



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 358 521**

51 Int. Cl.:  
**F16L 11/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05743074 .6**

96 Fecha de presentación : **26.04.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1745232**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.01.2007**

54 Título: **Hilo plano con elevada resistencia a la tracción como refuerzo de manguera.**

30 Prioridad: **12.05.2004 EP 04102060**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**11.05.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**11.05.2011**

73 Titular/es: **NV Bekaert SA**  
**Bekaertstraat 2**  
**8550 Zwevegem, BE**

72 Inventor/es: **Lokere, Erwin y**  
**Vanneste, Stijn**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

**ES 2 358 521 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

La presente invención se refiere a una manguera o tubo flexible reforzada por medio de al menos un hilo de acero.

Antecedentes de la invención

5 En la técnica de mangueras o tubos flexibles se han hecho varios intentos, bien para disminuir el diámetro de la manguera o tubo mientras que se mantiene igual la cuantía del refuerzo, o bien para mantener constante el diámetro de la manguera o tubo mientras que se aumenta la cuantía del refuerzo. En ambos casos, se han ensayado hilos de acero o cordones de acero con resistencias a la tracción superiores. Sin embargo, hasta ahora y a gran diferencia de los neumáticos de caucho, no han tenido éxito los  
10 ensayos con mangueras o tubos flexibles que tienen cordones de acero e hilos de acero con resistencias a la tracción superiores. La aplicación de un tratamiento de alivio de tensiones, como se describe en la patente EP-B1-0790349, a los hilos de acero o los cordones de acero con resistencias a la tracción superiores, ha probado que mitiga los inconvenientes del refuerzo de resistencia a la tracción superior en mangueras o tubos, pero, al mismo tiempo, ha disminuido la resistencia a la tracción de los hilos de acero o los cordones de acero.

La patente US-B1-6390141 describe una manguera resistente al aplastamiento reforzada mediante hilos de acero redondos o rectangulares. Los hilos redondos pueden tener una resistencia a la tracción que varía de 345 MPa a 2.100 MPa. La patente JP-A-8-187796 describe una manguera reforzada mediante un hilo de acero achatado.

20 Compendio de la invención

Es un objeto de la presente invención evitar los inconvenientes de la técnica anterior.

Es otro objeto de la presente invención proporcionar un refuerzo de acero de resistencia a la tracción alta en mangueras y tubos flexibles.

25 Es un objeto adicional de la presente invención disminuir el diámetro exterior de mangueras y tubos flexibles, sin disminuir la cuantía del refuerzo.

Es un objeto alternativo de la presente invención aumentar la cuantía del refuerzo en mangueras o tubos flexibles, sin aumentar el diámetro exterior de estas mangueras o tubos.

Según la invención, se proporciona una manguera o tubo flexible reforzada por medio de al menos un hilo de acero achatado. El hilo de acero tiene las siguientes características:

- 30
- una relación de espesor a anchura  $t/w$  inferior a 0,95,
  - una resistencia a la tracción  $R_m$  que supera  $3.500 - 2.000 \times d$ , donde  $d$  es el diámetro expresado en mm de un círculo que tiene la misma superficie en corte transversal que el hilo achatado, y donde  $R_m$  se expresa en MPa,
  - un alargamiento permanente bajo carga máxima  $A_g$  de al menos 0,70%.

35 Con carácter de ejemplo preferible, el hilo de acero achatado tiene bordes naturales. Las expresiones "hilo de acero achatado con bordes naturales" se refieren a un hilo de acero plano que se ha laminado entre dos rodillos: tal hilo de acero tiene dos lados planos y dos bordes redondeados, que se refieren como bordes naturales ya que allí no se ha ejercido ninguna fuerza. El espesor  $t$  es la distancia entre los dos lados planos. La anchura  $w$  es la mayor distancia en el corte transversal entre los dos bordes redondeados.  
40

Se ha necesitado algún tiempo para descubrir la razón de la falta de éxito de los hilos y cordones de resistencia a la tracción superior en mangueras y tubos. Inicialmente, la falta de éxito se atribuyó al fenómeno de que los hilos de resistencia a la tracción superior son más vulnerables que los hilos de resistencia a la tracción normal a las fuerzas de contacto lateral. Aunque este fenómeno es cierto, desde  
45 punto de vista general, no es la razón de la falta de éxito en mangueras y tubos flexibles. Según los inventores, la razón real se ha de encontrar en la disminución de la ductilidad de los hilos de acero y los cordones de acero de resistencia a la tracción superior: cuanto mayor es la resistencia a la tracción, menor es la ductilidad. El achatamiento de los hilos de acero redondos, por ejemplo por medio de un laminado en frío, aumenta sustancialmente la ductilidad mientras que reduce sólo ligeramente la resistencia a la tracción. Este fenómeno, conocido como tal bajo el nombre de efecto Bausinger, se aplica ahora a hilos de  
50 acero de resistencia a la tracción superior para el refuerzo de mangueras y tubos.

Con una relación de espesor a anchura  $t/w$  por debajo de 0,95, ya se aprecia un aumento sustancial de la ductilidad. Cuanto menor es la relación del espesor a la anchura  $t/w$ , mayor es el aumento de la ductilidad. Luego, una  $t/w$  por debajo de 0,90 es mejor que una  $t/w$  por debajo de 0,95. Generalmente,

la relación  $t/w$  puede variar de 0,20 a 0,95, por ejemplo de 0,30 a 0,85.

5 Generalmente, el espesor  $t$  puede variar de 0,15 mm en adelante, por ejemplo de 0,20 mm en adelante. La anchura  $w$  puede variar hasta 1,50 mm, por ejemplo hasta 1,30 mm. Con respecto a las resistencias a la tracción, se denomina una resistencia a la tracción alta a una resistencia a la tracción  $R_m$  que supera  $3.500 - 2.000 \times d$  MPa, donde  $d$  es el diámetro de un círculo que tiene la misma superficie en corte transversal. Una resistencia a la tracción  $R_m$  que supera  $3.900 - 2.000 \times d$  MPa, se denomina una resistencia a la tracción súper alta.

Una resistencia a la tracción  $R_m$  que supera  $4.300 - 2.000 \times d$  MPa, se denomina una resistencia a la tracción ultra alta.

10 La invención se aplica tanto a las mangueras en espiral como a las mangueras trenzadas. Normalmente una manguera trenzada tiene unos hilos de refuerzo con un espesor  $t$  por debajo de 0,45 mm, y normalmente una manguera en espiral tiene unos hilos de refuerzo con un espesor  $t$  por debajo de 0,75 mm.

El material matriz de las mangueras puede ser caucho, un termoplástico, poliuretano y similares.

### 15 Breve descripción de los dibujos

Ahora se describirá la invención con más detalle con referencia a los dibujos anexos, en los que

- La FIGURA 1 es un corte transversal de un hilo de acero achatado;
- La FIGURA 2 es un corte transversal de otro hilo de acero achatado;
- La FIGURA 3 es un diagrama de tensión-deformación que explica los diferentes alargamientos;
- 20 - La FIGURA 4 compara una manguera de la técnica anterior con una manguera de la invención.

### Descripción de las realizaciones preferidas de la invención y de una comparación con unas realizaciones de la técnica anterior.

25 El hilo redondo de la técnica anterior tiene una limitación en relación con el espacio usado eficazmente. En realidad, el espacio ocupado por un hilo redondo con un diámetro  $d$  es igual a  $d^2$ , mientras que el área reforzada solamente es  $\pi d^2/4$ , luego el grado de espacio usado eficazmente asciende a  $\pi/4 = 0,785$ .

30 El hilo redondo de la técnica anterior se compara ahora con un primer hilo achatado 10, como se muestra en la FIGURA 1. El hilo achatado 10 tiene un espesor  $t$  de 0,485 mm y una anchura  $w$  de 0,604 mm. Luego, la relación  $t/w$  es igual a 0,803. El área superficial del rectángulo de la línea de puntos es  $0,293 \text{ mm}^2$ , mientras que el área reforzada es  $0,2462 \text{ mm}^2$ . Luego, el grado de espacio usado eficazmente asciende a 0,84, que es mayor que en el caso de un hilo redondo de la técnica anterior.

El hilo achatado 10 tiene unos bordes naturales  $12'$  y  $12''$ , que son los bordes formados mediante el laminado de un hilo de acero redondo entre dos rodillos sin obstruir el flujo plástico en una dirección perpendicular a la acción de los dos rodillos.

35 La comparación con un hilo redondo de la técnica anterior se continúa con ayuda de la FIGURA 2. El hilo achatado 20 tiene un espesor  $t$  de 0,310 mm y una anchura  $w$  de 0,853 mm. Luego, la relación  $t/w$  es igual a 0,363. El área superficial del rectángulo de la línea de puntos es  $0,26443 \text{ mm}^2$ , mientras que el área reforzada es  $0,247 \text{ mm}^2$ . Luego, el grado de espacio usado eficazmente asciende a 0,934, que es mayor que en el caso de un hilo redondo de la técnica anterior y mayor que en el caso de la FIGURA 1. Cuanto más pequeña es la relación  $t/w$ , mayor es el grado de espacio usado eficazmente.

40 El hilo de acero achatado se puede fabricar de la siguiente manera. El material de partida es una varilla redonda de acero con una composición de acuerdo con las líneas siguientes: un contenido mínimo de carbono de 0,60%, un contenido de manganeso que varía entre 0,30 y 0,80%, un contenido de silicio que varía entre 0,10 y 0,45%, un contenido máximo de azufre de 0,04%, un contenido máximo de fósforo de 0,04% y posiblemente elementos microaleantes, tales como níquel, cromo y vanadio, en cantidades que varían hasta 0,40%.

La varilla redonda se estira hasta un diámetro de 0,35 mm. Después de eso, el hilo de acero estirado se achata entre un par de rodillos.

50 El grado de estiramiento, la composición del acero, el número (si hay) de tratamientos térmicos intermedios y el grado de achatamiento determinan la resistencia a la tracción final.

Ensayo

A un hilo de acero redondo de 0,35 mm se han aplicado tres grados diferentes de achatamiento:

A: Un achatamiento del 5% hasta un espesor  $t$  de 0,333 mm.

B: Un achatamiento del 10% hasta un espesor  $t$  de 0,315 mm.

5 C: Un achatamiento del 14% hasta un espesor  $t$  de 0,300 mm.

Estos tres grados de achatamiento se han aplicado a tres niveles diferentes de resistencia a la tracción: un hilo de resistencia a la tracción normal (NT), un hilo de resistencia a la tracción alta (HT) y un hilo de resistencia a la tracción ultra alta (UHT).

10 Se ha medido el alargamiento permanente bajo carga máxima  $A_g$  para todos los casos, y se ha comparado con el valor  $A_g$  de unos hilos redondos comparables.

La Tabla 1 siguiente resume los resultados.

Tabla 1

| Grado de achatamiento ↓ | Resistencia a la tracción normal<br>NT<br>( $A_g$ en %) | Resistencia a la tracción alta<br>HT<br>( $A_g$ en %) | Resistencia a la tracción ultra alta<br>UHT<br>( $A_g$ en %) |
|-------------------------|---|---|--|
| A : 5%                  | 1,13  | <b>0,90</b>   | 0,66   |
| B : 10%                 | 1,22  | <b>0,98</b>   | <b>0,77</b>  |
| C : 14%                 | 1,38  | <b>1,19</b>   | <b>1,00</b>  |
| Ref.: hilo redondo      | 0,90  | 0,70  | 0,65   |

Los datos en negrita se refieren a unas realizaciones de la invención.

15 El alargamiento permanente bajo carga máxima  $A_g$  se debe distinguir de otros alargamientos, tales como el alargamiento total de rotura  $A_t$ . Con el fin de aclarar esto, la FIGURA 3 proporciona un dibujo esquemático de una curva 30 de resistencia a la tracción - alargamiento; con ayuda de la curva 30 se pueden determinar varios parámetros.

20 Las abcisas son el alargamiento  $\varepsilon$  (%) y las ordenadas son la tensión  $T$  (MPa o Megapascuales). Se pueden deducir los siguientes parámetros:

- $R_m$  (MPa) es la resistencia a la tracción.
- $R_{p\ 0,2}$  (MPa) es el límite elástico para 0,2% de alargamiento permanente.
- $R_{p\ 0,01}$  (MPa) es el límite elástico para 0,01% de alargamiento permanente.
- $A_g$  (%) es el alargamiento permanente bajo carga máxima.
- 25 -  $A$  (%) es el porcentaje de alargamiento después de la rotura.
- $A_t$  (%) es el porcentaje de alargamiento total de rotura.
- $E$  (MPa) es el módulo de elasticidad.

Luego, el valor de  $A_g$  es menor que el valor de  $A_t$ .

30 Con referencia de nuevo a la Tabla 1, se sabe que los resultados de la Tabla confirman que un aumento de la resistencia a la tracción disminuye el alargamiento permanente  $A_g$  bajo carga máxima. Esta es la razón por la que aumentar simplemente la resistencia a la tracción ha sido infructuoso hasta ahora en el refuerzo de mangueras. Sin embargo, los hilos de acero redondos achatados conducen a valores superiores del alargamiento permanente  $A_t$ , debido al efecto Bausinger ya mencionado. Luego, la combinación del aumento de la resistencia a la tracción  $R_m$  junto con el achatamiento de los hilos de acero po-  
35 sibilita un refuerzo eficaz y mejorado de las mangueras.

5 Una manguera según la invención se puede fabricar de la siguiente manera. Alrededor de un mandril se extruye un revestimiento interior. Alrededor de la capa interior se fabrica una capa de refuerzo de hilos de acero de alta resistencia a la tracción achatados. Esto se puede hacer, bien por medio de una máquina para trenzar o bien por medio de una máquina para conformar en espiral. Posiblemente, después de la capa de refuerzo se pone una o más capas intermedias y otras capas de refuerzo. Una manguera puede comprender de una a cuatro, o incluso más, capas de refuerzo. La capa de refuerzo exterior radial se extruye por medio de una capa de cubierta.

10 La FIGURA 4 compara una manguera 40 de la técnica anterior con una manguera 42 de la invención. Ambas mangueras tienen la misma secuencia de capas. La manguera 40 de la técnica anterior tiene un revestimiento interior 402, una capa simple 404 de refuerzo y una capa 406 de cubierta.

15 La diferencia entre las dos capas reside en el tipo de refuerzo. La manguera 40 de la técnica anterior se refuerza por medio de hilos de acero redondos con un diámetro de 0,56 mm, mientras que la manguera 42 de la invención se refuerza por medio de hilos de acero achatados con un espesor  $t$  de 0,310 mm y una anchura de 0,853 mm. La Tabla 2 siguiente indica el espesor de las diversas capas y de los diámetros acumulados.

Tabla 2

|                        | Manguera de la técnica anterior |                         | Manguera de la invención |                         |
|------------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                        | Espesor (mm)                    | Diámetro acumulado (mm) | Espesor (mm)             | Diámetro acumulado (mm) |
| Diámetro interior      | 9,525                           | 9,525                   | 9,525                    | 9,525                   |
| Revestimiento interior | 2x1,5                           | 12,525                  | 2x1,5                    | 15,525                  |
| Capa de refuerzo       | 2x4x0,37                        | 15,485                  | 2x4x0,31                 | 15,005                  |
| Capa de cubierta       | 1,2                             | 17,885                  | 1,2                      | 17,405                  |

20 De la Tabla 2 se puede deducir que la capa de refuerzo de la manguera de la invención tiene un espesor menor debido al uso de hilos de acero achatados. Este menor espesor de la capa de refuerzo conduce a una reducción del diámetro exterior de la manguera y a una reducción de la cantidad de caucho. En el caso de la Tabla 2, se ha obtenido una reducción de la cantidad de caucho de aproximadamente 3%.

**REIVINDICACIONES**

1.- Una manguera o tubo flexible reforzada por medio de al menos un hilo de acero achatado con bordes naturales, caracterizada en que dicho hilo de acero tiene:

- una relación de espesor a anchura  $t/w$  inferior a 0,95,
- una resistencia a la tracción  $R_m$  que supera  $3.500 - 2.000 \times d$ , donde  $d$  es el diámetro de un círculo que tiene la misma superficie en corte transversal que el hilo achatado y se expresa en mm, y donde  $R_m$  se expresa en MPa,
- un alargamiento permanente bajo carga máxima  $A_g$  de al menos 0,70%.

5

2.- Una manguera o tubo flexible según la reivindicación 1, en la que dicha resistencia a la tracción  $R_m$  supera  $4.300 - 2.000 \times d$ .

10

3.- Una manguera o tubo flexible según una de las reivindicaciones precedentes, en la que dicha relación de espesor a anchura  $t/w$  es inferior a 0,90.

4.- Una manguera o tubo flexible según una de las reivindicaciones precedentes, en la que dicho al menos un hilo de acero se enrolla helicoidalmente para formar una manguera o tubo en espiral.

15

5.- Una manguera o tubo flexible según una de las reivindicaciones 1 a 3, en la que se proporciona más de un hilo de acero.

6.- Una manguera o tubo flexible según la reivindicación 5, en la que dichos más de un hilo de acero se trenzan para formar una manguera o tubo trenzada.

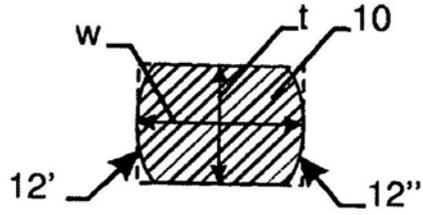


Fig. 1

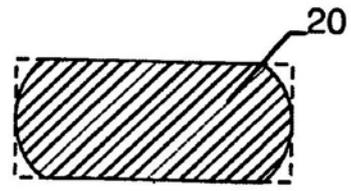


Fig. 2

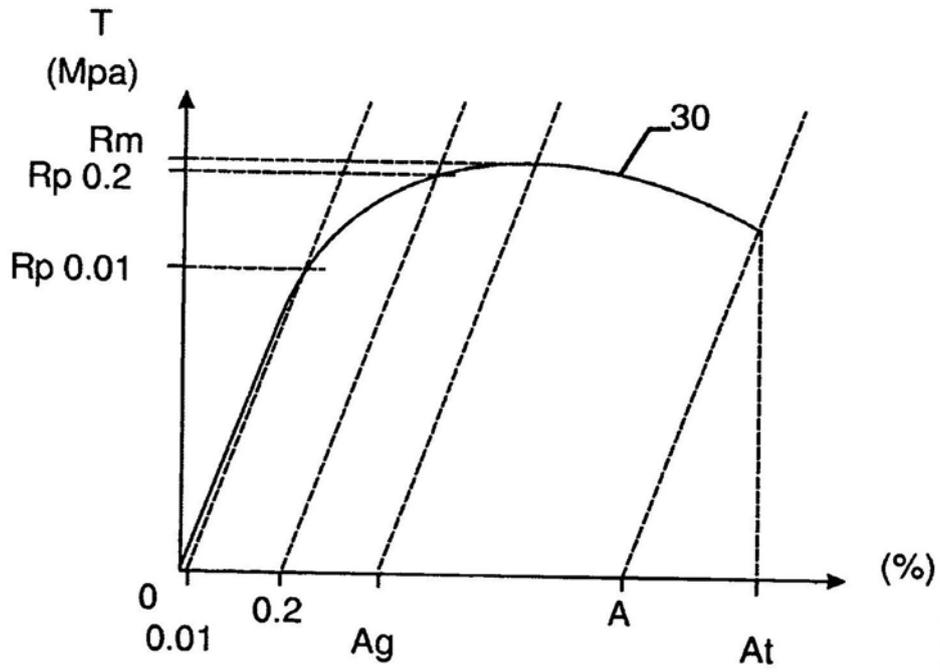


Fig. 3

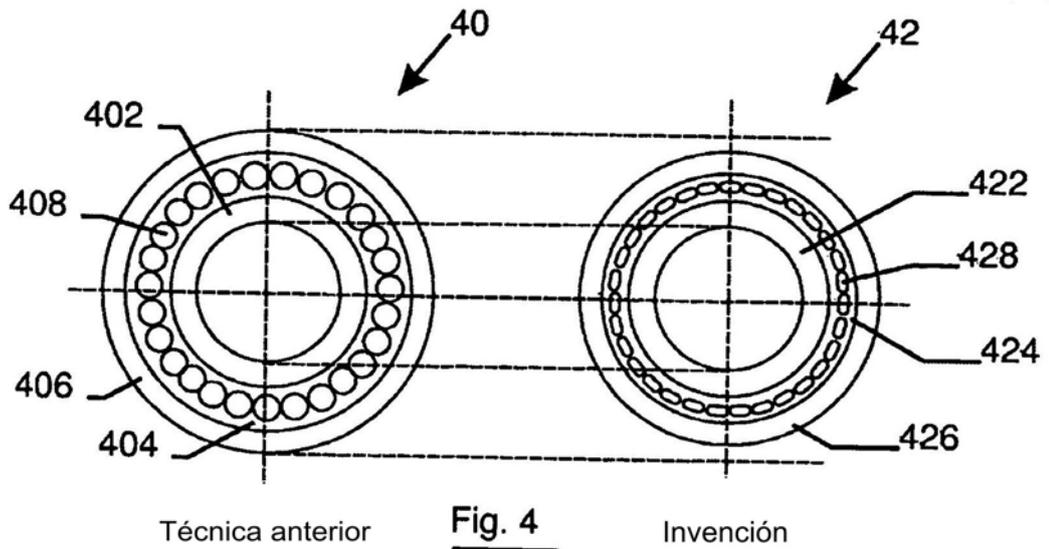


Fig. 4