

Hà Nội, ngày 31 tháng 12 năm 2015

Kính gửi: Các Công ty điện lực thành viên

Ban Quản lý dự án lưới điện

Ban Quản lý dự án phát triển điện lực

Công ty Lưới điện cao thế miền Bắc

Công ty TNHH MTV Thí nghiệm điện miền Bắc

Qua thống kê theo dõi về tình hình sự cố và phân tích đánh giá nguyên nhân gây ra sự cố trong công tác vận hành lưới điện ở các cấp điện áp của Tổng công ty điện lực miền Bắc (NPC) còn tồn tại một số vấn đề liên quan đến chất lượng của vật tư lắp đặt trên đường dây và các trạm biến áp là dây và cáp điện cùng phụ kiện kèm theo. Các sự cố đã làm gián đoạn cung cấp điện gây ảnh hưởng đến công tác quản lý vận hành của Tổng công ty.

Để khắc phục các tồn tại này NPC đã xây dựng các yêu cầu kỹ thuật lựa chọn dây và cáp điện, trong đó đặc biệt lưu ý đến công tác thí nghiệm kiểm tra bao gồm thí nghiệm xuất xưởng, thí nghiệm mẫu, kiểm tra thử nghiệm nghiệm thu. Tổng Giám đốc NPC yêu cầu các ông Giám đốc các đơn vị thực hiện như sau:

1. Các yêu cầu kỹ thuật NPC ban hành là cơ sở để các đơn vị trong Tổng công ty áp dụng nhằm đưa ra các tiêu chí lựa chọn dây và cáp điện trong hồ sơ mua sắm trong công tác ĐTXD hoặc SCL của NPC và đồng thời thực hiện các thí nghiệm hậu kiểm nhằm kiểm soát được chất lượng của dây và cáp điện trước khi đưa vào lắp đặt, vận hành trên lưới điện (*yêu cầu kỹ thuật, thử nghiệm nghiệm thu của dây và cáp điện theo phụ lục gửi kèm*)

2. Yêu cầu các đơn vị tổ chức thử nghiệm nghiệm thu dây và cáp điện theo đúng yêu cầu kỹ thuật của NPC đã ban hành. Tuyệt đối tuân thủ các bước như sau:

+ **Bước 1:** Thí nghiệm xuất xưởng sẽ do nhà sản xuất thực hiện: yêu cầu khi tiến hành các đơn vị phải cử các cán bộ đáp ứng chuyên môn chứng kiến thí nghiệm.

+ **Bước 2:** Thí nghiệm mẫu.

Đây là bước thử nghiệm phức tạp yêu cầu phải lấy mẫu theo quy định.

Hiện nay bước thí nghiệm này các nhà sản xuất dây và cáp điện thường phối hợp với Trung tâm kỹ thuật 1 (Quatest 1) thuộc Tổng cục tiêu chuẩn đo lường chất lượng thực hiện.

Để nâng cao tính chủ động và kiểm soát được chất lượng chặt chẽ NPC yêu cầu các đơn vị phối hợp với nhà cấp hàng thực hiện bước thí nghiệm này tại Công ty TNHH MTV Thí nghiệm điện miền Bắc (ETC1).

+ **Bước 3:** Thí nghiệm trước khi giao nhận hàng, trước khi lắp đặt.

Bước này sẽ do các Công ty Điện lực, NGC tự thực hiện.

Riêng đối với các dự án của các Ban QLDA thuộc NPC thì bước thí nghiệm này do ETC1 thực hiện luôn cùng với các thí nghiệm ở bước 2.

Lưu ý: Đối với các công trình của khách hàng đấu nối vào lưới điện của NPC, nhằm đảm bảo chất lượng dây và cáp điện đúng các tiêu chuẩn TCVN hiện hành, cần phải kiểm tra các yêu cầu kỹ thuật chính của dây và cáp điện trước khi tiến hành lắp đặt, vận hành. Các đơn vị trao đổi khuyến cáo các chủ đầu tư áp dụng các bước thử nghiệm như quy định này.

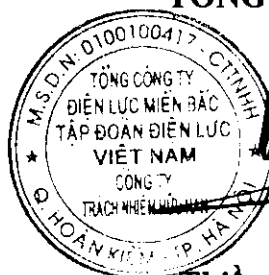
3. Trong quá trình tổ chức thực hiện nếu có vướng mắc, đề nghị liên hệ về NPC (Ban Kỹ thuật, điện thoại: 0913 528 818 và Email: nmanhduc@gmail.com) để tổng hợp báo cáo và điều chỉnh nếu cần.

Tổng công ty yêu cầu các đơn vị nghiêm túc triển khai thực hiện./.

Nơi nhận:

- Như trên;
- Ban TGD (để chỉ đạo);
- B2, B6, B8, B11, B13, B15 (t/h);
- Lưu VT, KT.

TỔNG GIÁM ĐỐC



Thiều Kim Quỳnh

PHỤ LỤC: YÊU CẦU KỸ THUẬT VỀ DÂY VÀ CÁP ĐIỆN

(Kèm theo văn bản số 5539/EVNNPC-KT ngày 31 tháng 12 năm 2015)

Phần I: Yêu cầu chung

1. Hướng dẫn lựa chọn các chủng loại dây và cáp điện cơ bản:

| STT | Mục đích sử dụng | Chủng loại lựa chọn | Ghi chú |
|-----|--|--|--|
| 1 | Đường dây tải điện trên không cấp điện áp 110kV và trung thế | Dây nhôm lõi thép có mỡ chống rỉ | Trường hợp đặc biệt khi các loại dây nhôm lõi thép không đáp ứng được, có thể dùng dây dẫn siêu nhiệt ^(*) , dây hợp kim |
| 2 | Dây bọc trung thế dùng để giảm hành lang lưới điện, giảm sự cố thoáng qua | Dây nhôm lõi thép (không mỡ) bọc cách điện XLPE/HDPE | - Lắp đặt trên sứ cách điện tiêu chuẩn. - Vận hành theo quy trình của dây trần trên không |
| 3 | Cáp trung thế 3 pha chôn ngầm trực tiếp trong đất | Cáp 3 pha lõi đồng, cách điện XLPE, có đai thép bảo vệ cơ học (DSTA) | Có màn chắn đồng |
| 4 | Cáp bọc 3 pha hoặc 1 pha trung thế đi trên không, trên giá đỡ, trong mương cáp | Cáp lõi đồng hoặc nhôm, cách điện XLPE, không cần lớp kim loại bảo vệ cơ học | Có màn chắn kim loại phi từ tính |
| 5 | Cáp vặn xoắn hạ thế | Cáp 3 pha 4 dây lõi nhôm ép chặt, bằng nhau, cách điện XLPE, điện áp 0,6/1kV | Lớp XLPE có hàm lượng cacbon $\geq 2\%$. Có gân nổi phân biệt các pha |

Lưu ý:

- (*) Các loại dây siêu nhiệt có đặc tính chịu quá tải (quá nhiệt) cao mà không bị tăng cao độ võng hay hư hại dây dẫn. Tuy nhiên khi đó tồn thất trên đường dây rất lớn.
- Các loại cáp, dây khác trong bảng trên (như cáp hạ thế tại trạm, cáp myyle, dây nhôm trần, ...) lựa chọn theo các tiêu chuẩn liên quan.
- Tiết diện các sợi dẫn điện lựa chọn theo mật độ dòng kinh tế, có tính đến khả năng hỗ trợ, san tải khi cần thiết.

2. Yêu cầu về kỹ thuật trong hồ sơ mời thầu, mời chào hàng:

Trong quá trình mua sắm dây dẫn và cáp điện, hồ sơ mời thầu, mời chào hàng phải yêu cầu nhà thầu cung cấp các nội dung sau:

- Nhà sản xuất, xuất xứ của dây, cáp điện.
- Tiêu chuẩn chế tạo và thử nghiệm (TCVN, IEC)
- Chứng chỉ quản lý chất lượng ISO9001 đúng ngành nghề sản xuất dây, cáp điện của Nhà sản xuất.
- Bảng thông số kỹ thuật chi tiết từng chủng loại.
- Các biên bản thí nghiệm mẫu nguyên vật liệu để sản xuất.
- Các biên bản thí nghiệm mẫu từng chủng loại dây dẫn, có các chỉ tiêu thử nghiệm theo TCVN và yêu cầu kỹ thuật của hồ sơ.
- Danh mục các máy móc thiết bị phục vụ sản xuất dây và cáp điện của nhà sản xuất.
- Danh mục các máy móc thiết bị thí nghiệm của nhà sản xuất.
- Nhà sản xuất phải có kinh nghiệm về sản xuất dây, cáp điện ít nhất 5 năm.

Trong trường hợp cần thiết, các Công ty Điện lực, Ban QLDA tổ chức kiểm tra năng lực trang thiết bị tại nhà máy sản xuất trước khi ký hợp đồng và trong quá trình thực hiện hợp đồng (Xem bảng VII).

3. Yêu cầu về thử nghiệm, nghiệm thu:

Tất cả các chủng loại dây và cáp điện được trải qua 3 bước kiểm tra thử nghiệm sau đây:

3a-Bước 1: Thử nghiệm xuất xưởng:

Tất cả các dây dẫn, cáp điện đều được thử nghiệm xuất xưởng tại nơi sản xuất. Các chỉ tiêu theo tiêu chuẩn chế tạo (Chi tiết xem Phần II).

3b-Bước 2: Thử nghiệm mẫu đối với hàng hóa trong hợp đồng:

Sau khi bên bán tập kết xong hàng hóa, tiến hành thử nghiệm mẫu như sau:

- Tổ chức lấy mẫu ngẫu nhiên theo nguyên tắc:
 - + Mỗi chủng loại dây, cáp có số lượng lô ≤ 2 lô: lấy ít nhất 01 mẫu.
 - + Đối với chủng loại có số lượng từ 2÷4 lô lấy 02 mẫu, từ 5 lô trở lên lấy 03 mẫu (Hoặc lấy mẫu theo quy định của cơ quan thử nghiệm).
 - + Với chủng loại hàng có số lượng ít (Cáp $\leq 100m$, dây nhôm lõi thép $\leq 300kg$) có thể miễn thử nghiệm mẫu, sử dụng biên bản thử nghiệm mẫu cùng chủng loại của các đơn hàng trước cùng nhà sản xuất.
 - + Lập biên bản lấy mẫu tại hiện trường, ít nhất phải có đủ 3 thành phần tham gia lấy mẫu: Bên mua, bên bán, bên thí nghiệm. Các mẫu được niêm phong và bảo vệ để đảm bảo không bị hư hại hao tổn cho đến khi thí nghiệm.
- Đơn vị thử nghiệm mẫu là cơ quan đo lường chất lượng Nhà nước hoặc đơn vị thí nghiệm có uy tín, được bên mua chấp thuận.

- Các chỉ tiêu về thử nghiệm mẫu căn cứ các TCVN và IEC liên quan từng chủng loại cáp. Một số chỉ tiêu quan trọng được nêu chi tiết trong Phần II đối với từng chủng loại dây và cáp điện.

- Biên bản thử nghiệm mẫu là một phần của hồ sơ nghiệm thu và thanh quyết toán hợp đồng.

3c-Bước 3: Kiểm tra thử nghiệm tại kho, khi giao nhận hàng hóa, trước khi lắp đặt:

- Các Công ty Điện lực trước khi tiến hành nhận hàng hóa từ nhà cung cấp, phải thực hiện kiểm tra thử nghiệm một số các hạng mục cơ bản (Xem chi tiết ở Phần II).

- Tùy theo năng lực của đơn vị mua hàng, khuyến khích thực hiện kiểm tra thêm các hạng mục khác theo các yêu cầu kỹ thuật của hợp đồng.

- Biên bản thử nghiệm ngoài kết quả thí nghiệm phải ghi đầy đủ các thông tin như: Ngày tháng, đơn vị thí nghiệm, tên dự án/hợp đồng, thiết bị dùng để thử nghiệm, người thí nghiệm, ...

- Trường hợp kết quả thử nghiệm không đạt (đã thử nghiệm lặp lại theo tiêu chuẩn), có sự sai khác với hợp đồng hay biên bản thí nghiệm mẫu, đơn vị thí nghiệm cần niêm phong lô hàng liên quan và báo cáo cấp có thẩm quyền để xử lý đúng quy định.

Phần II: Các yêu cầu kỹ thuật đối với dây và cáp điện

I. Dây dẫn trần nhôm lõi thép:

I.1. Yêu cầu kỹ thuật:

- Tiêu chuẩn chế tạo và thử nghiệm: TCVN 5064:1994/SĐ1:1995, TCVN 6483:1999, IEC 61089:1997.

- Tất cả các dây nhôm lõi thép (trần) đều phải điền đầy mỡ trung tính theo nguyên tắc sau:

+ Đối với dây dẫn có 1 lớp nhôm: Điền mỡ trừ bề mặt ngoài của lớp nhôm.

+ Đối với dây dẫn có 2 lớp nhôm trở lên: Điền mỡ toàn bộ trừ lớp nhôm ngoài cùng.

+ Lớp mỡ phải đồng đều, không có chỗ khuyết trong suốt chiều dài dây dẫn, không chứa các chất độc hại cho môi trường.

+ Nhiệt độ chảy giọt của mỡ không dưới 105°C .

Định mức khối lượng mỡ đối với từng loại dây áp dụng theo bảng sau:

| Mặt cắt danh định (mm ²) | Kết cấu dây dẫn | | Khối lượng mỡ (kg/km) |
|--|----------------------|-----------|--------------------------|
| | Số sợi x Đ.kính (mm) | | |
| | Phần nhôm | Phần thép | |
| 35/6,2 | 6 x 2,80 | 1 x 2,80 | 3,6 |

| Mặt cắt danh định (mm ²) | Kết cấu dây dẫn | | Khối lượng mỡ (kg/km) |
|--|----------------------|-----------|--------------------------|
| | Số sợi x Đ.kính (mm) | | |
| | Phần nhôm | Phần thép | |
| 50/8,0 | 6 x 3,20 | 1 x 3,20 | 4,7 |
| 70/11 | 6 x 3,80 | 1 x 3,80 | 6,6 |
| 70/72 | 18 x 2,20 | 19 x 2,20 | 19,2 |
| 95/16 | 6 x 4,50 | 1 x 4,50 | 9,3 |
| 95/141 | 24 x 2,20 | 37 x 2,20 | 30,7 |
| 120/19 | 26 x 2,40 | 7 x 1,85 | 12,5 |
| 120/27 | 30 x 2,20 | 7 x 2,20 | 13,9 |
| 150/24 | 26 x 2,70 | 7 x 2,10 | 15,8 |
| 150/34 | 30 x 2,50 | 7 x 2,50 | 17,9 |
| 185/29 | 26 x 2,98 | 7 x 2,30 | 19,3 |
| 185/43 | 30 x 2,80 | 7 x 2,80 | 22,5 |
| 240/39 | 26 x 3,40 | 7 x 2,65 | 25,1 |
| 240/56 | 30 x 3,20 | 7 x 3,20 | 29,4 |
| 300/48 | 26 x 3,80 | 7 x 2,95 | 31,3 |

Các loại dây khác với trong bảng có thể căn cứ kết cấu lõi thép (số sợi x đường kính) để quy đổi tương đương, nội suy tuyến tính.

- Kiểm tra khối lượng mỡ, độ đồng đều và nhiệt độ chảy giọt của mỡ bảo vệ theo TCVN 2697-78.

- Lô dây dẫn phải được bao gói, ghi nhãn theo TCVN 4766-89.

I.2. Yêu cầu về thử nghiệm:

- Một số chỉ tiêu quan trọng khi thử nghiệm mẫu đối với dây nhôm lõi thép (bước thử nghiệm theo Điểm 3b. Mục 3. Phần I.):

- + Tiết diện các sợi nhôm, thép
- + Độ bám dính và chiều dày lớp mạ kẽm của lõi thép (hàm lượng kẽm)
- + Cơ tính của sợi thép (Độ giãn dài, ứng suất kéo đứt, ứng suất 1% ...).
- + Độ giãn dài của sợi nhôm
- + Số lần bẻ cong sợi nhôm
- + Điện trở 1 chiều ở 20⁰C
- + Bội số bước xoắn từng lớp
- + Khối lượng mỡ/km trong dây dẫn
- + Nhiệt độ chảy giọt của mỡ

- Các hạng mục cần kiểm tra khi giao nhận hàng hóa, trước khi lắp đặt (bước thử nghiệm theo Điểm 3c. Mục 3. Phần I.):

- + Các thông số trên lô quán.
- + Tiết diện các sợi nhôm, thép (Bằng panme, thước kẹp chuyên dùng, ...).
- + Điện trở 1 chiều dây dẫn (Bằng cầu đo).
- + Bội số bước xoắn từng lớp (Đếm bằng mắt).
- + Kiểm tra độ đồng đều và phủ kín của lớp mỡ bảo vệ lõi thép (Tách lớp ~3m và kiểm tra bằng mắt).
- + Kiểm tra độ mới của sợi nhôm, sợi thép (Bằng mắt, yêu cầu sáng đều, không han rỉ).

II. Dây nhôm lõi thép bọc cách điện XLPE/HDPE:

II.1. Yêu cầu kỹ thuật:

- Tiêu chuẩn chế tạo và thử nghiệm: IEC60502, TCVN 5844:1994, TCVN 5935:2013. Phần lõi dẫn điện áp dụng như dây nhôm lõi thép thông thường, không có mỡ và không cần chống thấm dọc.

- Cấu trúc dây bọc các lớp từ trong ra ngoài như sau:

- + Lõi dẫn điện: Dây nhôm lõi thép, sợi thép mạ kẽm;
- + Lớp bán dẫn trong (độ dày $\geq 0,3\text{mm}$);
- + Lớp cách điện XLPE (đùn ép đồng thời với lớp bán dẫn trong). Độ dày tối thiểu 2,5mm cho ĐDK 22kV và 4,3mm cho ĐDK 35kV;
- + Lớp ngoài cùng: Nhựa HDPE, màu đen, hàm lượng cacbon $\geq 2\%$, độ dày tối thiểu 1,8mm cho tất cả các loại dây bọc.

- Trên lớp vỏ bọc bên ngoài phải có ghi liên tục các thông số dưới đây bằng chữ dập nổi hoặc in mực không phai trên bề mặt:

- + Hãng sản xuất
- + Năm sản xuất (ghi 4 chữ số)
- + Tiết diện và chất liệu ruột dẫn
- + Ký hiệu cáp theo từng lớp, có độ dày của lớp XLPE

Ví dụ: AC95/16-XLPE2.5/HDPE

AC120/27-XLPE4.3/HDPE

- + Số đếm đơn vị mét.

- Lô dây bọc phải được bao gói, ghi nhãn theo TCVN 4766-89.

II.2. Yêu cầu về thử nghiệm:

- Một số chỉ tiêu quan trọng khi thử nghiệm mẫu đối với dây bọc XLPE/HDPE (bước thử nghiệm theo Điểm 3b. Mục 3. Phần I.):

- + Tiết diện các sợi nhôm, thép.

- + Bội số bước xoắn của các lớp.
- + Chiều dày lớp mạ kẽm của lõi thép.
- + Cơ tính của sợi thép (Độ giãn dài, ứng suất kéo đứt, ứng suất 1% ...).
- + Điện trở 1 chiều ruột dẫn ở 20°C.
- + Số lần bẻ cong của sợi nhôm.
- + Độ giãn dài của sợi nhôm.
- + Chiều dày và cơ tính của lớp cách điện chính XLPE.
- + Các chỉ tiêu về lão hóa của lớp XLPE và HDPE.
- + Chỉ tiêu thử nghiệm điện áp xoay chiều tần số 50Hz (1 phút):
 - .Đối với dây bọc cho ĐDK 22kV: Điện áp thử nghiệm 20kV
 - .Đối với dây bọc cho ĐDK 35kV: Điện áp thử nghiệm 40kV
- + Hàm lượng cacbon của lớp HDPE.
- + Các chỉ tiêu về cơ tính của lớp HDPE như sau:
 - .Ứng suất kéo đứt trước $\geq 22\text{Mpa}$
 - .Độ giãn dài tương đối trước lão hóa $\geq 400\%$
 - .Độ giãn dài tương đối sau lão hóa $\geq 300\%$
 - .Tỷ trọng tiêu chuẩn: $0,95\text{kg/dm}^3$
- Các hạng mục cần kiểm tra khi giao nhận hàng hóa, trước khi lắp đặt (bước thử nghiệm theo Điểm 3c. Mục 3. Phần I.):
 - + Tiết diện các sợi lõi (Bảng Panme, thước kẹp chuyên dùng, ...)
 - + Chiều dày các lớp cách điện (Bảng thước kẹp)
 - + Điện trở 1 chiều ruột dẫn (Bảng cầu đo, đo 1m và/hoặc cả cuộn)
 - + Cách điện (Megaôm, máy thử cao áp, hoặc tùy điều kiện của ĐV thí nghiệm)
 - + Kiểm tra độ mới của sợi lõi (Bảng mắt, yêu cầu sáng đều, không han rỉ hay lẫn tạp chất)

II.3. Mục đích sử dụng và yêu cầu lắp đặt, vận hành:

- Dùng cho đường tải điện trên không cấp điện áp đến 35kV, cho các khu vực cần giảm hành lang lưới điện theo Nghị định 14/2014/NĐ-CP ngày 26/2/2014 của Chính phủ.
- Hạn chế các sự cố thoát qua.
- Dây bọc này bắt buộc phải lắp trên sứ cách điện đúng cấp điện áp sử dụng. Các phụ kiện là loại phù hợp với dây bọc.
- Khi thiết kế cần tính toán tải trọng dây bọc phù hợp thông số kỹ thuật và khuyến cáo của nhà chế tạo dây bọc. Cho phép tính toán giảm khoảng cách pha-pha (so với dây trần) để tăng khả năng chịu tải của cánh xà và giảm hành lang lưới điện.

- Vận hành đường dây bọc vẫn phải đảm bảo đúng theo các quy trình, quy phạm hiện hành như đối với đường dây trần trên không.

III. Cáp ngầm trung thế (22kV, 35kV):

III.1. Yêu cầu kỹ thuật:

- Tiêu chuẩn chế tạo và thử nghiệm: IEC60502, TCVN 5844:1994, TCVN 5935-1&2:2013.

- Ruột dẫn sợi đồng bện tròn cấp 2 ép chặt theo TCVN 6612:2007, IEC 60228. Ruột cáp ngầm có đặc tính chống thấm dọc.

- Cáp ngầm sử dụng cho lưới điện 6, 10kV dùng loại cáp 22kV

- Cáp ngầm chôn trực tiếp trong đất phải có lớp giáp kim loại bảo vệ cơ học: Giáp thép với cáp 3 pha, giáp kim loại phi từ tính với cáp 1 pha.

- Yêu cầu về cách điện:

| | Cáp 22kV | Cáp 35kV |
|--|------------------------|------------------------|
| Điện áp định mức $U_0/U_m(U_m)$ | 12/20(24)kV | 20/35(40,5)kV |
| Độ dày danh định của lớp cách điện chính XLPE | 5,5mm | 8,8mm |
| Điện áp chịu đựng xung sét định mức (sóng 1,2/50 μ s) | 125 kV _{peak} | 180 kV _{peak} |
| Điện áp chịu đựng trong thử nghiệm mẫu (4 giờ, 50Hz) | 48 kV | 75 kV |
| Điện áp chịu đựng trong thử nghiệm xuất xưởng (5 phút, 50Hz) | 42kV | 70kV |

III.1.1. Cấu trúc cáp ngầm trung thế 1 pha:

Cáp ngầm trung thế 1 pha có cấu tạo bao gồm 8 lớp:

1. Lõi cáp bện cấp 2 sợi đồng ép chặt, chống thấm dọc;
2. Lớp bán dẫn trong đùn ép đồng thời với lớp XLPE;
3. Lớp cách điện chính XLPE;
4. Lớp bán dẫn ngoài (có khả năng bóc tách theo tiêu chuẩn);
5. Màng kim loại phi từ tính;
6. Lớp vỏ bên trong (PVC);
7. Lớp bảo vệ cơ học bằng kim loại phi từ tính;
8. Vỏ bảo vệ bên ngoài chịu tác động môi trường và tia cực tím.

III.1.2. Cấu trúc cáp ngầm trung thế 3 pha:

Cáp ngầm trung thế 3 pha có cấu tạo bao gồm 9 lớp:

1. Lõi cáp bên cấp 2 sợi đồng ép chặt, chống thấm dọc;
2. Lớp bán dẫn trong đùn ép đồng thời với lớp XLPE;
3. Lớp cách điện chính XLPE;
4. Lớp bán dẫn ngoài (có khả năng bóc tách theo tiêu chuẩn);
5. Màng kim loại phi từ tính (Màn chắn đồng);
6. Lớp độn định hình;
7. Lớp vỏ bên trong;
8. Lớp bảo vệ cơ học bằng đai thép mạ kẽm kiểu băng kép (DSTA);
9. Vỏ bảo vệ bên ngoài chống tác động môi trường và tia cực tím.

III.2. Một số yêu cầu cụ thể:

- Chống thấm dọc đối với cáp ngầm bao gồm:

- + Chống thấm tại ruột dẫn bằng bột chống thấm, điền đều trong quá trình bện ruột dẫn.
- + Chống thấm tại màn chắn đồng bằng các băng chống thấm. Với cáp 1 pha yêu cầu có 2 lớp băng chống thấm trong và ngoài lớp màn chắn đồng.

Băng và hạt chống thấm là loại có đặc tính cơ - nhiệt phù hợp với đặc tính của cáp, không gây ăn mòn kim loại.

- Màn chắn đồng của mỗi pha cáp được chế tạo bằng băng đồng có độ dày $\geq 0,127\text{mm}$ và độ gò mép $\geq 15\%$. Màn chắn đồng của cáp 3 pha sẽ được tiếp xúc trực tiếp với nhau để đảm bảo tiết diện màn đồng (cả ba pha) như sau:

- $\geq 16\text{mm}^2$ đối với cáp tiết diện tới 120mm^2
- $\geq 25\text{mm}^2$ đối với cáp tiết diện từ 150mm^2 tới 300mm^2
- $\geq 35\text{mm}^2$ đối với cáp tiết diện 400mm^2

- Lớp bán dẫn ngoài phải đảm bảo độ bám dính trên bề mặt lớp cách điện XLPE và đảm bảo các yêu cầu về khả năng thử bóc tách theo Điều 19.21 tiêu chuẩn TCVN 5935-2:2013, IEC 60502-2 (Trong quá trình thi công đầu cáp, hộp nối cáp, việc tách sạch lớp bán dẫn này với lớp XLPE mà không gây xước hay hư hại cho lớp XLPE là rất quan trọng, ảnh hưởng đến độ bền điện của đầu cáp).

- Lớp vỏ bảo vệ ngoài cùng phải là nhựa dẻo PVC hoặc HDPE. Vật liệu làm vỏ phải thích hợp với nhiệt độ làm việc của cáp và lớp cách điện XLPE.

- Trên bề mặt các lõi cách điện (đối với cáp 3 pha) phải đánh số hoặc ký hiệu bằng màu để phân biệt các lõi cáp.

- Trên lớp vỏ bọc bên ngoài phải có ghi liên tục các thông số dưới đây bằng chữ dập nổi hoặc in mực không phai trên bề mặt:

- + Hãng sản xuất
- + Năm sản xuất (ghi 4 chữ số)

- + Ký hiệu cáp theo từng lớp
- + Tiết diện và chất liệu ruột dẫn
- + Điện áp định mức: Ghi đầy đủ 12/20(24) kV hoặc 20/35(40,5kV).
- + Số đếm đơn vị mét
- Lô cáp phải được bao gói, ghi nhãn theo TCVN 4766-89.

III.3. Yêu cầu về thử nghiệm:

- Một số chỉ tiêu quan trọng khi thử nghiệm mẫu đối với cáp ngầm trung thế (bước thử nghiệm theo Điểm 3b. Mục 3. Phần I.):
 - + Tiết diện các sợi đồng.
 - + Điện trở 1 chiều ruột dẫn ở 20⁰C.
 - + Khả năng chống thấm dọc.
 - + Chiều dày và cơ tính của lớp cách điện chính XLPE.
 - + Chiều dày các lớp bọc.
 - + Đo tổn hao điện môi.
 - + Điện trở suất của các lớp bán dẫn.
 - + Tiết diện lớp màn chắn đồng.
 - + Các chỉ tiêu về lão hóa của lớp XLPE và lớp ngoài cùng.
 - + Chỉ tiêu thử nghiệm điện áp xoay chiều tần số 50Hz.
- Các hạng mục cần kiểm tra khi giao nhận hàng hóa, trước khi lắp đặt (bước thử nghiệm theo Điểm 3c. Mục 3. Phần I.):
 - + Tiết diện các sợi lõi (Bằng Panme, thước kẹp chuyên dùng, ...).
 - + Chiều dày các lớp cách điện XLPE (Bằng thước kẹp).
 - + Điện trở 1 chiều ruột dẫn (Bằng cầu đo, đo 1m và/hoặc cả cuộn).
 - + Cách điện (Megaôm, máy thử cao áp, hoặc tùy điều kiện của ĐV thí nghiệm).
 - + Kiểm tra độ mới của sợi lõi (Bằng mắt, yêu cầu sáng đều, không han rỉ hay lẫn tạp chất).

IV. Cáp trung thế 3 pha hoặc 1 pha:

Áp dụng cho cáp lắp đặt nổi, trên giá đỡ, hoặc đi trong mương cáp, trong ống chịu lực (sau đây gọi chung là cáp treo).

IV.1. Yêu cầu kỹ thuật:

- Tiêu chuẩn chế tạo và thử nghiệm: IEC60502, TCVN 5844:1994, TCVN 5935-1&2:2013.
- Ruột dẫn bên tròn cáp 2 ép chặt theo TCVN 6612:2007, IEC 60228. Có thể dùng sợi đồng hoặc nhôm.

- Cáp sử dụng cho lưới điện 6, 10kV dùng loại cáp 22kV.
- Không yêu cầu có lớp kim loại bảo vệ cơ học, không yêu cầu chống thấm dọc.
- Cáp không chịu lực căng, do đó lắp đặt cáp trên không phải treo cáp trên các giá đỡ hoặc dây thép chịu lực.
- Yêu cầu về cách điện:

| | Cáp 22kV | Cáp 35kV |
|--|------------------------|------------------------|
| Điện áp định mức $U_0/U_m(U_m)$ | 12/20(24)kV | 20/35(40,5)kV |
| Độ dày danh định của lớp cách điện chính XLPE | 5,5mm | 8,8mm |
| Điện áp chịu đựng xung sét định mức (sóng 1,2/50 μ s) | 125 kV _{peak} | 180 kV _{peak} |
| Điện áp chịu đựng trong thử nghiệm mẫu (4 giờ, 50Hz) | 48 kV | 75 kV |
| Điện áp chịu đựng trong thử nghiệm xuất xưởng (5 phút, 50Hz) | 42kV | 70kV |

IV.1.1. Cấu trúc cáp treo trung áp 1 pha:

Cáp treo trung áp 1 pha có cấu tạo bao gồm 6 lớp:

1. Lõi cáp bên cấp 2 ép hoặc không ép;
2. Lớp bán dẫn trong đùn ép đồng thời với lớp XLPE;
3. Lớp cách điện chính XLPE;
4. Lớp bán dẫn ngoài (có khả năng bóc tách theo tiêu chuẩn);
5. Màng kim loại phi từ tính;
6. Vỏ bảo vệ bên ngoài chịu tác động môi trường và tia cực tím.

IV.1.2. Cấu trúc cáp treo trung áp 3 pha:

Cáp treo trung áp 3 pha có cấu tạo bao gồm 7 lớp:

1. Lõi cáp bên cấp 2 ép hoặc không ép;
2. Lớp bán dẫn trong đùn ép đồng thời với lớp XLPE;
3. Lớp cách điện chính XLPE;
4. Lớp bán dẫn ngoài (có khả năng bóc tách theo tiêu chuẩn);
5. Màng kim loại phi từ tính;
6. Lớp độn định hình;
7. Vỏ bảo vệ bên ngoài chống tác động môi trường và tia cực tím.

IV.2. Các yêu cầu kỹ thuật cụ thể và về thử nghiệm:

Tương tự như với cáp ngầm trung thế ở mục III.2 và III.3

V. Cáp vặn xoắn hạ áp điện áp làm việc 0,6/1kV:

V.1. Yêu cầu kỹ thuật:

- Tiêu chuẩn áp dụng: TCVN 6447:1998; TCVN 5935-1:2013

- Cấu trúc cáp:

- + Lõi nhôm bện cáp 2 đồng tâm, ép tròn chặt. Có thể dùng cáp 2 lõi, 3 lõi, hoặc 4 lõi tiết diện bằng nhau.
- + Cách điện XLPE chịu tia cực tím, hàm lượng cacbon $\geq 2\%$ (Đặc điểm nhận biết: Màu đen, nổi trên nước, rất dai)
- + Các pha được xoắn đều và chặt, bội số bước xoắn theo tiêu chuẩn.
- + Phân biệt các pha: Sử dụng quy ước gân nổi

- Các thông số in trên vỏ cáp, bao gói, ghi nhãn theo tiêu chuẩn.

V.2. Yêu cầu về thử nghiệm:

- Một số chỉ tiêu quan trọng khi thử nghiệm mẫu đối với cáp vặn xoắn hạ thế (bước thử nghiệm theo Điểm 3b. Mục 3. Phần I.):

- + Tiết diện các sợi lõi
- + Điện trở 1 chiều ruột dẫn ở 20⁰C.
- + Độ giãn dài của sợi dẫn điện
- + Số lần bẻ cong của sợi dẫn điện
- + Chiều dày và cơ tính của lớp cách điện XLPE
- + Thử nghiệm cao áp xoay chiều
- + Thử xung điện áp
- + Các chỉ tiêu về lão hóa cách điện
- + Hàm lượng cacbon trong XLPE

- Các hạng mục cần kiểm tra khi giao nhận hàng hóa, trước khi lắp đặt (bước thử nghiệm theo Điểm 3c. Mục 3. Phần I.):

- + Tiết diện các sợi lõi (Bằng panme, thước kẹp chuyên dùng, ...)
- + Điện trở 1 chiều ruột dẫn (Bằng cầu đo, đo 1m và/hoặc cả cuộn)
- + Chiều dày cách điện (Bằng thước kẹp)
- + Bội số bước xoắn các pha
- + Kiểm tra độ mới của sợi lõi (Bằng mắt, yêu cầu sáng đều, không han rỉ hay lẫn tạp chất)

VI. Bảng thông số kỹ thuật điển hình tham khảo một số chủng loại**VI.1. CÁP NGẦM 3 PHA LỖI ĐỒNG 3x120 ĐIỆN ÁP 12/20(24)KV**

(Thường có ký hiệu là Cu-3x120sqmm/XLPE/PVC/DSTA/PVC)

| TT | Mô tả | Đơn vị | Yêu cầu |
|----|---|---------------------------|-------------|
| 1 | Cáp 3 pha XLPE 22kV- ruột đồng | | |
| 2 | Nhà sản xuất | | |
| | Mã hiệu sản phẩm | | |
| | Nước sản xuất | | |
| 3 | Lỗi dẫn điện | | Đồng |
| 4 | Số và tiết diện danh định của lõi cáp | mm ² | 3x120 |
| 5 | Điện áp định mức U ₀ /U(U _{max}) | kV | 12/20(24) |
| 6 | Số sợi đồng của lõi cáp | sợi | |
| 7 | Đường kính của lõi cáp | mm | 12,8 - 13,1 |
| 8 | Độ dày danh định của lớp bán dẫn trong | mm | 0,6 |
| 9 | Loại vật liệu cách điện | | XLPE |
| 10 | Độ dày danh định của lớp cách điện | mm | 5,5 |
| 11 | Độ dày danh định của lớp bán dẫn ngoài | mm | 0,6 |
| 12 | Tiết diện của lớp màn chắn đồng | mm ² | ≥16 |
| 13 | Loại vật liệu của vỏ bọc | | PVC/PE |
| 14 | Độ dày của lớp vỏ bọc bên trong | mm | 1,8 - 1,9 |
| 15 | Độ dày của lớp vỏ bọc bên ngoài | mm | 3,2 - 3,4 |
| 16 | Đường kính ngoài của toàn bộ cáp | mm | |
| 17 | Nhiệt độ định mức tối đa của dây dẫn | °C | 90 |
| 18 | Khả năng mang tải | A | Nêu rõ |
| 19 | Điện trở một chiều của dây dẫn tại t = 20°C | Ω/km | ≤ 0,153 |
| 20 | Điện dung của cáp | μF/km | |
| 21 | Điện kháng của cáp | Ω/km | |
| 22 | Hệ số tự cảm | mH/km | |
| 22 | Hệ số điện môi (tg δ tối đa) | x .10 ⁻⁴ pC | |
| 24 | Điện trở cách điện của cáp | Ω/km | ≥ 50.000 |
| 25 | Trọng lượng cáp | kg/km | |
| 26 | Trọng lượng dây dẫn đồng | kg/km | |
| 27 | Bán kính cong | m | |
| 28 | Chiều dài cáp tối đa trên lô cuộn cáp | m | 500 |
| 29 | Đường kính mặt bích tối đa trên lô cuộn cáp | m | 2,2 |
| 30 | Trọng lượng tối đa toàn bộ lô cuộn cáp | kg | 5000 |
| 31 | Số lớp băng chống thấm (ở dưới lớp băng đồng) | | 1 |

| | | | |
|----|--|--|--|
| 32 | Bột hoặc băng chống thấm | | có |
| 34 | <u>Biên bản thí nghiệm điển hình</u> | | |
| | - Điện trở một chiều lõi cáp (routine test) | Ω/km | $\leq 0,153$ |
| | - Thí nghiệm điện áp cao trong 4h -AC 48kV (Sample and type test) | | Không đánh thủng cách điện |
| | Thí nghiệm Hot - set (15 phút tại $200 \pm 3^{\circ}\text{C}$ và $20\text{N}/\text{cm}^2$) (Sample and type test) + Độ giãn dài trong điều kiện có tải + Độ giãn dài sau khi làm nguội | | $\leq 175\%$ $\leq 15\%$ |
| | - Thí nghiệm hằng số điện môi tgđ tại 2kV trong khoảng $95 - 100^{\circ}\text{C}$ (type test) | | 40×10^{-4} |
| | - Thí nghiệm điện áp xung (90°C và 125kV) trong 15 phút (type test) | | Không phá huỷ cách điện |
| | - Thí nghiệm cơ học (type test) + Suất kéo đứt của cách điện (XLPE/EPR) + Độ giãn dài của cách điện cho khi đứt + Suất kéo đứt của vỏ (PVC/PE) + Độ giãn dài của vỏ cáp cho khi đứt (PVC/PE) | N/mm^2 % N/mm^2 % | $\geq 12,5/4,2$ ≥ 200 $\geq 12,5/12,5$ $\geq 300/150$ |
| | -Thí nghiệm lão hoá + Độ thay đổi suất kéo đứt của cách điện ở $135 \pm 3^{\circ}\text{C}$ trong 7 ngày (XLPE/EPR) + Độ thay đổi độ giãn dài cho đến khi đứt của cách điện ở $135 \pm 3^{\circ}\text{C}$ trong 7 ngày (XLPE/EPR) + Độ thay đổi độ giãn dài cho đến khi đứt của vỏ PE ở $110 \pm 3^{\circ}\text{C}$ trong 10 ngày + Độ thay đổi suất kéo đứt của vỏ PVC ở $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ trong 7 ngày + Độ thay đổi độ giãn dài cho đến khi đứt của vỏ PVC ở $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ trong 7 ngày | % % % % % | $\leq \pm 25/\pm 30$ $\leq \pm 25/\pm 30$ ≥ 300 $\leq \pm 25$ $\leq \pm 25$ |
| | - Thí nghiệm về suy giảm khối lượng (PVC) ở $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$ trong 7 ngày (type test) | mg/cm^2 | $\leq 1,5$ |
| | - Thí nghiệm hàm lượng carbon (PE) (type test) | % | ≥ 2 |
| | - Độ sâu của vết lõm khi thử nén ở nhiệt độ $110 \pm 2^{\circ}\text{C}$ đối với vỏ PE (type test) | % | ≤ 50 |
| | - Độ sâu của vết lõm khi thử nén ở nhiệt độ $90 \pm 2^{\circ}\text{C}$ đối với vỏ PVC (type test) | % | ≤ 50 |
| | - Thí nghiệm khả năng kháng nứt của vỏ PVC ở nhiệt độ $150 \pm 3^{\circ}\text{C}$ trong 1h (type test) | | Không có vết nứt |

| | | |
|---|---|--|
| - Thí nghiệm co ngót đối với cách điện ở nhiệt độ $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$ trong 1h (type test) | % | 4 |
| - Thí nghiệm co ngót đối với vỏ PE ở nhiệt độ $80 \pm 2^{\circ}\text{C}$ trong 5h (type test) | % | 3 |
| Thí nghiệm khả năng chống thấm nước + Khả năng chống thấm theo chiều dọc của lõi cáp + Khả năng chống thấm theo chiều dọc của màn chắn kim loại | | IEC- 60502-2 IEC- 60502-2 IEC- 60502-2 |

VI.2. CÁP VẬN XOẮN 0,6/1KV LỖI NHÔM 4xA50

| TT | Mô tả | Đơn vị | Yêu cầu |
|----|---|--------------------|---|
| 1 | Tên sản phẩm | | Cáp vận xoắn hạ thế lõi nhôm 0.6/1kV – 4x50 |
| 2 | Nhà sản xuất/Xuất xứ | | Nêu rõ |
| 4 | Mã hiệu sản phẩm | | Nêu rõ |
| 5 | Tiêu chuẩn chế tạo, thử nghiệm | | TCVN 6447:1998; TCVN 5935-1:2013 |
| 6 | Lõi dẫn điện | | nhôm bền, nén tròn ép chặt |
| 7 | Số lõi và tiết diện danh định của dây dẫn | mm ² | 4x50 |
| 8 | Số sợi nhôm mỗi lõi/tiết diện sợi nhôm | | Nêu rõ |
| 9 | Điện trở một chiều của lõi dẫn ở 20°C | Ω/km | 0,641 |
| 10 | Loại vật liệu cách điện | | XLPE |
| 11 | Hàm lượng cacbon trong XLPE | % | ≥ 2 |
| 12 | Độ dày danh định của lớp XLPE | mm | 1,5 |
| 13 | Độ bền kéo nhỏ nhất của XLPE Trước/sau lão hóa | MPa | 12,5/9,3 |
| 14 | Độ giãn dài tương đối của XLPE Trước/sau lão hóa | % | $\geq 200/\geq 150$ |
| 15 | Điện áp thử xoay chiều trong 4 giờ | kV | 2 |
| 16 | Điện áp thử xung AC/DC | kV | 20/30 |
| 17 | Quy ước phân biệt các pha | | Gân nổi |
| 18 | Khả năng mang tải | A | Nêu rõ |
| 19 | Nhiệt độ làm việc lâu dài | | $\geq 90^{\circ}\text{C}$ |
| 20 | Nhiệt độ ngắn hạn khi ngắn mạch | | $\geq 250^{\circ}\text{C}$ |
| 21 | Lực kéo đứt tối thiểu của dây dẫn | kN | 7,0 |
| 22 | Lực kéo đứt tối thiểu của toàn bộ cáp | kN | 28 |
| 23 | Đường kính ngoài của cáp | mm | Nêu rõ |

| | | | |
|----|--|-------|--------|
| 24 | Trọng lượng phần lõi nhôm | kg/km | Nêu rõ |
| 25 | Trọng lượng toàn bộ cáp | kg/km | Nêu rõ |
| 30 | Đường kính mặt bích tối đa trên lô cuộn cáp | m | 2.2 |
| 31 | Trọng lượng tối đa toàn bộ lô cuộn cáp | kg | 4.500 |
| 32 | Biên bản thử nghiệm điển hình, thử nghiệm thường xuyên | | Đầy đủ |

VI.3. DÂY NHÔM LỖI THÉP CÓ MỠ AC-150/24

| TT | Mô tả | Đơn vị | Yêu cầu |
|----|--|-------------------|----------------------------------|
| 1 | Nước sản xuất | | |
| 2 | Hãng sản xuất | | |
| 3 | Tiêu chuẩn áp dụng | | IEC 61089-1997 TCVN 5064-1994 |
| 4 | Loại dây dẫn | | AC 150/24 |
| 5 | Mặt cắt tính toán | mm ² | 149/24,2 |
| 6 | Số lượng sợi và đường kính 1 sợi | | |
| | Phần nhôm | mm | 26 x 2,7 |
| | Phần thép | mm | 7 x 2,1 |
| 7 | Số lớp dây | | |
| | Phần nhôm | Lớp | 2 |
| | Bội số bước xoắn các lớp nhôm | | 10-15 |
| | Phần thép (số lớp xoắn) | Lớp | 1 |
| | Bội số bước xoắn lớp thép | | 14-28 |
| 8 | Chiều bên dây lớp ngoài cùng | | Chiều phải |
| 9 | Đường kính ngoài của dây sau khi bên (tính toán) | mm | 17,1 |
| 10 | Trọng lượng dây dẫn không kể mỡ | Kg/km | ~602 |
| 11 | Khối lượng mỡ | Kg/km | ≥15,8 |
| 12 | Lực kéo đứt | N | ≥52.279 |
| 13 | Điện trở 1 chiều của dây ở 20°C | Ω/km | ≤ 0,2039 |
| 14 | Dòng điện cho phép | A | ≥440 |
| | Yêu cầu đối với từng sợi dây nhôm trước khi bên | | |
| 17 | Loại nhôm theo tiêu chuẩn | | IEC61089; TCVN 5064-94 |
| 18 | Độ giãn dài tương đối | % | 1,6 |
| 19 | Suất kéo đứt | N/mm ² | ≥ 170 |

| | | | |
|----|--|-----------------|-------------|
| | Yêu cầu đối với từng sợi dây thép trước khi bện | | |
| 20 | Ứng suất khi giãn 1% | N/mm^2 | ≥ 1166 |
| 21 | Suất kéo đứt | N/mm^2 | ≥ 1313 |
| 22 | Khối lượng lớp mạ kẽm nhỏ nhất | G/m^2 | 190 |

VII - BẢNG KÊ MÁY MÓC THIẾT BỊ CHÍNH PHỤC VỤ SẢN XUẤT

Để đảm bảo điều kiện cho việc sản xuất sản phẩm đúng các tiêu chuẩn kỹ thuật, Nhà sản xuất tối thiểu phải có các máy móc thiết bị sau:

| Loại sản phẩm | Máy móc thiết bị sản xuất | Thiết bị phục vụ thí nghiệm được kiểm định đạt chuẩn |
|----------------------------------|---|---|
| Dây nhôm trần, dây nhôm lõi thép | <ul style="list-style-type: none"> - Máy tuốt dây các tiết diện tiêu chuẩn - Máy bện dây 7 lõi, 19 lõi, bước xoắn điều chỉnh được - Thiết bị điện mở tự động | <ul style="list-style-type: none"> - Cầu đo điện trở 1 chiều, độ chia $0,1\mu\Omega$, gá kẹp dây 1m - Thiết bị thử lực kéo dẫn, kéo phá hủy ≥ 5 tấn - Cân tiểu ly điện tử, độ chia 0,001g - Cân điện tử độ chia 0,1g - Thiết bị thử số lần bẻ cong sợi kim loại |
| Cáp trung thế, dây bọc | <ul style="list-style-type: none"> - Máy tuốt dây các tiết diện tiêu chuẩn - Lò ủ dây - Máy bện dây 7 lõi, 19 lõi, bước xoắn điều chỉnh được - Máy ép tròn dây dẫn sau khi bện - Hộp bộ đèn ép cách điện XLPE - Hộp bộ bọc cách điện PVC, HDPE - Thiết bị kiểm soát chiều dày lớp bọc và độ đồng tâm - Thiết bị kiểm tra liên tục lõi cách điện cáp - Máy quấn lớp màn chắn đồng - Máy bện lớp giáp chịu lực - Máy dập chữ nổi vỏ cáp hoặc phun mực không phai | <ul style="list-style-type: none"> - Cầu đo điện trở 1 chiều, độ chia $0,1\mu\Omega$, gá kẹp dây 1m - Thiết bị thử kéo dẫn, kéo phá hủy phù hợp để thử cơ tính của lõi kim loại và của các lớp bọc - Thiết bị thử số lần bẻ cong sợi kim loại - Thiết bị đo chiều dày các lớp bọc (quang học, điện tử) - Thiết bị thử cao áp tần số công nghiệp - Thiết bị đo điện trở cách điện 1 chiều điện áp cao - Thiết bị đo hàm lượng cacbon - Lò nhiệt kiểm soát nhiệt độ đến 400°C - Bể nước chuyên dùng thử nghiệm cáp |
| Cáp hạ thế | <ul style="list-style-type: none"> - Máy tuốt dây các tiết diện tiêu chuẩn - Lò ủ dây - Máy bện dây 7 lõi, 19 lõi, bước xoắn điều chỉnh được - Máy bện cáp vặn xoắn, bước xoắn điều chỉnh được - Máy ép tròn dây dẫn sau khi | <ul style="list-style-type: none"> - Cầu đo điện trở 1 chiều, độ chia $0,1\mu\Omega$, gá kẹp dây 1m - Thiết bị thử kéo dẫn, kéo phá hủy phù hợp để thử cơ tính của lõi kim loại và của các lớp bọc - Thiết bị thử số lần bẻ cong sợi kim loại - Thiết bị đo chiều dày các lớp |

| | | |
|--|---|---|
| | bện - Hợp bộ đùn ép cách điện XLPE - Hợp bộ bọc cách điện PVC, HDPE - Thiết bị kiểm soát chiều dày lớp bọc và độ đồng tâm - Thiết bị kiểm tra liên tục lỗi cách điện cáp - Máy đập chữ nổi vỏ cáp hoặc phun mực không phai | bọc (quang học, điện tử) - Thiết bị thử cao áp tần số công nghiệp - Thiết bị đo điện trở cách điện 1 chiều điện áp cao - Thiết bị đo hàm lượng cacbon - Lò nhiệt kiểm soát nhiệt độ đến 400°C - Bể nước chuyên dùng thử nghiệm cáp |
|--|---|---|

Ghi chú: Không đưa các nội dung của bảng này vào hồ sơ mời thầu, mời chào hàng.