

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 10348-1:2014

IEC 60702-1:2002

Xuất bản lần 1

**CÁP CÁCH ĐIỆN BẰNG CHẤT VÔ CƠ VÀ
CÁC ĐẦU NỐI CỦA CHÚNG CÓ ĐIỆN ÁP DANH ĐỊNH
KHÔNG VƯỢT QUÁ 750 V –
PHẦN 1: CÁP**

*Mineral insulated cables and their terminations with
a rated voltage not exceeding 750 V –
Part 1: Cables*

HÀ NỘI – 2014

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn	5
3 Thuật ngữ và định nghĩa	7
4 Ký hiệu điện áp	7
5 Ruột dẫn	8
6 Cách điện	8
7 Vỏ bọc kim loại	8
8 Lớp bọc ngoài tùy chọn	9
9 Ghi nhãn	10
10 Lưu ý chung về thử nghiệm	10
11 Thử nghiệm thường xuyên	11
12 Thử nghiệm mẫu	12
13 Thử nghiệm điển hình	14
14 Cáp cách điện bằng chất vô cơ điện áp 500 V (chế độ làm việc nhẹ)	20
15 Cáp cách điện bằng chất vô cơ điện áp 750 V (chế độ làm việc nặng)	24

Lời nói đầu

TCVN 10348-1:2014 hoàn toàn tương đương với IEC 60702-1:2002;

TCVN 10348-1:2014 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E4 *Dây và cáp điện* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 10348 (IEC 60702), *Cáp cách điện bằng chất vô cơ và các đầu nối của chúng có điện áp danh định không vượt quá 750 V*, gồm các phần sau:

- TCVN 10348-1:2014 (IEC 60702-1:2002), Phần 1: Cáp
- TCVN 10348-2:2014 (IEC 60702-2:2002), Phần 2: Đầu nối

Cáp cách điện bằng chất vô cơ và các đầu nối của chúng có điện áp danh định không vượt quá 750 V – Phần 1: Cáp

Mineral insulated cables and their terminations with a rated voltage not exceeding 750 V – Part 1: Cables

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các cáp dùng cho hệ thống đi dây thông dụng có cách điện bằng chất vô cơ, vỏ bọc bằng đồng hoặc hợp kim đồng và có ruột dẫn bằng đồng có điện áp danh định 500 V và 750 V. Khi yêu cầu, phải có một lớp vật liệu chống ăn mòn được tạo bằng công nghệ đùn bọc toàn bộ lớp vỏ bọc bằng đồng. Lớp bọc ngoài này không nhằm mục đích cách điện cho vỏ bọc kim loại.

Yêu cầu đối với đầu nối để sử dụng với cáp này được qui định trong TCVN 10348-2 (IEC 60702-2).

Mục đích của tiêu chuẩn này nhằm xác định cáp cách điện bằng chất vô cơ là an toàn và đáng tin cậy khi được sử dụng đúng cách, chỉ ra các yêu cầu và các đặc tính chế tạo để đạt được điều này, và qui định các phương pháp kiểm tra sự phù hợp với các yêu cầu này.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi.

TCVN 6610-1:2014 (IEC 60227-1:2007), *Cáp cách điện bằng polyvinyl clorua có điện áp danh định đến và bằng 450/750 V – Phần 1. Yêu cầu chung*

TCVN 6612:2007 (IEC 60228:2004), *Ruột dẫn của cáp cách điện*

TCVN 6613-1:2000 (IEC 60332-1:1993), *Thử nghiệm cáp điện trong điều kiện cháy – Phần 1: Thử nghiệm dây đơn hoặc cáp đơn cách điện ở trạng thái thẳng đứng*³

³ TCVN 6613-1-1:2010 (IEC 60332-1-1:2004), TCVN 6613-1-2:2010 (IEC 60332-1-2:2004) và TCVN 6613-1-3:2010 (IEC 60332-1-3:2004) thay thế TCVN 6613-1:2000 (IEC 60332-1:1993)

TCVN 10348-1:2014

TCVN 6614-1-1:2000 (IEC 60811-1-1:1993), *Phương pháp thử nghiệm chung đối với vật liệu cách điện và vỏ bọc của cáp điện – Phần 1: Phương pháp áp dụng chung – Mục 1: Đo chiều dày và kích thước ngoài – Thử nghiệm xác định đặc tính cơ*⁴

TCVN 9618-21:2013 (IEC 60331-21:1999), *Thử nghiệm cáp điện trong điều kiện cháy – Tính toàn vẹn của mạch điện – Phần 21: Quy trình và yêu cầu – Cáp có điện áp danh định đến và bằng 0,6/1,0 kV*

TCVN 9619-2:2013 (IEC 60754-2:2011), *Thử nghiệm các khí sinh ra trong quá trình cháy vật liệu cáp – Phần 2: Xác định độ axit của các khí sinh ra trong quá trình cháy các vật liệu lấy từ cáp điện bằng phép đo độ pH và độ dẫn*

TCVN 9620-2:2013 (IEC 61034-2:1997), *Đo mật độ khói của cáp cháy trong các điều kiện xác định – Phần 2: Quy trình thử nghiệm và các yêu cầu*

TCVN 10348-2:2014 (IEC 60702-2:2002), *Cáp cách điện bằng chất vô cơ và các đầu nối cáp có điện áp danh định không vượt quá 750 V – Phần 2: Đầu nối*

IEC 60811-1-4:1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables and optical cables – Part 1: Methods for general application – Section 4: Test at low temperature (Phương pháp thử nghiệm chung đối với vật liệu cách điện và vật liệu làm vỏ bọc của cáp điện và cáp quang – Phần 1-4: Phương pháp áp dụng chung – Thử nghiệm ở nhiệt độ thấp)*⁸

IEC 60811-3-1:1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables and optical cables – Part 3: Methods specific to PVC compounds – Section 1: Pressure test at high temperature – Tests for resistance to cracking (Phương pháp thử nghiệm chung đối với vật liệu cách điện và vật liệu làm vỏ bọc của cáp điện và cáp quang – Phần 3-1: Phương pháp qui định cho hợp chất PVC – Thử nghiệm nén ở nhiệt độ cao – Thử nghiệm tính kháng nứt)*⁹

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau đây.

3.1

Giá trị danh nghĩa (nominal value)

Giá trị dựa vào đó một đại lượng được chỉ định và thường được sử dụng trong bảng. Thông thường, giá trị danh nghĩa là cơ sở của các giá trị cần được kiểm tra bằng các phép đo có tính đến các dung sai qui định.

⁴ TCVN 6614-1-1:2008 (IEC 60811-1-1:2001) thay thế TCVN 6614-1-1:2000 (IEC 60811-1-1:1993)

⁸ Đã có TCVN 6614-1-4:2008 (IEC 60811-1-4:1985, amd1:1993, amd2:2001).

⁹ Đã có TCVN 6614-3-1:2008 (IEC 60811-3-1:1985, amd1:1994, amd2:2005).

3.2**Thử nghiệm thường xuyên (routine tests)****R**

Thử nghiệm do nhà chế tạo thực hiện trên từng đoạn cáp được chế tạo để kiểm tra sự đáp ứng các yêu cầu qui định của toàn bộ từng đoạn cáp đó.

3.3**Thử nghiệm mẫu (sample tests)****S**

Thử nghiệm do nhà chế tạo thực hiện trên các mẫu cáp hoàn chỉnh hoặc các phần được lấy từ cáp hoàn chỉnh theo tần suất qui định để kiểm tra xác nhận rằng sản phẩm hoàn chỉnh đáp ứng các yêu cầu qui định.

3.4**Thử nghiệm điển hình (type tests)****T**

Thử nghiệm được thực hiện trước khi cung cấp, trên cơ sở thương mại chung, một kiểu cáp được qui định trong tiêu chuẩn này để chứng tỏ các đặc tính về tính năng thỏa đáng để đáp ứng ứng dụng dự kiến. Bản chất của các thử nghiệm này là, sau khi thực hiện chúng thì không cần lặp lại trừ khi có những thay đổi về vật liệu hoặc thiết kế hoặc qui trình chế tạo cáp có thể làm thay đổi các đặc tính về tính năng.

4 Ký hiệu điện áp

Điện áp danh định của cáp được xem xét trong tiêu chuẩn này như dưới đây.

4.1 Cáp 500 V (chế độ làm việc nhẹ)

Để sử dụng trong trường hợp điện áp giữa các ruột dẫn và vỏ bọc và giữa các ruột dẫn không vượt quá 500 V hiệu dụng hoặc 500 V một chiều.

4.2 Cáp 750 V (chế độ làm việc nặng)

Để sử dụng trong trường hợp điện áp giữa các ruột dẫn và vỏ bọc và giữa các ruột dẫn không vượt quá 750 V hiệu dụng hoặc 750 V một chiều.

5 Ruột dẫn

Ruột dẫn phải là đồng đã qua ủ không phủ kim loại và phải có mặt cắt tương đối tròn và phù hợp với các yêu cầu nêu trong TCVN 6612 (IEC 60228) đối với ruột dẫn cấp 1.

Kiểm tra sự phù hợp bằng cách xem xét và bằng phép đo điện trở của từng ruột dẫn của từng cuộn cáp hoàn chỉnh và đo chiều dài của cáp. Điện trở đo được phải được quy về 20 °C và chiều dài 1 km theo 11.2.

6 Cách điện

6.1 Cấu tạo

Cách điện phải gồm chất vô cơ hoặc các chất vô cơ dạng bột ép thành một thể liền khối. Các đặc tính điện của cách điện phải sao cho cấp hoàn chỉnh đáp ứng các yêu cầu thử nghiệm của tiêu chuẩn này.

6.2 Chiều dày

Chiều dày danh nghĩa của cách điện giữa các ruột dẫn và giữa từng ruột dẫn và vỏ bọc phải theo Bảng 7 và Bảng 10.

Khi đo theo 13.4, chiều dày nhỏ nhất không được nhỏ hơn 80 % giá trị danh nghĩa trừ đi 0,1 mm.

7 Vỏ bọc kim loại

7.1 Vật liệu

Vỏ bọc phải bằng đồng đã qua ủ không phủ kim loại hoặc bằng hợp kim đồng. Điện trở của vỏ bọc được đo và hiệu chỉnh về 20 °C theo 13.3 phải phù hợp với các giá trị cho trong Bảng 9 và Bảng 12.

7.2 Chiều dày vỏ bọc

Chiều dày trung bình của vỏ bọc không được nhỏ hơn chiều dày danh nghĩa qui định ở Bảng 8 và Bảng 11. Tuy nhiên, chiều dày tại điểm bất kỳ có thể nhỏ hơn giá trị danh nghĩa với điều kiện là độ chênh lệch không vượt quá 10 % giá trị danh nghĩa.

Kiểm tra sự phù hợp bằng thử nghiệm ở 13.5.

7.3 Đường kính vỏ bọc và độ ô van

Khi đo theo 11.6, các số đo đường kính phải nằm trong phạm vi $\pm 0,05$ mm so với giá trị được qui định trong Bảng 7 và Bảng 10.

8 Lớp bọc ngoài tùy chọn

8.1 Yêu cầu chung

Trong trường hợp cần thiết do môi trường có chất ăn mòn, việc nhận biết cáp hoặc yêu cầu về mỹ quan, có thể đặt lớp bọc ngoài dạng đùn. Việc đặt lớp bọc ngoài phải sao cho cấp phù hợp với thử nghiệm phóng điện qui định ở 11.5 và với thử nghiệm chậm cháy qui định ở 12.4.

Lớp bọc có thể có màu bất kỳ thích hợp với quốc gia sử dụng. Vật liệu phải đáp ứng các yêu cầu ở 8.2 và 8.3, khi thích hợp.

CHÚ THÍCH: Theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua, lớp bọc ngoài bằng vật liệu và chiều dày khác có thể được sử dụng.

8.2 Vật liệu

Vật liệu của lớp bọc ngoài phải phù hợp với các yêu cầu dưới đây.

8.2.1 Va đập ở nhiệt độ thấp

Khi các mẫu cáp có lớp bọc ngoài được thử nghiệm theo 8.5 của IEC 60811-1-4 ở nhiệt độ $(-15 \pm 2) ^\circ\text{C}$ thì các mẫu không được nứt.

8.2.2 Thử nghiệm sốc nhiệt

Khi các mẫu cáp có lớp bọc ngoài được thử nghiệm theo 9.2 của IEC 60811-3-1 ở nhiệt độ $(150 \pm 3) ^\circ\text{C}$ thì các mẫu không được nứt.

8.3 Lớp bọc không có halogen

Lớp bọc không có halogen phải đáp ứng các yêu cầu nêu ở 8.2 và sao cho cáp hoàn chỉnh đáp ứng các thử nghiệm tính năng ở 12.4, 12.5 và 12.6.

8.4 Chiều dày của lớp bọc

Khi được đo theo 12.3, giá trị trung bình của chiều dày lớp bọc ngoài không được nhỏ hơn giá trị danh nghĩa nêu trong Bảng 1. Tuy nhiên, chiều dày tại điểm bất kỳ có thể nhỏ hơn giá trị danh nghĩa với điều kiện là chênh lệch không vượt quá $0,1 \text{ mm} + 15 \%$ giá trị danh nghĩa qui định.

Bảng 1 – Chiều dày của lớp bọc

Đường kính ngoài của vỏ bọc bằng đồng ¹⁾ mm		Chiều dày danh nghĩa của lớp bọc mm
Lớn hơn	Đến và bằng	
–	7	0,65
7	15	0,75
15	20	1,00
20	–	1,25

¹⁾ Như cho trong Bảng 7 và Bảng 10.

9 Ghi nhãn

Tất cả các cáp phải được nhận biết bằng điện áp danh định và phương tiện nhận biết của nhà chế tạo. Ghi nhãn phải phù hợp với các yêu cầu của TCVN 6610-1 (IEC 60227-1) ngoại trừ cáp không có lớp bọc ngoài thì thông tin có thể được ghi trên nhãn gắn với từng đoạn cáp.

Bảng 2 – Trình tự của các thử nghiệm

Thử nghiệm	Điều	Loại ¹⁾
Điện trở ruột dẫn	5	R
Cách điện:		
Điện trở cách điện	11.3	R
Chiều dày	13.4	T
Vỏ bọc đồng:		
Điện trở vỏ bọc	13.3	T
Chiều dày	13.5	T
Tính toàn vẹn của vỏ bọc	11.4	R
Đường kính và độ ôvan	11.6	R
Lớp bọc ngoài:		
Đặc tính của vật liệu	8.2	S
Chiều dày	12.3	S
Thử nghiệm phóng điện	11.5	R
Axit và các khí ăn mòn	12.5	S
Thử nghiệm điện áp (1 min)	12.2	S
Thử nghiệm điện áp (15 min)	13.2	T
Thử nghiệm uốn	13.6	T
Thử nghiệm làm dẹt	13.7	T
Thử nghiệm chậm cháy	12.4	S
Thử nghiệm phát xạ khói	12.6	S
Thử nghiệm khả năng chịu cháy	13.8	T
¹⁾ R = thử nghiệm thường xuyên; S = thử nghiệm mẫu; T = thử nghiệm điển hình		

10 Lưu ý chung về thử nghiệm

Nếu không có qui định khác, thử nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ môi trường xung quanh là $(20 \pm 15) ^\circ\text{C}$.

Nếu không có qui định khác, điện áp thử nghiệm phải là điện áp xoay chiều ở tần số từ 49 Hz đến 61 Hz có dạng sóng gần hình sin, tỷ số giá trị đỉnh/giá trị hiệu dụng bằng $\sqrt{2}$ với dung sai $\pm 7\%$ hoặc điện áp một chiều bằng 1,5 lần giá trị hiệu dụng.

11 Thử nghiệm thường xuyên

11.1 Yêu cầu chung

Thử nghiệm thường xuyên được xác định ở Bảng 2 bằng ký hiệu R như định nghĩa ở 3.2.

11.2 Điện trở ruột dẫn

Điện trở một chiều của từng ruột dẫn phải phù hợp với TCVN 6612 (IEC 60228) khi được đo và quy về $20 ^\circ\text{C}$ theo tiêu chuẩn TCVN 6612 (IEC 60228).

11.3 Điện trở cách điện

Từng cuộn cáp hoàn chỉnh trước khi đặt vào lớp bọc ngoài bất kỳ phải được ngâm hoàn toàn vào nước trong ít nhất 1 h ở nhiệt độ $(15 \pm 10) ^\circ\text{C}$. Trong vòng 8 h sau khi lấy cáp ra khỏi nước, bóc các đầu cáp để hở ruột dẫn và tạm thời bịt kín lại ở từng đầu cáp.

Điện áp một chiều không nhỏ hơn 80 V và không lớn hơn điện áp đỉnh tương ứng với giá trị hiệu dụng thích hợp qui định ở 11.4 phải được đặt giữa các ruột dẫn và giữa các ruột dẫn với vỏ bọc bằng đồng. Đo điện trở cách điện sau khi đặt điện áp 1 min hoặc sớm hơn với điều kiện là số đọc thỏa mãn và không bị giảm.

Tích của điện trở cách điện tính bằng megaôm và chiều dài cáp tính bằng kilômét không được nhỏ hơn 1 000 MΩ.km trừ các đoạn cáp nhỏ hơn 100 m mà điện trở cách điện đo được không nhỏ hơn 10 000 MΩ.

11.4 Sự toàn vẹn của cách điện và vỏ bọc

Từng cuộn cáp hoàn chỉnh trước khi đặt lớp bọc ngoài bất kỳ phải được ngâm hoàn toàn vào nước trong ít nhất 1 h ở nhiệt độ bằng $(15 \pm 10) ^\circ\text{C}$. Trong vòng 8 h sau khi lấy cáp ra khỏi nước, bóc các đầu cáp để hở ruột dẫn và tạm thời bịt kín lại ở từng đầu cáp. Đặt điện áp qui định dưới đây với tốc độ tăng điện áp tối thiểu là 150 V/s và duy trì trong ít nhất 60 s giữa các ruột dẫn và giữa ruột dẫn và vỏ bọc.

Điện áp danh định	Điện áp thử nghiệm
500 V	2,0 kV hiệu dụng
750 V	2,5 kV hiệu dụng

Thử nghiệm này có thể kết hợp với thử nghiệm qui định ở 11.3 với điều kiện là điện áp một chiều bằng 1,5 lần giá trị của điện áp hiệu dụng xoay chiều thích hợp được sử dụng.

11.5 Thử nghiệm phóng điện trên lớp bọc ngoài

Sự toàn vẹn của lớp bọc ngoài phải được kiểm tra bằng sự phù hợp với thử nghiệm phóng điện dưới đây.

Một điện cực, tốt nhất là một màn bằng các hạt cườm kim loại, phải tạo ra tiếp xúc chặt chẽ với bề mặt được bọc nhựa của cáp.

Tốc độ tại đó cáp đi qua điện cực này phải sao cho tất cả các điểm tiếp xúc với điện cực không nhỏ hơn 0,05 s.

Nguồn cung cấp điện áp thử nghiệm cho điện cực phải là nguồn xoay chiều ở tần số từ 49 Hz đến 61 Hz và có giá trị nêu trong Bảng 3, vỏ bọc đồng của cáp được nối đất.

Bảng 3 – Điện áp thử nghiệm

Đường kính của vỏ bọc đồng ¹⁾ mm		Điện áp thử nghiệm Giá trị hiệu dụng kV
Lớn hơn	Đến và bằng	
–	7	4
7	15	5
15	20	6
20	–	8

¹⁾ Như được cho trong Bảng 7 và Bảng 10.

Cơ cấu phát hiện sự cố phải được bố trí để lưu lại chỉ thị của nó ngay cả sau khi sự cố đã ra khỏi điện cực.

Độ nhạy tối thiểu của thiết bị thử phóng điện phải sao cho cơ cấu phát hiện sẽ tác động khi cơ cấu tạo sự cố nhân tạo, gồm có một khe hở phóng điện nối tiếp với một tụ điện, được nối giữa điện cực và đất. Điện áp trên điện cực phải là 6 kV hiệu dụng và điện dung của tụ điện là 350 pF.

Khe hở phóng điện phải gồm có một tấm kim loại chạy qua một cây kim trong 0,02 s và khoảng cách giữa chúng trong thời gian này phải là 5,0 mm.

Cáp có bọc phải cho thấy không có sự cố khi được thử nghiệm với thiết bị này.

11.6 Đường kính và độ ô van của vỏ bọc đồng

Đường kính ngoài của cáp hoàn chỉnh (không kể lớp bọc bên ngoài) phải được kiểm tra bằng cách đo trên các mẫu cáp hoàn chỉnh. Các phép đo phải được thực hiện tại hai vị trí cách nhau ít nhất 1 m. Tại mỗi vị trí, thực hiện phép đo theo hai hướng vuông góc với nhau bằng micromet có đầu đo dẹt hoặc phương pháp tương đương.

Tất cả bốn giá trị đo phải nằm trong phạm vi $\pm 0,05$ mm của giá trị nêu trong Bảng 7 hoặc Bảng 10 tương ứng.

12 Thử nghiệm mẫu

12.1 Yêu cầu chung

Thử nghiệm mẫu được nhận biết trong Bảng 2 bằng ký hiệu S như định nghĩa ở 3.3.

12.2 Thử nghiệm điện áp

Trước khi đặt lớp bọc bên ngoài bằng nhựa, cuộn cáp hoàn chỉnh phải được bóc để hở ruột dẫn và tạm thời bịt kín lại ở từng đầu cáp.

Sau đó, một điện áp bằng

- 2 000 V hiệu dụng đối với cáp 500 V, hoặc

- 2 500 V hiệu dụng đối với cáp 750 V

phải được đặt trong 1 min mỗi lần giữa

- a) các ruột dẫn,
- b) từng ruột dẫn và vỏ bọc đồng

Tốc độ tăng điện áp thử nghiệm không được nhỏ hơn 150 V/s.

Khi người mua yêu cầu, các mức điện áp thử nghiệm giống như vậy phải được đặt lên cáp có lớp bọc ngoài bằng nhựa.

Không được có phóng điện đánh thủng trong quá trình thử nghiệm.

12.3 Chiều dày của lớp bọc ngoài

Mẫu cáp có bọc chiều dài xấp xỉ 250 mm phải được lấy từ một đầu của cuộn cáp ở vị trí không ngắn hơn 300 mm tính từ đầu cáp.

Chiều dày của lớp bọc phải được đo tại ba mặt cắt ngang, cách nhau không nhỏ hơn 100 mm theo 8.2 của IEC 60811-1-1.

Tính giá trị trung bình của tất cả 18 giá trị đo và làm tròn đến hai chữ số thập phân như dưới đây, và giá trị này phải được lấy là giá trị trung bình của chiều dày của lớp bọc ngoài.

Nếu khi tính toán, chữ số thập phân thứ ba lớn hơn hoặc bằng 5 thì chữ số thập phân thứ hai phải được tăng lên một đơn vị; ví dụ 1,734 được làm tròn xuống 1,73 và 1,757 được làm tròn lên 1,76.

Giá trị thấp nhất của tất cả các giá trị thu được được lấy là chiều dày nhỏ nhất của lớp bọc ngoài.

Chiều dày trung bình và chiều dày nhỏ nhất phải đáp ứng các yêu cầu của 8.4.

12.4 Tính chậm cháy

Khi cáp có lớp bọc ngoài được thử nghiệm theo TCVN 6613-1 (IEC 60332-1) thì phần cháy thành than hoặc phần bị ảnh hưởng không được lan tới phạm vi 50 mm của kẹp phía trên.

12.5 Phát thải khí axit và các khí ăn mòn

Khi các mẫu có lớp bọc không có halogen được lấy ra từ cáp hoàn chỉnh được thử nghiệm theo TCVN 9619-2 (IEC 60754-2) thì độ pH không được nhỏ hơn 4,3 và độ dẫn không được lớn hơn 10 $\mu\text{S}/\text{mm}$.

12.6 Phát thải khói

Khi các mẫu của cáp hoàn chỉnh có lớp bọc không có halogen được thử nghiệm theo TCVN 9620-2 (IEC 61034-2) thì khói sinh ra phải sao cho độ truyền sáng đáp ứng các yêu cầu trong Bảng 4. Các yêu cầu đối với mẫu phải phù hợp với Bảng 4.

Bảng 4 – Phát thải khói

Đường kính ngoài của cáp (D) ¹⁾ mm	Số đoạn thử nghiệm		Độ truyền sáng ²⁾ %
	Cáp	Bó cáp ³⁾	
20 < D ≤ 40	2	–	60
10 < D ≤ 20	3	–	60
5 < D ≤ 10	N ₁ ^{4), 6)}	–	50
2 < D ≤ 5	–	N ₂ ^{5), 6)}	50

¹⁾ D = đường kính ngoài của cáp (mm) được lấy là đường kính theo bảng của vỏ bọc đồng cộng với hai lần chiều dày danh nghĩa của lớp bọc.

²⁾ Đây là các giá trị tạm tính.

³⁾ Từng bó cáp gồm có bảy cáp được đặt thẳng và được buộc ở giữa hai vòng bằng một sợi dây đường kính xấp xỉ 0,5 mm và tại mỗi 100 mm ở từng phía tính từ giữa.

⁴⁾ N₁ = 45/D

⁵⁾ N₂ = 45/3D

⁶⁾ Giá trị N₁ và N₂ phải được làm tròn xuống đến số nguyên gần nhất.

13 Thử nghiệm điển hình

13.1 Yêu cầu chung

Các thử nghiệm điển hình được nhận biết ở Bảng 2 bằng ký hiệu T, như định nghĩa ở 3.4.

13.2 Thử nghiệm điện áp trên cáp hoàn chỉnh

Mẫu cáp hoàn chỉnh dài (5 ± 1) m phải được bóc cách điện để hở ruột dẫn và tạm thời bịt kín lại ở từng đầu cáp.

Đối với cáp 500 V, điện áp hiệu dụng 2000 V và đối với cáp 750, điện áp hiệu dụng 2 500 V phải được đặt vào với tốc độ tăng tối thiểu là 150 V/s và duy trì trong 15 min cho mỗi trường hợp, giữa

- lần lượt từng ruột dẫn và các ruột dẫn còn lại nối với nhau;
- tất cả các ruột dẫn và vỏ bọc đồng.

Không được có phóng điện đánh thủng trong quá trình thử nghiệm.

13.3 Điện trở của vỏ bọc đồng

Điện trở ở 20 °C của vỏ bọc đồng không được vượt quá giá trị thích hợp nêu trong Bảng 9 hoặc Bảng 12 tương ứng.

Kiểm tra sự phù hợp bằng cách đo điện trở của vỏ bọc trên mẫu cáp dài tối thiểu 1 m và bằng cách đo chiều dài của mẫu này.

13.4 Chiều dày cách điện

Chiều dày cách điện phải được kiểm tra bằng thử nghiệm dưới đây.

Mẫu phải được cắt từ một đầu cáp sau khi loại bỏ phần đầu, nếu cần. Các đầu của mẫu phải được cắt theo mặt phẳng vuông góc với trục cáp và loại bỏ tất cả ba via.

Chiều dày cách điện nhỏ nhất phải được đo tại mỗi đầu của mẫu. Các phép đo phải được thực hiện sử dụng kính hiển vi hoặc bộ phóng đại biên dạng có độ phóng đại tối thiểu 10 lần. Trong trường hợp có nghi ngờ, phép đo với kính hiển vi được lấy làm phương pháp chuẩn.

Đo khoảng cách nhỏ nhất giữa từng cặp ruột dẫn và giữa từng ruột dẫn và vỏ bọc. Giá trị này được lấy làm chiều dày nhỏ nhất của cách điện.

Chiều dày nhỏ nhất phải phù hợp với 6.2.

Cáp được chấp nhận nếu cả hai đầu của mẫu đáp ứng yêu cầu. Nếu chỉ một đầu không phù hợp với yêu cầu thì phải chuẩn bị mẫu mới từ đầu khác của cuộn cáp và lặp lại phép đo chiều dày cách điện. Cáp được chấp nhận nếu cả hai đầu của mẫu mới đáp ứng yêu cầu.

13.5 Chiều dày của vỏ bọc bằng đồng

Chiều dày vỏ bọc bằng đồng được kiểm tra bằng thử nghiệm dưới đây.

Thực hiện phép đo trên một vành tròn hở của vỏ bọc đồng được cắt cẩn thận từ cáp. Mẫu này không được dài quá 150 mm tính từ đầu cuộn dây.

Phải thực hiện sáu phép đo ở khoảng cách bằng nhau dọc theo dài vỏ bọc đồng trong chừng mực có thể, với panme có đầu dẹt ở bên ngoài vỏ bọc và đầu tròn ở bên trong vỏ bọc.

Trung bình của các giá trị thu được được tính với ba chữ số thập phân và làm tròn như dưới đây và giá trị này được lấy làm giá trị trung bình của chiều dày vỏ bọc.

Nếu khi tính toán, chữ số thập phân thứ ba lớn hơn hoặc bằng 5 thì chữ số thập phân thứ hai phải được tăng lên một đơn vị; ví dụ 0,573 được làm tròn thành 0,57 và 0,575 được làm tròn thành 0,58.

Giá trị thấp nhất của tất cả các giá trị phải được xem là chiều dày nhỏ nhất của vỏ bọc tại vị trí bất kỳ.

Chiều dày trung bình và chiều dày nhỏ nhất phải phù hợp với yêu cầu ở 7.2.

13.6 Thử nghiệm uốn

Thử nghiệm uốn được thực hiện với thiết bị uốn thích hợp, ví dụ như thể hiện trên Hình 1; bán kính của các phần lõm phải lớn hơn bán kính cáp nhưng không lớn hơn 16 mm.

Mẫu dài khoảng 1 m được lấy từ cuộn cáp cần thử nghiệm và bóc toàn bộ vỏ bọc bên ngoài.

Đường kính thích hợp của trục dùng cho thử nghiệm uốn được cho trong Bảng 5.

Phải thực hiện thao tác uốn dưới đây như minh họa trên Hình 2.

TCVN 10348-1:2014

Đối với cáp có đường kính đến và bằng 14 mm, mẫu phải được kẹp và uốn quanh trục thích hợp sao cho cáp tạo thành nửa đường tròn có hai phần thẳng (thao tác 1a). Áp lực kẹp được thả ra và trong khi vẫn ở trong đồ gá, mẫu phải được xoay 180° quanh trục dọc của phần không bị uốn bên trong kẹp. Sau đó, mẫu được uốn trong cùng mặt phẳng nhưng theo chiều ngược lại cho đến khi tạo thành nửa đường tròn có hai phần thẳng (thao tác 1b).

Thực hiện thêm hai thao tác xoay và uốn như trên (thao tác 2a và 2b).

Đối với cáp có đường kính lớn hơn 14 mm, thao tác uốn phải như qui định ở trên nhưng không thực hiện thêm hai thao tác xoay và uốn (2a và 2b).

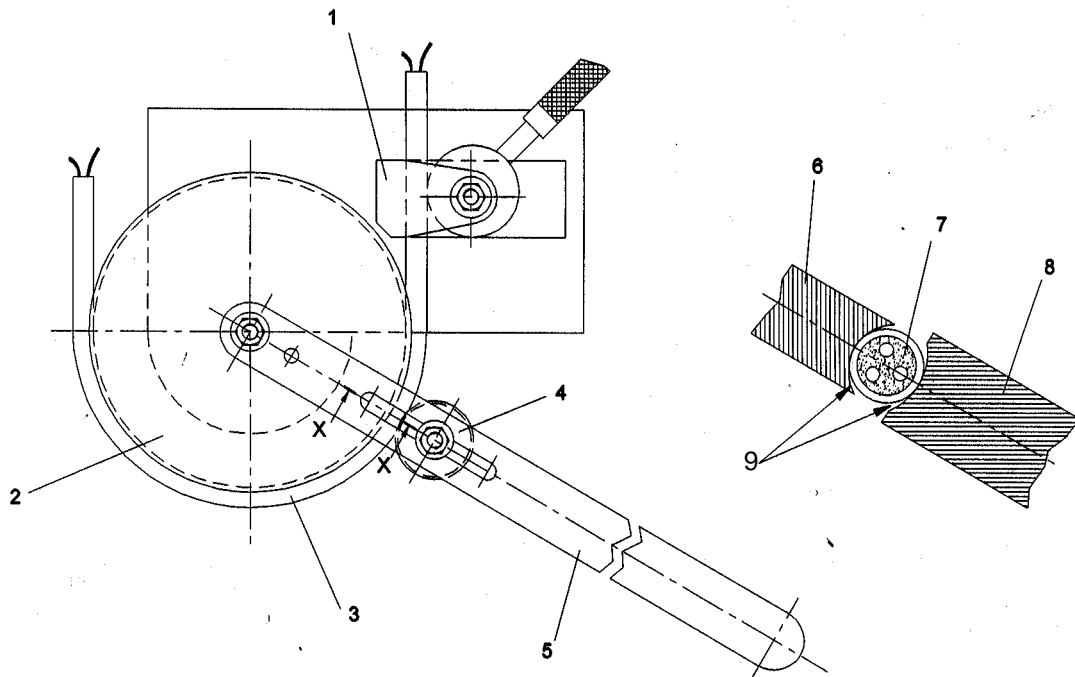
Vỏ bọc cáp không bị tách, nứt hoặc khuyết tật khi được kiểm tra bằng mắt thường hoặc có điều chỉnh thị lực nhưng không phóng đại.

Sau đó, mẫu uốn phải được bọc kín và ngâm vào nước nhưng không ngâm hai đầu cáp, trong không ít hơn 1 h.

Sau đó, đặt điện áp bằng 750 V đối với cáp 500 V và 1 250 V đối với cáp 750 V cho từng trường hợp trong 15 min giữa các ruột dẫn với nhau và giữa các ruột dẫn với vỏ bọc.

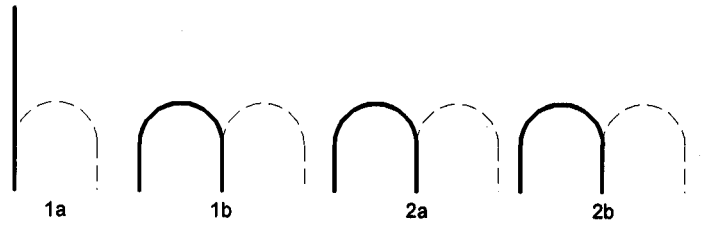
Không được xảy ra phóng điện đánh thủng trong quá trình thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Cần cẩn thận trong quá trình lắp đặt để đảm bảo rằng cáp không bị uốn đến đường kính nhỏ hơn đường kính nêu trong Bảng 5.

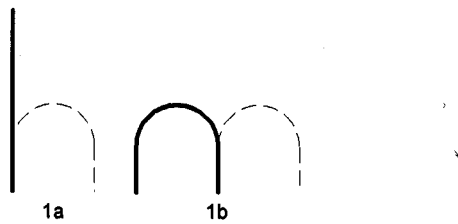
**CHÚ DẪN:**

1	Cơ cấu kẹp	x-x	Phần mở rộng
2	Trục	6	Trục
3	Cáp	7	Cáp
4	Puli	8	Puli
5	Tay đòn dòn để uốn	9	Phần lõm

Hình 1 – Thiết bị thử nghiệm uốn



Các thao tác đối với cáp có đường kính vỏ bọc đến và bằng 14 mm



Các thao tác đối với cáp có đường kính vỏ bọc lớn hơn 14 mm

CHÚ THÍCH: Đoạn thẳng nét liền thể hiện hình dạng mẫu khi bắt đầu mỗi thao tác. Cáp bị uốn một góc 180° so với trục dọc của phần chưa bị uốn giữa từng thao tác.

Hình 2 – Các thao tác của thử nghiệm uốn

Bảng 5 – Đường kính trục quản

Điện áp danh định V	Tiết diện danh nghĩa của ruột dẫn mm ²	Đường kính trục quản dùng cho cáp có số lượng ruột dẫn quy định						
		1	2	3	4	7	12	19
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
500	1	40	60	60	80	100	-	-
	1,5	40	60	80	80	100	-	-
	2,5	40	80	80	100	130	-	-
	4	60	100	-	-	-	-	-
750	1	60	80	100	100	130	160	200
	1,5	60	100	100	100	130	160	200
	2,5	60	100	130	130	160	200	
	4	60	130	130	130	160		
	6	80	130	130	160			
	10	80	160	160	160			
	16	100	160	200	200			
	25	130	200	200	250			
	35	130						
	50	160						
	70	160						
	95	200						
	120	200						
	150	200						
	185	250						
240	250							
300	350							
400	350							

CHÚ THÍCH: Cáp ở phía trên đường nét đậm có đường kính đến và bằng 14 mm còn cáp ở phía dưới đường nét đậm có đường kính lớn hơn 14 mm theo Bảng 7 và Bảng 10.

13.7 Thử nghiệm ép dẹt

Mẫu dài khoảng 1 m được lấy từ cuộn cáp cần thử nghiệm và sau khi bóc tất cả vỏ ngoài, ép dẹt giữa các má kẹp cho đến khi kích thước nhỏ nhất của phần ép dẹt bằng đường kính ban đầu quanh vỏ bọc đồng nhân với hệ số ép dẹt thích hợp quy định ở Bảng 6. Mỗi má kẹp được sử dụng phải có bề mặt ép dẹt được bôi trơn nhẹ nhàng không nhỏ hơn 75 mm x 25 mm và kích thước lớn hơn phải song song với trục của mẫu trong quá trình thử nghiệm. Các mép của má kẹp phải được lượn tròn với bán kính không nhỏ hơn 10 mm.

Bảng 6 – Hệ số ép dẹt

Đường kính của vỏ bọc đồng ¹⁾ mm		Hệ số ép dẹt
Lớn hơn	Đến và bằng	
–	10	0,65
10	13	0,70
13	20	0,80
20	–	0,90

¹⁾ Như được cho trong Bảng 7 và Bảng 10.

Vỏ bọc cáp không bị tách, nứt hoặc khuyết tật khi được kiểm tra bằng mắt thường hoặc có điều chỉnh thị lực nhưng không phóng đại.

Sau đó, mẫu được ép dẹt phải được bịt kín và ngâm vào nước, nhưng không ngâm các đầu cáp, trong không ít hơn 1 h, uốn nếu cần.

Sau đó, đặt điện áp bằng 750 V đối với cáp 500 V và 1 250 V đối với cáp 750 V cho từng trường hợp trong 15 min giữa các ruột dẫn với nhau và giữa các ruột dẫn với đất.

Không được xảy ra phóng điện đánh thủng trong quá trình thử nghiệm.

13.8 Khả năng chịu cháy

Cáp hoàn chỉnh phải phù hợp với các yêu cầu của IEC 60331-21. Thời gian đặt ngọn lửa là 180 min.

14 Cáp cách điện bằng chất vô cơ điện áp 500 V (chế độ làm việc nhẹ)

14.1 Ký hiệu mã

Hiện nay chưa có ký hiệu mã.

14.2 Điện áp danh định

500 V.

14.3 Kết cấu

1, 2, 3, 4 hoặc 7 ruột đồng.

Cách điện bằng chất vô cơ được ép bao quanh tất cả ruột dẫn.

Vỏ bọc bằng đồng đã qua ủ không phủ kim loại hoặc bằng hợp kim đồng.

Có thể có hoặc không có vỏ bọc ngoài bằng công nghệ đùn.

14.4 Kích thước

Cáp cách điện bằng chất vô cơ điện áp 500 V phải phù hợp với các yêu cầu về kích thước và điện trở của vỏ bọc đồng như nêu trong Bảng 7, 8 và 9.

Bảng 7 – Đường kính của vỏ bọc đồng đối với cáp 500 V

Tiết diện danh nghĩa của ruột dẫn mm ²	Chiều dày danh nghĩa của cách điện		Đường kính của vỏ bọc đồng				
	1 và 2 ruột dẫn mm	3, 4 và 7 ruột dẫn mm	1 ruột dẫn mm	2 ruột dẫn mm	3 ruột dẫn mm	4 ruột dẫn mm	7 ruột dẫn mm
1	0,65	0,75	3,1	5,1	5,8	6,3	7,6
1,5	0,65	0,75	3,4	5,7	6,4	7,0	8,4
2,5	0,65	0,75	3,8	6,6	7,3	8,1	9,7
4	0,65	–	4,4	7,7	–	–	–

Bảng 8 – Chiều dày vỏ bọc đối với cáp 500 V

Tiết diện danh nghĩa của ruột dẫn mm ²	Giá trị trung bình của chiều dày vỏ bọc				
	1 ruột dẫn mm	2 ruột dẫn mm	3 ruột dẫn mm	4 ruột dẫn mm	7 ruột dẫn mm
1	0,31	0,41	0,45	0,48	0,52
1,5	0,32	0,43	0,48	0,50	0,54
2,5	0,34	0,49	0,50	0,54	0,61
4	0,38	0,54	–	–	–

Bảng 9 – Điện trở của vỏ bọc đồng đối với cáp 500 V

Tiết diện danh nghĩa của ruột dẫn mm ²	Điện trở lớn nhất của vỏ bọc đồng ở 20 °C				
	1 ruột dẫn Ω/km	2 ruột dẫn Ω/km	3 ruột dẫn Ω/km	4 ruột dẫn Ω/km	7 ruột dẫn Ω/km
1	8,85	3,95	3,15	2,71	2,06
1,5	7,75	3,35	2,67	2,33	1,78
2,5	6,48	2,53	2,23	1,85	1,36
4	4,98	1,96	–	–	–

Kiểm tra sự phù hợp bằng cách xem xét và bằng phép đo.

14.5 Yêu cầu

Cáp cách điện bằng chất vô cơ điện áp 500 V phải phù hợp với các yêu cầu thích hợp ở các điều từ Điều 2 đến Điều 13.

15 Cáp cách điện bằng chất vô cơ điện áp 750 V (chế độ làm việc nặng)

15.1 Ký hiệu mã

Hiện nay chưa có ký hiệu mã.

15.2 Điện áp danh định

750 V.

15.3 Kết cấu

1, 2, 3, 4, 7, 12 hoặc 19 ruột đồng.

Cáp cách điện bằng chất vô cơ được nén quanh tất cả ruột dẫn.

Vỏ bọc bằng đồng ủ không phủ kim loại hoặc hợp kim đồng.

Có thể có hoặc không có vỏ bọc ngoài kiểu đùn.

15.4 Kích thước

Cáp cách điện bằng chất vô cơ điện áp 750 V phải phù hợp với các yêu cầu về kích thước và điện trở của vỏ bọc đồng như nêu trong Bảng 10, 11 và 12.

Bảng 10 – Đường kính của vỏ bọc đồng đối với cáp 750 V

Tiết diện danh nghĩa của ruột dẫn mm ²	Chiều dày danh nghĩa của cách điện mm	Đường kính của vỏ bọc đồng dùng cho cáp có số lượng ruột dẫn quy định						
		1	2	3	4	7	12	19
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	1,30	4,6	7,3	7,7	8,4	9,9	13,0	15,2
1,5	1,30	4,9	7,9	8,3	9,1	10,8	14,1	16,6
2,5	1,30	5,3	8,7	9,3	10,1	12,1	15,6	-
4	1,30	5,9	9,8	10,4	11,4	13,6	-	-
6	1,30	6,4	10,9	11,5	12,7	-	-	-
10	1,30	7,3	12,7	13,6	14,8	-	-	-
16	1,30	8,3	14,7	15,6	17,3	-	-	-
25	1,30	9,6	17,1	18,2	20,1	-	-	-
35	1,30	10,7	-	-	-	-	-	-
50	1,30	12,1	-	-	-	-	-	-
70	1,30	13,7	-	-	-	-	-	-
95	1,30	15,4	-	-	-	-	-	-
120	1,30	16,8	-	-	-	-	-	-
150	1,30	18,4	-	-	-	-	-	-
185	1,40	20,4	-	-	-	-	-	-
240	1,60	23,3	-	-	-	-	-	-
300	1,80	26,0	-	-	-	-	-	-
400	2,10	30,0	-	-	-	-	-	-

Bảng 11 – Chiều dày của vỏ bọc đối với cáp 750 V

Tiết diện danh nghĩa của ruột dẫn mm ²	Giá trị trung bình của chiều dày vỏ bọc dùng cho cáp có số lượng ruột dẫn quy định						
	1	2	3	4	7	12	19
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	0,39	0,51	0,53	0,56	0,62	0,73	0,79
1,5	0,41	0,54	0,56	0,59	0,65	0,76	0,84
2,5	0,42	0,57	0,59	0,62	0,69	0,81	-
4	0,45	0,61	0,63	0,68	0,75	-	-
6	0,48	0,65	0,68	0,71	-	-	-
10	0,50	0,71	0,75	0,78	-	-	-
16	0,54	0,78	0,82	0,86	-	-	-
25	0,60	0,85	0,87	0,93	-	-	-
35	0,64	-	-	-	-	-	-
50	0,69	-	-	-	-	-	-
70	0,76	-	-	-	-	-	-
95	0,80	-	-	-	-	-	-
120	0,85	-	-	-	-	-	-
150	0,90	-	-	-	-	-	-
185	0,94	-	-	-	-	-	-
240	0,99	-	-	-	-	-	-
300	1,08	-	-	-	-	-	-
400	1,17	-	-	-	-	-	-

Bảng 12 – Điện trở của vỏ bọc đồng đối với cáp 750 V

Tiết diện danh nghĩa của ruột dẫn mm ²	Điện trở lớn nhất của vỏ bọc đồng ở 20 °C dùng cho cáp có số lượng ruột dẫn quy định						
	1	2	3	4	7	12	19
	Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km
1	4,63	2,19	1,99	1,72	1,31	0,843	0,663
1,5	4,13	1,90	1,75	1,51	1,15	0,744	0,570
2,5	3,71	1,63	1,47	1,29	0,959	0,630	-
4	3,09	1,35	1,23	1,04	0,783	-	-
6	2,67	1,13	1,03	0,887	-	-	-
10	2,23	0,887	0,783	0,690	-	-	-
16	1,81	0,695	0,622	0,533	-	-	-
25	1,40	0,546	0,500	0,423	-	-	-
35	1,17	-	-	-	-	-	-
50	0,959	-	-	-	-	-	-
70	0,767	-	-	-	-	-	-
95	0,646	-	-	-	-	-	-
120	0,556	-	-	-	-	-	-
150	0,479	-	-	-	-	-	-
185	0,412	-	-	-	-	-	-
240	0,341	-	-	-	-	-	-
300	0,280	-	-	-	-	-	-
400	0,223	-	-	-	-	-	-

Kiểm tra sự phù hợp bằng cách xem xét và bằng phép đo.

15.5 Yêu cầu

Cáp cách điện bằng chất vô cơ điện áp 750 V phải phù hợp với các yêu cầu thích hợp ở các điều từ Điều 2 đến Điều 13.
