



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

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

(11)



1-0033732

(51)⁷ H01B 9/00; H01B 5/00; H01B 7/18

(13) B

(21) 1-2017-01070

(22) 24/09/2015

(86) PCT/IB2015/057369 24/09/2015

(87) WO 2016/046790 31/03/2016

(30) 62/056,330 26/09/2014 US; 62/148,915 17/04/2015 US

(45) 25/10/2022 415

(43) 25/08/2017 353A

(73) TS Conductor Corp. (US)

15272 Newsboy Cir., Huntington Beach, CA 92649, USA

(72) Jianping HUANG (CA).

(74) Văn phòng Luật sư Ân Nam (ANNAM IP & LAW)

(54) DÂY DẪN ĐIỆN VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT DÂY DẪN ĐIỆN

(57) Sáng chế đề cập đến các dây dẫn điện cho việc truyền tải và phân phối với trạng thái gia cố lực của phần chịu tải sao cho vật liệu dẫn điện là nhôm, các hợp kim của nhôm, đồng, các hợp kim của đồng, hoặc các vi hợp kim đồng thường là căng tự do hoặc chịu áp lực nén ép trong dây dẫn, trong khi phần chịu tải chịu áp lực căng trước khi dây dẫn kéo căng, dẫn đến điểm gỏi nhiệt trong dây dẫn thấp.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến dây dẫn điện để truyền tải và phân phối điện ở trạng thái gia cố lực. Cụ thể, sáng chế đề cập đến dây dẫn điện có các phần chịu tải chẳng hạn như là các vật liệu composit gia cố sợi. Cụ thể hơn, sáng chế dựa trên trạng thái gia cố lực của phần chịu tải sao cho vật liệu dẫn điện là nhôm, các hợp kim của nhôm, đồng, các hợp kim của đồng, hoặc các vi hợp kim đồng thường căng tự do hoặc chịu áp lực nén ép trong dây dẫn, trong khi phần chịu tải chịu áp lực căng trước khi kéo căng dây dẫn, dẫn đến điểm gỏi nhiệt trong dây dẫn thấp hơn.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các dây dẫn truyền tải điện thông thường, ví dụ, dây dẫn nhôm lõi thép (Aluminum Conductor Steel Reinforced - ACSR), đã được sử dụng rộng rãi trong các mạng truyền tải và phân phối điện. Các dây dẫn mới hơn được gia cố bằng các vật liệu composit có độ giãn nở nhiệt thấp hơn thép được sử dụng trong các mạng truyền tải và phân phối điện để tăng hiệu quả và công suất trong khi giảm được chi phí và đáp ứng các yêu cầu của mạng lưới điện (ví dụ, độ tin cậy và độ an toàn), do có các đặc tính độ chùng thấp trong điều kiện nhiệt độ rất cao. Những dây dẫn mới này được làm từ nhôm (tôi luyện hoàn toàn) hoặc các hợp kim của nhôm chịu nhiệt cao, được gia cố bằng các phần chịu tải chẳng hạn như là các vật liệu composit nền kim loại hoặc nền polyme. Dây dẫn dây nhôm có sợi thép treo (Aluminum Conductor Steel Supported - ACSS) là dây dẫn chịu nhiệt cao khác và sử dụng nhôm được tôi luyện hoàn toàn cho các hoạt động nhiệt độ cao.

Điểm gỏi nhiệt có liên quan đến các dây dẫn được làm từ các vật liệu khác nhau (ví dụ, phần chịu tải và phần dẫn điện) và được xác định như là nhiệt độ bên trên mà các thành phần dẫn điện trong dây dẫn không còn mang tải trọng kéo hoặc bị nén. Các thành phần dẫn điện trong các dây dẫn này, chẳng hạn như là nhôm, các hợp kim của nhôm, đồng hoặc các hợp kim của đồng thường chịu áp lực căng sau khi kéo căng, dẫn đến điểm gỏi nhiệt cao hơn nhiều so với phần lớn nhiệt độ vận hành. Cho đến khi dây dẫn đạt bên trên điểm gỏi nhiệt, sự giãn nở nhiệt của dây dẫn về cơ bản được kiểm soát

bởi vật liệu dẫn điện chẳng hạn như là nhôm hoặc đồng có hệ số giãn nở nhiệt cao, dẫn đến độ chùng lớn, làm hạn chế công suất tải dòng điện của dây dẫn, như được minh họa trong Fig.1. Điều này đặc biệt quan trọng đối với dây dẫn trong các ứng dụng tái dẫn hoặc trong các ứng dụng có khoảng cách dài ở những vị trí mà độ chùng dây dẫn do nhiệt thường trở thành nhân tố giới hạn việc gia tăng công suất tải dòng điện trong mạng truyền tải và phân phối điện.

Ngoài các đặc tính của vật liệu thành phần, điểm gồi nhiệt dây dẫn thường bị ảnh hưởng bởi lực căng của dây dẫn và quá trình căng của nó.

Dây dẫn Gap là dây dẫn chịu nhiệt đặc biệt cao có độ chùng dây dẫn do nhiệt thấp bằng cách nén ép điểm gồi nhiệt của dây dẫn. Điều này được thực hiện bằng cách nén ép điểm gồi nhiệt trong dây dẫn Gap trong suốt quy trình lắp đặt đặc biệt của dây dẫn. Dây dẫn Gap được làm bằng dây thép và các hợp kim của nhôm chịu nhiệt cao tại đó dây dẫn Gap kiểm soát một cách chính xác giữa lõi thép (cụ thể, các phần chịu tải) và lớp dây nhôm bên trong được giữ và đổ đầy bằng mỡ bôi trơn chịu nhiệt cao để tạo thuận lợi cho chuyển động tương đối giữa các dây thép và lớp nhôm trong khi tiến hành lắp đặt dây dẫn. Có thể lắp đặt dây dẫn Gap bằng cách kéo căng các dây thép (sau khi đã bóc các lớp nhôm để lộ ra các dây thép) giữa các đầu cột truyền tải. Quá trình kéo căng có thể kéo dài khoảng 48 giờ hoặc kéo dài hơn, và cần thiết bị chuyên dụng và cần thêm thời gian làm việc từ người lắp đặt đường dây khi người lắp đặt đường dây đi kiểm tra lại các cột đối với đầu cố định cuối sau khi quá trình kéo căng. Khi đã lắp đặt chính xác, dây dẫn thể hiện độ chùng do nhiệt thấp khi điểm gồi nhiệt của nó tại hoặc gần với nhiệt độ lắp đặt, và độ chùng do nhiệt của dây dẫn chỉ được kiểm soát bằng sự giãn nở nhiệt của các dây thép (có hệ số giãn nở nhiệt bằng khoảng một nửa của nhôm). Tuy nhiên, các dây dẫn Gap thường rất đắt. Nó cũng rất khó để lắp đặt, đòi hỏi các buổi đào tạo và thiết bị chuyên dụng và cần nhiều thời gian làm việc hơn trong thực tế. Ngoài ra, do phần chịu tải của dây dẫn hầu như đang mang tất cả tải trọng và nó co rút vào bên trong các lớp nhôm của dây dẫn Gap nếu dây dẫn bị đứt, nên không thể sửa chữa dây dẫn Gap trong thực tế. Toàn bộ phần dây dẫn từ đầu mút này đến đầu mút kia phải được thay thế và lắp đặt, kết quả là làm chậm trễ và tốn chi phí trong việc khôi phục lại đường truyền tải điện. Mỡ bôi trơn bên trong dây dẫn Gap đã được báo cáo là rò rỉ ra ngoài thông qua dây nhôm sợi bên theo thời gian, các đối tượng ăn mòn trong dây dẫn điện cũng như tiếng ồn điện hóa do nước tạo hạt trên

bề mặt dây dẫn là kết quả của bề mặt dầu kỵ nước. Mỡ bôi trơn trong dây dẫn Gap còn để bảo vệ dây thép khỏi bị ăn mòn, và khi loại bỏ mỡ bôi trơn sẽ dẫn đến làm giảm độ kháng ăn mòn của dây dẫn Gap.

Phương pháp khác để tạo ra dây dẫn có điểm gôi nhiệt thấp được mô tả trong patent Trung Quốc số CN102103896A1 đề cập đến quy trình tạo dây nhôm tôi luyện trên chu vi của các dây lõi sắt, trong khi dây lõi sắt chống chịu được xử lý gia cố lực. Dây dẫn kết quả được bảo hộ có khả năng hoạt động liên tục ở nhiệt độ lên đến 150°C. Sản phẩm, được thực hiện theo sáng chế này, đã được thương mại hóa bằng cách áp dụng vào trong dự án truyền tải lớn của Trung Quốc năm 2013, tại đó dây dẫn thất bại trong việc lắp đặt thực tế do tác động tháo xoắn lớn và độ chùng không đều, và phải thay thế bằng các dây dẫn thông thường và hơn nữa ứng dụng đã bị Tổng công ty lưới điện quốc gia Trung Quốc ngăn cấm. Sáng chế đã không đề cập đến điểm gôi nhiệt, hoặc mô tả nội dung về mức độ gia cố lực, mức độ áp lực trong dây nhôm, hoặc quy trình và sự lắp đặt chính xác cho các dây lõi gia cố lực. Dây nhôm tôi luyện, đã được làm biến dạng, có thể phòng ra bên ngoài khi lực kéo trong dây lõi sắt được sinh ra với áp lực cao trong quá trình gia cố lực. Khi dây dẫn được cuộn trong ống dây thường hoàn thành trong việc chế tạo dây dẫn, lớp phủ của các dây dẫn chứa nhiều sợi được gia cố có thể gây ra sự biến dạng không phục hồi của dây nhôm tôi luyện khá lỏng/mở trong tất cả các lớp bên dưới của dây dẫn. Sự biến dạng vĩnh viễn của các dây nhôm sẽ không những gây ra sự tháo xoắn dây dẫn, mà còn tập trung các dây nhôm bị biến dạng dễ phá hỏng và gây nên các điểm nóng và hư hỏng dây dẫn trong quá trình dây dẫn mang điện. Phương pháp tương tự đối với dây dẫn hợp kim nhôm chịu nhiệt cũng được đề cập trong tài liệu công bố năm 2002², bởi JPS mà không thành công nhiều trong thương mại. Các dây hợp kim nhôm rất lỏng đặt ra các thách thức tương tự. Lớp bọc nhôm mỏng có thể bảo vệ lõi bên trong dây dẫn theo phương pháp JPS đối với hoạt động nhiệt độ cao, tuy nhiên, lớp bọc nhôm trên lõi cũng chịu lực căng rất lớn khoảng 190 MPa trong quá trình kéo căng trước của lõi trong khi dây nhôm được tạo dây, làm cho dây dẫn dễ bị hư hỏng do mỏi dao động. Lớp bọc mỏng không có khả năng duy trì lõi được kéo căng và làm giảm tối thiểu sự co rút của nó bên trong dây dẫn mà các đầu của dây dẫn được cố định trước khi lực căng được sinh ra bên trong lõi, buộc tất cả các dây nhôm trở nên rất lỏng. Dây nhôm lỏng và đòi hỏi cố định các đầu của dây dẫn làm khó khăn khi xử lý dây dẫn cả trong việc chế tạo và kéo căng

trong thực tế.

Dây dẫn chịu nhiệt cao, chẳng hạn như là các dây dẫn INVAR³ và ACCR⁴, cùng với các thành phần vật liệu của chúng có khả năng duy trì hoạt động ở nhiệt độ cao, sử dụng các hợp kim Al-Zr chịu nhiệt cao. Các dây dẫn này thường có các điểm gỏi nhiệt cao, thường đạt đến hoặc trên 100°C, bên trên các điều kiện hoạt động hằng ngày của dây dẫn (xem bảng 1). Sự căng trước của dây dẫn trong thực tế thường khó đạt được.

Sự căng trước của dây dẫn ACSS được thực hiện ngẫu nhiên. Điều này được thực hiện khi các dây dẫn ACSS đã được đặt trong và giữa các cột, và mức độ lực căng đáng kể (ví dụ, tải trọng bằng 40% tỉ lệ độ bền kéo căng của dây dẫn) được áp dụng cho dây dẫn trong nhiều giờ trước khi kết thúc đầu mút. Sự căng trước của dây dẫn ACSS làm giảm điểm gỏi nhiệt và cải thiện độ chùng do nhiệt, tuy nhiên, áp lực cao cần có trong dây dẫn ACSS trong việc căng làm tăng rủi ro hoạt động của các cột truyền tải an toàn, đặc biệt là các cột truyền tải đã cũ trong các dự án ứng dụng tái dẫn.

Đã có sự chấp nhận lớn đối với các dây dẫn có các phần chịu tải được làm từ các vật liệu composit nền polyme gia cố sợi và tạo dây bằng nhôm tôi luyện, chẳng hạn như là dây dẫn ACCC từ hãng CTC Global⁵, dây dẫn C⁷ từ hãng South wire, dây dẫn Low Sag từ hãng Nexans⁶, và các dạng tương tự khác trong suốt thập kỷ vừa qua. Các dây dẫn thường được hỗ trợ bởi vật liệu composit gia cố sợi cacbon như là (các) phần chịu tải, và (các) lớp cách điện trên phần đầu của cacbon tổng hợp giữa lõi cacbon và nhôm để ngăn sự ăn mòn điện hóa. Lõi cacbon tổng hợp là một trong những vật liệu có hệ số giãn nở nhiệt thấp và các dây dẫn này thường có độ chùng do nhiệt rất thấp bên trên điểm gỏi nhiệt, và có thể hoạt động ở nhiệt độ cao khoảng 200°C, phân phối dòng tải danh định cao hơn đáng kể so với dây dẫn ACSR (khi cần thiết chẳng hạn như là các tình huống khẩn cấp N-1). Những dây dẫn này thường bền và nhẹ, và phần chịu tải composit chống lại sự ăn mòn liên quan đến các phần chịu tải bằng thép.

Tuy nhiên, các dây dẫn lõi composit thường có các điểm gỏi nhiệt là 70°C hoặc lớn hơn. Bên dưới nhiệt độ này, độ giãn do nhiệt của dây dẫn bị chi phối bởi các sợi nhôm, thể hiện độ chùng đáng kể do nhiệt. Hầu như tất cả các dây dẫn này được sử dụng để tái dẫn đối với khả năng giãn nở sử dụng với cơ sở hạ tầng hiện tại và lộ giới hiện tại. Không phổ biến việc gia cố lực đối với các dây dẫn này trên các cột hiện tại

khi các cột cũ có thể không có khả năng căng trước ở mức độ cao đòi hỏi nén ép đáng kể điểm gối nhiệt dây dẫn. (Các) lõi composit có nhược điểm là không tạo được sợi xoắn từ áp lực nén ép quanh trục quá mức trong quá trình lắp đặt, chẳng hạn như trong trường hợp góc nhọn liên quan đến việc xử lý không đúng cách. Các dây dẫn có các lõi nhỏ hơn, với tính dẻo uốn cong tốt hơn, nhưng lại dễ hư tổn khi các dây dẫn này không cần đến nhiều áp lực uốn cong để phá hỏng khi bị uốn thành góc nhọn (với các sợi nhôm trong dây dẫn sợi bền, trượt để điều tiết việc uốn cong phân chịu tải), đặc biệt là khi không có lực căng trên phần chịu tải composit. Nếu lõi chỉ bị hư hỏng một phần, có thể trì hoãn sự phá hỏng của dây dẫn vài tháng hoặc vài năm sau khi bắt đầu bị hỏng, gây ra rủi ro nghiêm trọng đến sự an toàn và độ tin cậy của mạng lưới truyền tải điện⁷. Dây dẫn lõi composit, tức là chống lại tốt việc xử lý không đúng cách và phần chịu tải của nó chịu lực căng sẵn có trước đó đáng kể trong khi các thành phần dẫn điện về cơ bản được căng tự do, sẽ rất cần thiết cho việc xử lý an toàn và lắp đặt và cần thiết cho độ an toàn và tin cậy của mạng lưới truyền tải và phân phối điện.

Trong khi nhôm tôi luyện trong những dây dẫn này có tính dẫn điện tối đa, chúng dễ biến dạng khi bị áp lực căng. Những dây dẫn này phụ thuộc vào lõi đối với tải trọng cơ học, thường yêu cầu các phụ kiện phần cứng chuyên biệt để đảm bảo (các) lõi. Chi phí phần cứng cho dự án sử dụng các dây dẫn như vậy đôi khi là cao bằng khoảng 50% tổng chi phí của dự án, điều này là không thể nghiệm thu, đặc biệt là với các ứng dụng đòi hỏi chi thấp chẳng hạn như là mạng lưới phân phối điện áp thấp. Các phụ kiện chuyên biệt đắt tiền chẳng hạn như là cổng vào đai ống chứa từ CTC Global hoặc cổng vào ống cách điện nhôm bên trong bộ phận nối nén ép từ AFL phải được sử dụng cùng với các dây dẫn có các phần chịu tải composit. Ngoài ra, các dây dẫn này phải tuân theo khoảng thời gian và nhiệt độ kéo căng chính xác định trước, đặc biệt là trong các cấu hình bó trong khi kéo căng, làm quá trình lắp đặt quá tốn kém. Nếu lực căng và lịch sử thời gian của các dây pha khác nhau, có thể có các điểm gối nhiệt khác nhau cho mỗi dây dẫn và độ chùng khác nhau giữa các dây pha chùm sau khi lắp đặt, sẽ gây tóe lửa hoặc thậm chí ngắn mạch do các thay đổi nhiệt độ của dây dẫn. Ví dụ, trong dự án tái dẫn đường dây dẫn ACCC điện áp 220 kV ở Trung Quốc năm 2011⁸, kỹ sư hiện trường đã báo cáo rằng độ chùng của các dây pha (ACCC Drake) tỏ ra biến dạng lớn mặc dù với cùng lực kéo căng là 18KN. Một dây dẫn được cắt vào ngày 30 tháng 3 năm 2011, và độ chùng dây dẫn đã tăng lên đáng kể khoảng

0,69m khi được quan sát vào ngày 02 tháng 4 năm 2011 và 0,77m vào ngày 03 tháng 4 năm 2011. Hai dây pha khác trong cùng một mạch và tại cùng một vị trí được cắt ra một ngày sau đó ngày 31 tháng 3 năm 2011 chịu cùng một lực kéo căng là 18KN, và độ chùng của mỗi dây quan sát được tăng lên là 0,9m vào ngày 02 tháng 4 và 1,175m vào ngày 03 tháng 4 đối với dây thứ nhất, và 0,78m vào ngày 02 tháng 4 và 0,86m vào ngày 03 tháng 4 đối với dây còn lại. Những thay đổi trong độ chùng của dây dẫn không những thực chất mà còn dường như là ngẫu nhiên và không thể đoán trước, đây là vấn đề quan trọng đối với các kỹ sư hiện trường và công ty điện lực. Nếu những dây dẫn này đã vào điểm gỏi nhiệt thấp (và tốt hơn là không cần thiết phải căng trước trong các cột cũ trong dự án tài dẫn), người ta có thể lắp đặt những dây dẫn này dễ dàng để đạt được khoảng cách chùng mục tiêu trong khi và sau khi kéo căng mà nhạy với thực tế lắp đặt (ví dụ, thay đổi theo thời gian kéo căng, nhiệt độ kéo căng, lực kéo căng giữa các dây pha).

Một thách thức khác đối với dây dẫn có lõi composit sợi cacbon và nhôm tôi luyện là độ chùng cao trong môi trường nhiều tuyết. Để tránh tải lực kéo căng quá mức lên trên các cột trong khi duy trì được khoảng chùng, các kỹ sư đôi khi phải điều chỉnh dây dẫn để cải thiện hơn độ chùng sau khi dây dẫn chịu các tải trọng tuyết trong lần đầu tiên tại nơi mà lực căng dây dẫn giảm sau khi đặt tải trọng tuyết. Điều này cần thêm thời gian và chi phí chi trả cho người lắp đặt đường dây. Nếu các dây dẫn này đã ở điểm gỏi nhiệt thấp mà không cần mức độ xử lý căng trước cao trong cột, người ta có thể lắp đặt những dây dẫn này ở khoảng cách lớn hơn mà không cần gia tăng lực căng cho các cột điện, vì vậy có thể xử lý độ chùng tốt hơn do các tải tuyết nặng. Quy trình này sẽ không cần thiết nếu sử dụng dây dẫn được xử lý căng trước.

Trong mạng lưới phân phối điện, tại nơi vận hành ở điện áp thấp, các dây dẫn chịu cường độ dòng điện cao hơn do giới hạn về chi phí. Cùng với sự gia tăng khó khăn trong việc đảm bảo lộ giới để xây dựng mạng lưới truyền tải và phân phối điện, có nhu cầu cao đối với các dây dẫn chịu nhiệt cao được triển khai để phân phối mà có thể gia tăng đáng kể công suất trong các tình huống khẩn cấp cần thiết, trong khi cung cấp hiệu quả năng lượng tốt. Những dây dẫn này thường là các dây dẫn nhỏ hơn, và điều quan trọng để có được giải pháp cho hệ thống dây dẫn mà hiệu quả chi phí (trong dây dẫn, trong phụ kiện và trong lắp đặt) cũng như dễ dàng lắp đặt, bảo dưỡng và sửa chữa.

Theo đó, vẫn có nhu cầu đối với dây dẫn triệt giảm điểm gôi nhiệt có khả năng hoạt động ở nhiệt độ cao mà không cần thiết gia cố lực dây dẫn tại các cột điện mà tăng độ ăn toàn của cột. Ngoài ra, vẫn có nhu cầu đối với giải pháp dây dẫn sử dụng phần chịu tải composit có hiệu quả kinh tế, dễ dàng thao tác với (sự thống nhất trong lắp đặt, tháo xoắn tự do, chống lại tốt việc xử lý không đúng cách trong thực tế, dễ dàng sửa chữa và bảo dưỡng, hiệu quả năng lượng tốt hơn, độ chùng rất thấp, và tương thích với các phụ kiện sẵn có). Sáng chế giải quyết các vấn đề này bằng cách đưa ra giải pháp hệ thống dây dẫn hoàn chỉnh có hiệu quả kinh tế (dây dẫn, lắp đặt, sửa chữa và phân cứng), công suất và hiệu quả năng lượng cao, độ chùng thấp trong điều kiện nhiệt độ cao và nhiều tuyết, và hầu như không có sự thay đổi về độ chùng với các biến đổi nhiệt độ bằng cách đảm bảo các phần chịu tải trong dây dẫn trong tình trạng được gia cố lực trong khi lượng vật liệu dẫn điện cơ bản không chịu lực căng hoặc bị nén ép mà không gây hư hại đến tình trạng nguyên vẹn của dây dẫn (ví dụ, tác động tháo xoắn) trước khi dây dẫn lắp đặt vào các cột.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Phần này là phần bản chất kỹ thuật của sáng chế, và không có nghĩa là phải được bộc lộ hoàn toàn bản chất và phạm vi của sáng chế.

Các phương án theo sáng chế mô tả các dây dẫn điện có các điểm gôi nhiệt giảm đáng kể, mà không cần xử lý căng trước tại các cột điện.

Cụ thể hơn, các phương án theo sáng chế dựa vào việc xử lý căng trước và giữ sự căng trước của (các) phần chịu tải trong dây dẫn điện được làm bằng nhôm, hợp kim của nhôm, đồng hoặc hợp kim của đồng kể cả vi hợp kim như là vật liệu dẫn điện, mà không dựa trên trạng thái gia cố lực của dây dẫn trên các cột phân phối và truyền tải điện. Ngoài ra, các phần chịu tải được bao bọc bằng ít nhất là một lớp chất dẫn điện được đề cập ở trên.

(Các) phần chịu tải trong dây dẫn có thể là dây dẫn sợi đơn của hoặc dây dẫn đa sợi làm từ thép, hợp kim thép invar, thép chịu tải cao hoặc rất cao hoặc cực cao, thép chịu nhiệt cao, vật liệu composit nền kim loại gia cố sợi phi kim, vật liệu composit gia cố sợi cacbon của nền nhiệt rắn hoặc nhiệt dẻo, hoặc các vật liệu composit gia cố với các dạng khác của sợi chẳng hạn như là đá thạch danh, thủy tinh AR, thủy tinh E, thủy tinh S, thủy tinh H, cacbua silic, nitrat silic, nhôm oxit, sợi bazan, đặc biệt là công thức

sợi silic oxit và hỗn hợp của các sợi này và các dạng tương tự. Sự gia cố trong (các) phần chịu tải composit có thể không liên tục chẳng hạn như các sợi tinh thể hoặc sợi được cắt ngắn; hoặc các sợi liên tục trong các cấu hình về cơ bản sắp thẳng hàng (ví dụ, song song theo hướng của trục) hoặc phân tán ngẫu nhiên (bao gồm các cấu hình đan kết hoặc cuộn xoắn). (Các) phần chịu tải trong dây dẫn có thể là hỗn hợp của nhiều dạng dây sợi bền hoặc dạng sợi quang khác nhau được đề cập ở trên.

Phương án khác của sáng chế bao gồm (các) phần chịu tải được bao bọc bằng nhôm tôi luyện (ví dụ, 1350-O), nhôm (ví dụ, 1350-H19), các hợp kim của nhôm (ví dụ, các hợp kim Al-Zr, 6201-T81, -T82, -T83, v.v.), đồng, các hợp kim của đồng (ví dụ, các hợp kim đồng-magie, các hợp kim đồng-thiếc, các vi hợp kim đồng, v.v.) thông qua máy định hình hoặc thiết bị định hình cho vật liệu dẫn điện đơn lớp hoặc thông qua một loạt máy định hình cho các dây dẫn có cấu hình đa lớp. Quy trình bao bọc có thể thực hiện bằng nhiều máy có chức năng tương tự hơn là một máy định hình, và còn được rút tùy ý để đạt được các đặc tính mục tiêu (ví dụ, hình dạng hoặc trạng thái căng mong muốn). Các máy định hình hoặc máy tương tự cho phép làm nguội vật liệu dẫn điện bao bọc. Máy định hình có thể được tích hợp với máy tạo sợi đối với các phần chịu tải, hoặc các máy kéo tạo hình được sử dụng làm các phần chịu tải composit gia cố sợi, chẳng hạn như lõi ACCC từ CTC Global, lõi ACCR từ 3M, và lõi Lo Sag từ Nexans. Có thể thêm vào các lớp dẫn điện bao bọc bổ sung. Theo một phương án, có thể thêm lớp đồng lên bên trên lớp bọc nhôm đối với các ứng dụng liên quan đến xe lửa. Có thể bền tùy ý các lớp dẫn điện bổ sung xung quanh (các) phần chịu tải được xử lý căng trước được bao bọc bằng vật liệu dẫn điện, và tốt hơn là chúng được sử dụng làm lớp bên ngoài, và tốt hơn là chúng được bền với các dây Z, C hoặc S để giữ cố định dây bên ngoài. Theo một phương án, phần chịu tải là đa sợi được làm từ thép chịu lực cao, lớp bọc là nhôm, và lớp nhôm sợi bền là sợi nhôm tròn hoặc hình thang. Theo một phương án, phần chịu tải là vật liệu composit gia cố sợi cacbon, và lớp bọc là nhôm, tiếp theo là lớp bọc đồng. Theo một phương án, phần chịu tải là dây thép đa sợi, và lớp bọc là nhôm, tiếp theo là các sợi nhôm hình dạng chữ Z. Theo phương án nữa, phần chịu tải là các cáp sợi cacbon đa sợi hoặc các vật liệu composit gia cố gốm, và lớp bọc trung gian là nhôm, và các sợi bền bên ngoài là các sợi cáp nhôm hình dạng chữ S.

Vật liệu dẫn điện bao bọc có thể đạt tới nhiệt độ 500°C hoặc cao hơn trong suốt

quá trình tạo hình, việc làm nguội vật liệu dây dẫn (ví dụ, nhôm, hợp kim của nhôm, đồng hoặc hợp kim của đồng, v.v..) giới hạn hiệu quả thời gian tiếp xúc của phần chịu tải (chẳng hạn như là thép chịu nhiệt cao, các vật liệu composit nền polyme) đối với các nhiệt độ cao như vậy để duy trì tính trạng nguyên vẹn và tính chất của (các) phần chịu tải. Sự bám dính và nén chặt của vật liệu dây dẫn xung quanh (các) phần chịu tải ở nhiệt độ môi trường xung quanh hoặc bên dưới nhiệt độ môi trường xung quanh là quan trọng để giữ tác động áp lực căng dư thừa trong (các) phần chịu tải, nếu không, vật liệu dẫn điện CTE cao hơn sẽ tác dụng áp lực nén ép lên trên phần chịu tải của hệ số giãn nở nhiệt thấp hơn, làm giảm tác động căng trước lên trên các phần chịu tải.

(Các) phần chịu tải được căng phù hợp trọng khi (các) lớp bọc dẫn điện của nhôm hoặc đồng hoặc các hợp kim tương ứng của chúng được áp dụng để bao bọc xung quanh (các) phần chịu tải tạo nên dây dẫn hỗn hợp cố kết mà có thể cuộn vào ống dây dẫn. Để tạo điều kiện cho dây dẫn cuộn lên trên ống dây và tháo ra dễ dàng, có thể tạo cấu hình dây dẫn tùy ý dạng không tròn (ví dụ, hình elip) sao cho trục ngắn hơn (trong dây dẫn) chịu sức uốn cong xung quanh bánh cuộn trong lắp đặt dây dẫn) để tạo điều kiện thuận lợi cho bán kính ống dây hoặc sự uốn cong nhỏ hơn, trong khi (các) phần chịu tải được tạo cấu hình có trục dài hơn thuận lợi cho việc tháo dây trở lại khi lắp đặt. Dây dẫn tổng thể có thể là tròn với phần chịu tải không tròn hoặc nhiều phần chịu tải được bố trí dạng không tròn, và chiều uốn cong khi cuộn phải dọc theo trục chiều dài của phần chịu tải để tạo thuận lợi cho việc tháo dây trở lại khi không phải chịu lực nén ép thêm vào lớp kim loại dẫn điện quá mức do sự uốn cong khi cuộn. Ngoài ra, để tạo thuận lợi cho việc cuộn dây dẫn, vật liệu dẫn điện có thể được tách thành nhiều phần (ví dụ, 2, 3, 4 v.v...), mỗi phần được liên kết với phần chịu tải trong khi giữ được áp lực nén ép, và các phần (tương tự như các dây dẫn sợi bên trong dây dẫn thông thường, trừ khi chúng được liên kết với phần chịu tải) quay xung quanh sự quay toàn bộ hoặc dọc theo chiều dài của dây dẫn (bằng với một vòng cuộn hoàn toàn trong ống dây) tạo thuận lợi cho việc cuộn. Thanh dẫn điện hỗn hợp kết quả có thể là dây dẫn, trực tiếp sử dụng cho các ứng dụng DC hoặc các ứng dụng AC tại đó hiệu ứng bề mặt không đáng kể (tức là, độ dày lớp dẫn điện nhỏ hơn độ dày lớp vỏ yêu cầu ở tần số mạch AC), với lõi chịu áp lực căng đủ quá mức, và các lớp nhôm hầu như căng tự do hoặc chịu áp lực nén ép. Lớp cách điện không bắt buộc (ví dụ, như được sử dụng trong dây dẫn cách điện phân phối) có thể được áp dụng để làm cách điện theo

sáng chế.

Theo các Fig.7A đến Fig.7E, minh họa cấu hình của các dây dẫn/lõi được bọc. Trong Fig.7A, chọn lựa đường cơ sở cho dây dẫn dạng tròn tại đó lõi được đặt đối xứng hoặc đồng tâm ở giữa; Fig.7B minh họa ví dụ dây dẫn không phải dạng tròn, tại đó lượng vật liệu dẫn điện đáng kể chẳng hạn như nhôm, không bị bắt phải chịu sự nén ép thêm vào trong suốt quá trình cuộn dây vào ống dây; Fig.7C minh họa ví dụ dây dẫn không phải dạng tròn khác, tại đó lõi cứng được chú ý đặt gần bờ mép dưới để làm giảm lượng vật liệu dẫn điện chẳng hạn như nhôm bị nén ép khi dây dẫn được cuộn vào trong ống dây; Fig.7D minh họa ví dụ dây dẫn không phải dạng tròn khác có phần chịu tải không phải dạng tròn. Điều này làm giảm tối thiểu áp lực nén tối đa lên trên vật liệu dẫn điện ngay bên dưới vị trí phần chịu tải, và giữ độ cứng hoàn toàn từ phần chịu tải (lõi) để dễ dàng tháo ra trong khi lắp đặt; Fig.7E minh họa ví dụ dây dẫn tròn có phần chịu tải không phải dạng tròn để dễ dàng tháo ra cũng như lượng vật liệu dẫn điện tối thiểu chẳng hạn như nhôm chịu sự nén ép bổ sung do việc cuộn vào ống dây hoặc uốn cong sát vào bánh ròng rọc trong khi lắp đặt. Lưu ý rằng vật liệu dẫn điện trong dây dẫn có thể phải chịu sự nén ép đối với sự nén ép điểm gối, và trong quá trình cuộn hoặc lắp đặt, mặt bên dưới sẽ chịu sự nén ép bổ sung do lực uốn cong. Các biến thể của các cấu hình nêu trên có thể được thực hiện để đạt được mục tiêu (ví dụ, giữ cho tính đàn hồi tối đa để uốn cong theo một chiều nhất định, trong khi vẫn giữ đủ độ cứng uốn dẻo theo chiều nhất định khi tháo dây trở lại. Hơn nữa, kim loại bao bọc có thể tùy ý bao gồm các bó cốt ý tạo răng cưa hoặc gia công hoặc ép đùn mà xoắn dọc theo trục dây dẫn tạo thuận lợi cho việc cuộn dây dẫn lên trên ống dây có kích thước phù hợp hoặc đi thông qua bánh ròng rọc nhỏ trong khi lắp đặt.

Đối với các ứng dụng AC mà hiệu ứng bề mặt đáng chú ý, có thể bao bọc đồng tâm các lớp vật liệu dẫn điện xung quanh (các) phần chịu tải, với mỗi lớp có độ dày xác định để tối đa hóa hiệu ứng bề mặt đối với điện trở AC thấp nhất ở mức dây dẫn tối thiểu. Đối với các dây dẫn lớn có các lớp vật liệu dẫn điện quan trọng, có thể tùy ý bọc sợi lớp bên ngoài của dây dẫn tạo thuận lợi cho việc cuộn xung quanh ống dây kích thước hợp lý và tạo thuận lợi cho việc kéo căng dây dẫn. Hầu hết lớp bên ngoài có thể là các sợi dạng TW, C, Z, S hoặc tròn nếu đòi hỏi nhiều nhôm hoặc đồng hơn, khi không gây ra vấn đề tháo xoắn lâu dài (tức là, các lớp bên trong của vật liệu dẫn điện không bị biến dạng sao cho chúng ngăn các lớp bên ngoài của dây khỏi việc tái

cấu trúc thích hợp sau khi lực căng được sinh ra hoặc giảm đi). Theo đó, bề mặt bên ngoài trơn mịn và cấu hình đặc có thể làm giảm đáng kể tải trọng do gió hoặc sự tích tụ tuyết, dẫn đến độ chùng ít hơn nếu có các sự cố thời tiết liên quan đến tuyết hoặc gió. Đối với các dây dẫn đồng trong các ứng dụng AC, các lớp đồng bổ sung hoặc mỗi sợi đồng có thể cần thiết cho việc xử lý lớp phủ điện môi để giảm tối thiểu hiệu ứng bề mặt và điện trở AC. (Các) lớp dẫn điện sử dụng hiện tượng nhôm bọc đồng có thể mong muốn như là lớp đồng phủ làm giảm tối thiểu tính dẫn điện trong mạch AC trong khi lớp dẫn điện không nặng và đắt bằng đồng trong vật liệu dẫn điện. Theo một phương án cụ thể, mỗi lớp bao bọc có độ dày ít nhất là 0,5 mm, chẳng hạn như ít nhất là khoảng 2 mm, và thậm chí ít nhất khoảng 4 mm. Diện tích vùng phủ kim loại hoặc lớp phủ ít nhất là 50% diện tích tiết diện của (các) phần chịu tải, chẳng hạn như ít nhất là 100% diện tích tiết diện của (các) phần chịu tải, hoặc thậm chí ít nhất là 200% diện tích tiết diện của (các) phần chịu tải.

Người ta thừa nhận rằng theo sáng chế có thể thực hiện trạng thái gia cố lực bổ sung của dây dẫn nêu trên bằng cách cho dây dẫn được định hình thực hiện theo phương thức gồm có cặp thiết bị kéo căng dưới đây hoặc cắt chiều dài của lõi được bao bọc định trước trước khi cố định đầu, tất cả được hoàn thành mà không gây ra áp lực căng lớn cho các thanh cột để căng trước dây dẫn thông thường trong các cột điện. Ví dụ, các dây dẫn được đề cập ở trên được xử lý căng trước bằng cách sử dụng các bộ bánh xe quán trước bánh ròng rọc thứ nhất trong hoạt động kéo căng, mà không gây thêm tải trọng trong các cột điện. Có thể thực hiện cách này đơn giản hơn bằng hai bộ thiết bị kéo căng, với bộ thứ nhất duy trì lực căng lại bình thường đối với trục/ống dây, trong khi bộ thứ hai khôi phục lại lực kéo căng bình thường để tránh quá tải cho các cột điện, đặc biệt là các cột đã cũ trong các dự án tái dẫn. Dây dẫn chịu áp lực căng trước giữa các thiết bị kéo căng thứ nhất và thứ hai, thường khoảng 2 lần tải căng trung bình hằng ngày của dây dẫn để đảm bảo là sự căng trước dẫn đến điểm gỏi nhiệt của dây dẫn thấp hơn nhiệt độ vận hành thông thường sao cho các dây nhôm không trong trạng thái căng đối với sự giãn chấn chính nó tối ưu và dây dẫn hầu như không thay đổi độ chùng do nhiệt. Cần phải lưu ý rằng các bánh xe cuộn lớn trong các thiết bị kéo căng và bánh ròng rọc lớn sẽ giúp cho việc kiểm soát sự nói lỏng nhỏ trong các dây nhôm lớp bên ngoài. Trong khi có thể áp dụng phương pháp được mô tả ở đây cho nhà máy dựa trên việc căng trước dây dẫn trong quá trình tạo dây (bước cuối không

bắt buộc), mà có thể được thực hiện trong patent Trung Quốc (không được bộc lộ), là có thể, và có thể dễ dàng sử dụng, nhưng không khuyến khích đối với các sợi nhiều lớp do những sợi này trong ống dây có thể chịu sự biến dạng và hư hỏng đáng kể hoặc nghiêm trọng đối với các dây nhôm, đặc biệt là lớp bên trong của các lớp dây, trên ống dây, sau khi xử lý căng trước trong đường dây, dẫn đến hiện tượng tháo xoắn dây dẫn đáng kể và các vấn đề xử lý dây dẫn (phải áp dụng thiết bị cố định lõi để tránh lõi bị co rút vào bên trong dây dẫn). Quy trình được mô tả ở đây có thể áp dụng như nhau đối với các dây dẫn ACSS, ACSR, ACCC, ACCR, Lo-Sag, C⁷, Invar thông thường hoặc các loại dây dẫn tương tự mà được làm từ các vật liệu khác nhau giữa thành phần dẫn điện và (các) phần chịu tải để chuyển hiệu quả điểm gỏi nhiệt dây dẫn mà không làm áp lực căng trước ảnh hưởng đến các cột điện.

Ngoài ra, các dây dẫn được đề cập ở trên có thể chịu sức căng thông thường trong thực tế, đặc biệt là các dây dẫn có phần chịu tải đơn chẳng hạn như là ACCC từ hãng CTC Global hoặc Low-Sag từ hãng Nexans. Giữa các đầu cột, một đầu của dây dẫn đã được gắn vào một đầu cột, và một đầu khác có thể gắn vào nêm kẹp hiệu quả lên trên phần chịu tải (ví dụ, ống kẹp và tổ hợp giá ống kẹp đối với lõi ACCC, được làm bởi hãng CTC Global) trong khi làm giảm kẹp lực căng dây dẫn, áp dụng lực căng chỉ cho phần chịu tải để kéo căng chiều dài. Khi vật liệu dẫn điện chẳng hạn như các lớp của dây nhôm hoặc dây đồng hoặc hợp kim của chúng trượt trở lại trong khi (các) phần chịu tải kéo ra ngoài, chiều dài định trước bị cắt ra khỏi phần chịu tải, tương đương với sự kéo dài trong phần chịu tải nếu chịu áp lực căng thiết lập trước, sau đó hoàn thành các đầu cố định tại các đầu cột thứ hai. Chiều dài đã cắt trong phần chịu tải bao bọc theo sáng chế hoặc phần chịu tải trong dây dẫn thông thường (tức là, dây dẫn khác), có thể khác nhau tùy thuộc vào mức độ nén ép điểm gỏi nhiệt mong muốn. Phương pháp này nên đặc biệt hiệu quả đối với khoảng cách có ít cột hoặc các cột không có tháp treo giữa các đầu cột. Để tạo thuận lợi cho việc trượt lõi, có thể làm dây dẫn với nhiều chất bôi trơn hơn giữa lõi và phần chịu tải bao bọc (được kéo dài và tạo chên) và lớp trung gian có thể trượt của vật liệu dẫn điện, hoặc định trước bằng khoảng nhỏ giữa hai dây dẫn (đôi khi gọi là nguyên tắc cơ bản).

Trong khi các dây dẫn được mô tả theo sáng chế hầu hết cho các ứng dụng nhiệt độ cao, có thể xem xét các dây dẫn cho các dự án truyền tải tại đó điểm gỏi nhiệt làm giảm sự chùng do nhiệt. Việc căng trước còn giúp làm giảm áp lực căng trong vật

liệu dẫn điện (nhôm hoặc đồng và các hợp kim của chúng), dẫn đến sự tự giảm chấn tự do và có khả năng lực căng lắp đặt cao hơn mà giảm xu hướng dây dẫn tiến triển nhanh cũng như cần cột và ngắn hơn để giảm chi phí xây dựng dự án. Các cột ngắn hơn cũng lõi cuốn hơn về phương diện môi trường đối với tiện ích và cộng đồng mà nó phục vụ. Lớp bọc còn thực hiện chức năng tương tự như chức năng của ống bọc nhôm thêm vào cần có trong phụ kiện AFL đối với các dây dẫn có các phần chịu tải composit, làm cho nó tương thích với các phụ kiện nén ép thông thường mà không cần bất kỳ bộ phận, công cụ hoặc các buổi đào tạo đặc biệt thêm vào. Theo một số phương án, có thể kéo dài chiều dài của ống thép trong phần cứng thông thường để điều tiết các phần chịu tải composit bao bọc chịu lực cao hơn, ví dụ, chiều dài vùng cố định được gia tăng ít nhất khoảng 1%, chẳng hạn như ít nhất là 2% và thậm chí ít nhất là 5%.

Có thể áp dụng sáng chế đối với các dây dẫn OPGW, mà các sợi quang có thể nằm bên trong phần chịu tải rỗng được làm từ các vật liệu composit gia cố sợi hoặc ống thép, và vật liệu dẫn điện được bọc xung quanh phần chịu tải rỗng được căng trước. Phương án khác của sáng chế là sự phân bố của dây dẫn mà lõi composit rỗng đã căng trước được bọc bằng nhôm hoặc các hợp kim của nhôm hoặc đồng hoặc các hợp kim của đồng, và lõi rỗng là ống bọc cho các sợi quang. Tuy nhiên, phương án khác của sáng chế là dây dẫn đường kính lớn được làm với phương án rỗng được căng trước khi bọc bằng nhôm hoặc các hợp kim của nhôm đối với các ứng dụng điện áp cực cao tại đó hiệu ứng phóng điện được giảm tối thiểu, và có thể chất đầy lõi bằng các sợi quang hoặc chỉ để rỗng.

Sáng chế còn cho phép tăng việc xử lý các dây dẫn có các phần chịu tải composit được bọc và bảo vệ, tại đó đường kính hiệu quả của các phần chịu tải được tăng lên đáng kể so với đường kính bên ngoài của lớp bọc, giảm tối thiểu khả năng uốn thành góc nhọn đối với các phần chịu tải bên trong, và tránh được các sự cố áp lực nén ép quanh trục quá mức đối với phần chịu tải bên trong vỏ bọc. Sự căng trước về cơ bản được duy trì trong phần chịu tải, đặc biệt là khi chúng được tạo thành từ vật liệu composit vô hướng gia cố sợi, đơn thuần bù lại áp lực nén ép sinh ra do sự uốn thành góc nhọn hoặc uốn cong dây dẫn, giảm tối thiểu hoặc thậm chí loại bỏ các nguy cơ hư hỏng do nén ép sợi xoắn nguy hiểm bên trong các dây dẫn lõi composit này. Các phần chịu tải được bọc có thể phù hợp với các phụ kiện nối và có thể áp dụng các công cụ

thông thường có chi phí thấp. Với bề mặt dạng tròn hoặc được bịt kín, có sự kháng ăn mòn tăng lên đáng kể khi các chất ô nhiễm không thể dễ dàng xâm nhập vào bên trong dây dẫn, và các phần chịu tải composit trong những dây dẫn này được che chắn và bảo vệ hiệu quả khỏi sự xâm nhập của oxy hoặc hơi ẩm, sự phá hủy do UV hoặc ozon (không giống như các cấu hình dây dẫn hiện có). Không giống như lớp phủ được áp dụng cho các phần chịu tải thép trong các dây dẫn thương mại (nhôm bọc thép hoặc invar) tại đó lớp phủ dẫn điện tăng đáng kể hệ số giãn nở nhiệt của phần chịu tải và giảm hiệu suất chùng dây, lớp bọc đủ dày để cung cấp sự bảo vệ theo thời gian cho phần bao bọc, bao gồm chống ăn mòn điện hóa, mà đã xảy ra trong các dây dẫn thương mại khi lớp bọc nhôm bị ăn mòn do dao động trong dây dẫn (ví dụ, sợi nhôm chống lại lớp phủ nhôm mỏng), và cặp điện nhôm và thép trong chất điện phân (ví dụ, nước hoặc các chất ô nhiễm dẫn điện) làm tăng sự ăn mòn bên trong dây dẫn, làm giảm tuổi thọ dây dẫn. Theo một phương án, các phần chịu tải của dây dẫn, khi đã được bọc kín tại các đầu cắt chẳng hạn như là đầu cố định hoặc chỗ cắt của dây dẫn, không còn có nguy cơ xâm nhập của của hơi ẩm hoặc muối dẫn điện vào bên trong phần chịu tải, sự ăn mòn điện hóa giữa vật liệu composit sợi cacbon và nhôm hoặc lớp bọc đồng có thể không còn là vấn đề nữa do sự vắng mặt của chất điện phân tại mặt phân cách giữa phần chịu tải và lớp kim loại bọc (mà có thể xảy ra sự ăn mòn), và các phần chịu tải chẳng hạn như là vật liệu composit sợi cacbon hoặc thép có thể cần các lớp bảo vệ chống ăn mòn điện hóa. Trong phần chịu tải composit sợi cacbon, có thể không cần thiết lớp cách điện chẳng hạn như là các hợp chất tổng hợp sợi thủy tinh hoặc lớp polyme cách điện. Theo một phương án, phần chịu tải được làm chủ yếu, nếu không phải là tất cả, bằng thủy tinh hoặc các dạng thủy tinh sợi gia cố để bị ăn mòn do áp lực chịu tải căng, có thể được triển khai cho sự cách điện dây dẫn trong khoảng thời gian dài do không có sự xâm nhập của hơi ẩm vào bên trong phần chịu tải. Vật liệu kim loại bọc hoặc phủ không chịu lực căng hoặc không bị nén ép, và không tác động hệ số giãn nở nhiệt hiệu quả của (các) phần chịu tải được bọc, duy trì các đặc tính chùng của các phần chịu tải thấp do hệ số dẫn nở nhiệt thấp.

Từ sự mô tả ở trên, người ta dễ dàng hiểu được phạm vi của ứng dụng. Cần phải hiểu rằng, người ta có thể thực hiện sáng chế theo bất kỳ khía cạnh nào, hoặc sự tổ hợp của một hay nhiều khía cạnh khác nhau. Cần phải hiểu rằng, sự minh họa và các ví dụ chỉ nhằm mục đích minh họa, không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế, theo một hoặc nhiều phương án, sẽ được mô tả chi tiết với tham chiếu đến các hình vẽ dưới đây. Các hình vẽ được đưa ra chỉ và đơn thuần với mục đích minh họa các phương án cụ thể và ví dụ của sáng chế. Các hình vẽ này được đưa ra để tạo điều kiện thuận lợi cho người đọc hiểu rõ ràng hơn về sáng chế và không được coi là giới hạn phạm vi, hoặc khả năng áp dụng của sáng chế. Cần phải hiểu rằng để minh họa rõ ràng và dễ hiểu, những hình vẽ này không nhất thiết phải cùng tỉ lệ.

Một số hình vẽ được đưa ra dưới đây minh họa cho nhiều phương án khác nhau của sáng chế theo các góc nhìn khác nhau. Mặc dù nội dung miêu tả kèm theo có thể đề cập đến, chẳng hạn như là nhìn từ “trên xuống”, từ “dưới lên” hoặc từ “mặt bên”, nhưng các chỉ dẫn chỉ đơn thuần miêu tả và bao hàm hoặc yêu cầu là sáng chế phải được thực hiện và sử dụng theo định hướng không gian cụ thể trừ khi được đề cập rõ ràng.

Fig.1 là đồ thị minh họa các điểm gói nhiệt của các loại dây dẫn nhôm khác nhau. Cần lưu ý rằng độ chùng tăng lên nhanh chóng với nhiệt độ bên dưới điểm gói nhiệt đối với mỗi loại dây dẫn, khi vật liệu nhôm cho phép sự giãn nở nhiệt trong dây dẫn bên dưới điểm gói nhiệt. Bên trên điểm gói nhiệt, sự giãn nở nhiệt của dây dẫn được kiểm soát bởi các phần chịu tải.

Fig.2 là biểu đồ sự sụt giảm hoặc triệt giảm điểm gói nhiệt và sự cải thiện độ chùng kết quả trong các dây dẫn ACCC, ACSS, ACSR và Invar, tại điểm gói nhiệt có thể thấp hơn đáng kể nhiệt độ môi trường xung quanh sau khi căng trước. Dây dẫn được làm từ lõi composit sợi cacbon, chẳng hạn như ACCC, mang lại nhiều tiềm năng cải thiện độ chùng nhiệt trong khoảng nhiệt rộng.

Fig.3 là biểu đồ quy trình bao bọc của (các) phần chịu tải căng trước trong khi duy trì lực căng bình thường bên ngoài của giai đoạn căng trước.

Fig.4 là biểu đồ quy trình của lớp bên ngoài của dây dẫn được tạo dây (cấu hình tròn, TW, C, S, Z hoặc các cấu hình khác được chấp nhận) trong khi phần chịu tải đã bọc được kéo căng rất cao trong suốt quá trình tạo dây để triệu hiệu quả các điểm gói nhiệt của dây dẫn. Điều quan trọng cần lưu ý là việc giảm lực căng về mức bình thường trước khi cuộn dây dẫn vào ống dây là cần thiết để giảm thiểu sự biến dạng của dây dẫn sợi bên trong các ống dây.

Fig.5 là biểu đồ việc căng trước của dây dẫn trong thực tế trước bánh ròng rọc thứ nhất trong quá trình lắp đặt. Lực căng lớn được duy trì giữa thiết bị kéo căng thứ nhất (ở bên trái) và thiết bị kéo căng thứ hai (ở bên phải). Phương pháp này cũng có thể áp dụng cho tất cả các loại dây dẫn thông thường, chẳng hạn như ACCC từ CTC, Lo-SAG từ Nexan, C⁷ từ Southwire, ACRS, ACSS, INVAR.

Các Fig.6A đến Fig.6N minh họa cho một số ví dụ của các tiết diện của dây dẫn có phần chịu tải được bao bọc. Fig.6A - Dây dẫn có phần chịu tải đơn và một lớp bọc; Fig.6B - Dây dẫn có nhiều phần chịu tải và một lớp bọc; và lớp bọc có thể có (các) phần bề mặt lồi lên được làm từ vật liệu bọc giống hoặc khác nhau, và có chức năng phá vỡ dòng xoáy tỏa ra trong giao động do gió, loại bỏ sự mỏi giao động do gió liên quan đến các dây dẫn mới; Fig.6C - Dây dẫn có lõi rỗng (có thể có các hình dạng rỗng khác) cùng với lớp vỏ; Fig.6D và Fig.6E là các dây dẫn có các phần chịu tải được tạo hình để tăng sự kết dính và liên kết giữa các phần chịu tải và lớp vỏ, và các đặc điểm liên kết tương tự được áp dụng giữa các lớp dẫn điện. Fig.6F - Dây dẫn có phần chịu tải có các đặc điểm liên kết chẳng hạn như là hình dạng tròn có các phần lồi ra hoặc các đặc điểm hình dạng khác cũng như được tạo lỗ ra bên ngoài các phần tăng cường liên kết giữa (các) phần chịu tải và lớp vỏ. Fig.6G - Dây dẫn có hình dạng đặc biệt chẳng hạn như là dây tiếp xúc trong đường ray cao tốc và phần chịu tải có thể là hình ovan hoặc các hình dạng khác chẳng hạn như là hình tròn. Fig.6H - Dây dẫn có nhiều lớp vật liệu dẫn điện đồng tâm (cùng loại hoặc khác loại). Fig.6I - Dây dẫn có phần chịu tải rỗng tại đó có thể lồng sợi quang hoặc cáp quang vào bên trong phần chịu tải rỗng. Fig.6J và Fig.6K là các dây dẫn có lớp bên ngoài được tạo có cấu hình dạng sợi C hoặc TW. Các cấu hình cáp khác chẳng hạn như là dạng tròn, dạng chữ S và Z cũng có thể được áp dụng. Fig.6L - Dây dẫn có các dây rỗng làm để giảm trọng lượng và mở rộng đường kính, và các đặc điểm như vậy cũng có thể được áp dụng cho các lớp bên trong. Fig.6M - Dây dẫn có cấu hình đa lớp với lớp bên ngoài được tạo là dạng TW. Fig.6N - Dây dẫn có sợi quang được lồng vào, và vị trí của các sợi quang có thể là bên trong phần chịu tải hoặc các lớp dẫn điện. Ngoài ra, các sợi quang có thể nằm ở mặt phân cách giữa các lớp, bao gồm mặt phân cách của (các) phần chịu tải. Các sợi quang này có thể được sử dụng để phân phối sự cảm biến quang đối với nhiệt độ, sức căng và độ dài của dây để có được thông tin chính xác về độ chùng, tải trọng cơ học hoặc dòng điện.

Các Fig.7A đến Fig.7E minh họa cấu hình của các dây dẫn/lõi được bọc. Trong Fig.7A, chọn lựa đường cơ sở cho dây dẫn dạng tròn tại đó lõi được đặt đối xứng hoặc đồng tâm ở giữa; Fig.7B minh họa ví dụ dây dẫn không phải dạng tròn, tại đó lượng vật liệu dẫn điện đáng kể chẳng hạn như là nhôm, không bị bắt phải chịu sự nén ép thêm vào trong suốt quá trình cuộn dây vào ống dây; Fig.7C minh họa ví dụ dây dẫn không phải dạng tròn khác, tại đó lõi cứng được chú ý đặt gần mép dưới để làm giảm tối thiểu lượng vật liệu dẫn điện chẳng hạn như nhôm bị nén ép khi dây dẫn được cuộn vào trong ống dây; Fig.7D minh họa ví dụ dây dẫn không phải dạng tròn khác có phần chịu tải không phải dạng tròn. Điều này làm giảm tối thiểu áp lực nén tối đa lên trên vật liệu dẫn điện ngay bên dưới vị trí phần chịu tải, và giữ độ cứng hoàn toàn từ phần chịu tải (lõi) để dễ dàng tháo ra trong khi lắp đặt; Fig.7E minh họa ví dụ dây dẫn tròn có phần chịu tải không phải dạng tròn để dễ dàng tháo ra cũng như lượng vật liệu dẫn điện tối thiểu chẳng hạn như nhôm chịu sự nén ép bổ sung do việc cuộn vào ống dây hoặc uốn cong sát vào bánh ròng rọc trong khi lắp đặt.

Các hình vẽ không nhằm thể hiện hết mọi khía cạnh hoặc làm giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế trong các phương án cụ thể được bộc lộ trong tài liệu này. Cần phải hiểu rằng các cải biến và thay đổi khác có thể được thực hiện thêm vào, và sáng chế chỉ bị giới hạn chỉ bởi phần yêu cầu bảo hộ và phần tương đương của nó.

Mô tả chi tiết sáng chế

Như đã đề cập ở trên, cũng như các mục tiêu khác của sáng chế, sáng chế sẽ tiếp tục được mô tả chi tiết dưới đây theo các phương án ưu tiên của sáng chế, với tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo. Tuy nhiên, người đã quen biết với dây dẫn hoặc cáp truyền tải điện sẽ có thể áp dụng các đặc điểm mới của các cấu trúc hoặc cấu hình được minh họa và phần mô tả trong tài liệu này theo các bối cảnh khác nhau bằng các cải biến của các chi tiết nhất định. Theo đó, cần phải hiểu rằng các hình vẽ và phần mô tả không được đưa ra nhằm mục đích giới hạn phạm vi của sáng chế.

Sáng chế đề xuất dây dẫn điện được làm giảm hoặc triệt tiêu đáng kể điểm điểm gôi nhiệt. Các phương án theo sáng chế áp dụng duy nhất việc xử lý gia cố lực căng trước và giữ sự căng trước của (các) phần chịu tải trong dây dẫn điện được làm bằng nhôm, hợp kim của nhôm, đồng hoặc hợp kim của đồng, mà không phụ thuộc vào trạng thái gia cố lực của dây dẫn trên các cột phân phối và truyền tải điện. Vật liệu lớp

nhôm có tính dẫn điện ít nhất là 50% ICAS, chẳng hạn như ít nhất là 55% ICAS, hoặc thậm chí ít nhất là 62% ICAS. Các vật liệu lớp đồng có tính dẫn điện ít nhất là 65% ICAS, chẳng hạn như ít nhất là 75% ICAS, hoặc thậm chí ít nhất là 95% ICAS. Sáng chế chỉ kết hợp với các khía cạnh của sự căng trước với các phần chịu tải mà được bao bọc với vật liệu dẫn điện có độ bền và độ dày đủ để về cơ bản giữ áp lực căng trước trong (các) phần chịu tải, trong khi cung cấp vật liệu dẫn điện hầu như căng tự do hoặc bị nén ép sau khi lắp đặt thực tế, và giữ cho các đặc điểm giãn nở nhiệt của các phần chịu tải được bọc kết quả là thấp.

Các phương án ưu tiên theo sáng chế dựa trên các dây dẫn được làm từ hai hoặc nhiều thành phần vật liệu khác nhau, ví dụ, phần chịu tải và phần dẫn điện hoặc vật liệu dẫn điện. Các dây dẫn theo sáng chế có điểm gổi nhiệt vốn dĩ đã thấp hơn. Không giống như các dây dẫn Gap đòi hỏi quy trình và các công cụ lắp đặt phức tạp, tại đó dây dẫn, phụ kiện, việc lắp đặt và sửa chữa rất tốn kém, dây dẫn theo sáng chế dễ dàng lắp đặt và sửa chữa, trong khi duy trì độ chùng thấp, hiệu suất và hiệu quả năng lượng cao là kết quả của sự thay đổi điểm gổi nhiệt.

Phương án áp dụng cho các loại dây dẫn hiện có, chẳng hạn như dây dẫn ACSR; dây dẫn lõi composit chẳng hạn như là ACCR (từ 3M), ACCC (từ CTC global), C⁷ (từ South wire), Lo Sag (từ Nexans), lõi nhiều sợi (từ Tokyo Rope); ACSS; và dây Invar, như được minh họa trong Fig.2. Các phương án ưu tiên này đề cập đến các phần chịu tải gia cố lực được bọc bằng vật liệu dẫn điện (xin lưu ý rằng vật liệu không dẫn điện có thể phù hợp, nhưng không được ưu tiên) trong dây dẫn mà dễ dàng sửa chữa, đơn giản lắp đặt, thích hợp với phần cứng thông thường có chi phí thấp, hoàn hảo cho việc quản lý tải trọng do gió và tải trọng tuyết và các tác động từ dao động do gió và tiến triển trong khi cung cấp công suất và hiệu quả năng lượng tối đa. Tốt hơn là lớp dẫn điện tiếp xúc trực tiếp với phần chịu tải có độ bền và độ dày nén ép đủ để hỗ trợ lực căng quá mức trong các phần chịu tải, và lớp này có thể là loại vật liệu khác phần còn lại của lớp dẫn điện trong dây dẫn, ví dụ, đồng hoặc hợp kim của đồng (bao gồm vi hợp kim đồng) trong hầu hết lớp bên trong, và phần còn lại của các lớp dẫn điện trong dây dẫn là nhôm hoặc các hợp kim của nhôm; ngoài ra, có thể là hợp kim của nhôm hoặc nhôm tôi luyện tiếp xúc với phần chịu tải, trong khi phần còn lại của vật liệu dẫn điện là nhôm hoặc đồng, hoặc tổ hợp tương ứng.

Điểm gổi nhiệt của dây dẫn liên quan đến mức độ áp lực căng của vật liệu dẫn

điện, ví dụ, nhôm hoặc các hợp kim của nhôm, hoặc đồng và các hợp kim của đồng, sau khi được lắp đặt. Nhiệt độ này được xác định như trên đây, vật liệu dẫn điện không chịu áp lực căng, hoặc bị nén ép. Điểm gỏi nhiệt dây dẫn phụ thuộc vào cấu hình dây dẫn (các vật liệu phù hợp và tỉ lệ phần trăm tương ứng, điều kiện căng chẳng hạn như nhiệt độ và lực căng, cũng như là lịch sử tải của dây dẫn). Ví dụ, đối với các dây dẫn sau đây có kích thước đường kính tương tự khoảng 25mm, trong điều kiện lắp đặt khoảng cách 300m với nhiệt độ căng là 21°C (trừ nhiệt độ 5°C), các điểm gỏi nhiệt tương ứng sau khi lắp được liệt kê trong bảng 1:

Bảng 1: Tác động của điểm gỏi nhiệt từ việc xử lý căng trước đối với dây dẫn thông thường với khoảng cách 300m và nhiệt độ lắp đặt là 21°C.

	ACCC	ACSR	ACSS	STACIR	ACCR
Kích thước	25,15	25,15	25,38	25,3	25,55
Khả năng chịu tải ghi nhận, RTS (KN)	135	112	100	98	114
Trọng lượng (Kg/km)	1245	1301	1300	1282	1101
Điện trở DC (20C trong Ôm/km)	0,06717	0,08768	0,08525	0,08690	0,08283
Công suất dòng điện (nhiệt độ tối đa °C)	1624 (200)	1003 (100)	1589 (210)	1509 (210)	1509 (210)
Điểm gỏi nhiệt, °C (Sức căng	75	116	103	110	78

dây @ 20% RTS)					
Điểm gói nhiệt, °C (Sức căng dây @ 15% RTS)	73	106	101	97	72
Điểm gói nhiệt, °C (Sức căng dây @ 19,8 % KN và % RTS)	72 (14,7% RTS)	112 (17,6% RTS)	103 (20% RTS)	110 (20,3% RTS)	75 (17,5% RTS)
Điểm gói nhiệt, °C (Sức căng dây @ 20% RTS; @ 5°C)	63	101	92	94	66
Xử lý căng trước (tương đương với 10 mm tải trọng tuyết) trong KN	29,8	28,6	24,7	25,5	30,3
Điểm gói nhiệt, °C (sau khi tương đương với	30	89	52	90	54

10 mm tải trọng tuyết)					
Xử lý căng trước (tương đương với 15 mm tải trọng tuyết) trong KN	35	35,1	30,2	31,9	37,4
Điểm gồ nhiệt, °C (sau khi tương đương với 15 mm tải trọng tuyết)	9,78	90	22	87	45
Xử lý căng trước (tương đương với 20 mm tải trọng tuyết) trong KN	40,5	42,3	36,1	39,1	45,2
Điểm gồ nhiệt, °C (sau khi tương đương với 20 mm tải trọng tuyết)	-16	67	-14	82	36

Xử lý căng trước (tương đương với 25 mm tải trọng tuyết) trong KN	45,8	49,9	42,3	46,8	53,4
Điểm gổỉ nhiệt, °C (sau khi tương đương với 25 mm tải trọng tuyết)	-50	53	-54	75	24

Phải công nhận rằng trong sáng chế này dây dẫn sử dụng nhôm tôi luyện chẳng hạn như ACCC và ACSS, có thể được xử lý căng trước dễ dàng (hoặc sau khi tải trọng tuyết) để giảm đáng kể điểm gổỉ nhiệt của nó. Ví dụ, có thể giảm điểm gổỉ nhiệt xuống nhiệt độ dưới -50°C trong dây dẫn có các phần chịu tải cacbon tổng hợp tại đó dây dẫn thực tế không nhạy suốt khoảng nhiệt hoạt động của nó. Trong đi đó hiển nhiên là dây dẫn có phần chịu tải cacbon, mà không xử lý căng trước, có điểm gổỉ nhiệt nhạy với các dao động do sức căng và nhiệt độ trong khi lắp đặt và dễ gây ra các lỗi độ chùng và biến dạng, cũng có thể loại trừ hoàn toàn vấn đề này bằng cách căng trước dây dẫn (giữ cho lõi chịu lực căng và nhôm không bị căng hoặc bị nén ép). Điều này cho phép dây dẫn loại này được sử dụng trong các ứng dụng mà độ nhạy chùng dây với thay đổi của môi trường là không thể chấp nhận, chẳng hạn như là các ứng dụng đường ray cao tốc. Các dây dẫn ACSS có thể được căng trước để có được hiệu suất vượt trội về sự chùng do nhiệt (so với dây dẫn Gap), tuy nhiên, các phần chịu tải là lõi thép, và nó thể hiện sự giãn ra do nhiệt cao hơn đáng kể các dây dẫn sử dụng các phần chịu tải cacbon tổng hợp.

Nhiệt độ lắp đặt có tác động lên điểm gổỉ nhiệt, như được minh họa trong bảng 1 khi nhiệt độ giảm từ 21°C xuống 5°C . Để cải thiện hiệu suất chùng dây, thông thường đối với các kỹ sư hiện trường giảm nhiệt độ lắp đặt hoặc tăng lực căng (sự thay

đổi nhiệt độ) để điều tiết độ rão liên quan sự chùng của dây trong lắp đặt dây dẫn ACSR thông thường. Dây dẫn căng trước ở nhiệt độ thấp hơn nên có sự nén ép của điểm gối nhiệt lớn hơn dây dẫn căng trước ở nhiệt độ cao hơn.

Đối với những dây dẫn sợi bện thông thường có nhiều lớp sợi dẫn điện, sự căng trước của toàn bộ dây dẫn trong môi trường nhà máy dẫn đến sự kéo dài và biến dạng sợi vĩnh viễn trong tất cả các sợi. Khi dây dẫn căng trước được cuộn vào ống dây như thông thường được thực hiện trong bộ phận kéo dây dẫn, lực nén ép đáng kể trên lớp phía trên và phía dưới của dây dẫn trong ống dây sẽ làm biến dạng các sợi nhôm được kéo căng vĩnh viễn trong các dây dẫn căng trước, đặc biệt là các sợi bên trong dây dẫn căng trước, ngăn việc tái ổn định chính xác của tất cả sợi dẫn khi tải căng dây dẫn hoặc các thay đổi nhiệt độ, dẫn đến việc tháo xoắn dây dẫn không thể chấp nhận. Sự căng trước trong nhà máy của dây dẫn thông thường cũng đòi hỏi thiết bị cố định trên các dây dẫn để tránh sự co rút của lõi được căng trước (nếu không có thiết bị cố định này, lõi sẽ co rút vào bên trong lớp nhôm), gây khó khăn trong việc xử lý trong nhà máy và ngoài thực tế.

Để tránh việc lắp đặt lĩnh ngoài thực tế với chi phí đắt và phức tạp liên qua đến dây dẫn Gap để làm giảm điểm gối nhiệt, và tránh được vấn đề tháo xoắn của dây dẫn căng trước trong nhà máy tạo sợi, sáng chế chỉ đơn thuần thiết lập và duy trì lực căng vĩnh viễn trong các phần chịu tải của dây dẫn, bằng cách bao bọc các phần chịu tải bằng vật liệu dẫn điện. Các lớp bao bọc dẫn điện nên có độ dày và khả năng chịu nén ép đủ để lực căng dư thừa đáng kể có thể được giữ lại trong dây dẫn để đạt được điểm gối nhiệt thấp và hiệu suất độ chùng thấp trong dây dẫn sau khi lắp đặt.

Trong khi các phần chịu tải đã bọc được sử dụng trong các dây dẫn theo các tài liệu tham khảo là 2, 3, 6, 9, 10, 11 hầu hết không được xử lý căng trước và chúng không nhằm tối ưu hiệu suất độ chùng do nhiệt (ngoại trừ tài liệu tham khảo số 2), bởi vì sự giãn nở nhiệt của phần chịu tải được bọc thường có sự độ chùng kém khi chúng biểu hiện sự giãn nở nhiệt cao hơn chính (các) phần chịu tải. Lớp phủ hoặc lớp bọc nhôm được áp dụng cho các phần chịu tải bởi người chế tạo dây dẫn là thường khá là mỏng. Chúng khác cơ bản so với sáng chế là: 1) chúng phục vụ cho các mục đích khác nhau, không được xử lý căng trước và/hoặc nén ép điểm gối nhiệt trong dây dẫn được làm với phần chịu tải căng trước; 2) chúng quá mỏng để thích hợp và có thể áp dụng cho sáng chế này do giữ áp lực căng cao trong các phần chịu tải sau khi xử lý

căng trước đòi hỏi lớp bọc có đủ độ dày.

Ví dụ, lớp phủ nhôm bên trên lõi composit bởi Nexans trong sản phẩm LO-Sag này rất mỏng và cho mục đích bảo vệ lõi cacbon tổng hợp khỏi bị sự xuống cấp oxi hóa do nhiệt độ cao.

Trong các vùng ô nhiễm nặng (ô nhiễm biển hoặc công nghiệp), các khe hở giữa các sợi dây nhôm thường là vị trí mà các chất ô nhiễm có thể xâm nhập vào dây dẫn và lõi thép. Tất cả các dây dẫn đồng thường được sử dụng trong các mạng lưới phân phối, đặc biệt là trong những vùng mà sự ăn mòn là đáng quan tâm. Các dây dẫn sợi bện có lõi nhôm bọc thép hoặc Invar cũng được giới thiệu để giải quyết sự ăn mòn, ví dụ, các dây dẫn DeAngeli ZTACIR hoặc Lumpi-Berndorf HACIN. Những dây dẫn này không liên quan đến sự nén ép các điểm gối nhiệt trong dây dẫn, và chúng cũng không tối ưu hóa đối với độ chùng thấp nhất ở nhiệt độ cao khi lõi bọc có hệ số giãn nở nhiệt tương tự hoặc cao hơn (ví dụ, $13 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) sắt, và chúng sử dụng các hợp kim Zr-Al chịu nhiệt cao để bù cho độ bền hợp kim invar yếu hơn, dẫn đến điểm nhiệt cao hơn, độ chùng do nhiệt không tối ưu cũng như nhỏ hơn tính dẫn điện tối ưu. Lớp phủ nhôm trên thép invar bởi Lumpi (trong ZTACIR của nó) và De Angeli (trong ZTACIR của nó) cũng mỏng (diện tích lớp phủ thường bị giới hạn đến 20% bề mặt thép) để tránh sự tăng lên đáng kể của hệ số giãn ở nhiệt trong phần chịu tải và để bảo vệ sắt invar không bị tác động ăn mòn, giống như dây dẫn nhôm bọc thép có lớp nhôm trên lớp thép ưu tiên khoảng 5% lõi thép.

Trong các dây De Andeli Sheath⁸, De Angeli Prodotti đã phát triển hàng loạt các dây dẫn cực kỳ đặc biệt khác biệt ở chỗ thiếu hoàn toàn khoảng trống do lõi thép chịu lực cao bao phủ bằng phương pháp ép đùn của vỏ nhôm tôi luyện xuyên qua. Lớp bọc nhôm bởi De Angeli lên trên dây dẫn Sheath chỉ cho mục đích làm đầy khoảng không gian hở giữa các dây thép tròn để tối ưu hóa vỏ nhôm và tính dẫn điện. Các phần chịu tải trong các dây dẫn Sheath không được xử lý căng trước cho mục đích nén ép điểm gối nhiệt để cải thiện hiệu suất độ chùng do nhiệt. Độ dày mỏng đáng kể để giảm tối thiểu sự gia tăng giãn nở nhiệt liên quan đến nhôm bao bọc, và độ dày lớp phủ về cơ bản sẽ không hỗ trợ việc duy trì áp lực căng bên trong lõi sắt sau khi xử lý căng trước, và không nén ép điểm gối nhiệt. Mặc dù, các dây dẫn loại De Angeli Sheat có khả năng áp dụng cho ứng dụng nhiệt độ cao, tương tự như ACSS. Lõi sắt trong các dây dẫn này chỉ khoảng 10 đến 20% tổng tiết diện dây dẫn, và khoảng không gian hở

giữa các dây thép số lượng rất nhỏ, dẫn đến hiệu quả đạt được rất hạn chế trong độ dẫn điện. Dây dẫn không được thiết kế cho hiệu suất độ chùng do nhiệt tối ưu, do lõi thép được bọc bằng nhôm tôi luyện sẽ có sự giãn nở nhiệt cao hơn nhiều lõi thép trong dây dẫn ACSS, dẫn đến độ chùng do nhiệt kém hơn đáng kể bên trên điểm gổi nhiệt của nó ở nhiệt độ cao hơn (ví dụ, $14 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ cho 50% thép bọc nhôm với chỉ $11,5 \times 10^{-6}$ IC cho thép)

Việc xử lý căng trước theo tài liệu tham khảo số 2 kéo căng lớp phủ nhôm trong phần chịu tải căng trước, dẫn đến tải trọng lực căng cho lớp phủ lớn, làm cho nó dễ gây ra hư hỏng do sự mỏi dao động. Do lớp phủ là phần tích hợp của phần chịu tải trong khi căng trước, phần chịu tải bao bọc kết quả sẽ có hệ số dẫn nở nhiệt cao hơn, như được ví dụ ở trên trong nhôm bọc thép hoặc invar. Ngoài ra, lớp phủ chịu lực căng, không thể ngăn phần chịu tải co rút vào bên trong dây dẫn khi lực căng sinh ra, đòi hỏi việc cố định các đầu của dây dẫn. Đúng hơn là việc làm giảm tối thiểu sự co rút của lõi, lực căng lớn chịu bởi lớp nhôm có thể làm tăng sự co lại của lõi khi lực căng tổng thể trong lõi sinh ra, gây ra vấn đề sự trượt/co lại của lõi, và dẫn đến các thách thức trong việc xử lý, lắp đặt và sửa chữa của dây dẫn.

Kết luận, lớp phủ hoặc lớp bọc nhôm theo lĩnh vực kỹ thuật trước đó thường để bảo vệ các phần chịu tải là thép, và có diện tích tiết diện tương đối nhỏ so với diện tích lõi thép của nó có chức năng bảo vệ thép khỏi tác động ăn mòn. (Các) phần chịu tải và lớp bọc hoặc lớp phủ chịu cùng trạng thái áp lực (có thể không được kéo căng, hoặc kéo căng cùng nhau), và phần chịu tải hỗn hợp kết quả (có lớp bọc hoặc lớp phủ) bị tác động bất lợi với hệ số giãn nở nhiệt cao hơn phần chịu tải của nó, dẫn đến độ chùng cao hơn.

Để tránh làm gia tăng sự giãn nở nhiệt trong phần chịu tải, vật liệu bao bọc xung quanh phần chịu tải nên căng tự do hoặc tốt hơn là chịu sự nén ép trong suốt và đặc biệt là sau khi căng trước của phần chịu tải. (Các) phần chịu tải đã được căng đối với dây dẫn điện có thể được bao bọc bằng (các) máy định hình kết hợp với thiết bị kéo căng. Liên kết luyện kim giữa các phần chịu tải và kim loại bao bọc dẫn điện là điều mong muốn, nhưng không bắt buộc. Nếu cần thiết, các chất kết dính (chẳng hạn như là Chemlok 250 từ Lord Corp) có thể được áp dụng cho bề mặt của (các) phần chịu tải của dây dẫn để tiếp tục tăng cường sự kết dính giữa phần chịu tải và lớp kim loại bao bọc. Ngoài ra, các đặc tính bề mặt trên (các) phần chịu tải có thể được kết hợp

để tăng cường liên kết giữa lớp bọc và các phần chịu tải (ví dụ, các phần chịu tải được bền chẳng hạn như các lõi composit đa sợi trong C⁷ hoặc các sợi thép trong các dây dẫn thông thường; lõi composit kéo ép với các đặc điểm bề mặt khuyết thiếu hoặc lồi lên; và bề mặt nhám định trước trên các phần chịu tải chẳng hạn như là lõi ACCC từ CTG Global tại đó một hoặc nhiều sợi thủy tinh hoặc bazan hoặc các loại tương tự hoặc các loại khác của vật liệu cách điện được bao bọc xung quanh phần chịu tải, thay vì cấu hình song song theo chiều dọc được mô tả trong patent⁵). Tốt hơn, lớp bọc dây dẫn là nhôm, hợp kim của nhôm, đồng và các hợp kim của đồng, nhưng cũng có thể là các kim loại khác như là chì, thiếc, oxit thiếc-indi, bạc, vàng hoặc các vật liệu phi kim có các hạt dẫn điện thích hợp. Fig.3 minh họa quá trình lắp đặt này. Kim loại bọc dẫn điện dự kiến sẽ làm mềm hoặc thậm chí nóng chảy trong máy định hình do lực ma sát. Nếu (các) phần chịu tải được làm từ vật liệu composit nền polyme gia cố sợi cacbon, nhiệt độ chuyển tiếp vật liệu thủy tinh (T_g trong vật liệu composit dẻo nhiệt rắn) hoặc điểm nóng chảy (nền nhiệt dẻo) nên cao đủ để tránh sự biến chất khi chúng tiếp xúc với các kim loại thích hợp. T_g của vật liệu nên ít nhất là 100°C, nhưng tốt hơn là trên 150°C. Điều này dễ dàng đạt được với nền polyme sử dụng nhựa epoxy hóa rắn với các loại anhydrit của chất dễ tôi. Lớp vật liệu kim loại bọc thích hợp nóng dự kiến sẽ được làm lạnh xuống nhiệt độ môi trường hoặc nhiệt độ thấp hơn trong vòng 60 giây, tốt hơn là nhỏ hơn 20 giây. Phần chịu tải có thể là vật liệu composit được làm bằng tất cả là sợi thủy tinh hoặc tất cả là sợi bazan hoặc hỗn hợp của cả hai như là tổng hợp tăng cường, bao gồm nhưng không giới hạn ở các sợi thủy tinh A, các sợi thủy tinh E, các sợi thủy tinh H, các sợi thủy tinh S, các sợi thủy tinh R, và các sợi thủy tinh AR.

Điều quan trọng cần lưu ý theo sáng chế là (các) lớp bọc không chịu lực căng trong khi (các) phần chịu tải được căng/kéo căng trước. Sau khi tạo ra căng trước trong phần chịu tải, (các) lớp bọc bị nén ép toàn bộ, làm giảm tối thiểu sự co rút lại của các phần chịu tải. Các phần chịu tải, được làm từ các vật liệu composit, có thể có khả năng chịu lực trên 80ksi, và modun nằm trong khoảng từ 5 msi đến 40 msi, và CTE khoảng từ -1×10^{-6} to 8×10^{-6} /°C. Hầu hết các dây dẫn này, chẳng hạn như lõi ACCC, có modun nằm trong khoảng từ 15 msi đến 22 msi, về cơ bản nhỏ hơn các sợi thép thông thường (khoảng 28 msi). Điều này là lý tưởng để áp dụng vỏ bọc và gia cố lực cho (các) phần chịu tải composit, do tải lực căng yêu cầu có thể nhỏ hơn đáng kể, và (các) lớp bọc có thể dễ dàng và hiệu quả hơn để giảm tối thiểu sự co rút trở lại của (các) phần chịu tải

composit. Hơn nữa, sự bao bọc của phần chịu tải thực hiện theo sáng chế, không giống như trong lĩnh vực kỹ thuật trước đó, chỉ cho phép duy trì của các đặc tính hệ số giãn nở nhiệt thấp trong (các) phần chịu tải, giảm tối thiểu độ chùng do nhiệt trong dây dẫn kết quả. Với các phần chịu tải được bọc thích hợp, bao gồm cả các đầu có các chất bịt kín chống ẩm như vật liệu nền silic, các phần chịu tải composit có thể tùy ý được làm từ tất cả các sợi cacbon mà không cần lớp cách điện. Điều này có thể cải thiện đáng kể hiệu suất tổng thể của dây dẫn (trọng lượng nhẹ hơn, sự giãn nở nhiệt cực kỳ thấp là 1×10^{-6} , khả năng chịu lực cao hơn, modun cao hơn làm cho tuổi thọ kéo dài hơn hoặc cần ít cột hơn, công suất dây dẫn cao hơn và hiệu quả năng lượng tốt hơn).

Bước bao bọc định hình có thể được tích hợp tùy ý bằng máy kéo tạo hình, hoặc máy tạo lõi dây cho các phần chịu tải vật liệu composit và thép mà lõi dây dẫn được làm từ dây/cáp/sợi có nhiều phần chịu tải, để giảm bớt chi phí. Tùy ý, bộ thiết bị kéo căng thứ nhất có thể không cần thiết nếu bước đó, chẳng hạn như quy trình kéo tạo hình hoặc máy tạo dây có phần chịu tải có khả năng xử lý vận tốc và sức căng trong quy trình định hình căng trước hoặc quy trình kéo với lực kéo đủ từ bên kéo mà vật liệu bao bọc là ống có (các) phần chịu tải bên trong và sự kết hợp được kéo thông qua một hoặc hàng loạt khuôn kéo để có được kích thước và cấu hình cuối cùng. Việc căng của phần chịu tải được duy trì trong quá trình định hình. Phần chịu tải được căng trước bao bọc đi qua thiết bị kéo căng thứ hai để giảm mức độ căng trước khi cuộn vào trong ống dây. Nếu ống dây có thể cuộn dây dẫn với mức độ căng lớn thì có thể bỏ qua bước làm giảm lực căng trong thiết bị kéo căng thứ hai. Cũng có thể bỏ qua các thiết bị kéo căng được mô tả nếu duy trì được việc kiểm soát chính xác vận tốc khác nhau trong các bước khác nhau dọc theo quy trình sản xuất. Các thiết bị căng hoặc phương pháp khác có thể được sử dụng thay thế cho cặp thiết bị kéo căng trong Fig.3. Thay vì các thiết bị định hình hoặc thiết bị tương tự, các ống tích hợp có thể được đúc ép bên trên (các) phần chịu tải hoặc hình thể đúc ép được gập bên trên các phần chịu tải từ băng rộng và được hàn dọc. Các sợi nhôm có thể được bện tròn xung quanh các phần chịu tải, sau đó nén bằng cách áp dụng áp lực nén hướng tâm để liên kết hoặc gắn dính (các) phần chịu tải. Ngoài ra, việc căng của (các) phần chịu tải cũng có thể bằng cách kiểm soát vận tốc kéo với tốc độ khác nhau chỉ trong phần kéo, trong khi duy trì vận tốc ổn định tại phần bắt đầu và phần cuộn.

Mức độ căng trước trong dây dẫn phụ thuộc vào kích thước dây dẫn, cấu hình

dây dẫn, môi trường ứng dụng của dây dẫn và điểm gôi nhiệt đích mong muốn. Nếu mục tiêu là để đạt được điểm gôi nhiệt dây dẫn tại hoặc gần nhiệt độ căng (ví dụ, môi trường xung quanh), lực căng yêu cầu trên phần chịu tải có thể chỉ khoảng bằng với lực căng kéo giãn dây (thường nằm trong khoảng từ 10 đến 20% tỉ lệ khả năng chịu lực của dây dẫn), cộng thêm với 5 đến 50% mức độ lực kéo căng giãn, tốt hơn là thêm vào nằm trong khoảng từ 10 đến 30% để giữ tất cả nhôm (hoặc đồng trong trường hợp dây dẫn đồng) căng tự do sau khi kéo căng, mà thấp hơn đáng kể so với dây dẫn căng tự do giữa các cột điện khi với yêu cầu thông thường tải trọng khoảng 40% khả năng căng của dây dẫn. Nếu yêu cầu điểm gôi nhiệt thấp hơn, cần có áp lực căng trước cao hơn. Điều quan trọng cần lưu ý là lõi composit sử dụng các sợi cacbon là bền, trọng lượng nhẹ, độ chùng nhiệt thấp. (Các) phần chịu tải được bọc sử dụng các vật liệu composit gia cố sợi là lý tưởng tại đó (các) phần chịu tải đàn hồi giúp cho việc tháo (các) phần chịu tải được bọc một cách dễ dàng từ cấu hình ống dây khi lắp đặt ngoài thực tế. Theo một phương án, (các) phần chịu tải có thể được kéo căng trước bằng ít nhất là 0,05%, chẳng hạn như ít nhất là 0,15%, thậm chí ít nhất là 0,5%.

Đối với các dây dẫn với mục đích sử dụng cho các ứng dụng AC tại đó hiệu ứng mặt ngoài bức chế thì lớp dẫn điện nên nằm bên trong độ dày của hiệu ứng mặt ngoài, tốt hơn là nên có nhiều lớp vật liệu dẫn điện đồng tâm bao bọc phần chịu tải trong suốt quá trình gắn kết. Độ dày vỏ khác nhau theo tần số. Chiều dài tối đa đạt được là khoảng 8 mm tại 60 Hz và khoảng 13 mm tại 25 Hz đối với đồng nguyên chất. Đối với nhôm nguyên chất, chiều dày tối đa là khoảng 11 mm tại 25 Hz và 17 mm tại 60 Hz. Chiều dày mỗi lớp dẫn điện nên nhỏ hơn chiều dày tối đa cho phép để đạt được điện trở A/C thấp. Điều này có thể đạt được thông qua một loạt các máy định hình. Theo một phương án, mỗi lớp bọc đồng có độ dày tối đa là 12 mm, chẳng hạn như tối đa là 10 mm, hoặc thậm chí tối đa là 8 mm. Theo một phương án khác, mỗi lớp bọc nhôm có độ dày tối đa là 16 mm, chẳng hạn như tối đa là 12 mm, hoặc thậm chí tối đa là 10 mm. Đối với vật liệu dẫn điện tốt chẳng hạn như là đồng, nên có lớp phủ cách điện giữa các lớp dẫn điện và các sợi để tối ưu hóa hiệu ứng bề mặt. Ngoài ra, để cải thiện tính đàn hồi của dây dẫn, tốt hơn là, có thể giữ cho lớp cuối cùng hoặc các lớp vật liệu dẫn điện có được bên với các cấu hình dạng tròn, TW, C, Z, S, như được minh họa trong Fig.4, tại đó phần chịu tải được bọc căng trước tùy ý còn được kéo căng trong quá trình tạo dây để đạt được lớp bên ngoài của vật liệu dẫn điện ở trạng thái

căng tự do hoặc vào bị sự nén ép. Điều này cũng có thể được thực hiện bằng cách kéo dây dẫn điện, bao gồm dây dẫn theo sáng chế tại đó (các) lớp bên ngoài cùng được bên, thông qua thiết bị kéo căng và thông qua nhiều cầu lặn mà được hỗ trợ hoạt động bởi các cột treo, và giữa các đầu cột mà tại đó một đầu dây dẫn được gắn vào, trong khi đầu còn lại có phần chịu tải được bọc kéo ra và được cắt theo chiều dài định trước tương ứng với sự kéo dài phần chịu tải trong khi dây dẫn được kéo căng trước, trước khi hoàn thành đầu mút dây dẫn. Bước này còn có thể được hỗ trợ bởi các chất bôi trơn (ví dụ, dầu hoặc mỡ bôi trơn hoặc các chất tương tự khác giữa lớp sợi bên và lớp bọc) để tạo điều kiện cho sự di chuyển tương đối giữa các lớp dẫn điện trượt: hoặc ngoài ra, việc kéo dây dẫn điện trên cao thông qua cặp thiết bị kéo căng mà có thể được sử dụng cho các dây dẫn trong thực tế căng trước để giảm đáng kể điểm gỏi nhiệt dây dẫn, như được minh họa trong Fig.5. Các bước vào phương pháp tiếp cận được mô tả ở đây và trong cả Fig.4 và Fig.5 đều có thể ứng dụng trực tiếp cho các dây dẫn thông thường chẳng hạn như Invar, ACSS, ACCR, ACCC, Lo Sag và C^7 , v.v.. mà không cần áp dụng lớp bọc đối với các phần chịu tải tương ứng. Các dây nhôm bọc đồng hoặc lớp bọc phủ đồng có thể ưu tiên khi các dòng điện tập trung trong lớp vỏ đồng với tính dẫn điện tối đa mà không ảnh hưởng đến chi phí và khối lượng của dây dẫn nguyên chất.

Sự căng trước của các dây dẫn được minh họa trong các Fig.4 và Fig.5 có thể chấp nhận theo xu hướng dây dẫn bị tháo xoắn. Không giống quy trình được mô tả trong patent Trung Quốc hoặc theo phương pháp JPS, dây dẫn chỉ có các lớp hoặc lớp bên ngoài giới hạn được bên. Nếu không có các vấn đề của tất cả dây dẫn sợi bên của các lớp bên trong trở nên xoắn lại trong khi nén chặt vào ống dây hoặc xử lý ngoài thực tế như trong patent Trung Quốc hoặc phương pháp JPS, các sợi bên bên ngoài tương đối tự do để tái cấu trúc mà không bị cản trở (do vắng mặt của các sợi dẫn điện lớp bên trong). Ngoài ứng dụng được minh họa trong Fig.5 có thể áp dụng cho các dây dẫn thông thường, điều này hiện tại gây ra một số thách thức (không như vấn đề trong dây dẫn Gap) để sửa chữa các dây dẫn được xử lý này sau khi lắp đặt nếu xảy ra đứt đường truyền. Điều này là do các phần chịu tải trong lõi sẽ co rút vào bên trong các lớp của các sợi dây dẫn, và làm cho việc xác định phần chịu tải bị đứt trở nên khó khăn cũng như sự căng ngoài thực tế của nó trước thao tác bên dây dẫn.

Một số cấu hình dây dẫn theo sáng chế được minh họa trong các Fig.6A đến

Fig.6N. Lõi được bọc có thể có phần chịu tải đơn hoặc nhiều phần chịu tải được bện với nhau hoặc được bao bọc lỏng lẻo, và (các) phần chịu tải có thể là hình dạng tròn hoặc các hình dạng khác như hình ovan hoặc hình tròn biến dạng với các đặc tính bề mặt để tăng độ bám dính hoặc liên kết cơ học giữa các phần chịu tải và lớp bao bọc. Những phần chịu tải này có thể được làm từ thép, thép invar, thép chịu lực cao hoặc thép chịu lực rất cao hoặc thép chịu lực cực kỳ cao, vật liệu composit nền kim loại gia cố bởi sợi gốm, sợi cacbon hoặc các sợi thích hợp khác, liên tục hoặc không liên tục; vật liệu tổng hợp nền polyme gia cố bởi sợi cacbon, sợi thủy tinh, đá thạch anh, hoặc các vật liệu composit gia cố dạng tương tự khác trong nền chất dẻo nhiệt rắn hoặc nhiệt dẻo, có hoặc không có các chất đệm bổ sung bao gồm các chất kết dính nano. Sự gia cố trong các vật liệu composit về cơ bản có thể là liên tục hoặc không liên tục. Có lớp cách điện giữa cacbon tổng hợp và lớp dẫn điện, và có thể được làm bằng các sợi gia cố chẳng hạn như các sợi thủy tinh hoặc các sợi bazan (về cơ bản song song theo trục, hoặc được đan kết hoặc thủy tinh được bện) hoặc lớp cách điện (bao gồm lớp nhựa cách điện) hoặc lớp phủ cách điện. Khi lớp cách điện nằm giữa kim loại bọc và phần chịu tải sợi cacbon không có mặt, sự quan tâm tập trung vào việc bịt tắt cả các đầu tiếp xúc của phần chịu tải để loại bỏ sự xâm nhập của nước. Lõi được bọc cũng có thể là rỗng, và phần chịu tải rỗng có thể chứa các sợi cáp hoặc sợi quang, và có thể được sử dụng cho mạng lưới truyền tải và phân phối (từ dây dẫn đến nhà) hoặc dây tiếp đất quang học. Chính dây dẫn có thể là phần chịu tải được bọc lớp đơn. Tốt hơn là các lớp dẫn điện cũng có thể là dây dẫn dạng tròn bề mặt nhẵn được bọc đồng tâm, có hoặc không có lớp phủ điện môi giữa mỗi lớp. Bề mặt dẫn điện có thể có đặc điểm bề mặt được kéo tạo hình để phá vỡ vòng xoáy tỏa ra trong trường hợp giao động gió. Có thể có các chất bôi trơn giữa các lớp tạo điều kiện thuận lợi cho một số chuyển động tương đối, nhưng sự tiếp xúc giữa lớp dẫn điện và phần chịu tải nên được liên kết cơ học hoặc hóa học mạnh mẽ để đảm bảo duy trì cơ bản của áp lực dư thừa và trạng thái căng trong các phần tương ứng. Các lớp bên ngoài có thể được bện lên trên dây dẫn tại đó các cấu hình sợi bện khác có thể chấp nhận, chẳng hạn như là các hình dạng tròn, hình thang, hình chữ C, hình chữ S, hình chữ Z hoặc các hình dạng thích hợp khác, và tốt hơn là các sợi liên kết chính nó chẳng hạn như các sợi dạng chữ Z, S và C tại đó bề mặt trơn về cơ bản có thể đạt được sự kéo gió. Các cấu hình dây dẫn khác cũng được cho phép, chẳng hạn như là các hình dạng giọt nước mắt trong các ứng

dụng dây tiếp xúc xe lửa cao tốc. Vật liệu dẫn điện có thể là nhôm được tôi luyện hoặc không được tôi luyện, hoặc các hợp kim của nhôm, đồng hoặc các hợp kim của đồng, hoặc sự kết hợp giữa chúng.

Mặt phân cách giữa (các) phần chịu tải và lớp bọc có thể còn được tối ưu bằng các đặc điểm bề mặt trong các phần chịu tải tăng cường sự liên kết bề mặt và/hoặc liên kết giữa các phần chịu tải và phần bọc để giữ và duy trì áp lực từ bước căng trước. Điều này bao gồm, nhưng không giới hạn ở các đặc điểm nhô ra trên bề mặt phần chịu tải cũng như việc quay các phần chịu tải xung quanh theo trục. Hơn nữa, các đặc điểm tương tự có thể được kết hợp vào trong mặt phân cách giữa các lớp dẫn điện kế tiếp. Ví dụ, (các) phần chịu tải composit có thể có sự kéo sợi thủy tinh được bọc xung quanh bề mặt của nó tạo ra hình dạng ốc vít hoặc bề mặt xoắn. Theo một phương án, lớp sợi bền hoặc đan kết được áp dụng trong lớp bên ngoài phần chịu tải thúc đẩy việc khớp lồng vào nhau hoặc sự liên kết giữa các phần chịu tải và lớp kim loại bọc. Các dây thép có thể được tạo hình với các đặc điểm bề mặt tương tự. Ngoài ra, có thể đạt được các phần chịu tải được căng trước bằng cách đơn giản là căng trước các sợi gia cố trong nền vật liệu dẫn điện chẳng hạn như nhôm hoặc đồng hoặc các hợp kim tương ứng của chúng. Phương pháp này, ví dụ, có thể được thực hiện trong máy tạo hình với nhôm. Các sợi gia cố là loại được bọc lộ trong sáng chế, chẳng hạn như là sợi gốm, sợi phi kim, sợi cacbon, sợi thủy tinh và các loại sợi khác.

Hoạt động của dây dẫn ở nhiệt độ cao được làm bằng lõi nền polyme đòi hỏi tính ổn định và hiệu suất của lõi nền sau khi tiếp xúc lâu dài với nhiệt độ cao. Lõi ACCC từ CTC Global dựa trên lớp bảo vệ điện (ví dụ, lớp sợi thủy tinh) để bảo vệ chống lại sự xâm nhập của oxy vào trong phần cacbon. Lớp phủ bảo vệ đã được thử nghiệm bởi hãng Nexans, Southwire và các hãng tương tự để cải thiện độ bền lõi composit ở nhiệt độ cao. Các lớp phủ này thường rất mỏng (nhỏ hơn 0,5 mm) ngăn sự xâm nhập của oxy trong quá trình hoạt động ở nhiệt độ cao. Các lớp phủ này khá là yếu do nó rất mỏng nên có thể không tồn tại sự chuyển động ma sát ổn định giữa các dây nhôm sát lõi, và sự giãn nở nhiệt không khớp có thể dẫn đến xu hướng phá vỡ lớp phủ nhôm, để lộ lõi làm làm xuống cấp do nhiệt. Cần phải hiểu rằng sáng chế này cũng bao gồm phần chịu tải mà có vật liệu cấu tạo nền được làm từ polyme tiền thân là gốm nền cho tiền chất, tại đó nền kết quả chịu nhiệt độ cực cao có thể có chống chịu cao với sự oxy hóa hoặc sự xuống cấp, và nó có thể là dạng silic oxycabit của nền gốm

hoặc dạng nhựa phản ứng nóng của nền nhựa (ví dụ, polyimide, xynat este, hóa BMI) có nhiệt độ hoạt động cao trên 250°C. Trong trường hợp này, lớp bọc để chống lại sự oxy hóa tăng cường có thể không cần thiết.

Phần chịu tải nên có mức độ chịu lực căng tối thiểu, ví dụ là 600 MPa, hoặc thậm chí ít nhất là 1600 MPa, để chịu được ứng dụng sức ép căng trước. Đối với các phần chịu tải kim loại, người ta dự kiến rằng sức ép căng trước sẽ đạt hoặc vượt quá tỷ lệ giới hạn chịu lực của vật liệu dẫn điện. Sự kéo dài trong việc kéo căng trước bao gồm việc kéo dài các phần chịu tải bởi ít nhất là 0,05% sức căng, chẳng hạn như là 0,2% sức căng, hoặc thậm chí ít nhất là 0,5% sức căng phụ thuộc vào loại phần chịu tải và mức độ giảm điểm gổi nhiệt, và phần chịu tải có thể được căng trước hoặc sau khi cho vào máy định hình. Hơn nữa, phần chịu tải dự kiến chịu sự nén ép hướng tâm gấp nếp từ các phụ kiện thông thường cũng như áp lực hướng tâm trong khi định hình của quy trình kéo xuống hoặc quy trình khuôn đúc và quy trình gấp, đòi hỏi mức độ chịu sự nén ép hướng tâm tối thiểu, và đòi hỏi lực nén theo chiều hướng tâm tối thiểu là 3 KN, tốt hơn là trên 15 KN, hoặc thậm chí ít nhất là 25 KN, đặc biệt đối với các lõi composit bị biến dạng đàn hồi ít hoặc không bị biến dạng đàn hồi.

Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng sáng chế không bị giới hạn bởi các ví dụ dây hoặc dây dẫn trước đó và các phương pháp thay đổi điểm gổi nhiệt dây dẫn, và các biến đổi của các thành phần được mô tả ở trên, các thông số vật liệu, các thông số kỹ thuật, và tiêu chuẩn liên quan đến cấu trúc dây dẫn và sự thay đổi điểm gổi nhiệt dây dẫn theo sáng chế có thể được thực hiện mà vẫn nằm trong phạm vi yêu cầu bảo hộ của sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các ví dụ ứng dụng không giới hạn sau đây minh họa sáng chế và không nhằm giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế. Tất cả các lựa chọn và cấu hình dựa trên sáng chế này, một số đã được mô tả trong các Fig.6A đến Fig.6N, có thể áp dụng cho các ví dụ sau đây, và các lợi ích của mỗi ví dụ về cơ bản có thể áp dụng cho các vùng ứng dụng rộng khác.

Ví dụ 1: Áp dụng cho các ứng dụng tái dẫn trong mạng lưới truyền tải và phân phối

Tái dẫn đường dây truyền tải thường trong khoảng điện áp từ 110 kV đến 500 kV, tại đó các cột hiện tại được sử dụng lại ngay khi có thể để giảm thiểu chi phí dự án

và khoảng thời gian cắt điện. Sự tái dẫn có thể còn được thực hiện trên đường dây có điện, tại đó không có sự cắt điện được lên kế hoạch trong khi tái dẫn. Trọng tâm chính của việc tái dẫn là để tối đa hóa công suất trong khoảng giới hạn đã thiết lập trước và để phù hợp với cơ sở hạ tầng hiện có. Dây dẫn theo sáng chế là lý tưởng cho ứng dụng như vậy, tại đó mật độ bao bọc lớn nhất trong dây dẫn (gần 100% đối với các lớp đồng tâm, đặc biệt là thường với 93% nhân tố bổ sung trong dây dẫn sợi bện chặt chẳng hạn như là dây dẫn ACCC từ hãng CTC Global) sẽ cung cấp các dây dẫn mới với công suất có thể cao nhất (và điện trở thấp nhất và hao tổn đường dây thấp nhất) trong các điều kiện hoạt động thông thường. Trong các tình huống khẩn cấp, tại nơi mà dây dẫn tiếp xúc với nhiệt độ cao thì dây dẫn theo sáng chế chỉ phù hợp khi phần chịu tải của nó được che chắn và bảo vệ khỏi sự xâm nhập của oxy và sự xuống cấp do nhiệt, cho phép dây dẫn hoạt động trong toàn bộ khoảng nhiệt trong nhiều năm. Dây dẫn theo sáng chế có lớp bọc gồm không dễ bị hư hỏng do tác động tháo xoắn mà thường tiếp xúc phần chịu tải trực tiếp với các tác động từ môi trường chẳng hạn như tia UV, độ ẩm, khí ozon trong dây dẫn thông thường. Vỏ kim loại bên trên phần chịu tải cũng che chắn các phần chịu tải khỏi các tác động gây hư hại từ các nhân tố môi trường này. Cần phải lưu ý rằng người ta không cần thiết phải áp dụng việc xử lý áp lực nén cho lớp bọc dẫn điện để đạt được các lợi ích bảo vệ phần chịu tải nêu trên không bị xuống cấp do môi trường (ví dụ, oxy, ozon, phóng điện, và độ ẩm, v.v..)

Việc giảm điểm gôi nhiệt trong các dây dẫn này sẽ giảm đáng kể các giới hạn độ chùng do nhiệt (nơi mà độ chùng nhiệt dây dẫn không bị giới hạn hoặc không bị ảnh hưởng bởi vật liệu dẫn điện có hệ số giãn nở nhiệt cao chẳng hạn như là nhôm hoặc đồng hoặc các hợp kim tương ứng của chúng). Điểm gôi nhiệt thấp loại bỏ độ nhay của dây dẫn nhiệt độ cao được làm hoàn toàn bằng nhôm tôi luyện mà nhôm rão ra trong các dây dẫn này nhanh và đáng kể, dẫn đến tính không ổn định trong điểm gôi nhiệt cuối cùng của dây dẫn và độ chùng dây dẫn^{6,7}. Với nhôm không chịu lực căng hoặc bị nén ép, sự rão của nhôm hoàn toàn được loại bỏ trong các dây dẫn này, và dây dẫn đặt vào trong các điều kiện độ chùng cuối cùng của nó sau khi căng (không còn tác động rão, miễn là cũng không có các điều kiện tải tuyệt không quá mức mà còn làm giảm điểm gôi nhiệt). Điều này cho phép dây dẫn được lắp đặt trong khoảng cách lớn nhất trong vùng tải giới hạn số cột (có thể tối đa hóa công suất và kiểm soát tải trọng tuyệt cực đại). Điều đó còn làm đơn giản hóa đáng kể quy trình lắp đặt và sự

thay đổi độ chùng trong các dây dẫn nhiệt độ cao, đặc biệt là trong dây pha được bọc. Độ chùng thấp nhất có thể dự đoán được giúp ích cho việc quản lý tài sản truyền tải hiệu quả do độ chùng nhiệt không bao giờ là nhân tố giới hạn cho tình trạng khẩn cấp dự tính.

Vật liệu dẫn điện trong dây dẫn thường làm hạn chế tuổi thọ dây dẫn. Với các thành phần này về cơ bản không chịu lực căng trong dây dẫn liên quan đến sáng chế, giao động gió có thể được kiểm soát hiệu quả, và có thể không cần thiết bị giảm chấn tại đó đường dây trước đó có thể cần có, giảm được chi phí dự án. Nếu kỹ sư thiết kế mong muốn sự bảo vệ bổ sung chống lại những hư tổn do sự mỏi của giao động gió, các thiết bị giảm chấn chẳng hạn như là dạng cầu trục hoặc các dây giao động xoắn ốc có thể được xem xét. Dây dẫn có đặc tính bề mặt nhô ra đặc biệt được mô tả trong các Fig.6A đến Fig.6N, ngoài ra có thể được triển khai để điều khiển giao động gió. Đối với các loại dây dẫn rộng và nặng theo sáng chế, cơ chế giảm chấn bổ sung chẳng hạn như các phần dây dẫn giả được gắn vào dây dẫn, với sự khác nhau về chiều dài các phần giữa các điểm gắn kết dây dẫn để xử lý tất cả các dải tần số.

Phần cứng đối với các loại dây dẫn mới hơn có xu hướng đắt do cơ chế đặc biệt và đắt để liên kết lên trên lõi mà cần chen vào nó được xem xét. Với sáng chế này, các phần chịu tải được che chắn tự nhiên bằng lớp vật liệu dẫn điện, và điều này cho phép tính tương thích với quy trình ép liên kết phần cứng thông thường ở đó các phụ kiện được ép liên kết trực tiếp vào các phần chịu tải cho sự chuyển đổi tải cơ học. Điều này có thể cần thiết đối với các dây dẫn có nhiều phần chịu tải, chẳng hạn như các phần chịu tải composit trong các loại dây dẫn là C⁷, dây Tokyo rope và ACCR để tránh hư hỏng quá mức vùng tiếp xúc giữa nhiều phần chịu tải.

Hầu hết các dây dẫn khi được lắp đặt mới, có xu hướng ồn do hiệu ứng phóng điện trong đường truyền cao áp. Với bề mặt tròn kín khí của dây dẫn mới theo sáng chế, các chất bôi trơn được sử dụng trong hoạt động kéo căng dây dẫn thông thường là không cần thiết, loại bỏ hiệu ứng tiếng ồn thường liên quan đến dây dẫn mới.

Các phần chịu tải được làm từ vật liệu composit gia cố sợi đơn hướng (ACCC, ACCR, C⁷, Lo-Sag, Tokyo Rope, v.v..) có xu hướng giòn, và dễ bị gãy do sự nén ép quá mức quanh trục là kết quả của việc xử lý không đúng cách⁶. Các lớp bọc không được che trong các phần chịu tải từ sự cố trực tiếp trong quá trình xử lý không đúng

cách, nó còn làm cho đường kính thực sự của phần chịu tải (ví dụ, đường kính ngoài của lớp bọc) lớn hơn nhiều để giảm thiểu sự cố uốn cong thành góc nhọn. Với sức căng và áp lực căng cố định có mặt trong phần chịu tải, nó có cơ chế lắp bên trong để giảm thiểu áp lực nén ép do sự uốn cong mà dễ làm hư hại các phần chịu tải của dây dẫn, làm cho việc xử lý của các dây dẫn mới tăng cường, chứng minh được các rủi ro và có hiệu quả kinh tế. Cần lưu ý rằng việc lắp đặt không đúng cách hoặc sự cố dây dẫn theo sáng chế, nếu xảy ra, không gây ra sự trượt lỗi, và có thể dễ dàng sửa chữa, không giống như các dây dẫn được xử lý căng trước chẳng hạn như là các dây dẫn Gap, mà các phần chịu tải co rút vào bên trong dây dẫn sau khi bị đứt gãy, dẫn đến tăng chi phí và thời gian sửa chữa. Điều này cũng rất phù hợp cho các vùng mà điều kiện kéo căng dây dẫn là không lý tưởng (chẳng hạn như địa hình không thuận lợi, lao động thiếu kinh nghiệm và thiếu thiết bị).

Ví dụ 2: Áp dụng cho các ứng dụng xây dựng mới trong mạng lưới truyền tải và phân phối

Các dự án xây dựng mới thường nhạy cảm hơn với các nguyên liệu và chi phí lao động (ví dụ, chi phí dây dẫn, chi phí phụ kiện cũng như chi phí cột). Một số công trình mới với khoảng cách truyền tải dài và điện áp cực kỳ cao tại đó phải kiểm soát được hiệu ứng phóng điện và điện trở dây dẫn và sự hao hụt đường truyền phải là tối thiểu.

Phương án theo sáng chế bao gồm lựa chọn việc bọc dây xung quanh (các) phần chịu tải căng trước được bọc với (các) lớp bổ sung của các dây dẫn sợi bọc để tăng đường kính dây dẫn cho các ứng dụng UHV trong khi tạo thuận lợi dễ dàng cho việc xử lý (đòi hỏi các ống dây nhỏ hơn để đóng gói). Đối với các dây dẫn nhôm trong mạch AC tần số 60 Hz, hiệu ứng bề mặt đòi hỏi độ dày lớp dẫn điện tối đa là 17mm. Các dây dẫn lớn cần phải xem xét cấu hình nhiều lớp. Do lượng nhôm đáng kể đã được gia cố chịu lực nén ép, nên tải trọng và thời gian cần có để đặt các lớp bổ sung của các dây dẫn sợi bọc trong sự nén ép hoặc lực căng tự do là khá đơn giản. Điều này làm giảm xu hướng tháo xoắn của các dây dẫn. Việc căng trước bổ sung có thể được thực hiện như được minh họa trong các Fig.4 và Fig.5 nếu cần thiết, hoặc sử dụng sự cắt phần chịu tải khác được thực hiện theo sáng chế. Các lớp dẫn điện bổ sung có thể là nhôm, nhôm tôi luyện, các hợp kim của nhôm, đồng hoặc các hợp kim của đồng, hoặc các kim loại khác của vật liệu dẫn điện. Phương án ưu tiên là nhôm hoặc hợp kim

của nhôm có khả năng chịu nén ép tốt hơn (mà không dễ bị phồng lên khi bị nén ép), và chúng có thể còn chịu xước tốt hơn nhôm tôi luyện hoàn toàn để duy trì tình trạng nguyên vẹn của dây dẫn chống lại các rủi ro do điều kiện môi trường khắc nghiệt hoặc chống lại sự ăn mòn dây điều mắc lại trên đường truyền cao áp.

Với điểm gôi nhiệt được nén ép và vật liệu dẫn điện chẳng hạn như là nhôm không bị căng (hoặc bị nén ép) khi dây dẫn hoạt động trên điểm gôi nhiệt của nó, dây dẫn nên có sự giảm chấn chính nó tốt, làm cho nó có thể giữ được lực căng lắp đặt cao, chẳng hạn như là 25-40% RTS (khi so sánh với lực căng lắp đặt thông thường 10-20% RTS). Điều này không chỉ làm giảm xu hướng của đường truyền đối tiến triển nhanh (tiến triển nhanh rất có hại cho đường tải điện, nhưng rất khó kiểm soát khi các nguyên nhân là khác nhau trong các vùng khác nhau), điều này cho phép khoảng chiều cao dây dẫn có thể tốt nhất mà có thể được sử dụng để làm giảm thiểu chiều cao của cột hoặc khoảng cách dài hơn với ít cột hơn để tiếp kiệm chi phí dự án. Với cấu hình đặc, cung cấp lựa chọn đóng gói của hầu hết nhôm dẫn điện là tối đa (ví dụ, tôi luyện hoàn toàn) trong dây dẫn để có hiệu suất cao nhất và hao hụt đường truyền thấp nhất với hiệu quả năng lượng tốt hơn các dây dẫn tốt nhất hiện có như là ACCC do cho phép các nhân tố hệ số nạp cao hơn theo sáng chế. Dây dẫn có điểm gôi nhiệt đủ làm giảm xuống bên dưới nhiệt độ căng, làm cho quá trình lắp đặt đơn giản và hiệu quả kinh tế, tại nơi tính đồng nhất trong sự chùng dây dẫn có thể thu được dễ dàng bất kể các thay đổi và dao động nhỏ trong việc kéo căng trong thực tiễn, và do đó ưu tiên hơn đối với các dây pha, đặc biệt là các cấu hình chùm.

Để kiểm soát sự phóng điện trong các ứng dụng EHV và UHV, các dây dẫn có lõi rỗng hoặc dây rỗng hoặc tiết diện mở rộng có thể được sử dụng. Ngoài ra, để giảm tối thiểu sự phóng điện, có thể áp dụng việc xử lý bề mặt ura nước cho bề mặt nhôm lớp bên ngoài để tránh các hạt nước. Có thể dễ dàng áp dụng các lựa chọn phụ kiện chi phí thấp với các công cụ thông thường cho dây dẫn theo sáng chế khi (các) phần chịu tải được bọc tốt hơn nhiều và hoàn toàn tương thích trực tiếp với sự ép cong, và đường truyền nên có độ tin cậy và an toàn cao hơn do các phần chịu tải được bảo vệ tốt bằng lớp bọc chống lại sự cố và các tác động môi trường (ví dụ, phá hỏng dây dẫn, sự ăn mòn, UV, ozon, độ ẩm, v.v.). Để giảm tối thiểu trầy xước trên bề mặt dây dẫn, lớp bên ngoài dây dẫn có thể xem xét là nhôm, các hợp kim của nhôm hoặc các hợp kim của đồng cứng đối với các ứng dụng cao áp tại đó sự phóng điện làm hư hại dây dẫn là

quan trọng, do bề mặt, so với nhôm tôi luyện, là bền chống lại sự ăn mòn hoặc trầy xước bề mặt do các đối tượng làm mài mòn như là dây điều.

Ví dụ 3: Ứng dụng cho các trường hợp đặc biệt: vượt sông và khoảng cách siêu dài, các vùng nhiều tuyết hoặc vùng có sự ăn mòn cao

Các ứng dụng vượt sông hoặc khoảng cách siêu dài hoặc các vùng nhiều tuyết có nhu cầu đối với các dây dẫn nhỏ gọn tương tự có độ bền và modun cao. Nếu dự án truyền tải giới hạn độ chùng do nhiệt, một phần hoặc toàn bộ điểm gối nhiệt là mong muốn. Nếu khoảng cách chùng của đường truyền được sinh ra do tải trọng tuyết hoặc trọng lượng của dây dẫn, người ta mong muốn sử dụng (các) phần chịu tải composit gia cố sợi có trọng lượng nhẹ và độ bền cao, và 1) có thể cũng được làm từ một số hoặc hầu hết từ hợp kim nhôm (chẳng hạn như là hợp kim nhôm zirconin, 6201-T81) hoặc đồng và các hợp kim của đồng trong việc mang tải để giảm tối thiểu độ chùng (với sự nén ép ít trong điểm gối nhiệt dây dẫn, tức là, các lớp bổ sung của vật liệu dẫn điện (ngoài lớp bọc được căng trước với phần chịu tải) không phải xử lý căng trước thêm vào) hoặc 2) để căng trước dây dẫn đủ mà xấp xỉ tải trọng tuyết thiết kế chẳng hạn như có thể lắp đặt dây dẫn với lực căng cao với khoảng cách tối đa mà không quá tải cho cột. Điều này đòi hỏi các phần chịu tải được kéo dài ít nhất là 0,1%, tốt hơn là ít nhất là 0,25% hoặc thậm chí ít nhất là 0,35%. Điều này là quan trọng khi giao động gió thường rất quan trọng trong các ứng dụng khoảng cách dài và có dây dẫn với điểm gối nhiệt được nén ép đáng kể (ví dụ, sự giảm điểm gối nhiệt lớn hơn 30°C) giảm điểm gối nhiệt dưới nhiệt độ thông thường khi giao động gió xảy ra thường xuyên nhất vào mùa đông, sẽ tự giảm chấn tối đa trong các dây dẫn sợi bền. Sự tác động của tự nhiên và hình dạng ngoài tron chẳng hạn như là lớp dẫn điện bề mặt đồng tâm kín sẽ giảm tối thiểu tích tụ tuyết và về cơ bản giảm tải trọng do gió. Nếu dây dẫn có kích thước đủ lớn mà lớp dẫn điện được bền bổ sung là cần thiết trên bề mặt bên ngoài, cấu hình sợi bền chẳng hạn như là Z, TW, C và S được ưu tiên do chúng làm giảm tải trọng do gió. Việc phát hiện sự cố dây dẫn và thời gian giám sát tình trạng chùng chính xác của dây dẫn, nhiệt độ dây dẫn và sức căng dây dẫn trên các khoảng cách truyền tải cần thiết có thể được hoàn thành tốt hơn bằng cách kết hợp với một hoặc nhiều sợi quang trong mặt phân cách nằm giữa phần chịu tải và lớp bọc thứ nhất (tốt hơn là sợi quang không bị căng để giữ tuổi thọ của sợi quang cảm biến). Các sợi quang cảm biến được phân bố này có thể được đưa vào giữa lớp các lớp dẫn điện hoặc bên trong chính lớp dẫn điện

và chính các phần chịu tải, như được minh họa trong các Fig.6A đến Fig.6N.

Dây dẫn theo sáng chế đặc biệt thích hợp cho các vùng xảy ra sự ăn mòn và/hoặc xói mòn. Với bề mặt dây dẫn đóng kín hoàn toàn, không có con đường nào để các chất ô nhiễm hoặc các hạt cát hoặc các hạt mài mòn chui vào bên trong dây dẫn, mà thường xảy ra đối với dây dẫn thông thường tại nơi có khoảng cách giữa các sợi bên tạo ra đường dẫn, dẫn đến sự ăn mòn bên trong dây dẫn. Đối với các phần chịu tải có bản chất kim loại, vật liệu dẫn điện được bọc che chắn hoàn toàn nó khỏi sự tiếp xúc với môi trường và không bị ăn mòn. Tốt hơn là dây dẫn theo sáng chế phù hợp cho các vùng ô nhiễm nặng hoặc gần vùng biển hoặc trong môi trường sa mạc thường xuyên có bão cát. Những dây dẫn như vậy không cần thiết phải có lớp bọc để xử lý sự nén ép.

Khi ứng dụng dây dẫn không nhảy với điểm gối nhiệt của dây dẫn, nhưng nó đòi hỏi tính tương thích với các phần cứng có chi phí thấp và dễ dàng lắp đặt và sửa chữa, bước căng trước trong quá trình xử lý dây dẫn là không cần thiết, nhưng tùy ý hoặc ưu tiên do các ứng dụng xuất phát bởi tải trọng tuyết hoặc trọng lượng dây dẫn thường sử dụng các hợp kim nhôm mà về cơ bản làm tăng điểm gối nhiệt. Việc giảm điểm gối nhiệt một cách thích hợp xuống dưới điều kiện bình thường hằng ngày giúp cho việc kiểm soát giao động gió cũng như sự giảm nhiệt nếu yêu cầu hiệu suất cao để xử lý các tình trạng khẩn cấp N-1 hoặc N-2, trong khi đồng thời, điểm gối không giảm đáng kể (tức là, bên trên nhiệt độ khi tình huống cực kỳ nhiều tuyết xảy ra) sao cho khi tuyết cực kỳ nhiều tác động vào, dây dẫn có hợp kim nhôm phân phối tải trọng mang và kiểm soát độ chùng tải trọng tuyết khi cần thiết.

Ví dụ 4: Áp dụng cho các ứng dụng phân phối và OPGW

Các đường dây phân phối điện không liên quan đến sự phóng điện khi chúng hoạt động dưới điện áp 110kV. Có thể là dây dẫn trần hoặc được bọc cách điện. Cường độ dòng điện thông thường trong các dây dẫn phân phối là lớn hơn nhiều (2-4 lần dây dẫn truyền tải), và sự hao hụt đường truyền và hiệu quả năng lượng sẽ rất xác đáng và quan trọng. Chi phí cho dây dẫn và phụ kiện cũng như lắp là đặt quan trọng đối với đường dây phân phối. Thông thường hiệu suất giới hạn trong các đường dây phân phối, tại đó các trường hợp khẩn cấp N-1 hoặc N-2 sẽ đòi hỏi hiệu suất dây dẫn cao hơn khi cần thiết. Đối với mạch AC ở 60 Hz, độ sâu của hiệu ứng bề mặt đối với

dây dẫn nhôm là 16,9 mm và 8,5 mm cho các dây dẫn đồng. Dây dẫn theo sáng chế sử dụng (các) phần chịu tải được bọc thích hợp lý tương trong mạng lưới phân phối: a) nó đặc với hệ số nạp đạt đến 100%, giảm tối thiểu điện trở và hao hụt đường truyền trong khi tăng tối đa hiệu suất đường truyền. Với điểm gói nhiệt dây dẫn được giảm đáng kể là kết quả của (các) phần chịu tải căng trước, hầu như không có độ chùng do nhiệt với các phần chịu tải composit sợi cacbon, và sự giảm nhiệt cũng dễ dàng xử lý ngay cả khi với (các) phần chịu tải thép trong xây dựng dây dẫn. Bán kính tương đối nhỏ của dây dẫn phân phối đặc tạo điều kiện cho việc cuộn dây dẫn vào ống dây một cách đơn giản, nhưng vẫn đủ lớn để bảo vệ chống lại các hư tổn cho phần chịu tải trong dây dẫn do việc xử lý không đúng cách, đặc biệt là khi uốn thành góc nhọn. Các dây dẫn sợi bền sử dụng (các) phần chịu tải composit nhỏ có có bán kính uốn cong lớn, tuy nhiên, nó dễ dàng bị hư tổn do các sự cố uốn thành góc nhọn tại đó phần chịu tải composit có thể phải chịu bán kính cực kỳ nhỏ ở điểm uốn nhọn, gây nên áp lực nén ép quanh trục quá mức và phá hỏng sự xoắn của sợi. Để cải thiện khả năng chịu nén ép trong phần chịu tải, ngoài ta có thể xem xét việc sử dụng nền polyme cứng dẫn xuất từ siloxan hoặc nền gốm, hoặc bao gồm các chất độn có độ cứng cao chẳng hạn như là các vật liệu thủy tinh hoặc gốm bao gồm thủy tinh rỗng hoặc bột gốm có khả năng chịu nén ép cao. Theo một phương án, pha nền phần chịu tải có thể bao gồm các chất độn hữu cơ hoặc vô cơ, bao gồm các chất độn nano. Đối với các dây dẫn phân phối theo sáng chế, đặc biệt là các dây dẫn này sử dụng (các) phần chịu tải cacbon tổng hợp, sự căng trước và duy trì áp lực căng trong phần chịu tải làm giảm bớt sự nén ép lớn quanh trục mà dẫn đến xoắn sợi. Lớp dẫn điện bao bọc cũng loại bỏ khả năng phần chịu tải composit chịu sự uốn thành góc cực kỳ nhọn bên trong dây dẫn dẫn đến tải trọng nén ép lớn quanh trục. Hơn nữa, có thể phát hiện việc xử lý không đúng cách dây dẫn chẳng hạn như là việc uốn thành góc nhọn, bằng cách kiểm tra sự cố trên kim loại bọc khi dễ dàng quan sát sự biến dạng hoàn toàn trên mặt căng và các khe trên mặt nén ép. Sáng chế này cũng loại bỏ các nguy cơ tháo xoắn khi không cần thiết đối với các sợi bền tách biệt, và bảo vệ phần chịu tải khỏi hơi ẩm, tia UV, oxi xâm nhập mà tất cả các yếu tố này có thể ảnh hưởng đến tuổi thọ của dây dẫn. Với dây dẫn được bọc, nó dễ dàng tương thích với phụ kiện hiện có và thực tiễn nén ép thông thường tại các đầu hoặc đầu nối. Cấu trúc đặc trong dây dẫn cũng làm cho nó thích hợp cho các đầu cố định hoặc đầu nối với đầu nối MaClean và các phụ kiện đầu cuối giá thành thấp bằng cách chèn

dễ dàng dây dẫn hoặc phụ kiện xoắn ốc đơn giản từ PLP hoặc tương tự (tức là, dây dẫn điện với phần chịu tải chịu lực căng trước) để hoàn thành bước nối, mà cho quá trình sửa chữa hiệu quả và hiệu quả kinh tế. Ngoài ra, dây dẫn theo sáng chế có thể được bền bằng cách áp dụng các dây được tạo sẵn bởi các công ty như là PLP để triển khai hiệu quả về chi phí. Đầu nối sử dụng thiết bị nối DMC có thể còn thích hợp khi dây dẫn theo sáng chế có tính đồng nhất và khả năng chịu nén ép đủ tương thích với kẹp nối DMC. Đối với các dây dẫn phân phối cách điện, lớp cách điện thông thường có thể dễ dàng được áp dụng, và các lựa chọn vật liệu cách điện bao gồm nhưng không giới hạn ở polyetylen, polyetylen liên kết ngang, PVC, Teflon, và các vật liệu nền silic. Để hoạt động ở nhiệt độ cao tốt trên 100°C với dây dẫn cách điện, vật liệu silic chẳng hạn như là hóa học nền silic có thể được ưu tiên. Vật liệu nền silic thường được sử dụng như là vật liệu phân cách, với sự cách điện cao và chống chịu UV. Có thể điều chỉnh sự mềm dẻo của các vật liệu silic bằng cách kết hợp với các chất dẻo hữu cơ và vô cơ. Ngoài ra, có thể kéo ép hoặc ép đùn hoặc nén ép vào vỏ cách điện xung quanh dây dẫn bằng cách sử dụng các sợi liên tục hoặc không liên tục chẳng hạn như là sợi thủy tinh hoặc bazan để đạt được điện trở vừa đủ cũng như độ bền chống lại va chạm giữa các dây dẫn được định pha.

Ngoài ra, chi phí thấp, chống lại việc xử lý không đúng cách cũng như hiệu suất cao (ở nhiệt độ thông thường và nhiệt độ cao), dây dẫn theo sáng chế (ví dụ, Al-mới) có hiệu suất năng lượng tốt nhất. Ví dụ, trong dây dẫn phân phối dưới đây trong bảng 2, dây dẫn theo sáng chế có đường kính bên ngoài tương tự như các loại dây dẫn khác. Dây dẫn theo sáng chế này có độ bền cao và điện trở thấp. Nó vận hành mát hơn giữa các lựa chọn phân phối với hiệu suất cao nhất (gần như gấp đôi hiệu suất của AAAC), và hao hụt đường truyền thấp nhất. Giả sử tổng giá bán buôn điện là 100\$/MW giờ, dây dẫn theo sáng chế giảm được hơn 10% chi phí so với dây dẫn ACCC có kích thước tương đương, giảm được hơn 25% chi phí so với dây dẫn AAAC có kích thước tương đương. Hằng năm, dây dẫn theo sáng chế tiết kiệm khoảng 1,85\$/m so với dây dẫn ACCC có kích thước tương đương và giá trị tiết kiệm thêm vào là 6,8\$/m do hao hụt đường truyền khi so sánh với dây dẫn AAAC có kích thước tương đương. Đối với các vùng nhiều tuyết (ví dụ, 30 mm tuyết) mà dây dẫn còn được kéo dài với khoảng cách dài hơn (ví dụ, 200 m), dây dẫn theo sáng chế (tức là, AlZr-mới) có sự lựa chọn hợp kim nhôm cũng giảm tối thiểu chùng đường dây tốt nhất. Chi phí thấp, hiệu suất

cao, dây dẫn phân phối năng lượng hiệu quả cao được bộc lộ theo sáng chế còn xác định chính xác vấn đề gây mất điện do sự cố chiếu sáng so với các dây dẫn phân phối thông thường (thường không bảo vệ dây tiếp đất), khi tia chớp đánh vào dây dẫn mới sẽ dẫn đến sự đứt đoạn và cúp điện.

Bảng II: So sánh kích thước dây dẫn tương đương của dây dẫn phân phối

	ACCC	ACSR	AAAC	Nhôm-mới	AlZr-mới
Diện tích nhôm (mm ²)	123	105	119	134	134
OD (mm)	14,35	14,16	13,95	13,95	14,35
Tỉ lệ độ bền kéo căng, RTS (KN)	67	36	31	68	81
Điện trở AC (@25°C)	0,2335	0,2748	0,2748	0,21466	0,22638
Công suất A (nhiệt độ °C)	742 (200)	446 (90)	439 (90)	776 (200)	771 (200)
Nhiệt độ °C @ 400A	69	77	79	65	67
Hao hụt đường truyền (Mwhr/km @ 400A, 110kV, 70% tải trọng)	1201	1452	1496	1090	1137
Lợi nhuận tiết kiệm do hao hụt đường truyền (\$/tháng/năm,	Cơ bản	-\$4,19	-\$4,93	-\$1.85	-\$1.06

giả sử @100/MW giờ)					
Độ chùng thiết kế (30mm tuyết, khoảng cách 200m, sự kéo căng @ 15% RTS và 21C)	8 m	8,63 m	7,85 m	8,05 m	6,71 m
Độ chùng thiết kế (10 mm tuyết, khoảng cách 100 m, sự kéo căng @ 15% RTS và 21C)	1,12m Tuyết	2,2 m (90 C)	2,32 m (90 C)	1,13 m Tuyết	1,17 Tuyết

Các đường dây phân phối còn được xem xét để phân phối từ sợi đến nhà. Sử dụng dây dẫn lõi rỗng (được căng trước) và lõi được làm bằng cáp sợi truyền quang không được căng trước, ưu điểm rẻ hơn nhiều để tạo điều kiện cho chiến lược “sợi vào nhà”. Đối với các ứng dụng OPGW nơi mà dây pha theo sáng chế hầu như sẽ không có độ chùng thêm vào, sản phẩm theo sáng chế sử dụng phần chịu tải bọc rỗng rất được kỳ vọng khi nó còn giải quyết các vấn đề độ chùng không đều từ dây tiếp đất với dây pha nếu các dây pha là loại khác của (các) phần chịu tải. Các sợi quang hoặc cáp quang bên trong lõi rỗng có thể được sử dụng để giám sát liên tục nhiệt độ, tải trọng, dòng điện, lực căng hoặc ngoài ra các sợi quang thường được sử dụng cho truyền thông quang học chính (bởi các công ty viễn thông).

Ví dụ 5: Áp dụng cho hệ thống tàu cao tốc

Các dây tiếp xúc (tức là, dây tiếp nối) trong các tàu cao tốc được giữ ở lực căng

cơ học do máy truyền tải điện gây ra các giao động cơ học trong dây và sóng phải được truyền nhanh hơn tàu để tránh việc sinh ra sóng dừng mà gây ra sự đứt đoạn. Việc căng dây cho sự truyền sóng nhanh hơn do vận tốc của tàu bị giới hạn bởi căn bậc hai của lực căng trên tỉ lệ trọng lượng trong dây tiếp xúc. Điều này đòi hỏi dây đồng chịu lực cao có tính dẫn điện thấp (hợp kim đồng magie 0,5% Mg) hoặc môi trường không ổn định (hợp kim đồng cadimi). Đối với hệ thống tàu vận tốc cao hoặc trung bình, cơ chế duy trì lực căng dây rất thấp được triển khai để duy trì độ thẳng của dây tiếp xúc dọc theo đường ray cao tốc. Khi nhiệt độ môi trường thay đổi, cả dây chịu tải và dây tiếp xúc dẫn nở hoặc co lại cho phù hợp, dẫn đến độ chùng không mong muốn. Các thay đổi kích thước này trong dây chịu tải và dây tiếp xúc thường là vấn đề cho việc thực hiện và duy trì tốc độ cao của tàu, đòi hỏi sự bảo trì và điều chỉnh thường xuyên và tốn kém. Các dây thường được căng trước bởi trọng lượng hoặc thỉnh thoảng là bởi thiết bị kéo căng thủy lực để đảm bảo rằng lực căng và độ chùng dây hầu như không phụ thuộc và nhiệt độ. Lực căng thường nằm trong khoảng từ 9 đến 20KN trên mỗi dây. Trong trường hợp trọng lượng được sử dụng, chúng trượt lên và xuống trên sợi hoặc ống gắn vào cột, để ngăn chúng không bị lắc lư. Cơ chế căng ổn định này không những rất tốn kém để duy trì và mà còn rất tốn kém để nâng cấp nếu vận tốc của tàu cần được tăng lên.

Sáng chế này hoàn toàn phù hợp với các ứng dụng đường ray cao tốc mà sự chùng do sự giãn nở nhiệt của dây chịu tải và dây tiếp xúc làm từ đồng hoặc hợp kim của đồng phải được kiểm soát chặt chẽ. Bằng cách bao bọc đồng hoặc hợp kim của đồng xung quanh (các) phần chịu tải gia cố sợi cacbon thông qua (các) máy định hình như được mô tả trong sáng chế, người ta có thể tạo ra dây chịu tải và dây tiếp xúc hầu như không bị tác động do các thay đổi của nhiệt độ môi trường. Nếu dòng A/C được sử dụng, độ sâu của hiệu ứng bề mặt trong đồng khoảng 13,2 mm ở 25 Hz. Dây dẫn có phần chịu tải bọc bên lớp đồng đơn phù hợp cho hầu hết các ứng dụng. Đối với các dây dẫn về cơ bản yêu cầu nhiều phần diện tích tiếp xúc, người ta có thể xem xét việc sử dụng nhiều lớp đồng hoặc hợp kim của đồng hoặc lớp bên ngoài được bọc theo dạng sợi Z, TW, tròn, S hoặc C cho độ đặc để giảm tải trọng tuyết hoặc gió cũng như tăng tối đa tính dẫn điện và giảm tối thiểu điện trở. Mỗi lớp đồng hoặc dây đồng nên được xử lý bằng vật liệu điện môi để điều tiết hiệu ứng bề mặt trong dây dẫn nếu cần thiết. (Các) phần chịu tải bọc kín được căng trước sao cho điểm gồi nhiệt thấp hơn nhiệt độ

hoạt động thấp nhất đối với dịch vụ tàu, do đó các dây chịu tải và dây tiếp xúc duy trì độ bền và độ chùng không đổi do chúng không bị tác động bởi nhiệt độ môi trường. Không giống các dây dẫn Gap mà có thể đạt được độ chùng nhiệt thấp nhưng không thể sửa chữa được, các dây chịu tải và dây tiếp xúc bọc kín bằng vật liệu composit sợi cacbon có thể dễ dàng sửa chữa do lõi và lớp đồng là phần không thể tách rời của dây dẫn. (Các) phần chịu tải composit giãn nở nhiệt thấp hạn chế sự co rút (không giống thiết kết dây dẫn Gap) bởi đồng hoặc lớp hợp kim của đồng bọc kín khi xảy ra sự cố dây dẫn, và có thể dễ dàng sửa chữa dây dẫn ngay tại chỗ.

Dây chịu tải đồng được làm từ lõi composit sợi cacbon bọc kín có điểm gỏi nhiệt giảm đáng kể, có thể loại bỏ yêu cầu trong lượng hoặc thiết bị kéo căng thủy lực. Ví dụ, lực 25 KN sẽ đủ để nén ép điểm gỏi nhiệt xuống dưới -25°C đối với dây chịu tải có OD là 14,8 mm và lõi cacbon tổng hợp tại 9,0 mm. Dây tiếp xúc được làm từ phần chịu tải cacbon tổng hợp có thể cho phép vận tốc cao hơn nhiều (tức là, hằng số đường dây cao). Ví dụ, dây tiếp xúc gồm 30% lõi cacbon tổng hợp (khả năng chịu lực 2400 MPa, và mật độ là 1,9 g/cc) và 70% đồng tôi luyện (khả năng chịu lực là 210 MPa và mật độ là 8,96 g/cc) có khả năng chịu lực là 867 MPa với mật độ là 6,84, tỉ lệ khả năng chịu lực trên mật độ là 137, cao hơn trên 100% tỉ lệ khả năng chịu lực trên mật độ đối với các hợp kim magie đồng (0,5%) tại 60. Điều có thể còn được cải thiện bằng cách kết hợp vi hợp kim đồng (La Farga, 99,8% đồng, tính dẫn điện ICAS 99%, khả năng chịu lực 480 MPa, mật độ 8,96 g/cc), và lõi cacbon tổng hợp bằng cách sử dụng cacbon tổng hợp (3500 MPa và mật độ 1,76 g/cc) bằng cách sử dụng sợi cacbon từ Toray (T1100 với modun 45 msi và khả năng chịu lực lớn hơn 1000 ksi). Tỉ lệ khả năng chịu lực trên mật độ có thể đạt tới 204 đối với dây tiếp xúc có 30% lõi cacbon tổng hợp (khả năng chịu lực 1386 MPa và mật độ 6,8 g/cc), làm cho nó có thể đạt được vận tốc cao hơn mà không thể có với công nghệ hiện tại. Sáng chế cũng cho phép việc xem xét phần chịu tải bọc kín nhôm hoặc hợp kim của nhôm có CTE thấp, chẳng hạn như là các phần chịu tải được làm bởi CTC Global, Nexans, hoặc Southwire hoặc các biến thể của chúng, đối với các ứng dụng dây truyền tải và dây tiếp xúc. Ví dụ, tỉ lệ khả năng chịu lực trên trọng lượng trong dây hỗn hợp sử dụng 70% nhôm tôi luyện (khả năng chịu lực là 60 MPa, mật độ là 2,7 g/cc) và 30% vật liệu composit sợi cacbon (khả năng chịu lực là 3500 MPa, mật độ là 1,76 g/cc) là trên 400. Để có được hiệu suất tốt hơn về sự mài mòn, sự ăn mòn và điện trở tiếp xúc, người ta có thể xem xét

phủ lớp đồng lên trên nhôm hoặc hợp kim của nhôm, ví dụ, thông qua lớp phủ mạ điện hoặc plasma hoặc các phương thức khác. Lớp đồng có độ dày đủ, nếu cần thiết, có thể được bổ sung bằng cách sử dụng máy định hình được mô tả theo sáng chế. Ngoài ra, các dây chịu tải và dây tiếp xúc có thể được làm bằng cách sử dụng thép Invar như là (các) phần chịu tải và đồng hoặc các hợp kim của đồng (hoặc nhôm và các hợp kim của nhôm hoặc nhôm bọc đồng) với vật liệu dẫn điện bị nén ép hoặc không chịu lực căng trong khi phần chịu tải chịu lực căng, để tận dụng hệ số giãn nở nhiệt thấp của vật liệu Invar. Người ta cũng có thể chèn các sợi gia cố CTE thấp chẳng hạn như là các sợi cacbon hoặc thép Invar trong trạng thái căng trước, trực tiếp vào trong các vật liệu dẫn điện chẳng hạn như là đồng, nhôm hoặc các hợp kim của chúng hoặc các hỗn hợp của chúng hoặc các vật liệu dẫn điện tương tự khác, với các vật liệu dẫn điện kết quả bị nén ép hoặc không chịu lực căng trong khi các sợi hoặc dây gia cố chịu lực căng. Hệ số giãn nở nhiệt giảm và độ cứng của dây dẫn cao hơn, cùng với sự giảm điểm gổn nhiệt làm cho nó dễ dàng kiểm soát sự thay đổi độ chùng do các thay đổi nhiệt độ môi trường và/hoặc sự cố do tuyết hoặc gió. Điều đáng quan tâm là hệ thống dây chịu tải và dây tiếp xúc chi phí thấp bằng cách sử dụng lõi nhôm hoặc cacbon tổng hợp với CTE thấp được sử dụng rộng rãi thay thế cho hệ thống dòng dây đồng trong tất cả tàu điện hoặc các phương tiện chạy bằng đường ray khác. Cần phải hiểu rằng các phần chịu tải composit bọc kín có thể được thực hiện với sự gia cố sợi cacbon khi các đầu tiếp xúc được bọc kín thích hợp khỏi sự xâm nhập hơi ẩm. Điều này mang lại lợi ích tối đa về giảm thiểu trọng lượng, tăng độ bền và độ cứng, giảm hệ số giãn nở nhiệt. Theo một phương án, dây dẫn điện kết quả có tỉ lệ khả năng chịu lực trên mật độ ít nhất là 70 MPa/g/cc, chẳng hạn như là ít nhất là 150 MPa/g/cc, hoặc thậm chí ít nhất là 180 MPa/g/cc. Theo một số phương án, phần chịu tải trong dây dẫn có khả năng chịu lực ít nhất là khoảng 2000 MPa, chẳng hạn như ít nhất là 3000 MPa, thậm chí ít nhất là 3600 MPa, hệ số giãn nở nhiệt tốt đa là $12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, chẳng hạn như là $6 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, hoặc thậm chí tốt đa là $1 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$.

Ngoài ra, đối với đồng chịu sự nén ép và không bị tác động lớn bởi sự mỏi lực căng, dây tiếp xúc và dây chịu tải đồng bọc kín nên thể hiện thời gian chịu mỏi ngoài lệ khi lõi cacbon tổng hợp là một trong số các vật liệu tốt nhất có khả năng chịu mỏi. Ngoài ra, có thể dễ dàng sửa chữa dây dẫn lõi composit bọc đồng (không có khả năng của sự co lại và sự co rút, có thể xảy ra bên trong dây dẫn Gap đồng được làm từ vật

liệu tương tự). Hơn nữa, phân cứng thông thường được sử dụng cho các dây dẫn đồng có thể được áp dụng cho sáng chế này (ví dụ, dây dẫn đồng có các phần chịu tải cacbon tổng hợp bọc kín với điểm gối nhiệt được triệt giảm), giảm chi phí hệ thống. Việc lắp đặt dây dẫn cũng trở nên khá thẳng về phía trước, không giống dây dẫn Gap đồng sử dụng các vật liệu cacbon tổng hợp, mà có thể cần đến mỡ bôi trơn bên trong dây dẫn và việc lắp đặt rất tốn thời gian và lực căng rất cao trong thực tế. Giải pháp dây dẫn lõi cacbon tổng hợp bọc kín đồng với việc xử lý căng trước là lý tưởng đối với ứng dụng đường ray cao tốc khi cả dây chịu tải và dây tiếp xúc có độ chùng không bị tác động bởi sự thay đổi nhiệt độ môi trường, sự lắp đặt dây dẫn và sửa chữa đơn giản và hiệu quả kinh tế, và thời gian chịu mỗi là rất cao và tỉ lệ lực căng trên mật độ có thể tốt hơn 200% so với các lựa chọn tốt nhất hiện tại (hợp kim magie đồng) tạo điều kiện thuận lợi cho vận tốc tàu cao hơn. Giải pháp này theo sáng chế nên tập trung đối với cả công trình đường ray tàu cao tốc mới cũng như tái dẫn đường ray tàu cao tốc. Cần phải hiểu rằng đồng và hợp kim của đồng tròn có thể còn được sử dụng theo sáng chế tại nơi mà hệ số nạp trong dây dẫn nằm trong khoảng 70%, nhưng lý tưởng là, đồng có mật độ đóng gói xấp xỉ 100% đối với sự hao hụt năng lượng cũng như giảm tối thiểu tải trọng do gió hoặc tuyết đối với các dây tiếp xúc và dây truyền tải.

Trong khi các phương án theo sáng chế đã được mô tả bằng cách sử dụng các thuật ngữ cụ thể, phần mô tả này chỉ nhằm mục đích minh họa, và cần phải hiểu rằng các thay đổi và cải biến theo các phương án khác, bao gồm nhưng không giới hạn ở sự thay thế của các đặc điểm hoặc các phần tương đương và sự đảo ngược của các đặc điểm khác nhau của nó, có thể được thực hiện bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này mà không vượt ra ngoài tinh thần và phạm vi của yêu cầu bảo hộ dưới đây.

Các tài liệu tham khảo

1. CN102103896A Dây dẫn nhôm chịu nhiệt cao dẫn điện tốt và quy trình sản xuất của nó, Haoshi Huang, ngày 12 tháng 6 năm 2011.
2. Ishihara và các cộng sự, Phát triển loại dây dẫn mới có độ chùng thấp tăng hiệu suất T. I EE Nhật Bản, quyển 122-B, số 12, trang 1458-1463, năm 2002.
3. EP 2367247 A1: Phương pháp sắp đặt các đường dây trên cao cho các đường dây trên cao cao áp (lumpi), P Fiers and H Pohlmann, ngày 20 tháng 3 năm 2010.
4. US 6447927 B 1: Composit nền nhôm gia cố sợi C McCullough và các cộng sự, ngày 21 tháng 6 năm 1995.
5. US 7368162 B2: Cáp gia cố lõi composit dây dẫn nhôm và phương pháp sản xuất, C Hiel và G orzienowski, ngày 23 tháng 4 năm 2002.
6. WO 2010089500 A1: Cáp truyền tải điện cao áp, S Barbeau cùng cộng sự, ngày 2 tháng 3 năm 2009.
7. Các đường truyền tải kỹ thuật có các dây dẫn ACCC độ chùng thấp hiệu suất cao, xuất bản lần thứ nhất, năm 2011 (ISBN # 978-0-615-57959-7).
8. X Meng và Y Dai, “Thảo luận về sự bắt đầu kéo dẫn của dây dẫn composit sợi cacbon”, Sợi quang và cáp điện, số 6, năm 2011. trang 8-11.
9. EP1821218 A2: Dây cáp cho các đường dây điện (deAngeli), M Handel, ngày 17 tháng 2 năm 2006.
10. US 7228627 B1: Phương pháp sản xuất dây lõi sợi bện nhôm bọc sắt chịu lực cao cho cáp truyền tải điện ACSR, H Yoshimura, TJ Higham, và HT Jarboe, ngày 16 tháng 12 năm 2005.
11. US 3813772A: Phương pháp tạo các dây trên cao bằng nhôm hỗ trợ thép, H Adams, ngày 30 tháng 6 năm 1970.
12. US 7019217: Sự ghép nối và đầu kết nối dùng cho cáp gia cố lõi composit nhôm, D Bryant, ngày 22 tháng 10 năm 2003.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Dây dẫn điện bao gồm:

phần chịu tải bao gồm một hoặc nhiều sợi được làm từ thép hoặc các vật liệu composit kéo dài dọc theo các sợi được gia cố chịu lực căng ít nhất là 0,05%; và

phần lớp bọc dẫn điện bao gồm ít nhất là một lớp vật liệu dẫn điện bao bọc, trong đó phần lớp bọc dẫn điện có độ dày đủ tối thiểu là 0,5 mm và về cơ bản được căng tự do, cho việc dẫn điện và bảo vệ phần chịu tải khỏi sự hư tổn hoặc sự xuống cấp vật liệu;

và trong đó phần lớp bọc dẫn điện và phần chịu tải được liên kết về mặt cơ học hoặc hóa học để đảm bảo duy trì cơ bản của áp lực dư thừa và trạng thái căng trong các phần tương ứng.

2. Dây dẫn điện theo điểm 1, trong đó phần chịu tải bao gồm các sợi gia cố về cơ bản liên tục, chẳng hạn như là các sợi cacbon hoặc các sợi gốm,

trong đó phần lớp bọc dẫn điện bao gồm:

lớp dẫn điện nhôm, chẳng hạn như là nhôm cứng, các hợp kim của nhôm, hoặc một phần hoặc toàn bộ nhôm tôi luyện; hoặc lớp đồng bao gồm đồng hoặc các hợp kim của đồng hoặc các hợp kim vi đồng; và

trong đó, phần chịu tải được chọn là dạng đặc, hoặc rỗng, phần chịu tải rỗng có thể có chứa sợi quang hoặc cáp quang.

3. Dây dẫn điện theo điểm 1, bao gồm thiết bị giảm chấn có các đặc tính bề mặt nhô ra.

4. Dây dẫn điện theo điểm 1, còn bao gồm một hoặc nhiều sợi quang được lồng vào bên trong mỗi phần chịu tải hoặc tại mặt phân cách giữa các phần chịu tải và lớp kim loại bao bọc hoặc bên trong lớp dẫn điện.

5. Phương pháp sản xuất dây dẫn điện, phương pháp bao gồm các bước:

cung cấp phần chịu tải hoặc nhiều sợi của các phần chịu tải cho thiết bị định hình cho môi trường dẫn điện, và phần chịu tải bao gồm thép hoặc vật liệu compozit kéo dài theo chiều dọc gia cố sợi;

tác dụng lực kéo căng ít nhất là 0,05% vào các phần chịu tải hoặc nhiều sợi của các thành phần chịu tải;

trong đó thiết bị định hình ép thúc các ống và các lớp từ thiết bị định hình, hoặc các máy gấp uốn hoặc ép đùn khác, mà tích hợp đủ lên trên (các) phần chịu tải để bao bọc các lớp dẫn điện xung quanh (các) phần chịu tải và tạo thành dây dẫn điện; trong đó phần lớp bọc dây dẫn điện và phần chịu tải được kết nối với nhau về mặt cơ học hoặc hóa học để đảm bảo duy trì cơ bản của áp lực dư thừa và trạng thái căng trong các phần tương ứng; và

sử dụng quy trình tạo dây cho (các) lớp dây bổ sung của các dây nhôm hoặc đồng hoặc hợp kim xung quanh (các) phần chịu tải bao bọc kim loại để tạo nên dây dẫn điện có diện tích các vật liệu dẫn điện nhiều hơn bao gồm nhôm hoặc đồng; và

cuộn dây dẫn điện vào ống dây.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó bước ép đùn và nung chảy bao gồm việc gia nhiệt bằng ma sát mà nung chảy và làm mềm các vật liệu dẫn điện, và bước bao bọc phần chịu tải bằng lớp vật liệu dẫn điện, và các vật liệu dẫn điện được làm lạnh xuống nhiệt độ không lớn hơn khoảng 100°C dưới 60 giây.

7. Phương pháp theo điểm 5, trong đó phần bề mặt của phần chịu tải cách điện đủ để ngăn chặn hiệu quả sự ăn mòn điện hóa giữa vật liệu bao bọc và phần chịu tải;

trong đó phần chịu tải được ép đùn bằng việc sử dụng nhiều sợi cacbon thô và/hoặc các sợi thủy tinh hoặc cả hai, và quy trình ép đùn được tích hợp trực tiếp vào thiết bị định hình.

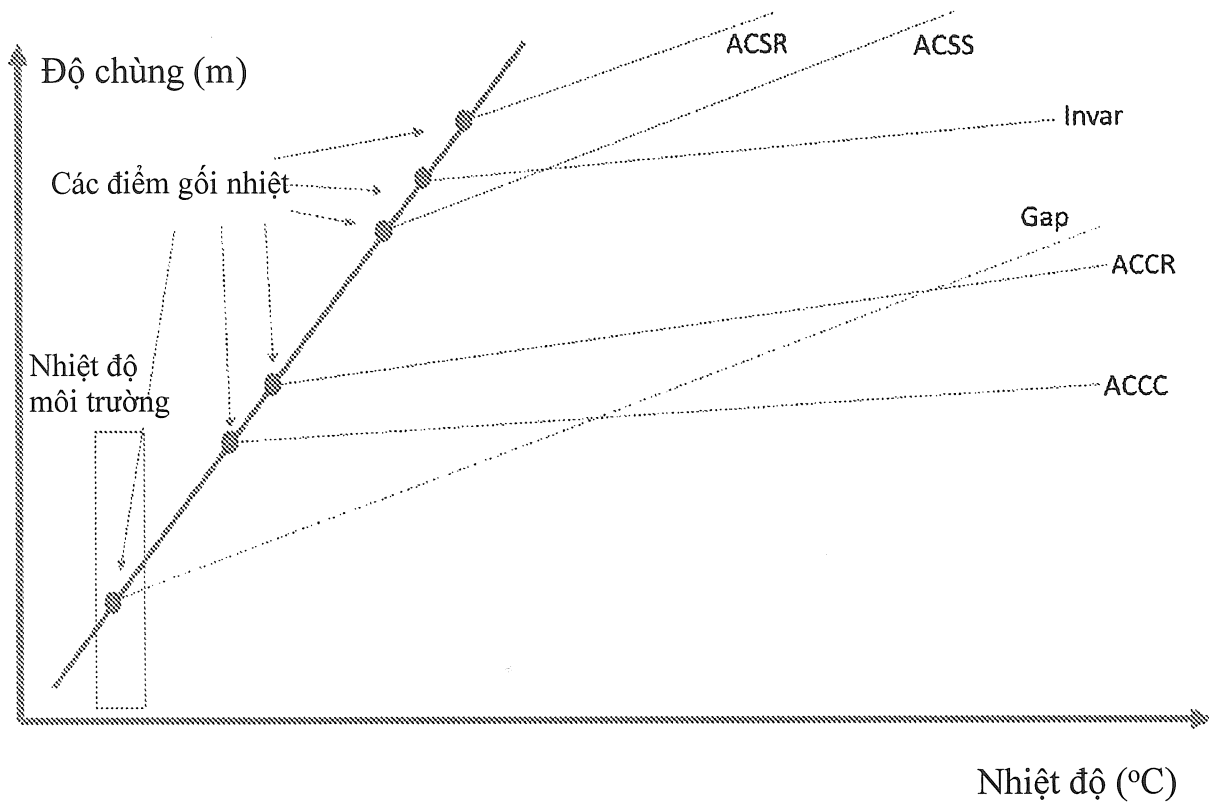


Fig.1

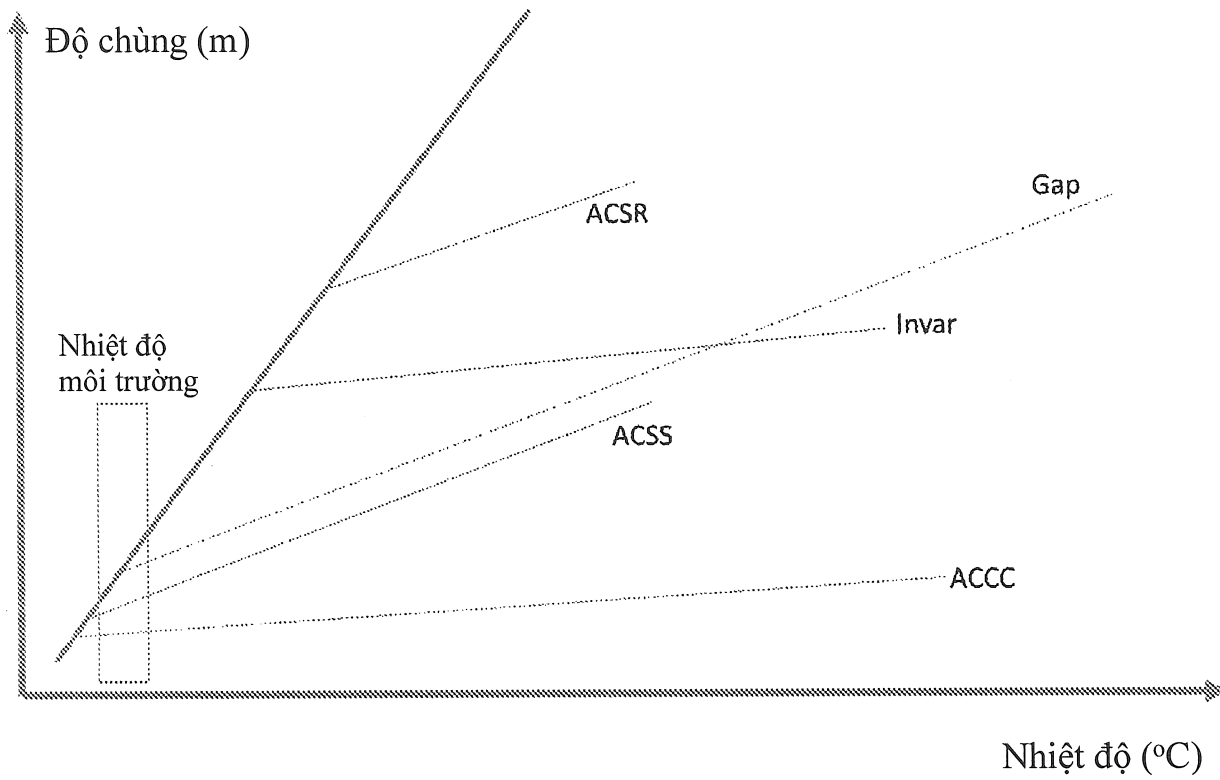


Fig.2

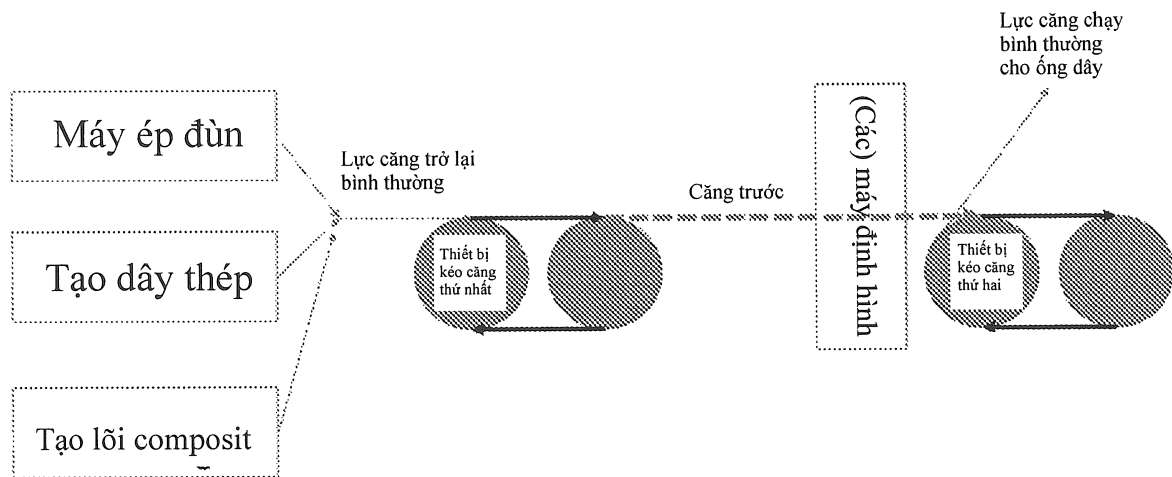


Fig.3

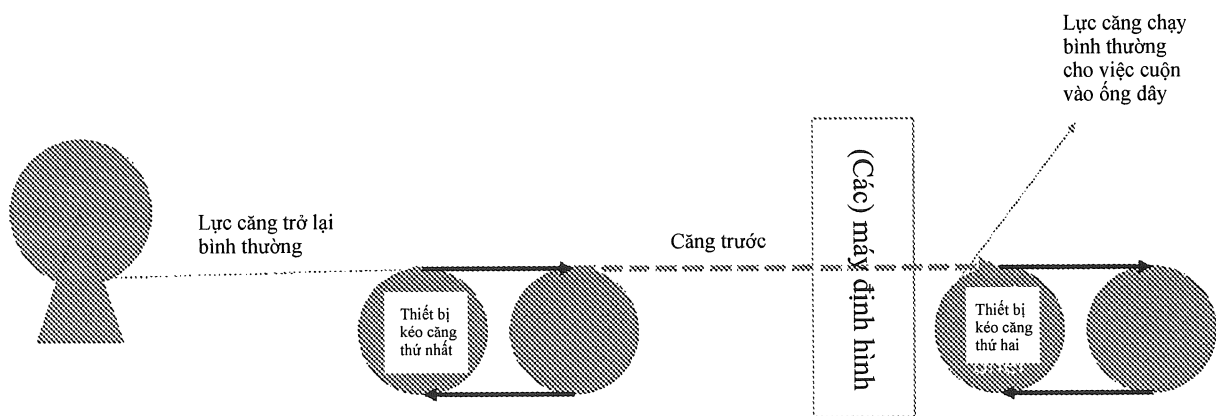


Fig.4

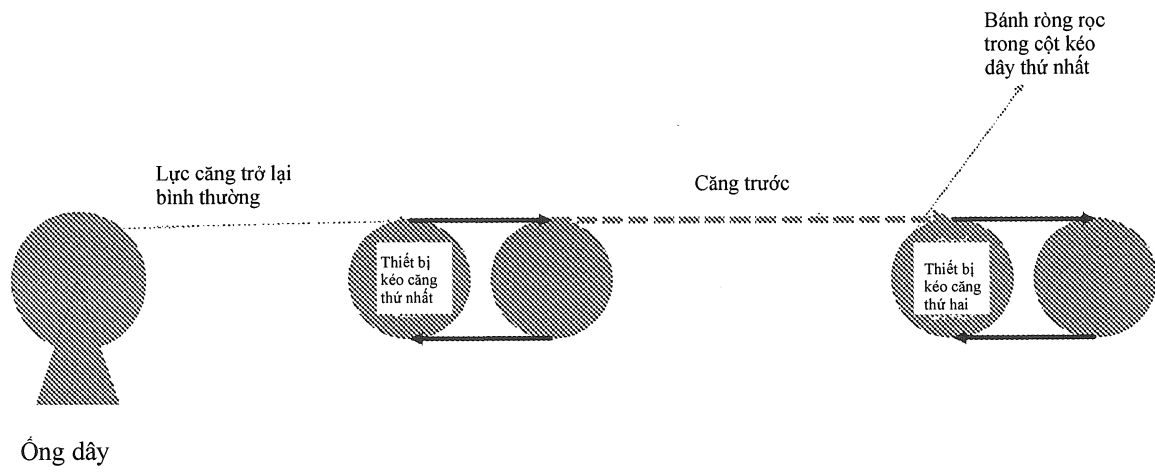


Fig.5

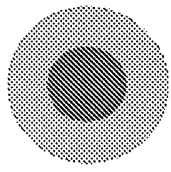


Fig. 6A

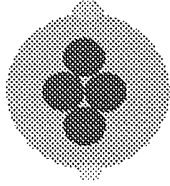


Fig. 6B

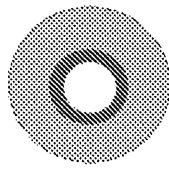


Fig. 6C

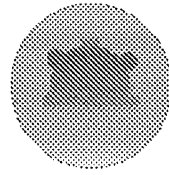


Fig. 6D

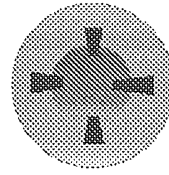


Fig. 6E

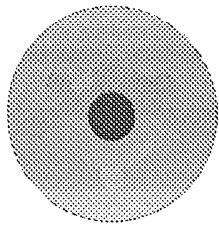


Fig. 6F



Fig. 6G

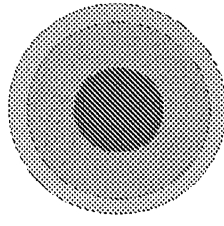


Fig. 6H

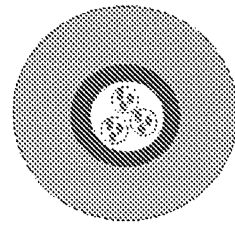


Fig. 6I

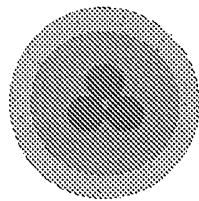


Fig. 6J

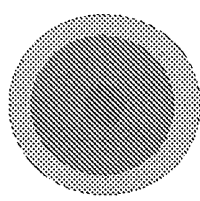


Fig. 6K

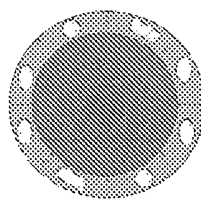


Fig. 6L

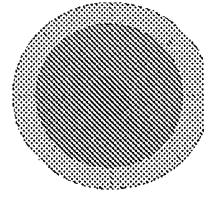


Fig. 6M

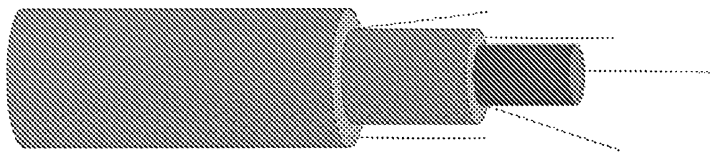


Fig. 6N

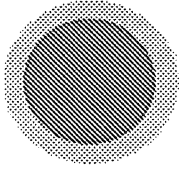


Fig. 7A

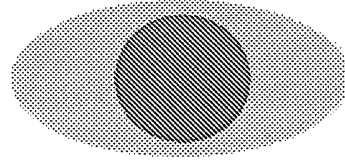


Fig. 7B

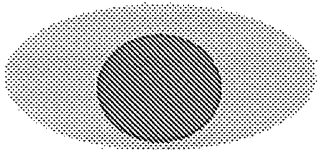


Fig. 7C

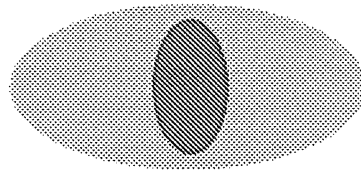


Fig. 7D

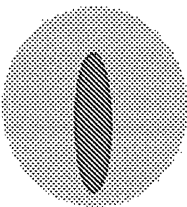


Fig. 7E