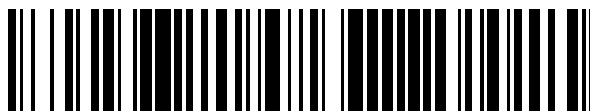


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 883 717**

51 Int. Cl.:

F16F 1/02 (2006.01)

E05F 1/10 (2006.01)

E05F 15/622 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2019** **E 19159435 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.07.2021** **EP 3702638**

54 Título: **Actuador para abrir y cerrar puerta o portón trasero de un coche**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
09.12.2021

73 Titular/es:

NV BEKAERT SA (100.0%)
Bekaertstraat 2
8550 Zwevegem, BE

72 Inventor/es:

CARDON, OLIVIER;
VERMEERSCH, VINCENT;
VAN DE VELDE, JOHAN;
GHEKIERE, PIETER y
VAN HAVER, WIM

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 883 717 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

Actuador para abrir y cerrar puerta o portón trasero de un coche

5 Campo técnico

La invención se refiere a un actuador para abrir y cerrar una puerta o un portón trasero de un coche. El actuador comprende un motor y un resorte de compresión helicoidal de alambre de acero.

10 Técnica Antecedente

Los SUVs (vehículos deportivos utilitarios) alcanzan una popularidad cada vez mayor. Los SUVs tienen un portón trasero grande y, por lo tanto, pesada. Es conocido el uso de resortes helicoidales de acero, de compresión en los actuadores para abrir y cerrar el portón trasero de dichos SUVs.

15 Existe una mayor tendencia a utilizar actuadores de apertura y cierre del portón trasero accionados por motor. Los documentos US2018/0216391A1 y US2017/0114580A1 divulgan dichos actuadores.

20 En dichos actuadores típicos, el portón trasero se abre liberando las fuerzas de un resorte de alambre de acero helicoidal que opera en modo de compresión. El portón trasero se cierra mediante la operación de un motor; por lo que el motor comprime el resorte de alambre de acero helicoidal. El resorte de alambre de acero helicoidal para dichas aplicaciones debe cumplir con requisitos muy estrictos. De acuerdo con un primer requisito, el resorte helicoidal debe tener un diámetro reducido, con el fin que el actuador de apertura y cierre del portón trasero sea lo más compacto posible. El resorte debe poder resistir las altas fuerzas de compresión de manera constante. La
25 relajación del resorte debe ser baja, ya que la relajación del resorte modifica las fuerzas del resorte para una compresión determinada, lo cual sería negativo para la operación del actuador de apertura y cierre del portón trasero. Además, el resorte debe tener suficiente resistencia a la fatiga, ya que debe sobrevivir el número requerido de ciclos de apertura y cierre del portón trasero con una carga elevada del resorte. Debido al tamaño de las compuertas posteriores de los SUVs, los resortes utilizados tienen una gran longitud.

30 Se conoce el uso de alambres de acero que tienen una microestructura martensítica para producir resortes helicoidales para actuadores de apertura y cierre de portón trasero de coches. Los alambres de acero que tienen una microestructura martensítica se fabrican típicamente mediante operaciones de tratamiento térmico de endurecimiento y templado.

35 El documento DE202004015535U1 describe un sistema de apertura y cierre del portón trasero de un coche. El sistema comprende un resorte de alambre de acero helicoidal. El resorte está hecho de un alambre de acero con un diámetro de al menos 1 mm. La aleación de acero con la cual se fabrica el alambre de acero comprende 0.5 – 0.9% en peso de carbono, 1 – 2.5% en peso de silicio, 0.3 – 1.5% de manganeso, 0.5 – 1.5% en peso de cromo, hierro e
40 impurezas. La aleación de acero comprende opcionalmente 0.05 – 0.3% en peso de vanadio y/o 0.5 – 0.3% en peso de niobio y/o tántalo. El alambre de acero se fabrica mediante una operación de patentamiento seguida de trefilado. A continuación, el alambre de acero se endurece y temple para obtener una microestructura martensítica, una resistencia a la tensión superior a 2300 N/mm² y una reducción del área de sección transversal a la rotura de más del 40%. El alambre de acero obtenido se conforma en frío en un resorte helicoidal, el cual luego se libera de la
45 tensión a una temperatura entre 200°C y 400°C. El resorte se puede granallar para aumentar su durabilidad.

Existen resortes helicoidales fabricados con alambre de acero trefilado. La norma europea EN 10270-1:2011 se titula “Alambre de acero para resortes mecánicos. Parte 1: Alambre de acero para resortes sin alear trefilado en frío patentado”. Aunque el título se refiere al alambre de acero para resortes sin alear, la sección 6.1.2 de la norma
50 indica que la adición de elementos de microaleación puede acordarse entre el fabricante y el comprador. El estándar diferencia el alambre de acero para resortes de dos formas. La primera forma es de acuerdo con el servicio estático (S) o el servicio dinámico (D). La segunda forma es de acuerdo con la resistencia a la tensión, baja (L), media (M) o alta (H). Las dos formas combinadas proporcionan 5 grados de alambre de acero para resortes (SL, SM, DM, SH y DH) cuyas propiedades mecánicas (entre las cuales se encuentra la resistencia a la tensión R_m) y los requisitos de
55 calidad se dan en la Tabla 3 de la norma EN 10270-1:2011 como una función del diámetro del alambre de acero. Como un ejemplo, para alambre de acero de diámetro entre 3.8 y 4 mm, la resistencia a la tensión R_m para el grado DH (el grado el cual tiene la resistencia a la tensión especificada más alta) debe estar entre 1740 y 1930 MPa.

60 Para impedir el ruido emitido por el actuador al conducir el coche, es una práctica común que los resortes helicoidales de compresión estén agrupados. Una capa de fibras textiles cortas, por ejemplo, fibras de poliamida, se unen mediante una capa adhesiva sobre el resorte de compresión helicoidal, después de enrollar el resorte. De esta manera, se crea una capa de terciopelo que actúa como amortiguación del ruido en el resorte fuertemente comprimido en el actuador.

El documento DE 20 2004 015535 U1, el cual se considera el estado de la técnica más cercano, divulga un actuador para abrir y cerrar una puerta o un portón trasero de un coche, que comprende las características del preámbulo de la reivindicación 1.

5 Divulgación de la invención

La invención se refiere a un actuador para abrir y cerrar una puerta o un portón trasero de un coche. El actuador comprende un resorte de compresión helicoidal y un motor. El resorte de compresión helicoidal se proporciona para abrir una puerta o el portón trasero de un coche cuando se liberan las fuerzas de compresión del resorte de compresión helicoidal. El motor está provisto para comprimir el resorte de compresión helicoidal con el fin de cerrar la puerta o el portón trasero del coche. El resorte de compresión helicoidal comprende un alambre de acero revestido enrollado helicoidalmente. El alambre de acero revestido enrollado helicoidalmente comprende un núcleo de acero y una capa de revestimiento metálica. Preferiblemente, el diámetro d (pulg mm) del alambre de acero revestido enrollado helicoidalmente está entre 2 y 5 mm. El núcleo de acero comprende una aleación de acero. La aleación de acero comprende - y preferiblemente consta de - entre 0.8 y 0.95% en peso de carbono, entre 0.2 y 0.9% en peso de manganeso; entre 0.1 y 1.4% en peso de silicio; opcionalmente uno o más de uno de los elementos de microaleación cromo, vanadio, tungsteno, molibdeno, niobio o boro; opcionalmente aluminio; impurezas inevitables; e hierro. La microestructura del núcleo de acero es perlita laminada trefilada. La capa de revestimiento metálica comprende al menos un 84% en masa de zinc; y preferiblemente aluminio.

Una ventaja de la invención es que se obtiene un actuador el cual satisface todos los requisitos en términos de propiedades mecánicas, vida útil y prevención de ruido en el actuador. Los alambres de acero martensítico se utilizan hoy en día en resortes de compresión helicoidales para actuadores para abrir y cerrar puertas posteriores; los resortes están post-revestidos y provistos con una capa de agrupado. Las operaciones de revestimiento posterior se realizan normalmente para lograr un nivel de resistencia a la corrosión que se requiere típicamente en aplicaciones automotrices. Los alambres de acero necesarios para los actuadores de apertura y cierre de puertas o puertas posteriores de coches tienen preferiblemente un diámetro entre 2 y 5 mm y deben tener una resistencia elevada y suficiente ductilidad. Los alambres de acero endurecido y templado (los cuales tienen una microestructura martensítica) de estos diámetros tienen la mayor resistencia. Los resortes helicoidales fabricados con alambres de acero endurecido y templado y que han sido sometidos al tratamiento posterior estándar (por ejemplo, alivio de tensión, granallado, revestimiento posterior y agrupado) proporcionan la combinación de una excelente resistencia a la fatiga, baja relajación de la fuerza del resorte, vida útil y atenuación del ruido. Debido a las altas demandas de resortes para actuadores para abrir y cerrar puertas posteriores (fuerzas de compresión elevadas, baja relajación permitida, requisitos de vida útil a la fatiga, requisitos de vida útil, sin generación de ruido) los cuales coinciden perfectamente con las propiedades conocidas de los alambres de acero martensítico (y los procesos realizados en el resorte de compresión helicoidal hecho de alambre de acero martensítico), la persona experta tiene un prejuicio técnico para usar alambres de acero martensítico y no usar alambres trefilados (los alambres trefilados tienen una microestructura perlítica trefilada) para la producción de resortes de compresión helicoidal para actuadores para apertura y cierre de puertas posteriores. Las aleaciones de acero seleccionadas en la invención proporcionan sorprendentemente alambres de acero revestidos con microestructura perlítica trefilada los cuales tienen la combinación de propiedades de alambre de acero (resistencia, límite elástico, ductilidad) requeridas para obtener resortes de compresión helicoidales que satisfacen los requisitos exigentes para su uso en actuadores para apertura y cierre de una puerta o un portón trasero de un coche. Además, no hay necesidad de una operación de revestimiento posterior y no es necesario proporcionar una capa de agrupado en el resorte de compresión helicoidal. La capa de revestimiento metálica proporciona suficiente prevención de ruido de tal modo que el resorte de compresión helicoidal en el actuador no cree ruido al conducir el coche. La capa de revestimiento metálica también proporciona la vida útil requerida al resorte de compresión helicoidal en el actuador; y por lo tanto al actuador.

En un actuador preferido, la capa de revestimiento metálica proporciona la superficie del resorte de compresión helicoidal.

Preferiblemente, el actuador comprende dos conectores, uno para conectar el actuador a la puerta o al portón trasero; y el otro para conectar el actuador a la carrocería del coche.

Preferiblemente, la aleación de acero comprende al menos uno o más de uno de los elementos de microaleación vanadio, tungsteno, molibdeno, niobio en cantidades individuales entre 0.04 y 0.2% en peso; y/o comprende cromo en cantidades entre 0.15 y 0.4% en peso; y/o comprende entre 0.0005 y 0.008% en peso de boro.

Preferiblemente, la aleación de acero comprende entre 0.02 y 0.06% en peso de aluminio. Dichas realizaciones proporcionan mejores resortes helicoidales de compresión gracias a la mayor ductilidad del alambre de acero revestido usado para fabricar el resorte helicoidal de compresión.

En realizaciones preferidas, la aleación de acero tiene un equivalente de carbono superior a 1. El equivalente de carbono se define como: $C \% \text{ en peso} + (Mn \% \text{ en peso} / 6) + (Si \% \text{ en peso} / 5) + (Cr \% \text{ en peso} / 5) + (V \% \text{ en peso} / 5) + (W \% \text{ en peso} / 5) + (Mo \% \text{ en peso} / 5) + (Nb \% \text{ en peso} / 5)$. Más preferiblemente, la aleación de acero

tiene un equivalente de carbono superior a 1.05; más preferiblemente superior a 1.1. Más preferiblemente, la aleación de acero tiene un equivalente de carbono por debajo de 1.4, más preferiblemente por debajo de 1.3.

Preferiblemente, el contenido de carbono de la aleación de acero es menos de 0.93% en peso, más preferiblemente menos de 0.9% en peso.

En realizaciones preferidas, la aleación de acero comprende entre 0.15 y 0.4% en peso de Cr (más preferiblemente, la aleación de acero comprende menos de 0.35% en peso de Cr, incluso más preferiblemente menos de 0.3% en peso de Cr); y opcionalmente entre 0.04 y 0.2% en peso de V.

Cuando la aleación de acero comprende V, preferiblemente la aleación de acero comprende menos del 0.15% en peso de V.

Preferiblemente, el resorte de compresión helicoidal tiene un diámetro exterior menor de 40 mm.

Preferiblemente, el resorte de compresión helicoidal tiene una longitud en condición descargada de más de 40 cm. Más preferiblemente de más de 60 cm.

Preferiblemente, la longitud del resorte de compresión helicoidal en condición descargada es menor de 1000 mm.

Preferiblemente, el resorte de compresión helicoidal tiene un índice de resorte entre 3 y 8. El índice de resorte es la relación del diámetro del resorte (en donde el diámetro del resorte para calcular el índice de resorte es el promedio entre el diámetro exterior y el diámetro interior del resorte en condición descargada) sobre el diámetro del alambre de acero del resorte.

Preferiblemente, el diámetro del alambre de acero revestido está entre 2 y 4 mm, más preferiblemente entre 2.5 y 3.8 mm.

Preferiblemente, el resorte de compresión helicoidal tiene un ángulo de paso entre 5 y 10°. Dichos resortes de compresión helicoidales pueden usarse de manera beneficiosa en los actuadores de apertura y cierre del portón trasero de los coches.

Preferiblemente, el alambre de acero revestido usado para enrollar helicoidalmente el resorte de compresión helicoidal tiene una resistencia a la tensión R_m (en MPa) mayor que el valor calculado por la fórmula $2680 - 390.71 * \ln(d)$. Más preferiblemente, la resistencia a la tensión R_m (en MPa) del alambre de acero revestido es mayor que el valor calculado por la fórmula $2720 - 390.71 * \ln(d)$; más preferiblemente mayor que el valor calculado por la fórmula $2770 - 390.71 * \ln(d)$; e incluso más preferiblemente mayor que el valor calculado por la fórmula $2800 - 390.71 * \ln(d)$. Con la función " $\ln(d)$ " se entiende el logaritmo natural del diámetro d (pulg mm) del alambre de acero revestido. La prueba de tensión para medir las propiedades mecánicas de los alambres de acero se realiza de acuerdo con la norma ISO 6892-1:2009 titulada "Materiales metálicos - Prueba de tensión Parte 1: Método de prueba a temperatura ambiente".

Preferiblemente, el porcentaje de reducción del área Z a la rotura en la prueba de tensión del alambre de acero revestido usado para la producción del resorte de compresión helicoidal es más del 40%. El porcentaje de reducción del área Z se calcula como: $Z = 100 * (S_o - S_u) / S_o$, siendo S_o así la sección transversal original del alambre de acero revestido antes de comenzar la prueba de tensión y siendo S_u la sección transversal más pequeña del alambre de acero revestido después de la fractura en pruebas de tensión.

Preferiblemente, la aleación de acero comprende entre 0.3 y 0.6% en peso de Mn; o la aleación de acero comprende entre 0.6 y 0.9% en peso de Mn.

Preferiblemente, el núcleo de acero comprende en el resorte al menos 95% - y más preferiblemente al menos 97% - en volumen de perlita laminada trefilada.

En una realización preferida, el porcentaje en volumen de bainita en la microestructura del núcleo de acero está entre el 0.2% y el 2%, preferiblemente por debajo del 0.5%. Sorprendentemente, se ha demostrado que dichas realizaciones son particularmente beneficiosas para la invención. Cuando la microestructura comprende dichas cantidades de bainita, es una indicación de que la perlita laminar es muy fina, favorable para lograr un enrollamiento de resorte óptimo y excelentes propiedades mecánicas de resorte, sin que la bainita cree efectos negativos. La cantidad limitada de bainita es importante para la ductilidad del alambre de acero revestido. La baja cantidad de bainita se puede lograr mediante una operación de patentamiento adecuada en el proceso de producción del núcleo de acero. El porcentaje en volumen de bainita en la microestructura del núcleo de acero del alambre de acero revestido se puede determinar mediante microscopía óptica o microscopía electrónica de barrido usando un grabador apropiado.

Opcionalmente, la capa de revestimiento metálica comprende otros elementos activos, cada uno en cantidades individuales inferiores al 1% en peso.

5 Preferiblemente, la masa de la capa de revestimiento metálica es menos de 120 g/m², más preferiblemente entre 20 y 80 g/m², más preferiblemente menos de 60 g/m² de la superficie del resorte de compresión helicoidal, incluso más preferiblemente menos de 40 g/m² de la superficie del resorte de compresión helicoidal.

10 Preferiblemente, el revestimiento metálico comprende al menos 88% en peso de zinc, más preferiblemente al menos 90% en peso de zinc. Más preferiblemente, la capa de revestimiento metálica comprende al menos 93% en peso de zinc.

15 Preferiblemente, el revestimiento metálico comprende - y preferiblemente consiste en - zinc, al menos 4% en peso de aluminio - y preferiblemente menos del 14% en peso de aluminio -; opcionalmente entre 0.2 y 2% en peso de magnesio (y preferiblemente menos de 0.8% en peso de Mg); opcionalmente hasta 0.6% en peso de silicio; opcionalmente hasta 0.1% en peso de elementos de tierras raras, e impurezas inevitables.

20 Preferiblemente, la capa de revestimiento metálica comprende - y preferiblemente consta de - entre 86 y 92% en peso de Zn y entre 14 y 8% en peso de Al; e impurezas inevitables. Preferiblemente, dicha capa de revestimiento metálica tiene una masa entre 35 y 60 g/m². Es un beneficio particular que dicha capa de revestimiento metálica se pueda adelgazar sin dejar de tener buenas propiedades de protección contra la corrosión. Una fina capa de revestimiento también facilita el enrollado del resorte de compresión helicoidal.

25 Preferiblemente, la capa de revestimiento metálica consiste en zinc, entre 3 y 8% en peso de aluminio; opcionalmente hasta 0.1% en peso de elementos de tierras raras; e impurezas inevitables. Preferiblemente, dicha capa de revestimiento metálica tiene una masa entre 60 y 120 g/m².

30 Preferiblemente, la capa de revestimiento metálica consiste en zinc, entre 3 y 8% en peso de aluminio; entre 0.2 - 2% en peso (y preferiblemente menos de 0.8% en peso) de magnesio; e impurezas inevitables. Es un beneficio particular que dicha capa de revestimiento metálica se pueda adelgazar sin dejar de tener buenas propiedades de protección contra la corrosión. Una fina capa de revestimiento también facilita el enrollado del resorte de compresión helicoidal. Dicha capa de revestimiento metálica puede, por ejemplo, ser inferior a 60 g/m². Preferiblemente entre 25 y 60 g/m².

35 Preferiblemente, la capa de revestimiento metálica comprende una fase rica en aluminio globularizada. Dicha fase rica en aluminio globularizada se crea en el trefilado a medida que el alambre de acero revestido se calienta por la energía del trefilado; e incluso en mayor medida cuando se realiza un tratamiento térmico de alivio de tensión en el resorte de compresión helicoidal después de enrollarlo. Se cree que la fase rica en aluminio globularizada mejora la resistencia a la corrosión del resorte de compresión helicoidal metálico; de tal modo que se pueda utilizar una capa de revestimiento metálica más fina.

40 Preferiblemente, el alambre de acero revestido comprende una capa de revestimiento intermetálica dispuesta entre el núcleo de acero y la capa de revestimiento metálica. La capa de revestimiento intermetálica comprende una fase Fe_xAl_y. Más preferiblemente, la capa de revestimiento intermetálica proporciona entre el 30 y el 65% del espesor combinado de la capa de revestimiento intermetálica y la capa de revestimiento metálica. La capa intermetálica es beneficiosa ya que crea la adhesión requerida de la capa de revestimiento metálica, con el fin de permitir que el alambre de acero se enrolle en un resorte de compresión helicoidal sin dañar la capa de revestimiento metálica. Una capa de revestimiento intermetálica más delgada corre el riesgo de descascararse al enrollar el resorte; un revestimiento más grueso corre el riesgo de que la capacidad de enrollado no sea buena. La capa de revestimiento intermetálica que comprende una fase Fe_xAl_y se obtiene al aplicar el proceso de doble inmersión para aplicar la capa de revestimiento metálica sobre un núcleo de acero. Se realiza una primera inmersión en un baño de zinc. Se forma una capa de Fe_xZn_y sobre la superficie del acero. La segunda inmersión se realiza en un baño que comprende Zn y Al. En el segundo baño, la capa de Fe_xZn_y formada en el primer baño se convierte en una capa de revestimiento intermetálica que comprende una fase de Fe_xAl_y.

55 Preferiblemente, el alambre de acero revestido comprende una capa de inhibición. La capa de inhibición se proporciona entre el núcleo de acero y la capa de revestimiento metálica. La capa de inhibición se proporciona por una fase Fe_xAl_y. Preferiblemente, la capa de inhibición tiene menos de 1 μm de espesor. Puede obtenerse un alambre de acero revestido con dicha capa de inhibición utilizando un proceso de inmersión única para aplicar la capa de revestimiento metálica. La superficie de acero se activa, por ejemplo, mediante el proceso Sendzimir, y el alambre de acero se sumerge en un baño que comprende Zn y Al fundidos. El alambre de acero se limpia después de la inmersión en el baño y se enfría.

65 En una realización preferida, la capa de revestimiento metálica se compone de zinc e impurezas inevitables. Más preferiblemente, la masa de la capa de revestimiento metálica es más de 80 g/m², más preferiblemente más de 100 g/m².

En realizaciones preferidas, la aleación de acero comprende entre 0.15 y 0.35% en peso de Si, o la aleación de acero comprende entre 0.6 y 0.8% en peso de Si, o la aleación de acero comprende entre 0.8 y 1.4% en peso de Si.

5 En realizaciones más preferidas, la aleación de acero comprende entre 0.6 y 1.4% en peso de Si; más preferiblemente entre 0.8 y 1.4% en peso de Si. Dichas realizaciones son particularmente beneficiosas, ya que se puede obtener un alambre de acero revestido con resistencia elevada, ya que la cantidad elevada de Si impide la pérdida de resistencia del alambre de acero en el proceso de inmersión en caliente cuando se aplica el revestimiento metálico en una etapa intermedia en el proceso de trefilado.

10 En una realización preferida, la aleación de acero consta de entre 0.83 y 0.89% en peso de C, entre 0.55 y 0.7% en peso de Mn, entre 0.1 y 0.4% en peso de Si, entre 0.15 y 0.3% en peso de Cr, entre 0.04 y 0.08 % en peso de V, opcionalmente entre 0.02 y 0.06% en peso de Al; e impurezas inevitables y el resto es hierro.

15 En una realización preferida, la aleación de acero consta de entre 0.83 y 0.89% en peso de C, entre 0.55 y 0.7% en peso de Mn, entre 0.55 y 0.85% en peso de Si, entre 0.15 y 0.3% en peso de Cr, entre 0.04 y 0.08 % en peso de V, opcionalmente entre 0.2 y 0.06% en peso de Al; e impurezas inevitables y el resto es hierro.

20 En una realización preferida, la aleación de acero consta de entre 0.9 y 0.95% en peso de C, entre 0.2 y 0.5% en peso de Mn, entre 1.1 y 1.3% en peso de Si, entre 0.15 y 0.3% en peso de Cr; e impurezas inevitables y el resto es hierro.

25 En una realización preferida, el alambre de acero revestido enrollado helicoidalmente tiene una sección transversal no circular, preferiblemente una sección transversal rectangular o cuadrada. Para realizaciones en donde la sección transversal del alambre de acero revestido enrollado helicoidalmente no es circular, el diámetro de este alambre de acero es el diámetro equivalente. El diámetro equivalente es el diámetro de un alambre con sección transversal circular que tiene la misma área de sección transversal que el alambre con sección transversal no circular.

30 Preferiblemente, el núcleo de acero del alambre de acero revestido en el resorte de compresión helicoidal tiene una reducción de trefilado de más del 75%. La barra de alambre de la cual se ha trefilado el núcleo de acero, o el propio núcleo de acero, se han sometido a una operación de patentamiento para crear una microestructura perlítica; seguido de operaciones de trefilado de alambre de acero. La reducción de trefilado (en %) se define como $100 \cdot (A_0 - A_1) / A_0$, donde A_0 es igual al área de la sección transversal de la barra de alambre o núcleo de acero después de transformación isotérmica y antes del trefilado; y A_1 el área de la sección transversal del núcleo de acero trefilado utilizado para fabricar el resorte. Durante la deformación por trefilado, los granos de perlita se orientarán en la dirección longitudinal del núcleo de acero. El nivel de orientación de los granos de perlita está determinado por la reducción del trefilado del núcleo de acero. La reducción de trefilado se puede evaluar a partir de la evaluación de la microestructura de perlita laminada trefilada del núcleo de acero del alambre de acero revestido en el resorte de compresión helicoidal, por ejemplo, a través de microscopía óptica de luz en una sección longitudinal (es decir, a lo largo de la dirección longitudinal del alambre de acero revestido en el resorte de compresión helicoidal).

40 En una realización preferida, después de 20000 ciclos de carga de compresión del resorte de compresión helicoidal entre el 63% y el 37% de su longitud en condición descargada, la pérdida de carga al 63% de su longitud es menos del 5% (y preferiblemente menos del 3%) en comparación con la carga al 63% de su longitud en el primer ciclo.

45 Un resorte de compresión helicoidal como se usa en el actuador inventivo se puede fabricar de acuerdo con un método que comprende las etapas de:

- proporcionar una barra de alambre de acero;

50 - patentar la barra de alambre de acero o un alambre de acero trefilado a partir de la barra de alambre de acero, con el fin de obtener una microestructura perlítica;

- después de la operación de patentamiento; y antes del trefilado o entre las etapas de trefilado, aplicar un revestimiento metálico sobre la barra de acero o sobre el alambre de acero por inmersión en caliente, en donde el revestimiento metálico comprende al menos 84% en masa de zinc; y opcionalmente aluminio;

55 - trefilar, con una reducción de trefilado superior al 75%, la barra de alambre de acero patentado y revestido de metal que tiene una microestructura perlítica o el alambre de acero patentado y revestido de metal que tiene una microestructura perlítica; obteniendo así un alambre de acero revestido de metal cuyo núcleo de acero tiene una microestructura perlítica trefilada, preferiblemente con un diámetro d (pulg mm) entre 2 y 5 mm;

60 - enrollar helicoidalmente el alambre de acero revestido en un resorte helicoidal;

- realizar opcionalmente un alivio de la tensión térmica en el resorte helicoidal.

65

La barra de alambre de acero comprende una aleación de acero. La aleación de acero consta de entre 0.8 y 0.95% en peso de carbono; entre 0.2 y 0.9% en peso de manganeso; entre 0.1 y 1.4% en peso de silicio; opcionalmente uno o más de uno de los elementos de microaleación cromo, vanadio, tungsteno, molibdeno, niobio; opcionalmente boro; opcionalmente aluminio; impurezas inevitables; y el resto es hierro. La microestructura del núcleo de acero en el alambre de acero revestido enrollado helicoidalmente es perlita laminada trefilada.

Preferiblemente, la operación de trefilado da como resultado un alambre de acero revestido que tiene una resistencia a la tensión R_m (en MPa) mayor que el valor calculado por la fórmula: $2680 - 390.71 \cdot \ln(d)$. Más preferiblemente, el trefilado da como resultado un alambre de acero revestido con una resistencia a la tensión R_m (en MPa) mayor que el valor calculado por la fórmula $2720 - 390.71 \cdot \ln(d)$; más preferiblemente mayor que el valor calculado por la fórmula $2770 - 390.71 \cdot \ln(d)$; e incluso más preferiblemente mayor que el valor calculado por la fórmula $2800 - 390.71 \cdot \ln(d)$. Con la función " $\ln(d)$ " se entiende el logaritmo natural del diámetro d (pulg mm) del alambre de acero revestido. La prueba de tensión para medir las propiedades mecánicas de los alambres de acero se realiza de acuerdo con la norma ISO 6892-1:2009 titulada "Materiales metálicos - Prueba de tensión Parte 1: Método de prueba a temperatura ambiente".

La etapa de patentamiento para obtener una microestructura perlítica se puede realizar en la barra de alambre o en un alambre de acero trefilado a partir de la barra de alambre. La etapa de patentamiento se puede realizar como una etapa en línea en el proceso de producción de la barra de alambre, por ejemplo, mediante patentamiento directo en línea. La etapa de patentamiento también se puede realizar en la barra de alambre o en un alambre de acero trefilado de la barra de alambre mediante tecnologías de patentamiento conocidas usando baños de metales fundidos apropiados (tales como Pb) o alternativas como lecho fluidificado, sales fundidas y polímeros acuosos. Antes del trefilado, se puede realizar una etapa de decapado y revestimiento de alambre.

Preferiblemente, el método para fabricar el resorte de compresión helicoidal comprende la etapa de aliviar la tensión térmica del resorte de compresión helicoidal después de enrollarlo. Más preferiblemente, la etapa de tratamiento térmico para aliviar la tensión térmica se realiza a una temperatura por debajo de 450°C en el resorte de compresión helicoidal después de su formación. Más preferiblemente, la etapa de tratamiento térmico para aliviar la tensión se realiza a una temperatura por debajo de 300°C, más preferiblemente por debajo de 250°C.

Opcionalmente, se pueden aplicar otras etapas del proceso al resorte de compresión helicoidal después de aliviar la tensión, por ejemplo, fraguado en caliente o fraguado en frío múltiple. Con fraguado en caliente se entiende que el resorte se mantiene a una temperatura elevada en estado comprimido durante algún tiempo. Con fraguado en frío se entiende que el resorte se comprime durante diversos ciclos a temperatura ambiente. Dichas operaciones de fraguado permiten que el resorte logre requisitos de relajación del resorte limitados más estrictos.

Breve descripción de las figuras en los dibujos

La Figura 1 muestra un SUV que comprende un actuador para abrir y cerrar su portón trasero.

La Figura 2 muestra un actuador para abrir y cerrar el portón trasero de un coche.

La Figura 3 muestra un resorte de compresión helicoidal como en la invención.

Modo(s) para llevar a cabo la invención

La Figura 1 muestra un SUV 12 que comprende un portón trasero 14 y un actuador 16 para abrir y cerrar el portón trasero. El actuador (la Figura 2 muestra el actuador 16 para abrir y cerrar el portón trasero de un coche) comprende un resorte 18 de compresión helicoidal y un motor 20. El actuador comprende dos conectores 22, 23, uno para conectar el actuador a la puerta o a el portón trasero; y el otro para conectar el sistema a la carrocería del coche. El resorte de compresión helicoidal se proporciona para abrir el portón trasero cuando se liberan las fuerzas de compresión del resorte de compresión helicoidal. El motor está previsto para comprimir el resorte de compresión helicoidal para cerrar el portón trasero. En la Figura 3 se muestra un ejemplo de un resorte de compresión helicoidal que se puede usar, dicho resorte tiene una longitud L y un paso p .

El resorte de compresión helicoidal comprende un alambre de acero revestido enrollado helicoidalmente. El diámetro d (pulg mm) del alambre de acero revestido enrollado helicoidalmente es preferiblemente entre 2 y 5 mm. El alambre de acero revestido enrollado helicoidalmente comprende un núcleo de acero y una capa de revestimiento metálica.

El núcleo de acero comprende una aleación de acero; que comprende y preferiblemente consta de entre 0.8 y 0.95% en peso de carbono, entre 0.2 y 0.9% en peso de manganeso; entre 0.1 y 1.4% en peso de silicio; opcionalmente al menos uno o más de uno de los elementos de microaleación cromo, vanadio, tungsteno, molibdeno, niobio o boro; opcionalmente aluminio; impurezas inevitables; e hierro.

La Tabla I proporciona ejemplos específicos de aleaciones de acero (con % en peso mínimo y máximo de los elementos en la aleación de acero) que se pueden usar en la invención para el núcleo de acero.

La microestructura del núcleo de acero en el alambre de acero revestido enrollado helicoidalmente es perlita laminada trefilada.

5

Tabla I: Ejemplos de aleaciones de acero que se pueden utilizar en la invención.

Aleación	C (% en peso)		Mn (% en peso)		Si (% en peso)		Cr (% en peso)		V (% en peso)		Al (% en peso)	
	min	máx	min	máx	min	máx	min	máx	min	máx	min	máx
A	0.84	0.88	0.60	0.70	0.15	0.35	0.20	0.30	0.04	0.09	0.02	0.06
B	0.84	0.88	0.60	0.70	0.60	0.80	0.20	0.30	0.04	0.09	0.02	0.06
C	0.80	0.84	0.70	0.85	0.15	0.35	0.20	0.30	0.05	0.08	0.02	0.06
D	0.90	0.95	0.25	0.45	0.15	0.30	0.15	0.30				0.01
E	0.90	0.95	0.25	0.45	1.10	1.30	0.15	0.30				0.01
F	0.80	0.85	0.60	0.90	0.80	1.00						
G	0.85	0.90	0.60	0.90	0.80	1.00						
H	0.90	0.95	0.30	0.60	1.10	1.30	0.20	0.40				
I	0.90	0.95	0.30	0.60	1.10	1.30	0.20	0.40				0.04
K	0.84	0.88	0.65	0.85	0.80	1.00						
L	0.88	0.94	0.35	0.55	1.10	1.30	0.20	0.30				
M	0.90	0.94	0.35	0.55	1.20	1.40	0.20	0.40				
N	0.85	0.90	0.60	0.70	0.15	0.35	0.20	0.30	0.04	0.08	0.02	0.06

10

Un ejemplo específico de dicho resorte de compresión helicoidal se ha enrollado con un alambre de acero revestido cuyo núcleo de acero tiene una microestructura perlítica trefilada y 3.4 mm de diámetro. El resorte de compresión helicoidal tiene una longitud L 0.8 m en condición descargada. El índice de resorte del resorte helicoidal de ejemplo es 6.5. El paso p del resorte es de 15.2 mm. El diámetro exterior del resorte de compresión helicoidal es de 26.8 mm.

15

Con el fin de fabricar el alambre de acero revestido usado para enrollar el resorte de compresión helicoidal, se usó una barra de alambre de acero de 10 mm de diámetro.

20

La barra de alambre de acero estaba hecha de una aleación de acero que constaba de 0.86% en peso de C, 0.63% en peso de Mn, 0.2% en peso de Si, 0.22% en peso de Cr, 0.06% en peso de V; 0.04% en peso de Al; impurezas inevitables y el resto es hierro. Ésta es una aleación de composición "A" de la tabla I. El carbono equivalente es: $0.86 + (0.63/6) + (0.2/5) + (0.22/5) + (0.06/5) = 1.169$.

25

Se ha patentado la barra de alambre de acero de 10 mm de diámetro para dotarla con una microestructura perlítica; y luego se le ha provisto con un revestimiento metálico por inmersión en caliente. El proceso de inmersión en caliente utilizado fue un proceso de doble inmersión en el cual el alambre de acero se sumergió primero en un baño de zinc fundido; seguido de sumergir el alambre de acero en un baño que comprende un 10% en peso de aluminio y el resto es zinc. La capa de revestimiento metálica del alambre de acero sumergido en caliente constaba de un 10% en peso de aluminio y el resto era zinc.

30

La barra de alambre patentada - y sumergida en caliente - de 10 mm de diámetro se ha trefilado a un alambre de acero de 3.4 mm de diámetro; esto significa que se ha aplicado una reducción de trefilado del 88.4%. El alambre de acero resultante tiene una microestructura perlítica trefilada. La resistencia a la tensión Rm del alambre de acero revestido es de 2354 MPa; el valor de Rp0.2 es 1990 MPa, el cual es el 84.5% del valor de Rm. La reducción porcentual del área Z a la rotura en la prueba de tensión del alambre de acero es del 44.1%.

35

El revestimiento metálico sobre el alambre trefilado de 3.4 mm fue de 45 g/m².

40

Después de enrollar este alambre de acero revestido en un resorte de compresión helicoidal, se realizó una operación de alivio de la tensión térmica, manteniendo el resorte de compresión helicoidal en condición descargada a 250°C durante 30 minutos.

El alambre de acero revestido del resorte de compresión helicoidal comprendía una capa de revestimiento intermetálica entre el núcleo de acero y la capa de revestimiento metálica. La capa de revestimiento intermetálica proporcionó el 45% del espesor combinado de la capa de revestimiento intermetálica y la capa de revestimiento

metálica. La capa de revestimiento intermetálica comprendía una fase Fe_xAl_y . Se ha observado que la capa de revestimiento metálica comprende una fase rica en aluminio globularizada.

- 5 Las muestras del alambre de acero revestido utilizado para fabricar el resorte helicoidal se han sometido a un tratamiento térmico en un horno durante 30 minutos a una temperatura del horno de 250°C. Después de este tratamiento térmico, se ha realizado la prueba de tensión en la muestra de alambre de acero revestido: la resistencia a la tensión R_m es 2426 MPa; el valor de $R_{p0.2}$ es 2366 MPa, el cual es el 97.5% de la resistencia a la tensión R_m ; y el porcentaje de reducción del área Z a la rotura fue del 42%.
- 10 El análisis del núcleo de acero del resorte de compresión helicoidal ha demostrado que el núcleo de acero tiene una microestructura de perlita trefilada, con más del 97% en volumen de perlita trefilada y aproximadamente el 1% en volumen de bainita.
- 15 El resorte de compresión helicoidal se usó en un actuador para abrir y cerrar el portón trasero de un coche. El revestimiento metálico del alambre de acero revestido proporcionó la superficie del resorte de compresión helicoidal.

REIVINDICACIONES

1. Actuador para abrir y cerrar una puerta o un portón trasero de un coche, que comprende

5 - un resorte de compresión helicoidal, para abrir una puerta o el portón trasero de un coche cuando se liberan las fuerzas de compresión del resorte de compresión helicoidal; y

- un motor, para comprimir el resorte de compresión helicoidal con el fin de cerrar la puerta o el portón trasero del coche;

10 en donde el resorte de compresión helicoidal comprende un alambre de acero revestido enrollado helicoidalmente;

en donde el alambre de acero revestido enrollado helicoidalmente comprende un núcleo de acero y una capa de revestimiento metálica;

15 en donde el núcleo de acero comprende una aleación de acero;

en donde la aleación de acero comprende y preferiblemente consta de

20 entre 0.8 y 0.95% en peso de carbono,

entre 0.2 y 0.9% en peso de manganeso;

entre 0.1 y 1.4% en peso de silicio;

25 opcionalmente uno o más de uno de los elementos de microaleación cromo, vanadio, tungsteno, molibdeno, niobio o boro;

opcionalmente aluminio;

30 impurezas inevitables;

e hierro; caracterizado porque la microestructura del núcleo de acero es perlita laminada trefilada; en donde la capa de revestimiento metálica comprende al menos un 84% en masa de zinc; y preferiblemente aluminio.

35 2. Actuador como en la reivindicación 1, en donde la capa de revestimiento metálica proporciona la superficie del resorte de compresión helicoidal.

40 3. Actuador como en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el revestimiento metálico comprende - y preferiblemente está constituido por - zinc, al menos 4% en peso de aluminio, opcionalmente entre 0.2 y 2% en peso de magnesio, opcionalmente hasta 0.6% en peso de silicio, opcionalmente hasta 0.1% en peso de elementos de tierras raras; e impurezas inevitables.

45 4. Actuador como en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 - 2, en donde la capa de revestimiento metálica está constituida por zinc, entre 3 y 8% en peso de aluminio; entre 0.2 - 2% en peso de magnesio; e impurezas inevitables.

50 5. Actuador como en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 - 2, en donde la capa de revestimiento metálica comprende - y preferiblemente está constituida por - entre 86 y 92% en peso de Zn y entre 14 y 8% en peso de Al; e impurezas inevitables.

55 6. Actuador como en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 - 2, en donde la capa de revestimiento metálica está constituida por zinc, entre 3 y 8% en peso de aluminio; opcionalmente hasta 0.1% en peso de elementos de tierras raras; e impurezas inevitables.

7. Actuador como en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la masa de la capa de revestimiento metálica está comprendida entre 20 y 80 g/m².

60 8. Actuador como en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 3 - 7; en donde la capa de revestimiento metálica comprende una fase rica en aluminio globularizada.

9. Actuador como en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 3 - 8, en donde el alambre de acero revestido comprende una capa de revestimiento intermetálica dispuesta entre el núcleo de acero y la capa de revestimiento metálica, en donde la capa de revestimiento intermetálica comprende una fase Fe_xAl_y; preferiblemente en donde la capa de revestimiento intermetálica proporciona entre el 30 y el 65% del espesor combinado de la capa de revestimiento intermetálica y la capa de revestimiento metálica.

- 5 10. Actuador como en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 3 - 8, en donde el alambre de acero revestido comprende una capa de inhibición, en donde la capa de inhibición se proporciona entre el núcleo de acero y la capa de revestimiento metálica, en donde la capa de inhibición se proporciona por una fase Fe_xAl_y ; y preferiblemente en donde la capa de inhibición tiene menos de 1 μm de espesor.
- 10 11. Actuador como en cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 - 2; en donde la capa de revestimiento está constituida por zinc e impurezas inevitables, preferiblemente en donde la masa de la capa de revestimiento metálica es más de 80 g/m^2 , más preferiblemente más de 100 g/m^2 .
- 15 12. Actuador como en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la aleación de acero tiene un equivalente de carbono superior a 1; en donde el equivalente de carbono se define como: $C \% \text{ en peso} + (Mn \% \text{ en peso} / 6) + (Si \% \text{ en peso} / 5) + (Cr \% \text{ en peso} / 5) + (V \% \text{ en peso} / 5) + (W \% \text{ en peso} / 5) + (Mo \% \text{ en peso} / 5) + (Nb \% \text{ en peso} / 5)$.
- 20 13. Actuador como en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la aleación de acero comprende al menos uno o más de uno de los elementos de microaleación, vanadio, tungsteno, molibdeno, niobio en cantidades individuales entre 0.04 y 0.2% en peso; y/o comprende cromo en cantidades entre 0.15 y 0.4% en peso y/o comprende entre 0.0005 y 0.008% en peso de boro.
- 25 14. Actuador como en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la microestructura del alambre de acero en el resorte de compresión helicoidal comprende más del 97% en volumen de perlita trefilada.
15. Actuador como en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la aleación de acero comprende entre 0.02 y 0.06% en peso de Al.

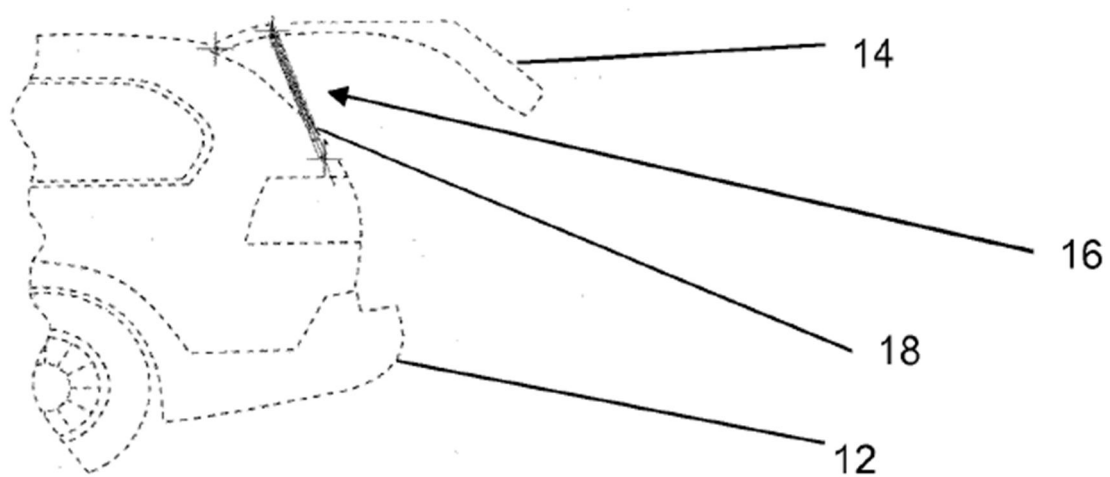


Fig. 1

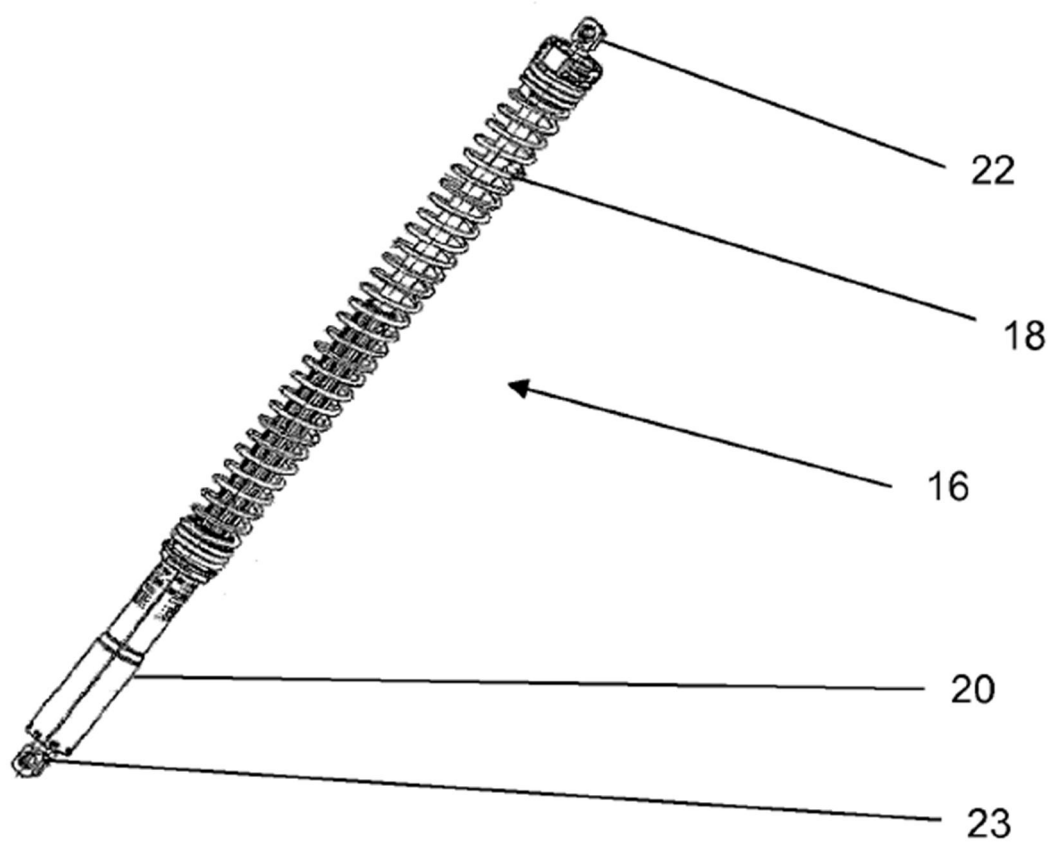


Fig. 2

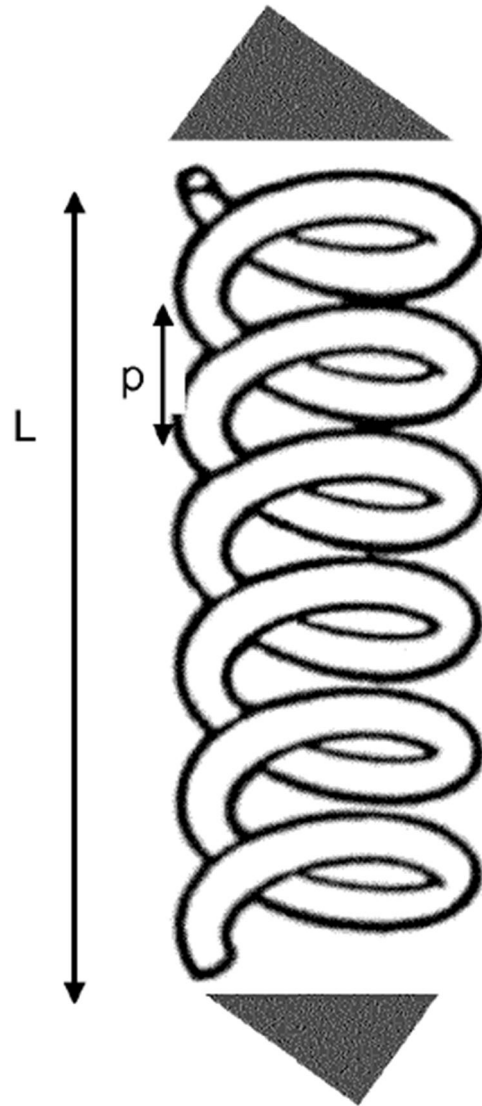


Fig. 3