

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 674 405**

51 Int. Cl.:

C23C 28/00 (2006.01)

C23C 2/26 (2006.01)

C23C 30/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2006 E 11169291 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.05.2018 EP 2365108**

54 Título: **Un cable de alambres de acero para su uso en un sistema de accionamiento**

30 Prioridad:

21.12.2005 EP 05112555

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

29.06.2018

73 Titular/es:

**BEKAERT ADVANCED CORDS AALTER NV
(100.0%)
Léon Bekaertlaan 5
9880 Aalter, BE**

72 Inventor/es:

**VANBRABANT, JOHAN;
VANDENBRANDEN, WOUTER;
LEFEBVRE, DOMINIQUE;
BRUYNEEL, PAUL y
VANCOMPERNOLLE, STIJN**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 674 405 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Un cable de alambres de acero para su uso en un sistema de accionamiento

5 Campo de la invención

La invención se refiere al campo de los cables de alambres de acero, en particular a cables de alambres de acero que deben soportar circunstancias corrosivas durante su funcionamiento. Dichos cables de alambres de acero pueden encontrarse en muchos sistemas de accionamiento, tales como un elevador de ventana para puertas de automóvil o un sistema de accionamiento para puertas correderas, o para techos de lona, o un sistema de accionamiento de puertas de garaje o un cable elevador, por nombrar sólo algunos. La invención ofrece un tipo de cable más resistente a la corrosión, a la vez que mantiene buenas propiedades de fatiga y ofrece mejores propiedades de fricción.

15 Antecedentes de la invención.

Los cables de alambres de acero son, en muchos casos, el medio preferido para transportar fuerza y movimiento (es decir, de trabajo) a bajo costo a lo largo de una distancia, de metros a kilómetros. Pueden fabricarse cables muy flexibles - para que el cable pueda acomodar pequeñas poleas de flexión - usando alambres con diámetros finos. Cuando se ensambla un cable a partir de alambres de acero estirados y conformados en frío, puede aumentarse la resistencia del mismo, lo que permite la transmisión de mayores fuerzas. Adicionalmente, el módulo de elasticidad es similar al del acero y puede minimizarse la elongación del cable, lo que elimina la holgura en el sistema de accionamiento. Los cables pueden estar diseñados para soportar los repetidos movimientos de flexión, torsión o estirado que se producen en tales sistemas de accionamiento. De hecho, los cables de alambres de acero son fiables dado que puede predecirse el límite de fatiga con precisión, mediante pruebas que simulan el uso real de los cables. Finalmente, los cables de alambres de acero presentan un coeficiente de fricción favorable con respecto a las piezas de desgaste, una propiedad que, en muchos casos, permite reemplazar las poleas de flexión por guías de cable fijas, con el consecuente y considerable ahorro en los costes del sistema de accionamiento.

Desafortunadamente, la mayoría de los tipos de acero tienden a oxidarse cuando se ven sometidos a condiciones que aumentan la corrosión (tal como el uso al aire libre, pero también en los huecos interiores de ascensor o dentro de la puerta de un automóvil). En este sentido, la corrosión resulta perjudicial y puede reducir drásticamente el nivel de fatiga previsto, lo que conlleva fracturas prematuras y fatales. Tal mecanismo se conoce en el campo como "fatiga por corrosión", es decir, los fenómenos de fatiga que se producen cuando la carga dinámica del cable se lleva a cabo en un entorno corrosivo. Los expertos conocen ciertas soluciones habituales para reducir dicha corrosión:

- pueden usarse aceros inoxidables, que son menos propensos a la corrosión (tal como AISI 306, AISI 314). Desafortunadamente, tales aceros a menudo solo funcionan bien en aplicaciones corrosivas estáticas, es decir en las que no está involucrada dinámica alguna. Cuando los cables se flexionan repetidamente sobre las poleas, la capa de óxido que se forma sobre el acero inoxidable sufre una continua abrasión, lo que provoca un desgaste excesivo de los filamentos y una menor longevidad a la fatiga.
- quizás la solución más antigua es usar cables que estén recubiertos individualmente con un revestimiento protector. Para no influir adversamente en las restantes propiedades del cable, dicho revestimiento será preferentemente metálico. A este respecto, los revestimientos más preferidos son los de zinc o aleaciones de zinc, que se aplican a través de un proceso de inmersión en caliente sobre el alambre de acero. Durante la inmersión en caliente se forman capas intermedias de aleación, asegurando una buena adhesión del revestimiento al alambre de acero. Tales revestimientos proporcionan al acero una protección sacrificial anticorrosión.
- la encapsulación del cordón en un polímero también es una técnica conocida. Tal encapsulación debe resistir la dinámica del sistema de accionamiento, para evitar que la atmósfera corrosiva alcance la superficie del acero. El documento WO 03/044267 describe un cable de este tipo. La solución proporciona una excelente protección contra la corrosión, en combinación con excelentes propiedades de fatiga, pero es algo más rígida, no presenta unas propiedades de fricción demasiado buenas, y es más costosa.
- la aplicación de aceites, grasas, lodos o geles inhibidores de la corrosión. Dichos geles deberán permitir una serie de propiedades en el cable de alambres de acero y en muchos casos constituyen un compromiso entre diferentes propiedades (costo, medioambiente, rendimiento de la fatiga, etc.). En el documento US 6106741 puede encontrarse un ejemplo.

Por lo tanto, el estado actual de la técnica para cables de sistemas de accionamiento está dominado por cables de alambres de acero recubiertos por zinc o aleaciones de zinc, que se sumergen en un lubricante. El grosor del revestimiento de zinc o aleaciones de zinc se elige para que resista un cierto número de horas, en un ambiente corrosivo. Tales ensayos de corrosión son ampliamente conocidos en el campo como norma ISO 9227 (los equivalentes nacionales son ASTM B117 o DIN 50021). En este ensayo se cuelgan unas muestras, obtenidas del fabricante del cable de alambres de acero, en una cámara cerrada llena de una nebulosa que se mantiene a una humedad relativa del 100 %, a una temperatura de 35 °C. La atmósfera dentro de la cámara se satura por medio de

una pulverización circulante de agua, que contiene un 5 % en peso de NaCl. Según se describe en la norma ISO 9227.

El progreso de la corrosión se monitorea visualmente de manera regular (por ejemplo, cada 24 horas), y se clasifica en una serie de clases ('puntos de óxido marrón claro', 'manchas de óxido marrón claro', 'puntos de óxido marrón oscuro', 'manchas de óxido marrón oscuro' y '5 % de la superficie cubierta con óxido marrón oscuro'). En lo sucesivo, el número de horas en las que se mantiene la pulverización salina durante este ensayo es hasta que aparecen "manchas de óxido marrón oscuro" en la muestra. En la actualidad, los cables de alambre deben resistir la pulverización salina durante un mínimo de 72 horas antes de su aceptación en la industria automotriz.

El lubricante se elige para optimizar la longevidad a la fatiga. Pueden obtenerse estimaciones de la longevidad a la fatiga mediante procedimientos de prueba específicos, que simulan el uso real del cable en el sistema de accionamiento. Por lo tanto, existe una serie de bancos de prueba patentados disponibles para determinar dicha longevidad a la fatiga. Una prueba públicamente disponible es la norma MIL-W-83420, que se utilizaba (y aún se utiliza) ampliamente para probar 'cables para aeronave'.

Otra técnica relacionada es:

- el documento JP63195282 describe una lámina de acero con una película orgánica sobre una capa de cromato, sobre una capa chapada. La película orgánica comprende un aceite (mineral, animal, vegetal, animal sintético o vegetal sintético) dispersado en agua con cera, y un coloide o sol coloidal de uno o más óxidos tales como SiO₂, Cr₂O₃, Fe₂O₃, Fe₃O₄, MgO, ZrO₂, SnO₂ y Al₂O₃ para una mayor capacidad operativa, una mayor resistencia a la corrosión y una mayor adhesión a la pintura de la lámina de acero.

- el documento JP2004124342 describe un cable elevador de ventanas, que comprende cordones de alambre de acero inoxidable galvanizados. Los cordones se compactan antes de cerrar el cable. El cable puede estar provisto adicionalmente de un lubricante sólido. Se reivindica una reducción en el desgaste del cable, debido a la superficie alisada de los cordones del cable.

En la industria, existe la iniciativa constante para utilizar cables de alambre más finos, con igual o mayor resistencia, con el fin de reducir el tamaño de los sistemas de accionamiento a la vez que se aumenta la protección contra la corrosión y la longevidad a la fatiga. El uso de los revestimientos conocidos de zinc o de aleaciones de zinc implica un conflicto entre la resistencia y la protección contra la corrosión. Dado que la protección contra la corrosión del revestimiento es más o menos proporcional al espesor del mismo, debe mantenerse un espesor mínimo del revestimiento para cumplir con los requisitos de protección contra la corrosión. Sin embargo, a medida que se usan alambres cada vez más finos, el revestimiento ocupa una cantidad creciente del área de sección transversal de los alambres. Dado que el revestimiento no aumenta la resistencia del alambre, los cables más finos presentan una relativa pérdida de la resistencia, en comparación con sus contrapartidas más gruesas, debido a esto.

Sumario de la invención.

Por lo tanto, un primer objeto de la invención es proporcionar un cable de alambres de acero que supere los problemas del pasado. Más en particular, un objeto de la invención es proporcionar un cable de alambres de acero que combine una buena resistencia a la corrosión sin ceder a la solidez. Un objetivo adicional es proporcionar un cable de alambres de acero con unas propiedades de fricción mejoradas. Los inventores han investigado un inhibidor de la corrosión particularmente sencillo, adaptado al uso específico con cables de sistemas de accionamiento, que sea eficaz, económico, respetuoso con el medio ambiente y fácil de aplicar: otro objetivo de su invención.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un cable de alambres de acero que está destinado a su uso en un sistema de accionamiento. Los cables de alambres de este tipo tienen un diámetro inferior a 5 mm, aunque resultan más preferidos los tamaños inferiores a 3 mm, mientras que hoy en día son más populares los tamaños de 2 mm y 1,5 mm. Los inventores creen que continuará la tendencia hacia cables de alambres de menor diámetro, y prevén que en el futuro serán posibles cables con 1 mm de diámetro.

El cable de alambres de acero se ensambla con alambres de acero revestidos con zinc o aleaciones de zinc. El acero utilizado para producir estos alambres es acero con un alto contenido de carbono, dado que se necesita una resistencia elevada. Tales aceros presentan composiciones de acuerdo con las siguientes directrices: un contenido de carbono entre el 0,35 y el 1,15 % en peso, preferentemente un contenido de carbono entre el 0,60 y el 1,00 % en peso, un contenido de manganeso entre el 0,30 y el 0,70 % en peso, un contenido de silicio entre el 0,10 y el 0,60 % en peso, un contenido máximo de azufre del 0,05 % en peso, un contenido máximo de fósforo del 0,05 % en peso. No se excluye la microaleación con elementos particulares, tales como cromo, níquel, vanadio, boro, cobalto, cobre, o molibdeno en cantidades que varían del 0,01 al 0,08 % en peso, ya que esta aleación puede ayudar a alcanzar niveles de resistencia más elevados.

Algunos revestimientos particularmente populares para estos alambres de acero son:

- un revestimiento de zinc técnicamente puro, de modo que también incluya impurezas inevitables
- un revestimiento de zinc aleado intencionalmente, del cual se prevén en particular los siguientes:
 - aleaciones de zinc y aluminio, tales como las que comprenden de un 2 a un 12 % en peso de Al y un mischmetal tal como cerio o lantano, siendo el resto zinc. Estos resultan particularmente preferidos por sus propiedades anticorrosivas (véase, p. ej., el documento EP 0 550 005 B1)
 - Aleaciones de zinc y hierro, tales como las que comprenden de un 0,3 a un 1,5 % en peso de Fe, o aquellas que comprenden de un 15 a un 25 % en peso de Fe, siendo el resto es zinc. El hierro puede originarse del propio sustrato de acero.
 - una aleación de zinc y estaño. Este es un revestimiento al que se le atribuyen propiedades de fricción favorables (véase, p. ej. el documento DE 195 12 180 A1)
 - Aleaciones de zinc y níquel, tales como las que comprenden de un 20 a un 30 % en peso de níquel, siendo el resto zinc.

Cabe observar cuenta que el recubrimiento del cable generalmente se lleva a cabo sobre un alambre de acero de diámetro intermedio, que, posteriormente, se estira a través de una serie de matrices hasta obtener diámetros más finos. Durante el estirado, la resistencia a la tracción del alambre aumenta gradualmente, un aumento claramente apreciable en los alambres de acero con un alto contenido de carbono, como los previstos en la presente solicitud. Por lo general, los alambres de acero presentan resistencias a la tracción superiores a 1750 MPa, habitualmente por encima de 2500 MPa, o más preferentemente por encima de 2750 MPa, o incluso por encima de 3000 MPa. Estas mayores resistencias a la tracción son necesarias para poder reducir aún más el diámetro del cable de alambres. Los diámetros de los alambres para este tipo de cable rara vez superan los 0,25 mm y, preferentemente, están por debajo de 0,22 mm, siendo aún más preferente que estén por debajo de 0,15 mm. El uso de muchos alambres de diámetro fino resulta en un cable que es más resistente a la fatiga que un cable con menos alambres que tengan un mayor diámetro.

Los alambres se ensamblan en trenzas, que pueden o no ensamblarse adicionalmente en cables de alambres. Las configuraciones habituales en el campo son 7x7, 7x19, 19 + 8x7, 19W + 8x7, 7x8, 8x7, 8x8, 19 + 9x7, 1x3 + 5x7, por nombrar solo algunas. Por ejemplo, la fórmula 7x8 designa un cable que consta de 7 trenzas, cada una de las cuales consta de 8 alambres. Una trenza consiste en un alambre de núcleo, alrededor del cual están helicoidalmente retorcidos 7 alambres exteriores, con determinado paso. Seis de dichas trenzas están retorcidas alrededor de una trenza de núcleo central, de nuevo con un paso definido. Los diámetros de los alambres exteriores se eligen preferentemente de manera que encajen fácilmente alrededor del alambre de núcleo. Del mismo modo, el diámetro de la trenza de núcleo puede elegirse de manera que se adapte al diámetro de las trenzas exteriores. Las trenzas pueden producirse capa por capa, retorciendo alambres alrededor de trenzas intermedias, formando así una configuración ejemplar de un alambre de núcleo rodeado por seis alambres, nuevamente rodeados por doce alambres, lo que resulta en una configuración 1 + 6 + 12, que se abrevia como trenza de 19 alambres. Un caso especial es aquel en el que los diámetros de los alambres se eligen de forma que se ajusten perfectamente, tal como en una configuración de Warrington (como en el núcleo de la construcción de tipo 19W + 8x7). Los 19 alambres se ensamblan entre sí con el mismo paso. A veces se compactan las trenzas antes del cableado, o incluso se compactan los cables completos. A veces, una fibra reemplaza el alambre de núcleo. La idea de la invención de la presente solicitud es aplicable por igual a todas estas variaciones.

Habitualmente, la cantidad de revestimiento en el alambre se expresa en gramos de revestimiento por metro cuadrado de superficie del alambre. Dado que el revestimiento no aumenta la resistencia del cable, deberá ser lo más delgado posible sin poner en peligro la resistencia a la corrosión. Ejemplos de cantidades de revestimiento convencionales son - el número entre paréntesis se refiere al espesor promedio para un correspondiente revestimiento de zinc que tenga una densidad de 7140 kg/m³ - mínimo 30 g/m² (4,2 µm). Sin embargo, para el presente cable metálico de la invención resultan más preferibles cantidades más bajas, tal como inferiores a 25 g/m² (3,5 µm), o inferiores a 20 g/m² (2,8 µm), o incluso inferiores a 15 g/m² (2,1 µm). Los inventores creen que podrían obtenerse resultados de corrosión aceptables incluso con revestimientos de zinc próximos a 5 g/m² (0,7 µm) de zinc.

Aunque, en principio, no existe limitación alguna para el tipo de proceso utilizado para recubrir estos alambres de acero, se prefieren los procesos de inmersión en caliente ya que proporcionan un revestimiento sólido que queda soldado al acero. Debido a la inmersión en caliente se formará una capa de aleación entre el acero y el revestimiento, lo que conlleva una protección adicional para el acero. El revestimiento descrito en el documento EP 1 280 958 B1 resulta particularmente preferido, desde el punto de vista de la resistencia y la fatiga. Se describe un revestimiento de zinc con un espesor reducido de menos de 2 micrómetros (14,3 g de zinc por m² de alambre), que incluye la capa de aleación de zinc y hierro, junto con el proceso asociado para revestir los alambres. Tal alambre presenta un espesor reducido de zinc, lo cual es favorable para obtener una mayor carga de rotura del cable. Adicionalmente, la rugosidad de la capa de transición entre el zinc y el acero es muy reducida, lo que da como resultado propiedades de fatiga mejoradas. Desafortunadamente, el revestimiento en sí mismo no protege suficientemente contra la corrosión.

Sin embargo, los inventores han descubierto que la menor resistencia a la corrosión puede compensarse mediante el uso de un inhibidor de la corrosión, aplicado por medio de un portador líquido. Para su sorpresa, descubrieron que el compuesto mejor adaptado a este fin es un compuesto muy sencillo, a saber, el óxido de magnesio (MgO). El óxido de magnesio (MgO) debe dispersarse en partículas finas en el portador. El portador solo sirve para distribuir el óxido de magnesio de manera uniforme sobre la superficie del alambre: las partículas deben estar en estrecho contacto con el revestimiento del alambre. El portador líquido puede permanecer en su sitio, o puede evaporarse: se ha observado que aun así persisten los efectos positivos inhibidores de la corrosión. El óxido de magnesio permite utilizar revestimientos de zinc más delgados, lo que implica ventajas de cara a una mayor resistencia y una mejor fatiga, al tiempo que mantiene e incluso mejora la resistencia a la corrosión. Mutatis mutandis, el óxido de magnesio ofrece una mayor certeza contra la corrosión cuando se usa sobre alambres con los revestimientos de zinc actualmente utilizados.

El óxido de magnesio (MgO) es un producto muy común que puede obtenerse a través de diversas vías de procesamiento. Una primera vía es calentar magnesita (carbonato de magnesio, un depósito mineral natural) en presencia de oxígeno. Una segunda vía es utilizar salmuera que contenga $MgCl_2$, que primero se convierte en $Mg(OH)_2$ para la purificación a través de precipitación húmeda, a lo que sigue la calcinación para expulsar el agua. La última vía es la más preferida. El óxido de magnesio resultante (MgO) puede clasificarse en diferentes categorías:

1. El "óxido de magnesio fundido" es MgO calcinado, que se derrite en un horno de arco eléctrico a temperaturas superiores a 2750 °C. Es el más estable y más fuerte de todos los tipos de magnesia.
2. El "óxido de magnesio sinterizado" se calcina a temperaturas de entre 1500 °C y 2000 °C, y presenta un área superficial inferior a 0,1 m² por gramo.
3. El "óxido de magnesio sintetizado" se calcina a temperaturas de entre 1000 °C y 1500 °C, y presenta un área superficial de 0,1 a 1,0 m² por gramo.
4. El "óxido de magnesio cáustico o ligeramente calcinado" se calienta a entre 700 y 1000 °C, y presenta un área superficial de 1,0 a 250 m² por gramo.

La categoría más preferida es "ligeramente calcinado", mientras que la categoría menos preferida es "sintetizado". La categoría "sinterizado" resulta difícil de dispersar y, por lo tanto, es la menos preferida. El "óxido de magnesio fundido" resulta demasiado inerte para ser útil.

Como portador, lo más preferido es un aceite mineral alifático. Los aceites minerales alifáticos se usan normalmente para mejorar la longevidad a la fatiga del cable de alambres, al reducir la fricción entre los alambres cuando se flexionan sobre una polea o una pieza de desgaste. Dado que de todos modos van a aplicarse sobre el cable de alambres, pueden usarse convenientemente como portador para la dispersión de óxido de magnesio. Otros posibles portadores líquidos son los parafenos y, más en particular, los isoparafenos, conocidos por su fácil evaporación.

El efecto protector del óxido de magnesio (MgO) contra la corrosión ya resulta evidente cuando se aplican cantidades diminutas sobre la superficie revestida con zinc o aleaciones de zinc. De hecho, con un mínimo de 100 miligramos de MgO por metro cuadrado de superficie de alambre ya pueden identificarse efectos positivos, relativos al número de horas superadas durante la prueba con niebla salina. Esto resulta notable, en comparación con las cantidades de revestimiento de zinc (habitualmente presente en cantidades de entre 15.000 y 30.000 mg/m²). Los efectos aumentan linealmente con la cantidad de MgO aplicada sobre el revestimiento de zinc o aleaciones de zinc. Por lo tanto, lo más preferible es una cantidad de 200 mg/m² de MgO. Con mayores cantidades de MgO, 1.000 mg/m² o 2.000 mg/m² o incluso 4.000 mg/m², generan resultados aún mejores. En la actualidad no se ha detectado una estabilización de los efectos positivos. Uno de los inventores plantea la hipótesis de que - sin limitación a esta teoría - la presencia de MgO en el revestimiento de zinc suprime la reacción catódica (es decir, la reacción de consumo de electrones) durante el proceso de corrosión. Debido a esto, el MgO pasa a ser un producto que mejora el comportamiento de pasivación del revestimiento de zinc. En consecuencia, la corrosión solo comenzará a generarse en aquellos puntos que no contengan MgO. Esto supondría que el MgO es un inhibidor catódico, cuya eficacia aumenta con la cantidad de óxido de magnesio presente.

Por lo tanto, se ha observado que es importante extender el óxido de magnesio en finas partículas sobre la superficie del alambre, para obtener una dispersión uniforme de los flóculos de óxido de magnesio. La mejor manera de lograr esto es usando un óxido de magnesio finamente molido, con un tamaño medio de las partículas de entre 1 y 100 micrómetros, siendo lo más preferido entre 5 y 75 micrómetros. El óxido de magnesio debe estar en contacto físico con la capa de revestimiento de zinc o aleaciones de zinc, de lo contrario, la protección contra la corrosión será menos efectiva o inexistente.

Con el fin de mejorar aún más este contacto los inventores añadieron al portador líquido partículas abrasivas, de aproximadamente el mismo tamaño (tamaño medio de las partículas de 5 a 50 micrómetros) que las partículas de óxido de magnesio. La idea era que, al agregar este abrasivo, se produjera la molienda de la superficie del revestimiento de zinc, quedando mejor embebidas las partículas de óxido de magnesio. Para su sorpresa, descubrieron que la adición de dicho abrasivo reducía el desgaste de las piezas de guía, de polímero, del sistema de accionamiento. Dichas piezas de guía están generalmente compuestas por polímeros duros, tales como polioximetileno (POM) o poliamida (Nylon 6). Para una descripción del ensayo, se hace referencia al documento

EP 0 550 005 B1, página 14, FIGURAS 13, 14 y 15. Los solicitantes consideran - sin estar limitados por esta hipótesis - que las partículas abrasivas no solo activan el revestimiento de zinc, sino que también pulen la superficie del alambre, haciéndolo más liso. El carburo de silicio (SiC) es el abrasivo más preferible, ya que es barato y pueden obtenerse fácilmente todos los tamaños de grano. Probablemente, también resultarían funcionales otros abrasivos (cuarzo, nitruro de boro cúbico, diamante y muchos otros). También es notable que estas partículas abrasivas no tienen una influencia negativa en el comportamiento de fatiga del cable de alambres de acero. Se ha observado que, para obtener dichos efectos positivos, es más que suficiente una cantidad de entre 0,1 y 10, preferentemente de entre 0,1 y 2 gramos de SiC por kilogramo de cable de alambres metálicos.

A partir de lo anterior, quedará claro que los inventores han buscado en particular elementos químicos y aditivos simples. Muchos de los inhibidores de la corrosión disponibles comercialmente son de uso general, y no están específicamente destinados a cables de alambres para sistemas de accionamiento. Como tal, contienen más de cinco ingredientes, muchos de los cuales son complejos y no están disponibles. Los inventores han buscado intencionalmente una solución sencilla, que por encima de todo es efectiva, barata, respetuosa con el medio ambiente, y fácil de implementar. El número de constituyentes permanece por debajo de cinco, a saber: un portador líquido (que puede o no desaparecer tras su aplicación), óxido de magnesio (MgO), carburo de silicio (SiC) y, tal vez, puede agregarse algún tipo de dispersante o agente flotante.

De acuerdo con un aspecto alternativo, pero no inventivo, de la solicitud, se define un producto de alambre de acero que comprende al menos un alambre de acero, revestido con zinc o aleaciones de zinc. Este alambre de acero tiene de peculiar que un inhibidor de la corrosión está incrustado en el revestimiento de zinc o aleaciones de zinc, como un sólido finamente dispersado. Preferentemente, este inhibidor de la corrosión está presente en la superficie exterior del revestimiento. Más preferentemente aún, el inhibidor sólido de la corrosión está estampado y prensado en la superficie exterior de dicho revestimiento. Preferentemente este inhibidor de la corrosión es óxido de magnesio (MgO).

De acuerdo con un tercer aspecto adicional, pero no inventivo, de la solicitud, se da a conocer un método para proteger un producto de alambre de acero. El método comienza con un alambre de acero de diámetro intermedio, provisto de un revestimiento de zinc o aleaciones de zinc. Las composiciones del acero y del revestimiento están de acuerdo con las composiciones descritas en el primer aspecto de la invención. En un banco de estirado de alambre, preferentemente un banco de estirado de alambre en mojado, se estira secuencialmente el alambre a través de matrices progresivamente más pequeñas, una técnica común en la técnica. Del método resulta destacable que el alambre arrastra un inhibidor de la corrosión finamente disperso, hacia una de las matrices de estirado. El inhibidor de la corrosión queda imprimido sobre la superficie exterior del revestimiento, por la acción de compresión de la matriz sobre el alambre. El inhibidor de la corrosión puede aplicarse sobre el alambre en una matriz, p. ej. la matriz de entrada (es decir, la más grande) o la matriz de salida (es decir, la más pequeña). O bien, puede suministrarse el inhibidor al alambre en dos o más matrices, o en cada matriz de toda la serie de matrices.

El inhibidor de la corrosión puede proporcionarse en forma de polvo. En ese caso, el inhibidor de la corrosión puede mezclarse en jabones en polvo, que son comunes en la técnica de estirado de alambres de acero en seco, en forma de lubricantes sólidos. Tal mezcla en polvo puede suministrarse junto con el alambre al interior de la matriz, guiando el alambre a través de una caja de jabón a la entrada de la matriz. También puede mezclarse el inhibidor de la corrosión con un portador líquido, que sea arrastrado por el alambre hacia la entrada de la matriz. Es importante que el inhibidor de la corrosión entre en estrecho contacto eléctrico con el revestimiento de zinc o aleaciones de zinc. Por lo tanto, los residuos de jabones usados en el proceso de estirado no deberán aislar el inhibidor de la corrosión con respecto al revestimiento de zinc o aleaciones de zinc.

Preferentemente, el inhibidor de la corrosión es óxido de magnesio (MgO). Resulta preferible que el polvo de óxido de magnesio se haya molido finamente, para que pase a través de una malla de 74 micrómetros.

Descripción de las realizaciones preferidas de la invención

A continuación se describen una serie de pruebas a escala de laboratorio, y en un entorno de producción, que se han llevado a cabo sobre un cable de alambres de acero revestidos con cinc, de tipo 19 + 8x7 con un diámetro de 1,5 mm, para su uso en un sistema elevador de ventanas. El cable tiene la siguiente marca construcción:

$$\{[(0,15+6x0,14)_{3,5 S}+12x0,14]_{8,5 S}+8x(0,14+6x0,14)_{4,8 Z}\}_{12 S}$$

los diferentes niveles de corchetes indican operaciones individuales, los subíndices indican las longitudes de trenzado y las direcciones de trenzado. El cable tiene una masa lineal de 9,78 g/m y una superficie de alambre de 33,56 m²/km de cable. Si no se indica lo contrario, los alambres del cable han sido sometidos a un revestimiento de zinc técnicamente puro, galvanizado por inmersión en caliente, de aproximadamente 100 g por kg de cable de alambres de acero revestidos (es decir, 28 g/m² o un espesor promedio de 3,9 μm).

ES 2 674 405 T3

5 En una primera serie de pruebas, se evaluaron varias sustancias en el laboratorio. Se recubrieron muestras de cable limpias con mezclas de compuestos, con el aceite mineral alifático estándar usado en los cables de producción estándar. Se colgaron seis muestras de cada en la cámara de pruebas de pulverización salina, y se inspeccionaron visualmente a diario. Se apuntó el día en que aparecieron las primeras manchas de color marrón oscuro. El resultado listado en la TABLA 1 es el promedio (hSS PRM), el mínimo (hSS mín) y el máximo (hSS MÁX) de las seis muestras. La presencia de los compuestos en la mezcla estaba de acuerdo con los porcentajes en peso indicados, de la mezcla total. En base a estos hallazgos, se seleccionó MgO para una investigación adicional.

TABLA 1

N.º	Mezcla	hSS PRM	Hss mín	Hss MÁX
10	1 Lubricante	84	72	96
	2 Lubricante + Benzimidazol al 5 %	116	96	144
	3 Lubricante + 10 % de óxido de magnesio	324	312	336
	4 Lubricante + 10 % de óxido de zinc	108	96	120
15	5 Lubricante + 10 % de hidróxido de carbonato de zinc	116	96	144
	6 Lubricante + 10 % de hidróxido de carbonato de magnesio	180	168	192
	7 Lubricante + 10 % de fosfato de zinc hidratado	84	72	96
	8 Lubricante + 10 % de óxido de aluminio	84	72	96
	9 Lubricante + silicato de magnesio hidratado al 10 %	84	72	96
20	10 Lubricante + 5 % de óxido de magnesio + 5 % de silicato de magnesio hidratado	156	144	168
	11 Lubricante + 10 % de hidróxido de magnesio	156	144	168
	12 Lubricante + 10 % de estearato de magnesio	132	120	144
	13 Lubricante + hidrogenofosfato de magnesio al 10 %	100	72	120

25 En una segunda serie de experimentos en laboratorio, se determinó la influencia del MgO aplicando mezclas en el cable desnudo y desengrasado, con cantidades crecientes de óxido de magnesio en las mismas. De nuevo, las muestras se analizaron en la cámara de pulverización salina, cuyos resultados se resumen en la TABLA 2.

TABLA 2

N.º	Mezcla	hSS PRM	Hss mín	Hss MÁX
30	14 Lubricante	108	96	120
	15 Lubricante + 15 % de MgO	556	432	648
	16 Lubricante + 20 % de MgO	716	672	792
	17 Lubricante + 25 % de MgO	884	816	1005
35	18 Lubricante + 30 % de MgO	828	816	840
	19 Lubricante + 40 % de MgO	1140	1032	1248

40 En una tercera serie de experimentos, se probó una serie de mezclas a escala industrial. Se probaron cables de alambres con dos niveles de cantidades de revestimiento de zinc: uno con el revestimiento estándar de 28,0 g/m² de superficie de alambre, y uno con una capa reducida de 24,3 g/m². También se usó un tipo diferente de portador líquido, a saber, una cera de isoparafina líquida. Las isoparafinas de bajo peso molecular se evaporan fácilmente. En este caso, la parafina simplemente actúa como un distribuidor para el óxido de magnesio sobre la superficie de los alambres del cable. Del resultado se deduce que los efectos positivos del MgO permanecen.

45 TABLA 3

N.º	Portador líquido	Zn (g/m ²)	mg/m ² MgO	hSS PRM
20	Lubricante	24,3	0	65
21			459	120
22			885	136
23			989	168
24			1138	256
25		28,0	0	85
26			72	144
27			272	248
28			504	248
29			1362	248
30	Parafina	28,0	180	280

En una cuarta serie de experimentos, se añadió una cantidad de carburo de silicio (con un tamaño de grano de entre 8 y 32 micras) al lubricante, en un intento de activar la superficie del revestimiento de zinc mediante una ligera abrasión de la superficie para la acción del óxido de magnesio. Aunque la acción del carburo de silicio no deterioró ni

- mejoró la resistencia a la corrosión, medida en la cámara de pulverización salina, sorprendentemente se observó otro efecto positivo. Se observó que el desgaste por cizallamiento de las piezas de guía fijas, que a veces se utilizan para reemplazar poleas, prácticamente desapareció: si el nivel normal de desgaste era de 100, la influencia del SiC redujo el mismo a 40, e incluso a 25. La prueba se llevó a cabo con una carga de 120 N y una velocidad del cable con respecto a la pieza de guía de 7,5 m/minuto. El radio de curvatura de la pieza de guía de POM era 15 mm, con el cable cubriendo 180° de la pieza. El desgaste se evaluó después de 5.000 ciclos de ida y vuelta (es decir, 10.000 pasos), en los que se deslizaron los mismos 430 mm de cable sobre la pieza de guía. No se agregó lubricante antes de la prueba.
- 5
- 10 Los inventores quieren enfatizar que la invención es igualmente aplicable a todo tipo de configuraciones de cable de alambres de acero, y que su uso no se limita a sistemas elevadores de ventanas sino a todo tipo de sistemas de accionamiento (puertas correderas, techos deslizantes, puertas de garaje, accionadores de cortinas, cables de freno, cables de embrague, sistemas de cierre de puerta, siendo esta una lista no exhaustiva).

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un cable de alambres de acero para su uso en un sistema de accionamiento, que comprende alambres de acero recubiertos con zinc o aleaciones de zinc, comprendiendo dichos alambres de acero adicionalmente un revestimiento de un portador líquido, comprendiendo dicho revestimiento de portador líquido partículas de óxido de magnesio a modo de inhibidor de corrosión, caracterizado por que
- 10 dicho revestimiento de portador líquido comprende adicionalmente partículas abrasivas que tienen un tamaño de partícula de entre 5 y 50 micrómetros, y sobre dicho cable de alambres de acero están presentes al menos 100 miligramos de óxido de magnesio por metro cuadrado de superficie de alambre, estando dicho óxido de magnesio y dichas partículas abrasivas finamente dispersados en dicho portador líquido, estando destinadas dichas partículas abrasivas a pulir la superficie de dichos alambres.
- 15 2. El cable de alambres de acero de la reivindicación 1, en donde dicho portador líquido es uno seleccionado del grupo que consiste en un aceite mineral alifático, un parafeno, un isoparafeno, o mezclas de los mismos.
- 20 3. El cable de alambres de acero de la reivindicación 1 o 2, en donde están presentes al menos 200 miligramos de óxido de magnesio por metro cuadrado de superficie de alambre de dicho cable de alambres de acero.
- 25 4. El cable de alambres de acero de la reivindicación 1 o 3, en donde el tamaño de partícula promedio de dicho óxido de magnesio finamente dispersado es de entre 1 y 100 micrómetros.
5. El cable de alambres de acero de acuerdo con la reivindicación 4, en donde dicho óxido de magnesio finamente dispersado tiene un tamaño de partícula de aproximadamente el mismo tamaño de dichas partículas abrasivas.
- 30 6. El cable de alambres de acero de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde dichas partículas abrasivas se seleccionan del grupo que consiste en carburo de silicio, cuarzo, nitruro de boro cúbico, diamante, y mezclas de los mismos.
7. El cable de alambres de acero de acuerdo con la reivindicación 6, en donde dichas partículas abrasivas son carburo de silicio.
8. El cable de alambres de acero de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde están presentes entre 0,1 y 10 gramos de partículas abrasivas por kilogramo de dicho cable de alambres de acero.