

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 777**

51 Int. Cl.:

**C23C 2/26** (2006.01)

**C23C 30/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06829620 .1**

96 Fecha de presentación: **11.12.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1963543**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.09.2008**

54 Título: **CABLE DE ALAMBRE DE ACERO PARA USAR EN UN SISTEMA DE CONDUCCIÓN.**

30 Prioridad:  
**21.12.2005 EP 05112555**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**10.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**10.01.2012**

73 Titular/es:  
**NV BEKAERT SA  
BEKAERTSTRAAT 2  
8550 ZWEVEGEM, BE**

72 Inventor/es:  
**VANBRABANT, Johan;  
VANDENBRANDEN, Wouter;  
LEFEBVRE, Dominique;  
BRUYNEEL, Paul y  
VANCOMPERNOLLE, Stijn**

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

**ES 2 371 777 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

Cable de alambre de acero para usar en un sistema de conducción

**Campo de la invención**

5 La invención se refiere al campo de cables de alambre de acero más en particular a cables de alambre de acero que deban soportar circunstancias corrosivas durante su operación. Dichos cables de alambre de acero pueden hallarse en muchos sistemas de conducción tales como un elevador de ventana en la puerta de un coche o un sistema de conducción para una puerta corredera, o una conducción de techo de lona, o un sistema de conducción de apertura de una puerta de de garaje, o un cable elevador por nombrar unos pocos. La invención ofrece un tipo de cable más resistente a la corrosión mientras que mantiene buenas propiedades de fatiga y propiedades de fricción mejoradas.

**10 Antecedentes de la invención.**

Los cables de alambre de acero son en muchos casos el medio preferido para transmitir fuerza y desplazamiento (es decir, trabajo) a una distancia entre metros y kilómetros a un costo bajo. Los cables pueden hacerse muy flexibles – de manera que el cable pueda acomodar pequeñas poleas plegadas - mediante el uso de alambre de diámetro pequeño. Cuando se montan a partir de alambres de acero trefilados fuertemente formados en frío, puede aumentarse la fuerza del cable permitiendo así la transmisión de fuerzas superiores. Además, el módulo de elasticidad es cercano al del acero y el alargamiento del cable puede minimizarse, eliminando así la holgura del sistema de conducción. Los cables pueden diseñarse para resistir los movimientos repetidos de flexión, torsión o estiramiento que se producen en estos sistemas de conducción. De hecho, los cables de alambre de acero son confiables debido a que el límite de fatiga se puede predecir con precisión por medio de pruebas que simulan el uso real vivo de los cables. Por último, los cables de alambre de acero muestran un coeficiente de fricción favorable con respecto a piezas de desgaste, una propiedad que, en muchos casos, permite la sustitución de poleas de flexión con guías de alambre fijas con ahorro considerables en el sistema de conducción como consecuencia de ello.

25 Lamentablemente la mayoría de los aceros tienden a oxidarse cuando se les somete a condiciones que aumentan la corrosión (tales como el uso al aire libre, pero también en el interior del hueco de un ascensor o el interior de una puerta de automóvil). En ese sentido la corrosión es perjudicial ya que puede reducir dramáticamente el nivel de fatiga predicho conduciendo a fracturas fatales prematuras. Dicho mecanismo es conocido en el campo como "fatiga de corrosión" es decir el fenómeno de fatiga que se produce cuando la carga dinámica del cable se realiza en un ambiente corrosivo Se conocen algunas soluciones estándar por las personas calificadas para reducir esta corrosión:

30 - Podrían usarse aceros inoxidables que son menos propensos a la corrosión (tales como AISI 306, AISI 314). Lamentablemente, esos aceros a menudo sólo funcionan bien en aplicaciones corrosivas estáticas, es decir, cuando no hay una involucración dinámica. Cuando los cables son repetidamente doblados sobre las poleas, la piel de óxido que se forma sobre el acero inoxidable es continuamente desgastada hacia fuera lo que conduce a un roce excesivo de los filamentos y una vida de fatiga inferior.

35 - Quizás la solución más antigua es utilizar cables que individualmente están recubiertos de una capa protectora. A fin de no influir negativamente en las otras propiedades de los cables de alambre, dicha capa es por preferencia metálica. Lo más preferido en este sentido son revestimientos de zinc o revestimientos de aleación de zinc que se aplican a través de un proceso de inmersión en caliente sobre el alambre de acero. Se forman capas intermedias de aleación en la inmersión en caliente lo que asegura una buena adherencia del recubrimiento al alambre de acero. Dichos revestimientos proporcionan una protección anticorrosiva sacrificante al acero.

40 - La encapsulación del cable en un polímero es también una técnica conocida. Dicha encapsulación debe soportar la dinámica del sistema de conducción para evitar que la atmósfera corrosiva llegue a la superficie del acero. El documento de patente internacional WO 03/044267 describe dicho cable. La solución proporciona una protección a la corrosión excelente combinado con propiedades de fatiga excelentes, pero el cable es un poco más tieso, no tiene propiedades de fricción tan buenas y es más caro.

45 - Aplicación de aceites inhibidores de la corrosión, grasas, lechadas o geles. Dichos geles deben proporcionar un número de propiedades al cable de alambre de acero y en muchos casos son un compromiso entre diferentes propiedades (de coste, ambientales, rendimiento de fatiga, etc...). Puede encontrarse un ejemplo en el documento de patente de Estados Unidos US 6106741.

50 El actual estado de la técnica para cables de sistemas de conducción, por tanto, está dominad por cables de alambre recubiertos de zinc o una aleación de zinc que se sumergen con un lubricante. El espesor del revestimiento de aleación de zinc o de zinc es escogido para resistir un cierto número de horas en un ambiente corrosivo. Dichas pruebas de corrosión son ampliamente conocidas en la técnica como el estándar ISO 9227 (equivalentes nacionales son ASTM B117 o DIN 50021). En esta prueba las muestras como se obtienen del fabricante del cable de alambre de acero son colgadas en una cámara cerrada llena de una nebulosa mantenida a una humedad relativa del 100% a una temperatura de 35° C. La atmósfera en la cámara está saturada por medio de una pulverización circulante de agua que contiene un 5% en peso de NaCl. Hasta ahora, esto es lo que se describe en el estándar de ISO 9227.

- 5 El progreso de la corrosión es regularmente (por ejemplo, cada 24 horas) visualmente supervisado y clasificado en una serie de clases ("puntos de oxidación marrón claro", "manchas de oxidación marrón claro", "puntos de oxidación marrón oscuro", "manchas de oxidación marrón oscuro" y "5% de cobertura de superficie con oxidación marrón oscuro"). En lo que sigue el número de horas de pulverización salina soportado en esta prueba es hasta que las "manchas de oxidación marrón oscuro" aparecen en la muestra. Actualmente, los cables de alambre deben soportar un mínimo de 72 horas de pulverización salina antes de ser aceptados en la industria del automóvil.
- 10 El lubricante es elegido para optimizar la vida de fatiga. Las estimaciones para la vida de fatiga pueden obtenerse a través de procedimientos de prueba dedicados que simulan el uso en la vida real del cable en el sistema de conducción. Por lo tanto, hay una serie de bancos de prueba propios disponible para determinar esta vida de fatiga. Una prueba a la disposición del público es el estándar MIL-W-83420 que fue (y es) aún ampliamente utilizado para probar "cables de aviones".
- 15 En la industria hay un impulso constante para utilizar cables de alambre más delgados de fuerza igual o superior a fin de reducir el tamaño de los sistemas de conducción mientras que se aumenta la protección contra la corrosión, así como la vida de fatiga.
- 20 Con los revestimientos conocidos de zinc o de aleación de zinc uno se encuentra con el conflicto de la fuerza frente a la protección contra la corrosión. Como la protección contra la corrosión del recubrimiento es básicamente proporcional al espesor de la capa, debe mantenerse un espesor de recubrimiento mínimo a fin de satisfacer los requisitos de corrosión. Sin embargo, al utilizar cables más y más finos, el recubrimiento constituye una cantidad creciente del área de corte transversal del alambre. Como el recubrimiento no agrega resistencia a los cables, cables más delgados en comparación con sus contrapartes más gruesos relativamente pierden fuerza debido a esto.
- El documento de patente internacional WO-A-03/048403 divulga un procedimiento para mejorar la resistencia a la corrosión de sustratos, tales como sustratos de alambres de acero galvanizado, que comprende revestir los sustratos de acero galvanizado con una solución que contiene nanopartículas de óxidos.
- 25 El documento de patente alemán DE-A1-4202625 divulga un producto metálico recubierto con una capa de zinc con un grosor de 1-30 micrómetros. Un producto metálico recubierto más resistente se obtiene mediante la adición de MgO al recubrimiento de zinc en una cantidad de 10-5.000mg/m<sup>2</sup>.
- El documento de patente europeo EP-A1-1508479 divulga un producto de acero recubierto con una capa de zinc que tiene una cantidad en peso de 10-100 g/m<sup>2</sup>. Un producto de acero más resistente a la corrosión es obtenido por adición de MgO al recubrimiento de zinc en una cantidad de 10-100 g/m<sup>2</sup>.
- 30 **Resumen de la invención**
- Por tanto, es un primer objeto de la invención proporcionar un cable de alambre de acero que supere los problemas del pasado. Más en particular es un objeto de la invención proporcionar un cable de alambre de acero que combine una resistencia a la corrosión buena sin ceder en la fuerza. Es un objeto más proporcionar un cable de alambre con mejores propiedades de fricción. Los inventores han buscado un inhibidor de la corrosión particularmente sencillo adaptado para el uso específico de cables de alambre en los sistemas de conducción que es eficaz, barato, ambientalmente amigable y fácil de aplicar: otro objeto de su invención.
- 35 Según un primer aspecto de la invención se proporciona un cable de alambre metálico que se va a utilizar en un sistema de conducción. Tales cables de alambre tienen un diámetro inferior a 5 mm, aunque tamaños inferiores a 3 mm son más preferidos, mientras que hoy en día son más populares los tamaños de 2 y 1,5 mm. Los inventores creen que la tendencia hacia cables de alambre de menor diámetro continuará y anticipan que cables de 1 mm de diámetro será posibles en un futuro previsible.
- 40 El cable de alambre metálico se monta de alambres de acero recubiertos de zinc o aleación de zinc. El acero utilizado para producir estos cables es – puesto que se necesita gran fuerza - un acero de carbono alto. Estos aceros tienen composiciones según las siguientes líneas: un contenido de carbono entre 0,35 y 1,15% en peso, preferentemente entre 0,60 y 1,00% en peso de carbón, con un contenido de manganeso de entre 0,30 y 0,70% en peso, un contenido de silicio de entre 0,10 y 0,60% en peso, un contenido máximo de azufre del 0,05% en peso, y un contenido de fósforo máximo de 0,05% en peso. No se excluyen micro aleados con elementos concretos tales como cromo, níquel, vanadio, boro, cobalto, cobre, y molibdeno en cantidades que van desde 0,01 a 0.08% en peso ya que esta aleación puede ayudar a alcanzar mayores niveles de fuerza.
- 45 Recubrimientos que son particularmente populares para estos cables de alambre son:
- un recubrimiento de zinc técnicamente puro en donde las impurezas inevitables también son incluidas
  - un recubrimiento de zinc intencionalmente aleado del cual los siguientes son particularmente previstos:
    - aleaciones de zinc y aluminio tales como las que comprenden de 2 a 12% en peso de Al y un mischmetal (aleación de elementos de las tierras raras) tales como cerio o lantano, el resto sería zinc. Estas son particularmente preferidas por sus propiedades anticorrosivas (véase por ejemplo el documento de patente europeo EP 0 550 005 B1)
- 55

- aleaciones de zinc-hierro, como aquellas que comprenden de 0,3 a 1,5% en peso de Fe o aquellas que comprenden de 15 a 25 en peso de Fe, el resto sería zinc. El hierro se puede originar en el sustrato mismo del acero.
  - aleaciones de zinc-estaño. Se trata de un revestimiento al que se atribuyen propiedades de fricción favorables (véase, por ejemplo, el documento de patente alemán DE 195 12 180-A1).
- 5 • aleaciones de zinc-níquel tales como las que comprenden de 20 a 30% en peso de níquel, el resto sería zinc.

Debe tenerse en cuenta que el recubrimiento del alambre se suele hacer en un alambre de acero de diámetro intermedio que posteriormente se trefila a diámetros más pequeños a través de una serie de troqueles. Durante el estiramiento la fuerza tensil del alambre aumenta gradualmente, un aumento que es marcado para cables de acero con un contenido de carbono alto como los previstos para esta aplicación. Normalmente, los alambres de acero tienen fuerzas tensiles por encima de 1750 N/mm<sup>2</sup>, generalmente por encima de 2500 N/mm<sup>2</sup>, o más preferido por encima de 2750 N/mm<sup>2</sup> o incluso por encima de 3000 N/mm<sup>2</sup>. Esas fuerzas tensiles superiores son necesarias para poder seguir reduciendo el diámetro de los cables de alambre. Los diámetros de los alambres para este tipo de cable rara vez son superiores a 0,25 mm y por preferencia están por debajo de 0,22, incluso más preferido por debajo de 0,15 mm. Usando muchos, los alambres de diámetro fino producen un cable de alambre que es más resistente a la fatiga que un cable con menos alambres que tengan un diámetro mayor.

Los alambres se ensamblan en hebras que pueden o no ser ensambladas adicionalmente en cables de alambres. Configuraciones típicas que son comunes en la técnica son 7x7, 7x19, 19+8x7, 19W+8x7, 7x8, 8x7, 8x8, 19+9x7, y 1x3+5x7 por nombrar unas pocas. Por ejemplo, la fórmula 7x8 designa un cable que consta de 7 hebras cada una de las cuales consiste en 8 alambres. Una hebra consta de un alambre de núcleo alrededor del cual 7 cables exteriores se retuercen de forma helicoidal con una cierta inclinación. Seis de dichas hebras se retuercen alrededor de una hebra de núcleo central, de nuevo con una inclinación definida. Los diámetros de los cables exteriores son por preferencia elegidos de manera que encajen fácilmente alrededor del cable central. Asimismo el diámetro de la hebra de núcleo puede elegirse tan como para adaptarse al diámetro de las hebras exteriores. Las hebras se pueden producir capa por capa retorciendo alambres alrededor de hebras intermedias lo que conduce a una configuración ejemplar de un alambre de núcleo rodeado por seis alambres nuevamente rodeados de doce alambres dando una configuración de 1+6+12 que se acorta a una hebra de 19 alambres. Un caso especial es donde el diámetros de los alambres se escogen para que encajen muy bien juntos como en una configuración de Warrington (como en el núcleo de la construcción 19W+8x7). Luego se montan todos los 19 cables juntos con la misma inclinación. A veces se compactan las hebras antes del cableado o incluso se compactan cables completos. A veces una fibra reemplaza el cable central. La idea inventora de esta solicitud es igualmente bien aplicable a todas estas variaciones.

Normalmente la cantidad de recubrimiento en el cable se expresa en gramos de revestimiento por metro cuadrado de superficie de alambre. Como el recubrimiento no agrega a la fuerza del cable, debe ser tan fino como sea posible sin poner en peligro la resistencia a la corrosión. Son cantidades de recubrimiento convencionales - el número entre paréntesis se refiere al promedio del espesor para un recubrimiento de zinc correspondiente que tenga una densidad de 7,14 kg/dm<sup>3</sup> - mínimo 30 g/m<sup>2</sup> (4,2 µm). Sin embargo, menores cantidades tales como inferiores a 25 g/m<sup>2</sup> (3,5 µm), o inferior a 20 g/m<sup>2</sup> (2,8 µm) o incluso inferiores tales como 15 g/m<sup>2</sup> (2,1 µm) son más preferidas para este cable de alambre de la invención. Los inventores creen que incluso se podrían obtener resultados de corrosión aceptables con recubrimientos de zinc dirigidos a 5 g/m<sup>2</sup> (0,7 µm) de zinc.

Aunque en principio no hay limitación en el tipo de proceso utilizado para recubrir estos alambres de acero, se prefieren los procesos de inmersión en caliente ya que proporcionan una capa sólida soldada al acero. Debido a la inmersión en caliente, se formará una capa de aleación entre el acero y el revestimiento lo que conlleva protección adicional al acero. Particularmente preferido desde el punto de vista de la fuerza y la fatiga es el revestimiento como se describe en el documento de patente europeo EP 1 280 958 B1. Allí se describe un recubrimiento de zinc con un espesor menor de 2 micrómetros (14,3 g de zinc/m<sup>2</sup> de alambre) incluyendo la capa de aleación de zinc-hierro junto con el proceso relacionado para recubrir los cables. Tales cables tienen un espesor reducido de zinc, lo que es favorable para obtener una mayor carga de rotura del cable. Además, la rugosidad de la capa de transición de zinc a acero está muy reducida lo que da como resultado una fatiga mejorada. Desgraciadamente, el recubrimiento en sí mismo no protege suficientemente contra la corrosión.

Sin embargo; los inventores han descubierto que la resistencia a la corrosión reducida puede compensarse mediante el uso de un inhibidor de la corrosión aplicado por medio de un vehículo líquido. Mucho para su sorpresa encontraron que un compuesto muy sencillo: óxido de magnesio (MgO) era el mejor equipado para ello. El óxido de magnesio (MgO) debe estar finamente disperso en el vehículo. El vehículo sólo sirve para distribuir el óxido de magnesio uniformemente por la superficie del alambre: las partículas deben estar en estrecho contacto con el recubrimiento del alambre. El vehículo líquido puede permanecer en el lugar o puede evaporarse: se ha encontrado que permanecen los efectos inhibitorios positivos de la corrosión. El óxido de magnesio hace posible utilizar recubrimientos de zinc más finos, lo que entraña las ventajas de fuerza mayor y mejor fatiga, mientras que se mantiene e incluso se mejora la resistencia a la corrosión. Cambiando lo que se deba cambiar, el óxido de magnesio da mayor seguridad contra la corrosión cuando se utiliza en los alambres con los recubrimientos de cinc utilizados actualmente.

El óxido de magnesio (MgO) es un producto muy común que puede obtenerse a través de un número de rutas de proceso. Una primera ruta es a través de la calefacción de la magnesita (carbonato de magnesio, un depósito de mineral natural) en presencia de oxígeno. Una segunda ruta utiliza salmuera que contiene  $MgCl_2$  que primero se convierte en  $Mg(OH)_2$  por purificación a través de precipitación húmeda seguida de calcinamiento para expulsar el agua. Esta última ruta es más preferida. El resultante óxido de magnesio (MgO) puede clasificarse en diferentes grados:

1. "Óxido de magnesio fundido" es MgO calcinado que ha sido fundido en un horno de arco eléctrico a temperaturas por encima de  $2.750^\circ C$ . Es la más estable y más fuerte de todos los tipos de magnesia.
2. "Óxido de magnesio calcinado a muerte" ha sido calcinado a temperaturas de entre  $1.500$  y  $2.000^\circ C$  y tiene un área superficial de menos de  $0,1 m^2$  por gramo.
3. "Óxido de magnesio calcinado duro" ha sido calcinado a temperaturas entre  $1.000^\circ C$  a  $1.500^\circ C$  y tiene un área superficial de  $0,1$  a  $1,0 m^2$  por gramo.
4. "Óxido de magnesio cáustico o ligeramente calcinado" ha sido calentado a de  $700$  a  $1000^\circ C$  y tiene un área superficial de  $1,0$  a  $250 m^2$  por gramo.

El grado 'ligeramente calcinado' es preferido, mientras que el grado de 'calcinado duro' es menos preferido. El grado de 'calcinado a muerte' es duro de dispersar y por lo tanto menos preferido. El 'óxido de magnesio fundido' es demasiado inerte para ser útil.

Como vehículo, se prefiere un aceite mineral alifático. Los aceites minerales alifáticos se utilizan normalmente para mejorar la vida de fatiga de los cables de alambre, reduciendo la fricción entre los alambres cuando se les inclina sobre una polea o una pieza de desgaste. Como hay que aplicarlos sobre los cables de alambre de todos modos, pueden convenientemente utilizarse como portadores de la dispersión de óxido de magnesio. Otros posibles vehículos líquidos son los parafenos y más particularmente isoparafenos que se sabe que se evaporan fácilmente.

El efecto de la protección contra la corrosión del óxido de magnesio (MgO) es ya evidente cuando sólo cantidades mínimas se aplican sobre la superficie tratada con el revestimiento de zinc o la aleación de zinc. De hecho, en un mínimo de  $100 mg$  de MgO por metro cuadrado de superficie de alambre, pueden identificarse ya efectos positivos en el número de horas de supervivencia en la prueba de la pulverización salina. En comparación con la cantidad del recubrimiento de zinc (presente en una cantidad de normalmente  $15.000$  a  $30.000 mg/m^2$ ) esto es notable. Los efectos aumentan de forma lineal con la cantidad de MgO aplicada sobre el recubrimiento de zinc o el recubrimiento de la aleación de zinc. Es más preferida por tanto una cantidad de  $200 mg/m^2$  de MgO. Cantidades mayores de  $1.000 mg/m^2$  o  $2.000 mg/m^2$  o incluso  $4000 mg/m^2$  de MgO llevan todavía a mejores resultados. En la actualidad, no se ha detectado ninguna disminución de los efectos positivos. Uno de los inventores supone, sin que esté ligado a esta teoría, que la presencia de MgO en el recubrimiento de zinc suprime la reacción catódica (es decir, la reacción que consume electrones) en el proceso de corrosión. Debido a esto el MgO se convierte en un producto que mejora el comportamiento pasivo del recubrimiento de zinc. En consecuencia la corrosión sólo comenzará en lugares libres de MgO. Esto haría de MgO un inhibidor catódico, en el que la eficacia aumenta con la cantidad de óxido de magnesio presente.

Por lo tanto, se ha encontrado que es importante que el óxido de magnesio sea finamente extendido sobre la superficie del alambre para obtener una difusión uniforme de los copos de óxido de magnesio. Esto se obtiene mejor utilizando un óxido de magnesio finamente molido con un promedio de tamaño de partícula de entre  $1$  y  $100$  micrómetros, más preferido de  $5$  a  $75$  micrómetros. El óxido de magnesio debe estar en contacto físico con la capa de recubrimiento de zinc o la capa de recubrimiento de aleación de zinc, de lo contrario la protección anticorrosiva es menos eficaz o inexistente.

A fin de mejorar este contacto aún más, los inventores agregan partículas abrasivas de aproximadamente el mismo tamaño (promedio de tamaño de partícula de  $5$  a  $50 \mu m$ ) a las partículas de óxido de magnesio en el vehículo líquido. La idea era que agregando este abrasivo, la superficie de la capa de zinc está picada embebiendo así mejor las partículas de óxido de magnesio. Para su sorpresa encontraron que la adición de tal abrasivo reduce el desgaste de las piezas de conducción de polímero en el sistema de conducción. Esas piezas de conducción suelen ser de polímeros duros como polioximetileno (POM) o poliamida (Nylon 6). Para una descripción de la referencia de la prueba se remite al documento de patente europeo EP 0 550 005B1, página 14 y figuras 13, 14 y 15. El solicitante presume, sin estar ligado a esta hipótesis, que las partículas abrasivas no sólo activan el recubrimiento de zinc, sino que también pulen la superficie del alambre haciéndola más suave. Como un abrasivo, es preferido el carburo de silicio (SiC), ya que es barato y fácilmente disponible en todos los tamaños de grano. Otros abrasivos (cuarzo, nitruro de boro cúbico, diamante y muchos otros) probablemente podrían funcionar también. Remarcable es también que estas partículas abrasivas no tengan una influencia negativa en el comportamiento de fatiga del cable de alambre de acero. Se ha encontrado que entre  $0,1$  y  $10$ , preferentemente entre  $0,1$  y  $2$  gramos de SiC por kilogramo de cable de alambre de acero es más que suficiente para obtener los efectos positivos.

Quedará claro por lo anterior que los inventores han buscado aditivos y productos químicos simples particulares. Muchos de los inhibidores de corrosión disponible comercialmente son de uso general y no están específicamente

orientados a cables de alambre de acero para los sistemas de conducción. Como tales contienen más de cinco ingredientes, muchos de estos ingredientes son complejos y no están fácilmente disponibles. Los inventores intencionalmente buscaron una solución simple que fuera sobre todo eficaz, barata, aceptable para el medio ambiente y fácil de implementar. El número de constituyentes permanece por debajo de cinco a saber: un vehículo líquido (que puede o no desaparecer después de la aplicación), óxido de magnesio (MgO), carburo de silicio (SiC) y tal vez algún tipo de dispersante o emulsificante que pueda añadirse.

Según un segundo aspecto de la invención, se define un producto de hilo metálico que comprende al menos un alambre de acero recubierto de zinc o de aleación de zinc. Es especial de este alambre de acero el que un inhibidor de la corrosión está embebido en el recubrimiento de zinc o en el recubrimiento de aleación de zinc como un sólido finamente disperso. Preferentemente este inhibidor de la corrosión está presente en la superficie exterior del recubrimiento. Incluso más preferido es que el inhibidor sólido de la corrosión esté embebido, presionado en la superficie exterior de dicho recubrimiento. Preferentemente este inhibidor de la corrosión es el óxido de magnesio (MgO).

Según un tercer aspecto de la invención se describe un método para proteger un producto de hilo metálico. El método se inicia desde un alambre de acero de diámetro intermedio provisto de recubrimiento de zinc o recubrimiento de aleación de zinc. Las composiciones del acero y del recubrimiento están en consonancia con las composiciones que se describen en el primer aspecto de la invención. En un banco de trefilado preferiblemente un banco de trefilado húmedo, el cable es secuencialmente trefilado mediante troqueles progresivamente más pequeños, una práctica común en la técnica. Lo particular del método es que el alambre arrastra un inhibidor de corrosión finamente disperso a uno de los troqueles de trefilado. El inhibidor de la corrosión es impreso dentro de la capa exterior del recubrimiento por la acción compresiva del troquel sobre el cable. El inhibidor de corrosión puede aplicarse sobre el alambre en un troquel, por ejemplo, el de entrada (o sea el más grande) o en el de salida (o sea el más pequeño). O el inhibidor puede ser alimentado al cable en dos o más troqueles o en cada troquel de la serie completa de troqueles.

El inhibidor de corrosión se proporciona en forma de polvo. En ese caso el inhibidor de corrosión puede combinarse con jabones en polvo que son comunes en la técnica del trefilado seco de alambre de acero como lubricantes sólidos. Tal mezcla de polvo puede alimentarse junto con el hilo en el troquel guiando el hilo a través de una caja de jabón en la entrada del troquel. O el inhibidor de la corrosión puede combinarse con un vehículo líquido que es arrastrado por el hilo dentro de la entrada del troquel. Es importante que el inhibidor de corrosión entre en contacto íntimo y eléctrico con el recubrimiento de zinc o el recubrimiento de aleación de zinc. El inhibidor de la corrosión, por tanto, no debe estar aislado del revestimiento de zinc o el revestimiento de aleación de zinc por medio de los residuos de jabón del trefilado.

Por preferencia el inhibidor de la corrosión es óxido de magnesio (MgO).

Preferido es que el polvo de óxido de magnesio haya sido finamente molido para pasar por una criba 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 han sido llevadas a cabo sobre un cable de alambre de acero recubierto de zinc del tipo 19+8x7 de 1,5 mm de diámetro para uso en un sistema de elevador de ventana. El alambre es de la siguiente manufactura:

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

los diferentes niveles entre corchetes indican las operaciones únicas, los subíndices indican longitudes de tendido y direcciones de tendido. El cable tiene una masa lineal de 9,78 g/m y una superficie de alambre de 33,56 m<sup>2</sup>/km de cable. Si no se indica lo contrario, los cables de alambre han obtenido un recubrimiento en caliente de zinc técnicamente puro galvanizado de unos 100 g/kg de cable de alambre de acero recubierto (o sea 28 g/m<sup>2</sup> o un promedio de espesor de 3,9 μm).

En una primera serie de pruebas, un número de sustancias ha sido evaluado en el laboratorio. Muestras de cable limpio fueron recubiertas con mezclas de compuestos con aceite mineral alifático estándar como se usa en los cables de producción estándar. Seis muestras de cada uno fueron colgadas en la sala de la prueba del pulverizado salino y visualmente inspeccionadas diariamente. Se señaló el día en que se hicieron visibles las primeras manchas marrón oscuro. El resultado mencionado en la tabla 1 es la media (hSS AVG), el mínimo (hSS min) y el máximo (hSS MAX) de las seis muestras. Los compuestos estuvieron presentes en la mezcla según los porcentajes de peso indicados en la mezcla total. Basándose en estos resultados MgO fue seleccionado para una investigación posterior.

ES 2 371 777 T3

Nr.	Mezcla	hSS	hSS	hSS
		Avg	min	MAX
1	Lubricante	84	72	96
2	Lubricante+5% de bencimidazol	116	96	144
3	Lubricante+10% de óxido de magnesio	324	312	336
4	Lubricante+10% de óxido de zinc	108	96	120
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+10% de silicato magnésico hidratado	84	72	96
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+10% de fosfato ácido de magnesio	100	72	120

TABLA 1

En una segunda serie de experimentos de laboratorio, la influencia del MgO fue comprobada aplicando mezclas sobre el cable desnudo y desengrasado con cantidades crecientes de óxido de magnesio en él. De nuevo las muestras fueron probadas en la sala de pulverización salina, los resultados de los mismos se resumen en la tabla 2.

5

Nr.	Mezcla	hSS	hSS	hSS
		Media	mínima	máxima
14	Lubricante	108	96	120
15	Lubricante+15% MgO	556	432	648
16	Lubricante+20% MgO	716	672	792
17	Lubricante+25% MgO	884	816	1005
18	Lubricante+30% MgO	828	816	840
19	Lubricante+40% MgO	1140	1032	1248

TABLA 2

En una tercera serie de experimentos, se probó una serie de mezclas a escala industrial. Cables de alambre con dos niveles de cantidad de recubrimiento de zinc fueron probados: uno con el recubrimiento estándar de 28,0 g/m<sup>2</sup> de superficie de alambre y el otro con un recubrimiento reducido de 24,3 g/m<sup>2</sup>. También se utilizó un tipo diferente de vehículo líquido, a saber, una cera líquida de isoparafina. Las isoparafinas de bajo peso molecular se evaporan

10

## ES 2 371 777 T3

fácilmente. En este caso la parafina simplemente actúa como distribuidor del óxido de magnesio sobre la superficie del alambre del cable. Del resultado se puede deducir que permanecen los efectos positivos del MgO.

<i>Nr</i>	<i>Transportador líquido</i>	<i>Zn (gr/m<sup>2</sup>)</i>	<i>Mg/m<sup>2</sup>MgO</i>	<i>hSS Avg</i>
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

TABLA 3

- 5 En una cuarta serie de experimentos, una cantidad de carburo de silicio (tamaño del grano entre 8 y 32 micras) se agregó al lubricante en un intento de activar la superficie del recubrimiento de zinc por la acción del óxido de magnesio mediante la ligera abrasión de la superficie. Aunque la resistencia a la corrosión, medida en la cámara de pulverización salina, no se deterioró ni mejoró por la acción del carburo de silicio, sorprendentemente se encontró otro efecto positivo.
- 10 Se constató que el desgaste de corte de las piezas fijas de guía que a veces se utilizan para reemplazar las poleas prácticamente desapareció: si el nivel normal de desgaste era de 100, la influencia del SiC lo redujo a 40 y hasta a 25. La prueba se realizó con una carga de 120 N y una velocidad de cable frente a pieza de guía de 7,5 metros por minuto. El radio de curvatura de la pieza de guía de POM fue 15 mm mientras que el cable cubre 180° de la pieza. El desgaste se evalúa después de 5.000 ciclos de ida y vuelta (o sea 10.000 pasajes) en los que el mismo cable de 430 mm se desliza sobre la pieza de guía. No se agrega ningún lubricante antes de la prueba.
- 15 Los inventores desean subrayar que la invención se aplica igualmente bien a todo tipo de configuraciones de cables de alambre de acero y que su uso no está limitado a sistemas de elevación de ventanas sino a todo tipo de sistemas de conducción (puertas correderas, techos deslizantes, puertas de garaje, unidades de conducción de cortina, cables de freno, cables de embrague, sistemas de cierre de puertas, una lista no exhaustiva).



**REIVINDICACIONES**

1. Un cable de alambre de acero que se va a utilizar en un sistema de conducción que comprende alambres de acero recubiertos de zinc o una aleación de zinc en una cantidad menor de 15 g/m<sup>2</sup>, dichos alambres de acero tienen un diámetro menor de 0,25 mm y una fuerza tensil mayor de 1750 N/mm<sup>2</sup>, dichos alambres de acero comprenden además un recubrimiento en un vehículo líquido que comprende un inhibidor de la corrosión caracterizado porque dicho inhibidor de la corrosión es el óxido de magnesio, dicho óxido de magnesio está finamente disperso en dicho vehículo líquido.
2. El cable de alambre de acero de la reivindicación 1, en donde dicho vehículo líquido es uno de un grupo que consiste en un aceite mineral alifático, parafenos e isoparafenos.
3. El cable de alambre de acero de la reivindicación 1 o 2, en donde hay al menos 100 miligramos de óxido de magnesio por metro cuadrado de superficie de alambre de dicho cable de alambre metálico.
4. El cable de alambre de acero de la reivindicación 1 o 2, en donde hay al menos 200 miligramos de óxido de magnesio por metro cuadrado de superficie de alambre de dicho cable de alambre metálico.
5. El cable de alambre de acero de la reivindicación 1 o 4, en donde el promedio de tamaño de partícula de dicho óxido de magnesio finamente disperso está entre 1 y 100 micrómetros.
6. El cable de alambre de acero según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde dicho vehículo líquido comprende además un polvo abrasivo con un tamaño de partícula entre 5 y 50 micrómetros.
7. El cable de alambre de acero según la reivindicación 6, en donde dicho polvo abrasivo es el carburo de silicio.
8. El cable de alambre de acero según la reivindicación 7, en donde hay entre 0,1 y 10 gramos de carburo de silicio por kilogramo de dicho cable de alambre metálico.
9. Un método para proteger un producto de alambre de acero de la corrosión que comprende las etapas de:  
Proporcionar un alambre de acero recubierto de zinc o una aleación de zinc  
Trefilar secuencialmente dicho alambre de acero recubierto de zinc o una aleación de zinc a través de troqueles sucesivamente más pequeños  
Caracterizado porque a la entrada de al menos uno de dichos troqueles, se arrastra por dicho alambre de acero un inhibidor de la corrosión de óxido de magnesio finamente disperso en un vehículo líquido a al menos uno de dichos troqueles y es subsiguientemente impreso sobre dicho zinc o aleación de zinc.
10. Un método para proteger un producto de alambre de acero de la corrosión que comprende las etapas de:  
Proporcionar un alambre de acero recubierto de zinc o una aleación de zinc  
Trefilar secuencialmente dicho alambre de acero recubierto de zinc o una aleación de zinc a través de troqueles sucesivamente más pequeños  
Caracterizado porque a la entrada de al menos uno de dichos troqueles, se arrastra por dicho alambre de acero un inhibidor de la corrosión de óxido de magnesio finamente disperso mezclado con un jabón en polvo, lo que resulta en una mezcla de polvos, a al menos uno de dichos troqueles y es subsiguientemente impreso sobre dicho zinc o aleación de zinc.
11. El método de la reivindicación 9 o 10, en donde dicho óxido de magnesio ha pasado una criba de 74 micrómetros.