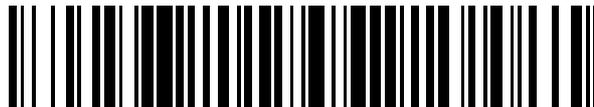


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 527 838**

51 Int. Cl.:

B65H 54/38 (2006.01)

B65H 55/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2011 E 11712592 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.10.2014 EP 2556007**

54 Título: **Paquete con hilo de alto módulo de Young y método para enrollar el paquete de hilo**

30 Prioridad:

07.04.2010 EP 10159265

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

30.01.2015

73 Titular/es:

**DSM IP ASSETS B.V. (100.0%)
Het Overloon 1
6411 TE Heerlen, NL**

72 Inventor/es:

**DANSCHUTTER, DE, EVERT FLORENTINUS
FLORIMONDUS;
RABE, HERBERT y
GOERKE, CARSTEN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 527 838 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

Paquete con hilo de alto módulo de Young y método para enrollar el paquete de hilo

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

- 5 La invención se refiere a un paquete con hilo de alto módulo de Young tal como polietileno de alto rendimiento (HPPE - siglas en inglés). Más particularmente, la invención se refiere a un paquete en el que el hilo está dispuesto en la bobina de acuerdo con un patrón de enrollamiento dedicado. Además, la invención se refiere al patrón de enrollamiento.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 10 Hilos sintéticos, así como naturales se suministran típicamente como hilo continuo en bobinas. El hilo es distribuido a la bobina mediante dispositivos de enrollamiento tal como se describe, por ejemplo, en 'Manual of Winding Technology', Georg SAHM GmbH & Co., 1ª ed. 1995. El enrollamiento se realiza tradicionalmente mediante enrollamiento cruzado en ángulo constante (en el caso de que el ángulo de la hélice se mantenga constante) o enrollamiento transversal de precisión (en el caso de que el número de rotaciones de la bobina por carrera doble del guía-hilos sea constante).
- 15 También hilos de alto módulo de Young se suministran normalmente en una bobina *tal como se describe en el documento JP2008037650A*. Tradicionalmente, el objetivo del enrollamiento ha sido proporcionar un paquete con alta densidad de empaquetamiento y alta estabilidad mecánica en el sentido de la alta dureza y baja tendencia del hilo a deslizarse de la bobina cuando la bobina está dispuesta verticalmente sin tensión sobre el hilo. Esto se realiza mediante enrollamiento, sobre la base del enrollamiento cruzado de precisión cerrado, del hilo de alto módulo de
- 20 Young con una alta presión del gancho.

OBJETOS DE LA INVENCION

Es un objeto de la invención proporcionar un paquete mejorado de hilo de alto módulo de Young.

En otro aspecto de la invención, es un objeto de la invención proporcionar un método de preparación de un paquete de hilo de alto módulo de Young mejorado en una bobina.

- 25 En un aspecto adicional de la invención, es un objeto de la invención proporcionar usos del paquete de hilo de alto módulo de Young.

La mejora puede ser, por ejemplo, una o más de una reducción en la variación de la tensión de desenrollado, una reducción en el deterioro del hilo durante el enrollamiento y/o desenrollamiento, una mejora en la retención del hilo en la bobina, u otras características de la invención.

30 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

- Una bobina es el núcleo sobre el cual se enrolla el hilo. La bobina del paquete es preferiblemente una bobina cilíndrica, bobina que está perforada o está no perforada. El paquete es un paquete de enrollamiento cruzado de precisión abierto enrollado en la bobina. En la Fig. 1 se muestra una representación esquemática de un enrollamiento cruzado de precisión. El paquete de acuerdo con la invención tiene dos extremos, y el número de
- 35 ligaduras 10 en cada uno de los extremos es de 8 a 25. En esta memoria, una ligadura es el punto de inflexión al final del paquete, en donde el hilo cambia de correr hacia un extremo del paquete a correr hacia el otro extremo del paquete. El número de ligaduras en cada uno de los extremos del paquete es el número de puntos de inflexión en el extremo del paquete antes de que el hilo se sitúe de nuevo junto al mismo punto de inflexión del hilo. En otras palabras, el número de ligaduras es el número de dobles carreras del guía hilos partiendo de una posición inicial en
- 40 el extremo hasta que el hilo se deposita junto a la posición inicial (separados por δ). Típicamente, el número de ligaduras en cada uno de los extremos es bajo tal como 4 ó 5. Un ejemplo es Penta Wind, pág. 37 en 'Manual of Winding Technology', Georg SAHM GmbH & Co., 1ª ed. 1995. El número de ligaduras en cada uno de los extremos se mantiene tradicionalmente constante a lo largo de todo el paquete, ya que esta es la solución mecánicamente más simple y, de otro modo, daría lugar a paquetes no simétricos al cambiar el número de ligaduras.
- 45 El paquete 6 en la Fig. 1 está formado por los hilos 2a, 2b situados en la bobina 8. Los hilos 2a, 2b están situados a una distancia ortogonal δ entre los centros de los hilos 2a, 2b (a lo que se alude también como el valor δ). Por "abiertos" se quiere dar a entender aquí que hilos 2a, 2b adyacentes están separados por una distancia 4 y, por lo tanto, hilos 2a y 2b situados adyacentes no se tocan entre sí a lo largo de la mayor parte de la distancia entre los extremos del envase. En otras palabras, el valor δ es mayor que la anchura, W_{hilo} , del hilo 2a, 2b.
- 50 Sorprendentemente, se encontró que la combinación de un alto número de ligaduras en cada uno de los extremos, combinada con el paquete de enrollamiento cruzado de precisión abierto reduce en gran medida la probabilidad de

que los hilos queden enganchados entre hilos adyacentes y, por lo tanto, reduce la variación en la tensión de desenrollado del paquete. Incluso más sorprendentemente, se encontró que este paquete de enrollamiento era particularmente ventajoso cuando el paquete es relativamente pequeño, tal como menos de 500 g y, particularmente, cuando el paquete es menor que 250 g. Para paquetes mayores tales como paquetes de más de 2 kg, 4 kg, 6 kg o incluso 10 kg o más, se encontró que es ventajoso utilizar un paquete de enrollamiento cruzado de precisión abierto en pasos. Aquí "en pasos" se refiere a una reducción en ángulo de la hélice durante el enrollamiento de manera que una capa exterior tiene un ángulo de hélice menor que una capa interior. Esto se realiza mediante un aumento brusco del ángulo de la hélice de partes externas del paquete en comparación con partes internas del paquete. El uso de pasos se ha descrito, por ejemplo, en el documento EP 0055849A2.

En otro aspecto de la invención (aspecto que es combinable con el primer aspecto de la invención), el objeto de la invención se realiza mediante un paquete de hilo en el que la variación en la tensión de desenrollado es menor que 1,5 desviaciones estándares normalizadas de la tensión de desenrollado medida para 1000 m como Desenrollado por Encima (OETO - siglas en inglés) con una velocidad de desenrollado de 150 m/min. La desviación estándar normalizada es la relación de la desviación estándar de la tensión de desenrollado y la tensión de desenrollado media. Se encontró que este nivel de variación en la tensión de desenrollado era ventajoso para la mayoría de los hilos, ya que una recogida más uniforme del hilo conduce a una construcción más homogénea del hilo. En una realización preferida, la desviación estándar normalizada de la tensión de desenrollado es menor que 1,25, y más preferiblemente la variación en la tensión de desenrollado es menor que 1,1. Estas realizaciones preferidas son particularmente ventajosas para hilos delgados de alto módulo de Young tal como HPPE, ya que la elasticidad muy baja del hilo de alto módulo de Young aumenta la sensibilidad del hilo hacia cambios bruscos en la tensión de desenrollado. La baja variación en la tensión de desenrollado también puede ser descrita por el Factor de Rendimiento del Paquete (PPF - siglas en inglés). En este aspecto de la invención, el PPF es menor que 150 y preferiblemente menor que 100. Se encontró que la realización preferida es particularmente ventajosa para, hilos delgados de alto módulo de Young tales como HPPE con un diámetro del hilo de menos de 150 μm .

25 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se explicará más detalladamente a continuación con referencia a realizaciones ilustrativas así como a los dibujos, en los cuales

la Fig. 1 muestra una representación esquemática de un paquete de enrollamiento cruzado de precisión,

la Fig. 2 muestra una representación esquemática de paquetes con extremos no perturbados y perturbados,

30 la Fig. 3 muestra la tensión de desenrollado para un paquete de HPPE enrollado mediante enrollamiento cruzado de precisión cerrado, y

la Fig. 4 muestra la tensión de desenrollado para un paquete de HPPE enrollado mediante enrollamiento cruzado de precisión abierto de acuerdo con la invención.

Todas las figuras son muy esquemáticas y no necesariamente a escala, y muestran sólo partes que son necesarias con el fin de elucidar la invención, omitiéndose o simplemente sugiriéndose otras partes.

35 DESCRIPCIÓN DETALLADA

El trabajo experimental demostró que el paquete debería tener preferiblemente un enrollamiento positivo (valor δ positivo). El enrollamiento positivo no influye sobre el desenrollamiento mediante Desenrollado por Encima, pero es una ventaja durante el enrollamiento del paquete ya que se evitaría que hilos recién colocados fuesen arrastrados por hilos colocados previamente. Este era particularmente el caso de hilo de alto módulo de Young que tiene un bajo coeficiente de rozamiento tales como fibras de e-PTFE y de polietileno de alto rendimiento (HPPE).

En una realización muy preferida, el número de ligaduras en cada uno de los extremos es de 11 a 19. Sorprendentemente, se encontró que esta realización proporcionaba un paquete mecánicamente muy estable sin el enganche de hilos entre las capas inferiores de hilo y, por lo tanto, permitía un desenrollamiento muy estable. Además de ello, el paquete era muy estable debido a que, incluso si se soltaba un hilo de modo que se desplazaba un cierto número de enrollamientos, entonces el desplazamiento se detendría por el elevado número de ligaduras, lo que impidió que hilos vecinos se deslizaran y crearan un efecto de cascada. Este efecto es provocado por el alto número de capas de hilo (correspondiente al número de ligaduras), que se había introducido antes de que se desplazaran los hilos vecinos. Este efecto de estabilización del paquete de acuerdo con la invención es particularmente ventajoso para hilo de alto módulo de Young, en donde el estiramiento del hilo debido a la tensión de enrollamiento no puede absorber la longitud extra de hilo debido al desplazamiento de un hilo más elástico.

Mediante un paquete de enrollamiento cruzado de precisión abierto el ángulo de hélice aumentará con el aumento del diámetro del paquete. En la Fig. 1, se indica la definición del ángulo de hélice. En una realización del paquete según la invención se encontró que el ángulo de hélice debería ser ventajosamente de 75° a 86° y para HPPE se

encontró que era particularmente ventajoso un ángulo de hélice de 78° a 85°. Además, se encontró que estos intervalos de ángulo de hélice podrían realizarse incluso para paquetes grandes cuando se utiliza el paso de enrollamiento cruzado de precisión abierto. Por "el ángulo de hélice está en los intervalos especificados" en la presente memoria se entiende que al menos 80% en peso del hilo del paquete tiene un ángulo de hélice en el intervalo. Por lo tanto, la parte más interna o más externa del paquete y/o la parte próxima a los extremos del envase puede tener un ángulo de hélice fuera del intervalo especificado, por ejemplo, para aumentar la coherencia del paquete completado o para mejorar la fijación del hilo en la bobina sin desviarse del espíritu de la invención. Sin embargo, es altamente preferido que sustancialmente todos los hilos del paquete tengan un ángulo de hélice en el intervalo, tal como al menos 90% en peso del hilo y lo más preferiblemente al menos 95% en peso del hilo del paquete tiene un ángulo de hélice en el intervalo. Para paquetes grandes esto puede requerir que el ángulo de la hélice deba ajustarse durante el enrollamiento. A ello se alude como paso de enrollamiento cruzado de precisión abierto. Al introducir una serie de pasos tal como aproximadamente 5 a 25 pasos de ángulo de hélice, se encontró que incluso el intervalo estrecho del intervalo preferido se podría realizar para paquetes de 4 a 10 kg de HPPE.

Por módulo se entiende aquí el módulo de Young, y las expresiones módulo y módulo de Young se utilizarán indistintamente. Un hilo de un alto módulo de Young en esta memoria es un hilo con un módulo de Young de más de 30 GPa. Sin embargo, la ventaja del paquete y el método de enrollamiento del hilo son particularmente pronunciados para hilo con un módulo de Young muy alto de, por ejemplo, 50 GPa, 75 GPa, 100 GPa o incluso mayor, tal como HPPE. Se encontró que el paquete era particularmente ventajoso para hilos que combinaban módulo muy alto de Young y bajo coeficiente de rozamiento tales como hilo de HPPE hilado en gel basado en UHMWPE. El hilo puede ser un hilo monofilamento o un hilo multifilamento. Hilos multifilamento comprenden al menos dos filamentos, filamentos que pueden ser retorcidos, no retorcidos, trenzados (de monofilamentos o colecciones de monofilamentos), enredados o cualquier combinación de éstos en el hilo. La invención abarca, por lo tanto, también el enrollamiento de construcciones de hilo y paquetes de enrollamiento de construcciones de hilos tales como trenzados con una sección transversal sustancialmente redonda, trenzados con una sección transversal alargada tales como una (estrecha) banda de trenzado o una trenza que se colapsa para formar una estructura alargada durante el enrollamiento tal como una trenza hueca. Ejemplos de hilos de alto módulo de Young son fibras de alto módulo de aramida (HMA - siglas en inglés), fibras de carbono, e-PTFE y HPPE. Los monofilamentos abarcan monofilamentos con secciones transversales sustancialmente redondas y monofilamentos con una sección transversal alargada tal como una banda (estrecha), una cinta, una cinta, un cinta de corte (trenzada) o estructura similar a un monofilamento tal como una colección de monofilamentos (parcialmente) fusionados o hilos multifilamento.

Una importante dificultad de enrollar hilos de alto módulo de Young es la falta de agarre del hilo a la bobina tal como se observa para fibras más elásticas. Esto significa que es probable que el hilo se caiga del paquete o al menos desplace las capas externas del paquete si se coloca verticalmente sin tensión en el hilo. Tradicionalmente, este problema se ha resuelto mediante el uso de un empaquetamiento compacto y ángulos de hélice relativamente bajos, ya que esto mejora la coherencia del paquete. Para hilos relativamente gruesos de alto módulo de Young, esto es una solución aceptable; sin embargo, sorprendentemente se observó que para hilos más delgados esto no siempre conducía a propiedades de desenrollamiento adecuadas e incluso podría dañar el hilo durante el enrollamiento o desenrollamiento.

Se encontró que el paquete de acuerdo con la invención era particularmente ventajoso cuando el hilo tenía una combinación de alto módulo de Young y de alta tenacidad. En una realización se encontró que era ventajoso que el hilo del paquete de acuerdo con la invención tuviera una tenacidad de al menos 13 cN/dtex, tal como de al menos 17 cN/dtex. La mayor ventaja se observó para hilos de alto rendimiento con una tenacidad de al menos 30 cN/dtex tal como al menos 35 cN/dtex. La ventaja para hilos de alta tenacidad no parecía disminuir para hilos de tenacidades superiores; sin embargo, en una realización, el hilo tiene una tenacidad de menos de 75 cN/dtex.

Por HPPE se entiende en esta memoria polietileno de alto rendimiento, que es hilo basado en polietileno estirado con un módulo de Young de al menos 30 GPa. HPPE se puede preparar, por ejemplo, mediante un proceso de hilatura en masa fundida (tal como se describe, por ejemplo, en el documento EP1445356), mediante el procedimiento en estado sólido (tal como se describe, por ejemplo, en el documento EP1627719) o mediante hilatura en gel (tal como se describe, por ejemplo, en el documento WO 2005/066401). Un tipo particularmente preferido de HPPE es polietileno de peso molecular ultra-alto hilado en gel (UHMWPE), en que el UHMWPE tiene una viscosidad intrínseca (VI), medida en disolución en decalina a 135°C, de al menos 5 dl/g, preferiblemente al menos 10 dl/g, más preferiblemente al menos 15 dl/g, más preferiblemente al menos 21 dl/g. Preferiblemente, la IV es a lo sumo de 40 dl/g, más preferiblemente a lo sumo 30 dl/g, incluso más preferiblemente a lo sumo 25 dl/g. UHMWPE hilado en gel tiene típicamente un módulo de Young de al menos 50 GPa.

El hilo tiene una anchura, W_{hilo} . Aquí, W_{hilo} es la dimensión mayor de una sección transversal del hilo transversal a la dirección de la longitud del hilo.

Cuanto mayor sea el valor δ , más abierto será el paquete de enrollamiento. Para una realización preferida se encontró que cuando el paquete de acuerdo con la invención tiene un valor δ de al menos $2 W_{\text{hilo}}$, y preferiblemente

al menos $4 W_{\text{hilo}}$, entonces el enganche de los hilos se reduce considerablemente. Sin embargo, si el valor δ se volvía demasiado grande, entonces se reducía la coherencia mecánica del paquete. Por lo tanto, se prefiere que el valor δ sea a lo sumo $100 W_{\text{hilo}}$. El más preferido era un valor δ entre $2 W_{\text{hilo}}$ y $20 W_{\text{hilo}}$.

Particularmente para los hilos con un W_{hilo} muy pequeño tal como $W_{\text{hilo}} < 100 \mu\text{m}$, se encontró que es ventajoso tener un valor δ entre $(W_{\text{hilo}} + 0,5 \text{ mm})$ y $(W_{\text{hilo}} + 3 \text{ mm})$. En otras palabras, en esta realización, la distancia entre los centros de hilado de hilos adyacentes oscila entre aproximadamente 0,5 mm y 3 mm. Se encontró que esto permitía una distribución adecuadamente abierta con bajo riesgo de enganche del hilo cuando se combina con un alto número de ligaduras en el extremo como se comenta en otro lugar. Sin embargo, estos valores δ permiten que hilos adyacentes se apoyen entre sí, si se inicia el deslizamiento del hilo. Particularmente para hilos con baja densidad lineal se encontró que es particularmente ventajoso utilizar un valor δ de entre $(W_{\text{hilo}} + 0,8 \text{ mm})$ y $(W_{\text{hilo}} + 2 \text{ mm})$. Para HPPE, se encontró que esto era particularmente ventajoso para hilos con una densidad lineal de menos de 120 dtex, y más particularmente para hilos con una densidad lineal de menos de 45 dtex.

En una realización preferida, la dureza del paquete es de 50°Sh a 80°Sh . Paquetes más suaves tendían a volverse inestables y paquetes más duros tendían a tener una variación incrementada de tensión de desenrollamiento. Más preferiblemente, la dureza del paquete es de 60°Sh a 75°Sh , que se encontró que proporcionaba un buen rendimiento con respecto a la variación en la tensión de desenrollamiento y la estabilidad del paquete para hilos de alto módulo de Young y, en particular, para hilos de HPPE. La dureza del paquete se mide como el valor medio de la dureza a lo largo de la longitud del paquete. La dureza del paquete está determinada por una combinación de la presión del gancho y la tensión del hilo durante el enrollamiento en combinación con el patrón de enrollamiento. Se encontró que la presión del gancho y la tensión del hilo podrían variar considerablemente durante el enrollamiento, siempre y cuando la dureza del paquete se mantuviera dentro del intervalo especificado. En general, se encontró que es ventajoso utilizar una combinación de baja presión del gancho y baja tensión del hilo, ya que esto reduce el enganche de los hilos. Por otro lado, una presión del gancho y una tensión del hilo muy bajas (particularmente en combinación con un alto valor δ) tienden a resultar en un paquete inestable.

La dureza varía típicamente entre la región extrema del paquete y la región central del paquete debido al exceso de material proporcionado cerca de los extremos cuando el cursor cambia de dirección debido a la parada y aceleración del cursor. En una realización preferida, la variación de la dureza se mantiene muy baja. Se encontró que era muy ventajoso mantener la diferencia de dureza del paquete de 1 cm desde el extremo y la dureza del paquete en el medio del paquete a menos de 10°Sh . Particularmente ventajosos eran paquetes con una diferencia en la dureza del paquete de 1 cm desde el extremo y la dureza del paquete en el medio del paquete de menos de 5°Sh . Esto permitió una muy alta calidad de los paquetes.

Los extremos del paquete pueden ser (sustancialmente) ortogonales a la bobina (véase la Fig.2A – a lo que también se alude como un queso), que representa una realización preferida de la invención. Sin embargo, en otra realización preferida, al menos uno de los extremos del paquete es alterado. Se encontró que un extremo alterado tendía a reducir el efecto de proporcionar material incrementado cerca de los extremos del paquete debido a la ralentización y la aceleración del cursor cerca del extremo durante el enrollamiento. Se encontró que extremos alterados proporcionan medios preferidos para reducir la diferencia en la dureza del paquete a 1 cm del extremo y la dureza del paquete en el centro del paquete. Por un extremo que está siendo alterado se entiende en esta memoria que el extremo no es (sustancialmente) ortogonal a la bobina. La alteración puede cubrir la totalidad del extremo del paquete o sólo una parte limitada del extremo del paquete tal como el extremo para diámetros mayores o menores del paquete. Para mayor claridad en la Fig. 2 no se muestran extremos parcialmente alterados. Ejemplos de extremos alterados cuando el extremo está ahusado hacia dentro (hacia el otro extremo del paquete - véase la Fig. 2C) o está ahusado hacia fuera (alejado del otro extremo del paquete - véase la Fig. 2B), en zigzag (véase la Fig. 2D) o distribuido en longitud al azar (véase la Fig. 2E) en un intervalo, r , cerca del extremo del paquete. El más preferido era cuando al menos uno de los extremos está ahusado hacia fuera.

En principio, el envase de acuerdo con la invención puede utilizarse para cualquier hilo de anchura, sin embargo la ventaja de la baja resistencia al desenrollamiento o la baja variación en la resistencia al desenrollamiento está particularmente desarrollada para hilos con baja anchura, ya que hilos con baja anchura son más sensibles a picos en la resistencia al desenrollamiento, ya que tales picos pueden ser mayores que la resistencia a la tracción del hilo que conduce a la rotura del filamento o incluso a la rotura del hilo. Por lo tanto, en una realización ventajosa, el hilo tiene una anchura menor que aproximadamente 0,5 mm. Preferiblemente, el hilo tiene una anchura de menos de aproximadamente 0,1 mm, y más preferiblemente el hilo tiene una anchura de menos de aproximadamente $50 \mu\text{m}$, tal como una anchura del hilo de menos de aproximadamente $25 \mu\text{m}$.

En general, el paquete de acuerdo con la invención puede comprender hilos de cualquier densidad lineal, sin embargo el paquete es particularmente ventajoso para hilos de anchuras relativamente bajas, ya que este tipo de hilos es particularmente propenso a la rotura de filamentos o incluso a la rotura del hilo en paquetes convencionales. En una realización preferida, la densidad lineal del hilo es a lo sumo de 500 dtex, preferiblemente a lo sumo 120 dtex, más preferiblemente a lo sumo 45 dtex, y lo más preferiblemente a lo sumo 20 dtex.

En principio, el paquete de acuerdo con la invención puede utilizarse para un hilo que tenga cualquier anchura de filamento. En esta memoria, anchura de filamento es la dimensión mayor de una sección transversal del filamento, transversal a la dirección de la longitud del filamento. Sin embargo, la ventaja de la baja resistencia de desenrollamiento o de la baja variación en la resistencia de desenrollamiento está particularmente desarrollada para hilos que tienen filamentos con una pequeña anchura, ya que filamentos con una pequeña anchura son más sensibles a los picos en la resistencia al desenrollamiento, ya que este tipo de picos pueden ser mayores que la resistencia a la tracción del filamento que conduce a la rotura de filamento y, por tanto, a la formación de pelusa, reducción de la calidad o finalmente incluso a la rotura del hilo. Por lo tanto, en una realización ventajosa, el hilo comprende al menos un filamento que tiene una anchura de menos de aproximadamente 17 μm . Preferiblemente, el hilo comprende al menos un filamento que tiene una anchura de menos de aproximadamente 12 μm , y más preferiblemente el hilo comprende al menos un filamento que tiene una anchura de menos de aproximadamente 8 μm .

Otro aspecto de la invención se refiere a un método de enrollamiento de un paquete de hilo de alto módulo de Young. El método comprende las etapas de proporcionar una bobina cilíndrica, enrollar un hilo de alto módulo de Young en la bobina para formar un paquete que tiene dos extremos, en el que el patrón de enrollamiento es un enrollamiento cruzado de precisión abierto y el número de ligaduras en cada uno de los extremos es 8 a 25, preferiblemente el número de ligaduras en cada uno de los extremos es 11 a 19.

En una realización preferida, el hilo tiene una anchura, W_{hilo} , y el patrón de enrollamiento tiene un valor δ entre 2 W_{hilo} y 100 W_{hilo} , que se encontró produce un paquete con un riesgo reducido de enganche del hilo. En una realización preferida de la invención, el valor δ oscila entre 2 W_{hilo} y 20 W_{hilo} , lo que permitió un empaquetado más estrecho y un mejor soporte de hilos vecinos (tales como, por ejemplo, hilos 2a y 2b en la Fig 1).

En aún otra realización de la invención, el patrón de enrollamiento tiene un ángulo de hélice de aproximadamente 75° a 86°. Se encontró que este método proporciona un paquete de hilo que tiene una tensión de desenrollamiento baja, con un patrón sistemático, y/o sin grandes fluctuaciones y sin picos altos. El ángulo de hélice es más preferiblemente 78° a 85°, que se encontró proporciona el mejor compromiso para HPPE entre la coherencia del paquete de hilo resultante y la variación de la tensión de relajarse.

En aún otra realización preferida, se encontró que para grandes paquetes de hilo, que corresponden, por ejemplo, a más de aproximadamente 4 kg de HPPE, era ventajoso incluir al menos un paso en el ángulo de hélice del patrón de enrollamiento y más preferiblemente el patrón de enrollamiento incluye más pasos en ángulo de hélice tales como, por ejemplo, al menos dos, tres, cuatro, cinco, diez, 20, 25 o incluso más pasos en el ángulo de la hélice. El número de pasos debe ser suficientemente bajo de modo que el ángulo de hélice no se mantiene sustancialmente constante, ya que esto daría lugar a un paquete de enrollamiento al azar, lo cual no es deseable, ya que conduce a una tensión de desenrollamiento demasiado elevada. El método de acuerdo con la invención se lleva a cabo preferiblemente en una bobinadora en donde el motor que controla la rotación de la bobina es accionado de forma independiente del motor de control del guía-hilos de manera que la velocidad de enrollamiento y el ángulo de hélice se pueden ajustar durante el enrollamiento.

El paquete y el método de enrollamiento de acuerdo con la invención son particularmente ventajosos para uso en el trenzado, tricotado, tejido, torsión y/u otras conversiones de hilos de hilos finos de alto módulo de Young, ya que permite una mayor uniformidad del suministro del hilo y, por lo tanto, una tensión más uniforme durante la conversión del hilo. Particularmente para aplicaciones médicas en las que técnicas invasivas mínimas requieren el uso de hilos todavía más delgados, el paquete y el método de bobinado es una gran ventaja. Por lo tanto, en una realización preferida de la invención, el paquete de acuerdo con la invención se utiliza en una construcción de hilo que es un dispositivo médico o la construcción de hilo forma parte de un dispositivo médico.

EJEMPLOS

La tensión de desenrollamiento se midió mediante un aparato de ensayo del rendimiento de desenrollamiento Honigmann UPT-100 y se analizó utilizando el paquete de software Honigmann HCC-PPT.

La tensión de desenrollamiento se midió como Desenrollado por Encima (OETO) con una velocidad de desenrollado de 150 m/min y una distancia entre la bobina y el ojo guía-hilos de 50 cm. El ojo guía-hilos era un ojo guía-hilos de material cerámico Al_2O_3 . La bobina se dispuso horizontalmente y el centro de la bobina y el ojo guía-hilos se dispusieron a la misma altura. La longitud del ensayo fue de 1000 m, tras lo cual los resultados fueron analizados utilizando el paquete de software Honigmann HCC-PPT.

EJEMPLO COMPARATIVO 1

Un HPPE torcido de 110 dtex de UHMWPE, disponible comercialmente de DSM Dyneema, se enrolló mediante un paquete de enrollamiento cruzado de precisión abierto en un SAHM 260XE. La anchura del hilo era de aprox. 141 μm , la longitud del paquete era de 200 mm, el ángulo de hélice se mantuvo entre 75° y 84°, el valor δ era 2,2 mm, el

número de ligaduras al final era 4, y la tensión del hilo era 80cN. El desenrollamiento se llevó a cabo como se describe anteriormente. En la Fig. 3 se muestra la tensión de desenrollamiento medida. Se observó que a pesar de que la tensión de desenrollamiento es muy baja la mayoría del tiempo, apareció un número de picos de tensión. Los picos aparecieron principalmente concentrados alrededor de los extremos del paquete.

5 EJEMPLO 2

10 Un HPPE torcido de 110 dtex de UHMWPE, disponible comercialmente de DSM Dyneema, se enrolló mediante un paquete de enrollamiento cruzado de precisión abierto en un SAHM 260XE. La anchura del hilo era de aprox. 148 µm, la longitud del paquete era de 200 mm, el ángulo de hélice se mantuvo entre 79° y 81°, el valor δ era 1,0 mm, el número de ligaduras al final era 11, y la tensión del hilo era 80cN. El desenrollamiento se llevó a cabo como se describe anteriormente. En la Fig. 4 se muestra la tensión de desenrollamiento medida. Se observó que tanto la tensión media como las tensiones pico son muy bajas. Los picos (sustancialmente más bajos) se encuentran más en un diseño sistemático que en el Ejemplo 1.

DISCUSIÓN

15 En la Tabla 1 se resumen los datos extraídos del paquete de software Honigmann HCC-PPT.

	Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo 2
Tensión media [cN]	0,39	0,23
Tensión máxima [cN]	16,08	3,51
Tensión mínima [cN]	- 1,15	- 0,13
Desviación estándar [cN]	0,83	0,25
Factor de Rendimiento del Paquete (PPF)	720	57,4
Desviación estándar normalizada []	2,13	1,09

20 Como se puede observar en la Tabla 1, el paquete de acuerdo con la invención (Ejemplo 2) supera claramente el paquete del ejemplo comparativo en todos los parámetros, que también se traduce en una mejora del PPF de más de un factor de 12. Esto también se observa para la desviación estándar normalizada, en que el paquete de acuerdo con la invención tiene una desviación estándar normalizada de aproximadamente la mitad de la desviación estándar normalizada del paquete del Ejemplo Comparativo 1.

25 Una característica individual o una combinación de características de una realización de la invención descrita en esta memoria, así como variaciones obvias de las mismas, se pueden combinar con o intercambiar por características de las otras realizaciones descritas en esta memoria, a menos que la persona experta en la técnica se diera inmediatamente cuenta de que la realización resultante no es físicamente posible.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un paquete de hilo en una bobina, en donde la bobina es una bobina cilíndrica, el paquete es un paquete de enrollamiento cruzado de precisión abierto o un paquete de enrollamiento cruzado de precisión abierto en pasos, el paquete tiene dos extremos, el número de ligaduras en cada uno de los extremos es de 8 a 25 y el hilo es un hilo de alto módulo de Young que tiene un módulo de Young de al menos 30 GPa.
- 10 2. Un paquete de hilo en una bobina, en donde la desviación estándar normalizada de la tensión de desenrollado media, medida para 1000 m como Desenrollado por Encima (OETO) con una velocidad de desenrollado de 150 m/min es menor que 1,5, preferiblemente la desviación estándar normalizada de la tensión de desenrollado es menor que 1,25, y más preferiblemente la desviación estándar normalizada de la tensión de desenrollado es menor que 1,1.
3. Paquete de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en donde el número de ligaduras en cada uno de los extremos es 11 a 19.
- 15 4. Paquete de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el hilo tiene una anchura, W_{hilo} , y el paquete tiene un valor δ entre $2 W_{\text{hilo}}$ y $100 W_{\text{hilo}}$, preferiblemente un valor δ entre $2 W_{\text{hilo}}$ y $20 W_{\text{hilo}}$.
5. Paquete de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el ángulo de hélice es 75° a 86° , preferiblemente el ángulo de hélice es 78° a 85° .
6. Paquete de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la dureza del paquete es de 50°Sh a 80°Sh , preferiblemente, la dureza del paquete es de 60°Sh a 75°Sh .
- 20 7. Paquete de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde la diferencia en la dureza del paquete de 1 cm desde el extremo y la dureza del paquete en el medio del paquete es menor que 10°Sh , preferiblemente la diferencia en la dureza del paquete de 1 cm desde el extremo y la dureza del paquete en el medio del paquete es menor que 5°Sh .
- 25 8. Paquete de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 7, en donde el hilo es un hilo de alto módulo de Young que tiene un módulo de Young de al menos 50 GPa, preferiblemente el hilo tiene un módulo de Young de al menos 75 GPa, más preferiblemente el hilo es un hilo de polietileno de alto rendimiento, y lo más preferiblemente el hilo es un hilo de UHMWPE hilado en gel.
- 30 9. Paquete de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el hilo tiene una tenacidad de al menos 13 cN/dtex, preferiblemente el hilo tiene una tenacidad de al menos 20 cN/dtex, más preferiblemente el hilo tiene una tenacidad de al menos 30 cN/dtex, tal como de al menos 35 cN/dtex, opcionalmente el hilo tiene una tenacidad de menos de 75 cN/dtex.
10. Paquete de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el hilo tiene una anchura de menos de aproximadamente 0,5 mm, preferiblemente el hilo tiene una anchura de menos de aproximadamente 0,1 mm, preferiblemente el hilo tiene una anchura de menos de aproximadamente 50 μm .
- 35 11. Paquete de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde la anchura del filamento es menor que 17 μm , preferiblemente la anchura del filamento es menor que 12 μm .
12. Paquete de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde la densidad lineal del hilo es a lo sumo de 500 dtex, preferiblemente a lo sumo de 120 dtex, más preferiblemente a lo sumo de 45 dtex, y lo más preferiblemente a lo sumo de 20 dtex.
- 40 13. Paquete de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde al menos uno de los extremos está alterado, preferiblemente al menos uno de los extremos está ahusado, en zigzag o distribuido al azar en un intervalo, más preferiblemente al menos uno de los extremos está ahusado hacia fuera.
14. Un método de enrollamiento de un paquete de hilo de alto módulo de Young, que comprende las etapas de
- proporcionar una bobina cilíndrica,
- enrollar un hilo de alto módulo de Young en la bobina para formar un paquete que tiene dos extremos,
- 45 en el que el patrón de enrollamiento es un enrollamiento cruzado de precisión abierto y el número de ligaduras en cada uno de los extremos es 8 a 25, preferiblemente el número de ligaduras en cada uno de los extremos es 11 a 19.

15. Método de acuerdo con la reivindicación 14, en el que el hilo tiene una anchura, W_{hilo} , y el patrón de enrollamiento tiene un valor δ entre $2 W_{\text{hilo}}$ y $100 W_{\text{hilo}}$, y un ángulo de hélice de 75° a 86° , preferiblemente el ángulo de hélice es 78° a 85° y/o el valor δ es $2 W_{\text{hilo}}$ y $20 W_{\text{hilo}}$.
- 5 16. Método de acuerdo con la reivindicación 14 ó 15, en el que el patrón de enrollamiento incluye al menos un paso en el ángulo de hélice, preferiblemente el patrón de enrollamiento incluye al menos dos pasos en el ángulo de hélice, más preferiblemente el patrón de enrollamiento incluye al menos tres pasos en el ángulo de hélice tal como 5 a 25 pasos en el ángulo de hélice.
- 10 17. Uso de un paquete de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, para la fabricación de una construcción de hilo mediante trenzado, tricotado, tejido y/o torsión, preferiblemente la construcción de hilo es un dispositivo médico o forma parte de un dispositivo médico.

FIGURA 1/4

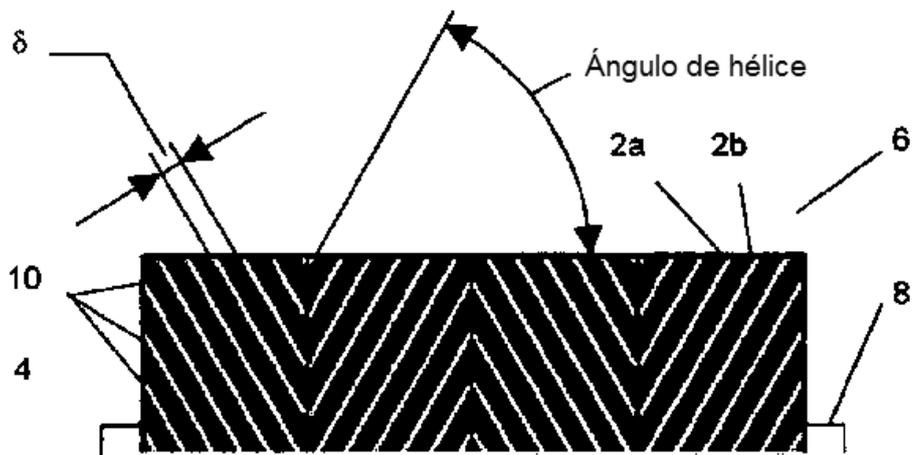


FIGURA 2/4

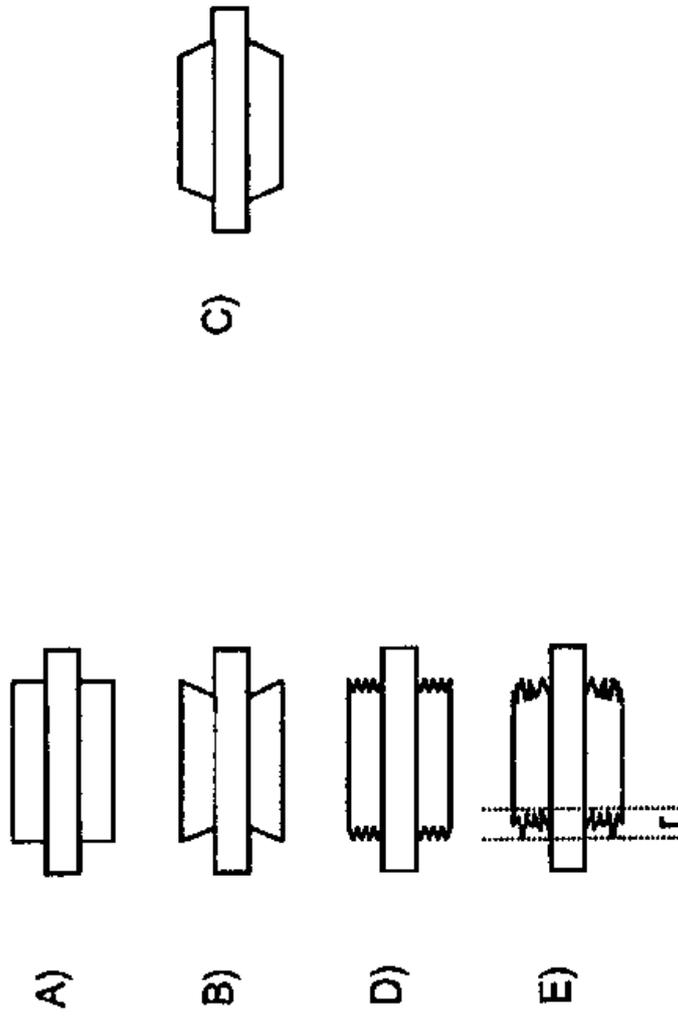


FIGURA 3/4

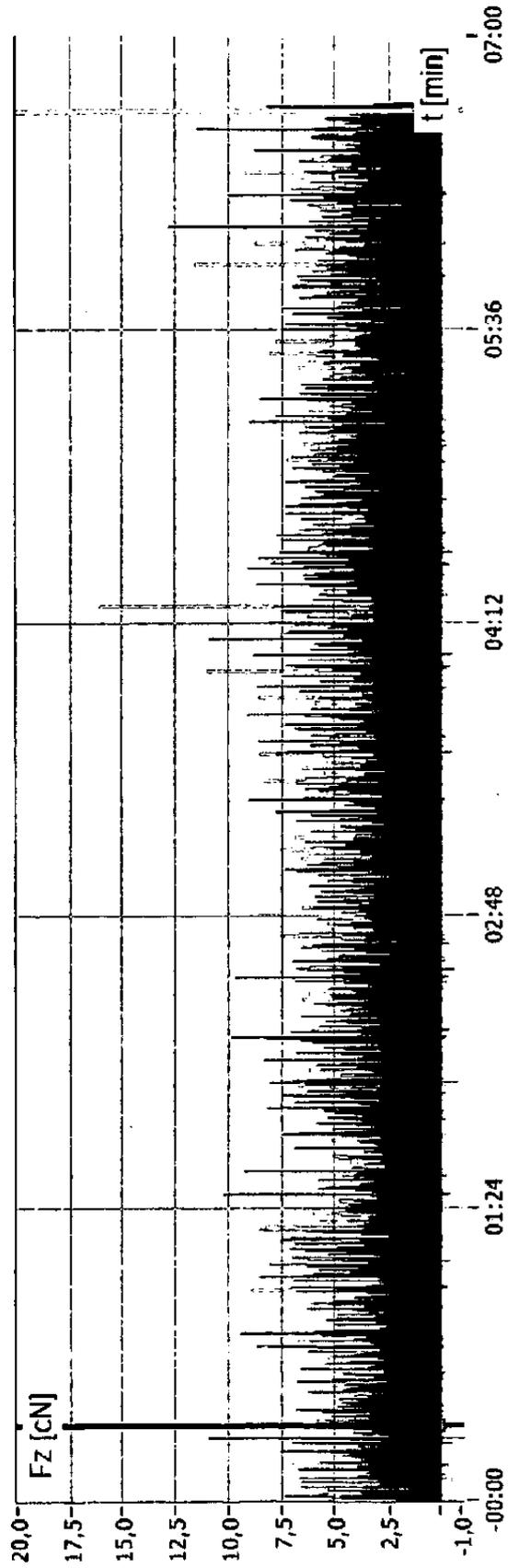


FIGURA 4/4

