPSHr
Horizontal Pump”, presentada el 19 de noviembre de 2018,
cuya descripción se incorpora en la presente descripción
10 como referencia.

CAMPO DE LA INVENCION

Esta invención se relaciona generalmente con el
15 campo de los sistemas de bombeo, y más particularmente,
pero no a manera de limitación, con un diseño de bomba
horizontal mejorado para usarse en aplicaciones de altura
neta positiva de succión (NPSH, por sus siglas en inglés)
baja.

20

ANTECEDENTES

Los sistemas de bombeo horizontales se usan en
diversas industrias para una variedad de propósitos. Las
25 bombas de cámara partida grandes se usan frecuentemente
para mover fluidos entre instalaciones de almacenamiento

basadas en la superficie. En la industria de petróleo y gas, por ejemplo, los sistemas de bombeo horizontales se usan para bombear fluidos, tales como agua separada del petróleo, a un destino remoto, tal como un tanque, estanque de retención o pozo de eliminación. Muchas bombas de cámara partida usadas en esta industria se diseñan para satisfacer o exceder los estándares expuestos en API 610. Aunque generalmente eficaces, las bombas de cámara partida son costosas, difíciles de fabricar y crean frecuentemente plazos de ejecución grandes para la entrega e instalación.

Como una alternativa a las bombas de cámara partida, los fabricantes han cambiado a bombas de múltiples etapas diseñadas para usarse en un entorno de fondo de pozos. Estas bombas de etapas múltiples se colocan en un marco montado sobre patín y se usan en una orientación horizontal. Típicamente estos sistemas de bombeo horizontal incluyen una bomba, un motor, y un alojamiento de succión ubicado entre la bomba y el motor. También se incluye una cámara de empuje entre el motor y el alojamiento de succión. La bomba incluye una unidad de descarga que se conecta a la tubería corriente abajo.

En aplicaciones de bombeo de fondo de pozos, la presión del fluido en la entrada de la bomba se aumenta frecuentemente mediante la presión de descarga creada por la columna de fluido en la boca de pozo. Sin embargo, en

los sistemas de bombeo basados en la superficie, la altura neta positiva de succión disponible ($NPSH_A$, por sus siglas en inglés) puede ser mucho más baja. Para igualar la $NPSH_A$ con la presión de succión requerida por la bomba ($NPSH_R$), los diseñadores han intentado incorporar una “bomba de aceleración” separada que carga la presión del fluido a una $NPSH_A$ que iguala o sobrepasa la $NPSH_R$ requerida por la bomba horizontal. El uso de una bomba de aceleración separada es costoso y requiere espacio adicional que puede no estar disponible en ciertas aplicaciones.

Para superar las ineficacias de usar una bomba de aceleración separada, los fabricantes de bombas han diseñado también sistemas de bombeo que tienen una unidad primaria de múltiples etapas conectada a una unidad de etapas de NPSH baja externa, separada accionada por un vástago y motor comunes. Este enfoque se describe en la publicación de solicitud de patente de los Estados Unidos núm. 2017/0051752 A1, cuya descripción se incorpora en la presente descripción como referencia. A pesar de los avances en la técnica, persiste la necesidad de una solución de bombeo de superficie de costo eficaz que proporcione altas velocidades de flujo en aplicaciones con $NPSH_r$ baja.

25

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

En un aspecto, la presente invención incluye un sistema de bombeo de superficie que tiene un motor y una bomba accionada por el motor. La bomba tiene una descarga en un primer extremo de la bomba, un extremo de succión en un segundo extremo de la bomba, y una pluralidad de etapas entre el extremo de succión y la descarga. Cada una de la pluralidad de etapas incluye un impulsor y un difusor que encierra el impulsor. Cada difusor es un recipiente de presión independiente. En algunas modalidades, el difusor y el impulsor en cada etapa son grandes y se configuran para usarse en aplicaciones de altura neta positiva de succión (NPSH) baja.

En otra modalidad, la presente invención proporciona un sistema de bombeo de superficie que tiene un marco, un motor montado en el marco, una cámara de empuje montada en el marco adyacente al motor y una bomba montada en el marco adyacente a la cámara de empuje. La bomba incluye una descarga en un primer extremo de la bomba, un módulo de sello de vástago conectado entre la descarga y la cámara de empuje, y un extremo de succión en un segundo extremo de la bomba, donde la descarga está entre el extremo de succión y el motor. La bomba incluye también una pluralidad de etapas de la bomba entre el extremo de succión y la descarga. Cada una de la pluralidad de etapas tiene un impulsor y un difusor que

encierra el impulsor. En esta modalidad, cada difusor es un recipiente de presión independiente. El sistema de bombeo de superficie incluye también un vástago que se extiende desde el motor hasta los impulsores a través de la cámara de empuje y el módulo de sello de vástago.

En aun otra modalidad, la presente invención proporciona un sistema de bombeo de superficie que tiene un motor y una bomba accionada por el motor. La bomba tiene una descarga en un primer extremo de la bomba, un extremo de succión en un segundo extremo de la bomba, y una pluralidad de etapas entre el extremo de succión y la descarga. Cada una de la pluralidad de etapas incluye un impulsor y un difusor que encierra el impulsor. En esta modalidad, cada difusor es un recipiente de presión independiente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 es una vista lateral de un sistema de bombeo de superficie construido de acuerdo con una modalidad ilustrativa de la presente invención.

La Figura 2 es una perspectiva lateral del sistema de bombeo de superficie de la Figura 1.

La Figura 3 es una vista superior del sistema de bombeo de superficie de la Figura 1.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS MODALIDADES PREFERIDAS

De acuerdo con una modalidad ilustrativa, las Figuras 1-3 muestran las vistas lateral, en perspectiva y superior, respectivamente, de un sistema de bombeo horizontal 100. El sistema de bombeo horizontal 100 incluye un motor 102, una cámara de empuje 104, y una bomba 106. La cámara de empuje 104 se conecta entre la bomba 106 y el motor 102. Los diversos componentes dentro del sistema de bombeo horizontal 100 se soportan por un marco 108 que puede configurarse como un patín adecuado para colocarse sobre una almohadilla, remolque o cualquier otra superficie estable capaz de soportar el sistema de bombeo horizontal 100. En la modalidad ilustrativa representada en las Figuras 1-3, los diversos componentes del sistema de bombeo horizontal 100 se fijan con pernos al marco 108 de tal manera que el sistema de bombeo horizontal 100 puede elevarse, moverse, ajustarse y configurarse como un elemento unitario sin la necesidad de realinear los componentes individuales del sistema de bombeo horizontal 100.

Como se usa en la presente descripción, los términos “corriente arriba” y “corriente abajo” proporcionan referencias de posición relativas a componentes dentro del sistema de bombeo horizontal 100. Se entenderá que los componentes corriente arriba están

ubicados más cerca del extremo de succión 112, mientras que los componentes corriente abajo están ubicados a una distancia mayor del extremo de succión 112 en la dirección del flujo de fluido lejos del extremo de succión 112. Aunque las modalidades preferidas se describen en relación con un sistema de bombeo horizontal 100, se apreciará que las modalidades preferidas también pueden encontrar utilidad en otros sistemas de bombeo, que incluyen sistemas de bombeo verticales montados en la superficie.

La bomba 106 incluye una o más etapas de turbomaquinaria 110, un extremo de succión 112 y una descarga 114. Como se representa, la bomba 106 se configura como una bomba de “succión de extremo” en la cual el extremo de succión 112 se ubica en el extremo opuesto de la bomba 106 de la cámara de empuje 104. La descarga 114 se ubica entre las etapas 110 y la cámara de empuje 104. Generalmente, el motor 102 acciona la bomba 106 a través de uno o más vástagos (no visibles) que se extienden a través de la cámara de empuje 104 y la descarga 114 a las etapas 110. El motor 102 puede configurarse como un motor de 4 polos que opera en respuesta a una corriente de entrada que tiene una frecuencia más alta que la corriente aplicada a los motores convencionales de 2 polos y 3 polos. En una modalidad, el motor 102 se configura para rotar a no más de aproximadamente 1750 revoluciones por minuto (RPM). En

otras modalidades, el motor 102 es un motor de combustión interna que produce el torque para accionar la bomba 106. En ciertas modalidades, puede ser deseable desplegar cajas de engranajes o componentes de transmisión adicionales entre el motor 102 y la bomba 106. En aun otras modalidades, el motor 102 se configura como un motor eléctrico de 2 polos o 3 polos.

Como se ilustra mejor en la Figura 3, la descarga 114 incluye un módulo de sello de vástago 116 que soporta y sella el vástago a medida que este entra en la descarga 114. El módulo de sello de vástago 116 incluye uno o más sellos de vástago (no se muestran) que evitan que el fluido de alta presión se libere de la descarga 114 a través del módulo de sello de vástago 116. Estas características de diseño se encuentran más comúnmente en las bombas de turbina verticales.

Los fluidos bombeados se proporcionan al extremo de succión 112 desde un conducto de entrada y se presurizan mediante las etapas de bomba 110. Cada una de las etapas de bomba 110 incluye un difusor 118 y un impulsor 120 contenidos dentro del difusor 118. A diferencia de los sistemas convencionales de bombeo de superficie de múltiples etapas, los difusores 118 no están contenidos dentro de un alojamiento externo separado. De esta manera, los difusores 118 se configuran, cada uno, como un recipiente de presión independiente que puede dimensionarse

sin restricción a un alojamiento externo común que se encuentra en bombas de etapas múltiples convencionales. Esto permite que el difusor 118 y el impulsor 120 se agranden y configuren para una operación óptima bajo condiciones de altura neta positiva de succión (NPSH) baja, mientras que también proporciona un operación de velocidad de flujo alta. Además, esto permite que cada etapa 110 se dimensione de manera diferente de las otras etapas 110 en la bomba 106.

En algunas modalidades, la bomba 106 tiene un difusor 118 y un impulsor 120 más grandes en la etapa 110 más cercana al extremo de succión 112 para manejar una NPSH más baja en el extremo de succión. En otras modalidades, la bomba 106 tiene un difusor 118 y un impulsor 120 más pequeños en la etapa 110 más cercana al extremo de succión 112. En aun otras modalidades, la bomba 106 tiene un difusor 118 y un impulsor 120 más grandes en las etapas intermedias 110 entre las etapas más pequeñas 110 ubicadas adyacentes al extremo de succión 112 y la descarga 114. En aplicaciones de presión más alta, la bomba 106 puede incluir opcionalmente un alojamiento externo (no se ilustra) que refuerza los diversos componentes de la bomba 106 contra presiones internas elevadas.

En algunas modalidades, las etapas 110 se configuran como etapas de flujo grandes, mixtas. Las

etapas adecuadas 110 se encuentran en aplicaciones de bomba de turbina vertical usadas frecuentemente en instalaciones de generación de energía basadas en vapor. Los impulsores 120 se diseñan para proporcionar un
5 aumento en la presión del fluido bombeado mientras que minimizan la cavitación. En otras modalidades, las etapas 110 se configuran como etapas de flujo radial. En aun otras modalidades, la bomba 106 incluye una combinación de etapas de flujo mixtas 110 y etapas de flujo radial
10 110.

El sistema de bombeo de superficie 100 se adapta bien para bombear volúmenes de fluido grandes entre instalaciones de superficie. Las aplicaciones adecuadas incluyen el movimiento de fluidos entre contenedores de
15 almacenamiento, estanques de retención y cuerpos de agua de origen natural. Debido a que el sistema de bombeo de superficie 100 se configura para operación de alto volumen, el sistema de bombeo de superficie 100 puede usarse también para proporcionar la alimentación de fluido en operaciones
20 de fracturamiento hidráulico. En estas aplicaciones, el sistema de bombeo de superficie 100 puede usarse para transferir fluido de “fractura” desde una instalación de almacenamiento a las bombas triples de alta presión comúnmente usadas en operaciones de fracturamiento
25 hidráulico.

Debe entenderse que aunque se han expuesto numerosas características y ventajas de varias modalidades de la presente invención en la descripción anterior, junto con detalles de la estructura y funciones de varias modalidades de la invención, esta descripción es solamente ilustrativa, y pueden hacerse cambios en detalle, especialmente en materias de estructura y arreglo de partes dentro de los principios de la presente invención en la medida indicada por el amplio significado general de los términos en los que se expresan las reivindicaciones adjuntas. Aquellos con experiencia en la técnica apreciarán que las enseñanzas de la presente invención pueden aplicarse a otros sistemas sin apartarse del alcance y espíritu de la presente invención.