



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



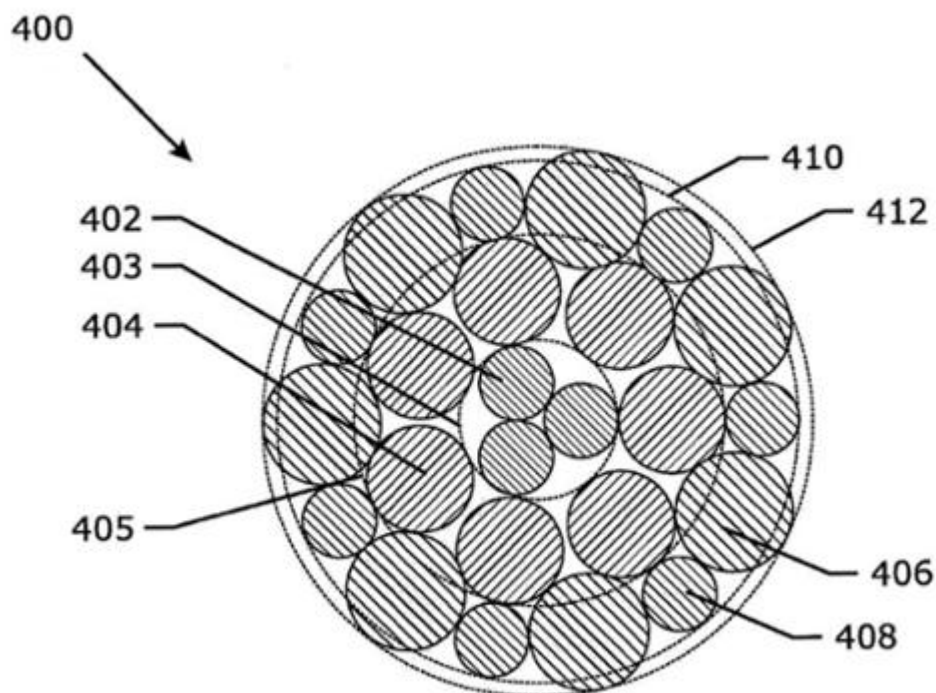
1-0039400

(51)⁷ D07B 1/06; F16G 1/12; B66B 7/06 (13) B

- (21) 1-2020-00234 (22) 25/06/2018
(86) PCT/EP2018/066861 25/06/2018 (87) WO 2019/002162 03/01/2019
(30) 17177992.9 27/06/2017 EP
(45) 25/04/2024 433 (43) 25/03/2020 384ASC
(73) BEKAERT ADVANCED CORDS AALTER NV (BE)
Léon Bekaertlaan 5, 9880 Aalter, Belgium
(72) VANREYTEN, Wouter (BE); CLAEYS, Koen (BE); MORREN, Gerd (BE).
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) DÂY GIA CỐ ĐỀ GIA CỐ VẬT PHẨM POLYME

(57) Sáng chế đề cập đến dây gia cố (400) có chứa lõi (403) xung quanh đó các tơ thép (404) được xoắn tất cả với cùng chiều dài và hướng đặt cuối cùng. Các tơ thép được sắp xếp trong lớp trung gian có chứa N tơ thép thứ nhất và lớp phía ngoài gồm 2N tơ thép được sắp xếp vòng quanh lớp trung gian. Trong lớp trung gian các tơ sẽ tiếp xúc với nhau ở chiều dài đặt khít mà được xác định bởi số lượng của tơ thép N trong lớp trung gian, đường kính của lõi và đường kính của các tơ thép thứ nhất. Bằng cách chọn chiều dài và hướng đặt cuối cùng nằm trong khoảng từ hai đến sáu lần chiều dài đặt khít các khe hở sẽ hình thành giữa các tơ lớp trung gian. 2N tơ lớp phía ngoài được chia tiếp thành nhóm của các tơ thép có đường kính nhỏ hơn (408) và nhóm của các tơ thép có đường kính lớn hơn (406).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến dây gia cố đặc biệt thích hợp để gia cố vật phẩm polyme chẳng hạn như dây đai ví dụ như dây đai đồng bộ hoặc dây đai được sử dụng làm phần tử chịu kéo trong thang máy.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Dây đai là đồ tạo tác kỹ thuật được sử dụng để vận tải nguyên liệu, truyền công suất, hoặc định vị vật bằng cách tương tác với ròng rọc truyền động hoặc không truyền động. Ví dụ dây đai thang máy được sử dụng để vận chuyển người trong thang máy, dây đai hình chữ V được sử dụng để truyền công suất, đai đồng bộ rất phù hợp để định vị chính xác dụng cụ kẹp trong máy móc và để truyền công suất. Dây đai thường có chứa vật liệu gia cố chắc chắn có thể được bao phủ hoặc không được bao phủ bằng polyme để bảo vệ vật liệu gia cố. Nhìn chung dây đai sẽ có tiết diện không tròn chẳng hạn như tiết diện hình thang của dây đai hình chữ V hoặc tiết diện hình chữ nhật của dây đai phẳng.

Vật liệu gia cố của dây đai phải đáp ứng nhiều yêu cầu:

- Vật liệu gia cố không những phải chắc chắn tức là có khả năng chịu được lực dọc lớn mà...
- nó còn cần có môđun cao để ngăn chặn sự giãn dài quá mức khi kéo căng dây đai.
- Hơn nữa vật liệu gia cố không nên bị rão hoặc kéo dài trong khi nó chạy đi chạy lại trên ròng rọc.
- Vật liệu gia cố phải rất linh động tức là có độ cứng uốn thấp để tuân theo độ cong của ròng rọc.
- Vật liệu gia cố phải có tuổi thọ dài và có thể dự đoán trước để đảm bảo sự hoạt động lâu dài của máy móc mà nó được lắp đặt vào.

- Vật liệu gia cố phải hợp nhất với vỏ polyme tức là vật liệu gia cố phải dính hoặc neo vào vỏ polyme. Điều này đặc biệt quan trọng bởi vì tất cả các lực được truyền từ ròng rọc qua vỏ đến vật liệu gia cố.

Chức năng chính của vỏ là bảo vệ vật liệu gia cố, truyền lực giữa ròng rọc và dây đai và giữ vật liệu gia cố với nhau. Nhìn chung khả năng gia cố của vỏ yếu so với khả năng gia cố của bản thân vật liệu gia cố.

Lịch sử của vật liệu gia cố của dây đai không khác với lịch sử của các vật liệu hỗn hợp khác như lốp xe hoặc ống mềm. Ban đầu sợi tự nhiên như bông hoặc gai dầu được sử dụng, sau đó là sợi do con người tạo ra hoặc sợi được thay đổi bởi con người chẳng hạn như tơ nhân tạo, ni lông, polyeste, polypropylen, và các sợi hữu cơ khác. Sợi có độ dai cao như polyetylen có khối lượng phân tử siêu cao (Dyneema®) hoặc polyamit thom (Kevlar®) hoặc sợi poly(p-phenylen-2,6-benzobisoxazol (PBO, Zylon®) cũng được xem xét nhưng không phải luôn được đưa ra thị trường vì nó không chịu được mài hoặc rão quá nhiều hoặc khó dính vào vỏ polyme. Dây đai được gia cố bằng sợi thủy tinh và sợi cacbon đang được chào bán nhưng chủ yếu là cho các ứng dụng cao cấp. Do vậy vẫn còn lượng lớn dây đai được gia cố bằng sợi thép.

Sợi thép dùng để gia cố dây đai hầu như chỉ thuộc loại nhiều dây. Sợi như thế này được tạo thành từ 'm' tơ thép đơn mà được xoắn thành dây sau đó 'n' dây được xoắn thành sợi 'n × m'. Cấu trúc phổ biến là 3×3, tức là ba tơ được xoắn với nhau thành một dây sau đó ba dây này được xoắn thành một sợi. Các ví dụ khác là dây 7x7, hoặc 7x3. Mặc dù các cấu trúc này được sử dụng chủ yếu trong đai đồng bộ, hiện nay chúng cũng được sử dụng phổ biến trong dây đai phẳng cho thang máy (EP 2284111 B1). Mặc dù các loại cấu trúc này có đặc tính giãn dài khá tốt (khi làm theo hướng dẫn của WO2005/043003), độ neo vỏ rất tốt, độ rão rất thấp và kỳ hạn mỏi tuyệt vời, mô đun của chúng hơi thấp.

Đã có nhiều nỗ lực để thay thế các loại sợi nhiều dây này bằng các loại sợi khác để sử dụng trong dây đai:

- GB2252774 trong đó các dây được xếp lớp có lõi trung tâm của một hoặc nhiều tơ được bao quanh bởi ít nhất một lớp tơ được đề xuất để sử dụng trong đai đồng bộ;
- WO 2012/141710 trong đó dây đai thang máy được mô tả, trong đó sợi gia cố có chứa nhiều tơ thép mà không có cấu trúc xoắn 'bạc hai', tức là dây;
- EP 1555233 A1 trong đó phương án thứ nhất mô tả dây đai thang máy với bảy dây thuộc loại Warrington.

Tuy nhiên, khi đương đầu với ‘những giải pháp’ này trong thực tế thì họ thất bại. Trở ngại chính vẫn là tơ hoặc các tơ lõi trung tâm mà chịu chu kỳ tải lặp đi lặp lại của sự kéo căng và sự nén bị bật ra khỏi sợi. Ròng rọc dẫn động dây đai làm cho dây đai phải chịu sức căng khi di chuyển về phía ròng rọc đó. Ròng rọc được dẫn động bằng dây đai có thể làm cho dây đai phải chịu lực nén khi quay lại. Các chu trình kéo-kéo lặp đi lặp lại này gây ra tác động ‘nhu động’ trên lõi của dây mà cuối cùng dẫn đến sự di chuyển ra khỏi lõi. Sự di chuyển luôn theo hướng ‘tiến’, tức là theo hướng di chuyển của dây đai. Sự bật ra của lõi có thể dẫn đến việc lõi xuyên vào vỏ polyme và vướng vào một trong số các ròng rọc dẫn đến phá hỏng hoàn toàn dây đai. Đây là ‘vấn đề chuyển vị lõi’.

Giải pháp được tìm thấy trong WO 2008/080715 giải quyết vấn đề chuyển vị lõi nhưng lại có các nhược điểm khác. Do đó, câu hỏi về việc tìm kiếm dây mà hoạt động tốt trong dây đai tức là không thể hiện sự chuyển vị lõi vẫn chưa kết thúc và các tác giả sáng chế đã khám phá hướng đi khác và tìm ra giải pháp hiệu quả.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích chính của sáng chế là giải quyết vấn đề chuyển vị lõi trong dây gia cố. Mục đích khác của sáng chế là đề xuất dây gia cố có sức bền cao trên tỷ lệ đường kính, thể hiện độ dính và/hoặc độ neo tốt trong vỏ polyme của dây đai và có tuổi thọ có thể dự đoán trước tốt. Mục đích khác là đề xuất phương pháp sản xuất dây gia cố được mô tả.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế dây gia cố theo các dấu hiệu của điểm 1 được yêu cầu bảo hộ. Dây này đặc biệt phù hợp để gia cố polyme trong vật phẩm hỗn hợp chẳng hạn như dây đai, ống mềm, lốp xe.

Dây gia cố có chứa lõi có đường kính lõi và các tơ thép mà được xoắn xung quanh lõi này mà làm cho nó trở thành ‘dây’. Thực vậy ‘dây’ có chứa lõi mà có thể là thẳng (‘biến dạng xoắn bậc không’) và tơ thép mà được tạo thành ở hình dạng xoắn (‘biến dạng xoắn bậc một’) bao quanh lõi. Điều này trái ngược với sợi nhiều dây trong đó các tơ thép cũng có mặt mà thể hiện xoắn mà trục của xoắn này cũng có hình dạng xoắn (‘biến dạng xoắn bậc hai’). Các tơ phía ngoài của dây phía ngoài của cấu trúc 7×7 thể hiện ‘biến dạng xoắn bậc hai’ này. Do đó ‘dây’ có thể được định nghĩa một cách thích hợp là sợi có các tơ có biến dạng xoắn bậc không và/hoặc bậc một và không có các tơ có biến dạng xoắn bậc hai hoặc biến dạng xoắn bậc cao hơn.

Các tơ thép được tổ chức trong:

- Lớp trung gian có chứa hoặc gồm có N tơ thép thứ nhất mà được sắp xếp vòng quanh lõi. N tơ thép thứ nhất này đều có đường kính thứ nhất. Đường kính lõi và đường kính tơ thứ nhất là các đường kính sao cho khe hở được tạo thành giữa các tơ thứ nhất trong lớp trung gian. Khe hở này được hiểu là ở giữa bề mặt của các tơ lân cận tại điểm tiếp cận gần nhất của chúng, tức là theo hướng vuông góc với đường tâm của tơ.
- Lớp phía ngoài có chứa hoặc gồm có hai lần N, tức là 2N tơ thép mà cũng được sắp xếp vòng quanh lớp trung gian.

Tất cả tơ thép của lớp trung gian và lớp phía ngoài được xoắn xung quanh lõi với cùng chiều dài đặt cuối cùng (sau đây viết gọn là ‘FL’) và hướng đặt cuối cùng. ‘Chiều dài và hướng đặt cuối cùng’ có nghĩa là chiều dài và hướng đặt khi dây được để yên tức là khi không có mô men hoặc lực bên ngoài nào tác động lên nó ví dụ như chiều dài đặt như quan sát thấy trên một đoạn dây dài khoảng một mét.

Do đó, dây là dây đặt song song – còn được gọi là ‘dây đặt ngang bằng’- tức là dây chứa ít nhất hai lớp tơ, tất cả chúng được đặt theo cùng hướng với cùng chiều dài đặt trong một hoạt động. Tất cả tơ có biến dạng xoắn bậc một.

Dây này khác biệt ở chỗ chiều dài đặt cuối cùng để mà các tơ thép được đặt với nhau lớn hơn hai lần và nhỏ hơn sáu lần chiều dài đặt khít. Chiều dài đặt khít – viết gọn là CL - là chiều dài làm giới hạn chiều dài đặt tại đó khe hở giữa các tơ lân cận của lớp trung gian được làm khít lại tức là các tơ tiếp xúc với nhau. Do đó dây gia cố khác biệt ở chỗ chiều dài đặt cuối cùng FL nằm giữa $2 \times CL$ và $6 \times CL$, các giới hạn được bao gồm. Các khoảng giá trị khác đối với chiều dài đặt cuối cùng FL khi so với chiều dài đặt khít CL là:

$$3 \times CL \leq FL \leq 6 \times CL \text{ hoặc}$$

$$3 \times CL \leq FL \leq 5 \times CL \text{ hoặc}$$

$$4 \times CL \leq FL \leq 6 \times CL$$

$$4 \times CL \leq FL \leq 5 \times CL.$$

Thực vậy, khi rút ngắn chiều dài đặt của dây, các tơ của lớp trung gian sẽ có xu hướng tiến lại gần nhau cho đến khi chúng chạm vào nhau ở chiều dài đặt khít. Nó bị hạn chế ở chỗ khi áp dụng chiều dài đặt thậm chí ngắn hơn, các tơ lớp trung gian sẽ va chạm với nhau và mở rộng theo hướng bán kính sao cho lõi không còn tiếp xúc với các tơ lớp trung gian.

Chiều dài đặt khít được xác định bởi đường kính lõi ' d_0 ', đường kính thứ nhất ' d_1 ' của tơ lớp trung gian và ' N ' số lượng tơ trong lớp trung gian. Cho mọi mục đích thực hành trong đơn này nó bằng:

$$[2] \quad CL = \frac{\pi(d_0 + d_1)}{\sqrt{\tan^2(\pi/N) \left[\left(\frac{d_0 + d_1}{d_1} \right)^2 - 1 \right] - 1}} \quad \{1\}$$

Đối với chiều dài đặt khít tròn vện, có thể xác định đường tròn bao quanh thứ nhất có bán kính thứ nhất mà tiếp tuyến với tất cả các tơ thép thứ nhất. Đường tròn bao quanh thứ nhất có bán kính $(d_0/2) + d_1$.

Tốt hơn là đối với dây gia cố theo sáng chế, chiều dài đặt cuối cùng nằm trong khoảng từ khoảng 8 đến 15 lần đường kính của dây gia cố, hoặc tốt hơn nữa là từ 9 đến 12 lần đường kính của dây gia cố.

Ưu điểm của việc chọn chiều dài đặt cuối cùng này là khi dây gia cố bị nén, các tơ vẫn có không gian để uốn cong trong lớp trung gian. Nếu chiều dài đặt ngắn hơn $2 \times CL$, không có đủ khe hở giữa các tơ thép thứ nhất và chúng sẽ bị đẩy ra khỏi lớp trung gian khi chịu lực nén. Kết quả là chúng bật ra khỏi dây gia cố dưới tác động kéo-kéo lặp đi lặp lại.

Khi chiều dài đặt cuối cùng FL lớn hơn 6 lần chiều dài đặt khít, dây gia cố bị mất gắn kết và dây này có thể bị biến thành hình ô van trong khi sử dụng. Việc biến thành hình ô van là hiện tượng trong đó dây có tiết diện hình ô van chứ không phải là tiết diện hình tròn khi được uốn cong lặp đi lặp lại trên ròng rọc. Hơn nữa dây gia cố trở nên dễ bị di chuyển tơ giữa các lớp trong khi sử dụng. Kết quả là các tơ của lớp trung gian có thể đổi vị trí với các tơ của lớp phía ngoài mà được gọi là ‘sự nghịch chuyển’. Sự nghịch chuyển của các tơ có thể dẫn đến vị trí nhạy cảm mỗi cục bộ.

Ưu điểm khác là khi chiều dài cuối cùng được chọn như đã xác định, các tơ trong lớp trung gian có thể được đặt dưới sức căng khi dây gia cố được để yên. Vì vậy, nếu sự đứt gãy tơ thép thứ nhất xảy ra – ví dụ do việc uốn cong lặp đi lặp lại – các đầu đứt gãy tơ thép thứ nhất sẽ di chuyển ra xa nhau và các đầu đứt gãy này được giữ giữa các tơ lõi và các tơ lớp phía ngoài. Do đó, chúng không ra khỏi dây gia cố và vẫn ở trong dây. Kết quả là chúng sẽ không bật ra khỏi vật phẩm mà được gia cố bởi dây chẳng hạn như dây đai thang máy, đai đồng bộ hoặc lớp xe.

Theo phương án được ưu tiên thứ nhất, đường kính của tơ lớp phía ngoài là đường kính sao cho không có khe hở được tạo thành giữa các tơ này khi sợi ở chiều dài đặt cuối cùng. ‘Không có khe hở’ có nghĩa là khe hở nhỏ hơn hoặc bằng 1% hoặc tốt hơn là thậm chí nhỏ hơn 0,5% đường kính của dây gia cố hoặc bằng 0. Tốt hơn là không có khe hở có mặt trong lớp phía ngoài vì điều này ngăn chặn sự nghịch chuyển của các tơ giữa lớp trung gian và lớp phía ngoài.

Theo phương án thứ hai, lớp phía ngoài có chứa:

- N tơ thép thứ hai có đường kính thứ hai ‘ d_2 ’. Vì các tơ thép thứ hai được sắp xếp vòng quanh lớp trung gian, có cùng hướng đặt, cùng chiều dài đặt cuối cùng và cùng số lượng như các tơ lớp trung gian, chúng sẽ nằm trong các rãnh

được tạo thành bởi các tơ thứ nhất. Đường tròn bao quanh thứ hai có bán kính thứ hai mà tiếp tuyến với tất cả N tơ thép thứ hai có thể được xác định.

- N tơ thép thứ ba có đường kính thứ ba 'd₃' mà nhỏ hơn đường kính thứ hai 'd₂'. Các tơ này nằm giữa các tơ thép thứ hai và tiếp tuyến với đường tròn bao quanh thứ ba có bán kính thứ ba;

Trong phiên bản thứ nhất của phương án thứ hai, bán kính thứ hai chạm vào các tơ thép thứ hai bằng bán kính thứ ba chạm vào các tơ thép thứ ba. 'Bằng' có nghĩa là sự khác biệt tuyệt đối nếu bán kính thứ hai và thứ ba chia cho bán kính lớn nhất trong số bán kính thứ hai và thứ ba bằng hoặc nhỏ hơn 2%.

Phiên bản được ưu tiên hơn của phương án thứ hai là khi bán kính thứ hai chạm vào các tơ thép thứ hai khác với bán kính thứ ba chạm vào các tơ thép thứ ba. 'Khác' có nghĩa là sự khác biệt tuyệt đối của bán kính thứ hai và thứ ba chia cho bán kính lớn nhất trong số bán kính thứ hai và thứ ba lớn hơn 2%, tốt hơn là lớn hơn 4%.

Theo phương án được ưu tiên thứ ba, bán kính thứ hai lớn hơn bán kính thứ ba. Tức là: đường kính thứ hai lớn đến mức mà các tơ thứ hai nhô ra khỏi đường tròn bao quanh thứ ba. Sự khác biệt giữa bán kính thứ hai và bán kính thứ ba cần bằng ít nhất là 2% của bán kính thứ hai. Tốt hơn nữa nếu sự khác biệt lớn hơn 3% hoặc thậm chí lớn hơn 5%. Sự khác biệt lớn hơn dẫn đến bề mặt của dây gia cố trơn hơn nhờ đó cho phép việc neo tốt hơn của dây gia cố trong polyme. Ngoài ra, khả năng mà tơ của lớp trung gian sẽ nghịch chuyển với tơ của lớp phía ngoài được làm giảm. Dây gia cố ít trơn hơn cũng dễ xử lý hơn vì nó sẽ cuộn ít hơn trong khi xử lý.

Ban đầu sợi với các dấu hiệu của phương án được ưu tiên thứ hai và thứ ba có thể được chia thành loại cấu trúc Warrington. Tuy nhiên, nó chệch ra khỏi Warrington ở một số khía cạnh quan trọng:

- Lớp trung gian thể hiện khe hở ở chiều dài đặt cuối cùng;
- 2N tơ của các tơ lớp phía ngoài tiếp tuyến với hai đường tròn khác nhau, chứ không phải một như trong trường hợp của cấu trúc Warrington.

Tuy nhiên, dây gia cố theo sáng chế vẫn có cùng phẩm chất như dây gia cố có cấu trúc Warrington ở chỗ:

- Sự tiếp xúc giữa các tơ là sự tiếp xúc đường, không phải là sự tiếp xúc điểm. Điều này có ảnh hưởng tích cực lên kỳ hạn mỏi và lên hệ số cấp của dây gia cố. Hệ số cấp là tỷ lệ của tải trọng đứt thu được trên dây gia cố với tổng của tải trọng đứt của các tơ trước khi xoắn chúng với nhau.

- Phần chính của mặt cắt ngang của dây gia cố bị chiếm giữ bởi kim loại. Phần kim loại – còn được gọi là ‘hệ số lấp đầy’- của dây gia cố so với diện tích của đường tròn bao quanh lớn nhất bằng ít nhất là 70% hoặc cao hơn lên đến 80% hoặc thậm chí lên đến - nhưng không bằng - 82,5%. Nó thấp hơn một chút so với dây Warrington - trong đó hệ số lấp đầy bằng 82,5% dễ dàng thu được - nhưng vẫn đủ để đạt mục đích. Hệ số lấp đầy lớn cho phép tải trọng đứt cao trong diện tích được bao quanh. Hơn nữa nó có ảnh hưởng tích cực lên độ cứng trục của dây gia cố cụ thể là trong vùng hoạt động của dây gia cố mà thường là nằm trong khoảng từ 2 đến 10% của tải trọng đứt tối thiểu của vật liệu gia cố.

- Dây này có môđun cao hơn sợi nhiều dây. Thông thường đối với sợi nhiều dây môđun thấp hơn 175 000 N/mm² trong khi đối với dây nó ở trên con số này, ví dụ trên 175 000 N/mm², hoặc thậm chí trên 180 000 N/mm². Môđun cần được xác định trong vùng tuyến tính của tải trọng - đường cong giãn dài tức là ở tải trọng cao hơn 10% của tải trọng đứt tối thiểu.

Theo phương án được ưu tiên thứ tư, số lượng N bằng 5, 6, 7, 8 hoặc 9. Số lượng cao hơn của tơ N, ví dụ 8 hoặc 9, có nhược điểm là lõi phải lớn hơn nhiều so với các tơ khác mà không phải là trường hợp được ưu tiên về mặt độ mỏi hoặc sự chuyển vị. Tỷ lệ của đường kính lõi so với đường kính thứ ba trở thành từ 2,26 (N=8) đến 2,9 (N=9). Mặt khác đối với số lượng nhỏ của tơ - chẳng hạn như 5 - lõi trở nên nhỏ và tỷ lệ của đường kính lõi với đường kính thứ ba trở thành 1,75 mà được coi là tốt hơn. Độ lệch nhỏ hơn về đường kính giữa các tơ tốt hơn độ lệch lớn vì nó cải thiện sự phân bố độ bền giữa các tơ. Được ưu tiên nhất là N=6 (tỷ lệ 1,3) và N=7 (tỷ lệ 1,71).

Theo phương án được ưu tiên thứ năm, lõi là tơ thép đơn. Ví dụ, lõi có thể là tơ tròn, thẳng được làm bằng thép có độ chịu kéo cao.

Theo phương án thứ năm thay thế, lõi là tơ thép đơn có chứa các chỗ cong với các đoạn thẳng ở giữa. Điều này có nghĩa là tơ thép lõi không thẳng và có các chỗ cong nhỏ trong nó. Đường kính của lõi 'd₀' bây giờ là đường kính của hình trụ bao quanh lõi và tiếp xúc với các chỗ cong.

Ví dụ tơ lõi có thể được gấp nếp tức là thể hiện hình dích dắc trong đó các chỗ cong xen kẽ theo hướng: trái-phải-trái-phải... Trên hình dích dắc, chiều dài bước có thể được nhận dạng dễ dàng. Chiều dài bước của hình dích dắc tốt hơn là nhỏ hơn chiều dài đặt cuối cùng FL của dây gia cố ví dụ như bằng một nửa của chiều dài bước đó. Biên độ của hình dích dắc có thể rất nhỏ ví dụ như nó có thể nhỏ hơn một nửa đường kính của tơ thép nhưng tốt hơn là lớn hơn một phần mười đường kính của tơ thép. Để cho rõ ràng: 'biên độ' có nghĩa là hai lần độ lệch lớn nhất của trung tâm của tơ thép từ trục của lõi khi di chuyển dọc theo lõi.

Hình dích dắc thích hợp là được đặt trên dây thép bằng cách dẫn nó qua cặp bánh xe gấp nếp. 'Bánh xe gấp nếp' giống cặp bánh răng khớp nhau nhưng trong đó các răng được bo tròn và được phân tách bởi khoảng cách nhỏ với nhau để cho phép dây thép đi qua.

Theo ví dụ khác hai, hình dích dắc có thể được đặt theo các hướng trục giao lẫn nhau. Các hình dích dắc có thể khác về biên độ và chiều dài bước. Do sự quay xung quanh trục của nó, sự nhô ra của lõi trên mặt phẳng song song với trục của lõi theo cách khác sẽ thể hiện gấp nếp thứ nhất với biên độ và chiều dài bước đi kèm của nó và sau khi quay khoảng 90° nếp gấp thứ hai với biên độ và chiều dài bước của nó. Ở giữa hai vị trí này, hai nếp gấp được xếp chồng và hình dạng dường như không đều.

Tơ thép bị biến dạng hình dích dắc đơn hoặc tơ thép bị biến dạng hình dích dắc kép cũng có thể được xoắn với cùng chiều dài đặt cuối cùng của dây gia cố mà vẫn là các ví dụ khác.

Theo một ví dụ khác, dây lõi thép đơn có thể có hình dạng xoắn với các chỗ cong hướng ra phía ngoài. Chiều dài đặt của hình dạng xoắn ưu tiên là bằng với chiều dài đặt

cuối cùng FL của dây gia cố. Khoảng cách trục giữa các chỗ cong ưu tiên là nhỏ hơn một nửa của chiều dài đặt cuối cùng FL, ví dụ như khoảng cách trục giữa các chỗ cong bằng khoảng FL/N , N là số lượng của tơ lớp trung gian. Một lần nữa, biên độ - trong trường hợp này là đường kính của hình trụ bao quanh dây lõi trừ đi đường kính của dây thép - nằm trong khoảng từ 0,5 đến 0,1 lần đường kính của dây thép. Hình dạng tơ lõi này có thể được thu được bằng cách dẫn tơ thép qua bánh xe biến dạng đa giác trong khi tơ lõi được quay xung quanh trục của nó.

Ưu điểm của việc có lõi mà là tơ thép đơn có chứa các chỗ cong với các đoạn thẳng ở giữa là các chỗ cong mang lại cho lõi các nơi để biến dạng ưu tiên. Nếu - bằng cách sử dụng bất kỳ của dây gia cố - lõi trở nên bị nén, các chỗ cong trước hết sẽ mang lại và cho phép dây lõi giảm chiều dài trục của nó theo cách có kiểm soát. Nếu các chỗ cong không có mặt, dây thẳng sẽ tích lũy lực nén qua khoảng cách dài hơn nhiều đến điểm mà tơ thép lõi có thể thậm chí bị đẩy ra khỏi dây gia cố.

Cách khác để thu được lõi chịu nén là tránh sự có mặt của tơ biến dạng xoắn bậc không - tức là tơ thẳng - toàn bộ.

Một cách để tránh sự có mặt của tơ thẳng đơn trong lõi là cung cấp lõi dưới dạng dây có chứa hai hoặc ba hoặc bốn tơ thép lõi mà là đối tượng của phương án được ưu tiên thứ sáu. Được ưu tiên nhất là hai hoặc ba, ví dụ ba. Các tơ thép lõi này được xoắn với nhau với chiều dài đặt lõi khác với chiều dài đặt cuối cùng FL của dây gia cố. Tốt hơn là chiều dài đặt lõi ngắn hơn FL, ví dụ một nửa của FL. Hướng đặt lõi có thể đối diện với hướng đặt của dây gia cố, nhưng cùng hướng đặt được ưu tiên hơn. Do sự bện của hai, ba hoặc bốn tơ thép lõi, chúng có thể duy trì lực nén tốt hơn khi các dây có biến dạng xoắn.

Tốt hơn nữa là các cấu trúc đặt ngang bằng mà không có một tơ biến dạng xoắn bậc không nào, tức là không có dây thẳng trong toàn bộ lõi. Phương án được ưu tiên hơn là cấu trúc bán-Warrington 12 dây có chứa sự tồn tại lõi-lõi của 3 tơ được xoắn với nhau. 'Lõi-lõi' nên được hiểu là 'lõi của dây lõi'. Trong các chỗ lõm được tạo thành bởi các tơ 3 tơ phía ngoài lớn hơn được đặt vào. Ở giữa mỗi cặp của 3 tơ phía ngoài lớn hơn cặp của các tơ nhỏ hơn được định vị. Ví dụ được nêu trong US 4829760 được kết hợp ở

đây chỉ để tham khảo. Phương án được ưu tiên ngang bằng khác là cấu trúc bán-Warrington 9 dây có chứa lõi-lõi của 3 dây mảnh và vỏ có sáu dây có kích thước trung bình và lớn xen kẽ. Sợi này được mô tả trong US 3358435.

Theo cách khác, theo phương án được ưu tiên thứ bảy, lõi có thể là dây có chứa lõi-lõi và 5, 6 hoặc 7 tơ phía ngoài lõi. Các tơ phía ngoài lõi được xoắn xung quanh lõi-lõi với chiều dài đặt lõi khác với chiều dài đặt cuối cùng của dây gia cố. Tốt hơn là, chiều dài đặt lõi nhỏ hơn chiều dài đặt cuối cùng FL của dây gia cố. Hướng đặt lõi có thể đối diện với hướng đặt của dây gia cố, nhưng cùng hướng đặt được ưu tiên. Theo phương án thứ bảy thay thế, lõi-lõi có thể là dây thép đơn thẳng hoặc có thể là dây thép đơn có các chỗ cong với các đoạn thẳng ở giữa. Lõi-lõi có thể duy trì lực nén tốt hơn vì nó có đường kính rất mảnh và/hoặc được bố trí với các chỗ cong. Theo cách khác, lõi-lõi có thể lại là dây ví dụ như dây 3×1.

Theo phương án thứ bảy thay thế, các cấu trúc Warrington có thể được xem xét cho lõi này như loại Warrington 16 (1+5+5|5), loại Warrington 19 (1+6+6|6) hoặc thậm chí loại Warrington 22 (1+7+7|7) như đã biết trong lĩnh vực. Tốt hơn nữa là lõi chệch ra khỏi cấu trúc loại Warrington theo cùng cách như theo sáng chế ở chỗ chiều dài đặt khít thứ hai tồn tại mà nằm trong khoảng từ hai đến sáu lần chiều dài đặt khít cuối cùng thứ hai của chiều dài đặt trung gian của lõi.

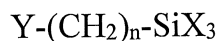
Theo phương án thứ tám khác nữa, bản thân lõi có thể là sợi được xếp lớp như 1+6+12 hoặc 3+9+15 trong đó mỗi lớp liên tiếp của tơ được xoắn xung quanh lõi hoặc dây được tạo thành trung gian với chiều dài đặt khác nhưng tốt nhất là với cùng hướng đặt như hướng đặt của dây gia cố. Theo tất cả phương án được ưu tiên, các tơ thép được cung cấp với lớp phủ kim loại hoặc hợp kim phủ kim loại. Hợp kim này có thể được sử dụng để mang lại sự bảo vệ chống ăn mòn cho thép hoặc tạo ra các tơ dính vào polyme hoặc kết hợp cả: sự bảo vệ chống ăn mòn và sự dính. Lớp phủ chống ăn mòn là ví dụ như kẽm hoặc hợp kim nhôm kẽm. Được ưu tiên nhất là lớp phủ nhúng nóng, hàm lượng kẽm thấp như được mô tả trong EP 1280958. Lớp phủ kẽm này có độ dày thấp hơn hai micromét, tốt hơn là thấp hơn một micromét, ví dụ 0,5 μm . Lớp hợp kim kẽm-sắt có mặt giữa lớp phủ kẽm và thép.

Lớp phủ dính kim loại được ưu tiên ví dụ là lớp phủ đồng thau - hợp kim đồng-kẽm - khi dây gia cố dùng để gia cố cao su. Cái gọi là ‘đồng thau ba thành phần’ chẳng hạn như đồng-kẽm-niken (ví dụ 64% theo khối lượng/35,5% theo khối lượng/0,5% theo khối lượng) và đồng-kẽm-coban (ví dụ 64% theo khối lượng/35,7% theo khối lượng/0,3% theo khối lượng), hoặc hệ thống dính không có đồng như kẽm-niken hoặc kẽm-coban cũng có thể được sử dụng.

Phương án thay thế cho lớp phủ kim loại hoặc thêm vào nó là dây gia cố được cung cấp với lớp phủ hữu cơ hoặc sơn lót. Lưu ý rằng nó là đủ khi toàn bộ dây gia cố có thể được cung cấp với lớp phủ hữu cơ hoặc sơn lót, tức là không cần thiết để lõi hoặc tờ lớp trung gian được phủ bằng lớp phủ hữu cơ hoặc sơn lót. Nói cách khác: chỉ bề mặt phía ngoài của dây gia cố phải được cung cấp với lớp phủ hữu cơ hoặc sơn lót như ví dụ được giải thích trong đơn sáng chế số EP2366047.

Sơn lót được chọn để cải thiện sự dính với polyme, trong đó dây gia cố được dự định để sử dụng. Sơn lót hữu cơ thông thường là gốc nhựa phenol, epoxy, xyanoacrylat, hoặc acrylic ví dụ như sơn lót có trên thị trường với tên thương hiệu Loctite®.

Tuy nhiên, các lớp phủ này là tương đối dày (dày hơn một micromét) và có thể đòi hỏi khá nhiều thời gian xử lý. Do đó, lớp phủ hữu cơ cấp độ nano chọn ra từ nhóm có chứa hoặc gồm có silan chức năng hữu cơ, zirconat chức năng hữu cơ và titanat chức năng hữu cơ được ưu tiên. Tốt hơn là, nhưng không loại trừ, sơn lót silan chức năng hữu cơ được chọn từ các hợp chất có công thức sau:



trong đó :

Y là nhóm chức năng hữu cơ được chọn từ $-NH_2$, $CH_2=CH-$, $CH_2=C(CH_3)COO-$, 2,3-epoxypropoxy, HS- và Cl-

X là nhóm chức năng silic được chọn từ $-OR$, $-OC(=O)R'$, $-Cl$, trong đó R và R' được chọn độc lập từ C1 đến C4 alkyl, tốt hơn là $-CH_3$, và $-C_2H_5$; và

n là số nguyên nằm trong khoảng từ 0 đến 10, tốt hơn là từ 0 đến 10 và tốt nhất là từ 0 đến 3.

Silan chức năng hữu cơ được mô tả trên là các sản phẩm có sẵn trên thị trường. Các sơn lót này đặc biệt phù hợp để đạt được sự dính với polyuretan. Lớp phủ hữu cơ có độ dày nhỏ hơn 1 micromét, tốt hơn là nhỏ hơn 500 nanomét, chẳng hạn như từ 5 đến 200 nm. Lớp phủ mỏng có kích thước này được ưu tiên vì chúng đi theo bề mặt phía ngoài của dây gia cố theo cách bảo giác và không cản trở việc làm đầy polyme trong các rãnh giữa các tơ lớp phía ngoài nhờ vào tính mỏng của chúng.

Đối với tất cả các phương án, dù có được ưu tiên hay không, dù thay thế hay bổ sung những điều sau đây có giá trị:

Bất cứ khi nào đề cập đến ‘tơ thép’ trong đơn này, có nghĩa là dây thép về cơ bản là tròn với đường kính nằm trong khoảng từ 0,02 đến 0,40 mm, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,04 đến 0,25 mm hoặc từ 0,10 đến 0,200. Lưu ý rằng các tơ này mỏng hơn nhiều so với các tơ mà được sử dụng để tạo ra loại dây Warrington để sử dụng trong dây chèo nặng (dây chèo với đường kính trên 12,7 mm). Khi đó vấn đề về sự chuyển vị lõi không xảy ra vì khi đó dây quá dày nên chúng có thể dễ dàng chịu nhiều lực nén mà không di chuyển.

‘Thép’ có nghĩa bất kỳ loại thép nào. Thép cacbon bình thường được ưu tiên sử dụng. Thép này thường có chứa lượng cacbon tối thiểu là 0,40% theo khối lượng C hoặc ít nhất là 0,70% theo khối lượng C nhưng tốt nhất là ít nhất 0,80% theo khối lượng C với tối đa là 1,1% theo khối lượng C, hàm lượng mangan nằm trong khoảng từ 0,10 đến 0,90% theo khối lượng Mn, hàm lượng lưu huỳnh và photphor tốt hơn là được giữ dưới 0,03% theo khối lượng; các nguyên tố hợp kim siêu nhỏ khác như crom (lên đến từ 0,2 đến 0,4% theo khối lượng), bo, coban, niken, vanadi - sự liệt kê không toàn diện - cũng có thể được bổ sung. Các tơ thép cacbon này có thể được sản xuất ở độ bền vượt quá 2000 MPa, tốt hơn là trên 2700 MPa, trong khi hiện nay độ bền trên 3000 MPa đang trở nên phổ biến và sự xâm nhập được tạo ra đối với độ bền trên 3500 MPa. Cũng được ưu tiên là thép không gỉ. Thép không gỉ chứa tối thiểu là 12% theo khối lượng Cr và lượng đáng kể của niken. Được ưu tiên hơn là thép không gỉ austenit, mà thêm

chúng nhiều hơn để tạo lạnh. Hợp phần được ưu tiên nhất đã biết trong lĩnh vực dưới dạng AISI (Viện Sắt và Thép Hoa Kỳ - American Iron and Steel Institute) 302, AISI 301, AISI 304 và AISI 316 hoặc cặp đôi thép không gỉ được biết với tên gọi EN 1.4462.

Theo khía cạnh thứ hai của sáng chế, phương pháp sản xuất dây gia cố có chứa hoặc gồm có các bước sau đây được bộc lộ:

- Cung cấp lõi có đường kính lõi. Lõi có thể là dây thép đơn, thẳng, dây thép đơn với các chỗ cong có chứa các đoạn thẳng ở giữa các chỗ cong, dây với 2, 3 hoặc 4 tơ thép được xoắn với nhau, hoặc lõi khác bất kỳ như thảo luận trong khía cạnh thứ nhất của sáng chế;
- Cung cấp N tơ thép thứ nhất có đường kính thứ nhất. Số 'N' tốt hơn là bằng 5, 6, 7, 8 hoặc 9, tốt hơn nữa là 5, 6 hoặc 7.
- Cung cấp N tơ thép thứ hai có đường kính thứ hai, lớn hơn đường kính thứ nhất;
- Cung cấp N tơ thép thứ ba có đường kính thứ ba. Các tơ thép thứ hai và thứ ba có thể được chọn sao cho ở chiều dài đặt cuối cùng của dây gia cố, không khe hở nào giữa các tơ của lớp phía ngoài tồn tại;

Lõi và các tơ thép thứ nhất, thứ hai và thứ ba được cung cấp trên ống cuộn;

- Xoắn lõi, N tơ thép thứ nhất, N tơ thép thứ hai và N tơ thép thứ ba với nhau theo một hướng đặt và chiều dài đặt sao cho N tơ thép thứ nhất tạo thành lớp trung gian, N tơ thép thứ hai và N tơ thép thứ ba tạo thành lớp phía ngoài và trong đó N tơ thép thứ hai và N tơ thép thứ ba chiếm vị trí xen kẽ trong lớp phía ngoài.

Việc xoắn của lõi với các tơ thép thứ nhất, thứ hai và thứ ba có thể được thực hiện theo một trong số các cách sau:

- Bằng cách bện cáp: trong khi bện cáp các tơ thép bản thân chúng không nhận độ xoắn theo chiều dài đặt của dây;
- Bằng cách chum: trong khi chum các tơ thép đạt được một xoắn 360° theo chiều dài đặt của dây;

Đặc điểm của phương pháp này là trong khi xoắn chiều dài đặt của dây được rút ngắn trung gian thành chiều dài đặt trung gian. Chiều dài đặt trung gian này nằm trong khoảng từ chiều dài đặt khít đến 83% chiều dài đặt cuối cùng. Sau đó các tơ thép được tháo xoắn một lần nữa đến chiều dài đặt cuối cùng. Chiều dài đặt trung gian của lõi vẫn phải lớn hơn hoặc bằng chiều dài đặt khít. Chiều dài đặt khít là - như nêu trên - chiều dài đặt mà tại đó các tơ thép thứ nhất trong lớp trung gian chạm vào nhau hoặc - nói cách khác - khi khe hở giữa các tơ này được khít lại. Chiều dài đặt cuối cùng là chiều dài đặt như quan sát thấy trên dây khi được phân phối trên ống cuộn đảm nhận. Chiều dài đặt cuối cùng nằm trong khoảng từ hai đến sáu lần (bao gồm các giá trị giới hạn) chiều dài đặt khít. Khoảng giá trị được ưu tiên khác đối với chiều dài đặt trung gian của lõi là:

- Nằm trong khoảng từ chiều dài đặt khít đến 80% của chiều dài đặt cuối cùng;
- Nằm trong khoảng từ chiều dài đặt khít đến 75% của chiều dài đặt cuối cùng;
- Nằm trong khoảng từ chiều dài đặt khít đến 66% của chiều dài đặt cuối cùng.

Trong khi rút ngắn chiều dài đặt trung gian, các hiện tượng sau đây xảy ra:

- Các tơ thép thứ nhất trong lớp trung gian có đủ không gian để xoắn vào trong khi lấy chiều dài bổ sung thứ nhất;
- Các tơ lớp phía ngoài va chạm với nhau và sẽ ‘mở’, tức là khoảng cách tỏa tròn giữa tâm của dây và lớp phía ngoài tăng lên dẫn đến chiều dài bổ sung thứ hai được lấy vào, chiều dài bổ sung thứ hai lớn hơn chiều dài bổ sung thứ nhất;

Khi dây được tháo xoắn sau đó đến chiều dài đặt cuối cùng, các tơ lớp phía ngoài kẹp chặt các tơ lớp trung gian và đặt các tơ lớp trung gian dưới sức căng khi các tơ này đạt chiều dài đặt cuối cùng. Sức căng trên các tơ của lớp trung gian là tình huống mong muốn vì nó phản lại sự xuất hiện của lực nén trên lớp trung gian.

Theo phương án được ưu tiên khác của phương pháp, các tơ thép thứ hai và thứ ba của lớp phía ngoài bị nén theo hướng bán kính về phía lớp trung gian khi dây gia cố ở chiều dài đặt trung gian.

Theo khía cạnh thứ ba của sáng chế, dây gia đợc cố mà đợc sản xuất bằng phương pháp bất kỳ mô tả đợc yêu cầu bảo hộ. Dây gia cố có tính chất là khi nó bị cắt, ít nhất các tơ thép thứ nhất của lớp trung gian thụt vào, kéo lại, đi vào trong dây gia cố tương quan với lớp phía ngoài ở đầu cắt. Cũng có khả năng là lõi có thể rút vào trong sợi.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 thể hiện mặt cắt ngang của cấu trúc Warrington trong tình trạng kỹ thuật thuộc loại 1+6+6|6;

Hình 2 thể hiện mặt cắt ngang của dây gia cố theo sáng chế thuộc loại 3+6+6|6 ở chiều dài đặt cuối cùng;

Hình 3 thể hiện mặt cắt ngang của dây gia cố theo sáng chế của Hình 2 ở chiều dài đặt khít;

Hình 4 thể hiện mặt cắt ngang theo phương án thay thế của sáng chế của dây gia cố thuộc loại 3+7+7|7 ở chiều dài đặt cuối cùng;

Hình 5 thể hiện mặt cắt ngang theo phương án thay thế khác của sáng chế của dây gia cố thuộc loại (1+6)+7+7|7;

Hình 6 thể hiện mặt cắt ngang của dây đai thang máy theo sáng chế với dây gia cố;

Hình 7 thể hiện cách thực hiện phương pháp theo sáng chế để làm dây gia cố;

Hình 8 thể hiện mặt cắt ngang của phương án của dây gia cố trong đó lõi có cấu trúc đặt ngang bằng.

Trong các hình vẽ các thành phần tương tự trong các phương án khác nhau mang cùng chữ số hàng chục và hàng đơn vị. Chữ số hàng trăm để chỉ số của hình vẽ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Khi rút gọn sáng chế để thực hành cần tính đến các giới hạn sau:

- ‘Cấu trúc’ của sợi thép có chứa các tơ thép chỉ được xác định bởi đường kính tơ, chiều dài đặt và cách mà các tơ này được sắp xếp trong mặt cắt ngang;
- Đường kính của các tơ thép có thể được đo lên đến micromét (μm). Đường kính của tơ tròn là giá trị trung bình của đường kính đo bằng thước kẹp lớn nhất và nhỏ nhất. Các tơ mà sự khác biệt giữa đường kính đo bằng thước kẹp lớn nhất và nhỏ nhất của chúng dưới $7 \mu\text{m}$ được coi là ‘tròn’;
- Dung sai trên đường kính của các tơ thép được thiết lập từ -4 đến +4 micromét (μm) từ đường kính danh nghĩa. Do đó, hai tơ mà thể hiện sự khác biệt ở đường kính nhỏ hơn $8 \mu\text{m}$ ($8 \mu\text{m}$ không được bao gồm) sẽ được xử lý như có cùng đường kính;
- Dung sai trên chiều dài đặt là từ -5% đến +5% của giá trị danh nghĩa. Chiều dài đặt được xác định theo tài liệu ‘*Internationally agreed methods for testing steel tyre cord*’, Chapter E4 ‘*Determination of Length and Direction of Lay*’ như được công bố bởi BISFA, “*The International Bureau for the Standardisation of Man-made Fibres*”.
- Sự sắp xếp của các tơ được xác định trên mặt cắt ngang của sợi. Mặt cắt ngang được lấy ở giữa của mẫu sợi bằng ít nhất 10 cm mà được đúc thành nhựa epoxy để cố định tơ, nhựa với sợi được cắt vuông góc với sợi và được đánh bóng.
- Chiều dài đặt khít được tính theo công thức {1} dựa trên đường kính đo được của lõi và đường kính và số lượng của các tơ lớp trung gian.

Hình 1 thể hiện mặt cắt ngang của dây Warrington 100 như đã biết. Nó có chứa lõi 102 được bao quanh bởi 6 tơ thép thứ nhất 104 được sắp xếp vòng quanh lõi trong lớp trung gian. Lõi trong trường hợp này là tơ thép đơn có đường kính lõi. 6 tơ thép thứ nhất 104 tất cả có đường kính thứ nhất. Lớp phía ngoài có chứa 12 tơ được sắp xếp vòng quanh lớp trung gian. Tất cả các tơ được xoắn xung quanh lõi với cùng chiều dài đặt cuối cùng và hướng xoắn. 6 trong số các tơ lớp phía ngoài - được đánh dấu là 106 - có đường kính thứ hai trong khi sáu tơ lớp phía ngoài còn lại 108 có đường kính thứ ba.

Các đường kính thứ hai và thứ ba được chọn sao cho tất cả các tơ của lớp phía ngoài tiếp tuyến với một đường tròn bao quanh 110.

Đường kính tổng cộng của dây là 3 mm. Đường kính lõi là 663 μm , đường kính thứ nhất là 651 μm , đường kính thứ hai là 519 μm và đường kính thứ ba là 681 μm . Chiều dài đặt của các tơ là 24 mm, tức là bằng 8 lần đường kính của dây. Tỷ lệ của đường kính lớn nhất với đường kính nhỏ nhất là 1,312 và hệ số lấp đầy là 81,8%. Không có khe hở giữa các tơ của lớp trung gian. Loại dây này phổ biến làm dây phía ngoài của dây chấu thang máy đã biết.

Hình 2 thể hiện phương án thứ nhất 200 theo sáng chế ('dW21'). Nó có lõi 203 mà có chứa ba tơ 202 có đường kính cỡ 120 μm được xoắn với nhau khi đặt 3,8 mm theo hướng Z. Do đó, lõi 203 có đường kính 'd₀' bằng 259 μm . Các tơ thép lớp trung gian 204 có đường kính thứ nhất bằng 210 μm . Số lượng N được đặt là 6. Lớp trung gian được bao quanh bởi lớp phía ngoài gồm có 12 tơ thép: 6 tơ thép thứ hai 206 và 6 tơ thép thứ ba 208. Đường kính thứ hai là 223 μm . Đường kính thứ ba là 170 μm . Bán kính thứ nhất 205 là 130 μm . Bán kính thứ hai 212 là 500 μm , bán kính thứ ba 210 là 510 μm . Các bán kính thứ nhất, thứ hai và thứ ba có thể được tính bằng lượng giác đơn giản từ kích thước tơ đo được và/hoặc từ mặt cắt ngang. Khe hở giữa các tơ của lớp phía ngoài ở chiều dài đặt cuối cùng là 11 μm . Do đó, đường kính của dây là 1,02 mm.

Từ công thức {1} chiều dài đặt khít CL là 2,56 mm. Ở chiều dài đặt này, khe hở giữa các sợi trung gian được khít lại. Chiều dài đặt cuối cùng mà lõi, các tơ lớp trung gian và các tơ lớp phía ngoài được xoắn lại với nhau trong sản phẩm cuối cùng là 10 mm. Do đó, chiều dài đặt cuối cùng nằm trong khoảng từ $2 \times \text{CL}$ tức là 5,12 mm đến $6 \times \text{CL}$ tức là 15,36 mm.

Dây gia cố này được xem là sự cải thiện lớn đối với sợi nhiều dây $7 \times 3 \times 0,15$ mà đã được biết rõ để gia cố đai đồng bộ. Sợi nhiều dây được tạo thành bởi 7 dây được xoắn với nhau ở chỗ đặt 8 mm theo hướng S (theo cách khác là hướng Z) mà mỗi dây của nó gồm có ba tơ được xoắn với nhau 9 mm theo hướng Z (theo cách khác là hướng S). Lưu ý rằng cả dW21 và $7 \times 3 \times 0,15$ đều có cùng số lượng tơ.

Bảng 1 thể hiện sự so sánh của các tham số chính của cả hai:

Tham số	dW21	7×3×0,15
Đường kính (mm)	1,02	0,91
Tải trọng đứt thực tế (N)	1 750	950
Mặt cắt ngang kim loại (mm ²)	0,59	0,37
Hệ số lấp đầy (%)	72	57
Độ cứng trực từ 2 đến 10% của MBL (N/%)	978	563
Môđun trong vùng tuyến tính (N/mm ²)	187 000	175 000

Bảng 1

‘MBL’ có nghĩa là ‘tải trọng đứt tối thiểu’ (Minimum Breaking Load). Đây là tải trọng đứt thấp nhất có thể được mong đợi dựa trên biến số thống kê 6-sigma. Nhằm đạt mục đích của sáng chế, nó được thiết đặt thấp hơn 7% tải trọng đứt thực tế.

‘Độ cứng trực từ 2 đến 10% của MBL’ (EA) có nghĩa là tỷ lệ của sự chênh lệch tải trọng ΔF từ 2 đến 10% của MBL (tính bằng N) chia cho $\Delta \varepsilon$ chênh lệch về độ giãn dài (tính bằng %) giữa các điểm trên. Nó là số đo quan trọng đối với độ giãn dài trong vùng hoạt động của dây gia cố. Trong công thức: $\Delta F = (EA) \Delta \varepsilon$. ‘Môđun trong vùng tuyến tính’ được lấy trong vùng đường cong giãn dài tải trọng mà là tuyến tính ví dụ như trong vùng trên 10% của MBL.

Khi được sử dụng trong dây đai chẳng hạn như dây đai thang máy hoặc đai đồng bộ dây gia cố theo sáng chế thể hiện các đặc điểm có lợi sau đây:

- Độ bền theo đường kính cao hơn nhiều, ngụ ý rằng đối với cùng bước của sợi gia cố trong dây đai, độ bền cao hơn nhiều có thể thu được! Trên thực tế, độ bền của dW21 gần như gấp đôi so với độ bền của 7×3×0,15. Điều này là do sự tiếp xúc đường trong dây gia cố chứ không phải do sự tiếp xúc điểm trong sợi nhiều dây. Điều này mở ra khả năng sử dụng tơ có độ bền kéo cao hơn.
- Trong vùng hoạt động của dây đai, độ cứng trực lớn hơn trong dây gia cố so với độ cứng trực của sợi nhiều dây. Đây là sự cải thiện quan trọng ở chỗ dây đai sẽ ít kéo dài hơn với cùng số lượng của sợi.

Điều gây nhiều ngạc nhiên cho các tác giả sáng chế là, dây gia cố đã không thể hiện bất kỳ sự chuyển vị lõi nào trong thử nghiệm kéo dài ở dây đai. Trên thực tế, các

thử nghiệm trước đây của loại sợi Warrington – như được minh họa trong Hình 1 nhưng có kích thước nhỏ hơn - trong dây đai chắc chắn thể hiện sự chuyển vị lõi.

Các tác giả sáng chế cho rằng điều này là do hai đặc tính chính:

- Việc sử dụng lõi tồn tại ngoài dây 3×1. Hình dạng xoắn của các tơ chấp nhận nhiều lực nén hơn so với tơ thẳng đơn;
- Sự có mặt của khe hở trong lớp trung gian cho phép các tơ thép có mặt trong đó có vị trí khác một chút bằng cách đó hấp thụ lực nén mà không bật ra.

Hình 4 thể hiện cách thực hiện khác ‘dW24’ của dây gia cố 400 với N bằng 7. Nó được mô tả bởi công thức sau (dấu ngoặc để chỉ các bước xoắn khác nhau, số biểu thị đường kính của tơ theo milimét, các chỉ số phụ chỉ chiều dài đặt cuối cùng theo mm và hướng):

$$[(3 \times 0,18)_{5,6s} + 7 \times 0,26 + 7 \times 0,285]_{0,18}]_{15s}$$

Lõi 403 là dây 3×1 của ba tơ 0,18 402 được xoắn với nhau ở chỗ đặt 5,6 mm theo hướng ‘s’. Xung quanh lõi 403 có lớp trung gian gồm 7 tơ thép 404 có đường kính thứ nhất là 0,260 mm. Trong lớp phía ngoài, các tơ 0,285 mm 406 xen kẽ với các tơ 0,18 mm 408. Ảnh phản chiếu cũng có thể là như nhau (tất cả các hướng đặt được đảo ngược).

Các đặc tính hình học quan trọng được xác định trong Bảng 2 dưới đây:

Đường kính lõi 403 ‘d ₀ ’ (μm)	388
Đường kính thứ nhất ‘d ₁ ’ 404 (μm)	260
N	7
Chiều dài đặt khít CL (mm)	4,46
2×CL	8,92
6×CL	26,76
Chiều dài đặt cuối cùng FL (mm)	15
Bán kính thứ nhất 405 (μm)	454
Bán kính thứ hai 412 (μm)	634
Bán kính thứ ba 410 (μm)	656
Sự khác biệt tương đối giữa bán kính thứ hai với bán kính thứ ba (%)	3,3
Khe hở giữa các tơ của lớp phía ngoài (μm)	1

Bảng 2

Trong Bảng 3 tính chất cơ học của dây gia cố này được so sánh với tính chất của cấu trúc 7×7 có đường kính 1,6 mm mà rất phổ biến để gia cố dây đai thang máy (Xem tài liệu US 6739433).

Tham số	dW24	7×7/1,6
Đường kính (mm)	1,30	1,61
Tải trọng đứt thực tế (N)	3 054	3 200
Mặt cắt ngang kim loại (mm ²)	1,07	1,30
Hệ số lấp đầy (%)	76	64
Độ cứng trục từ 2 đến 10% của MBL (N/%)	1 624	1 250

Bảng 3

Mặc dù 7x7/1,6 có đường kính lớn hơn, độ cứng trục trong vùng hoạt động (từ 2 đến 10% của MBL) lại thấp hơn đối với dây gia cố theo sáng chế. Sợi này được thử nghiệm và không thể hiện sự chuyển vị lỗi.

Hình 5, Bảng 4 mô tả phương án khác mà có cấu tạo sau đây:

$$[(0,24+6\times 0,23)_{7,2z}+9\times 0,33+9\times 0,30|0,21]_{16,8z}$$

Công thức cần được đọc theo cùng cách như với ví dụ trước. Ảnh qua gương (tất cả theo hướng 's') sẽ có các tính chất như nhau.

Đường kính lõi 503 'd ₀ ' (μm)	700
Đường kính thứ nhất 504 'd ₁ ' (μm)	330
N	9
Chiều dài đặt khít CL (mm)	8,14
2×CL	16,3
4×CL	32,6
Chiều dài đặt cuối cùng FL (mm)	16,8
Bán kính thứ nhất 505 (μm)	680
Bán kính thứ hai (μm) 512	901
Bán kính thứ ba (μm) 510	890
Sự khác biệt tương đối giữa bán kính thứ hai với bán kính thứ ba (%)	1,2
Khe hở giữa các tơ của lớp phía ngoài (μm)	4

Bảng 4

Khi so sánh dữ liệu cơ học với 7×7 có đường kính bằng nhau 1,8 mm người ta thu được Bảng 5 dưới đây:

Tham số	dW34	7×7/1,8
Đường kính (mm)	1,80	1,80
Tải trọng đứt thực tế (N)	5 900	3 965
Mặt cắt ngang kim loại (mm ²)	2,01	1,54
Hệ số lấp đầy (%)	79	61
Độ cứng trực từ 2 đến 10% của MBL (N/%)	2 734	1 570

Bảng 5

Với cùng đường kính bằng 1,80 mm, thu được tải trọng đứt cao hơn nhiều. Độ cứng trực trong vùng hoạt động của từ 2 đến 10% của MBL cũng cao hơn nhiều. Điều này dẫn đến thuộc tính cứng hơn theo trục trong vùng trong đó vật liệu gia cố được sử dụng ví dụ như trong vùng hoạt động của dây đai.

Theo phương án thay thế của phương án này, lõi (1+6) được thay thế bằng cấu trúc đặt bằng nhau thuộc loại sau đây:

$$[(3 \times 0,18 + 3 \times 0,15 | 0,22 | 0,15)_{7,2z} + 9 \times 0,33 + 9 \times 0,30 | 0,21]_{16,8z}$$

Mặt cắt ngang của dây gia cố với lõi này được minh họa trên Hình 8. Các tơ của lớp phía ngoài là như các tơ của lớp phía ngoài của Hình 5. Chỉ có lõi là khác. Lõi-lõi được tạo thành bởi ba tơ 801 có đường kính 0,18. Ký hiệu 3×0,15|0,22|015 chỉ ra rằng lớp phía ngoài của lõi được tạo thành bởi ba nhóm mỗi lần ba tơ: một tơ ở giữa có kích thước lớn hơn (0,22 mm, được kí hiệu là 802) mà có hai tơ bên cạnh có đường kính nhỏ hơn (0,15 mm, được kí hiệu). Điều này dẫn đến lõi khá tròn có đường kính 0,70 mm.

Trong tất cả các ví dụ nêu trên dây được mạ kẽm nhúng nóng với khối lượng lớp phủ bằng 5 gam cho mỗi kilogram dây.

Hình 6 thể hiện dây đai 600 mà được gia cố bằng dây gia cố 604 theo sáng chế. Nó là dây đai phẳng phù hợp làm dây đai thang máy. Nó có chiều rộng 'W' bằng 38,5 mm và chiều dày 't' là 4,5 mm. 10 dây gia cố 604 kéo dài song song với nhau trên chiều dài của dây đai 600. Thấu kính 606 thể hiện vật liệu gia cố theo phương án dW21. Bước 'p' giữa các dây – từ tâm đến tâm - là 3,25 mm, tức là bằng khoảng 2,5 lần đường kính của dây gia cố. Chúng được giữ tại chỗ bằng vỏ polyme của polyuretan 602. Dây đai có tải trọng đứt là 30 kN.

Mặc dù dây gia cố dW21 có độ nhám bề mặt nào đó do bán kính thứ hai và thứ ba khác nhau, độ nhám bề mặt này nhỏ hơn nhiều so với độ nhám bề mặt của ví dụ như loại sợi 7×7. Mặc dù đối với sợi 7×7 việc sử dụng của chất dính không hoàn toàn cần thiết, hóa ra lại có ích khi sử dụng sơn lót hữu cơ để thúc đẩy sự dính giữa dây gia cố theo sáng chế và vỏ polyme. Đối với trường hợp được mô tả, silan chức năng hữu cơ được sử dụng. Phải mất 650 N để kéo chiều dài 12,5 mm của dây gia cố ra khỏi dây đai. Do đó lực dính cho mỗi đơn vị chiều dài là 52 N/mm mà lớn hơn 30 lần đường kính của dây gia cố, tức là 39 N cho mỗi mm của dây được nhúng.

Đai đồng bộ được tạo thành theo cùng cách như dây đai 600 ngoại trừ việc một bên của dây đai được bố trí các răng để ăn khớp với ròng rọc có răng. Các cân nhắc khác như đối với dây đai thang máy cũng áp dụng được đối với loại đai này.

Bây giờ phương pháp tạo ra dây gia cố sẽ được mô tả bằng Hình 3 và Hình 7. Hình 7 thể hiện phương pháp 700 ở dạng chung nhất của nó. Thiết bị xoắn 702 xoắn N tơ thép thứ nhất của lớp trung gian 724 và N tơ thép thứ hai 726 và N tơ thép thứ ba 728 xung quanh lõi 722 với chiều dài đặt cuối cùng nhất định được chỉ ra bằng nét gạch chéo 706 (hướng Z). Dây 704 là kết quả của hoạt động này. Thiết bị xoắn 702 có thể là máy bện cáp hoặc máy chum mà là các thiết bị đã biết trong lĩnh vực.

Sau đó dây 704 này được dẫn qua bộ ròng rọc hạn chế xoắn thứ nhất 708, bộ xoắn giả 712 và bộ ròng rọc hạn chế xoắn thứ hai 716. Ròng rọc hạn chế xoắn và bộ xoắn giả đã được biết đến trong lĩnh vực. Trong vùng giữa các ròng rọc hạn chế xoắn 708 và bộ xoắn giả 712 chiều dài đặt của dây gia cố được rút ngắn thành chiều dài đặt trung gian của lõi như được chỉ ra bằng nét gạch chéo 710. Theo cách này, dây gia cố trung gian 705 được tạo thành. Khi tiến tới sau bộ xoắn giả 712, chiều dài đặt trung gian lại được kéo dài đến chiều dài đặt cuối cùng 714 (bằng với 706) sau các ròng rọc hạn chế xoắn 716. Cuối cùng dây gia cố 715 được quấn lên ống sợi 718.

Khi xem xét phương án thứ nhất, mặt cắt ngang ở 704 như được minh họa trên Hình 2. Bây giờ khi đi vào vùng giữa các ròng rọc hạn chế xoắn 708 và bộ xoắn giả 712 chiều dài đặt sẽ được rút ngắn khi bộ xoắn giả quay theo chiều kim đồng hồ khi nhìn từ phía ròng rọc hạn chế xoắn 708. Do đó mặt cắt ngang của Hình 2 sẽ phát triển thành

mặt cắt ngang của Hình 3. Hình 3 thể hiện mặt cắt ngang của phương án thứ nhất nhưng ở chiều dài đặt ngắn hơn so với chiều dài đặt cuối cùng trong trường hợp này ngay ở chiều dài đặt khít. Các tơ lớp trung gian 304 được siết chặt xung quanh lõi 303 mà không có sự chuyển động xuyên tâm của các tơ lớp trung gian đến khi không có khe hở tạo thành giữa các tơ lớp trung gian.

Tuy nhiên, ở lớp phía ngoài không có đủ không gian giữa các tơ thép thứ hai và thứ ba và lớp phía ngoài chỉ có thể di chuyển theo hướng hướng ra phía ngoài. Các tơ bị ép vào vị trí phía ngoài theo hướng bán kính được chỉ ra bằng đường tròn 314 và bán kính 'R'. Bây giờ khi ra khỏi bộ xoắn giả 712 lớp phía ngoài sẽ giữ lớp trung gian và kéo căng nó trong vùng từ bộ xoắn giả 712 đến các ròng rọc hạn chế xoắn 716. Do vậy lớp trung gian này chịu sức căng mà là trạng thái ứng suất được ưu tiên. Cũng trong vùng này các xoắn bổ sung được lấy ra khỏi dây gia cố và dây có vẻ quay trở lại chiều dài đặt cuối cùng của nó. Mặt cắt ngang của dây gia cố trở về như được thể hiện trên Hình 2. Lưu ý rằng chiều dài đặt dây trung gian phải luôn ngắn hơn chiều dài đặt cuối cùng vì nếu không thì tác dụng có lợi này không xảy ra.

Tác dụng này có thể được cải thiện hơn nữa bằng cách nén theo hướng bán kính to thép lớp phía ngoài về phía lớp trung gian. Điều này có thể ví dụ như được thực hiện bằng cách đưa vào phương tiện nén 720 mà có thể ở dạng ròng rọc chẳng hạn như ròng rọc hạn chế xoắn, bộ nắn thẳng hoặc thậm chí khuôn bện cáp có đường kính chính xác.

Theo phương án thay thế của phương pháp thiết bị xoắn 702 có thể là đơn vị nối dây đơn giản mà nối sản phẩm mà thể hiện sự chuyển vị lõi. Bằng cách xử lý sợi hiện có bằng cùng phương pháp, sợi có thể được điều chỉnh để thể hiện là không có sự chuyển vị lõi. Tất nhiên các đặc điểm cấu trúc của dây gia cố phải tuân theo các điểm yêu cầu bảo hộ vì nếu không thì phương pháp sẽ không hiệu quả.

Khi cắt phần đầu của dây gia cố, việc sử dụng phương pháp này rất dễ nhận biết vì lớp trung gian sẽ thụt vào phần đầu cắt so với lớp tơ phía ngoài. Đây là trạng thái ứng suất được ưu tiên của các tơ lớp trung gian.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất dây gia cố bao gồm các bước:

cung cấp lõi có đường kính lõi;

cung cấp N tơ thép thứ nhất có đường kính thứ nhất;

cung cấp N tơ thép thứ hai có đường kính thứ hai, lớn hơn đường kính thứ nhất;

cung cấp N tơ thép thứ ba có đường kính thứ ba;

xoắn lõi, N tơ thép thứ nhất, N tơ thép thứ hai và N tơ thép thứ ba với nhau theo một hướng đặt đến chiều dài đặt cuối cùng, trong đó N tơ thép thứ nhất tạo thành lớp trung gian, N tơ thép thứ hai và N tơ thép thứ ba tạo thành lớp phía ngoài, N tơ thép lớp thứ hai và N tơ thép lớp thứ ba chiếm vị trí xen kẽ trong lớp phía ngoài này;

trong đó:

trong khi xoắn, chiều dài đặt trung gian của các tơ thép thứ nhất, thứ hai và thứ ba được rút ngắn đến khoảng từ chiều dài đặt khít đến 83% của chiều dài đặt cuối cùng và sau đó các tơ thép thứ nhất, thứ hai và thứ ba được tháo xoắn đến chiều dài đặt cuối cùng này, qua đó chiều dài đặt trung gian vẫn lớn hơn hoặc bằng chiều dài đặt khít, chiều dài đặt khít này là chiều dài đặt mà tại đó các tơ thép thứ nhất trong lớp trung gian chạm vào nhau.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ở chiều dài đặt trung gian, các tơ thép thứ hai và thứ ba của lớp phía ngoài bị nén theo hướng bán kính về phía lớp trung gian.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó bước nén theo hướng bán kính được tiến hành bằng một hoặc nhiều phương tiện nén theo hướng bán kính được chọn từ nhóm bao gồm: ròng rọc hạn chế xoắn, bộ nấn thẳng và khuôn bện cáp.

4. Dây gia cố được sản xuất theo phương pháp theo điểm 1, trong đó khi cắt dây gia cố bằng cách đó tạo thành đầu dây gia cố, ít nhất các tơ thép thứ nhất của lớp trung gian thụt vào trong đầu dây gia cố.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chiều dài đặt cuối cùng lớn hơn hai lần và nhỏ hơn sáu lần so với chiều dài đặt khít nêu trên.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó số N là một trong số nhóm bao gồm 5, 6, 7, 8 và 9.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lõi nêu trên là một trong số các nhóm bao gồm:

dây đơn thẳng,

dây đơn có các đoạn uốn bao gồm các đoạn thẳng ở giữa các đoạn uốn nêu trên,

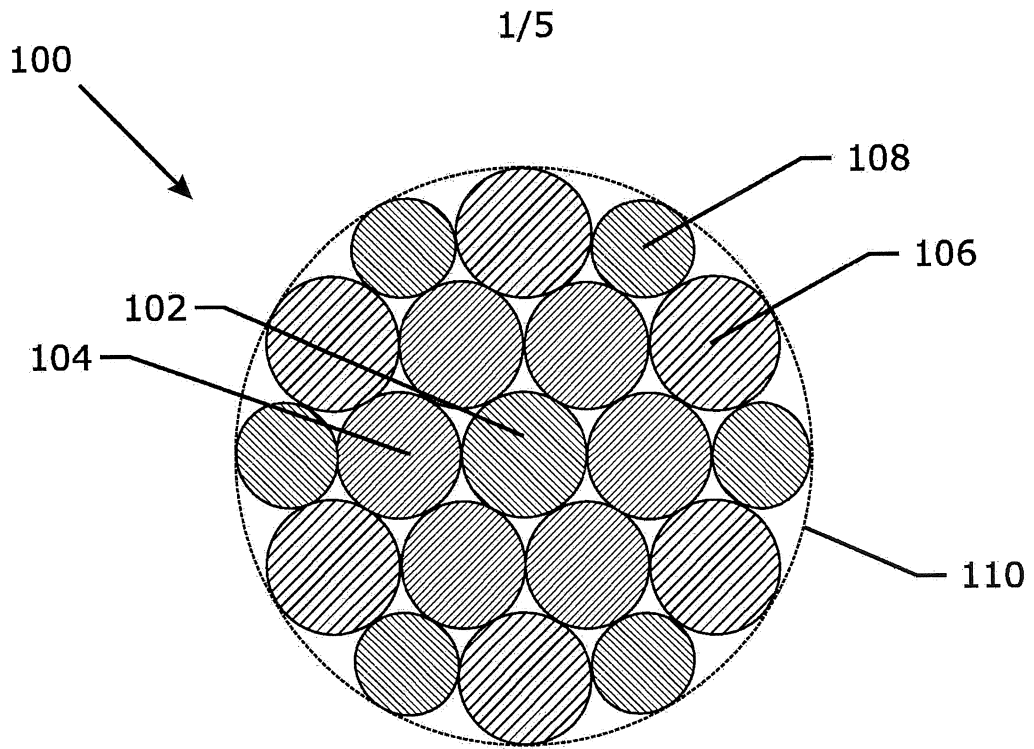
dây có 2, 3 hoặc 4 tơ thép, và

dây trong đó số lượng tơ thép lõi là chín hoặc mười hai và trong đó tơ thép lõi được sắp xếp theo cấu trúc bán-Warrington.

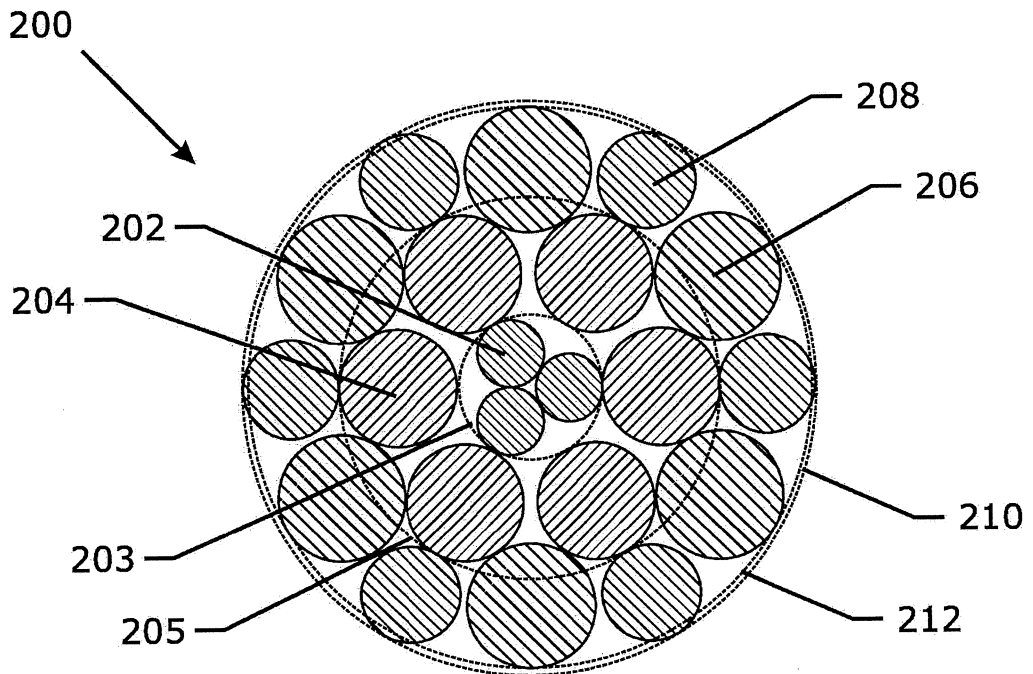
8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xoắn lõi, tơ thép thứ nhất, thứ hai và thứ ba có thể được tiến hành theo một trong số các cách sau đây:

bằng cách bện cáp;

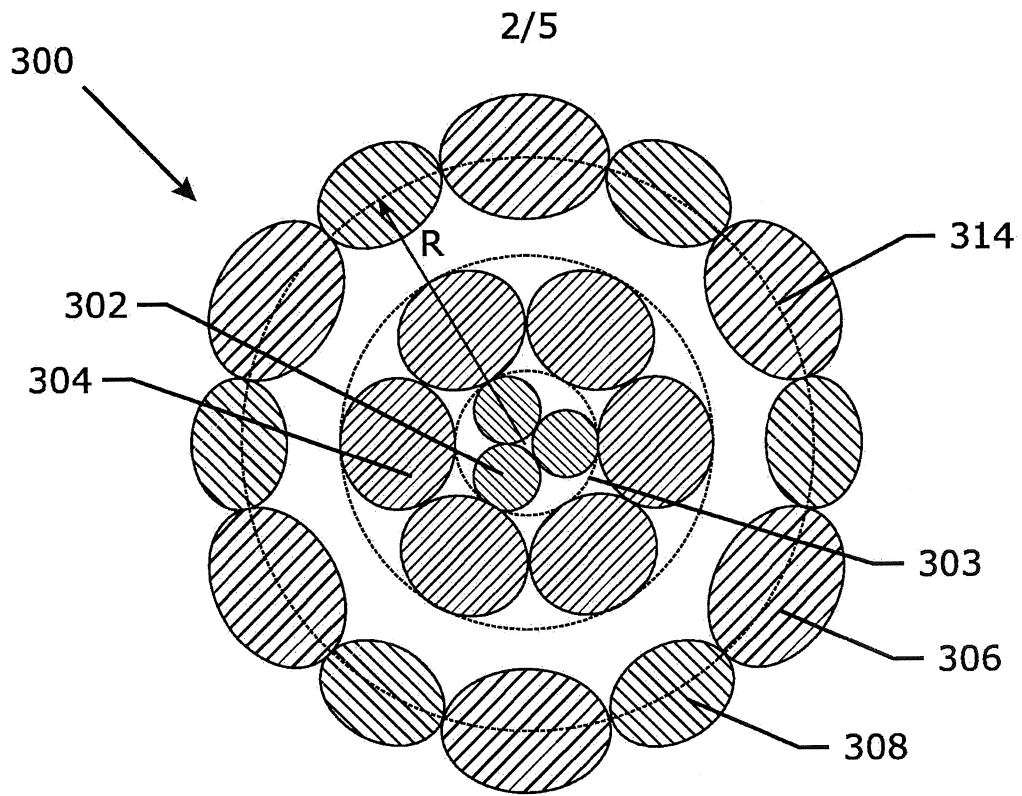
bằng cách chụm.



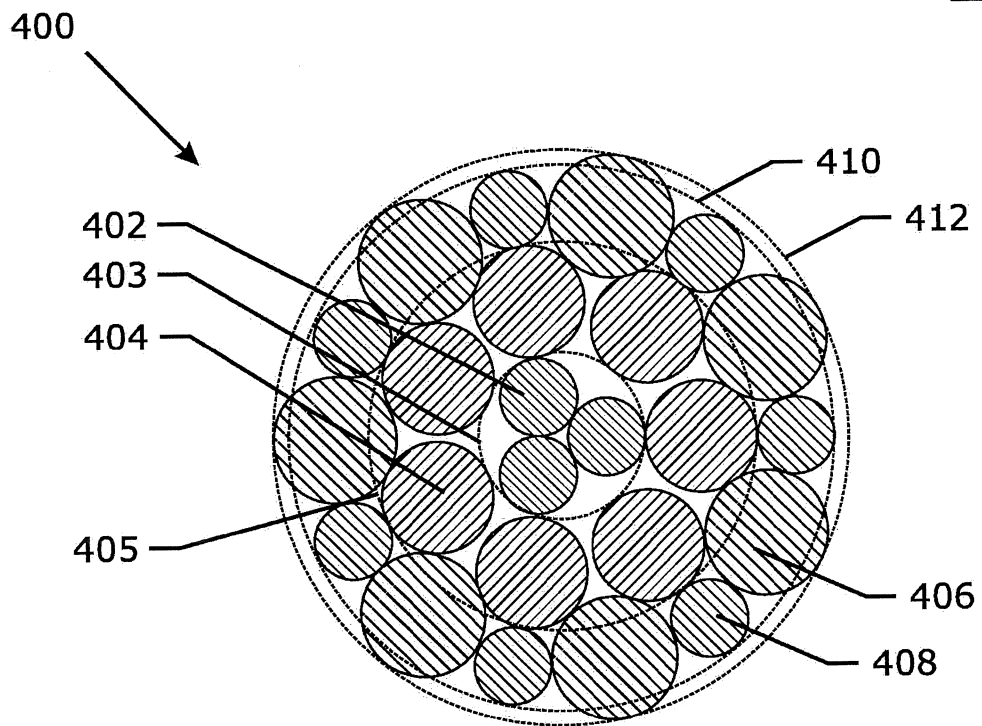
Hình 1



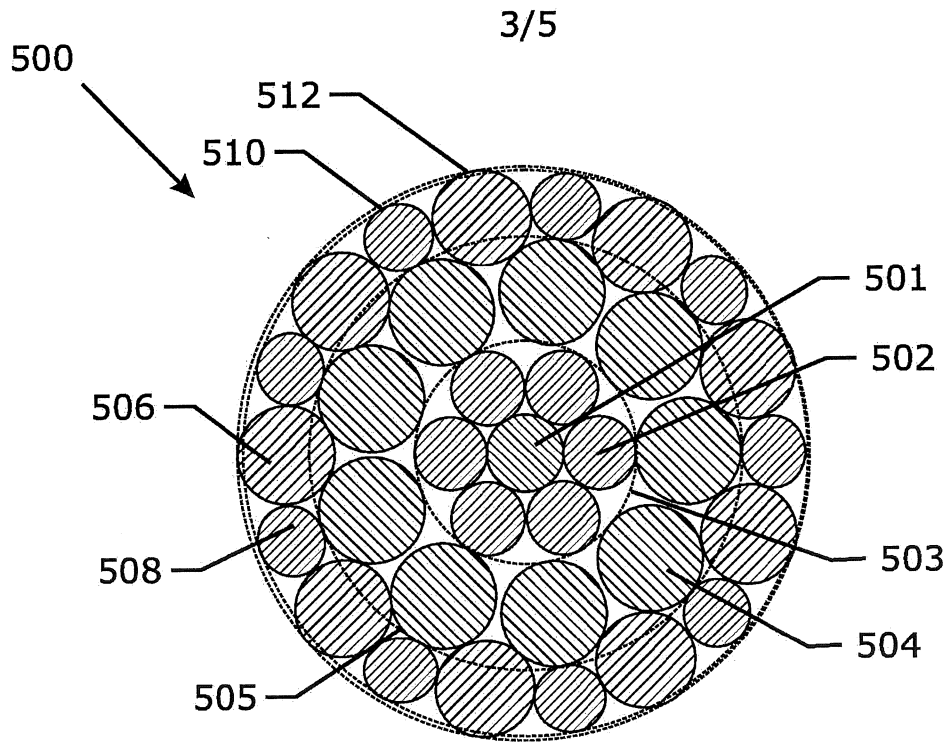
Hình 2



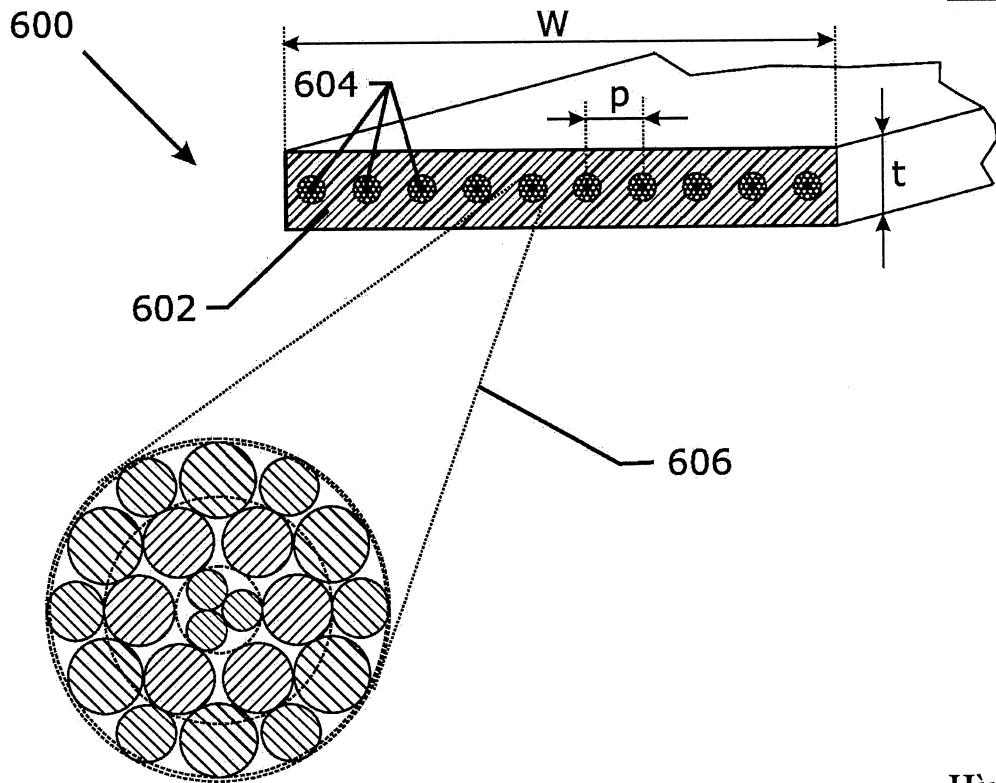
Hình 3



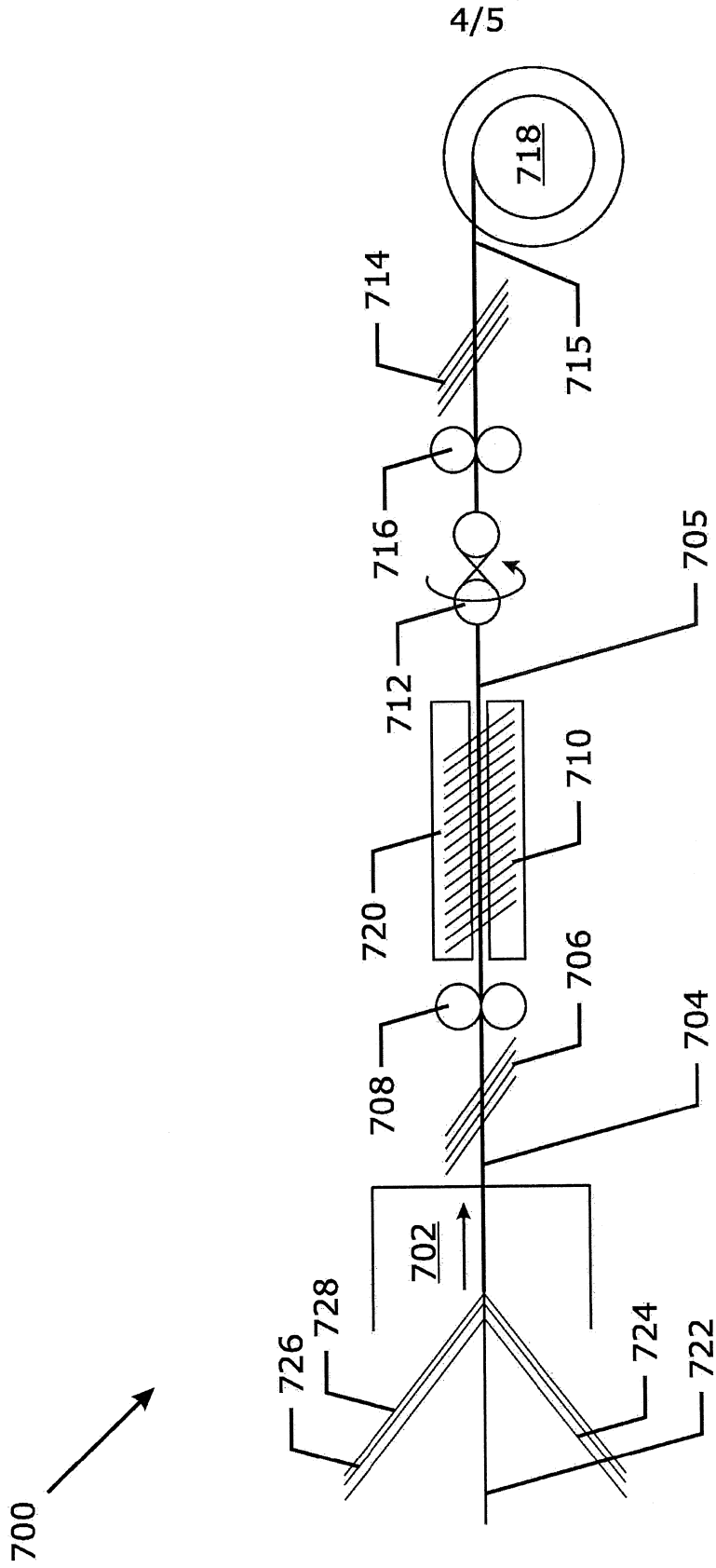
Hình 4



Hình 5



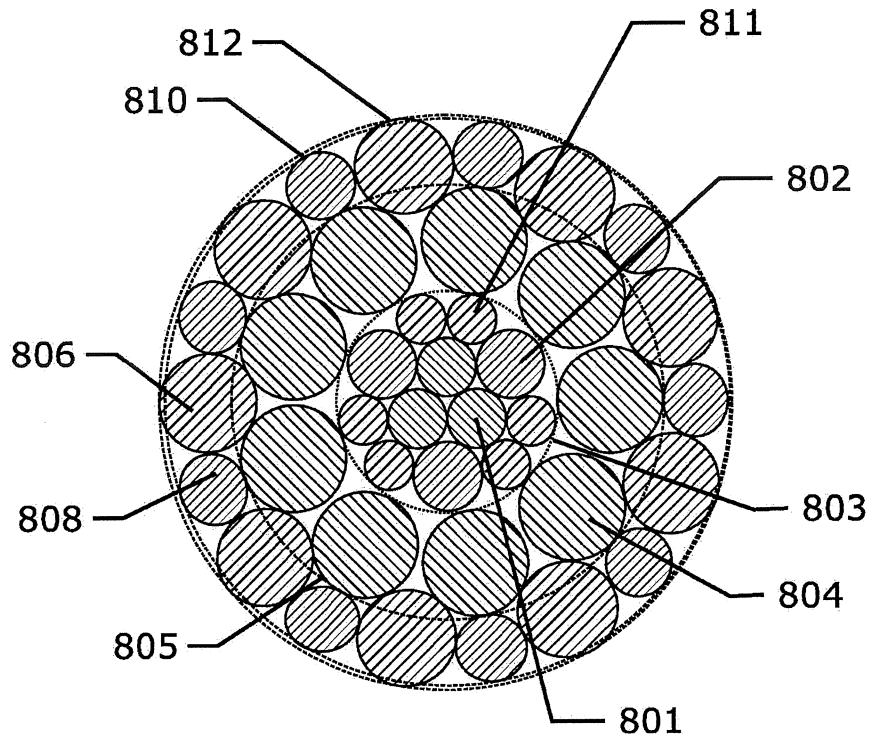
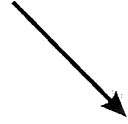
Hình 6



Hình 7

5/5

800



Hình 8