

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 10296:2014

Xuất bản lần 1

**CÁP ĐỒNG TRỤC DÙNG TRONG MẠNG PHÂN PHỐI
TÍN HIỆU TRUYỀN HÌNH CÁP – YÊU CẦU KỸ THUẬT
VÀ PHƯƠNG PHÁP THỬ**

*Coaxial communication cables for use in cabled television distribution networks
Technical requirements and methods of measurement*

HÀ NỘI – 2014

Mục lục

	<i>Trang</i>
Lời nói đầu	4
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Thuật ngữ, định nghĩa và chữ viết tắt	5
3 Yêu cầu kỹ thuật	10
3.1 Cấp chính và cấp phối	10
3.2 Cấp vào nhà thuê bao	13
4 Phương pháp đo	18
4.1 Các thông số điện	18
4.2 Thông số về độ thấm nước	37
4.3 Các thông số cơ học	39
Thư mục tài liệu tham khảo	53

Lời nói đầu

TCVN 10296:2014 được xây dựng trên cơ sở tài liệu IEC 61196-1, IEC 61196-5, IEC 61196-6 của Ủy ban kỹ thuật điện quốc tế.

TCVN 10296:2014 do Viện Khoa học Kỹ thuật Bưu điện biên soạn, Bộ Thông tin và Truyền thông đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Cáp đồng trục dùng trong mạng phân phối tín hiệu truyền hình cáp – Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử

*Coaxial communication cables for use in cabled television distribution networks-
Technical requirements and methods of measurement*

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu kỹ thuật và phương pháp đo đối với cáp đồng trục dùng trong mạng phân phối tín hiệu truyền hình cáp bao gồm cáp chính, cáp phối làm việc ở dải tần số từ 5 MHz đến 1 000 MHz và cáp vào nhà thuê bao làm việc ở dải tần số từ 5 MHz đến 3 000 MHz.

2 Thuật ngữ, định nghĩa và chữ viết tắt

2.1 Định nghĩa và thuật ngữ

2.1.1

Cáp có lớp điện môi bằng không khí (airspaced dielectric cables)

Cáp mà lớp điện môi là không khí trừ phần đặt các tấm điện môi cách đều nhau trên dây dẫn bên trong hay các băng và/hoặc sợi xoắn ốc. Đặc tính của cáp này là có thể dẫn điện từ dây dẫn bên trong tới dây dẫn bên ngoài mà không phải qua lớp điện môi đặc.

2.1.2

Cáp có lớp điện môi bán không khí (semi-airspaced dielectric cables)

Cáp mà điện môi vừa là không khí, vừa là nhựa, bao gồm hoặc một phân tử polymer hoặc một ống cách điện ở giữa dây dẫn bên trong được giữ bởi các đĩa hoặc cấu trúc nhựa khác. Đặc trưng của cáp này là không thể dẫn điện từ dây dẫn bên trong ra dây dẫn ngoài mà không qua lớp điện môi nhựa.

2.1.3

Cáp có lớp điện môi đặc (solid dielectric cables)

Cáp mà khoảng trống giữa lõi cáp và vỏ cáp được nhồi đầy bằng một lớp điện môi đặc. Lớp điện môi này có thể là chất đồng nhất hoặc không đồng nhất, bao gồm hai hoặc nhiều lớp đồng tâm có thuộc tính khác nhau.

2.1.4

Góc dệt β (braid angle β)

$$\beta = \arctg \frac{\pi D_m}{L} \quad (1)$$

Góc được tạo thành giữa trục của cáp và đường tiếp tuyến với sợi của lưới dệt.

Trong đó:

D_m là đường kính trung bình dây dệt, tính bằng mm.

L là độ dài của dây dệt, tính bằng mm.

2.1.5

Hệ số bước xoắn K_L (lay factor K_L)

Tỷ số độ dài xoắn của dây với độ dài của cáp dệt

$$K_L = \sqrt{1 + \pi^2 \left(\frac{D_m}{L} \right)^2} = \frac{1}{\cos \beta} \quad (2)$$

Trong đó:

D_m là đường kính trung bình dây dệt, tính bằng mm.

2.1.6

Hệ số nạp đầy q (filling factor q)

Hệ số q được tính theo công thức:

$$q = \frac{mW}{2\pi D_m} \sqrt{1 + \pi^2 \left(\frac{D_m}{L} \right)^2} \quad \text{hoặc} \quad q = \frac{mW}{2L \sin \beta} \quad (3)$$

Trong đó:

D_m là đường kính trung bình dây dệt, tính bằng mm.

W là độ rộng của băng đối với băng dệt hoặc $N \times d$ đối với dây dệt.

m là số sợi dây dệt.

2.1.7

Hệ số che phủ K_c (coverage factor K_c)

Hệ số K_c được tính theo hệ số nạp đầy.

$$K_c = 2q - q^2 \quad (4)$$

2.1.8

Độ lệch tâm của lớp điện môi (eccentricity of dielectric)

Tỷ số giữa chênh lệch độ dày lớp điện môi lớn nhất ($T_{max} - T_{min}$) trên đường kính (D_x), chia cho đường kính ngoài lớp điện môi (D_x).

$$E = \left(\frac{T_{max} - T_{min}}{D_x} \right) \times 100(\%) \quad (5)$$

Trong đó

T_{max} là độ dày lớn nhất lớp điện môi, tính bằng mm.

T_{min} là độ dày nhỏ nhất lớp điện môi, tính bằng mm.

D_x là đường kính ngoài lớp điện môi, tính bằng mm.

2.1.9

Độ oval của lớp điện môi hoặc cáp (ovality of dielectric or cable)

Tỷ số chênh lệch lớn nhất giữa hai đường kính vuông góc của mặt cắt ngang lớp điện môi hoặc dây cáp ($D_{max} - D_{min}$), chia cho trung bình của hai đường kính này ($(D_{max} + D_{min})/2$).

$$O = \left(\frac{2(D_{max} - D_{min})}{D_{max} + D_{min}} \right) \times 100(\%) \quad (6)$$

Trong đó

D_{max} là đường kính ngoài lớn nhất của lớp điện môi, tính bằng mm.

D_{min} là đường kính ngoài nhỏ nhất của lớp điện môi, tính bằng mm.

2.1.10

Trở kháng riêng (characteristic impedance)

Tỉ số của điện áp và dòng điện dịch chuyển cùng hướng trên đường dây.

2.1.11

Độ không đồng đều trở kháng ngẫu nhiên (random impedance irregularities)

Độ không đồng đều trở kháng ngẫu nhiên gây ra bởi đặc tính không lặp của cáp.

2.1.12

Độ không đồng đều trở kháng chu kỳ (periodic impedance irregularities)

Độ không đồng đều trở kháng chu kỳ gây ra bởi biến dạng vật lý cách đều trong cáp, do thay đổi trong sản xuất hoặc cấu trúc cáp.

2.1.13

Độ không đồng đều trở kháng cục bộ (local impedance irregularities)

Độ không đồng đều trở kháng cục bộ gây ra bởi chênh lệch trở kháng tại đầu cuối cáp kết nối với các thành phần khác hoặc do đầu nối không hoàn chỉnh.

2.1.14

Tỉ số vận tốc (velocity ratio)

Tỉ số giữa vận tốc truyền tín hiệu trên cáp và vận tốc truyền tín hiệu trong không gian tự do.

2.1.15

Trở kháng truyền (transfer impedance Z_T)

Tỷ số giữa điện áp U_2 đo được dọc theo lớp bọc kim của cáp và dòng điện I_1 chạy trong cáp, được tính theo công thức:

$$Z_T = \frac{U_2}{I_1 \times L} \quad (7)$$

Trong đó

Z_T là trở kháng truyền, tính bằng $m\Omega/m$.

L là độ dài của cáp, tính bằng m.

2.1.16

Ghép điện dung Y_c (capacitive coupling Y_c)

Tỷ số giữa cường độ dòng điện (I_1) của dây dẫn trong và điện áp (U_2) dây dẫn ngoài nhân với độ dài.

$$Y_c = \frac{I_1}{U_2 \times L} = j\omega C_T \quad (8)$$

Trong đó

C_T là điện dung, tính bằng F/m.

L độ dài ghép, tính bằng m.

2.1.17**Suy hao lớp bọc kim a_s (screening attenuation a_s)**

Hàm logarit của tỷ lệ công suất vào P_{feed} và công suất phát xạ lớn nhất $P_{rad,max}$ được tính theo công thức:

$$a_s = 10 \log_{10} \left| \frac{P_{feed}}{P_{rad,max}} \right| \quad (9)$$

Trong đó:

a_s là suy hao lớp bọc kim, tính bằng dB.

P_{feed} là công suất vào, tính bằng W.

$P_{rad,max}$ là công suất phát xạ lớn nhất, tính bằng W.

2.1.18**Cáp chịu lực (messengered cable)**

Cáp đồng trục (thường sử dụng ngoài trời) có bộ phận hỗ trợ độc lập.

2.1.19**Cáp ngoài trời (aerial cable)**

Cáp được treo trong không khí, trên các cột hoặc trên kết cấu hỗ trợ khác của cáp.

2.1.20**Dây chịu lực (messenger)**

Dây kim loại hoặc bộ phận hỗ trợ cáp.

2.2 Các chữ viết tắt

IEC	International Electrotechnical Commission - Ủy ban Kỹ thuật điện Quốc tế
EN	European Standard - Tiêu chuẩn Châu Âu
CUT	Cable Under Test - Cáp cần thử nghiệm
VNA	Vector Network Analyser - Máy phân tích mạng Vector
CATV	Community Antenna Television - Truyền hình cáp
NA	Network Analyser - Máy phân tích mạng
TDR	Time Domain Reflectometer - Máy đo phản xạ miền thời gian
RL	Return Loss - Suy hao phản xạ
PE	Poly Ethylene

3 Yêu cầu kỹ thuật

3.1 Cáp chính và cáp phối

3.1.1 Cấu trúc cáp

3.1.1.1 Dây dẫn trong

3.1.1.1.1 Vật liệu dây dẫn

Dây dẫn trong đối với cáp cao tần phải có tính đàn hồi, không bị biến dạng khi thi công kéo cáp, khi treo trên cột trong khoảng thời gian dài, cáp nhẵn, lớp bọc ngoài có độ dẫn điện cao (ví dụ như đồng, bạc)

Đối với dây dẫn trong là đồng đặc, dây dẫn phải làm bằng đồng được ủ hoặc đúc rắn, đồng đều về chất lượng và không bị khiếm khuyết.

Lớp đồng mạ dây thép phải liên tục và dính chặt vào thép, mặt cắt ngang dây dẫn hình tròn đều, điện trở tối đa của dây dẫn được mạ không vượt quá hệ số điện trở của dây dẫn đồng là 2,8; 3,5 và 4,8 theo thứ tự 21 %, 30 % và 40 %. Độ giãn dài khi đứt lớn hơn 1 %. Cường độ chịu kéo tối thiểu lần lượt là 760 N/mm², 792 N/mm² và 827 N/mm² đối với dây dẫn điện 21 %, 30 % và 40 %.

Lớp đồng mạ dây nhôm phải liên tục và dính chặt vào nhôm, mặt cắt ngang dây dẫn hình tròn đều, điện trở tối đa của dây dẫn mạ nhỏ hơn 1,8 lần điện trở của dây dẫn đồng. Độ giãn dài khi đứt lớn hơn 1 %.

Vật liệu dây dẫn hoặc lớp mạ kim loại khác phải được ghi rõ trong phần thông số kỹ thuật của cáp.

3.1.1.1.2 Cấu trúc dây dẫn

Cấu trúc và vật liệu của dây dẫn trong phải được chỉ rõ trong phần thông số kỹ thuật của cáp.

Đối với dây dẫn trong là sợi đơn hoặc ống, không được ghép nối.

Đối với dây dẫn trong là đồng xoắn, các mối nối phải được hàn lạnh bằng áp lực, hàn cứng hoặc hàn bạc, sử dụng chất trợ dung không chứa axit với mục đích không làm tăng đường kính sợi và không gây ra cục hoặc các chỗ lồi nhọn.

Đường kính dây dẫn trong phải được ghi rõ trong phần thông số kỹ thuật của cáp.

Dây có đường kính ≤ 4 mm, độ dung sai cho phép là $\pm 0,03$ mm.

Dây có đường kính ≥ 4 mm, độ dung sai phải ghi trong phần thông số kỹ thuật của cáp.

3.1.1.2 Lớp điện môi

Lớp điện môi phải có một trong các cấu trúc sau:

- Lớp điện môi đặc.
- Lớp điện môi bằng không khí.
- Lớp điện môi bán không khí.
- Lớp điện môi nhựa polymer chia ô được bơm khí.

3.1.1.3 Dây dẫn ngoài hoặc lưới bảo vệ

Loại vật liệu, độ dày danh định và đường kính của dây dẫn ngoài hoặc lưới bảo vệ phải được ghi rõ trong phần thông số kỹ thuật của cáp.

Dung sai cho phép của đường kính dây dẫn ngoài đối với dây dạng ống bằng $\pm 0,05$ mm và đối với các cấu trúc còn lại bằng $\pm 0,3$ mm.

Đối với cấu trúc màng kim loại dẹt, góc dẹt nằm trong khoảng từ 15° đến 45° , hệ số che phủ không dưới 60 %.

3.1.1.4 Vỏ bọc cáp

Vỏ bọc ngoài của cáp phải là vật liệu nhựa dẻo và được ghi rõ trong phần thông số kỹ thuật của cáp.

Độ dày vỏ bọc cáp và dung sai phải được ghi rõ trong phần thông số kỹ thuật của cáp.

Với cáp ăng ten trên không hoặc cáp ngoài trời vỏ bọc polyethylene (PE) màu đen, hàm lượng carbon đen PE phải ≥ 2 %.

Loại dây chịu lực phải ghi rõ trong phần thông số kỹ thuật của cáp và phải bao gồm các chỉ tiêu tối thiểu sau: loại dây, vật liệu, độ căng, chỉ tiêu chống ăn mòn và độ giãn dài.

3.1.1.5 Cáp thành phẩm

Đường kính tổng phải được công bố trong phần thông số kỹ thuật của cáp với sai số là $\pm 0,30$ mm.

3.1.2 Nhận dạng và ghi nhãn

3.1.2.1 Nhận dạng cáp

Nhãn cáp phải được ghi trên vỏ bọc cáp bao gồm:

- a) Trở kháng riêng của cáp, bằng Ω .
- b) Đường kính danh định trên lớp điện môi, bằng mm.
- c) Thông số kỹ thuật tiêu chuẩn đánh giá.

3.1.2.2 Ghi nhãn

Các cuộn dây, hoặc đóng gói phải được cung cấp nhãn in các thông tin tối thiểu sau:

TCVN 10296:2014

a) Nhà sản xuất hoặc nhà cung cấp cáp.

b) Độ dài của cáp, tính bằng m.

3.1.3 Các thông số điện**Bảng 1- Các yêu cầu kỹ thuật về điện**

Stt	Các thông số	Yêu cầu
1	Điện trở dây dẫn của cáp	Theo quy định trong phần thông số kỹ thuật của cáp
2	Điện trở cách điện của lớp điện môi	$\geq 10^4$ M Ω x km
3	Khả năng chịu điện áp của lớp điện môi	2 kV d.c hoặc 1,5 kV a.c. trong 1 min
4	Khả năng chịu điện áp của vỏ bọc cáp	5 kV d.c hoặc 3 kV a.c, 4 kV tần số cao, xung 5 kV
5	Trở kháng riêng	75 $\Omega \pm 2 \Omega$
6	Vận tốc truyền tương đối	Theo quy định trong phần thông số kỹ thuật của cáp
7	Suy hao phản xạ	IRLI ≥ 26 dB trong dải từ 5 MHz đến 1000 MHz Độ chính xác phép đo $a_{r,f}$ phải < 1 dB
8	Độ đồng đều trở kháng	Độ đồng đều ≥ 40 dB hay $\leq 1\%$
9	Trở kháng truyền	Loại A+: 2,5 m Ω /m trong dải từ 5 MHz đến 30 MHz Loại A++: 0,5 m Ω /m trong dải từ 5 MHz đến 30 MHz
10	Suy hao lớp bọc kim	Loại A+: 95 dB trong dải từ 30 MHz đến 1 GHz Loại A++: 105 dB trong dải từ 30 MHz đến 1 GHz
11	Suy hao truyền dẫn	5 MHz : $\leq 1,25$ dB 83 MHz : $\leq 3,87$ dB 187 MHz : $\leq 5,74$ dB 250 MHz : $\leq 6,72$ dB 350 MHz : $\leq 7,94$ dB 450 MHz : $\leq 9,02$ dB 550 MHz : $\leq 9,97$ dB 750 MHz : $\leq 11,97$ dB 865 MHz : $\leq 13,05$ dB 1000 MHz : $\leq 14,27$ dB

3.1.4 Các thông số độ thấm nước

Bảng 2 - Các yêu cầu kỹ thuật về độ thấm nước

STT	Thông số	Yêu cầu
1	Độ thấm nước	Theo quy định trong phần thông số kỹ thuật của cáp

3.1.5 Các thông số cơ học

Bảng 3 - Các yêu cầu kỹ thuật về cơ học

STT	Thông số	Yêu cầu
1	Độ oval của dây dẫn ngoài	$\leq 7 \%$
2	Độ oval của vỏ bọc cáp	$\leq 7 \%$
3	Độ lệch tâm của lớp điện môi	$\leq 10 \%$
4	Độ lệch tâm của vỏ bọc cáp	$\leq 10 \%$
5	Hàm lượng cacbon đen	PE $\geq 2 \%$ (Nếu có quy định)
6	Độ giãn dài của dây dẫn trong băng đồng hoặc nhôm mạ-đồng	Độ giãn dài khi đứt $> 1 \%$.
7	Đặc tính xoắn của vật liệu mạ đồng	Sau khi xoắn 20 vòng, kiểm tra bề mặt phải không có bất kỳ vết nứt, lõm hoặc vết tróc.
8	Khả năng uốn của cáp	Khả năng uốn lặp, uốn hình chữ U, uốn hình chữ S.
9	Độ bền kéo của cáp	Phù hợp với thông số kỹ thuật của cáp
10	Khả năng chịu nén của cáp	Đặt tải 700 N trong 2 min. Sau 2 min, độ không đồng đều trở kháng tối đa phải $\leq 1 \%$. Không có hư hỏng về vật lý của vỏ bọc cáp.
11	Khả năng chịu mài mòn của cáp	Phù hợp với thông số kỹ thuật của cáp.

3.2 Cáp vào nhà thuê bao

3.2.1 Cấu trúc cáp

3.2.1.1 Dây dẫn trong

TCVN 10296:2014

3.2.1.1.1 Vật liệu dây dẫn

Dây dẫn trong đối với cáp cao tần phải có tính đàn hồi, không bị biến dạng khi thi công kéo cáp, khi treo trên cột trong khoảng thời gian dài, cáp nhẵn, lớp bọc ngoài có độ dẫn điện cao (ví dụ như đồng, bạc)

Dây đồng đặc là loại dây có đồng được ủ hoặc đúc rắn, đồng đều về chất lượng và không có lỗi.

Lớp đồng mạ của dây thép phải liên tục và dính chặt vào thép, mặt cắt ngang dây dẫn hình tròn đều, điện trở tối đa của dây dẫn được mạ không vượt quá hệ số điện trở của dây dẫn đồng là 2,8 ; 3,5 và 4,8 theo thứ tự 21 %, 30 % và 40 %. Độ giãn dài khi đứt lớn hơn 1 %. Cường độ chịu kéo tối thiểu lần lượt là 760 N/mm² ; 792 N/mm² và 827 N/mm² đối với dây dẫn điện 21 %, 30 % và 40 %.

Lớp đồng mạ của dây nhôm phải liên tục và dính chặt vào nhôm, mặt cắt ngang dây dẫn hình tròn đều, điện trở tối đa của dây dẫn mạ nhỏ hơn 1,8 lần điện trở của dây dẫn đồng. Độ giãn dài khi đứt lớn hơn 1 %.

Vật liệu dây dẫn hoặc lớp mạ kim loại khác phải được ghi rõ trong thông số kỹ thuật của cáp.

3.2.1.1.2 Cấu trúc dây dẫn

Cấu trúc và vật liệu của dây dẫn trong phải được quy định trong các thông số kỹ thuật của cáp.

Dây dẫn trong phải là sợi đơn hoặc ống, không ghép nối.

Đối với dây dẫn trong bằng đồng các mối nối phải được hàn lạnh bằng áp lực, hàn cứng, hoặc hàn bạc, sử dụng chất trợ dung không chứa axit với mục đích đường kính sợi không bị tăng lên và không có cục hoặc các chỗ lồi nhọn.

Đường kính danh định của dây dẫn trong và độ dung sai phải được ghi rõ trong phần thông số kỹ thuật của cáp.

Độ dung sai cho phép tối đa $\pm 0,03$ mm.

3.2.1.2 Lớp điện môi

Loại điện môi yêu cầu đối với mỗi loại cáp, đường kính trên lớp điện môi, độ oval và độ lệch tâm phải ghi rõ trong các thông số kỹ thuật của cáp.

Đường kính danh định, dung sai, độ oval và độ lệch tâm của lớp điện môi phải được ghi rõ trong các thông số kỹ thuật của cáp.

Dung sai tối đa của đường kính là $\pm 0,15$ mm. Độ không đồng đều và độ lệch tâm được quy định trong Bảng 6.

3.2.1.3 Dây dẫn ngoài hoặc lưới bảo vệ

Cấu trúc và vật liệu của dây dẫn ngoài hoặc lưới bảo vệ phải được ghi rõ trong phần thông số kỹ thuật của cáp.

Một lớp kim loại hoặc màng bao phủ vòng quanh lớp điện môi và được bao phủ cùng dây dệt, hệ số che phủ không dưới 60 %

Đường kính danh định của dây dẫn ngoài hoặc lưới phải được ghi rõ trong thông số kỹ thuật của cáp.

Dung sai tối đa của đường kính là $\pm 0,20$ mm.

3.2.1.4 Vỏ bọc

Vỏ bọc ngoài của cáp phải là vật liệu nhựa dẻo và được ghi rõ trong thông số kỹ thuật của cáp.

Độ dày của vỏ bọc danh định phải được ghi rõ trong thông số kỹ thuật của cáp.

Đường kính danh định của vỏ bọc phải được ghi rõ trong thông số kỹ thuật của cáp.

Dung sai tối đa của đường kính là $\pm 0,25$ mm. Độ không đồng đều và độ lệch tâm được quy định trong Bảng 6.

Với cáp ngoài trời vỏ bọc polyethylene (PE) màu đen, hàm lượng carbon đen PE lớn hơn hoặc bằng 2 %.

Loại dây chịu lực phải ghi rõ trong thông số kỹ thuật của cáp và phải bao gồm các chỉ tiêu sau: loại, vật liệu, độ căng, khả năng chống ăn mòn và độ giãn dài.

3.2.1.5 Cáp thành phẩm

Kích thước cáp thành phẩm danh định toàn phần phải được ghi rõ trong phần thông số kỹ thuật của cáp.

3.2.2 Nhận dạng và ghi nhãn

3.2.2.1 Nhận dạng cáp

Nhận dạng cáp phải được ghi trên vỏ bọc cáp bao gồm:

- Trở kháng riêng của cáp, tính bằng Ω .
- Đường kính danh định trên lớp điện môi, tính bằng mm.
- Thông số kỹ thuật tiêu chuẩn đánh giá, độ dài cáp tính theo m

3.2.2.2 Ghi nhãn

Các cuộn dây, hoặc đóng gói phải được cung cấp nhãn in các thông tin tối thiểu sau:

- Nhà sản xuất hoặc nhà cung cấp cáp.
- Độ dài của cáp, tính bằng m.

3.2.3 Các thông số về điện

Bảng 4 - Các thông số và yêu cầu kỹ thuật về điện

STT	Các thông số	Yêu cầu
1	Điện trở dây dẫn của cáp	Theo quy định trong phần thông số kỹ thuật của cáp
2	Điện trở cách điện của lớp điện môi	$\geq 10^4 \text{ M}\Omega \times \text{km}$
3	Khả năng chịu điện áp của lớp điện môi	2 kVd.c hoặc 1,5 kVa.c trong một min.
4	Khả năng chịu điện áp của vỏ bọc cáp	3,5 kVd.c. hoặc 2,5 kVa.c.
5	Trở kháng riêng	$75 \Omega \pm 3 \Omega$
6	Vận tốc truyền tương đối	Theo quy định trong phần thông số kỹ thuật của cáp
7	Suy hao phản xạ	$RL \geq 20 \text{ dB}$ trong dải từ 5 MHz đến 1000 MHz $\geq 18 \text{ dB}$ trong dải từ 1000 MHz đến 2000 MHz $\geq 16 \text{ dB}$ trong dải từ 2000 MHz đến 3000 MHz Độ chính xác phép đo $\sigma_{r,f} < 1 \text{ dB}$
8	Độ đồng đều của trở kháng	Độ đồng đều của trở kháng $\geq 40 \text{ dB}$ hay $\leq 1 \%$
9	Trở kháng truyền	Loại bọc kim A+: $\leq 2,5 \text{ m}\Omega/\text{m}$ trong dải từ 5 MHz đến 30 MHz Loại bọc kim A: $\leq 5 \text{ m}\Omega/\text{m}$ trong dải từ 5 MHz đến 30 MHz Loại bọc kim B: $\leq 15 \text{ m}\Omega/\text{m}$ trong dải từ 5 MHz đến 30 MHz Loại bọc kim C: $\leq 50 \text{ m}\Omega/\text{m}$ trong dải từ 5 MHz đến 30 MHz
10	Suy hao lớp bọc kim	Loại bọc kim A+: $\geq 95 \text{ dB}$ trong dải từ 30 MHz đến 1000 MHz $\geq 85 \text{ dB}$ trong dải từ 1000 MHz đến 2000 MHz $\geq 75 \text{ dB}$ trong dải từ 2000 MHz đến 3000 MHz Loại bọc kim A: $\geq 85 \text{ dB}$ trong dải từ 30 MHz đến 1000 MHz

STT	Các thông số	Yêu cầu
		<p>≥ 75 dB trong dải từ 1000 MHz đến 2000 MHz</p> <p>≥ 65 dB trong dải từ 2000 MHz đến 3000 MHz</p> <p>Loại bọc kim B:</p> <p>≥ 75 dB trong dải từ 30 MHz đến 1000 MHz</p> <p>≥ 65 dB trong dải từ 1000 MHz đến 2000 MHz</p> <p>≥ 55 dB trong dải từ 2000 MHz đến 3000 MHz</p> <p>Loại bọc kim C:</p> <p>≥ 75 dB trong dải từ 30 MHz đến 1000 MHz</p> <p>≥ 65 dB trong dải từ 1000 MHz đến 2000 MHz</p> <p>≥ 55 dB trong dải từ 2000 MHz đến 3000 MHz</p>
11	Suy hao truyền dẫn	Xem Bảng 1

3.2.4 Các thông số về độ thấm nước

Bảng 5 - Các thông số và yêu cầu kỹ thuật về độ thấm nước

Stt	Các thông số	Yêu cầu
1	Độ thấm nước	Theo quy định trong phần thông số kỹ thuật của cáp

3.2.5 Các thông số về cơ học

Bảng 6 - Các thông số và yêu cầu kỹ thuật về cơ học

Stt	Các thông số	Yêu cầu
1	Độ oval lớp điện môi	≤ 7 %
2	Độ oval của vỏ bọc cáp	≤ 7 %
3	Độ lệch tâm của lớp điện môi	≤ 10 %
4	Độ lệch tâm của vỏ bọc	≤ 10 %
5	Hàm lượng carbon đen	≥ 2 %
6	Độ giãn dài của dây dẫn trong băng đồng hoặc nhôm mạ đồng	Độ giãn dài khi đứt lớn hơn 1%.
7	Khả năng đặc tính xoắn của vật liệu mạ - đồng	Sau khi xoắn 20 vòng, kiểm tra bề mặt phải không có bất kỳ vết nứt, lõm hoặc vết tróc

Stt	Các thông số	Yêu cầu
8	Khả năng uốn của cáp	Khả năng uốn lặp, uốn hình chữ U, uốn hình chữ S
9	Độ bền kéo của cáp	Phù hợp với thông số kỹ thuật của cáp
10	Khả năng chịu nén của cáp	Đặt tải 700 N trong 2 min Sau 2 min, độ không đồng đều trở kháng tối đa phải $\leq 1\%$. Không có hư hỏng về vật lý của vỏ bọc cáp.
11	Khả năng chịu mài mòn của cáp	Phù hợp với thông số kỹ thuật của cáp

4 Phương pháp đo

4.1 Các thông số điện

4.1.1 Phép đo điện trở dây dẫn của cáp

4.1.1.1 Thiết bị

Máy đo điện trở một chiều, chính xác $\pm 0,5\%$.

Cường độ dòng điện đo $< 1 \text{ A/mm}^2$.

4.1.1.2 Mẫu đo kiểm

Mẫu cáp đo kiểm phải có độ dài $\geq 100 \text{ m}$ với sai số độ dài $\leq 1\%$. Nếu độ dài của mẫu kiểm tra $\leq 100 \text{ m}$, phải chú thích trong kết quả đo kiểm.

Cả hai đầu của mẫu kiểm tra phải được cắt phẳng, điện trở tiếp xúc không ảnh hưởng tới kết quả đo.

Mẫu kiểm tra phải giữ ở nhiệt độ không đổi nằm trong khoảng từ $15\text{ }^\circ\text{C}$ đến $35\text{ }^\circ\text{C}$.

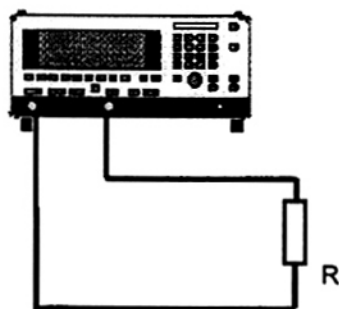
4.1.1.3 Quy trình

Đo điện trở d.c và ghi lại giá trị R_L .

Một đầu thiết bị đo đấu nối dây dẫn trong của một đầu cáp, và đầu dây còn lại đấu với thiết bị đo. Đo điện trở d.c. Ghi lại giá trị R_1 .

Phương pháp tương tự, Một đầu thiết bị đo đấu nối dây dẫn ngoài của một đầu cáp, và đầu dây còn lại đấu với thiết bị đo. Đo điện trở d.c. Ghi lại giá trị R_2 .

Cường độ dòng điện không vượt quá 1 A/mm^2 của dây dẫn để tránh bất kỳ sự gia tăng nhiệt độ quá mức trong thời gian kiểm tra.



Hình 1 - Cấu hình đo điện trở dây dẫn của cáp

Cách tính điện trở vòng

$$R_{cc} = R_1 - R_L \quad (10)$$

$$R_{oc} = R_2 - R_L \quad (11)$$

$$R_{LOOP} = R_{cc} + R_{oc} \quad (12)$$

Trong đó:

R_{cc} là điện trở d.c dây dẫn trong

R_{oc} là điện trở d.c dây dẫn ngoài

R_{LOOP} là điện trở d.c vòng

R_L là điện trở d.c đầu ra

Công thức tính điện trở một chiều

Điện trở d.c của cáp với độ dài N tính theo công thức

$$R = \frac{R_m}{L} N \quad (\Omega/N) \quad (13)$$

Trong đó

R là điện trở d.c của độ dài tham chiếu tại nhiệt độ đo, tính bằng Ω/N .

R_m là giá trị điện trở d.c đo được của CUT, tính bằng Ω .

L là độ dài của mẫu, tính bằng m.

N là độ dài tham chiếu, tính bằng m.

TCVN 10296:2014

Điều chỉnh nhiệt độ

Giá trị đo được phải được điều chỉnh đến nhiệt độ chuẩn 20 °C. Điện trở d.c phải được điều chỉnh đến nhiệt độ chuẩn bằng cách nhân các giá trị đo (R_{cc} , R_{oc}) với hệ số k .

$$k = \frac{1}{1 + C_T(T - 20^\circ C)} \quad (14)$$

Trong đó:

T là nhiệt độ trong thang chia độ của cáp cần thử nghiệm trong phép đo.

C_T là hệ số nhiệt độ của điện trở riêng của vật liệu dây dẫn.

Các giá trị chuẩn [$1/^\circ C$]:

Đồng (ủ)	0,003 85
Đồng (đã kéo)	0,003 93
Nhôm	0,003 96
Nhôm mạ đồng	0,004 13
Thép mạ đồng	0,003 78

Đối với các vật liệu dây dẫn khác, hệ số k hoặc C_T phải được ghi rõ trong thông số kỹ thuật của cáp.

4.1.1.4 Kết quả đo kiểm

Các điều kiện kiểm tra như sau:

- Nhiệt độ môi trường xung quanh, tính bằng °C.
- Độ dài CUT, tính bằng m.
- Giá trị đã hiệu chỉnh đối với độ dài tham chiếu tại 20 °C.
- Điện trở d.c dây dẫn trong (Ω /độ dài tham chiếu).
- Điện trở dây dẫn ngoài (Ω /độ dài tham chiếu).
- Điện trở d.c mạch vòng (Ω /độ dài tham chiếu).

4.1.2 Phép đo điện trở cách điện của lớp điện môi

4.1.2.1 Nguyên lý

Mục đích phép đo là xác định điện trở cách điện một chiều của vật liệu cách điện giữa dây dẫn trong và dây dẫn ngoài.

4.1.2.2 Thiết bị đo kiểm

Một bộ nguồn một chiều lớn hơn 80 Vd.c và nhỏ hơn hoặc bằng 500 Vd.c.

Một Mêgôm kê có dải đo lớn hơn hoặc bằng $2 \times 10^5 \text{ M}\Omega$.

4.1.2.3 Mẫu đo kiểm

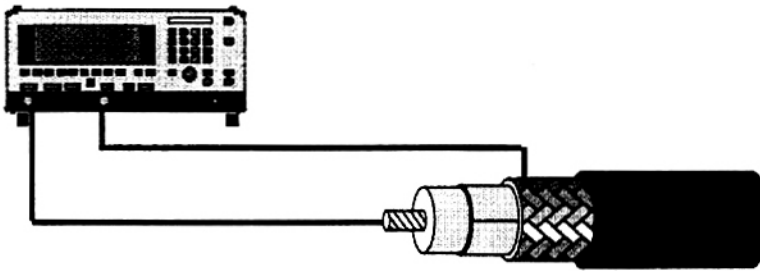
Phép đo phải được thực hiện trên một đoạn cáp thành phẩm.

Nhiệt độ qui định nằm trong khoảng từ 15 °C đến 35 °C.

4.1.2.4 Qui trình

Điện trở cách điện phải được đo giữa dây dẫn trong và dây dẫn ngoài.

Điện áp kiểm tra phải là 500 V, thời gian tối thiểu là 1 min.



Hình 2 - Cấu hình đo điện trở cách điện của lớp điện môi

Công thức tính

Điện trở cách điện tính bằng $\text{M}\Omega \cdot \text{km}$. Khi cáp có độ dài kiểm tra khác 1000 m, giá trị được tính theo công thức.

$$R = R_m \frac{l}{1000} \quad (15)$$

Trong đó:

R là điện trở cách điện quy đổi, tính bằng $\text{M}\Omega \cdot \text{km}$.

R_m là điện trở cách điện đo được, tính bằng $\text{M}\Omega$.

l là độ dài cáp, tính bằng km.

4.1.2.5 Kết quả đo kiểm

Các điều kiện đo kiểm như sau:

- Nhiệt độ, tính bằng °C.
- Độ dài mẫu đo kiểm (CUT), tính bằng m.

TCVN 10296:2014

- Điện áp đo kiểm, tính bằng V.

4.1.3 Phép đo Khả năng chịu điện áp của lớp điện môi

4.1.3.1 Nguyên lý

Mục đích của phép đo là xác định khả năng chịu đựng điện áp a.c hoặc d.c của lớp điện môi.

4.1.3.2 Thiết bị đo kiểm

- Nguồn cấp điện a.c hoặc d.c.
- Một Vôn kế có thang đo kilô vôn.

Tần số điện áp a.c nằm trong khoảng từ 40 Hz đến 60 Hz và dạng hình sin.

4.1.3.3 Mẫu đo kiểm

Phép đo phải được thực hiện trên cáp thành phẩm.

Bề mặt lớp điện môi của dây cáp phải được làm sạch.

4.1.3.4 Qui trình

Thời gian thực hiện phép đo độ bền lớp điện môi giữa dây dẫn trong và giữa dây dẫn ngoài là 1 min.

Tốc độ tăng của điện áp đo phải $< 2 \text{ kV/s}$.

4.1.3.5 Kết quả đo kiểm

Các điều kiện kiểm tra như sau:

- Nhiệt độ, tính bằng $^{\circ}\text{C}$.
- Độ dài mẫu, tính bằng m.
- Giá trị của điện áp được áp dụng bằng kV r.m.s. cho điện áp a.c. hoặc cho điện áp d.c.
- Tần số trong trường hợp của điện áp a.c, tính bằng Hz.
- Khoảng thời gian đo kiểm, tính bằng min.
- Mẫu đo kiểm đạt hoặc không đạt.

4.1.3.6 Yêu cầu

Lớp điện môi bị phóng điện, điện áp đo kiểm đưa ra trong thông số kỹ thuật của cáp.

4.1.4 Khả năng chịu điện áp của vỏ bọc cáp

4.1.4.1 Nguyên lý

Dùng phương pháp nhấn chìm cáp trong bể nước kim loại.

4.1.4.2 Thiết bị đo kiểm

Một bể chứa kim loại lỏng sử dụng một bản cực thích ứng và bộ nguồn a.c tần số từ 40 Hz đến 60 Hz điều chỉnh được từ 0,8 kV r.m.s đến 5 kV r.m.s.

4.1.4.3 Mẫu đo kiểm

Mẫu phải được cắt từ độ dài cáp thành phẩm. Vỏ bọc cáp phải được loại bỏ một đầu đến phần tiếp xúc lớp bọc kim cáp, các điểm tiếp xúc phải được làm sạch.

4.1.4.4 Qui trình

Cáp phải nhúng chìm trong nước, nhiệt độ từ 15 °C đến 35 °C khoảng thời gian 1 h. Các đầu cáp phải chia ra ngoài với độ dài vừa đủ để tránh sự đánh thủng điện áp. Tại đầu nhúng chìm khoảng thời gian điện áp đo kiểm a.c. được ghi rõ trong bảng dưới. Phải áp dụng > 1 min và < 2 min giữa dây dẫn trong hoặc lớp bọc kim và nước.

Bảng 7- Điện áp đo kiểm

Độ dày danh định vỏ bọc cáp, mm	Điện áp đo kiểm, kV r.m.s
≤ 0,5	1
0,5 + 0,8	2
0,8 + 1,0	3
> 1,0	5

4.1.4.5 Kết quả đo kiểm

Các điều kiện đo kiểm như sau:

- Nhiệt độ
- Độ dài mẫu
- Điện áp đo kiểm
- Tần số đo kiểm
- Thời gian đo kiểm

4.1.4.6 Yêu cầu

Lớp vỏ bọc cáp phải không bị đánh thủng.

4.1.5 Phép đo trở kháng, vận tốc lan truyền tương đối

4.1.5.1 Các tham số

TCVN 10296:2014

Trễ nhóm $\tau_g = \frac{d\beta}{d\omega} = \frac{\Delta\beta}{\Delta\omega}$ (16)

Trễ pha $\tau_p = \frac{\beta}{\omega}$ (17)

Vận tốc lan truyền $v = \frac{1}{\tau_p} = \frac{\omega}{\beta}$ (18)

Vận tốc lan truyền tương đối $v_r = \frac{v}{c} = \frac{1}{\tau_p \times c} = \frac{l_{mech}}{l_e}$ (19)

Độ dài điện $l_e = l_{mech} \times \tau_p \times c$ (20)

Trở kháng $Z_c = \frac{\beta}{\omega C} = \frac{\tau_p}{C}$ (21)

Trong đó

β là hằng số bước sóng, tính bằng radian/m.

$\omega = 2\pi f$ là tần số góc, tính bằng radian/m.

τ_g là trễ nhóm, tính bằng s/m.

τ_p là trễ pha, tính bằng s/m.

C là điện dung, tính bằng pF/m.

c là vận tốc lan truyền trong không gian tự do (3×10^8 m/s).

l_e là độ dài điện, tính bằng m.

l_{mech} là độ dài cơ, tính bằng m.

v là vận tốc lan truyền, tính bằng m/s.

v_r là vận tốc lan truyền tương đối.

Z_c là trở kháng, tính bằng Ω .

4.1.5.2 Thiết bị

Một máy đo điện dung hoặc mạch cầu.

Một máy phân tích mạng vector (VNA) sử dụng các phép đo S21.

4.1.5.3 Mẫu đo kiểm

Độ dài của mẫu đo kiểm là

$$l_{\max} < \frac{500000}{Z_c \times C \times f} \quad (22)$$

Trong đó:

C là điện dung của cáp, tính bằng pF/m

f là tần số thấp nhất được đo, tính bằng MHz.

L_{\max} là độ dài mẫu tối đa, tính bằng m.

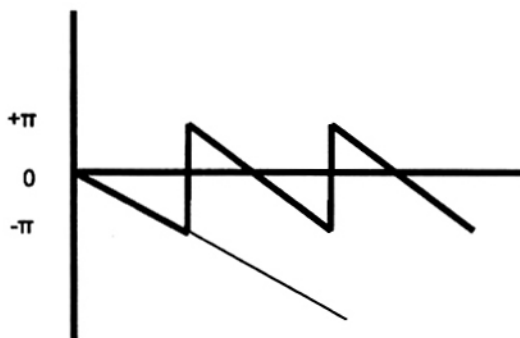
Z_c là trở kháng danh định của cáp, tính bằng Ω .

4.1.5.4 Qui trình

- Tham số S21 hoặc S12 của mẫu cáp cần thử nghiệm đo cùng VNA (máy phân tích mạng vector). Hằng số bước sóng đo được từ phép đo này được sử dụng để tính tham số được xác định phía trên.

Công thức tính hằng số bước sóng β

- Máy phân tích mạng vector (VNA) đo pha trong dải $-\pi$ và $+\pi$. Trong trường hợp này, dịch chuyển pha được biến đổi theo một hàm giảm đơn điệu liên tục trong dải giữa 0 và $-\infty$ (Hình 3). Một số máy phân tích mạng cung cấp chức năng này.



Hình 3 -Dịch chuyển pha

Ví dụ: Có thể sử dụng đoạn chương trình tính toán sau:

For l = 2 To Number of frequency points

```

K = 0
WHILE Phase (I) > Phase (I-1)
    K=K+1
    Phase (I)=Phase (I)-K.2π
END While
NEXT I
    
```

- Hằng số bước sóng β được tính bằng công thức:

$$\beta(f) = \frac{\varphi_{exp}(f)}{l_{sample}} \quad (23)$$

Trong đó:

$\beta(f)$ là hằng số bước sóng tại tần số f , tính bằng radians/m.

$\varphi_{exp}(f)$ là giá trị dịch pha khuếch đại từ đại lượng đo S21 hoặc S12, tính bằng radian tại tần số f .

l_{sample} là độ dài mẫu, tính bằng m.

Công thức tính pha và trễ nhóm

Trễ pha
$$\tau_p(f) = \frac{\beta(f)}{2\pi \times f} \quad (24)$$

Trễ nhóm
$$\tau_g(f) = \frac{\beta(f_2) - \beta(f_1)}{2\pi(f_2 - f_1)} \quad (25)$$

$$f_2 = f + \Delta f / 2 \quad \text{nếu } f_2 > f_{max} \text{ thì } f_2 = f_{max} \quad (26)$$

$$f_1 = f - \Delta f / 2 \quad \text{nếu } f_1 < f_{min} \text{ thì } f_1 = f_{min} \quad (27)$$

$$\Delta f \leq 0,05 \times (f_{max} - f_{min}) \quad (28)$$

Trong đó:

$\beta(f)$ là hằng số bước sóng, tính bằng radian/m tại tần số f .

$\tau_g(f)$ là vận tốc nhóm, tính bằng s/m tại tần số f .

$\tau_p(f)$ là vận tốc pha, tính bằng s/m tại tần số f .

f_{min}, f_{max} là tần số đo được theo lần lượt từ thấp nhất đến cao nhất, tính bằng Hz

Công thức tính tốc độ truyền

$$v(f) = 2\pi \times \frac{f}{\beta(f)} \quad (29)$$

$$v_r(f) = \frac{v(f)}{c} = \frac{2\pi}{c} \frac{f}{\beta(f)} \quad (30)$$

Trong đó:

$\beta(f)$ là hằng số bước sóng, tính bằng radian/m tại tần số f .

c là vận tốc lan truyền trong không gian tự do (3×10^8 m/s).

f là tần số, tính bằng Hz.

$v(f)$ là vận tốc lan truyền, tính bằng s/m tại tần số f .

$v_r(f)$ là vận tốc lan truyền tương đối tại tần số f .

Công thức tính độ dài điện

$$l_c(f) = l_{mech} \frac{\beta(f) \times c}{2\pi \times f} \quad (31)$$

Trong đó:

$\beta(f)$ là hằng số bước sóng, tính bằng radian/m tại tần số f .

c là vận tốc lan truyền trong không gian (3×10^8 m/s).

f là tần số, tính bằng Hz.

$l_c(f)$ là độ dài điện, tính bằng m tại tần số f .

Công thức tính trở kháng

$$Z_c(f) = \frac{1}{C} \times \frac{\beta(f)}{2\pi \times f} \quad (32)$$

Trong đó

$\beta(f)$ là hằng số pha, tính bằng radian/m tại tần số f .

C là điện dung, tính bằng F/m.

f là tần số, tính bằng Hz.

$Z_c(f)$ là trở kháng, tính bằng Ω tại tần số f .

TCVN 10296:2014

4.1.5.5 Kết quả đo kiểm

Các điều kiện kiểm tra như sau:

- Nhiệt độ
- Độ dài mẫu
- Tần số đo kiểm

Và ghi lại giá trị của: Trở kháng, pha và trễ nhóm, độ dài điện và vận tốc lan truyền.

4.1.5.6 Các yêu cầu

Các giá trị phải không được vượt quá các yêu cầu quy định trong thông số kỹ thuật của cáp.

4.1.6 Phép đo suy hao phản xạ

Suy hao phản xạ được tính theo công thức:

$$RL = -20 \log |S_{11}| \quad (33)$$

$$S_{11} = \frac{\sqrt{P_r}}{\sqrt{P_i}} \quad (34)$$

Trong đó

P_r là công suất phản xạ, tính bằng W.

P_i là công suất tới, tính bằng W.

Trong điều kiện trở kháng, suy hao phản xạ tính theo công thức:

$$RL = -20 \log \left| \frac{Z_T - Z_R}{Z_T + Z_R} \right| \quad (35)$$

Trong đó

RL là suy hao phản xạ, tính bằng dB.

Z_T là trở kháng phức được đo, tính bằng Ω .

Z_R là trở kháng tham chiếu, tính bằng Ω , (50 Ω , 75 Ω , hoặc tương ứng).

4.1.6.1 Thiết bị đo kiểm

Một bộ phân tích mạng vector (VNA) có khả năng thực hiện các phép đo S_{11}/S_{22} .

Một bộ hiệu chỉnh với các chuẩn (mở, ngắn, tải).

4.1.6.2 Mẫu đo kiểm

Hai đầu mẫu cáp đo kiểm phải tốt để khi đấu nối cáp với thiết bị máy phân tích mạng thì kết quả đo kiểm không bị ảnh hưởng đáng kể.

4.1.6.3 Nguyên lý hiệu chỉnh lỗi của thiết bị đo kiểm

Phép đo suy hao phản xạ phụ thuộc nhiều vào hướng tính của cầu hướng tính hoặc bộ ghép (E_D), theo dõi tần số phản hồi (E_R) và nguồn kết hợp (E_S). 3 lỗi này có liên quan đến dữ liệu thực tế (S_{11a}) và dữ liệu được đo (S_{11m}) bằng công thức:

$$S_{11m} = E_D + \frac{S_{11a} E_R}{1 - E_S S_{11a}} \quad (36)$$

Có thể tính được phần bù hiệu chuẩn nếu biết được 3 lỗi này. Các lỗi này được tìm thấy bằng hệ thống đo dùng 3 chuẩn độc lập. Các chuẩn này bao gồm một tải chuẩn, đầu cuối hở mạch và đầu cuối ngắn mạch.

Đo tải hiệu chỉnh ($S_{11a} = 0$) kết quả tính bằng:

$$S_{11load} = E_D \quad (37)$$

Đo ngắn mạch ($S_{11a} = -1$) kết quả tính bằng:

$$S_{11short} = E_D + \frac{-E_R}{1 + E_S} \quad (38)$$

Hở mạch cho điều kiện độc lập thứ ba. Kết nối mở có điện dung ký sinh, vì vậy một mạch hở được thiết kế đặc biệt sử dụng pha Φ_0 , cho kết quả, tính bằng:

$$S_{11open} = E_D + \frac{1 \angle \Phi_0 E_R}{1 - E_S \cdot 1 \angle \Phi_0} \quad (39)$$

Từ 3 biểu thức trên, có thể tính toán 3 lỗi (trong các hệ thống lý tưởng $E_D=0$, $E_S=0$ và $E_R = 1$). Từ đó tính được suy hao phản xạ.

Hiệu chỉnh lỗi (hiệu chuẩn) được thực hiện tại mặt phẳng nơi kiểm tra, cáp đo kiểm (CUT) phải được kết nối để đo. Tất cả các bộ phối hợp và các mạch thích ứng trở kháng được sử dụng phải nằm trong qui trình hiệu chỉnh lỗi (hiệu chuẩn).

4.1.6.4 Kết quả đo kiểm

Các điều kiện kiểm tra như sau:

- Nhiệt độ, tính bằng độ.

TCVN 10296:2014

- Độ dài, tính bằng m.
- Lỗi tối đa do ảnh hưởng khoảng cách tần số, tính bằng dB.
- Phân tích các thiết lập như thời gian quét, băng thông IF, chỉ số trung bình.
- Kết quả đo kiểm cho mỗi băng tần xác định, ghi lại giá trị xấu nhất của suy hao phản xạ và tần số tương ứng.

4.1.6.5 Yêu cầu

Các giá trị này phải không vượt quá yêu cầu của thông số kỹ thuật của cáp.

4.1.7 Phép đo trở kháng đều (suy hao phản xạ xung)

4.1.7.1 Suy hao phản xạ xung

Đo kiểm suy hao phản xạ xung quyết định suy hao phản xạ của một cáp đồng trục trong miền thời gian sử dụng tín hiệu xung.

Suy hao phản xạ xung được thể hiện trong miền thời gian cho biết tính không đồng đều cục bộ của trở kháng của dây cáp được đo kiểm.

Công thức tính suy hao phản xạ xung:

$$a_p = 20 \log \left| \frac{u_s}{u_{rx}} \right| \quad \text{bằng dB} \quad (40)$$

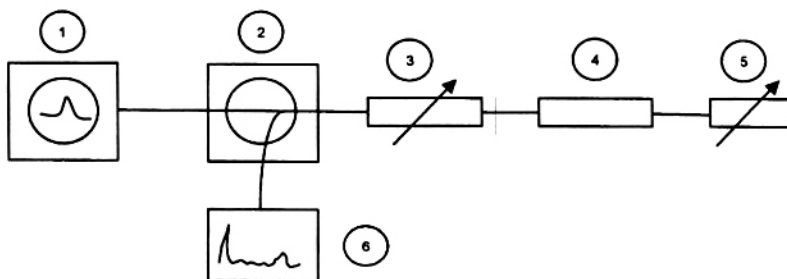
Trong đó

u_s là điện áp xung tại đầu vào, tính bằng V.

u_{rx} là điện áp xung của xung phản xạ, tính bằng V.

4.1.7.2 Thiết bị đo kiểm

Thiết bị đo kiểm phải được kết hợp như Hình 4



Hình 4 - Sơ đồ thiết bị suy hao phản xạ xung

Thành phần

1 Bộ tải xung

- 2 Bộ ghép định hướng hỗn hợp
- 3 Mẫu chuẩn điều chỉnh được
- 4 Cáp đo kiểm (CUT)
- 5 Tải cuối điều chỉnh
- 6 Bộ hiển thị

4.1.7.3 Qui trình

Xung là một xung bình phương hàm sin xấp xỉ.

Một nửa biên độ độ rộng xung phải ≤ 10 ns.

Tần số f_e được xác định bởi:

$$f_e = 250 / t_p \quad (41)$$

Trong đó:

f_e là tần số của năng lượng xung tối đa, tính bằng MHz

t_p là một nửa biên độ độ rộng xung, tính bằng ns.

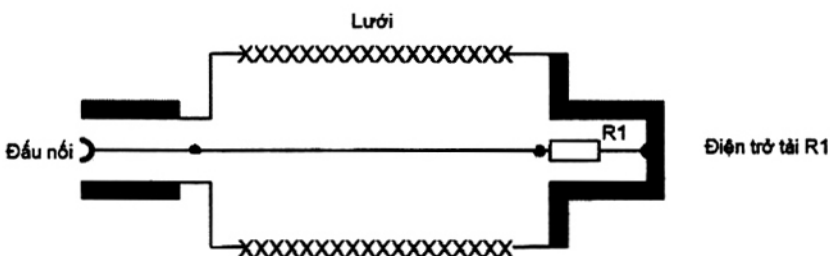
4.1.7.4 Yêu cầu

Suy hao phản xạ xung không được vượt quá giá trị ghi rõ trong phần thông số kỹ thuật của cáp.

4.1.8 Phép đo trở kháng truyền bề mặt

4.1.8.1 Mẫu đo kiểm

Cáp đồng trục được chuẩn bị như trong Hình 5.



Hình 5 - Chuẩn bị mẫu kiểm tra cho cáp đồng trục

TCVN 10296:2014

Một đầu mẫu cáp đồng trục được nối với điện trở R_1 , giá trị này bằng trở kháng của hệ thống Z_1 . Đầu kia được kết nối đến bộ tạo tín hiệu. Yêu cầu tất cả các mối nối có điện trở tiếp xúc không đáng kể, không ảnh hưởng tới kết quả đo kiểm.

Để đạt được thiết lập bằng thông phẳng tối đa bằng phương pháp giới hạn, điện trở R_2 tính theo công thức:

$$R_2 = A \times 60 \ln\left(\frac{D}{d}\right) - 50 \quad (42)$$

$$A = \sqrt{2} \quad \text{hoặc} \quad A = \sqrt{\frac{\epsilon_{r1}}{\epsilon_{r2}}} \quad (43)$$

Trong đó:

D là đường kính trong của ống, tính bằng mm.

d là đường kính ngoài của cáp, tính bằng mm.

ϵ_{r1} là hằng số điện môi của mạch trong.

ϵ_{r2} là hằng số điện môi của mạch ngoài.

4.1.8.2 Thiết bị đo kiểm

Máy phân tích mạng (NA), hoặc bộ dao động.

Máy phát tín hiệu rời rạc.

Máy thu đo lường chọn lọc.

Phép đo bao gồm:

a) Máy phân tích mạng hoặc bộ dao động.

Một máy phát tín hiệu với trở kháng giống như hệ thống cáp đồng trục kiểm tra hoặc với một bộ chuyển đổi trở kháng.

b) Mạch trở kháng tương đương nếu cần thiết

- phía sơ cấp: trở kháng danh định của máy phát

- phía thứ cấp: trở kháng danh định của cáp đo kiểm

- suy hao phản xạ: >10 dB

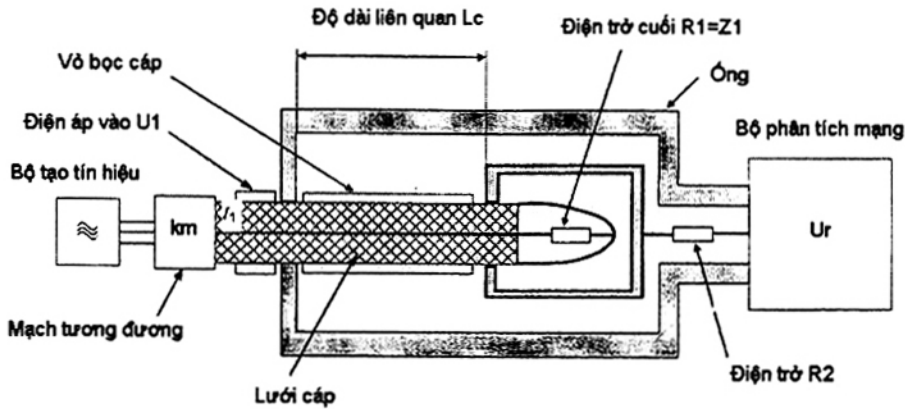
Thiết bị tùy chọn:

c) Máy đo phản xạ miền thời gian (TDR) với thời gian tăng lên ít hơn 200 ps hoặc máy phân tích mạng với tần số tối đa lên đến 5 GHz.

d) Máy vẽ đồ thị

4.1.8.3 Thiết lập đo kiểm

- Sơ đồ khối của thiết lập đo kiểm trong Hình 6.



Hình 6 - Thiết lập đo kiểm

I_1 dòng điện vào

U_2 điện áp ra

K_m điện áp đạt được của mạch tương đương

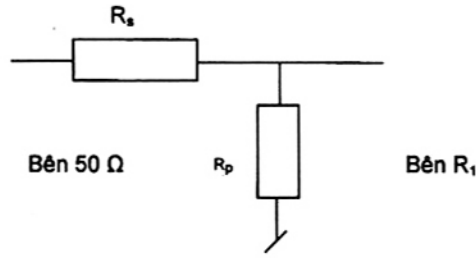
- Mạch tương đương trở kháng

Nếu hệ số phản xạ giữa trở kháng danh định của mạch trong và bộ tạo dao động $> 0,2$ một mạch tương thích trở kháng là cần thiết. Mạch gồm hai điện trở, một điện trở được mắc nối tiếp R_s , một điện trở mắc song song R_p .

Trường hợp $Z_1 < 50 \Omega$: Cấu hình là:

$$R_s = 50 \sqrt{1 - \frac{R_1}{50}} \quad (44)$$

$$R_p = \frac{R_1}{\sqrt{1 - \frac{R_1}{50}}} \quad (45)$$

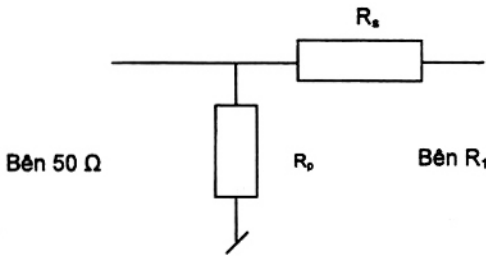


Hình 7 – Trở kháng tương đương với $R_1 < 50 \Omega$

Trường hợp $R_1 > 50 \Omega$: Cấu hình là

$$R_s = R_1 \sqrt{1 - \frac{50}{R_1}} \quad (46)$$

$$R_p = \frac{50}{\sqrt{1 - \frac{50}{R_1}}} \quad (47)$$



Hình 8 - Trở kháng tương đương với $R_1 > 50 \Omega$

- Công thức tính trở kháng truyền dẫn bề mặt

$$Z_T = \frac{R_1 \times (50 + R_2)}{50 \times k_m \times L_c} 10^{-\left\{ \frac{a_{meas} - a_{cal}}{20} \right\}} \quad (48)$$

Trong đó

Z_T là trở kháng truyền, tính bằng $m\Omega/m$

a_{meas} là suy hao đo được, tính bằng dB

a_{cal} là suy hao hiệu chỉnh máy, tính bằng dB

L_c là độ dài mẫu, tính bằng m

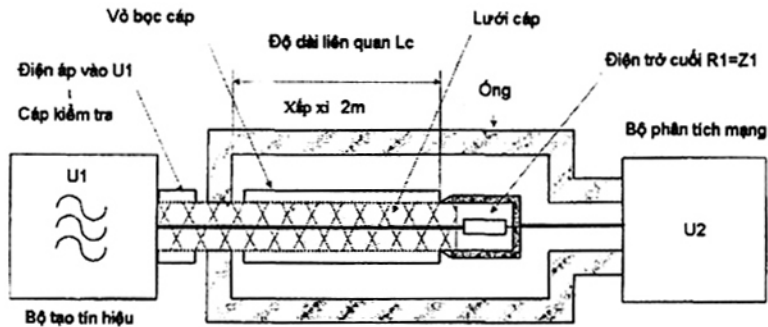
R_1 là điện trở kết cuối của dây dẫn, tính bằng Ω

R_2 là điện trở dây dẫn ngoài, tính bằng Ω

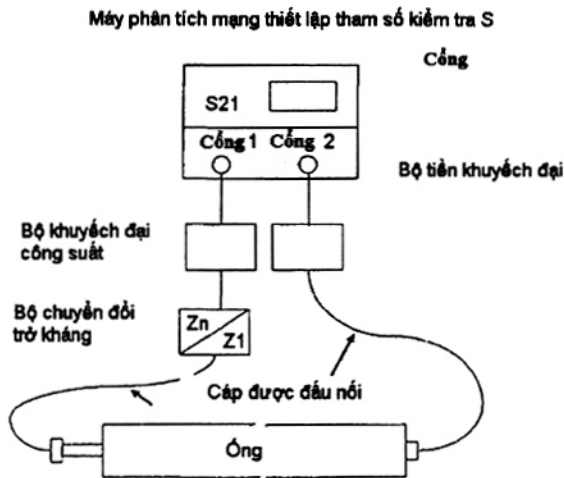
k_m là độ lợi điện áp của bộ cân bằng

4.1.9 Phép đo suy hao lớp bọc kim lớn hơn hoặc bằng 3 GHz

4.1.9.1 Cấu hình đo



Hình 9 - Thiết lập đo



Hình 10 - Thiết lập đấu nối đo máy phân tích mạng

4.1.9.2 Thiết bị

Một máy tạo tín hiệu hoặc bộ cân bằng trở kháng

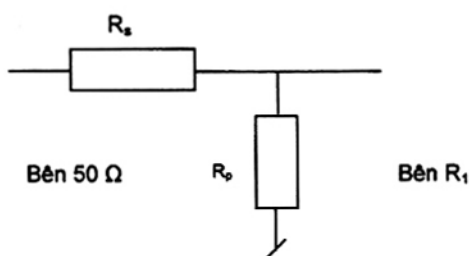
Một máy phân tích mạng (NA)

- Mạch tương đương trở kháng.

Trường hợp $Z_1 < 50 \Omega$: Cấu hình là

$$R_s = 50 \sqrt{1 - \frac{R_1}{50}} \quad (49)$$

$$R_p = \frac{R_1}{\sqrt{1 - \frac{R_1}{50}}} \quad (50)$$

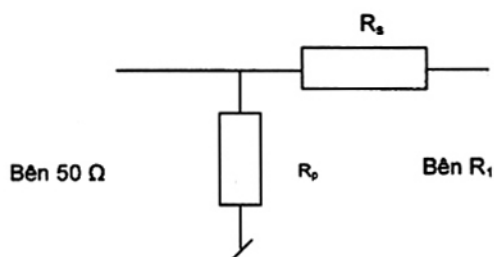


Hình 11 - Trở kháng tương đương với $Z_1 < 50 \Omega$

Trường hợp $Z_1 > 50 \Omega$: Cấu hình là.

$$R_s = R_1 \sqrt{1 - \frac{50}{R_1}} \quad (51)$$

$$R_p = \frac{50}{\sqrt{1 - \frac{50}{R_1}}} \quad (52)$$



Hình 12 - Trở kháng tương đương với $Z_1 > 50 \Omega$

4.1.9.3 Qui trình

Tỷ số điện áp đầu ra của mạch ngoài và đầu vào của cáp được đo bởi máy phân tích mạng hoặc điều chỉnh suy hao (giả thiết khi nhận có cùng trở kháng đầu vào như trở kháng đầu ra của máy tạo tín hiệu ($R=Z_1$)).

Giá trị đỉnh tối đa của tỷ lệ điện áp hoặc tối thiểu của suy hao phải được đo và ghi lại.

Tỷ số điện áp đo được không phụ thuộc vào đường kính ngoài của ống kiểm tra hoặc trở kháng Z_2 của hệ thống ngoài, Z_2 lớn hơn trở kháng đầu.

Công thức tính suy hao bọc kim: với $Z_s = 150 \Omega$

$$a_s = 10 \times \log_{10} \left| \frac{P_1}{P_{r,max}} \right| = 10 \times \log_{10} \left| \frac{P_1}{P_{2,max}} \times \frac{2 \times Z_s}{R} \right| \quad (53)$$

$$= 20 \times \log_{10} \left| \frac{U_1}{U_{2,max}} \right| + 10 \times \log_{10} \left| \frac{300\Omega}{Z_1} \right| \quad (54)$$

$$= a_{m,min} - a_z + 10 \times \log_{10} \left| \frac{300\Omega}{Z_1} \right| \quad (55)$$

Trong đó

a_s là suy hao lớp bọc kim liên quan đến trở kháng 150Ω , tính bằng dB.

$a_{m,min}$ là suy hao tối thiểu với giá trị đo được, tính bằng dB.

a_z là suy hao của bộ chuyển đổi, tính bằng dB.

U_1 là điện áp vào của mạch sơ cấp, tính bằng V.

U_2 là điện áp ra của mạch thứ cấp, tính bằng V.

Z_1 là trở kháng của cáp đo kiểm, tính bằng Ω .

4.1.9.4 Yêu cầu

Các kết quả của suy hao lớp bọc kim tối thiểu phải tuân theo giá trị chỉ định trong thông số kỹ thuật cáp của cáp.

4.2 Thông số về độ thấm nước

4.2.1 Mẫu đo kiểm

Phải chuẩn bị mỗi mẫu có chiều dài $1 \text{ m} \pm 10 \text{ cm}$.

Một phần chu vi của cáp có bề rộng không nhỏ hơn 5 mm phải được gỡ ra từ cùng một đầu dây làm lộ dây dẫn trong.

4.2.2 Qui trình

Đầu dây cáp sau khi được chuẩn bị xong phải được đưa vào một ống nước kín được nối tới thiết bị đo

TCVN 10296:2014

kiểm độ thấm nước như Hình 13, tại nhiệt độ 20 ± 5 °C.

Độ cao của nước phải được theo dõi trong suốt thời gian đo kiểm (T) và được duy trì ở mức $1 \text{ m} \pm 10 \text{ cm}$.

Một chất màu huỳnh quang hoà tan trong nước hoặc là thuốc nhuộm màu phù hợp khác có thể được sử dụng trong việc phát hiện rò rỉ nước. Cần chọn một loại thuốc nhuộm huỳnh quang không phản ứng với bất kỳ thành phần của cáp nào.

4.2.3 Đo kiểm mẫu

Sau khi hoàn thành thời gian kiểm tra (T), mẫu được lấy ra từ thiết bị đo kiểm.

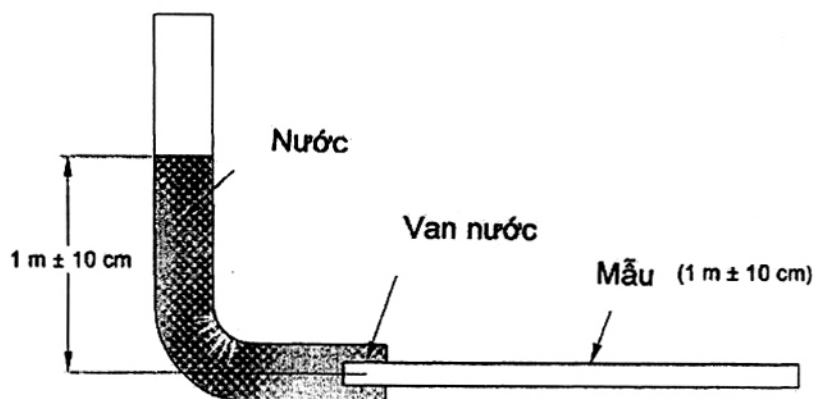
Mẫu được cắt tại độ dài (L) như trong thông số kỹ thuật của cáp, từ lớp điện môi của đầu dây mẫu đã chuẩn bị. Độ dài này phải được kiểm tra như sau:

a) Đo kiểm diện tích mặt cắt ngang của mẫu cáp tại đầu vết cắt, với hỗ trợ của nguồn ánh sáng cực tím hoặc, khi thuốc màu được sử dụng, một kính phóng đại được sử dụng để xác định nếu có sự di chuyển qua mẫu cáp.

b) Cáp phải được cắt cẩn thận theo chiều dọc thành hai vết cắt riêng xấp xỉ 180° để lộ dây dẫn trong. Mỗi một thành phần được thiết kế để chặn nước phải được gỡ bỏ và kiểm tra sự di chuyển nước bằng sự hỗ trợ của nguồn ánh sáng cực tím hoặc, khi thuốc màu được sử dụng, một kính phóng đại lại được sử dụng để đo kiểm sự di chuyển nước.

4.2.4 Thiết bị

Sơ đồ kiểm tra Hình 13.



Hình 13 - Thiết bị kiểm tra độ thấm nước

4.2.5 Yêu cầu

Nước không được phát hiện tại khoảng cách di chuyển tối đa (L).

4.2.6 Các thông số chi tiết

Thông số kỹ thuật chi tiết gồm:

- a) Phương pháp sử dụng và đo kiểm chéo.
- b) Khoảng cách di chuyển tối đa.
- c) Thời gian kiểm tra (T).
- d) Áp dụng qui trình uốn (nếu áp dụng được).
- e) Lượng và loại nhuộm (nếu áp dụng được).

4.2.7 Kết quả đo kiểm

Kết quả đo kiểm phải bao gồm:

- a) Số mẫu.
- b) Nhiệt độ đo kiểm.
- c) Độ dài di chuyển đo được.
- d) Chỉ tiêu đạt hoặc không đạt.

4.3 Các thông số cơ học

4.3.1 Phép đo độ oval lớp điện môi

4.3.1.1 Nguyên lý

Độ oval được xác định từ phép đo của hai đường kính vuông góc của mặt cắt ngang một mẫu lấy ra từ một dây cáp thành phẩm.

4.3.1.2 Thiết bị đo kiểm

Thiết bị đo kiểm cho phép độ chính xác 0,01 mm.

- Một kính hiển vi đọc chỉ số ước lượng đến ba chữ số.
- Một máy chiếu biên dạng với độ khuếch đại ít nhất 10 lần.
- Một thước kẹp.
- Dụng cụ đo vi lượng.

4.3.1.3 Mẫu đo kiểm

Ba mẫu phải cắt ít nhất 100 mm từ cáp hoàn chỉnh, phải cắt vuông góc và cẩn thận.

4.3.1.4 Qui trình

Đối với mỗi mặt cắt ngang, hai phép đo phải được thực hiện trên đường kính của dây cáp, các đường kính này thẳng góc với nhau.

TCVN 10296:2014

Trong mỗi trường hợp, vị trí được chọn phải là điểm mà hai đường kính vuông góc với nhau, tạo ra sự khác nhau tối đa giữa chúng.

4.3.1.5 Công thức tính

Độ oval được tính theo công thức sau:

$$O = \left(\frac{2(D_1 - D_2)}{D_1 + D_2} \right) \times 100\% \quad (56)$$

Trong đó

D_1 là giá trị đường kính đo được lớn hơn, tính bằng mm.

D_2 là giá trị đường kính đo được nhỏ hơn, tính bằng mm.

O là độ tròn đều hiện thị dưới dạng phần trăm.

Độ oval được xác định theo độ tròn đều trung bình của 3 mẫu kiểm tra.

4.3.1.6 Kết quả đo kiểm

Kết quả đo kiểm phải đưa ra như sau:

- D_1 , D_2 độ oval đối với mỗi mẫu.

- Độ oval trung bình.

4.3.1.7 Yêu cầu

Độ oval phải được ghi rõ trong thông số kỹ thuật của cáp.

4.3.2 Phép đo độ oval của vỏ bọc cáp

Tương tự phép đo độ oval lớp điện môi.

4.3.3 Phép đo độ lệch tâm của lớp điện môi

4.3.3.1 Thiết bị đo kiểm

Một kính hiển vi đo lường độ chính xác 0,01 mm và đọc chỉ số ước lượng đến ba số lẻ khi đo độ dày < 0,5 mm.

Có thể sử dụng một máy chiếu biên/bộ so sánh với độ khuếch đại ít nhất 10 lần, trong trường hợp nghi ngờ, qui trình đo kính hiển vi phải được áp dụng.

4.3.3.2 Mẫu đo kiểm

Ba mẫu cáp xấp xỉ 100 mm độ dài phải được cắt 1 m từ cáp hoàn chỉnh. Khi đo độ lệch tâm của lớp điện môi, thành phần ngoài của cáp phải bị loại bỏ đến lõi của lớp điện môi.

Khi đo độ lệch tâm của dây dẫn ngoài hoặc lưới, vỏ hoặc vỏ bọc ngoài dây cáp phải được loại bỏ.

Mẫu thử phải được cắt vuông góc và ba via phải được loại bỏ cẩn thận.

4.3.3.3 Qui trình

Độ lệch tâm được tính theo công thức sau:

$$E(\%) = (T_{\max} - T_{\min}) / D \times 100 \quad (57)$$

Trong đó

T_{\max} là độ dày bán kính tối đa, tính bằng mm.

T_{\min} là độ dày bán kính tối thiểu, tính bằng mm.

D là đường kính đo, tính bằng mm.

Độ lệch tâm được xác định bằng độ lệch tâm trung bình của ba mẫu thử.

4.3.3.4 Kết quả đo kiểm

Kết quả đo kiểm phải đưa ra như sau:

- T_{\max} , T_{\min} , D , độ lệch tâm với mỗi mẫu.
- Độ lệch tâm trung bình.

4.3.3.5 Yêu cầu

Độ lệch tâm của lớp điện môi phải ghi rõ trong thông số kỹ thuật của cáp.

4.3.4 Phép đo độ lệch tâm của vỏ bọc

Tương tự phép đo độ lệch tâm của lớp điện môi.

4.3.5 Phép đo độ bền kéo và độ giãn dài của dây dẫn trong bằng đồng hoặc nhôm mạ đồng

4.3.5.1 Nguyên lý

Phép đo kiểm xác định phần trăm độ giãn dài vào thời điểm đứt gãy của dây dẫn lưỡng kim đặc với độ giãn dài thấp khoảng 1 %.

4.3.5.2 Thiết bị đo kiểm

TCVN 10296:2014

Sử dụng giãn kế hoặc thiết bị khác phù hợp thực hiện phép đo độ giãn dài trên độ dài chuẩn 250 mm. Thiết bị này phải có một thước Vernier có độ chính xác lớn hơn 0,25 mm.

4.3.5.3 Qui trình đo

Mẫu thử phải khớp với khe kẹp của máy đo kiểm và tải đạt đến 10 % tải trọng gây tối thiểu. Một giãn kế hoặc thiết bị phù hợp khác phải được cố định vào mẫu đo kiểm để đo độ giãn lớn hơn 250 mm.

Độ giãn dài phải được quan sát khi đặt một tải trọng kéo lên mẫu và lực kéo, độ giãn dài nơi khe nứt xuất hiện được ghi lại như độ bền kéo và độ giãn dài của mẫu.

Tốc độ tách hai khe kẹp phải nhỏ hơn 25,4 mm/min.

4.3.5.4 Kết quả đo kiểm

Độ giãn dài căng do kéo đứt dây dẫn phải được biểu thị như phần trăm của độ dài mẫu ban đầu.

Độ bền kéo tại khe nứt được biểu thị bằng N/mm^2 tính được bằng cách chia độ bền kéo tại khe nứt cho độ dài mẫu ban đầu.

4.3.5.5 Yêu cầu

Độ bền kéo và độ giãn dài phải được ghi rõ trong thông số kỹ thuật của cáp.

4.3.6 Phương pháp đo đặc tính xoắn của vật liệu mạ đồng

4.3.6.1 Nguyên lý

Phép đo xác định bề mặt của dây dẫn, tính nguyên vẹn của lõi, và sự dính kết giữa đồng và lõi kim loại.

4.3.6.2 Thiết bị đo kiểm

Hai bộ kẹp được chia tách trên một rãnh hoặc đường ray. Một bộ kẹp không xoay, một bộ kẹp điều khiển xoay để truyền một chuyển động xoáy vào trong mẫu dây. Bộ kẹp không xoay cũng có thể điều chỉnh dọc theo rãnh để đạt được độ dài chuẩn đo thiết bị gấp 100 lần đường kính của mẫu. Một lực kéo nhẹ giữ cho bộ kẹp không xoay vì vậy phải giữ lực kéo trên dây khi nó bị xoắn. Số lần xoắn xấp xỉ 15 lượt/min.

4.3.6.3 Mẫu đo kiểm

Mẫu phải có độ dài bằng khoảng giữa hai bàn kẹp nhân với 100 lần độ dài đường kính mẫu.

4.3.6.4 Qui trình

Thực hiện xoắn 20 vòng trong độ dài chuẩn đo, kiểm tra bề mặt và lõi.

Tiếp tục xoắn dây để phá hủy và kiểm tra các đầu dây đồng tách ra từ lõi kim loại.

4.3.6.5 Kết quả đo kiểm

Kết quả cho biết bề mặt nếu có bất kỳ vết nứt, hốc hoặc vết tróc vảy và độ lớn của chúng sau 20 vòng xoắn tính theo độ dài 100 lần đường kính dây.

Kết quả chỉ ra có bất kỳ sự tách biệt giữa đồng và dây lõi kim loại sau khi phá hủy của lõi hoặc không.

4.3.6.6 Yêu cầu

Sau khi xoắn 20 vòng, đo kiểm bề mặt phải không có bất kỳ vết nứt, hốc hoặc tróc.

Sau khi tiếp tục xoắn dây đến hỏng, kiểm tra các đầu dây phải không có bất kỳ sự tách biệt giữa lớp đồng và lõi kim loại.

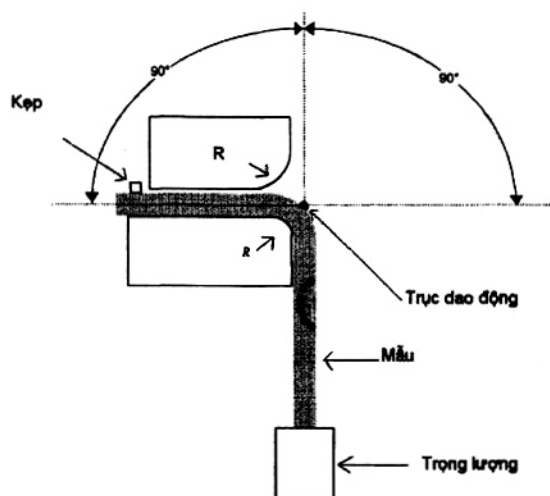
4.3.7 Phương pháp đo khả năng uốn của cáp

4.3.7.1 Uốn cong được lặp lại

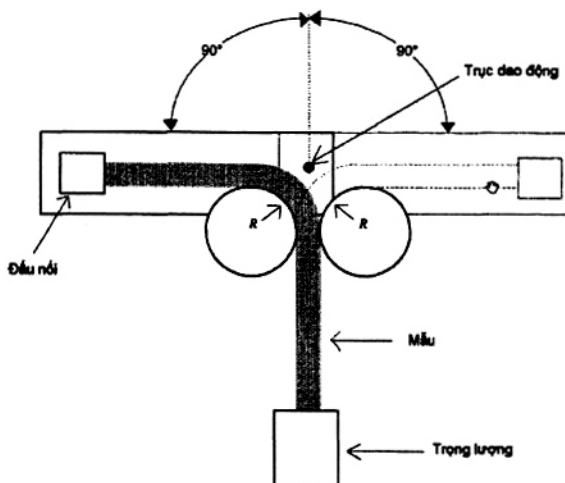
4.3.7.1.1 Thiết bị

Thiết bị đo kiểm có thể cho phép mẫu cáp uốn cong về phía sau và phía trước với góc uốn lớn nhất 180° và hai vị trí tạo nên một góc 90° trên cả hai trục thẳng đứng, phù hợp với tải trọng kéo. Thiết bị đo kiểm dây cáp Hình 16. Thiết bị đo kiểm cáp/ bộ ghép nối Hình 14.

Thiết bị có khả năng dịch chuyển tuần hoàn mẫu cáp từ vị trí thẳng đứng đến vị trí bên phải đã đánh dấu sau đó quay sang bên trái và ngược lại vị trí thẳng đứng ban đầu thành một chu kỳ, thời gian uốn cong trong một chu kỳ xấp xỉ 2 s.



Hình 14 - Đo kiểm uốn với cáp



Hình 15 - Đo kiểm uốn với cáp/bộ ghép nối

4.3.7.1.2 Độ dài mẫu

Độ dài mẫu phải vừa đủ để tiến hành đo kiểm đã được ghi rõ. Khi chỉ đánh giá hư hỏng về vật lý, độ dài có thể dao động từ 1 m (ví dụ cho các dây nhảy đường kính nhỏ) đến 5 m (đối với cáp có đường kính lớn hơn). Độ dài lớn hơn có thể cần thiết để thực hiện các phép đo truyền tải.

4.3.7.1.3 Quy trình

- a/ Mẫu qui định tại các điều kiện khí quyển chuẩn trong 24 h.
- b/ Áp dụng trọng lượng của khối thể hiện trong thông số kỹ thuật của cáp.
- c/ Đo các tham số tiêu chuẩn chấp nhận để thiết lập các giá trị cơ bản.

d/ Uốn số vòng được lặp lại nhiều lần, được ghi rõ trong thông số kỹ thuật của cáp.

e/ Thực hiện các phép đo tham số theo tiêu chí chấp nhận. Nếu cần thiết, mẫu có thể được gỡ bỏ từ dụng cụ để kiểm tra trực quan.

4.3.7.1.4 Yêu cầu

Các chỉ tiêu kiểm tra phải được ghi rõ trong phần thông số kỹ thuật của cáp.

4.3.7.1.5 Kết quả đo kiểm

Kết quả đo kiểm phải bao gồm:

a/ Góc chuyển vị

b/ Số chu kỳ

c/ Trọng lượng

d/ Bán kính uốn

e/ Nhiệt độ đo kiểm

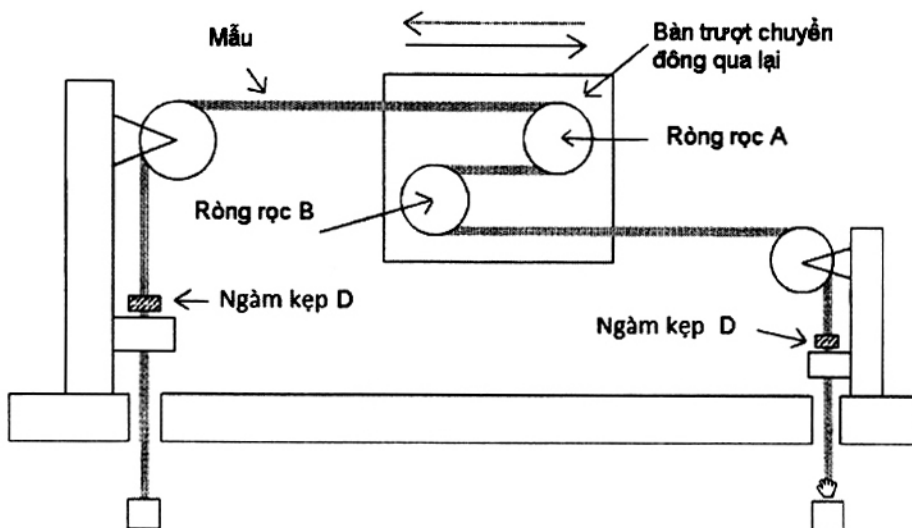
f/ Chỉ tiêu đạt hoặc không đạt

4.3.7.2 Uốn lặp

4.3.7.2.1 Thiết bị

Thiết bị đo kiểm như Hình 16.

Các ròng rọc phải có một rãnh hình bán nguyệt cho các loại cáp tròn. Các bộ kẹp D phải cố định.



Hình 16 - Thiết bị uốn lặp

TCVN 10296:2014

4.3.7.2.2 Mẫu đo kiểm

Mẫu phải kết thúc tại mỗi đầu nối. Độ dài mẫu đo kiểm phải được ghi rõ.

4.3.7.2.3 Qui trình

Mẫu phải được kéo dài qua ròng rọc, mỗi đầu được tải với một trọng lượng. Khối trọng lượng và đường kính của ròng rọc A và B phải được ghi rõ trong thông số kỹ thuật của cáp.

Mẫu phải được uốn lặp theo số chu kỳ đã được ghi rõ trong thông số kỹ thuật chi tiết. Một chu kỳ được định nghĩa như là chuyển động dịch chuyển từ vị trí bắt đầu của nó đến cuối đường dẫn, sau đó chuyển động theo hướng ngược lại và trở lại vị trí ban đầu.

4.3.7.2.4 Yêu cầu

Các chỉ tiêu đo kiểm phải được ghi thông số kỹ thuật chi tiết.

4.3.7.2.5 Kết quả đo kiểm

Kết quả đo kiểm phải bao gồm

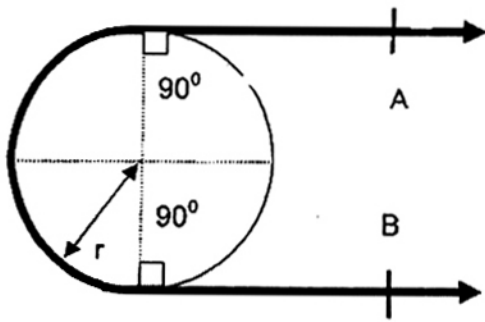
- a) Đường kính của ròng rọc A và B
- b) Trọng lượng
- c) Chu kỳ
- d) Nhiệt độ đo kiểm
- e) Chỉ tiêu đạt hoặc không đạt

4.3.7.3 Uốn cáp chịu lực kéo

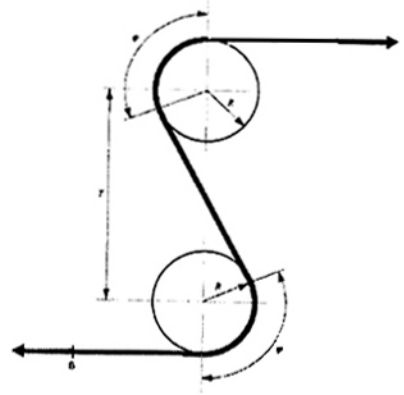
4.3.7.3.1 Thiết bị

- Thiết bị bao gồm

- a) Thiết bị kéo căng tối đa là $\pm 3\%$.
- b) Nếu có yêu cầu sử dụng dụng cụ đo suy hao để xác định thay đổi suy hao và/hoặc dụng cụ đo kéo sợi.
- c) Phương pháp 1: một con lăn với bán kính r được chỉ rõ trong phần thông số kỹ thuật của cáp. Thiết bị như Hình 17.
- d) Phương pháp 2: hai con lăn với bán kính R , khoảng cách Y , và một góc uốn, φ , đưa ra trong thông số kỹ thuật của cáp. Thiết bị như Hình 18.



Hình 17 - Uốn hình chữ U



Hình 18 - Uốn hình chữ S

4.3.7.3.2 Mẫu đo kiểm

Mẫu được lấy từ một đầu của cáp hoàn chỉnh.

Cả hai đầu của mẫu phải được kết thúc với các tải trọng xác định.

Mẫu phải được đánh dấu tại các điểm A và B như trong Hình 17 và Hình 18.

4.3.7.3.3 Qui trình

Qui trình 1

- Cáp được di chuyển xung quanh một hình trụ qua góc tối thiểu 180° (U - uốn cong), Hình 17.
- Lực kéo phải liên tục tăng với giá trị yêu cầu được đưa ra trong thông số kỹ thuật của cáp.
- Dây cáp phải di chuyển từ điểm A đến điểm B (xem Hình 17) và sau đó trở lại điểm A, với tốc độ và số chu kỳ như đã được ghi rõ trong thông số kỹ thuật của cáp.

Qui trình 2

- Cáp sẽ được uốn cong xung quanh hai hình trụ theo hình chữ S (S-uốn cong), hoặc trên một thiết bị được ghi trong thông số kỹ thuật chi tiết, xem hình 18.
- Lực kéo phải liên tục tăng với giá trị yêu cầu được đưa ra trong thông số kỹ thuật chi tiết.
- Dây cáp phải di chuyển từ điểm A đến điểm B (xem Hình 18) và sau đó trở lại điểm A, với tốc độ và số chu kỳ được ghi rõ trong thông số kỹ thuật.

4.3.7.3.4 Yêu cầu

Kiểm tra không có độ dẫn dài, không có thiệt hại đáng kể đến vỏ bảo vệ cáp hoặc đến các phần tử cáp.

Nếu được ghi rõ, bất kỳ sự suy giảm nào tăng lâu sau khi kiểm tra phải không vượt quá giá trị được ghi trong thông số kỹ thuật của cáp.

TCVN 10296:2014

4.3.7.3.5 Kết quả đo kiểm

Kết quả đo kiểm phải bao gồm:

- a) Qui trình sử dụng (1 hoặc 2)
- b) Độ dài của cáp và chiều dài uốn cong
- c) Chuẩn bị đầu dây
- d) Thiết bị làm căng
- e) Bán kính, r , của con lăn trong qui trình 1
- f) Bán kính R , của con lăn/hình trụ/ lõi trong qui trình 2
- g) Khoảng cách, Y , trong qui trình 2
- h) Góc uốn cong, φ , trong qui trình 2
- i) Tốc độ dịch chuyển
- j) Số chu kỳ chuyển động
- k) Độ căng tối đa sợi trong thời gian đo kiểm, nếu xác định được
- l) Độ giãn dài của vỏ bảo vệ, yêu cầu
- m) Các điều kiện, thiết bị đo suy hao, nếu có liên quan
- n) Các tham số về điện, nếu được ghi rõ, các dây đã kết hợp trong thiết kế cáp
- o) Sức căng áp dụng tối đa trong thời gian đo kiểm
- p) Nhiệt độ đo kiểm
- q) Chỉ tiêu đạt hoặc không đạt

4.3.8 Phương pháp đo độ bền kéo của cáp

4.3.8.1 Nguyên lý

Phép đo này xác định tính phù hợp của cáp chịu được tải trọng tối đa cho phép được mô tả trong thông số kỹ thuật của cáp.

4.3.8.2 Mẫu đo kiểm

Chọn một mẫu cáp hoàn chỉnh dài ít nhất 6 m để đo kiểm.

4.3.8.3 Qui trình

Cài đặt thiết bị kẹp cáp, mỗi đầu của dây cáp đều được đo kiểm và được gắn trong thiết bị kéo. Một đầu được kẹp chặt, đầu dây đối diện được trang bị một dynamomete và thiết bị kéo ratchet. Đầu nối mẫu đo đến thiết bị đo trở kháng.

Đặt một tải trọng kéo bằng 10 % của lực kéo tối đa như đã được ghi trong thông số kỹ thuật cáp có liên quan và đánh dấu mốc 1,5 m trên cáp giữa các thiết bị kẹp.

4.3.8.4 Yêu cầu

Trở kháng phải được ghi rõ trong thông số kỹ thuật của cáp.

4.3.8.5 Kết quả đo kiểm

Kết quả đo kiểm phải chỉ rõ

- Tải tối đa
- Độ dài mẫu
- Trở kháng ban đầu
- Trở kháng ứng với tải tối đa

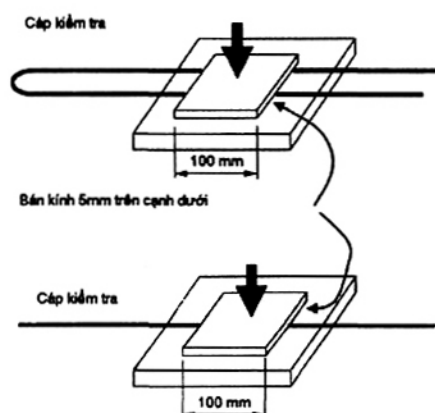
Và cho biết cáp có đáp ứng được các yêu cầu của thông số kỹ thuật của cáp hay không.

4.3.9 Phương pháp đo khả năng chịu nén của cáp

4.3.9.1 Thiết bị

Thiết bị đo kiểm khả năng chịu nén của cáp. Mẫu cáp được đặt trên một tấm thép phẳng cố định. Một tấm thép phẳng có thể dịch chuyển đặt trên mẫu cáp và song song với tấm đỡ kim loại, Hình 19.

Tấm thép phẳng có thể dịch chuyển được đặt đều trên 100 mm mẫu cáp cần thử nghiệm.



Hình 19 - Thiết bị kiểm tra khả năng chịu nén của cáp

TCVN 10296:2014

4.3.9.2 Mẫu đo kiểm

Mẫu phải có đủ độ dài để thực hiện đo kiểm.

Mẫu cáp đo kiểm phải được ổn định tại nhiệt độ trong khoảng 15 °C và 35 °C trừ trường hợp đã được ghi rõ trong thông số kỹ thuật của cáp.

Đối với cáp có đường kính ngoài nhỏ hơn 5 mm, mẫu cáp đo kiểm có thể được kiểm tra bằng cách hình thành vòng lặp. Trong trường hợp này, lực đặt phải gấp đôi. Bán kính của vòng lặp phải đủ lớn không để ảnh hưởng các đặc tính truyền dẫn của cáp.

4.3.9.3 Qui trình

Mẫu cáp đo kiểm phải định vị trên tấm bệ của thiết bị kiểm tra. Một tấm thép phẳng di động đặt song song với cáp cần thử nghiệm. Tải (*F*) như đã nêu trong thông số kỹ thuật của cáp phải được đặt từng bước sao cho không có bất kỳ thay đổi đột ngột nào. Tải trọng phải được đặt trong khoảng thời gian 2 min. Sau khi loại bỏ tải, cáp cần thử nghiệm có thể phục hồi sau 2 min. Nếu tải gia tăng, các bước không được vượt quá tỷ lệ 1,5:1.

4.3.9.4 Yêu cầu

Sau khi tải được gỡ bỏ, tính không đều trở kháng phải là các giá trị giới hạn được ghi rõ trong thông số kỹ thuật của cáp.

4.3.9.5 Kết quả đo kiểm

Các điều kiện kiểm tra bao gồm:

- Nhiệt độ
- Lực *F*
- Độ dài mẫu
- Thời gian khôi phục
- Khoảng cách từ khu vực bị nghiền nát đến đầu dây mẫu
- Ghi lại chỉ tiêu đạt hoặc không đạt

4.3.10 Phép đo khả năng chịu mài mòn của cáp

4.3.10.1 Nguyên lý

Mục đích của phép đo này là xác định độ mài mòn bề mặt của vỏ bọc cáp và đánh giá sức chịu của vỏ bảo vệ cáp.

4.3.10.2 Thiết bị đo kiểm

Thiết bị đo kiểm mài mòn phải phù hợp với các yêu cầu chi tiết trong Hình 22. Nó phải bao gồm một thiết bị được thiết kế để mài mòn bề mặt của vỏ bảo vệ theo cả hai hướng dọc theo trục dọc của cáp cho một khoảng cách >10 mm tại một tần suất 50 - 60 chu kỳ/min. Một chu kỳ được định nghĩa như sự dịch chuyển của lưỡi dao và trở về vị trí ban đầu.

Thiết bị đo kiểm phải được cung cấp một bộ đếm để ghi lại số chu kỳ bị lỗi và nó phải được tiếp xúc với dây dẫn ngoài cùng.

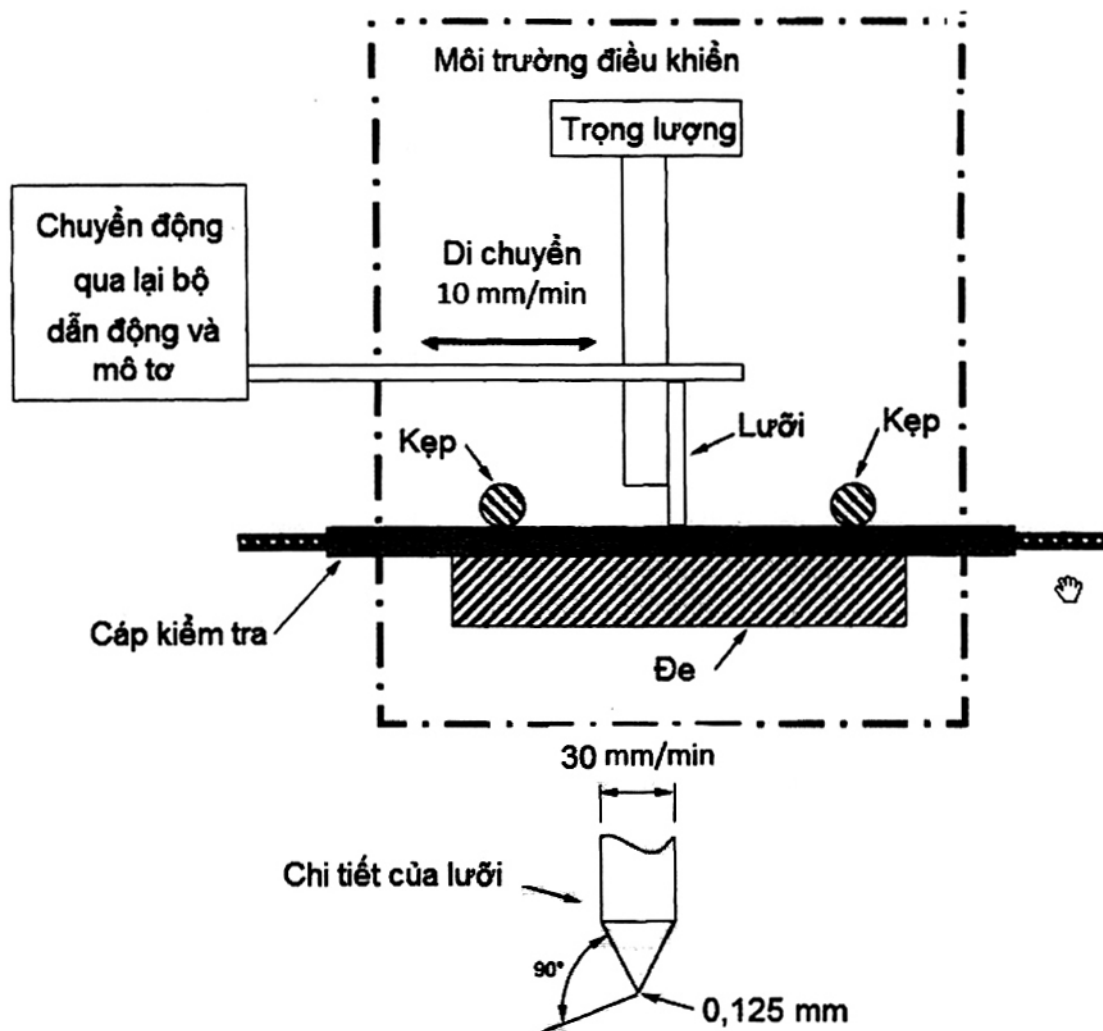
Lưỡi dao được làm bằng vonfram cacbua cứng với kích thước như trong Hình 22. Trọng lượng đặt lên lưỡi dao phải đưa ra trong thông số kỹ thuật của cáp.

4.3.10.3 Qui trình

Một mẫu cáp hoàn chỉnh dài xấp xỉ 750 mm phải được kẹp chặt trên một cái đe. Mẫu đo kiểm phải được ổn định đến nhiệt độ đưa ra trong thông số kỹ thuật cáp bằng cách dính kèm mẫu đo kiểm và dụng cụ mài mòn trong một buồng nhiệt, phù hợp với thiết bị điều khiển và kiểm soát nhiệt độ.

4.3.10.4 Yêu cầu

Nếu được yêu cầu, số lượng chu kỳ hoàn thành đối với bốn bài kiểm tra phải tuân theo thông số kỹ thuật của cáp.



Hình 20 - Thiết bị kiểm tra khả năng chịu mài mòn của cáp

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] IEC 61196-1: 2005 Coaxial communication cables - Part 1: Generic specification – General, definitions and requirements.
- [2] IEC 61196-1-101 Coaxial communication cables – Electrical test methods – Test for conductor d.c. resistance of cable
- [3] IEC 61196-1-102 Coaxial communication cables – Electrical test methods – Test for insulation resistance of cable dielectric
- [4] IEC 61196-1-105 Coaxial communication cables – Electrical test methods – Test for withstand voltage of cable dielectric
- [5] IEC 61196-1-106 Coaxial communication cables – Electrical test methods – Test for withstand voltage of cable sheath
- [6] IEC 61196-1-108 Coaxial communication cables – Electrical test methods – Test for characteristic impedance, phase and group, electrical length and propagation velocity
- [7] IEC 61196-1-112 Coaxial communication cables – Electrical test methods – Test for return loss (uniformity of impedance)
- [8] IEC 61196-1-115 Coaxial communication cables – Electrical test methods – Test for regularity of impedance (pulse/step function return loss)
- [9] IEC 61196-1-203 Coaxial communication cables – Environmental test methods – Test for water penetration of cable
- [10] IEC 61196-1-206 Coaxial communication cables – Environmental test methods – Climatic sequence
- [11] IEC 61196-1-301 Coaxial communication cables – Mechanical test methods – Test for ovality
- [12] IEC 61196-1-302 Coaxial communication cables – Mechanical test methods – Test for eccentricity
- [13] IEC 61196-1-308 Coaxial communication cables - Mechanical test methods - Test for tensile strength and elongation For copper – clad metals
- [14] IEC 61196-1-310 Coaxial communication cables - Mechanical test methods - Test for torsion characteristics
- [15] IEC 61196-1-314 Coaxial communication cables - Mechanical test methods - Test for bending
- [16] IEC 61196-1-316 Coaxial communication cables - Mechanical test methods - Test of Test of maximum pulling force of cable

TCVN 10296:2014

[17] IEC 61196-1-317 Coaxial communication cables - Mechanical test methods - Test for crush resistance of cable

[18] IEC 61196-1-324 mechanical test methods - Test for abrasion resistance of cable

[19] IEC 61196-5: 2007 Coaxial communication cables - Part 5: Sectional specification for CATV trunk and distribution cables

[20] IEC 61196-6: 2009 Coaxial communication cables – Part 6: Sectional specification for CATV drop cables.

[21] IEC 62153-4-3: 2006 Electromagnetic compatibility Surface transfer impedance -Triaxial method

[22] IEC 62153-4-4: 2006 Electromagnetic compatibility –Shielded screening attenuation, test method for measuring of the screening attenuation as up to and above 3 GHz

[23] IEC 62230 Electric cables
