

COMPARACIÓN DE EQUIPOS DE BOMBEO TURBINA DE EJE VERTICAL Y DE MOTOR SUMERGIBLE

Autor: Msc ING. SERGIO TERCERO TALAVERA

Con más 45 años de experiencia en la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL)

Fecha: diciembre de 2016

INFORMACIÓN DE FABRICANTES LOCALIZADA EN INTERNET TRADUCIDA AL ESPAÑOL.

FLowsERVE PLEUGER

Los motores sumergibles Pleuger están disponibles para instalación vertical u horizontal y también para aplicaciones de agua caliente. **OR HORIZONTAL INSTALLATION**

Las ventajas y propiedades de los motores sumergibles Pleuger son:

- Muy alto rendimiento (disponible el magnetismo permanente de los motores).
- Conexiones NEMA estandarizadas para uso universal.
- Usables en conjunto con varias marcas de bombas.
- Motor lleno con agua – ambientalmente amigable.
- Motores llenos con aceite disponibles para aplicaciones especiales de elevada temperatura.
- Diafragma de ventilación para compensación de presión teniendo por resultado que los motores pueden ser usados a grandes profundidades.
- Perfectas propiedades de enfriamiento y de lubricación.
- Cable eléctrico conectado internamente.
- Disponible en varios materiales.
- Embobinado del motor muy durable (rebobinable).
- Sello mecánico durable y confiable.
- Cojinetes de polímeros de alta tecnología.
- Certificación: CSA / EMV/ KTV/ CE/ VDE/ Norsok/ ABS/ DNV.
- Opcional: “Plug&Play” sensor de temperatura PT100.
- Posible la instalación vertical u horizontal.

http://us.grundfos.com/content/dam/GPU/Products/LVTSL006_Sub%20VT%20flyer_01_15.pdf

Las bombas verticales sumergibles de Peerless Pump manejarán un amplio rango de cobertura hidráulica y mecánica, combinado a igual o sobrepasar la más alta eficiencia del pico de funcionamiento y los costos de bombeo más bajos de la industria. Consistiendo de cuatro elementos básicos: 1) conjunto de tazones de la bomba, 2) tubería de columna, 3) codo de descarga al nivel del suelo y 4) el motor eléctrico sumergible. Peerless Pump ofrece una amplia gama de tamaños de bombas sumergibles.

Aplicaciones

Las bombas verticales sumergibles son comúnmente usadas donde: son requeridos bajos niveles de ruido; los equipos sobre el terreno necesitan ser escondidos de la vista; los niveles de inundación podrían dañar los típicos motores eléctricos sobre el suelo; los requerimientos ambientales limitan todos los métodos aceptables de lubricación del eje; el tiempo de instalación y el costo es limitado. Están disponibles una variedad de combinaciones de materiales para acomodar casi cualquier servicio que se intente. La sana experiencia de aplicación de Peerless le asegura a usted una excelente asesoría de ingeniería durante la fase de diseño.

Características

Las bombas turbina vertical sumergibles de Peerless Pump ofrecen muchas características que ahorran tiempo y dinero. Los elementos rotativos están libres de empuje radial, minimizando el desgaste del cojinete y contribuyendo a una larga vida de servicio libre de problemas. Los cojinetes de los tazones de bronce y neopreno siempre están lubricados por el líquido bombeado, reduciendo las fallas y el mantenimiento requerido. Los anillos del sello lateral de neopreno con alma de acero proveen un sello resistente a la abrasión entre el impulsor y el tazón, maximizando la eficiencia e incrementando la vida útil. Los impulsores estándares son de bronce fundido, combinando superficies lisas eficientes con una considerable resistencia a la corrosión. Los tazones estándares son de hierro fundido con pasos de flujo revestidos de esmalte vitrificado liso, que son de los más pesados de la industria. Este peso adicional del tazón asegura una construcción sólida, resistente a fugas, así como una amplia tolerancia a la corrosión. En todas las aplicaciones, es usado eje de acero inoxidable con grado de resistente a la corrosión, limitando las vibraciones y el desgaste del cojinete. Los cojinetes de camisas extra-largas en los tazones ofrecen un soporte radial adicional al eje y protegen el cojinete superior del motor.

MANUAL DE DESARROLLO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE ROSCOE MOSS COMPANY.

Las bombas sumergibles se han convertido en el tipo más usado en pozos domésticos y cada vez más son instalados en pozos de elevada capacidad, particularmente cuando ellos son

torcidos o los niveles de bombeo son muy profundos. El diseño, la instalación y el mantenimiento de las bombas de eje se vuelve difícil cuando su posición excede 700 pies bajo el agua.

Las bombas sumergibles tienen varias ventajas:

1. El motor está directamente acoplado a los impulsores, eliminando las pérdidas en el eje.
2. El motor es fácilmente enfriado por su completa sumersión.
3. El ruido en la superficie del terreno es eliminado.
4. La bomba puede ser instalada y operada en pozos curvos, torcidos o desviados.
5. No es necesaria la casa de bombas si se usa un adaptador para descarga subterránea.

Sus desventajas son:

1. Problemas eléctricos que pueden ser causados por el cable sumergido y su empalme al motor.
2. La eficiencia del motor es generalmente más baja, debido a las restricciones del diámetro en el diseño del motor.
3. Los sellos del motor no pueden tolerar el bombeo de arena.
4. El motor no es accesible para reparaciones.
5. El motor requiere un alto grado de protección contra las fluctuaciones de voltaje.
6. Se requiere un ademe de mayor diámetro del pozo en la mayoría de los casos para acomodar el motor y el cable.

HYDRAULICS AND HYDRAULIC MACHINES. Madam Moham das, Mimi das Saikia.

BOMBA SUMERGIBLE

Existen dos clases de bombas sumergibles – tipo seco y tipo húmedo. Las bombas del tipo seco están encerradas en una cámara de aire. En el tipo húmedo, el motor siempre está colgado debajo de la bomb. El embobinado del motor eléctrico está aislado por material plástico especial el cual es impermeable al agua. En los años recientes ha habido grandes avances en la fabricación de esta popular bomba de motor sumergible.

Ventajas.

- a) La principal ventaja de este tipo de bomba es que ella previene la cavitación que ocurre usualmente en casi todas las bombas.
- b) Las bombas sumergibles empujan el líquido a la superficie contrario a las bombas jet.
- c) Esta bomba es más eficiente que las bombas jet.
- d) Las bombas sumergibles son útiles en muchas aplicaciones tales como el drenaje, bombeo de aguas residuales, bombeo industrial en general y bombeo de lodos.
- e) Las bombas sumergibles son útiles en la producción de aceite proveyendo un levantamiento relativamente eficiente.
- f) Esta bomba es más útil en la elevación de agua subterránea profunda.

Desventajas.

- a. La construcción no es fácil. Requiere muchas observaciones y conocimiento en relación a la profundidad de la instalación.
- b. Los cables de la bomba deben ser impermeables y de alta calidad, pues de otra manera el mantenimiento será difícil.

BOMBA TURBINA VERTICAL

Esta bomba también es usada para elevar agua de pozos profundos de acuíferos confinados, y por consiguiente, ellas algunas veces son llamadas bombas de pozos profundos. Los diferentes componentes de esa bomba se muestran en la Figura 176. Ellas son realmente bombas verticales

Veamos qué dice Franklin Electric Motors:

Fueron localizados 3 documentos de Franklin Electric en internet:

PRIMER DOCUMENTO DE FRANKLIN ELECTRIC:

El artículo se titula “**Line Shafts vs. Submersibles: Some Big Advantages for the Sub**”.- <https://franklinaid.com/2007/05/25/line-shaft-submersibles-some-big-advantages/> Posted on [May 25, 2007](#) by [copywriterfele](#)

En las aplicaciones de bombeo de grandes volúmenes de aguas subterráneas, la bomba casi siempre es localizada subterránea. Aún así, el tipo de bomba y el método de accionarla puede ser muy diferente. Los dos sistemas de bombeo más comunes para aplicaciones de grandes volúmenes de aguas subterráneas son las turbinas de eje vertical (VLSTs) y las turbinas sumergibles.

Las VLSTs usan un motor sobre el suelo con un eje de transmisión que conecta el motor a la bomba sumergida. Estas bombas son apropiadas para varias aplicaciones, principalmente en localizaciones de poca profundidad.

Las turbinas sumergibles usan un motor sumergible acoplado a la bomba sumergida de tal forma que ambos están localizados juntos en el pozo. En la mayoría de las aplicaciones, una sumergible es más conveniente. Algunas de las principales razones se explican a continuación.

Tamaño y Complejidad

Una VLST tiene más componentes y ellos están distribuidos sobre una distancia mayor, haciendo incómodo el manejo y la instalación de los sistemas de bombeo VLST. Ya que una sumergible es instalada como una unidad compacta, completa, es más fácil de manejar e instalar. Otro factor que contribuye al tamaño más grande de las VLSTs es que en la mayoría de los casos, ellas operan a la mitad de las RPM de una sumergible. Para compensar esto, una VLST requiere más etapas o tazones de la turbina más grandes para generar el mismo rendimiento que una sumergible equivalente.

Dado que una VLST requiere un eje de transmisión para acoplar el motor y la bomba, ella tiene muchas más partes móviles que una sumergible. Y, como el eje se extiende a lo largo del pozo, él debe ser estabilizado con cojinetes a intervalos específicos. Si es lubricada por aceite, el eje rota dentro de un tubo de rodamiento estabilizado con retenedores, con el tubo de rodamiento montado dentro de la tubería de descarga del agua. Este tubo de rodamiento debe ser sellado a lo largo de toda su longitud. De otra forma, el aceite puede fugarse y contaminar la fuente de agua.

Un sistema de turbina sumergible es más simple. El motor y la bomba están acoplados directamente juntos, por lo cual no se necesita la estabilización del eje. No son necesarias partes móviles adicionales.

Ademe (casing) de Pozo más Grande

Para acomodar el mayor diámetro de la VLST y su equipo asociado del eje de transmisión, el casing del pozo debe ser más grande que con una sumergible. Esto puede incrementar dramáticamente los costos de instalación. Adicionalmente, una sumergible puede ser instalada en un pozo que no esté completamente recto, mientras que un pozo con una VLST debe estar completamente recto para evitar la fatiga y la falla prematura del eje.

Requerimientos de Caseta de bombeo

La necesidad de una caseta de bombeo es una consideración importante para cualquier instalación. Desde que un motor de la VLST está sobre el suelo, usualmente necesita una

caseta de bombeo para protegerlo del clima y el vandalismo, así como para suprimir el ruido. Esto agrega costos de construcción considerables a la instalación.

Por otra parte, un sistema de turbina sumergible no requiere una caseta de bombeo del todo. Su localización subterránea reduce el riesgo de daños por el clima, vandalismo y accidentes. Además, una sumergible no genera el ruido de una VSLT, por lo cual ella puede situarse casi en cualquier lugar.

Mantenimiento Continuo

Con el tiempo, nada será más fácil y barato de mantener que una combinación de bomba/motor sumergibles. Una VLST tiene más partes en movimiento que demandan un mantenimiento rutinario, requiriendo que se mantenga a la mano un inventario de partes de repuesto. Adicionalmente, una VLST requiere una lubricación regular, empaque, y ajustes del eje/impulsor. Esto simplemente no es el caso con una sumergible. Ella está diseñada para pasar su vida entera bajo el agua sin mantenimiento adicional.

Eficiencia y Arranque

Es verdad que los motores externos son ligeramente más eficientes que los motores sumergibles al comienzo. Sin embargo, en las aplicaciones reales de VLST, esta eficiencia del motor se pierde debido a las pérdidas por fricción en el eje. Estas pérdidas son típicamente de uno a dos caballos de fuerza (hp) por 100 pies de profundidad y generalmente exceden las pérdidas eléctricas en el cable de caída para una bomba/motor sumergibles.

En una instalación VLST, el motor no sólo debe mantener en movimiento la bomba, sino también todo el conjunto del eje de transmisión y sus accesorios asociados. Las instalaciones sumergibles tienen un menor momento de inercia, lo cual significa un arranque más rápido y más fácil.

Las Sumergibles Son Más Convenientes.

Aunque toda instalación es diferente, los costos de largo plazo de una VLST generalmente superan aquellos de una sumergible por varias razones. Primero, la bomba requiere más material para acomodar su mayor diámetro y/o las etapas adicionales. Segundo, una VLST requiere una tubería de descarga mayor para dar lugar al eje de transmisión. Esto se vuelve más largo y más costoso a medida que el pozo es más profundo. Finalmente, los costos de instalación y mantenimiento de una VLST exceden aquellos de una sumergible. Entre más largo y más recto es el hueco del pozo, más caro es de perforar, y la complejidad de la instalación agrega más tiempo de mano de obra. Cuando es necesario extraer una VLST, la dificultad de hacerlo infla los costos ya elevados de mantenimiento.

Todos estos factores contribuyen a la lógica de hacer su primera opción un sistema de bombeo sumergible. Las turbinas sumergibles, motores y paneles de control de Franklin Electric están diseñados para trabajar juntos más eficientemente. Ellos están respaldados por un equipo soporte que incluye una línea telefónica viva Franklin y una red de servicio de campo, los cuales son ofrecidos sin cargo a los usuarios de los productos Franklin Electric. Ninguna otra compañía ofrece un sistema tal de solución completa exclusivamente para usted. Sobre todo, las sumergibles y Franklin Electric simplemente hacen más sentido.

SEGUNDO DOCUMENTO DE FRANKLIN ELECTRIC:

<https://franklinaid.com/2007/09/25/what-makes-a-submersible-motor-different/>

Posted on [September 25, 2007](#) by [copywriterfele](#)

¿Qué hace diferente un motor sumergible?

Como un contratista profesional de sistemas de agua, usted probablemente ha enfrentado situaciones como ésta: usted está instalando una bomba/motor sumergible y el dueño de la casa quiere saber porqué una unidad sumergible cuesta “tanto”. Él puede haberse formado esta opinión porque recientemente él reemplazó un motor en una unidad de aire acondicionado, una bomba de sumidero, o aún una bomba jet. En cualquier caso, es posible que él esté comparando la sumergible a un motor o bomba externos. Como usted sabe, este es el caso clásico de comparar manzanas con naranjas, ya que los motores sumergibles son muy diferentes a los motores externos. Este artículo de Franklin AID revisará algunos aspectos claves de la construcción de motor sumergible con el objetivo de ayudar a los contratistas profesionales de sistemas de agua como usted a explicar a un propietario de una vivienda porqué un motor sumergible aparenta ser más caro, pero vale el costo.

Para decirlo en pocas palabras, los motores sumergibles son mucho más cuidadosamente diseñados y sofisticados que los motores externos por dos razones. Primero, es esperado que ellos sean más confiables, y segundo, ellos operan en un ambiente mucho más difícil.

Vamos a discutir la confiabilidad primero. Como sabe todo contratista de sistemas de agua, cuando un motor sumergible falla, esto generalmente significa una crisis para el usuario final, sea real o percibida. Esto es, que la residencia no tiene agua, no hay agua para los regadíoa o para los animales domésticos, y así por el estilo. Complementando la falla sumergible es el hecho de que el motor y la bomba generalmente no están accesibles. Diferente a la bomba jet, por ejemplo, para elevarla, la sumergible requiere equipo y expertise especiales. Al fin de cuentas, sobre todo esto, la instalación sumergible debe ser confiable. La barra está mucho más alta que con un producto sobre el suelo, y esta confiabilidad tiene que comenzar con mayor nivel tecnológico de diseño y fabricación que va dentro del motor y de la bomba.

El otro factor que hace un motor sumergible significativamente diferente de un motor sobre el suelo (motor externo) es su ambiente de operación. Un motor sumergible está sujeto diariamente a toda clase de cosas que un motor externo nunca tiene que enfrentar.



Por ejemplo, la primera cosa que la mayoría de nosotros hemos aprendido acerca de la electricidad es que ella no se mezcla con el agua. Pero esto es exactamente lo que hacemos con un motor sumergible cuando lo ponemos bajo el agua. Adicionalmente, a menudo no es solamente bajo el agua, sino profundo bajo el agua. Para complicar el asunto, la presión correspondiente no es constante en la mayoría de las instalaciones sumergibles. Esto es, a medida que el nivel de agua del pozo se abate, la presión ambiental del agua que rodea el motor decrece. Luego, cuando el pozo se recarga, la presión ambiental del agua aumenta. Esta acción cíclica puede ser aún más demandante que una presión elevada, aún estable. Todo esto está en un contraste brutal a un motor de bomba de sumidero, que se espera que sobreviva unos pocos pies apenas bajo el agua a lo sumo, o a un motor sobre el suelo que nunca ve el agua del todo.

Luego, el desafío de ingeniería y de manufactura más obvio de un motor sumergible es mantener el agua alejada de las partes eléctricas del motor. Los motores Franklin Electric logran esto en dos etapas. Primera, como la mayoría de los sumergibles, los motores Franklin usan un diseño de rotación de inducción. Esto significa que no hay contacto eléctrico entre el estator y el rotor, y por consiguiente no hay flujo de corriente eléctrica entre ellos. La parte eléctrica del motor está confinada estrictamente en el estator, que contiene las bobinas eléctricas del motor. Estas bobinas crean un campo magnético

rotatorio fuerte que interactúa con el rotor y causa su rotación. El área entre el estator y el rotor está llena con una solución que es mayormente agua.

Segunda, para mantener el agua alejada de la parte eléctrica del motor (el embobinado), Franklin encapsula y sella herméticamente el estator. Esto es, no solamente el estator es protegido por un revestimiento soldado para sellarlo del mundo exterior, sino también las mismas bobinas están rodeadas por una resina epóxica. Esto es diferente de la mayoría de los motores externos en los cuales las bobinas están generalmente abiertas al aire, haciéndolas mucho menos costosas de fabricar.

Otra característica única de un sumergible es el cojinete de carga Kingsbury, necesitado una vez más por el ambiente único en que opera este motor. Esto es, cuando un sumergible impulsa el agua hacia arriba en la tubería de descarga, la gravedad y el agua impulsan hacia abajo. Como resultado, la combinación de bomba y motor sumergibles tiene que ser capaz de soportar algunos serios empujes axiales hacia abajo. Este empuje puede ir desde un par de cientos de libras hasta miles de libras, dependiendo de la aplicación. En un motor sumergible, el trabajo del cojinete de carga Kingsbury es soportar este empuje hacia abajo. Este cojinete consiste de dos partes: un anillo de carbón grafitado localizado en el fondo del motor, y unos segmentos de acero inoxidable maquinados con precisión. A medida que el motor se mueve, la solución de llenado interno del motor es jalada a través de estos segmentos de acero inoxidable, creando una película muy fina. Como el agua no se puede comprimir, esta película fina crea un efecto de hidroplaneo. Notablemente, esta película puede soportar una presión extrema sin comprometerse, y como un resultado, el cojinete de carga Kingsbury tiene casi una vida infinita.

Como es mencionado arriba, un motor sumergible debe también compensar por los cambios en la presión del agua ambiente. Por ejemplo, cuando un motor es bajado en el pozo durante la instalación, el agua en el pozo trata de meterse ella misma en el área del pozo ocupada por la solución de llenado, o sea, el área entre el estator y el rotor. Para prevenir esto, Franklin usa un diafragma compensador de presión para igualar la presión de afuera y de adentro del motor. A medida que el agua del pozo baja y cuando recarga, este proceso ocurre una y otra vez repetidamente. Una vez más, esto es algo con que los motores externos no tienen que lidiar.


Las sobrecargas eléctricas, de rayos u otras fuentes, ofrecen aún otro desafío a los motores sumergibles. El problema es que las sobrecargas eléctricas buscan el mejor camino al suelo, y no hay generalmente mejor terreno que un motor sumergido en el agua subterránea. Para enfrentar este desafío, los motores monofásicos Franklin Electric vienen con pararrayos, sea en el mismo motor o en la caja de control. Estos notables artefactos proveen un camino más fácil al suelo que el mismo motor. Esto protege el motor y la inversión del dueño.

Para resumir, la próxima vez que usted necesite explicar a un dueño de casa el valor de un motor sumergible, no olvide recordarle que un motor sumergible es un aparato de alta ingeniería que no es igual a ningún otro motor en el mundo. Él tiene que vivir sumergido

profundamente bajo el agua y sobrevivir presiones extremas, sobrecargas eléctricas, y hasta miles de libras de carga de empuje. Adicionalmente, nosotros esperamos que el motor opere sin problemas por muchos años por venir. Afortunadamente, la tecnología y la expertise de fabricación detrás de los productos sumergibles de Franklin Electric son mejores que nunca. En términos de valor y funcionamiento, un sistema de agua privado sumergible permanece siendo el mejor negocio en cualquier parte.

TERCER DOCUMENTO DE FRANKLIN ELECTRIC

<http://www.wwdmag.com/lightningsurge-protection/avoiding-possible-problems-submersible-motors>

 **ACF6952.pdf**

Avoiding Possible Problems in Submersible Motors

Tom Sgritta

Thu, 2001-12-27 14:37

FacebookTwitterGoogle PlusLinkedIn

Motores

El uso de motores sumergibles en sistemas municipales no es nuevo. Las ventajas de los motores sumergibles son bien conocidas en esta industria. Dado que estos motores son situados profundos dentro de la tierra, en un ambiente relativamente estable, ellos son inmunes al clima y los factores ambientales que atacan los motores de eje hueco que operan las turbinas de eje convencionales (LSTs). Los motores y bombas sumergibles eliminan los sistemas de eje de transmisión y cojinetes de LSTs, reduciendo de esta forma la complejidad mecánica y el mantenimiento requerido. El aceite no gotea dentro del pozo para la lubricación de cojinetes. Los pozos pueden ser construidos adyacentes a las áreas habitacionales. Los sumergibles no requieren estructuras para protegerlos y no producen problemas de ruidos de superficie.

Los tipos de motores sumergibles para agua son llenados con agua (agua/glicol) y dependen del agua como lubricante interno para el motor. Estos motores son extremadamente confiables cuando son aplicados dentro de sus límites de diseño de temperatura, carga hidráulica y requerimientos de potencia. Estos motores tienen una excelente aplicación en los sistemas agrícola, doméstico y municipal. Desafortunadamente, estos motores a menudo son usados en aplicaciones que por desconocimiento exceden los criterios de diseño de los motores. Como resultado, ocurren las fallas, y las ventajas de los motores sumergibles se pierden o se olvidan rápidamente.

Los siguientes problemas son típicos en las aplicaciones municipales y resultan en la falla de los motores:

Temperatura

Un problema muy común que afecta los motores sumergibles es el sobre-calentamiento. Las causas para el sobre-calentamiento incluyen el bombeo de agua caliente, la sobrecarga del motor por la bomba, las pérdidas del flujo de enfriamiento que pasa por el motor, el desarrollo de corrosión y el sarro y los frecuentes arranques y paros del motor.

De alguna manera los motores sumergibles deben enfriarse ellos mismos. Esto es casi universalmente logrado por el transferimiento del calor generado internamente en el motor al agua que está fluyendo que pasa el motor y dentro de la bomba. La mayoría de los motores estándares para pozos son diseñados para hacer esto; pero agregan un pequeño margen de seguridad (márgenes de seguridad agregan costo).

En los motores sumergibles, el cojinete de carga o de empuje soporta el empuje de la bomba ocasionado por el peso de la columna de agua que está impulsando la bomba. En los motores estándares de pozo este cojinete de empuje es del tipo de cojinete Kingsbury lubricado por agua. Una muy pequeña película de agua entre los elementos principales del cojinete provee la lubricación entre las dos superficies del mismo. Si el motor se sobrecalienta por alguna razón, esta película de agua puede alcanzar su punto de ebullición. Si hierve, se pierde la película lubricante. En este punto, las superficies del cojinete entran en contacto una con la otra y rápidamente tiene lugar el calentamiento. Probablemente va a ocurrir la falla catastrófica del cojinete de empuje.

Cuando se sobrecalientan los motores otro problema que puede ocurrir es la falla del estator. Típicos sumergibles de bobinas húmedas, llenos de agua, usan un aislamiento PVC que aísla el embobinado de cobre durante está inmerso en el agua. Este alambre usualmente tiene una temperatura máxima tolerable de 70°C para los motores estándares y hasta cerca de 100°C para motores de alta temperatura. Una vez que estas temperaturas son excedidas, el sistema de aislamiento se daña y probablemente va a fallar el alambrado uno a uno, fase a fase o de la fase del embobinado al suelo. Una vez que estas fallas se desarrollan, la falla del motor es inevitable.

Carga Hidráulica

Otra área problemática para los sumergibles en las aplicaciones municipales es la carga de choque hidráulico o golpe de ariete. El golpe de ariete ocurre cuando una columna de agua que se mueve rápidamente encuentra un obstáculo o cambia de velocidad repentinamente. El uso de bombas múltiples en una tubería de descarga común (manifold) es una causa de primera importancia del golpe de ariete. Cuando una bomba se enciende o se apaga, se genera el golpe de ariete. Adicionalmente, cuando cualquier clase de válvula es operada, puede ocurrir el golpe de ariete. (Las válvulas electromecánicas de rápida acción pueden ser lo peor).

Las válvulas de retención (check valves) en la sarta de descarga de la bomba y en el cabezal del pozo son recomendadas por todos los fabricantes para reducir el golpe de ariete. Desafortunadamente, las válvulas de retención pueden ser del tipo inadecuado (disco oscilante vs. Resorte cargado), puede ser que simplemente no se utilicen o pueden ser corroídas con el tiempo (la corrosión del resorte es un problema común).

Cuando ocurre el golpe de ariete, hay un repentino empuje hacia abajo transmitido a través de la bomba al cojinete de empuje del motor.

Esto puede causar que sucedan varias cosas indeseables.

La mayoría de los motores estándares para pozos usan algún tipo de cojinete de empuje de carbón en movimiento sobre unas placas de acero inoxidable para resistir el empuje. El carbón es un material excelente para el cojinete cuando el lubricante es agua y el golpe de ariete no es severo. El carbón, a la par de ser muy duro y durable, es un material quebradizo. Cuando los materiales duros y quebradizos están sujetos a una carga de choque o impacto ellos se pueden romper en pedazos. Se sabe que los golpes de ariete extremos hacen añicos los cojinetes de carga, causando la falla del motor.

Los cojinetes de empujes estándares en motores llenos con agua son lubricados por una fina película de agua. El agua tiene una baja viscosidad. Cuando es expuesta a una carga de choque, la película fina en el cojinete puede ser sacada de entre las superficies del cojinete resultando en una insuficiente lubricación. Esta condición puede conducir a sectores calientes, desgaste excesivo y falla del cojinete.

Sellos del Motor

Los sellos del eje del motor evitan que el fluido del pozo entre dentro del motor. Tanto los motores llenos con agua como los motores llenos con aceite necesitan hacer esto para mantener los abrasivos alejados de los cojinetes internos del motor. Adicionalmente, en aguas agresivas, el bajo pH de los ácidos o los altos niveles de las sales pueden causar corrosión interna si se permiten dentro del motor.

Los motores sumergibles estándares para pozos usan un simple sello mecánico. Este sello puede ser de carbón/cerámica o silicón/carburo. El carburo de silicio o carborundo es considerado un sello premium y es más duro que la cerámica de carbono. Es muy útil en aplicaciones de pozos con arena.

Voltaje

Los motores sumergibles, como cualquier motor eléctrico, requieren un buen suministro de voltaje en los terminales del motor. Una causa principal de la falla del motor sumergible es el bajo voltaje o los picos de voltaje.

Típicamente el bajo voltaje es causado por el dimensionamiento demasiado pequeño de los cables de caída (cables de alimentación) o por el bajo voltaje suministrado por la red pública al sitio de la demanda. La Ley de Ohms siempre está en efecto en los circuitos eléctricos ($V = I \times Z$). El voltaje es igual a la corriente que fluye en el circuito multiplicado por la impedancia (la resistencia del cable es usualmente la mayor parte de la impedancia). A medida que son usados cables de caída de menor diámetro (son más baratos), la resistencia se incrementa (menor cobre = más resistencia). A medida que la resistencia del conductor aumenta, la caída de voltaje en el conductor aumenta para una corriente de operación dada.

Para un suministro fijo de voltaje desde un transformador, como la caída de voltaje en el conductor sube, el voltaje del terminal en el motor debe bajar. Como el voltaje en los terminales del motor cae, el motor debe tener más corriente para producir la misma potencia (los motores de inducción quieren hacerlo). Eventualmente, demasiada corriente está fluyendo para el tamaño de los alambres del embobinado usados en el motor y comienza a producirse el sobrecalentamiento interno. Esto lleva a la falla del motor.

En los motores grandes comunmente usados en la industria municipal, usualmente son requeridos largos cables de alimentación. Si el motor y la bomba están ubicados profundos, se deben usar cables muy largos y muy caros para proveer el voltaje establecido en los terminales del motor.

Una alternativa económica para hacer esto es diseñar el motor para operar a altos voltajes. Si el motor es diseñado para operar a altos voltajes, la corriente de plena carga requerida irá para abajo. Como la corriente requerida baja, el tamaño del cable de caída puede ser reducido también. Los cables de caída más pequeños usan menos cobre y son menos caros – algunas veces mucho menos caros. Considere un motor de 200 HP. Si el motor es diseñado para 460 voltios, la corriente a plena carga es de 247 amperios. Si, por otra parte, el motor es diseñado para operar a 2300 voltios, la corriente a plena carga cae a 49.4 amperios.

En esta situación, si es usada una profundidad del motor de 500 pies, el cable de caída recomendado va desde un tamaño de 250 MCM para el motor de 460 voltios hasta cable tamaño No.8 para el motor de 2,300 voltios. Deben ser usados cables y componentes para mayor voltaje con mejores valores de aislamiento, pero el costo de estos típicamente es más que la compensación por el ahorro en el cobre del cable de caída. Cables más pequeños también son mucho más fáciles de manejar para la cuadrilla de instalación.

Picos de Voltaje

Un problema serio para todos los motores de inducción son los picos de voltaje. Estos picos típicamente son de muy corta duración y de alto voltaje. Estos picos pueden ser generados por rayos, por otros motores que se apagan o por la apertura del interruptor de transferencia de la central.

En campos de pozos municipales con múltiples bombas y motores funcionando, esto puede ser un problema serio. Cada vez que uno de los motores es apagado, la energía inductiva almacenada en el circuito magnético del motor es regresada a las líneas de potencia. Esto crea un pico de voltaje muy corto pero muy elevado.

Estos picos son de un nivel de voltaje más grande que lo que puede tolerar el sistema de aislamiento del motor y quemará a través del aislamiento. Una vez que esto ocurre, el motor tiene un sitio potencial para un corto interno y la corriente puede fluir en una ruta para la cual no fue diseñado. Típicamente, esto elevará la temperatura del embobinado cerca del sector quemado y más quemaduras continuarán hasta que ocurre una falla catastrófica.

Si el pico de voltaje es suficientemente grande y tiene suficiente energía (p.ej. un rayo), se puede quemar completamente un hoyo en la cubierta del motor.

Es poco lo que pueden hacer los fabricantes de motores para protegerlos contra severos problemas de picos de voltaje. Por esta razón, es recomendado tener una protección externa montada cerca del arrancador del motor. Esto tiende a acortar el pico de voltaje antes de que pueda bajar los cables para alcanzar el motor. Estos protectores de picos no hacen nada mientras el voltaje alcanza un cierto valor crítico. En ese punto, ellos comienzan a conducir corriente y continúan haciéndolo hasta que el voltaje cae debajo del valor crítico. También deben ser protegidos los grandes transformadores de distribución de potencia que alimentan estos motores porque estos grandes picos de voltaje también los puede dañar a ellos.

Estos son los problemas típicos que ocurren en las operaciones municipales usando motores sumergibles. Las fallas nunca parecen ocurrir en momentos convenientes. Ellas siempre son una molestia al menos y más frecuentemente un gran problema.

Tom Sgritta es el gerente industrial global de mercadeo de sumergibles para Franklin Electric, Bluffton, Ind. Él también es un miembro de la facultad de Bell College of Business Administration en la Universidad de Carolina del Norte en Charlotte.

<http://www.nationalpumpcompany.com/pdf/applications.pdf>

APLICACIÓN DE LA BOMBA SUMERGIBLE

La bomba sumergible es un tipo de construcción en el cual el motor de operación está acoplado directamente al conjunto de tazones de la turbina y está diseñada para estar sumergida en el fluido bombeado. La potencia es suministrada al motor por medio de un cable eléctrico impermeable que va del motor a la Fuente de potencia.

Las bombas sumergibles son apropiadas para la mayoría de las aplicaciones.

Como la unidad completa es o cerrada o está debajo de la superficie del terreno, existen varias aplicaciones donde la bomba sumergible tiene muchas ventajas. Algunas de las más importantes son:

1. Pozos extremadamente profundos que pueden presentar problemas con el eje, especialmente si el pozo está desviado.
2. Instalación sujeta a inundación de la superficie que puede dañar los motores eléctricos.
3. Aplicaciones como bombas booster que están en locales que requieren una operación silenciosa.
4. Instalaciones donde existe poco o ningún espacio en el piso para instalar la unidad, tal como en una calle o andén.
5. Bombas booster en tuberías horizontales colocadas directamente en la línea, e
6. Instalaciones agrícolas donde las operaciones de mantenimiento consumidoras de tiempo ofrecen grandes ahorros y seguridad en un eventual vandalismo de extracción de las unidades de bombeo de irrigación.

OPERACIÓN

Estas bombas pueden ser operadas y controladas en la misma manera como cualquier otro tipo de bombas turbina en aplicaciones similares. Generalmente no es necesaria ninguna consideración especial peculiar para la sumergible, con la excepción del equipo de arranque del motor. Esto es debido al hecho de que el motor, estando instalado en el fluido bombeado, no puede estar sujeto a la misma temperatura ambiente como están los interruptores de sobrecarga en el arrancador. La protección de sobrecarga es de primera importancia para las sumergibles. A menos que sean usadas las correctas protecciones de sobrecarga en las tres líneas del motor, la garantía del motor es inválida. ¿Por qué? Por dos razones: 1) para la protección del funcionamiento y 2) si el motor se detiene, la energía debe ser cortada dentro de 10 segundos, o se puede dañar el embobinado del motor. En motores sumergibles trifásicos, se usan calentadores de acción rápida, compensados ambientalmente.

CONSIDERACIONES

Las bombas sumergibles pueden ser construidas en tamaños hasta de varios cientos de caballos de fuerza para la mayoría de las aplicaciones donde este tipo de construcción es práctico. Sin embargo, hay algunos usos donde estas bombas no funcionan demasiado bien. Entre éstos están las altas temperaturas del fluido, aplicaciones inusualmente corrosivas o en grandes cantidades de abrasivos.

ENFRIAMIENTO DE LOS MOTORES SUMERGIBLES

Es importante que el motor tenga un flujo adecuado de agua pasando por él para mantener una apropiada temperatura de operación y evitar la falla prematura. Si el ademe del pozo está “sobredimensionado” o el motor es instalado en un pozo excavado o en una “laguna” o el influente del pozo está sobre la bomba, se debe instalar una camisa del tamaño apropiado sobre la entrada de la succión de la bomba para forzar el líquido a pasar sobre el motor antes de entrar en la bomba. Como las recomendaciones varían entre los fabricantes

de motores y la temperatura del líquido y las configuraciones de la instalación, es importante que la aplicación sea revisada con el fabricante relacionado con el motor en particular para el dimensionamiento adecuado de la camisa del motor.

POZOS TORCIDOS O DESVIADOS

Una bomba sumergible dará un mejor servicio en un pozo desviado que una bomba del tipo de eje ya que la longitud de las partes rotativas es mucho más corta. Donde se conoce que el pozo está desviado, se debe bajar en el pozo un medidor de prueba de la misma longitud y diámetro del conjunto de la sección de tazones y del motor en una tubería de al menos 40 pies de longitud del diámetro que será instalado con la bomba sumergible. Si el medidor con la tubería puede ser bajado a la profundidad en la cual será colocada la bomba, se puede instalar una bomba sumergible. Nunca instale una bomba en un pozo que se sabe que está torcido sin haber efectuado esta prueba del pozo.

BOMBA BOOSTER (BOMBA DE REFUERZO DE PRESIÓN)

La bomba sumergible ha sido diseñada para servicio en línea para la industria, sistemas de agua municipales, líneas de productos de petróleo, y otras aplicaciones booster. El diseño único capacita a la sumergible operada ordinariamente en una posición vertical, ser suspendida horizontalmente dentro de la tubería, y suministrar un poderoso refuerzo de presión (booster) al líquido que está siendo transportado en la línea. Las muchas ventajas de operación silenciosa, acople directo del motor y el conjunto de tazones, totalmente cerrada, el motor operando completamente inmerso en el líquido, economía de operación, y completamente nueva facilidad de acceso a la bomba y el motor, todo es combinado para hacer de este nuevo concepto de operación de una bomba sumergible booster la solución de ingeniería a los problemas del rebombeo en tuberías. Son completamente eliminadas las costosas casas de bombas que se deben mantener y limpiar, la adquisición de propiedad adicional, el daño del motor por el calor, el polvo y la humedad, la posibilidad de vandalismo, el mantenimiento de las cajas de prensaestopas. La instalación sumergible hace obsoleto todo esto.

La aplicación horizontal permite que la unidad sumergible sea situada en una sección especial de la tubería. Esta sección es embridada en cada extremo y se convierte en una parte integral de la línea. Dentro de esta sección, el motor es centrado y firmemente sujetado por arañas especiales. La línea líquida es sacada pasando el motor y dentro del conjunto de tazones que los pasa a lo largo a una presión muy incrementada. El cable sumergible de poder es sujetado firmemente al conjunto de tazones y conducido a la caja de terminales montada en el exterior de la sección especial y de ahí a la caja de control.

La aplicación vertical permite fijar la unidad sumergible dentro de un contenedor usado como booster en muchos lugares.

<http://www.pumpsolutions.com.au/how-submersible-pumps-work-advantages-and-disadvantages-of-submersible-pumps/>

[Pump Solutions Australasia is one of Western Australia's foremost wholesalers, repairers and distributors of specialist pumps and related products.](#)

Cómo trabajan las Bombas Sumergibles: Ventajas y Desventajas de las Bombas Sumergibles

Una bomba sumergible, también llamada una bomba sumergible eléctrica, es una bomba que puede estar totalmente sumergida en el agua. El motor está herméticamente sellado y acoplado directamente a la bomba.

Una bomba sumergible empuja el agua a la superficie convirtiendo la energía de rotación en energía cinética y energía de presión. Esto es hecho por el agua que está siendo impulsada en la bomba: primero en la entrada, donde la rotación del impulsor empuja el agua a través del difusor. De ahí, ella va a la superficie.

La principal ventaja de una bomba sumergible es que nunca se tiene que cebar, porque ella ya está sumergida en el fluido. Las bombas sumergibles también son muy eficientes porque ellas no tienen que gastar una gran cantidad de energía moviendo el agua hacia la bomba. La presión del agua empuja el agua adentro de la bomba sumergible, “ahorrando” de esta forma mucha energía de la bomba.

También, mientras que las bombas en si mismas no son versátiles, sí lo es la selección. Algunas bombas sumergibles pueden fácilmente manejar sólidos, mientras que otras son mejores solamente para líquidos. Las bombas sumergibles son silenciosas, porque ellas están bajo el agua, y la cavitación nunca es un problema, porque no hay puntas en la presión dado que el agua fluye a través de la bomba.

Hay unas pocas desventajas con las bombas sumergibles, y dos de ellas tienen que ver con el sello. Los sellos pueden llegar a corroerse con el tiempo. Cuando esto sucede, el agua se introduce en el motor, volviéndolo inútil hasta que sea reparado. También, que el sello hace difícil entrar a la bomba para reparaciones.

La otra principal desventaja es que una bomba no llena todos los usos. Las bombas de una sola etapa son usadas para la mayoría de los bombeos domésticos y de la industria ligera. Esto incluye filtros de acuarios, bombeo de aguas residuales, o bombas de sumidero para drenaje. Las bombas de múltiple etapa son usadas para cualquier cosa subterránea, tal como agua de pozos o pozos petroleros. También, las bombas son hechas para trabajar con líquidos finos como el agua, o pesados como el agua residual.

Se debe tener precaución con las bombas sumergibles; ellas deben estar completamente sumergidas. El agua que rodea la bomba sumergible verdaderamente ayuda a enfriar el motor. Si es usada fuera del agua, ella puede ser sobrecalentada.

[At Pump Solutions Australasia](#), we have a great selection of submersible pumps, and other pumps as well. We will be happy to recommend the right pump for your needs. Please check out our website.

Peerless Pump Company 2005 Dr. M.L. King Jr. Street, P.O. Box 7026, Indianapolis, IN 46207-7026, USA Telephone: (317) 925-9661 Fax: (317) 924-7338 www.peerlesspump.com www.epumpdoctor.com
1 Revised 07/06

[http://www.peerlessxnet.com/documents/tibs/TIB-19 SUBMERSIBLE-MOTOR-PUMPS-VS-LINESHAFT-TURBINES.pdf](http://www.peerlessxnet.com/documents/tibs/TIB-19_SUBMERSIBLE-MOTOR-PUMPS-VS-LINESHAFT-TURBINES.pdf)

INFORMACIÓN TÉCNICA Boletín Número Diecinueve

BOMBAS DE MOTOR SUMERGIBLE VS TURBINAS DE EJE PARA SERVICIOS DE POZOS PROFUNDOS

Aunque en los Estados Unidos de América son usadas miles de bombas verticales, solamente un pequeño porcentaje de estas bombas son operadas por motores sumergibles. Peerless Pump, habiendo servido el mercado de bombas turbina de pozos profundos por muchos años, construye ambos tipos de equipos. La bomba de motor sumergible tiene ventajas; pero estas ventajas son evidentes principalmente en áreas metropolitanas fuertemente congestionadas. Un equipo de motor sumergible es generalmente silencioso cuando está en operación, excepto por el zumbido de los controladores y transformadores. Naturalmente este aspecto es de primera importancia cuando una bomba está instalada en un área residencial.

Un equipo de bombeo sumergible también tiene mayores cualidades estéticas porque la mayoría de los componentes de operación están debajo de la superficie del terreno. Nuevamente, este aspecto es de primera importancia en un área residencial de una ciudad. En algunos casos el equipo sumergible tendrá un menor costo de adquisición.

Los problemas comunes de todas las bombas sumergibles superan estas ventajas cuando la unidad es aplicada en un área agrícola. Estas desventajas aplican a ambos, el motor y la bomba. Vamos a considerar cada componente separadamente donde es posible.

MOTORES SUMERGIBLES

Un motor sumergible debe operar sumergido en un fluido el cual es un muy buen conductor. Naturalmente que el agua presenta muchos más problemas que el aire como un ambiente de operación. Los materiales de aislamiento pueden volverse extremadamente críticos. Adicionalmente, el agua bombeada del pozo profundo puede contener algunos materiales abrasivos. Estos materiales abrasivos deben ser excluidos del fluido de operación en el motor o ellos drásticamente reducen la vida de los cojinetes los cuales deben ser mantenidos a tolerancias relativamente cerradas para prevenir el bloqueo del rotor con el estator y la falla resultante. Algunos motores sumergibles utilizan un aceite dieléctrico para proveer mejores calidades de aislamiento y lubricación dentro del motor. Nuevamente, es necesario usar un sello de tipo mecánico para prevenir la pérdida de este aceite. Adicionalmente, la presión del aceite dentro del motor debe exceder la presión del agua exterior del motor para prevenir la entrada del agua en el motor y la falla subsecuente. Esto necesita una cámara de compensación dentro del motor en conjunto con un reservorio de aceite. Nuevamente, este tipo de diseño es altamente dependiente de una apropiada operación del sello mecánico en un fluido abrasivo. Todos los sellos mecánicos tienen una pequeña cantidad de goteo para lubricar las caras del sello. Así que la vida de operación del motor está determinada por la magnitud del goteo. La cara giratoria del sello puede efectivamente actuar como una bomba cuando las tolerancias del cojinete dentro del motor o el desalineamiento dentro del motor inducen movimientos radiales hacia afuera del anillo giratorio del sello.

Todos los motores sumergibles mayores a 10 HP utilizan un cojinete de empuje tipo Kingsbury para absorber el empuje hacia abajo de la unidad de bomba. Se debe usar este tipo de cojinete porque el diámetro del motor está limitado por el tamaño del pozo y un cojinete tipo Kingbury o de zapata basculante proporciona la máxima cantidad de capacidad de empuje en un diámetro limitado. Un cojinete tipo Kingsbury depende de una película delgada de fluido entre las zapatas y el plato de carga para soportar las partes giratorias del motor y resistir la carga de empuje total ejercida por la bomba. Una vez que esta película se rompe por cargas excesivas, aunque ellas sean de muy corta duración, el cojinete puede ser severamente dañado. Esto no sucede en un cojinete tipo de bolas como el usado en los motores verticales estándares los cuales resistirán sobrecargas extremadamente pesadas para una corta duración con una pequeña reducción en su vida útil total. Los motores sumergibles que utilizan agua como medio lubricante en el motor son más críticos que aquellos llenos con aceite cuando se consideran estas sobrecargas momentáneas.

Se debe observar que todas las bombas centrífugas del tipo turbina vertical están sujetas a fuerzas axiales que actúan en una dirección paralela al eje. Estas fuerzas son referidas como cargas de empuje hidráulico y deben ser tomadas por las balineras de carga en el motor. La carga de empuje hidráulico puede ser en dirección hacia arriba o hacia abajo.

La máxima carga de empuje hacia abajo en una bomba turbina vertical ocurre en capacidad cero o shut-off. Esta carga puede ser dos veces la carga de empuje normal de operación.

Aunque esta carga puede ser momentánea o de corta duración, un motor sumergible debe tener un cojinete de empuje, el cual es diseñado para tomar esta carga continuamente. Además, el cojinete de carga debe tener una capacidad excedente suficiente para tomar cargas de choque adicionales cualquiera que pueden ocurrir si hay válvulas de retención en el sistema.

Adicionalmente, para proteger contra las sobrecargas de alto voltaje en el sistema de energía, debe ser utilizado un pararrayos. No es necesario que las líneas de alimentación eléctrica sean alcanzadas por un rayo para coleccionar estos picos de alto voltaje; de hecho, si es sostenido el impacto directo, el daño usualmente resultará a las líneas eléctricas o al equipo eléctrico conectado a las líneas de poder no importando el equipo de protección provisto. Afortunadamente, los impactos directos son muy raros, mientras que los picos indebidos son frecuentes. Estos picos de voltaje pueden ser contrarrestados a través del uso de pararrayos apropiadamente seleccionados y aplicados. Un pico de alto voltaje puede perforar un pequeño hoyo en el aislamiento del motor. Todos los motores de las bombas son susceptibles a este peligro. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el costo de la falla en un motor sumergible puede ser un problema mucho mayor que si ocurriera la misma falla en una bomba de eje vertical. Si el motor dejara de funcionar por cualquier razón, el equipo sumergible deberá ser extraído. Adicionalmente, normalmente las empresas suministradoras de motores no son capaces de rebobinar o, en la mayoría de los casos, de reparar un motor sumergible. El nivel de competencia técnica requerido para ejecutar un servicio en los motores sumergibles es mayor que el requerido para atender un motor estándar y frecuentemente no está disponible.

CABLE DE PODER

Cuando se instala un motor sumergible se debe tener un extremo cuidado para no dañar el cable de poder. Un borde filoso en el ademe del pozo puede cortar el cable a medida que está siendo instalado y causar un corto circuito. Se sabe que el agua viaja cientos de pies hacia arriba y abajo en el cable debido a la acción de capilaridad en las fibras, de tal forma que la falla final no siempre ocurre en la fuente del daño.

El empalmado del cable de poder a los terminales del motor es otra área donde se debe tener extrema precaución. La falta de técnica al hacer este empalme puede resultar en la extraída y la reinstalación costosas. En algunos casos el empalme entre los terminales del motor y el cable de poder debe estar continuamente sumergido ya que éste requiere el enfriamiento con el agua del pozo para prevenir la rotura del aislamiento.

UNIDAD DE BOMBA

Las bombas sumergibles son diseñadas universalmente de forma tal que el motor es colocado debajo de los tazones de la bomba y el eje de la bomba está en compresión en lugar que a tensión como en una bomba turbina de eje para pozo profundo convencional. Cuando los cojinetes de camisas lubricados con agua en las unidades de los tazones de las

bombas se desgastan, el eje en compresión pierde su soporte y comienza a desequilibrarse, reduciendo así la vida de la bomba. Si no es reparada lo suficientemente rápido la unidad de tazones, se puede arruinar el motor sumergible. Siempre es difícil determinar desde la superficie las señales de que el desgaste está ocurriendo. Sin embargo, puede ocurrir la pérdida de un componente caro como el motor cuando el desgaste sucede en la unidad del tazón.

Es importante que todas las bombas sumergibles sean instaladas en pozos cuidadosamente desarrollados, ya que el juego lateral de la bomba debe ser ajustado antes de la instalación y existe un peligro de bloqueo por arena si la bomba es apagada mientras se está bombeando una cantidad excesiva de arena. Si el bloqueo por arena de la unidad de la bomba ocurre en la unidad del motor sumergible, debido a un desarrollo original de pozo inapropiado o por un cambio anormal de la estructura de la arena, es necesario extraer la bomba y el motor, liberar los impulsores y limpiar la arena de arriba del motor, bombear la arena del pozo y luego reinstalar la bomba y el motor. Una bomba turbina de eje vertical, normalmente puede ser liberada si la arena la bloquea, subiendo y bajando los impulsores desde la superficie. El bloqueo por arena en una bomba turbina de eje usualmente puede ser obviado por medio de la buena operación inicial fuera del sello del fondo.

Donde son bombeadas cantidades apreciables de abrasivos, un incremento de la luz inicialmente cerrada entre los impulsores y los tazones de un impulsor abierto o cerrado suministrado con las bombas sumergibles resulta en una pérdida de capacidad y eficiencia. Las bombas turbinas de eje pueden ser reajustadas para recuperar la mayor parte de esta pérdida. En una bomba de motor sumergible, es necesario extraer la bomba y el motor, reajustar la relación de los impulsores a la unidad de tazones y reinstalar la bomba y el motor. Siempre existe el peligro de que el motor quede enterrado en arena si la unidad sumergible es instalada cerca del fondo del pozo. El motor sumergible es dependiente del flujo de agua que pasa por el motor para propósito de enfriamiento y cuando la arena se acumula alrededor del motor el calor no se puede disipar y resulta en una falla del motor.

Cuando la unidad de bomba es una del tipo de eje vertical es bastante común para los competidores reemplazar las unidades de tazón, agregar extensión de columna y prestar servicio general de otras bombas a discreción del cliente. El fabricante de unidades de bomba de pozos profundos del tipo de motor sumergible tiene al cliente a su merced, ya que no es posible para otros fabricantes prestar servicio satisfactoriamente ya sea a la bomba o al motor. Esto representa completamente una ventaja al fabricante de motores sumergibles, ya que él está virtualmente asegurado del negocio de las reparaciones de cualquier equipo que él venda. Sin embargo, él deja al cliente en una pobre posición para negociar y, aunque él pueda tener diferencias personales con un fabricante dado, aquel no puede hacer otra cosa que continuar con el proveedor original.

Las bombas turbinas de eje vertical son mucho más versátiles que una unidad del tipo sumergible. Una bomba turbina de eje puede ser accionada por un motor vertical, un motor

de combustión interna con un engranaje angular, un motor horizontal con un engranaje angular, por medio de poleas y bandas planas o bandas en V conectadas a un motor.

Una bomba de motor sumergible debe rotar necesariamente a una velocidad constante. Esta velocidad será normalmente de 1760 RPM o 3450 RPM para corriente de 60 ciclos.

Una bomba de eje puede ser accionada por un motor de velocidad variable el cual puede llenar un amplio rango de condiciones de operación. También es posible operar una bomba turbina de eje con un motor horizontal de velocidad constante por medio del incremento o decremento de la relación de un engranaje angular para obtener cualquier velocidad de operación requerida para lograr la aplicación específica. De este modo, es evidente que una bomba turbina de eje puede ser impulsada por una variedad de fuentes de potencia, tales como electricidad, diesel, gas natural o gasolina.

Una bomba turbina de eje puede ser acondicionada para acciones alternativas en caso de fallas de energía. En el caso de unidades de motor sumergible es necesario montar un generador muy costoso establecido para suplementar el suministro normal de energía, ya que no puede ser utilizada una combinación de un motor de combustión interna y un cabezal de engranaje.

Generalmente, se puede establecer que a capacidades en exceso del 125% de la capacidad de diseño de una turbina vertical, puede ocurrir una condición de empuje hacia arriba. En una turbina vertical del tipo de eje esta condición de empuje hacia arriba es contrarrestada por el peso del eje. Cuando la fuerza de empuje hacia arriba excede el peso del eje, la carga en exceso es tomada en el cojinete del tipo de bolas cuando el acople del motor de arriba está empernado. Normalmente, esta condición de empuje hacia arriba ocurre cuando una bomba es encendida por primera vez y las condiciones de carga de los impulsores son demasiado bajas. Aunque este “empuje hacia arriba de arranque” normalmente es momentáneo, puede ser hasta del 100% al 200% del empuje normal de diseño hacia abajo.

Un motor sumergible depende de un cojinete tipo plato para tomar este momentáneo empuje hacia arriba. Un cojinete tipo plato es extremadamente limitado en capacidades y es raras veces diseñado para llevar las cargas a que está sometido. Las paradas y arranques del equipo de bombeo acentúan este problema en una sumergible.

Se puede encontrar un continuo empuje hacia arriba donde una bomba vertical es operada en condiciones de carga más bajas que las originalmente anticipadas. En una bomba tipo de eje vertical se puede proveer una protección continua contra el empuje hacia arriba asegurando el acople del motor superior que transmite esta carga al cojinete de bolas en el motor o en el engranaje de transmisión. Sin embargo, los motores sumergibles no son diseñados para tomar la carga continua del empuje hacia arriba. Hay numerosas fallas de sumergibles debidas a la operación a cabezas menores que las condiciones de diseño. En muchos casos es difícil evitar este problema de empuje hacia arriba porque el nivel estático del agua en el pozo es normalmente más alto que el nivel de bombeo lo cual induce

condiciones de baja carga en el momento del arranque por una corta duración después de que la bomba está girando. Donde el pozo baja al nivel de bombeo sobre un período de horas, se puede encontrar una seria y prolongada condición de empuje hacia arriba.

Cuando una bomba vertical es apagada, ella normalmente gira a la inversa a una velocidad de 120% a 150% de la velocidad normal hacia adelante. Cuando la bomba está rotando en reversa ella todavía desarrolla un empuje el cual es proporcional a la presión de descarga en cualquier punto dado en el tiempo. Algunos cojinetes de motor sumergible no son capaces de llevar estas cargas de empuje cuando ellas están rotando en dirección inversa.

Debido al diseño de un motor sumergible, el cual debe necesariamente estar limitado en diámetro para llenar los requerimientos del pozo, encontramos que sus características eléctricas son significativamente menos deseables que las de un motor vertical u horizontal convencional de apropiadas proporciones de diseño. La eficiencia de un motor sumergible es menor que la de un motor tipo convencional por las razones siguientes:

- a. Las limitaciones debidas al diámetro del pozo resultan en una eficiencia eléctrica más baja.
- b. La fricción del disco causada por la rotación del rotor en una cámara sellada de fluido, grandemente excede las pérdidas de un rotor convencional girando en el aire.
- c. Las pérdidas en el cable en kilovatios son equivalentes a las correspondientes pérdidas del eje en una bomba estándar tipo turbina.

Las proporciones del estator de un motor tipo sumergible son tales que el factor de potencia que se encuentra en la mayoría de los casos está de 5% a 6% debajo del correspondiente factor de potencia de un motor estándar de la misma clasificación. Se debe notar que el factor de potencia gobierna lo que es llamada la potencia reactiva requerida a ser transmitida sobre una línea para producir una cierta potencia útil. Esto significa que entre más bajo es el factor de potencia, más corriente debe ser transmitida para una salida dada del motor. Si el factor de potencia de un motor sumergible está 5% debajo de un motor tipo convencional, la fuente de potencia debe proveer a ese motor 5% más de potencia para una salida dada de la que sería necesaria en el caso de un motor con factor de potencia más alto.

Lo que sigue es una comparación típica de las características eléctricas de un motor sumergible de 100 HP, 1800 RPM, 440 voltios versus un motor vertical de eje hueco estándar.

Type	Efficiency			Power Factor			Full Load RPM	Starting Current Amps
	½	¾	F.L.	½	¾	F.L.		
Motor								
V.H.S. Motor	91.5	92.0	92.0	80	86	87.5	1770	1450
Submer. Motor	81.4	85.7	87.0	67	77.5	81.0	1750	1860

Las características típicas mostradas arriba fueron sometidas por un fabricante bien conocido tanto de motores verticales estándares como de motores sumergibles en los Estados Unidos de América. Usted observará que la eficiencia de un motor sumergible a plena carga es cinco puntos más baja que un motor vertical estándar comparable. En este caso el factor de potencia a plena carga es 6,5% más bajo en el motor sumergible. La corriente de arranque o de entrada es 28% más grande para el motor sumergible.

En una base evaluativa el motor sumergible con su más baja eficiencia y más bajo factor de potencia costaría mucho más sobre un período de años. Antes de tomar una decisión de adquirir una bomba tipo sumergible, esta evaluación debe hacerse sobre la base de las horas que la bomba estará en servicio en un período de diez años.

Un motor sumergible es más susceptible a fallar que un motor vertical convencional debido a las condiciones de sobrecarga, condiciones de bajo voltaje y picos de voltaje en el suministro eléctrico. Esto es debido a las limitaciones mecánicas puestas en el diseño. A causa de esta susceptibilidad es necesario tener precaución en la selección del equipo de control del motor en una aplicación sumergible. Si un motor sumergible es instalado, la protección de sobrecarga incorporada en el panel de control debe responder dentro de diez segundos para proteger el embobinado del motor. Normalmente los interruptores térmicos de sobrecarga o calentadores usados para los motores estándares no viajan lo suficientemente rápido para proteger un motor sumergible y debe ser usada una protección especial de viaje rápido en las tres líneas. Una cantidad de fabricantes de sumergibles en EUA no garantizan sus motores a menos que el circuito de poder esté protegido con estos calentadores especiales de viaje extra-rápido.

EVALUACION DE COSTOS ELÉCTRICOS PARA UNA MUNICIPALIDAD IMPORTANTE DEL SUOESTE DE LOS EUA

El trabajo comprendió cuatro unidades de bombas de 350 HP, 1760 RPM, 2300 Voltios, 3 Fases y 60 ciclos. La ciudad instaló estas cuatro unidades como sumergibles en 1961. Ellos experimentaron considerables dificultades con los motores sumergibles. Todas las cuatro unidades fueron extraídas y los motores reconstruidos al menos 14 veces en tres años. Cada vez que estas grandes sumergibles fueron extraídas esto costó a la ciudad \$1,000 y se estima que el fabricante del motor pagó un mínimo de \$70,000 en este período de tiempo.

En la actualidad la ciudad planea convertir las bombas sumergibles a bombas del tipo turbina de eje vertical. La evaluación de costos de energía ilustra el ahorro, más allá del costo de los problemas que ellos han encontrado en el pasado si ellos utilizan una bomba turbina de eje. En la base de una operación de ocho horas por día, ellos ahorrarán \$27,820 en un período de diez años. Si las unidades fueran a operar 24 horas por día el ahorro sería de \$83,460.

Hay que reconocer que este es uno de los peores ejemplos de servicio sumergible; pero podría ser considerado típico de los problemas que pueden ser encontrados y sus costos al usuario en relación al costo original del equipo.

CONCLUSIÓN

En nuestra opinión, una bomba sumergible puede tener lugar como una fuente de suministro de agua en áreas residenciales densamente pobladas. En esta aplicación las ventajas de la operación silenciosa, equipos que no obstruyen la superficie y bajo costo inicial de una sumergible pueden pesar más que las desventajas.

350 HP 4P 2300V

Evaluación del costo de energía a 0.013 por KWh

Sumergible (FI Eff 87.5) FI KW 299

Vertical Eje hueco (FI Eff 93.0) FI KW 281

(Las pérdidas en el cable de caída cancela las pérdidas en el eje)

Diferencia KW a plena carga 18

Ahorro anual por Motor para 8 horas por Día

Horas anuales = 8 horas x 365 días = 2,920

KWH Horas = 2920 horas x 18 KW = 53,500

Ahorro en 10 años por motor a la Ciudad por 8 horas diarias = \$ 6, 955.00

Ahorro en 10 años por motor a la Ciudad por 24 horas diarias = \$ 20,865.00

Ahorro total en 10 años a la Ciudad en la instalación actual de 4 Unidades:

8 horas por día = \$ 28,820.00

24 horas por día = \$ 83,460.00

Nosotros creemos que estos hechos le darán a usted una descripción realista del costo de energía de una instalación convencional versus una sumergible.

Adicionalmente a la pérdida real en el costo de energía a la Ciudad, es concebible que la esperanza de vida más corta de las sumergibles costarían a la Ciudad una cantidad de dinero adicional, proporcional a la extensión del riesgo de falla más allá de la garantía y los costos adicionales en mano de obra, tiempo muerto, gastos de cambio y/o de reparación.

<http://goulds.com/literature/>

Goulds fabrica ambos tipos de bombas y en la extensa literatura de su sitio web no describe ninguna ventaja de un tipo de bombas en relación a la otra.



vertical shaft turbine or submersible water well pumps



Books



Añadir a Mi colección ▾

Escribir reseña

GET PRINT BOOK

No eBook available

[Amazon.com](#)
[Casa del Libro](#)

[Find in a library](#)
[All sellers »](#)



G+1 0
★★★★★
0 Reviews
[Write review](#)

Hydraulics and Hydraulic Machines

By MADAN MOHAN DAS, MIMI DAS SAIKIA,
BHARGAB MOHAN DAS

vertical shaft turbine Go

[About this book](#)

Resultado 1 de 1 de vertical shaft turbine or submersible water well pumps en este libro

water in shallow tube well is not available. It is of small diameter, and can be lowered in the casing pipe of the tube well itself. To accommodate the pump in the casing pipe, the top 20 m to 30 m of the casing pipe is kept wider than the normal bore pipe as shown in the figure. The pump is made to work directly, coupled with the electric motor of a vertical shaft pipe. This submersible pump is becoming increasingly popular nowadays in deep tube well, as water from such deep tube well cannot be lifted by reciprocating or centrifugal pump due to limitation of suction head. There are two types of submersible pump—dry water type and wet water type. The dry type is enclosed in an air chamber. In the wet type, motor is always hung below the pump. The winding of the electric motor is insulated by a special plastic material which is impervious to water. The great advance has been made in the manufacture of this popular submersible motor pump in recent years.

Advantages

- The main advantage of this type of pump is that it prevents cavitation which usually occurs almost in all pumps.
- Submersible pumps push liquid to the surface as opposed to jet pumps.
- This pump is more efficient than jet pumps.
- Submersible pumps are useful in many applications such as drainage, sewage pumping, general industrial pumping and slurry pumping.
- Submersible pumps are useful in oil production to provide a relatively efficient lifting.
- This pump is much useful in lifting deep groundwater.

Disadvantages

- Construction is not easy. It requires a lot of observations and knowledge regarding the depth of installation.
- Cables of pump must be watertight and of high quality otherwise maintenance will be difficult.

17.2.6 Vertical Turbine Pump

This pump is also used to lift water from deep tube well of confined aquifer, and therefore, they





vertical shaft turbine or submersible water well pumps



Books

🔍 🔍 🔍 ↺ ↻ Añadir a Mi colección ▾ Escribir reseña

GET PRINT BOOK

No eBook available

[Amazon.com](#)
[Casa del Libro](#)

[Find in a library](#)
[All sellers »](#)



G+1 0
★★★★★
0 Reviews
[Write review](#)

Hydraulics and Hydraulic Machines

By MADAN MOHAN DAS, MIMI DAS SAIKIA,
BHARGAB MOHAN DAS

vertical shaft turbine Go

[About this book](#)



Resultado 1 de 1 de vertical shaft turbine or submersible water well pumps en este libro

Disadvantages

- (a) Construction is not easy. It requires a lot of observations and knowledge regarding the depth of installation.
- (b) Cables of pump must be watertight and of high quality otherwise maintenance will be difficult.

17.2.6 Vertical Turbine Pump

This pump is also used to lift water from deep tube well of confined aquifer, and therefore, they are sometimes called deep-well pumps. The different components of this pump are as shown in Figure 17.6. They are actually multi-stage vertical centrifugal pumps, and they are most efficient. As the centrifugal pumps are reverse of reaction turbine, they are called vertical turbine pumps. The multi-stage helps in increasing the delivery head. If the head required is high, the stage of the pump may be increased. The suction and delivery pipes in the pump are coaxial.

Advantages

- (a) It works under high head to deliver more discharge.
- (b) Efficiency of the pump is high.
- (c) Impellers and bowels are of high quality.
- (d) This pump is versatile and reliable, and its application is wide.
- (e) The priming is not required.

A
Ve

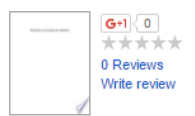
Books

GET PRINT BOOK

No eBook available

Amazon.com
Casa del Libro

Find in a library
All sellers »



Hydraulics and Hydraulic Machines

By MADAN MOHAN DAS, MIMI DAS SAIKIA,
BHARGAB MOHAN DAS

vertical shaft turbine

About this book

Resultado 1 de 1 de vertical shaft turbine or submersible water well pumps en este libro [Borrar búsqueda](#)

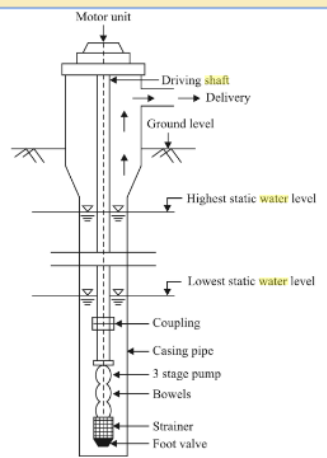


Figure 17.6 Vertical turbine pump for deep tube well.

Disadvantages

- (a) It is costly, and it needs skilled persons for installation.
- (b) It is not applicable to lift water from shallow unconfined aquifer.

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows.