

SOLICITUD DE PATENTE INTERNACIONAL

ALOJAMIENTO DE MÚLTIPLES PIEZAS PARA CONECTOR ELÉCTRICO DE BOMBA SUMERGIBLE

INVENTOR:

David Tanner

CAMPO DE LA INVENCION:

Esta descripción se refiere generalmente a conectores de cables de alimentación para bombas eléctricas sumergibles para pozos y, en particular, a un conector que tiene un alojamiento de múltiples piezas.

ANTECEDENTES:

Las bombas eléctricas sumergibles (ESP, por sus siglas en inglés) para pozos se usan frecuentemente para bombear líquidos de pozos productores de hidrocarburos. Una ESP típica incluye una bomba impulsada por un motor eléctrico. La tubería de producción, que comprende tubos que tienen extremos roscados asegurados entre sí, soporta la ESP en la mayoría de las instalaciones. Normalmente la bomba bombea fluido del pozo hacia la tubería de

producción. Un cable de alimentación se extiende junto a la tubería de producción hasta el motor para suministrar energía.

En un tipo de ESP, el cable de alimentación tiene normalmente en un extremo inferior un empalme que lo conecta a un conductor del motor. El conductor del motor se extiende junto a la ESP y tiene un conector o terminal de cable de motor en su extremo inferior que se conecta a un extremo superior del motor para suministrar energía. El conductor del motor puede tener tres conductores aislados atados juntos, uno para cada fase de energía que se suministra. Una tira de blindaje exterior se envuelve alrededor de los tres conductores aislados. Algunos cables de alimentación tienen fundas de plomo alrededor de cada conductor aislado para resistir el daño del sulfuro de hidrógeno que puede producirse en el pozo.

Se conoce una variedad de conectores de motor. En la mayoría de los tipos, cada uno de los tres conductores de energía se extiende en un alojamiento y une un alambre del motor. Diversos arreglos de aislantes aíslan eléctricamente los terminales de los conductores y alambre del motor. Además, puede dispensarse una carga epoxi alrededor de los conductores de energía en el alojamiento.

SUMARIO:

Un conector eléctrico para un motor de bomba sumergible de pozo incluye un alojamiento inferior que tiene un extremo inferior para asegurarse al motor. El alojamiento inferior tiene protuberancias que se proyectan hacia arriba. Las protuberancias tienen ejes que son paralelos entre sí que se ubican en un solo plano. Cada una de las protuberancias tiene una pared lateral externa anular. Un conducto se extiende a través de cada una de las protuberancias. Una línea eléctrica se extiende a través de cada uno de los conductos. Una bota de aislamiento se sella alrededor de la pared lateral externa de cada una de las protuberancias y una porción de cada una de las líneas eléctricas. Cada una de las botas de aislamiento sella una de las líneas eléctricas a una de las protuberancias. Un alojamiento superior se asegura al alojamiento inferior, el alojamiento superior tiene un interior que contiene las botas de aislamiento.

El alojamiento superior puede tener un primer y segundo miembros que se sujetan alrededor de las líneas eléctricas, cada uno del primer y segundo miembros tiene huecos. Los huecos del primer miembro se unen con los huecos del segundo miembro para definir cavidades dentro del interior del alojamiento superior. Cada una de las

cavidades recibe una de las botas de aislamiento y una porción de una de las líneas eléctricas.

Un arreglo de ranura y nervadura en extremos inferiores del primer y segundo miembros y a lo largo de un extremo superior del alojamiento inferior conecta el primer y segundo miembros al alojamiento inferior.

Una tira de blindaje metálica se envuelve alrededor de las líneas eléctricas. El alojamiento superior tiene una abertura superior oblonga definida por el primer y segundo miembros del alojamiento superior que se sujeta alrededor de y acopla por fricción la tira de blindaje cuando el primer y segundo miembros se sujetan juntos.

En la modalidad mostrada, cada uno del primer y segundo miembros tiene una cara interior, las caras interiores se enfrentan entre sí cuando el primer y segundo miembros se sujetan juntos. Los huecos del primer miembro se forman en la cara interior del primer miembro, y los huecos del segundo miembro se forman en la cara interior del segundo miembro. Cada uno de los huecos del primer y segundo miembros es semicircular cuando se ve en una sección transversal perpendicular a los ejes de las protuberancias.

La bota de aislamiento puede comprender una cinta envuelta alrededor de cada una de las protuberancias. Cada línea eléctrica puede tener una funda de plomo. La cinta puede estar formada de plomo y

envuelta alrededor de cada una de las protuberancias y una porción de cada una de las fundas de plomo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS:

La Figura 1 es una vista esquemática lateral de una bomba eléctrica sumergible suspendida en un pozo y que tiene un conector de motor eléctrico de acuerdo con la presente invención.

La Figura 2 es una vista lateral ampliada del conector de motor conectado al cabezal del motor.

La Figura 3 es una vista en sección del conector de la Figura 2, tomada a lo largo de la línea 3 - 3 de la Figura 2.

La Figura 4 es una vista en sección ampliada de parte del conector eléctrico de la Figura 3, tomada a lo largo de la línea 4 - 4 de la Figura 5.

La Figura 5 es una vista en sección de parte del conector eléctrico de la Figura 3, tomada a lo largo de la línea 5 - 5 de la Figura 4.

La Figura 6 es una vista en sección de parte del conector eléctrico de la Figura 3, tomada a lo largo de la línea 6 - 6 de la Figura 4.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION:

El método y sistema de la presente invención se describirá ahora más completamente de aquí en adelante con referencia a las figuras adjuntas en las que se muestran las modalidades. El método y sistema de la presente invención puede estar en muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitado a las modalidades ilustradas expuestas en la presente descripción; más bien, estas modalidades se proporcionan para que esta descripción sea completa y minuciosa, y transmita plenamente su alcance a los expertos en la técnica. Los números similares se refieren a elementos similares en toda la descripción. En una modalidad, el uso del término “aproximadamente” incluye $\pm 5\%$ de la magnitud mencionada. En una modalidad, el uso del término “sustancialmente” incluye $\pm 5\%$ de la magnitud mencionada.

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

La Figura 1 es una vista de una sección en elevación de un pozo entubado 11 que tiene equipos en el interior del pozo que comprenden un sistema de bombeo eléctrico sumergible (ESP) 13, que está dispuesto en una cadena de tuberías de producción 15. La ESP 13 incluye un motor eléctrico 17, una sección de sello/ecualizador 19, un separador de gas opcional 21 y una bomba 23. El motor 17 es normalmente un tipo AC trifásico. La bomba 23 puede comprender una bomba centrífuga u otro tipo, tal como una bomba de cavidad progresiva. Las entradas de fluido 25 en el separador 21 proporcionan un conducto para recibir fluido en la bomba 23. Si no se usa un separador de gas, las entradas de fluido 25 estarían en el extremo inferior de la bomba 23.

Un cable de alimentación 27 se extiende en el interior del pozo junto a la tubería 15, terminando en un empalme o conexión 29 que acopla eléctricamente el cable de alimentación 27 a un conductor de motor 31, que puede considerarse parte del cable de alimentación 27. El conductor de motor 31 tiene un conector de motor 33 en su extremo inferior que conecta eléctricamente y asegura el conductor de motor 31 a un receptáculo 35 del motor eléctrico 17. Alternativamente, el cable de alimentación 27 puede extenderse todo el trayecto desde la superficie al conector de motor 33, eliminando de esta manera la necesidad para la conexión de cable 29.

Con referencia a la Figura 2, la base de receptáculo 35 se forma en un cabezal 37 del motor 17. El cabezal 37 se asegura mediante roscas a un alojamiento 38 del motor 17. En este ejemplo, la base de receptáculo 35 es una superficie plana orientada hacia arriba y ligeramente inclinada en relación con un eje longitudinal del cabezal 37. Los términos “hacia arriba”, “hacia abajo”, “superior”, “inferior” y lo similar se usan solo por conveniencia porque la ESP 13 puede instalarse en porciones inclinadas del pozo entubado 11 que pueden ser horizontales.

El conector 33 tiene un alojamiento inferior 39 con una pestaña que tiene ranuras 41 en lados opuestos para recibir pernos 43. Los pernos 43 acoplan agujeros roscados en el cabezal 37, asegurando el conector 33 al motor 17. El conector 33 también tiene un alojamiento superior 45, que en este ejemplo comprende un primer y segundo miembros 45a, 45b sujetos alrededor del conductor de motor 31. El alojamiento superior 45 se asegura al alojamiento inferior 39.

Con referencia a la Figura 3, el conductor de motor 31 tiene líneas eléctricas 47 para suministrar energía a las tres fases del motor 17. Las líneas eléctricas 47 dentro del conductor de motor 31 se ubican lado a lado con sus líneas centrales en un solo plano. Un blindaje 49 que comprende una tira de metal se envuelve helicoidalmente alrededor de las líneas eléctricas

ensambladas 47. Cada línea eléctrica 47 tiene un terminal de conector eléctrico convencional 51 en un extremo inferior. Los terminales 51 pueden aislarse eléctricamente en una variedad de maneras. En este ejemplo, los terminales 51 están aislados por un bloque aislante superior 53, un bloque de sello elastomérico 55 y un bloque aislante inferior 57. Las líneas eléctricas 47 se extienden en orificios proporcionados en el bloque aislante superior 53, bloque de sello 55 y bloque aislante inferior 57.

Los alambres de motor 59 se extienden hacia arriba desde el interior del motor 17 y tienen terminales eléctricos 61 en sus extremos superiores que acoplan terminales de líneas eléctricas 51. En este ejemplo, los terminales de alambres de motor 61 son pasadores y los terminales de líneas eléctricas 51 son mangas, pero ese arreglo podría invertirse. Los alambres de motor 59 se extienden a través de orificios en un aislante de cabezal 63. El aislante de cabezal 63 se monta dentro de una abertura 64 en el cabezal de motor 37.

Con referencia a la Figura 4, cada línea eléctrica 47 comprende un conductor de cobre 65 rodeado por una o más capas de aislamiento eléctrico 67. En esta modalidad, una funda de plomo 69 enfunda cada capa de aislamiento 67. La funda de plomo 69 bloquea el sulfuro de hidrógeno, el cual es producido en algunos pozos, del contacto perjudicial con la capa de aislamiento 67. Las

fundas de plomo 69 de líneas eléctricas adyacentes 47 pueden tocarse mientras están ensambladas lado a lado dentro del conductor de motor 31 y envueltas con el blindaje 49. El blindaje 49 se extiende una distancia seleccionada hacia abajo en el alojamiento superior 45. Las líneas eléctricas 47 se extienden lateralmente separadas entre sí a medida que se extienden debajo del blindaje 49 en una parte inferior del alojamiento superior 45.

El alojamiento inferior 39 es un miembro de una única pieza con tres protuberancias que se extienden hacia arriba, mencionadas en la presente descripción como protuberancias 71. Cada protuberancia 71 tiene un conducto 73 a través de esta que recibe una de las líneas eléctricas 47. Cada conducto 73 se extiende desde el extremo superior de una de las protuberancias 71 hacia abajo hasta una cámara de aislamiento 75. La cámara de aislamiento 75 tiene una pared orientada hacia abajo 77 y contiene los aislantes para los terminales 51, que en este caso comprenden el bloque aislante superior 53, bloque de sello 55 y bloque aislante inferior 57, como se muestra en la Figura 3. Cada conducto 73 tiene un extremo inferior en la pared de cámara de aislamiento 77. Los conductores 65 y las capas de aislamiento 67 de líneas eléctricas 47 se proyectan hacia el interior de la cámara de aislamiento 75, pero las fundas de plomo 69 pueden tener extremos inferiores en la pared de cámara de aislamiento 77, como se muestra.

Cada protuberancia 71 tiene un eje 79, y los ejes 79 son paralelos entre sí y se ubican en un solo plano. Cada protuberancia 71 tiene una pared lateral exterior anular 81, que puede ser cónica, como se muestra. El diámetro de la pared lateral exterior 81 puede ser más pequeño en el extremo superior que en el extremo inferior de cada protuberancia 71. Las paredes laterales exteriores 81 están separadas lateralmente entre sí en el plano que contiene los ejes 79.

Las envolturas de cinta de plomo 83a, 83b y 83c, que también pueden mencionarse como botas de aislamiento, sellan cada línea eléctrica 47 a una de las protuberancias 71. Cada envoltura de cinta de plomo 83 se elabora envolviendo una cinta o lámina delgada de plomo helicoidalmente alrededor de la pared lateral exterior 81 de cada protuberancia 71 y una porción de la funda de plomo 69 en cada línea eléctrica 47. Cada vuelta de la cinta de plomo de cada envoltura de cinta de plomo 83a, 83b, 83c se superpone para formar un sello hermético a los fluidos donde la funda de plomo 69 entra en el conducto 73. La cinta de plomo que forma las envolturas de cinta de plomo 83a, 83b, 83c puede ser convencional y puede no requerir una capa adhesiva para hacer que la superposición de tiras de cinta se autosellen entre sí. Una propiedad del material de plomo es que se unirá a sí mismo, o que es altamente cohesivo. Cada una de las tres envolturas de

cinta de plomo 83a, 83b, 83c se extiende hacia arriba desde la base de una de las protuberancias 71 una distancia seleccionada alrededor de una de las fundas de plomo 69. Las envolturas de cintas de plomo 83a, 83b, 83c también se autosellarán a las fundas de plomo 69.

La envoltura de cinta de plomo central 83b tiene una superficie exterior cónica recta desde su extremo inferior hasta su extremo superior. Cada una de las envolturas de cinta de plomo laterales o externas 83a, 83c también tiene superficies exteriores cónicas, pero la forma cónica tiene una porción inferior que se extiende y una porción inclinada hacia adentro. Las porciones inclinadas de las envolturas de cinta de plomo 83a, 83c se inclinan hacia la envoltura de cinta de plomo central 83b debido a las porciones inclinadas de los dos alambres eléctricos externos 47. Estas porciones inclinadas de los dos alambres eléctricos externos unen las porciones axiales que se extienden a través de las protuberancias 83a, 83c con las porciones axiales dentro del blindaje 49. Las envolturas de cinta de plomo 83a, 83b, 83c no se tocan entre sí en este ejemplo. Un técnico preparará las envolturas de cinta de plomo 83a, 83b, 83c antes de unir los miembros de alojamiento superior 45a, 45b al alojamiento inferior 39.

La Figura 4 ilustra el lado interior del primer miembro de alojamiento superior 45a; el segundo miembro de alojamiento superior 45b tendrá las mismas

características porque los lados interiores son imágenes espejo entre sí. Cada primer y segundo miembro 45a, 45b tiene una cara interior 85 que es una superficie plana en un plano paralelo al plano que contiene los ejes 79. Cada cara interior 85 tiene tres canales o huecos lateralmente separados 87a, 87b y 87c formados en ella. Cada hueco 87a, 87b y 87c tiene una porción inferior configurada como un canal cónico para recibir estrechamente la mitad de una de las envolturas de cinta de plomo 83a, 83b, 83c. El hueco 87b es el hueco central, y cuando se observa en una vista en planta como en el ejemplo de la Figura 4, tiene una porción inferior cónica para coincidir con el contorno de la envoltura de cinta de plomo central 83b. Los huecos laterales 87a y 87b tienen porciones inferiores cónicas que coinciden con los contornos de las envolturas de cinta de plomo laterales 83a, 83c. Cada hueco 87a, 87b, 87c tiene una porción superior 88a, 88b, 88c que es un canal semicilíndrico que recibe estrechamente una porción de cada línea eléctrica 47 por encima de las envolturas de cinta de plomo 83a, 83b, 83c.

La cara interior 85 tiene dos porciones de borde 89 que son planas y en el mismo plano que el resto de la cara interior 85. Una porción de borde 89 está entre los huecos 87a y 87b, y la otra está entre los huecos 87b y 87c. Una porción de borde 89 separa la envoltura de cinta de plomo exterior 83a de la envoltura

de cinta de plomo central 83b. La otra porción de borde 89 separa la envoltura de cinta de plomo exterior 83c de la envoltura de cinta de plomo central 83b. Las partes superiores de las porciones de borde 89 separan las porciones superiores de huecos 88a, 88b, 88c entre sí.

Cada hueco 87a, 87b, 87c, que incluye su porción superior 88a, 88b, 88c, es semicircular cuando se ve en el plano de sección transversal de la Figura 5. Los huecos 87a, 87b, 87c en el primer miembro 45a se unen con los huecos 87a, 87b, 87c del segundo miembro 45b para definir cavidades que son circulares en el plano de sección transversal de la Figura 5. Las cavidades definidas por las porciones inferiores de los huecos 87a, 87b, 87c que se unen son cónicas. Las cavidades definidas por las porciones superiores 88a, 88b, 88c de los huecos que se unen son cilíndricas. Las porciones inferiores de los huecos que se unen 87a, 87b, 87c del primer miembro 45a y el segundo miembro 45b rodean y entran en contacto con las superficies completas de las envolturas de cinta de plomo 83a, 83b, 83c, respectivamente. Las porciones superiores semicilíndricas 88a, 88b, 88c de los huecos definen cavidades cilíndricas que rodean y entran en contacto con las superficies exteriores completas de una porción superior de las líneas eléctricas 47 que se extienden desde las envolturas de cinta de plomo 87a, 83b, 83c. El contacto restrictivo proporcionado por los

huecos 87a, 87b, 87c y sus porciones superiores 88a, 88b, 88c mitiga contra la expansión explosiva de las capas de aislamiento 67, que de cualquier otra manera podría ocurrir debido a una rápida disminución de la presión a medida que se recupera la ESP 13.

Con referencia a la Figura 6, que es un plano de sección tomado cerca del extremo superior del alojamiento 45, una depresión o canal ancho 91 se forma en la cara interior 85 de cada uno del primer y segundo miembros de alojamiento 45a, 45b. La depresión 91 en el primer miembro de alojamiento 45a se une con la depresión 91 en el segundo miembro de alojamiento 45b para definir una abertura oblonga 93. La abertura 93 está dimensionada para recibir y sujetar el blindaje 49 del conductor de motor 31.

Con referencia nuevamente a la Figura 4, cada depresión 91 se extiende hacia abajo desde el extremo superior del miembro de alojamiento 45a hasta una intersección con las tres porciones superiores de huecos 88a, 88b, 88c. Esta intersección ocurre donde las tres líneas eléctricas 47 convergen en un contacto lado a lado entre sí. La depresión 91 se extiende una distancia sustancialmente igual a la longitud que el blindaje 49 se extiende en el alojamiento superior 45.

Los miembros de alojamiento superior 45a, 45b pueden sujetarse alrededor de las tres líneas eléctricas 47 y asegurarse al alojamiento inferior 39 de diversas

maneras. En este ejemplo, el alojamiento inferior 39 tiene una ranura externa orientada hacia fuera 95 formada en este a una corta distancia por debajo de las protuberancias 71. Cada miembro de alojamiento superior 45a, 45b tiene una nervadura de acoplamiento que se proyecta hacia adentro 97 que encaja dentro de la ranura 95. El arreglo de nervadura y ranura podría invertirse. Los miembros de alojamiento superior 45a, 45b tienen orificios de sujetador 99 que se extienden a través de estos para recibir los sujetadores 101. El orificio de sujetador 99 en el miembro de alojamiento superior 45a puede ser roscado, como se muestra en la Figura 5. Apretar los sujetadores 101 acerca las caras interiores 85 una hacia la otra. Cuando están totalmente apretados, los miembros de alojamiento superior 45a, 45b aplicarán una compresión a las envolturas de cinta de plomo 83a, 83b, 83c y a la porción de las líneas eléctricas 47 entre las envolturas de cinta de plomo 83a, 83b, 83c y blindaje 49. Además, se aplicará compresión a la porción de blindaje 49 dentro del orificio oblongo 93. Cuando los sujetadores 101 están completamente apretados, las caras interiores 85 del miembro de alojamiento superior 45a, 45b pueden hacer contacto entre sí, o podría existir una ligera holgura.

Para ensamblar el conector 33 en el conductor de motor 31, un técnico acoplará los terminales 51 a los extremos inferiores de las líneas eléctricas 47 y pasará

cada uno a través de uno de los conductos de alojamiento inferior 73 a través del bloque aislante 53, bloque de sello 55 y en el bloque aislante 57 del alojamiento inferior. Después envolverá las cintas de plomo alrededor de las protuberancias 71, formando las envolturas de cinta de plomo 83a, 83b, 83c. Colocará uno de los miembros de alojamiento superior 45a, 45b en un lado de las líneas eléctricas 47 y acoplará la nervadura 97 con la ranura 95. Posicionará las envolturas de cinta de plomo 83a, 83b, 83c en los huecos abiertos 87a, 87b, 87c y una porción de las líneas eléctricas 47 en las porciones superiores de huecos 88a, 88b, 88c. Posicionará el blindaje 49 en la depresión 91. Después, el técnico colocará el otro miembro de alojamiento superior 45a, 45b en el lado opuesto con las caras interiores 85 enfrentadas entre sí, y su nervadura 97 acoplando la ranura 95. Después, el técnico sujeta los miembros de alojamiento superior 45a, 45b junto con los sujetadores 101. Los miembros de alojamiento superior 45a, 45b no forman un sello alrededor del blindaje 49 pero proporcionan restricción. No es necesario llenar los miembros de alojamiento superior sujetos 45a, 45b con epoxi.

La presente invención descrita en la presente descripción, por lo tanto, se adapta bien para llevar a cabo los objetivos y lograr los fines y ventajas mencionados, así como también otros que le son

inherentes. Si bien solo se han dado unas pocas modalidades de la invención para los fines de la descripción, existen numerosos cambios en los detalles de los procedimientos para lograr los resultados deseados. Por ejemplo, el alojamiento superior podría estar formado en una pieza y conectado al alojamiento inferior por un acoplamiento roscado. Estas y otras modificaciones similares se plantearán fácilmente por sí solas a los expertos en la técnica, y están previstas para estar comprendidas dentro del espíritu de la presente invención descrita en la presente descripción y el alcance de las reivindicaciones adjuntas.