

TCVN 5935-1:2013

IEC 60502-1:2009

Xuất bản lần 1

**CÁP ĐIỆN CÓ CÁCH ĐIỆN DẠNG ĐÙN VÀ
PHỤ KIỆN CÁP ĐIỆN DÙNG CHO ĐIỆN ÁP DANH ĐỊNH
TỪ 1kV ($U_m = 1,2kV$) ĐẾN 30kV ($U_m = 36kV$) –
PHẦN 1: CÁP DÙNG CHO ĐIỆN ÁP DANH ĐỊNH
BẰNG 1kV ($U_m = 1,2kV$) ĐẾN 3kV ($U_m = 3,6kV$)**

*Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages
from 1 kV ($U_m = 1,2 kV$) up to 30 kV ($U_m = 36 kV$) –*

Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2 kV$) and 3 kV ($U_m = 3,6 kV$)

Mục lục

Lời nói đầu	4
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn	5
3 Thuật ngữ và định nghĩa	8
4 Ký hiệu điện áp và vật liệu	9
5 Ruột dẫn	12
6 Cách điện	12
7 Cụm cáp nhiều lõi, lớp bọc bên trong và chất độn	14
8 Lớp kim loại của cáp một lõi và cáp nhiều lõi	16
9 Màn chắn kim loại	16
10 Ruột dẫn đồng tâm	16
11 Vỏ bọc kim loại	17
12 Áo giáp kim loại	17
13 Vỏ bọc ngoài.....	21
14 Điều kiện thử nghiệm	22
15 Thử nghiệm thường xuyên	22
16 Thử nghiệm mẫu	24
17 Thử nghiệm điển hình về điện	27
18 Thử nghiệm điển hình không điện.....	29
19 Thử nghiệm điện sau lắp đặt	37
Phụ lục A (qui định) – Phương pháp tính toán giả định để xác định kích thước của lớp bọc bảo vệ	47
Phụ lục B (qui định) – Làm tròn số	53
Phụ lục C (qui định) – Xác định độ cứng của cách điện HEPR	55

Lời nói đầu

TCVN 5935-1:2013 và TCVN 5935-2:2013 thay thế TCVN 5935:1995;

TCVN 5935-1:2013 hoàn toàn tương đương với IEC 60502-1:2009;

TCVN 5935-1:2013 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 5935 (IEC 60502), *Cáp điện có cách điện dạng đùn và phụ kiện cáp điện dùng cho điện áp danh định từ 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) đến 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)*, gồm các phần sau:

TCVN 5935-1:2013 (IEC 60502-1:2009), Phần 1: Cáp dùng cho điện áp danh định bằng 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) và 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)

TCVN 5935-2:2013 (IEC 60502-2:2005), Phần 2: Cáp dùng cho điện áp danh định từ 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) đến 30 kV ($U_m = 36$ kV)

TCVN 5935-4:2013 (IEC 60502-4:2005), Phần 4: Yêu cầu thử nghiệm phụ kiện cáp có điện áp danh định từ 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) đến 30 kV ($U_m = 36$ kV)

Cáp điện có cách điện dạng đùn và phụ kiện cáp điện dùng cho điện áp danh định từ 1kV ($U_m = 1,2$ kV) đến 30 kV ($U_m = 36$ kV) - Phần 1: Cáp dùng cho điện áp danh định bằng 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) đến 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)

Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) –

Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định các yêu cầu về kết cấu, kích thước và thử nghiệm cáp điện có cách điện đặc dạng đùn có điện áp danh định bằng 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) và 3 kV ($U_m = 3,6$ kV) dùng cho hệ thống lắp đặt cố định như lưới điện phân phối hoặc hệ thống lắp đặt công nghiệp.

Tiêu chuẩn này đề cập đến các cáp có đặc tính giảm cháy lan, mức phát thải khói thấp và không phát thải halogen khi bị đốt cháy.

Cáp dùng cho hệ thống lắp đặt đặc biệt và điều kiện vận hành đặc biệt không thuộc phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này, ví dụ như cáp dùng cho đường dây trên không, ngành công nghiệp mỏ, nhà máy điện hạt nhân (trong và xung quanh khu vực nhiễm xạ), cáp sử dụng ngầm dưới biển hoặc ứng dụng trên tàu.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau 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 6099-1:2007 (IEC 60060-1:1989), Kỹ thuật thử nghiệm điện áp cao – Phần 1: Định nghĩa chung và yêu cầu thử nghiệm

TCVN 6614-1-2:2008 (IEC 60811-1-2:1985), Phương pháp thử nghiệm chung đối với vật liệu cách điện và vật liệu làm vỏ bọc của cáp điện và cáp quang – Phần 1-2: Phương pháp áp dụng chung – Phương pháp lão hóa nhiệt

TCVN 6614-1-4:2008 (IEC 60811-1-4:1985), 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

TCVN 6614-3-1:2008 (IEC 60811-3-1:1985), 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

TCVN 6614-3-2:2008 (IEC 60811-3-2:1985), Phương pháp thử nghiệm chung đối với vật liệu cách điện và vật liệu làm vỏ bọc của cáp điện và cáp quang – Phần 3-2: Phương pháp qui định cho hợp chất PVC – Thử nghiệm tổn hao khối lượng – Thử nghiệm ổn định nhiệt

IEC 60038:1983, IEC standard voltages (Điện áp tiêu chuẩn theo IEC)¹

IEC 60183:1984, Guide to the selection of high-voltage cables (Hướng dẫn chọn cáp cao áp)

IEC 60228:1978, Conductor of insulated cables (Ruột dẫn của cáp cách điện)²

IEC 60230:1966, Impulse tests on cables and their accessories (Thử nghiệm xung trên cáp và phụ kiện cáp)

IEC 60332-1:1993, Tests on electric cables under fire conditions – Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable (Thử nghiệm cáp điện trong điều kiện cháy – Phần 1: Thử nghiệm trên một dây hoặc một cáp có cách điện lắp đặt thẳng đứng)³

IEC 60332-3-24:2000, Tests on electric cables under fire conditions – Part 3-24: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables – Category C (Thử nghiệm cáp điện trong điều kiện cháy – Phần 3-24: Thử nghiệm cháy lan theo chiều thẳng đứng đối với cụm dây hoặc cụm cáp lắp đặt thẳng đứng – Cấp C)⁴

IEC 60502-2:1997, Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) (Cáp điện có cách điện dạng đùn và phụ kiện cáp dùng cho điện áp danh định từ 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) đến 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Phần 2: Cáp dùng cho điện áp danh định từ 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) đến 30 kV ($U_m = 36$ kV))⁵

¹ Đã có TCVN 7995:2009 hoàn toàn tương đương với IEC 60038:2002.

² Đã có TCVN 6612:2007 hoàn toàn tương đương với IEC 60228:2004.

³ Đã có TCVN 6613-1-1:2010; TCVN 6613-1-2:2010 và TCVN 6613-1-3:2010 hoàn toàn tương đương với IEC 60332-1-1:2004; IEC 60332-1-2:2004 và IEC 60332-1-3:2004 tương ứng.

⁴ Đã có TCVN 6613-3-24:2010 hoàn toàn tương đương với IEC 60332-3-24:2009.

⁵ Đã có TCVN 5935-2:2013 hoàn toàn tương đương với IEC 60502-2:2004.

IEC 60684-2:1987, Flexible insulating sleeving – Part 2: Methods of test. (Ống lót cách điện uốn được – Phần 2: Phương pháp thử nghiệm)

IEC 60724:2000, Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV) (Giới hạn nhiệt độ khi ngắn mạch của cáp điện có điện áp danh định bằng 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) và 3 kV ($U_m = 3,6$ kV))

IEC 60754-1:1994, Test, on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 1: Determination of the amount of halogen gas (Thử nghiệm các khí sinh ra khi cháy vật liệu từ cáp – Phần 1: Xác định lượng khí halogen)

IEC 60754-2:1991, Test on gases evolved during combustion of electric cables – Part 2: Determination of degree of acidity of gases evolved during the combustion of materials taken from electric cables by measuring pH and conductivity (Thử nghiệm các khí sinh ra khi cháy vật liệu từ cáp – Phần 2: Xác định mức độ axit của khí sinh ra khi cháy vật liệu từ cáp bằng cách đo độ pH và độ dẫn)

IEC 60811-1-1:1993, Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables and optical cables – Part 1-1: Methods for general application – Measurement of thickness and overall dimensions – Tests for determining the mechanical properties (Phương pháp thử nghiệm chung đối với vật liệu cách điện và vật liệu làm vỏ bọc của cáp điện và cáp quang – Phần 1-1: Phương pháp áp dụng chung – Đo chiều dày và kích thước ngoài – Thử nghiệm xác định đặc tính cơ)⁶

IEC 60811-1-3:1993, Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables and optical cables – Part 1-3: Methods for general application – Methods for determining the density – Water absorption tests – Shrinkage test (Phương pháp thử nghiệm chung đối với vật liệu cách điện và vật liệu làm vỏ bọc của cáp điện và cáp quang – Phần 1-3: Phương pháp áp dụng chung – Phương pháp xác định khối lượng riêng – Thử nghiệm hấp thụ nước – Thử nghiệm độ co ngót)⁷

IEC 60811-2-1:1998, Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables and optical cables – Part 2-1: Methods specific to elastometric compounds – Ozone resistance, hot set and mineral oil immersion tests (Phương pháp thử nghiệm chung đối với vật liệu cách điện và vật liệu làm vỏ bọc của cáp điện và cáp quang – Phần 2-1: Phương pháp qui định cho hợp chất đàn hồi – Thử nghiệm tính kháng ôzôn, thử nghiệm kéo dãn trong lò nhiệt và thử nghiệm ngâm trong dầu khoáng)⁸

IEC 60811-4-1:1985, Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 4: Methods specific to polyethylene and polypropylene compounds – Section 1: Resistance to environmental stress cracking . Wrapping test after thermal ageing in air. Measurement of the melt flow

⁶ Đã có TCVN 6614-1-1: 2008 hoàn toàn tương đương với IEC 60811-1-1: 2001.

⁷ Đã có TCVN 6614-1-3: 2008 hoàn toàn tương đương với IEC 60811-1-3: 2001.

⁸ Đã có TCVN 6614-2-1: 2008 hoàn toàn tương đương với IEC 60811-2-1: 2001.

index – Carbon black and/or mineral content measurement in PE (Phương pháp thử nghiệm chung đối với vật liệu cách điện và vật liệu làm vỏ bọc của cáp điện – Phần 4: Phương pháp qui định cho hợp chất polyetylen và polypropylen – Mục 1: Tính kháng nứt ứng suất môi trường – Thử nghiệm bọc sau khi lão hóa nhiệt trong không khí – Phương pháp chỉ số dòng chảy – Đo hàm lượng bột than đen và/hoặc hàm lượng chất độn khoáng trong PE)

IEC 61034-2:1997, Measurement of smoke density of cables burning under defined conditions – Part 2: Test procedure and requirements (Đo mật độ khói của cáp cháy trong các điều kiện xác định – Phần 2: Qui trình thử nghiệm và các yêu cầu)

ISO 48, Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD) (Cao su, lưu hóa hoặc nhựa nhiệt dẻo – Xác định độ cứng (độ cứng từ 10 IRHD đến 100 IRHD))

3 Thuật ngữ và định nghĩa

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

3.1 Định nghĩa các giá trị kích thước (chiều dày, mặt cắt ngang, v.v...)

3.1.1

Giá trị danh nghĩa (nominal value)

Giá trị mà nhờ nó một đại lượng được chỉ định và thường được sử dụng trong bảng.

CHÚ THÍCH: Trong tiêu chuẩn này, thông thường, giá trị danh nghĩa là cơ sở của các giá trị cần được kiểm tra bằng phép đo có tính đến các dung sai qui định.

3.1.2

Giá trị xấp xỉ (approximate value)

Giá trị không được bảo đảm cũng như không được kiểm tra; giá trị này được sử dụng, ví dụ như để tính các giá trị kích thước khác.

3.1.3

Giá trị giữa (median value)

Khi thu được một số kết quả thử nghiệm và sắp xếp chúng theo thứ tự tăng dần (hoặc giảm dần) thì giá trị giữa là giá trị ở giữa nếu số các giá trị sẵn có là lẻ và là trung bình của hai giá trị ở giữa nếu số các giá trị là chẵn.

3.1.4

Giá trị giả định (fictitious value)

Giá trị được tính theo "phương pháp giả định" mô tả trong Phụ lục A.

3.2 Định nghĩa liên quan đến các thử nghiệm

3.2.1

Thử nghiệm thường xuyên (routine tests)

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

3.2.2

Thử nghiệm mẫu (sample tests)

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.

3.2.3

Thử nghiệm điển hình (type tests)

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.

CHÚ THÍCH: 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.

3.2.4

Thử nghiệm điện sau khi lắp đặt (electrical tests after installation)

Thử nghiệm được thực hiện để chứng tỏ tính toàn vẹn của cáp và phụ kiện của cáp khi đã lắp đặt.

4 Ký hiệu điện áp và vật liệu

4.1 Điện áp danh định

Điện áp danh định $U_0/U(U_m)$ của cáp được xem xét trong tiêu chuẩn này là 0,6/1 (1,2) kV và 1,8/3 (3,6) kV.

CHÚ THÍCH 1: Điện áp nêu trên là các ký hiệu đúng mặc dù ở một số nước sử dụng các ký hiệu khác, ví dụ: 1,7/3 kV hoặc 1,9/3,3 kV thay vì 1,8/3 kV.

Trong cách ký hiệu điện áp của cáp $U_0/U(U_m)$:

U_0 là điện áp danh định tần số công nghiệp giữa ruột dẫn và đất hoặc màn chắn kim loại mà cáp được thiết kế;

U là điện áp danh định tần số công nghiệp giữa các ruột dẫn mà cáp được thiết kế;

U_m là giá trị cao nhất của "điện áp hệ thống cao nhất" mà thiết bị được phép sử dụng (xem IEC 60038).

Điện áp danh định của cáp đối với ứng dụng cho trước phải thích hợp với điều kiện làm việc trong hệ thống mà cáp được sử dụng. Để thuận tiện cho việc chọn cáp, hệ thống được chia làm ba cấp sau:

- Cấp A: cáp này gồm các hệ thống trong đó dây pha khi chạm đất hoặc chạm dây đất thì được ngắt ra khỏi hệ thống trong vòng 1 min;
- Cấp B: cáp này gồm các hệ thống mà trong điều kiện sự cố vẫn làm việc trong thời gian ngắn với một pha chạm đất. Theo IEC 60183, thời gian này không nên vượt quá 1 h. Đối với cáp thuộc phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này, có thể chấp nhận khoảng thời gian dài hơn nhưng không vượt quá 8 h trong bất kỳ trường hợp nào. Tổng thời gian xuất hiện sự cố chạm đất trong một năm bất kỳ không nên vượt quá 125 h;
- Cấp C: cáp này gồm tất cả các hệ thống không thuộc cấp A hoặc B.

CHÚ THÍCH 2: Cần biết rằng trong một hệ thống khi sự cố chạm đất không được cách ly tự động và nhanh chóng thì các ứng suất bất thường trên cách điện của cáp trong thời gian sự cố chạm đất sẽ làm giảm tuổi thọ của cáp ở một mức độ nhất định. Nếu hệ thống được dự kiến làm việc khá thường xuyên với sự cố chạm đất kéo dài thì nên phân loại hệ thống ở cấp C.

Giá trị U_0 khuyến cáo cho cáp được sử dụng trong hệ thống ba pha được liệt kê trong Bảng 1.

Bảng 1 – Điện áp danh định U_0 khuyến cáo

Điện áp hệ thống cao nhất (U_m) kV	Điện áp danh định (U_0) kV	
	Cấp A và cấp B	Cấp C
1,2	0,6	0,6
3,6	1,8	3,6*

* Cấp này được bao trùm trong cáp 3,6/6 (7,2) kV theo IEC 60502-2.

4.2 Hợp chất cách điện

Các loại hợp chất cách điện đề cập trong tiêu chuẩn này được liệt kê trong Bảng 2 cùng với cách ký hiệu rút gọn.

Bảng 2 – Hợp chất cách điện

Hợp chất cách điện	Ký hiệu rút gọn
a) Nhựa nhiệt dẻo Polyvinyl clorua được sử dụng cho cáp có điện áp danh định $U_0/U \leq 1,8/3$ kV	PVC/A*
b) Liên kết ngang Cao su etylen propylen hoặc tương tự (EPM hoặc EPDM) Cao su cao phân tử hoặc cao su etylen propylen có độ cứng cao Polyetylen liên kết ngang	EPR HEPR XLPE

* Hợp chất cách điện có gốc polyvinyl clorua được sử dụng cho cáp có điện áp danh định $U_0/U = 3,6/6$ kV được ký hiệu là PVC/B trong IEC 60502-2.

Nhiệt độ cao nhất của ruột dẫn đối với các loại khác nhau của hợp chất cách điện đề cập trong tiêu chuẩn này được nêu trong Bảng 3.

Bảng 3 – Nhiệt độ cao nhất của ruột dẫn đối với các loại khác nhau của hợp chất cách điện

Hợp chất cách điện	Nhiệt độ cao nhất của ruột dẫn °C	
	Làm việc bình thường	Ngắn mạch (thời gian dài nhất là 5 s)
Polyvinyl clorua (PVC/A) Mặt cắt ngang của ruột dẫn ≤ 300 mm ² Mặt cắt ngang của ruột dẫn > 300 mm ²	70	160
	70	140
Polyetylen liên kết ngang (XLPE)	90	250
Cao su etylen propylen (EPR và HEPR)	90	250

Nhiệt độ trong Bảng 3 dựa trên các đặc tính vốn có của vật liệu cách điện. Điều quan trọng là phải tính đến các yếu tố khác khi sử dụng những giá trị này để tính toán thông số dòng điện.

Ví dụ, trong điều kiện làm việc bình thường, nếu cáp được chôn trực tiếp trong đất được cho làm việc với tải liên tục (100 % hệ số tải) ở nhiệt độ cao nhất của ruột dẫn được chỉ ra trong bảng thì theo thời gian, nhiệt trở của đất xung quanh cáp có thể tăng so với giá trị ban đầu của nó do quá trình khô của đất. Kết quả là nhiệt độ ruột dẫn có thể vượt quá giá trị cao nhất rất nhiều. Nếu thấy trước rằng điều kiện làm việc sẽ là như vậy thì phải có dự phòng thích hợp.

Tham khảo IEC 60724 để có hướng dẫn về nhiệt độ ngắn mạch.

4.3 Hợp chất vỏ bọc

Nhiệt độ cao nhất của ruột dẫn đối với các loại hợp chất vỏ bọc khác nhau đề cập trong tiêu chuẩn này được nêu trong Bảng 4.

Bảng 4 – Nhiệt độ cao nhất của ruột dẫn đối với các loại khác nhau của hợp chất vỏ bọc

Hợp chất vỏ bọc	Ký hiệu rút gọn	Nhiệt độ cao nhất của ruột dẫn khi làm việc bình thường °C
a) Nhựa nhiệt dẻo		
Polyvinyl clorua (PVC)	ST ₁	80
	ST ₂	90
Polyetylen	ST ₃	80
	ST ₇	90
Không có halogen	ST ₈	90
b) Vật liệu đàn hồi		
Polychloropren, clorosunfonat polyetylen hoặc các polyme tương tự	SE ₁	85

5 Ruột dẫn

Ruột dẫn phải là cáp 1 hoặc cáp 2 bằng đồng ủ không phủ hoặc có phủ kim loại hoặc bằng nhôm hoặc hợp kim nhôm hoặc cáp 5 bằng đồng không phủ hoặc có phủ kim loại phù hợp với IEC 60228.

6 Cách điện

6.1 Vật liệu

Cách điện phải là chất điện môi dạng đùn thuộc một trong hai loại liệt kê trong Bảng 2.

Đối với cáp không có halogen, cách điện phải phù hợp với các yêu cầu nêu trong Bảng 23.

6.2 Chiều dày cách điện

Chiều dày cách điện danh nghĩa được quy định trong các bảng từ Bảng 5 đến Bảng 7.

Chiều dày của lớp phân cách bất kỳ không được tính vào chiều dày cách điện.

Bảng 5 – Chiều dày danh nghĩa của cách điện PVC/A

Diện tích mặt cắt ngang danh nghĩa của ruột dẫn mm ²	Chiều dày danh nghĩa của cách điện ở điện áp danh định U ₀ /U (U _m)	
	0,6/1 (1,2) kV mm	1,8/3 (3,6) kV mm
1,5 và 2,5	0,8	–
4 và 6	1,0	–
10 và 16	1,0	2,2
25 và 35	1,2	2,2
50 và 70	1,4	2,2
95 và 120	1,6	2,2
150	1,8	2,2
185	2,0	2,2
240	2,2	2,2
300	2,4	2,4
400	2,6	2,6
500 đến 800	2,8	2,8
1 000	3,0	3,0

CHÚ THÍCH: Không nên sử dụng ruột dẫn có mặt cắt ngang nhỏ hơn giá trị nêu trong bảng này.

Bảng 6 – Chiều dày danh nghĩa của cách điện polyetylen liên kết ngang (XLPE)

Diện tích mặt cắt ngang danh nghĩa của ruột dẫn mm ²	Chiều dày danh nghĩa của cách điện ở điện áp danh định U ₀ /U (U _m)	
	0,6/1 (1,2) kV mm	1,8/3 (3,6) kV mm
1,5 và 2,5	0,7	–
4 và 6	0,7	–
10 và 16	0,7	2,0
25 và 35	0,9	2,0
50	1,0	2,0
70 và 95	1,1	2,0
120	1,2	2,0
150	1,4	2,0
185	1,6	2,0
240	1,7	2,0
300	1,8	2,0
400	2,0	2,0
500	2,2	2,2
630	2,4	2,4
800	2,6	2,6
1 000	2,8	2,8

CHÚ THÍCH: Không nên sử dụng ruột dẫn có mặt cắt ngang nhỏ hơn giá trị nêu trong bảng này.

Bảng 7 – Chiều dày danh nghĩa của cách điện bằng cao su etylen propylen (EPR) và cách điện bằng cao su etylen propylen cứng (HEPR)

Diện tích mặt cắt ngang danh nghĩa của ruột dẫn mm ²	Chiều dày danh nghĩa của cách điện ở điện áp danh định U ₀ /U (U _m)			
	0,6/1 (1,2) kV		1,8/3 (3,6) kV	
	EPR mm	HEPR mm	EPR mm	HEPR mm
1,5 và 2,5	1,0	0,7	–	–
4 và 6	1,0	0,7	–	–
10 và 16	1,0	0,7	2,2	2,0
25 và 35	1,2	0,9	2,2	2,0
50	1,4	1,0	2,2	2,0
70	1,4	1,1	2,2	2,0
95	1,6	1,1	2,4	2,0
120	1,6	1,2	2,4	2,0
150	1,8	1,4	2,4	2,0
185	2,0	1,6	2,4	2,0
240	2,2	1,7	2,4	2,0
300	2,4	1,8	2,4	2,0
400	2,6	2,0	2,6	2,0
500	2,8	2,2	2,8	2,2
630	2,8	2,4	2,8	2,4
800	2,8	2,6	2,8	2,6
1 000	3,0	2,8	3,0	2,8

CHÚ THÍCH: Không nên sử dụng ruột dẫn có mặt cắt ngang nhỏ hơn giá trị nêu trong bảng này.

7 Cùm cáp nhiều lõi, lớp bọc bên trong và chất độn

Cùm cáp nhiều lõi phụ thuộc vào điện áp danh định và việc màn chắn kim loại có được đặt vào từng lõi hay không.

Các điều từ 7.1 đến 7.3 không áp dụng cho cùm cáp một lõi có vỏ bọc.

7.1 Lớp bọc bên trong và chất độn

7.1.1 Kết cấu

Lớp bọc bên trong có thể được đùn hoặc quấn.

Đối với cáp có lõi tròn, trừ cáp có nhiều hơn năm lõi, chỉ cho phép lớp bọc bên trong dạng quấn nếu khoảng trống giữa các lõi về cơ bản đã được điền đầy.

Cho phép sử dụng một lớp bố thích hợp trước khi đùn lớp bọc bên trong.

7.1.2 Vật liệu

Vật liệu sử dụng làm lớp bọc bên trong và chất độn phải thích hợp với nhiệt độ làm việc của cáp và tương thích với vật liệu cách điện.

Đối với cáp không có halogen, lớp bọc bên trong và chất độn phải đáp ứng các yêu cầu nêu trong Bảng 23.

7.1.3 Chiều dày của lớp bọc bên trong dạng đùn

Chiều dày xấp xỉ của lớp bọc bên trong dạng đùn phải được lấy từ Bảng 8.

Bảng 8 – Chiều dày của lớp bọc bên trong dạng đùn

Đường kính giả định của lõi đã bố trí		Chiều dày của lớp bọc bên trong dạng đùn (giá trị xấp xỉ) mm
Lớn hơn mm	Đến và bằng mm	
–	25	1,0
25	35	1,2
35	45	1,4
45	60	1,6
60	80	1,8
80	–	2,0

7.1.4 Chiều dày của lớp bọc bên trong dạng quấn

Chiều dày xấp xỉ của lớp bọc bên trong dạng quấn phải là 0,4 mm đối với đường kính giả định của lõi đã bố trí đến và bằng 40 mm và 0,6 mm đối với các đường kính lớn hơn.

7.2 Cáp có điện áp danh định 0,6/1 (1,2) kV

Cáp có điện áp danh định 0,6/1 (1,2) kV có thể có lớp kim loại chung xung quanh các lõi.

CHÚ THÍCH: Việc chọn giữa cáp có và không có lớp kim loại phụ thuộc vào qui định quốc gia và các yêu cầu lắp đặt để ngăn ngừa nguy hiểm có thể có từ việc hỏng về cơ hoặc tiếp xúc điện trực tiếp.

7.2.1 Cáp có lớp kim loại chung (xem Điều 8)

Cáp phải có lớp bọc bên trong bao quanh lõi đã bố trí. Lớp bọc bên trong và chất độn phải phù hợp với 7.1.

Tuy nhiên, băng quấn kim loại có thể được đặt trực tiếp lên lõi đã lắp ghép, bỏ đi lớp bọc bên trong với điều kiện là chiều dày danh nghĩa của từng băng quấn không vượt quá 0,3 mm và cáp hoàn chỉnh phù hợp với thử nghiệm uốn đặc biệt được qui định ở 18.17.

7.2.2 Cáp không có lớp kim loại chung (xem Điều 8)

Có thể bỏ lớp bọc bên trong với điều kiện là hình dạng bên ngoài của cáp vẫn giữ được về cơ bản là tròn và không bị dính giữa các lõi và vỏ bọc.

Vỏ bọc ngoài có thể xâm nhập vào các khe hở giữa các lõi, trừ trường hợp vỏ bọc ngoài là nhựa nhiệt dẻo bọc ngoài lõi hình tròn lớn hơn 10 mm².

Tuy nhiên, nếu có lớp bọc bên trong thì chiều dày của lớp bọc này không cần phù hợp với 7.1.3 hoặc 7.1.4.

7.3 Cáp có điện áp danh định 1,8/3 (3,6) kV

Cáp có điện áp danh định 1,8/3 (3,6) kV phải có lớp kim loại bao quanh các lõi riêng rẽ hoặc chung.

7.3.1 Cáp chỉ có lớp kim loại chung (xem Điều 8)

Cáp phải có lớp bọc bên trong bao quanh lõi đã bố trí. Lớp bọc bên trong và chất độn phải phù hợp với 7.1 và không hút ẩm.

7.3.2 Cáp có lớp kim loại bao quanh từng lõi riêng rẽ (xem Điều 9)

Các lớp kim loại của từng lõi riêng rẽ phải tiếp xúc với nhau.

Cáp có lớp kim loại chung bổ sung (xem Điều 8) bằng vật liệu giống với vật liệu của các lớp kim loại riêng rẽ bên dưới phải có một lớp bọc bên trong bao quanh các lõi đã bố trí. Lớp bọc bên trong và chất độn phải phù hợp với 7.1 và không hút ẩm.

Khi các lớp kim loại riêng rẽ bên dưới và lớp kim loại chung bổ sung là vật liệu khác nhau thì chúng phải được phân cách bằng một vỏ bọc dạng đùn bằng một trong các vật liệu được qui định ở 13.2. Đối với cáp có vỏ bọc chì, việc phân cách này có thể được thực hiện bằng lớp bọc bên trong theo 7.1.

Đối với cáp không có áo giáp, không có ruột dẫn đồng tâm hoặc không có lớp kim loại chung (xem Điều 8) thì có thể bỏ lớp bọc bên trong với điều kiện là hình dạng bên ngoài của cáp vẫn giữ về cơ bản là tròn. Vỏ bọc ngoài có thể xâm nhập vào các khe hở giữa các lõi, trừ trường hợp vỏ bọc ngoài là nhựa

nhật đều bọc ngoài lõi hình tròn lớn hơn 10 mm². Tuy nhiên, nếu có lớp bọc bên trong thì chiều dày của vỏ bọc này không cần phù hợp với 7.1.3 hoặc 7.1.4.

8 Lớp kim loại của cáp một lõi và cáp nhiều lõi

Các kiểu dưới đây của lớp kim loại được đề cập trong tiêu chuẩn này:

- a) màn chắn kim loại (xem Điều 9);
- b) ruột dẫn đồng tâm (xem Điều 10);
- c) vỏ bọc chì (xem Điều 11);
- d) áo giáp kim loại (xem Điều 12).

(Các) lớp kim loại phải gồm một hoặc nhiều kiểu được liệt kê ở trên và phải là vật liệu phi từ tính khi đặt lên cáp một lõi hoặc các lõi riêng rẽ của cáp nhiều lõi.

9 Màn chắn kim loại

9.1 Kết cấu

Màn chắn kim loại phải là một hoặc nhiều dải băng, hoặc một lưới đan hoặc một lớp sợi dây đồng tâm hoặc kết hợp giữa các sợi dây và (các) dải băng.

Màn chắn kim loại cũng có thể là một vỏ bọc hoặc áo giáp trong trường hợp là màn chắn chung phù hợp với 9.2.

Khi chọn vật liệu màn chắn phải xem xét đặc biệt về khả năng chịu ăn mòn, không chỉ vì an toàn về cơ mà còn vì an toàn về điện.

Khe hở trong màn chắn phải phù hợp với các qui định quốc gia và/hoặc tiêu chuẩn quốc gia.

9.2 Yêu cầu

Các yêu cầu về kích thước, vật lý và điện của màn chắn kim loại phải được xác định trong các qui định quốc gia và/hoặc tiêu chuẩn quốc gia.

10 Ruột dẫn đồng tâm

10.1 Kết cấu

Khe hở trong ruột dẫn đồng tâm phải phù hợp với các qui định quốc gia và/hoặc tiêu chuẩn quốc gia.

Khi chọn vật liệu ruột dẫn đồng tâm phải xem xét đặc biệt về khả năng chịu ăn mòn, không chỉ vì an toàn về cơ mà còn vì an toàn về điện.

10.2 Yêu cầu

Yêu cầu về kích thước và vật lý của ruột dẫn đồng tâm và điện trở của ruột dẫn đồng tâm phải được xác định trong các qui định quốc gia và/hoặc tiêu chuẩn quốc gia.

10.3 Đặt ruột dẫn đồng tâm

Khi yêu cầu có ruột dẫn đồng tâm thì ruột dẫn này phải được đặt lên trên lớp bọc bên trong trong trường hợp cáp nhiều lõi; trong trường hợp cáp một lõi thì ruột dẫn đồng tâm phải được đặt trực tiếp lên cách điện hoặc lên trên lớp bọc bên trong thích hợp.

11 Vỏ bọc kim loại

11.1 Vỏ bọc chì

Vỏ bọc phải bằng chì hoặc hợp kim chì và phải được đặt như một ống liền vừa khít một cách hợp lý.

Chiều dày danh nghĩa phải được tính theo công thức sau:

$$t_{pb} = 0,03 D_g + 0,7$$

trong đó

t_{pb} là chiều dày danh nghĩa của vỏ bọc chì, tính bằng milimét;

D_g là đường kính giả định bên dưới vỏ bọc chì, tính bằng milimét (được làm tròn đến số thập phân thứ nhất theo Phụ lục B).

Trong mọi trường hợp, chiều dày danh nghĩa nhỏ nhất phải là 1,2 mm. Các giá trị tính được phải được làm tròn đến số thập phân thứ nhất (xem Phụ lục B).

11.2 Vỏ bọc kim loại khác

Đang xem xét.

12 Áo giáp kim loại

12.1 Các loại áo giáp kim loại

Các loại áo giáp được đề cập trong tiêu chuẩn này như sau:

- a) áo giáp bằng sợi dây dẹt;
- b) áo giáp bằng sợi dây tròn;
- c) áo giáp bằng dải băng kép.

CHÚ THÍCH: Đối với cáp có điện áp danh định 0,6/1 (1,2) kV có diện tích mặt cắt ngang vượt quá 6 mm², có thể cung cấp áo giáp ở dạng lưới đan bằng sợi thép mạ kẽm theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua.

12.2 Vật liệu

Sợi dây tròn hoặc sợi dây dẹt phải là thép mạ kẽm, đồng hoặc đồng tráng thiếc, nhôm hoặc hợp kim nhôm.

Dải băng phải là thép, thép mạ kẽm, nhôm hoặc hợp kim nhôm. Dải băng thép phải được cán nóng hoặc cán nguội có chất lượng thương mại.

Trong những trường hợp yêu cầu lớp sợi dây áo giáp bằng thép phù hợp với độ dẫn điện nhỏ nhất thì cho phép thêm đủ lượng các sợi dây bằng đồng hoặc đồng tráng thiếc trong lớp áo giáp để đảm bảo sự phù hợp.

Khi chọn vật liệu làm áo giáp phải xem xét đặc biệt về khả năng chịu ăn mòn, không chỉ vì an toàn về cơ mà còn vì an toàn về điện, đặc biệt là khi áo giáp được sử dụng như màn chắn.

Áo giáp của cáp một lõi để sử dụng trong hệ thống điện xoay chiều phải bằng vật liệu phi từ tính, trừ khi chọn áo giáp có cấu tạo đặc biệt.

12.3 Đặt áo giáp

12.3.1 Cáp một lõi

Trong trường hợp cáp một lõi, lớp bọc bên trong dạng đùn hoặc dạng quấn, có chiều dày qui định ở 7.1.3 hoặc 7.1.4 phải được đặt bên dưới áo giáp.

12.3.2 Cáp nhiều lõi

Trong trường hợp cáp nhiều lõi, áo giáp phải được đặt lên lớp bọc bên trong theo 7.1 trừ các ứng dụng đặc biệt sử dụng dải băng kim loại, xem 7.2.1.

12.3.3 Vỏ bọc phân cách

Khi lớp kim loại bên dưới và áo giáp làm bằng các vật liệu khác nhau thì chúng phải được phân cách bằng vỏ bọc dạng đùn làm từ một trong các vật liệu qui định ở 13.2.

Đối với cáp không có halogen, vỏ bọc phân cách (T_s) phải đáp ứng các yêu cầu nêu trong Bảng 23.

Khi đòi hỏi áo giáp cho cáp có vỏ bọc chì thì áo giáp có thể được đặt lên trên lớp lót dạng quấn theo 12.3.4.

Nếu sử dụng vỏ bọc phân cách thì phải đặt vỏ bọc này bên dưới áo giáp thay cho lớp bọc bên trong hoặc bổ sung cho lớp bọc bên trong.

Chiều dày danh nghĩa của vỏ bọc phân cách T_s tính bằng milimét phải được tính theo công thức dưới đây:

$$T_s = 0,02 D_u + 0,6$$

trong đó D_v là đường kính giá định bên dưới vỏ bọc này, tính bằng milimét, được tính như mô tả trong Phụ lục A.

Giá trị tính được từ công thức này phải được làm tròn về 0,1 mm gần nhất (xem Phụ lục B).

Đối với cáp không có vỏ bọc chì, chiều dày danh nghĩa không được nhỏ hơn 1,2 mm. Đối với các cáp trong đó vỏ bọc phân cách được đặt trực tiếp lên vỏ bọc chì thì chiều dày danh nghĩa không được nhỏ hơn 1,0 mm.

12.3.4 Lớp lót dạng quấn bên dưới áo giáp đối với cáp có vỏ bọc chì

Lớp lót dạng quấn đặt vào vỏ bọc chì có phù hợp chất bằng các băng giấy ngâm tẩm và ở dạng hợp chất hoặc kết hợp của hai lớp băng giấy ngâm tẩm và ở dạng hợp chất tiếp đó là một hoặc nhiều lớp vật liệu hợp chất dạng sợi.

Việc ngâm tẩm vật liệu của lớp lót có thể thực hiện với các hợp chất có bitum hoặc các hợp chất bảo quản khác. Trong trường hợp áo giáp dạng sợi dây, không được đặt trực tiếp các hợp chất này bên dưới áo giáp.

Có thể sử dụng các băng quấn bằng chất tổng hợp thay cho băng giấy ngâm tẩm.

Chiều dày tổng của lớp lót dạng quấn giữa vỏ bọc chì và áo giáp sau khi đặt áo giáp phải có giá trị xấp xỉ bằng 1,5 mm.

12.4 Kích thước của sợi dây làm áo giáp và dải băng làm áo giáp

Kích thước danh nghĩa của sợi dây làm áo giáp và dải băng làm áo giáp tốt nhất là một trong các giá trị dưới đây:

Sợi dây tròn:

Đường kính 0,8 – 1,25 – 1,6 – 2,0 – 2,5 – 3,15 mm;

Sợi dây dẹt:

Chiều dày 0,8 mm;

Dải băng bằng thép:

Chiều dày 0,2 – 0,5 – 0,8 mm;

Dải băng bằng nhôm hoặc hợp kim nhôm:

Chiều dày 0,5 – 0,8 mm;

12.5 Mối liên hệ giữa đường kính cáp và kích thước áo giáp

Đường kính danh nghĩa của sợi dây tròn làm áo giáp và chiều dày danh nghĩa của dải băng làm áo giáp không được nhỏ hơn các giá trị nêu trong Bảng 9 và Bảng 10 tương ứng.

Bảng 9 – Đường kính danh nghĩa của sợi dây tròn làm áo giáp

Đường kính giả định bên dưới áo giáp		Đường kính danh nghĩa của sợi dây làm áo giáp mm
Lớn hơn mm	Đến và bằng mm	
–	10	0,8
10	15	1,25
15	25	1,6
25	35	2,0
35	60	2,5
60	–	3,15

Bảng 10 – Chiều dày danh nghĩa của dải băng làm áo giáp

Đường kính giả định bên dưới áo giáp		Chiều dày danh nghĩa của dải băng	
Lớn hơn mm	Đến và bằng mm	Thép hoặc thép mạ mm	Nhôm hoặc hợp kim nhôm mm
–	30	0,2	0,5
30	70	0,5	0,5
70	–	0,8	0,8

CHÚ THÍCH: Bảng này không áp dụng cho cáp có dải băng kim loại đặt trực tiếp lên lõi đã lắp ráp (xem 7.2.1).

Đối với áo giáp bằng sợi dây dệt và đường kính giả định bên dưới áo giáp lớn hơn 15 mm, chiều dày danh nghĩa của sợi dây thép dệt phải là 0,8 mm. Cáp có đường kính giả định bên dưới áo giáp đến và bằng 15 mm không được làm áo giáp bằng sợi dây dệt.

12.6 Áo giáp bằng sợi dây tròn hoặc dệt

Áo giáp bằng sợi dây phải kín, tức là có khe hở nhỏ nhất giữa các sợi dây liền kề. Có thể sử dụng băng quấn bằng thép mạ kẽm có chiều dày danh nghĩa tối thiểu là 0,3 mm quấn xoắn ốc lên trên áo giáp bằng sợi dây thép dệt và quấn lên trên áo giáp bằng sợi dây thép tròn, nếu cần thiết. Dung sai của dải băng bằng thép phải phù hợp với 16.7.3.

12.7 Áo giáp bằng dải băng kép

Khi sử dụng áo giáp bằng dải băng và lớp bọc bên trong như qui định ở 7.1 thì lớp bọc bên trong phải được tăng cường bằng một lớp lót kiểu dải băng. Chiều dày tổng của lớp bọc bên trong và lớp lót kiểu dải băng bổ sung phải như qui định ở 7.1 cộng với 0,5 mm nếu chiều dày của dải băng làm áo giáp là 0,2 mm và cộng với 0,8 mm nếu chiều dày của dải băng làm áo giáp lớn hơn 0,2 mm.

Chiều dày tổng của lớp bọc bên trong và lớp lót kiểu dải băng bổ sung không được nhỏ hơn các giá trị này quá 0,2 mm với dung sai là +20 %.

Nếu yêu cầu vỏ bọc phân cách hoặc nếu lớp bọc bên trong là dạng đùn và thỏa mãn các yêu cầu ở 12.3.3 thì không đòi hỏi lớp lót kiểu dải băng bổ sung.

Áo giáp kiểu dải băng phải được quấn theo kiểu xoắn ốc thành hai lớp sao cho dải băng bên ngoài ở xấp xỉ chính giữa đề lên khe hở của dải băng bên trong. Khe hở giữa các vòng liền kề của từng dải băng không được vượt quá 50 % chiều rộng của dải băng.

13 Vỏ bọc ngoài

13.1 Yêu cầu chung

Tất cả các cấp đều phải có vỏ bọc ngoài.

Vỏ bọc ngoài thường màu đen nhưng cũng có thể dùng màu khác theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua, nhưng màu này phải thích hợp với các điều kiện cụ thể mà cấp được sử dụng.

CHÚ THÍCH: Thử nghiệm ổn định UV đang được xem xét.

13.2 Vật liệu

Vỏ bọc ngoài phải là hợp chất nhựa nhiệt dẻo (PVC hoặc polyetylen hoặc không có halogen) hoặc hợp chất đàn hồi (polyclopropren, clorosunphonat polyetylen hoặc polyme tương tự).

Vật liệu vỏ bọc không có halogen phải được sử dụng cho cấp có các đặc tính cháy lan thấp, mức phát thải khói thấp và không phát thải halogen khi bị đốt cháy. Vỏ bọc ngoài (ST₀) của cấp không có halogen phải đáp ứng các yêu cầu nêu trong Bảng 23.

Vật liệu vỏ bọc phải thích hợp để làm việc với nhiệt độ theo Bảng 4.

Có thể cần các chất phụ gia hóa học cho vỏ bọc ngoài cho những mục đích đặc biệt, ví dụ để chống mối, nhưng không nên chứa các vật liệu có hại cho người và/hoặc môi trường.

CHÚ THÍCH: Ví dụ về các vật liệu⁹ được xem là không thích hợp bao gồm:

- Aldrin: 1,2,3,4,10,10-hexachloro-1,4,4a,5,8,8a-hexahydro-1,4,5,8-dimethanonaphthalene
- Dieldrin: 1,2,3,4,10,10-hexachloro-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4,5,8-dimethanonaphthalene
- Lindane: Gamma Isomer của 1,2,3,4,5,6-hexachloro-cyclohexane.

⁹ Nguồn: Tính chất nguy hiểm của các vật liệu công nghiệp, NI Sax, xuất bản lần thứ 5, Van Nostrand Reinhold, ISBN 0-442-27373-8.

14.3 Chiều dày

Nếu không có qui định khác thì chiều dày danh nghĩa t_s tính bằng milimét phải được tính theo công thức sau:

$$t_s = 0,035 D + 1,0$$

trong đó, D là đường kính giả định ngay dưới vỏ bọc ngoài, tính bằng milimét (xem Phụ lục A).

Giá trị thu được từ công thức này phải được làm tròn về 0,1 mm gần nhất (xem Phụ lục B).

Chiều dày danh nghĩa không được nhỏ hơn 1,4 mm đối với cáp một lõi và 1,8 mm đối với cáp nhiều lõi.

14 Điều kiện thử nghiệm

14.1 Nhiệt độ môi trường xung quanh

Nếu không có qui định khác trong mô tả chi tiết đối với thử nghiệm cụ thể thì các thử nghiệm phải được thực hiện ở nhiệt độ môi trường xung quanh bằng $(20 \pm 15) ^\circ\text{C}$.

14.2 Tần số và dạng sóng của các điện áp thử nghiệm tần số công nghiệp

Tần số của điện áp thử nghiệm xoay chiều phải trong dải từ 49 Hz đến 61 Hz. Dạng sóng về cơ bản là hình sin. Các giá trị được trích dẫn là giá trị hiệu dụng.

14.3 Dạng sóng của điện áp thử nghiệm xung

Theo IEC 60230, sóng xung phải có thời gian đầu sóng thực từ 1 μs đến 5 μs và thời gian danh nghĩa đến nửa giá trị đỉnh từ 40 μs đến 60 μs . Về các khía cạnh khác phải phù hợp với TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

15 Thử nghiệm thường xuyên

15.1 Yêu cầu chung

Thử nghiệm thường xuyên thường được thực hiện trên từng đoạn cáp đã chế tạo (xem 3.2.1). Tuy nhiên, số đoạn cáp cần thử nghiệm có thể được giảm bớt theo các qui trình kiểm soát chất lượng đã thỏa thuận.

Thử nghiệm thường xuyên được yêu cầu trong tiêu chuẩn này là:

- a) đo điện trở ruột dẫn (xem 15.2);
- b) thử nghiệm điện áp (xem 15.3).

15.2 Điện trở ruột dẫn

Phép đo điện trở phải được thực hiện trên tất cả các ruột dẫn của từng đoạn cáp được giao nộp để thử nghiệm thường xuyên, kể cả ruột dẫn đồng tâm, nếu có.

Đoạn cáp hoàn chỉnh, hoặc một mẫu từ đoạn này, phải được đặt trong phòng thử nghiệm được duy trì ở nhiệt độ không đổi hợp lý, trong ít nhất 12 h trước thử nghiệm. Trong trường hợp có nghi ngờ về nhiệt độ ruột dẫn có giống nhiệt độ phòng hay không thì phải đo điện trở sau khi cáp được đặt trong phòng thử nghiệm trong 24 h. Một cách khác, có thể đo điện trở trên một mẫu ruột dẫn được ổn định trong ít nhất 1 h trong bể chất lỏng có không chế nhiệt độ.

Giá trị điện trở đo được phải được hiệu chỉnh về nhiệt độ 20 °C và 1 km chiều dài theo công thức và hệ số nêu ở IEC 60228.

Điện trở một chiều của từng ruột dẫn ở 20 °C không được vượt quá giá trị lớn nhất thích hợp qui định trong IEC 60228. Đối với ruột dẫn đồng tâm, điện trở phải phù hợp với qui định quốc gia và/hoặc tiêu chuẩn quốc gia.

15.3 Thử nghiệm điện áp

15.3.1 Yêu cầu chung

Thử nghiệm điện áp phải được thực hiện ở nhiệt độ môi trường xung quanh, sử dụng điện áp xoay chiều ở tần số công nghiệp hoặc điện áp một chiều theo tùy chọn của nhà chế tạo.

15.3.2 Qui trình thử nghiệm đối với cáp một lõi

Đối với cáp một lõi, điện áp thử nghiệm phải được đặt trong 5 min giữa ruột dẫn và màn chắn kim loại.

Cáp một lõi không có màn chắn phải được ngâm trong nước ở nhiệt độ phòng trong 1 h rồi đặt điện áp thử nghiệm trong 5 min giữa ruột dẫn và nước.

CHÚ THÍCH: Thử nghiệm phóng tia lửa điện đang được xem xét đối với cáp một lõi không có bất kỳ lớp kim loại nào.

15.3.3 Qui trình thử nghiệm đối với cáp nhiều lõi

Đối với cáp nhiều lõi với các lõi có màn chắn riêng rẽ, điện áp thử nghiệm phải được đặt trong 5 min giữa từng ruột dẫn và lớp kim loại.

Đối với cáp nhiều lõi không có màn chắn riêng rẽ, điện áp thử nghiệm phải được đặt trong 5 min lần lượt giữa từng ruột dẫn có cách điện và tất cả các ruột dẫn còn lại và các lớp kim loại chung, nếu có.

Ruột dẫn có thể được nối một cách thích hợp đối với các lần đặt điện áp thử nghiệm liên tiếp để giới hạn tổng thời gian thử nghiệm với điều kiện là trình tự đầu nối đảm bảo rằng điện áp được đặt trong tối thiểu 5 min mà không có gián đoạn giữa từng ruột dẫn này với từng ruột dẫn khác và giữa từng ruột dẫn với các lớp kim loại, nếu có.

Một cách khác, cáp ba lõi có thể được thử nghiệm bằng một thao tác là sử dụng máy biến áp ba pha.

15.3.4 Điện áp thử nghiệm

Điện áp thử nghiệm tần số công nghiệp phải là $2,5 U_0 + 2$ kV. Giá trị của điện áp thử nghiệm một pha dùng cho điện áp danh định tiêu chuẩn được nêu trong Bảng 11.

Bảng 11 – Điện áp thử nghiệm thường xuyên

Điện áp danh định U_0	kV	0,6	1,8
Điện áp thử nghiệm	kV	3,5	6,5

Đối với cáp ba lõi, nếu thử nghiệm điện áp được thực hiện với máy biến áp ba pha thì điện áp thử nghiệm giữa các pha phải là 1,73 lần giá trị nêu trong bảng trên.

Khi sử dụng điện áp một chiều thì điện áp đặt phải là 2,4 lần điện áp thử nghiệm tần số công nghiệp.

Trong mọi trường hợp, điện áp thử nghiệm phải được tăng dần đến giá trị qui định.

15.3.5 Yêu cầu

Không được xảy ra phóng điện đánh thủng cách điện.

16 Thử nghiệm mẫu

16.1 Yêu cầu chung

Thử nghiệm mẫu được yêu cầu trong tiêu chuẩn này như sau:

- kiểm tra ruột dẫn (xem 16.4);
- kiểm tra kích thước (xem các điều từ 16.5 đến 16.8);
- thử nghiệm kéo dẫn trong lò nhiệt đối với cách điện EPR, HEPR và XLPE và vỏ bọc đàn hồi (xem 16.9).

16.2 Tần suất thử nghiệm mẫu

16.2.1 Kiểm tra ruột dẫn và kiểm tra kích thước

Kiểm tra ruột dẫn, đo chiều dày cách điện và vỏ bọc và đo đường kính ngoài phải được thực hiện trên một đoạn cáp lấy từ từng seri chế tạo của cùng kiểu và cùng một giá trị mật cắt ngang danh nghĩa của cáp nhưng phải được giới hạn ở mức không quá 10 % số đoạn cáp trong bất kỳ hợp đồng nào.

16.2.2 Thử nghiệm vật lý

Thử nghiệm vật lý phải được thực hiện trên các mẫu lấy từ cáp đã chế tạo theo qui trình kiểm soát chất lượng đã thỏa thuận. Khi không có sự thỏa thuận này thì đối với các hợp đồng mà chiều dài tổng vượt quá 2 km đối với cáp nhiều lõi hoặc 4 km đối với cáp một lõi thì phải thực hiện thử nghiệm dựa trên Bảng 12.

Bảng 12 – Số lượng mẫu dùng cho thử nghiệm mẫu

Chiều dài cáp				Số lượng mẫu
Cáp nhiều lõi		Cáp một lõi		
Lớn hơn km	Đến và bằng km	Lớn hơn km	Đến và bằng km	
2	10	4	20	1
10	20	20	40	2
20	30	40	60	3
v.v...		v.v...		v.v...

16.3 Lập lại thử nghiệm

Nếu một mẫu bất kỳ không đạt bất kỳ thử nghiệm nào trong Điều 16 thì phải lấy thêm hai mẫu từ cùng một lô và chịu cùng một hoặc nhiều thử nghiệm mà mẫu ban đầu không đạt. Nếu cả hai mẫu bổ sung đều đạt thử nghiệm thì tất cả các cáp trong lô mà các mẫu được lấy từ đó phải được xem là phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn này. Nếu một trong hai mẫu bổ sung không đạt thì lô mà các mẫu được lấy từ đó được xem là không phù hợp.

16.4 Kiểm tra ruột dẫn

Kiểm tra sự phù hợp với các yêu cầu đối với kết cấu của ruột dẫn trong IEC 60228 bằng cách xem xét và bằng phép đo, khi có thể.

16.5 Đo chiều dày cách điện và vỏ bọc phi kim loại (kể cả vỏ bọc phân cách dạng đùn, nhưng không kể lớp bọc bên trong dạng đùn)

16.5.1 Yêu cầu chung

Phương pháp thử phải theo Điều 8 của IEC 60811-1-1.

Từng đoạn cáp được chọn cho thử nghiệm phải được đại diện bằng một đoạn cáp lấy từ một đầu cáp sau khi loại bỏ những phần có thể bị hư hại, nếu cần thiết.

Đối với cáp có nhiều hơn ba lõi có các ruột dẫn có mặt cắt ngang danh nghĩa bằng nhau thì số lõi trên đó thực hiện phép đo phải được giới hạn là ba lõi hoặc 10 % số lõi, chọn giá trị nào lớn hơn.

16.5.2 Yêu cầu đối với cách điện

Đối với từng đoạn lõi, trung bình của các giá trị đo được, được làm tròn đến 0,1 mm theo Phụ lục B, không được nhỏ hơn chiều dày danh nghĩa và giá trị nhỏ nhất đo được không được thấp hơn 90 % giá trị danh nghĩa quá 0,1 mm, tức là:

$$t_m \geq 0,9 t_n - 0,1$$

trong đó:

t_m là chiều dày nhỏ nhất, tính bằng milimét;

t_n là chiều dày danh nghĩa, tính bằng milimét.

16.5.3 Yêu cầu đối với vỏ bọc phi kim loại

Chiều dày nhỏ nhất của vỏ bọc phi kim loại không được nhỏ hơn 80 % giá trị danh nghĩa quá 0,2 mm, tức là:

$$t_m \geq 0,8 t_n - 0,2$$

16.6 Đo chiều dày của vỏ bọc chì

Chiều dày nhỏ nhất của vỏ bọc chì phải được xác định bằng một trong các phương pháp dưới đây tùy theo lựa chọn của nhà chế tạo và không được nhỏ hơn 95 % chiều dày danh nghĩa quá 0,1 mm, tức là:

$$t_m \geq 0,95 t_n - 0,1$$

16.6.1 Phương pháp dải băng

Phép đo phải được thực hiện với micromet có các mặt phẳng có đường kính từ 4 mm đến 8 mm và độ chính xác bằng $\pm 0,01$ mm.

Phải thực hiện phép đo trên một mảnh vỏ bọc thử nghiệm dài khoảng 50 mm lấy ra từ cáp hoàn chỉnh. Mảnh thử nghiệm phải được rạch theo chiều dọc và làm phẳng một cách cẩn thận. Sau khi làm sạch mảnh thử nghiệm, thực hiện đủ số lượng phép đo dọc theo chu vi của vỏ bọc và ở cách mép của mảnh thử nghiệm đã làm phẳng ít nhất là 10 mm để đảm bảo đo được chiều dày nhỏ nhất.

16.6.2 Phương pháp vành tròn

Phép đo phải được thực hiện với micromet có một đầu đo phẳng và một đầu hình cầu, hoặc một đầu phẳng và một đầu chữ nhật phẳng có chiều rộng là 0,8 mm và chiều dài là 2,4 mm. Đầu đo hình cầu hoặc đầu đo hình chữ nhật phẳng phải được đặt vào mặt trong của vành tròn. Độ chính xác của micromet phải là $\pm 0,01$ mm.

Phải thực hiện phép đo trên một vành tròn của vỏ bọc được cắt cẩn thận từ mẫu. Chiều dày phải được xác định ở một số lượng đủ các điểm theo chu vi của vành tròn để đảm bảo đo được chiều dày nhỏ nhất.

16.7 Đo sợi dây làm áo giáp và dải băng làm áo giáp

16.7.1 Đo sợi dây

Đường kính của sợi dây tròn và chiều dày của sợi dây dẹt phải được đo bằng micromet có hai đầu phẳng có độ chính xác bằng $\pm 0,01$ mm. Đối với sợi dây tròn, thực hiện hai phép đo ở cùng một vị trí theo phương vuông góc với nhau và đường kính được lấy là trung bình của hai giá trị này.

16.7.2 Đo dài băng

Phép đo phải được thực hiện với micromet có hai đầu đo phẳng đường kính xấp xỉ 5 mm có độ chính xác bằng $\pm 0,01$ mm. Đối với dải băng có chiều rộng đến 40 mm, chiều dày được đo tại chính giữa chiều rộng. Đối với dải băng rộng hơn, chiều dày được đo cách mỗi mép của dải băng 20 mm và chiều dày được lấy là trung bình của các kết quả.

16.7.3 Yêu cầu

Các kích thước của sợi dây và dải băng làm áo giáp không được thấp hơn giá trị danh nghĩa nêu ở 12.5 quá:

- 5 % đối với sợi dây tròn;
- 8 % đối với sợi dây dẹt;
- 10 % đối với dải băng.

16.8 Đo đường kính ngoài

Nếu yêu cầu đo đường kính ngoài của cáp như một thử nghiệm mẫu thì phải thực hiện phép đo này theo Điều 8 của IEC 60811-1-1.

16.9 Thử nghiệm kéo dãn trong lò nhiệt đối với cách điện EPR, HEPR và XLPE và vỏ bọc đàn hồi**16.9.1 Qui trình**

Qui trình lấy mẫu và thử nghiệm phải được thực hiện theo Điều 9 của IEC 60811-2-1 sử dụng điều kiện nêu ở Bảng 17 và Bảng 22.

17.10.2 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm phải phù hợp với các yêu cầu nêu ở Bảng 17 đối với cách điện EPR, HEPR và XLPE và Bảng 22 đối với vỏ bọc SE₁.

17 Thử nghiệm điển hình về điện

Mẫu cáp hoàn chỉnh dài từ 10 m đến 15 m phải chịu các thử nghiệm dưới đây, áp dụng lần lượt:

- a) đo điện trở cách điện ở nhiệt độ môi trường xung quanh (xem 17.1);
- b) đo điện trở cách điện ở nhiệt độ ruốt dẫn lớn nhất khi làm việc bình thường (xem 17.2);
- c) thử nghiệm điện áp trong 4 h (xem 17.3).

Cáp có điện áp danh định bằng 1,8/3 (3,6) kV cũng phải chịu thử nghiệm xung trên từng mẫu cáp hoàn chỉnh riêng rẽ, có chiều dài từ 10 m đến 15 m (xem 17.4).

Các thử nghiệm được giới hạn cho không quá ba lõi.

17.1 Đo điện trở cách điện ở nhiệt độ môi trường xung quanh

17.1.1 Qui trình

Thử nghiệm này phải được thực hiện trên đoạn mẫu trước thử nghiệm điện bất kỳ khác.

Tất cả các vỏ bọc ngoài phải được loại bỏ và lõi phải được ngâm trong nước ở nhiệt độ môi trường xung quanh trong ít nhất 1 h trước thử nghiệm.

Đặt điện áp thử nghiệm một chiều từ 80 V đến 500 V trong thời gian đủ để đạt đến giá trị đo ổn định hợp lý nhưng không nhỏ hơn 1 min và không quá 5 min.

Phép đo phải được thực hiện giữa từng ruột dẫn và nước.

Nếu có yêu cầu, có thể xác nhận phép đo ở nhiệt độ $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$.

17.1.2 Tính toán

Điện trở suất khối phải được tính từ điện trở cách điện đo được theo công thức sau:

$$\rho = \frac{2 \times \pi \times l \times R}{\ln \frac{D}{d}}$$

trong đó

- ρ là điện trở suất khối, tính bằng ôm-centimet;
- R là điện trở cách điện đo được, tính bằng ôm;
- l là chiều dài cáp, tính bằng centimet;
- D là đường kính ngoài của cách điện, tính bằng milimét;
- d là đường kính trong của cách điện, tính bằng milimét.

"Hằng số điện trở cách điện K_i " tính bằng megôm-kilomet cũng có thể tính theo công thức:

$$K_i = \frac{l \times R \times 10^{-11}}{\lg \frac{D}{d}} = 10^{-11} \times 0,367 \times \rho$$

CHÚ THÍCH: Đối với lõi ruột dẫn định hình, tỷ số D/d là tỷ số giữa chu vi bên ngoài cách điện và chu vi bên ngoài ruột dẫn.

17.1.3 Yêu cầu

Giá trị tính được từ các phép đo không được nhỏ hơn các giá trị qui định ở Bảng 13.

17.2 Đo điện trở cách điện ở nhiệt độ lớn nhất của ruột dẫn

17.2.1 Qui trình

Lõi của mẫu cáp phải được ngâm trong nước ở giá trị nhiệt độ lớn nhất của ruột dẫn trong hoạt động bình thường $\pm 2 ^\circ\text{C}$ trong ít nhất 1 h trước khi thử nghiệm.

Đặt điện áp thử nghiệm một chiều từ 80 V đến 500 V trong thời gian đủ để đạt được giá trị đo ổn định hợp lý nhưng không ít hơn 1 min và không quá 5 min.

Phép đo phải được thực hiện giữa từng ruột dẫn và nước.

17.2.2 Tính toán

Điện trở suất khối và/hoặc hằng số điện trở cách điện phải được tính từ điện trở cách điện theo công thức nêu ở 17.1.2.

17.2.3 Yêu cầu

Giá trị tính được từ các phép đo không được nhỏ hơn giá trị qui định ở Bảng 13.

17.3 Thử nghiệm điện áp trong 4 h

17.3.1 Qui trình

Lõi của mẫu cáp phải được ngâm trong nước ở nhiệt độ môi trường xung quanh trong ít nhất 1 h.

Sau đó, điện áp tần số công nghiệp bằng $4 U_0$ phải được đặt vào và duy trì liên tục trong 4 h giữa từng ruột dẫn và nước.

17.3.2 Yêu cầu

Không được xảy ra phóng điện đánh thủng cách điện.

17.4 Thử nghiệm xung đối với cáp có điện áp danh định bằng 1,8/3 (3,6) kV

17.4.1 Qui trình

Thử nghiệm phải được thực hiện trên mẫu ở nhiệt độ ruột dẫn lớn hơn nhiệt độ lớn nhất của ruột dẫn trong làm việc bình thường từ 5 °C đến 10 °C.

Điện áp xung đặt vào theo qui trình nêu ở IEC 60230 và phải có giá trị đỉnh bằng 40 kV.

Đối với cáp nhiều lõi trong đó các lõi không có màn chắn riêng rẽ thì từng dây xung phải được đặt lần lượt giữa từng ruột dẫn pha và tất cả các ruột dẫn còn lại nối với nhau và nối với đất.

17.4.2 Yêu cầu

Từng lõi cáp phải chịu được 10 xung điện áp dương và 10 xung điện áp âm mà không bị hỏng.

18 Thử nghiệm điển hình, không điện

Thử nghiệm điển hình không điện yêu cầu trong tiêu chuẩn này được nêu ở Bảng 14.

18.1 Đo chiều dày cách điện

18.1.1 Lấy mẫu

Phải lấy một mẫu từ mỗi lõi cáp có cách điện.

Đối với cáp có nhiều hơn ba lõi có các ruột dẫn có mặt cắt danh nghĩa bằng nhau thì số lõi trên đó thực hiện phép đo phải được hạn chế là ba lõi hoặc 10 % số lõi, chọn giá trị nào lớn hơn.

18.1.2 Quy trình

Phép đo phải được thực hiện như mô tả ở 8.1 của IEC 60811-1-1.

18.1.3 Yêu cầu

Xem 16.5.2.

18.2 Đo chiều dày vỏ bọc phi kim loại (kể cả vỏ bọc phân cách dạng đùn nhưng không kể lớp bọc bên trong)

18.2.1 Lấy mẫu

Phải lấy một mẫu cáp.

18.2.2 Quy trình

Phép đo phải được thực hiện như mô tả ở 8.2 của IEC 60811-1-1.

18.1.3 Yêu cầu

Xem 16.5.3.

18.3 Thử nghiệm để xác định đặc tính cơ của cách điện trước và sau lão hóa

18.3.1 Lấy mẫu

Lấy mẫu và chuẩn bị mảnh thử nghiệm phải được thực hiện như mô tả ở 9.1 của IEC 60811-1-1.

18.3.2 Xử lý lão hóa

Xử lý lão hóa phải được thực hiện như mô tả ở 8.1 của TCVN 6614-1-2 (IEC 60811-1-2) trong điều kiện qui định trong Bảng 15.

Thử nghiệm kéo và thử nghiệm uốn sau lão hóa với ruột dẫn bằng đồng ở Bảng 15 chỉ áp dụng cho cáp 0,6/1 (1,2) kV. Chỉ thực hiện thử nghiệm uốn trên những cáp mà cách điện không thể chịu được thử nghiệm kéo.

CHÚ THÍCH: Nên thực hiện thử nghiệm kéo và thử nghiệm uốn sau khi lão hóa khi có ruột dẫn bằng đồng. Tuy nhiên, vào thời điểm hiện nay chưa có đủ thông tin để bắt buộc các yêu cầu này mà chỉ theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua.

18.3.3. Ổn định và thử nghiệm cơ

Ổn định và đo đặc tính cơ phải được thực hiện như mô tả ở 9.1 của IEC 60811-1-1.

18.3.4 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm đối với mảnh thử nghiệm đã lão hóa và chưa lão hóa phải phù hợp với các yêu cầu nêu trong Bảng 15.

18.4 Thử nghiệm để xác định đặc tính cơ của vỏ bọc phi kim loại trước và sau lão hóa**18.4.1 Lấy mẫu**

Lấy mẫu và chuẩn bị mảnh thử nghiệm phải được thực hiện như mô tả ở 9.2 của TCVN 6614-1-1 (IEC 60811-1-1).

18.4.2 Xử lý lão hóa

Xử lý lão hóa phải được thực hiện như mô tả ở 8.1 của TCVN 6614-1-2 (IEC 60811-1-2) trong điều kiện qui định trong Bảng 18.

18.4.3. Ổn định và thử nghiệm cơ

Ổn định và đo đặc tính cơ phải được thực hiện như mô tả ở 9.2 của IEC 60811-1-1.

18.4.4 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm đối với mảnh thử nghiệm đã lão hóa và chưa lão hóa phải phù hợp với các yêu cầu nêu trong Bảng 18.

18.5 Thử nghiệm lão hóa bổ sung trên các mảnh cáp hoàn chỉnh**18.5.1 Yêu cầu chung**

Mục đích của thử nghiệm này là để kiểm tra cách điện và vỏ bọc phi kim loại không bị suy giảm chất lượng khi làm việc do tiếp xúc với các thành phần khác trong cáp.

Thử nghiệm áp dụng cho tất cả các kiểu cáp.

18.5.2 Lấy mẫu

Mẫu phải được lấy từ cáp hoàn chỉnh như mô tả ở 8.1.4 của TCVN 6614-1-2 (IEC 60811-1-2).

18.5.3 Xử lý lão hóa

Xử lý lão hóa mảnh cáp phải được thực hiện trong lò không khí như mô tả ở 8.1.4 của TCVN 6614-1-2 (IEC 60811-1-2) trong các điều kiện dưới đây:

- nhiệt độ: lớn hơn $(10 \pm 2) ^\circ\text{C}$ so với nhiệt độ cao nhất của ruột dẫn của cáp trong hoạt động bình thường (xem Bảng 15);
- thời gian: 7 x 24 h.

18.5.4 Thử nghiệm cơ

Mảnh thử nghiệm là cách điện và vỏ bọc lấy từ mảnh cáp đã lão hóa phải được chuẩn bị và chịu các thử nghiệm cơ như mô tả ở 8.1.4 của TCVN 6614-1-2 (IEC 60811-1-2).

18.5.5 Yêu cầu

Sự khác nhau giữa các giá trị giữa của độ bền kéo và độ dẫn dài tại thời điểm đứt sau lão hóa và các giá trị tương ứng thu được khi chưa lão hóa (xem 18.3 và 18.4) không được vượt quá các giá trị áp dụng cho thử nghiệm sau lão hóa trong lò không khí qui định ở Bảng 15 đối với cách điện và Bảng 18 đối với vỏ bọc phi kim loại.

18.6 Thử nghiệm tổn hao khối lượng của vỏ bọc PVC loại ST₂

18.6.1 Qui trình

Qui trình lấy mẫu và thử nghiệm phải phù hợp với 8.2 của TCVN 6614-3-2 (IEC 60811-3-2).

18.6.2 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm phải phù hợp với yêu cầu nêu ở Bảng 19.

18.7 Thử nghiệm nén ở nhiệt độ cao trên cách điện và vỏ bọc phi kim loại

18.7.1 Qui trình

Thử nghiệm nén ở nhiệt độ cao phải được thực hiện theo Điều 8 của TCVN 6614-3-1 (IEC 60811-3-1), sử dụng các điều kiện thử nghiệm nêu trong phương pháp thử nghiệm và trong Bảng 16 và Bảng 20.

18.7.2 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm phải phù hợp với yêu cầu nêu ở Điều 8 của TCVN 6614-3-1 (IEC 60811-3-1).

18.8 Thử nghiệm trên cách điện PVC và vỏ bọc PVC và vỏ bọc không có halogen ở nhiệt độ thấp

18.8.1 Qui trình

Qui trình lấy mẫu và thử nghiệm phải phù hợp với Điều 8 của TCVN 6614-1-4 (IEC 60811-1-4), sử dụng nhiệt độ thử nghiệm qui định trong Bảng 16, Bảng 19 và Bảng 21.

18.8.2 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm phải phù hợp với yêu cầu nêu ở Điều 8 của TCVN 6614-1-4 (IEC 60811-1-4).

18.9 Thử nghiệm tính kháng nứt của cách điện PVC và vỏ bọc PVC (thử nghiệm sốc nhiệt)

18.9.1 Qui trình

Qui trình lấy mẫu và thử nghiệm phải phù hợp với Điều 9 của TCVN 6614-3-1 (IEC 60811-3-1), sử dụng nhiệt độ và thời gian thử nghiệm theo Bảng 16 và Bảng 19.

18.9.2 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm phải phù hợp với yêu cầu nêu ở Điều 9 của TCVN 6614-3-1 (IEC 60811-3-1).

18.10 Thử nghiệm tính kháng ôzôn của cách điện EPR và HEPR**18.10.1 Qui trình**

Qui trình lấy mẫu và thử nghiệm phải được thực hiện theo Điều 8 của IEC 60811-2-1. Nồng độ ôzôn và thời gian thử nghiệm phải phù hợp với Bảng 17.

18.10.2 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm phải phù hợp với yêu cầu nêu ở Điều 8 của IEC 60811-2-1.

18.11 Thử nghiệm kéo dẫn trong lò nhiệt của cách điện EPR, HEPR và XLPE và vỏ bọc đàn hồi

Qui trình lấy mẫu và thử nghiệm phải được thực hiện theo 16.9 và phải phù hợp với các yêu cầu của 16.9.

18.12 Thử nghiệm ngâm trong dầu đối với vỏ bọc đàn hồi**18.12.1 Qui trình**

Qui trình lấy mẫu và thử nghiệm phải được thực hiện theo Điều 10 của IEC 60811-2-1, sử dụng điều kiện nêu trong Bảng 22.

18.12.2 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm phải phù hợp với yêu cầu nêu trong Bảng 22.

18.13 Thử nghiệm hấp thụ nước của cách điện**18.13.1 Qui trình**

Qui trình lấy mẫu và thử nghiệm phải được thực hiện theo 9.1 hoặc 9.2 của IEC 60811-1-3, sử dụng điều kiện qui định trong Bảng 16 hoặc 17 tương ứng.

18.13.2 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm phải phù hợp với yêu cầu qui định ở 9.1 của IEC 60811-1-3 hoặc Bảng 17 tương ứng.

18.14 Thử nghiệm cháy**18.14.1 Thử nghiệm cháy lan trên một cáp**

Thử nghiệm này chỉ được thực hiện trên cáp có vỏ bọc bằng hợp chất ST₁, ST₂ hoặc SE₁ khi có yêu cầu đặc biệt.

Phương pháp và yêu cầu thử nghiệm như qui định trong IEC 60332-1.

18.14.2 Thử nghiệm cháy lan trên cụm cáp

Thử nghiệm này được thực hiện trên cáp có vỏ bọc ngoài không có halogen ST₈.

Phương pháp và yêu cầu thử nghiệm như qui định trong TCVN 6614-3-24 (IEC 60332-3-24).

18.14.3 Thử nghiệm phát thải khói

Thử nghiệm này được thực hiện trên cáp có vỏ bọc ngoài không có halogen ST₈.

Phương pháp và yêu cầu thử nghiệm như qui định trong TCVN 9620-2 (IEC 61034-2).

18.14.4 Thử nghiệm phát thải khí axit

Thử nghiệm này phải được thực hiện trên các thành phần phi kim loại của cáp có vỏ bọc ngoài không có halogen ST₈.

18.14.4.1 Qui trình

Phương pháp thử nghiệm như qui định trong TCVN 9619-1 (IEC 60754-1).

18.14.4.2 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm phải phù hợp với các yêu cầu ở Bảng 23.

18.14.5 Thử nghiệm pH và độ dẫn

Thử nghiệm này phải được thực hiện trên các thành phần phi kim loại của cáp có vỏ bọc ngoài không có halogen ST₈.

18.14.5.1 Qui trình

Phương pháp thử nghiệm như qui định trong TCVN 9619-2 (IEC 60754-2).

18.14.5.2 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm phải phù hợp với các yêu cầu ở Bảng 23.

18.14.6 Thử nghiệm hàm lượng flo

Thử nghiệm này phải được thực hiện trên các thành phần phi kim loại của cáp có vỏ bọc ngoài không có halogen ST₈.

18.14.6.1 Qui trình

Phương pháp thử nghiệm như qui định trong IEC 60684-2

18.14.6.2 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm phải phù hợp với các yêu cầu ở Bảng 23.

18.14.7 Thử nghiệm tính độc hại

Đang xem xét.

CHÚ THÍCH: Phương pháp thử nghiệm đang được IEC xây dựng.

18.15 Đo hàm lượng bột than đen của vỏ bọc PE màu đen**18.15.1 Qui trình**

Qui trình lấy mẫu và thử nghiệm phải được thực hiện theo Điều 11 của IEC 60811-4-1.

18.15.2 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm phải phù hợp với yêu cầu nêu trong Bảng 20.

18.16 Thử nghiệm độ cò ngót của cách điện XLPE**18.16.1 Qui trình**

Qui trình lấy mẫu và thử nghiệm phải được thực hiện theo Điều 10 của IEC 60811-1-3 trong các điều kiện qui định trong Bảng 17.

18.16.2 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm phải phù hợp với yêu cầu nêu trong Bảng 17.

18.17 Thử nghiệm uốn đặc biệt

Thử nghiệm này phải được thực hiện trên cáp nhiều lõi có điện áp danh định 0,6/1 (1,2) kV, có lớp kim loại chung ở dạng dải băng kim loại đặt trực tiếp lên các lõi đã lắp ráp và bỏ đi lớp bọc bên trong.

18.17.1 Qui trình

Mẫu phải được uốn xung quanh một trụ thử nghiệm (ví dụ, trục của trống) ở nhiệt độ môi trường xung quanh với ít nhất một vòng hoàn chỉnh. Đường kính của trụ phải là $7 D \pm 5\%$ trong đó D là đường kính bên ngoài thực tế của mẫu cáp. Sau đó, dỡ cáp và lặp lại qui trình này với chiều uốn ngược lại.

Chu trình thao tác này phải được thực hiện ba lần. Sau đó, mẫu vẫn để uốn quanh trụ phải được đặt trong lò không khí được gia nhiệt đến nhiệt độ cao nhất của ruột dẫn khí làm việc bình thường của cáp trong 24 h.

Sau khi cáp nguội, và trong khi cáp vẫn được uốn, phải thực hiện thử nghiệm điện áp theo 15.3.

18.17.2 Yêu cầu

Không được xảy ra phóng điện đánh thủng và vỏ bọc ngoài không có dấu hiệu nứt.

18.18 Xác định độ cứng của cách điện HEPR

18.18.1 Qui trình

Qui trình lấy mẫu và thử nghiệm phải được thực hiện theo Phụ lục C.

18.18.2 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm phải phù hợp với yêu cầu nêu trong Bảng

18.19 Xác định mô đun đàn hồi của cách điện HEPR

18.19.1 Qui trình

Lấy mẫu, chuẩn bị mảnh thử nghiệm và qui trình thử nghiệm phải được thực hiện theo Điều 9 của IEC 60811-1-1.

Phải đo các tải yêu cầu để đạt độ dẫn dài 150 %. Ứng suất tương ứng được tính bằng cách chia tải đo được cho diện tích mặt cắt ngang của mảnh thử nghiệm chưa kéo dẫn. Phải xác định các tỷ số giữa ứng suất và độ căng để thu được các mô đun đàn hồi ở độ dẫn dài 150 %.

Mô đun đàn hồi phải là giá trị giữa.

18.19.2 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm phải phù hợp với yêu cầu nêu trong Bảng 17.

18.20 Thử nghiệm độ co ngót đối với vỏ bọc ngoài PE

18.20.1 Qui trình

Qui trình lấy mẫu và thử nghiệm phải được thực hiện theo Điều 11 của IEC 60811-1-3 trong các điều kiện qui định ở Bảng 20.

18.20.2 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm phải phù hợp với yêu cầu nêu trong Bảng 20.

CHÚ THÍCH: Đối với vỏ bọc ngoài không có halogen, phương pháp thử nghiệm đang được xem xét.

18.21 Thử nghiệm cơ bổ sung trên vỏ bọc ngoài không có halogen

Các thử nghiệm này nhằm kiểm tra để chứng tỏ rằng vỏ bọc ngoài không có halogen không bị hỏng trong khi lắp đặt và vận hành.

CHÚ THÍCH: Các thử nghiệm khả năng chịu mài mòn, chịu xé và thử nghiệm sốc nhiệt đang được xem xét.

18.22 Thử nghiệm hấp thụ nước đối với vỏ bọc ngoài không có halogen**18.22.1 Qui trình**

Qui trình lấy mẫu và thử nghiệm phải được thực hiện theo 9.2 của IEC 60811-1-3 sử dụng các điều kiện qui định trong Bảng 21.

18.22.2 Yêu cầu

Kết quả thử nghiệm phải phù hợp với các yêu cầu ở Bảng 21.

19 Thử nghiệm điện sau khi lắp đặt

Khi có yêu cầu, thử nghiệm sau lắp đặt được thực hiện khi việc lắp đặt cáp và phụ kiện của nó đã hoàn chỉnh.

Điện áp một chiều bằng $4 U_0$ phải được đặt trong 15 min.

CHÚ THÍCH: Các thử nghiệm điện trên hệ thống lắp đặt đã sửa chữa phải chịu các yêu cầu về lắp đặt. Thử nghiệm nêu trên chỉ cho các hệ thống lắp đặt mới.

Bảng 13 – Yêu cầu thử nghiệm điển hình về điện đối với hợp chất cách điện

Ký hiệu hợp chất (xem 4.2)	Đơn vị	PVC/A	EPR/ HEPR	XLPE
Nhiệt độ lớn nhất của ruột dẫn khi làm việc bình thường (xem 4.2)	°C	70	90	90
Điện trở suất khối ρ				
– ở 20 °C (xem 17.1)	$\Omega\cdot\text{cm}$	10^{13}	–	–
– ở nhiệt độ lớn nhất của ruột dẫn khi làm việc bình thường (xem 17.2)	$\Omega\cdot\text{cm}$	10^{10}	10^{12}	10^{12}
Hằng số điện trở cách điện K_i				
– ở 20 °C (xem 17.1)	$M\Omega\cdot\text{km}$	36,7	–	–
– ở nhiệt độ lớn nhất của ruột dẫn khi làm việc bình thường (xem 17.2)	$M\Omega\cdot\text{km}$	0,037	3,67	3,67

Bảng 14 – Thử nghiệm điển hình không điện
(xem từ Bảng 15 đến Bảng 23)

Ký hiệu hợp chất (xem 4.2 và 4.3)	Cách điện				Vỏ bọc					
	PVC/A	EPR	HEPR	XLPE	PVC		PE		ST ₈	SE ₁
					ST ₁	ST ₂	ST ₃	ST ₇		
Kích thước Đo chiều dày	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Đặc tính cơ (độ bền kéo và độ giãn dài tại thời điểm đứt)										
Không lão hóa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sau khi lão hóa trong lò không khí	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sau khi lão hóa các mảnh cáp hoàn chỉnh	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sau khi ngâm trong dầu nóng	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Đặc tính nhựa nhiệt dẻo										
Thử nghiệm nén ở nhiệt độ cao (vết lõm)	X	-	-	-	X	X	-	X	X	-
Đáp ứng ở nhiệt độ thấp	X	-	-	-	X	X	-	-	X	-
Các đặc tính khác										
Tổn hao khối lượng trong lò không khí	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Thử nghiệm sốc nhiệt (nứt)	X	-	-	-	X	X	-	-	-	-
Thử nghiệm khả năng chịu ôzôn	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-
Thử nghiệm kéo dãn trong lò nhiệt	-	X	X	X	-	-	-	-	-	X
Hấp thụ nước	X	X	X	X	-	-	-	-	X	-
Thử nghiệm co ngót	-	-	-	X	-	-	X	X	^c	-
Hàm lượng bột than đen ^a	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-
Xác định độ cứng	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Xác định mô đun đàn hồi	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Thử nghiệm cháy										
Thử nghiệm cháy lan trên một cáp (nếu yêu cầu)	-	-	-	-	X	X	-	-	-	X
Thử nghiệm cháy lan trên cụm cáp	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Thử nghiệm phát thải khói trên cáp	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Thử nghiệm phát thải khí axit	-	^b	^b	^b	-	-	-	-	X	-
pH và độ dẫn	-	^b	^b	^b	-	-	-	-	X	-
Thử nghiệm hàm lượng flo	-	^b	^b	^b	-	-	-	-	X	-
CHÚ THÍCH: x thể hiện thử nghiệm điển hình cần áp dụng.										
^a Chỉ đối với vỏ bọc ngoài màu đen.										
^b Chỉ ra rằng thử nghiệm chỉ yêu cầu cho EPR, HEPR và XLPE khi cáp được công bố là không có halogen.										
^c Đang xem xét										

Bảng 15 – Yêu cầu thử nghiệm đối với các đặc tính cơ của hợp chất cách điện
(trước và sau lão hóa)

Ký hiệu hợp chất (xem 4.2)	Đơn vị	PVC/A	EPR		HEPR		XLPE	
			Cáp 0,6/1 (1,2)kV có ruột dẫn bằng đồng	Tất cả các cáp khác	Cáp 0,6/1 (1,2)kV có ruột dẫn bằng đồng	Tất cả các cáp khác	Cáp 0,6/1 (1,2)kV có ruột dẫn bằng đồng	Tất cả các cáp khác
Nhiệt độ lớn nhất của ruột dẫn khi làm việc bình thường (xem 4.2)	°C	70	90	90	90	90	90	90
Không lão hóa (IEC 60811-1-1, 9.1) Độ bền kéo, giá trị nhỏ nhất Độ dẫn dài tại thời điểm đứt, giá trị nhỏ nhất	N/mm ² %	12,5 150	4,2 200	4,2 200	8,5 200	8,5 200	12,5 200	12,5 200
Sau khi lão hóa trong lò không khí (TCVN 6614-1-2 (IEC 60811-1-2), 8.1) Sau khi lão hóa không có ruột dẫn Xử lý: - nhiệt độ - dung sai - thời gian Độ bền kéo: a) giá trị sau lão hóa, giá trị nhỏ nhất b) biến đổi ^a , giá trị lớn nhất Độ dẫn dài tại thời điểm đứt: a) giá trị sau lão hóa, giá trị nhỏ nhất b) biến đổi ^a , giá trị lớn nhất	°C °C h N/mm ² %	100 ±2 168 12,5 ±25	135 ±3 168 - ±30	135 ±3 168 - ±30	135 ±3 168 - ±30	135 ±3 168 - ±30	135 ±3 168 - ±25	135 ±3 168 - ±25
Sau khi lão hóa có ruột dẫn đồng tiếp theo là thử nghiệm kéo ^b Xử lý: - nhiệt độ - dung sai - thời gian Độ bền kéo: Biến đổi ^a , giá trị lớn nhất Độ dẫn dài tại thời điểm đứt: Biến đổi ^a , giá trị lớn nhất	°C °C h %	- - - -	150 ±3 168 ±30	- - - -	150 ±3 168 ±30	- - - -	150 ±3 168 ±30	- - - -
Sau khi lão hóa với ruột dẫn đồng tiếp theo là thử nghiệm uốn (chỉ khi thử nghiệm kéo không khả thi) ^b Xử lý: - nhiệt độ - dung sai - thời gian Kết quả cần đạt được	°C °C h	- - -	150 ±3 240 Không nứt	- - - -	150 ±3 240 Không nứt	- - - -	150 ±3 240 Không nứt	- - - -
^a Biến đổi: chênh lệch giữa giá trị giữa thu được sau khi lão hóa và giá trị giữa thu được không lão hóa được thể hiện bằng phần trăm của giá trị giữa thu được không lão hóa. ^b Xem 18.3.2								

Bảng 16 – Yêu cầu thử nghiệm đối với các đặc tính cụ thể của hợp chất cách điện PVC

Ký hiệu hợp chất (xem 4.2 và 4.3)	Đơn vị	PVC/A
Ứng dụng hợp chất PVC	Cách điện	
Thử nghiệm nén ở nhiệt độ cao (TCVN 6614-3-1 (IEC 60811-3-1), Điều 8) – Nhiệt độ (dung sai ± 2 °C)	°C	80
Đáp ứng ở nhiệt độ thấp ^a (TCVN 6614-1-4 (IEC 60811-1-4), Điều 8) Thử nghiệm cần thực hiện mà không lão hóa trước: – thử nghiệm uốn nguội với đường kính <12,5 mm – nhiệt độ (dung sai ± 2 °C) Thử nghiệm độ dẫn dài nguội trên mảnh thử nghiệm dạng chày: – nhiệt độ (dung sai ± 2 °C) Thử nghiệm va đập nguội: – nhiệt độ (dung sai ± 2 °C)	°C	-15
Thử nghiệm sốc nhiệt (TCVN 6614-3-1 (IEC 60811-3-1), Điều 9) Xử lý: – Nhiệt độ (dung sai ± 3 °C) – Thời gian	°C h	150 1
Hấp thụ nước (IEC 60811-1-3, 9.1) Phương pháp điện: Xử lý: – Nhiệt độ (dung sai ± 2 °C) – Thời gian	°C h	70 240
^a Do điều kiện khí hậu, một số tiêu chuẩn quốc gia khác có thể yêu cầu sử dụng nhiệt độ thấp hơn.		

Bảng 17 – Yêu cầu thử nghiệm đối với các đặc tính cụ thể của các loại hợp chất cách điện liên kết ngang khác nhau

Ký hiệu hợp chất (xem 4.2)	Đơn vị	EPR	HEPR	XLPE
Khả năng chịu ôzôn (IEC 60811-2-1, Điều 8)				
Nồng độ ôzôn (theo thể tích)	%	0,025 đến 0,030	0,025 đến 0,030	–
Thời gian thử nghiệm mà chưa nứt	h	24	24	–
Thử nghiệm kéo dẫn trong lò nhiệt (IEC 60811-2-1, Điều 9)				
Xử lý:				
– nhiệt độ không khí (dung sai ± 3 °C)	°C	250	250	200
– thời gian chịu tải	min	15	15	15
– ứng suất cơ	N/cm ²	20	20	20
Độ dẫn dài lớn nhất có tải	%	175	175	175
Độ dẫn dài vĩnh viễn lớn nhất sau khi để nguội	%	15	15	15
Hấp thụ nước (IEC 60811-1-3, 9.2)				
Phương pháp phân tích trọng lượng:				
Xử lý:				
– Nhiệt độ (dung sai ± 2 °C)	°C	85	85	85
– Thời gian	h	336	336	336
Độ tăng khối lượng lớn nhất	mg/cm ²	5	5	1 ^a
Thử nghiệm co ngót (IEC 60811-1-3, Điều 10)				
Khoảng cách L giữa các đầu	mm	–	–	200
– Nhiệt độ (dung sai ± 3 °C)	°C	–	–	130
– Thời gian	h	–	–	1
Độ co ngót lớn nhất	%	–	–	4
Xác định độ cứng (xem Phụ lục C)				
IRHD ^b , giá trị nhỏ nhất		–	80	–
Xác định mô đun đàn hồi (xem 18.19)				
Mô đun đàn hồi ở 150 % độ dẫn dài, giá trị nhỏ nhất	N/mm ²	–	4,5	–
^a Độ tăng lớn hơn 1 mg/cm ² được xem là khối lượng riêng của XLPE lớn hơn 1 g/cm ³ .				
^b IRHD: đơn vị quốc tế về độ cứng của cao su.				

**Bảng 18 – Yêu cầu thử nghiệm đối với các đặc tính cơ của hợp chất vỏ bọc
(trước và sau lão hóa)**

Ký hiệu hợp chất (xem 4.3)	Đơn vị	ST ₁	ST ₂	ST ₃	ST ₇	ST ₈	SE ₁
Nhiệt độ lớn nhất của ruột dẫn khi làm việc bình thường (xem 4.3)	°C	80	90	80	90	90	85
Không lão hóa (IEC 60811-1-1, 9.2)							
Độ bền kéo, giá trị nhỏ nhất	N/mm ²	12,5	12,5	10,0	12,5	9,0	10,0
Độ giãn dài tại thời điểm đứt, giá trị nhỏ nhất	%	150	150	300	300	125	300
Sau khi lão hóa trong lò không khí (TCVN 6614-1-2 (IEC 60811-1-2), 8.1)							
Xử lý:							
- nhiệt độ (dung sai ±2 °C)	°C	100	100	100	110	100	100
- thời gian	h	168	168	240	240	168	168
Độ bền kéo:							
a) giá trị sau lão hóa, giá trị nhỏ nhất	N/mm ²	12,5	12,5	-	-	9,0	-
b) biến đổi ^a , giá trị lớn nhất	%	±25	±25	-	-	±40	±30
Độ giãn dài tại thời điểm đứt:							
a) giá trị sau lão hóa, giá trị nhỏ nhất	%	150	150	300	300	100	250
b) biến đổi ^a , giá trị lớn nhất	%	±25	±25	-	-	±40	±40
^a Biến đổi: Chênh lệch giữa giá trị giữa thu được sau khi xử lý và giá trị giữa không qua xử lý, thể hiện bằng phần trăm của giá trị giữa không qua xử lý.							

Bảng 19 – Yêu cầu thử nghiệm đối với các đặc tính cụ thể đối với hợp chất vỏ bọc PVC

Ký hiệu hợp chất (xem 4.2 và 4.3)	Đơn vị	ST ₁	ST ₂
Sử dụng hợp chất PVC		Vỏ bọc	
Tổn hao khối lượng trong lò không khí (TCVN 6614-3-2 (IEC 60811-3-2), 8.2)			
Xử lý:			
- nhiệt độ (dung sai ± 2 °C)	°C	-	100
- thời gian	h	-	168
Tổn hao khối lượng lớn nhất	mg/cm ²	-	1,5
Thử nghiệm nén ở nhiệt độ cao (TCVN 6614-3-1 (IEC 60811-3-1), Điều 8)			
- Nhiệt độ (dung sai ± 2 °C)	°C	80	90
Đáp ứng ở nhiệt độ thấp ^a (TCVN 6614-1-4 (IEC 60811-1-4), Điều 8)			
Thử nghiệm cần thực hiện mà không lão hóa trước:			
- thử nghiệm uốn nguội với đường kính <12,5 mm			
- nhiệt độ (dung sai ± 2 °C)	°C	-15	-15
Thử nghiệm độ dẫn dài nguội trên mảnh thử nghiệm dạng chày:			
- nhiệt độ (dung sai ± 2 °C)	°C	-15	-15
Thử nghiệm va đập nguội:			
- nhiệt độ (dung sai ± 2 °C)	°C	-15	-15
Thử nghiệm sốc nhiệt (TCVN 6614-3-1 (IEC 60811-3-1), Điều 9)			
Xử lý:			
- Nhiệt độ (dung sai ± 3 °C)	°C	150	150
- Thời gian	h	1	1
^a Do điều kiện khí hậu, một số tiêu chuẩn quốc gia khác có thể yêu cầu sử dụng nhiệt độ thấp hơn.			

**Bảng 20 – Yêu cầu thử nghiệm đối với các đặc tính cụ thể đối với
hợp chất vỏ bọc nhựa nhiệt dẻo PE**

Ký hiệu hợp chất (xem 4.3)	Đơn vị	ST ₃	ST ₇
Khối lượng riêng ^a (IEC 60811-1-3, Điều 8)			
Hàm lượng bột than đen (chỉ đối với vỏ bọc ngoài màu đen) (IEC 60811-4-1, Điều 11)			
Giá trị danh nghĩa	%	2,5	2,5
Dung sai	%	±0,5	±0,5
Thử nghiệm co ngót (IEC 60811-1-3, Điều 11)			
Xử lý:			
- Nhiệt độ (dung sai ±2 °C)	°C	80	80
- Thời gian gia nhiệt	h	5	5
- Chu kỳ gia nhiệt		5	5
Độ co ngót lớn nhất	%	3	3
Thử nghiệm nén ở nhiệt độ cao (TCVN 6614-3-1 (IEC 60811-3-1), 8.2)			
- Nhiệt độ (dung sai ±2 °C)	°C	-	110
^a Chỉ yêu cầu đo khối lượng riêng cho các phép thử khác.			

**Bảng 21 – Yêu cầu thử nghiệm đối với các đặc tính cụ thể của
hợp chất vỏ bọc không có halogen**

Ký hiệu hợp chất	Đơn vị	ST _a
<p>Đáp ứng ở nhiệt độ thấp^a (TCVN 6614-1-4 (IEC 60811-1-4), Điều 8)</p> <p>Thử nghiệm cần thực hiện mà không lão hóa trước:</p> <ul style="list-style-type: none"> - thử nghiệm uốn nguội đối với đường kính < 12,5 mm - nhiệt độ (dung sai ±2 °C) <p>Thử nghiệm độ dẫn dài nguội trên mảnh thử nghiệm dạng chày:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nhiệt độ (dung sai ±2 °C) <p>Thử nghiệm va đập nguội:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nhiệt độ (dung sai ±2 °C) 	°C	-15
<p>Thử nghiệm nén ở nhiệt độ cao (TCVN 6614-3-1 (IEC 60811-3-1), Điều 8)</p> <ul style="list-style-type: none"> - nhiệt độ (dung sai ±2 °C) 	°C	80
<p>Hấp thụ nước (IEC 60811-1-3, 9.2)</p> <p>Phương pháp phân tích trọng lượng:</p> <p>Xử lý:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nhiệt độ (dung sai ±2 °C) - thời gian <p>Độ tăng khối lượng cực đại</p>	°C h mg/cm ²	70 24 10
<p>^a Do điều kiện khí hậu, một số tiêu chuẩn quốc gia khác có thể yêu cầu sử dụng nhiệt độ thấp hơn.</p>		

Bảng 22 – Yêu cầu thử nghiệm đối với các đặc tính cụ thể đối với vỏ hợp chất vỏ bọc đàn hồi

Ký hiệu hợp chất (xem 4.3)	Đơn vị	SE ₁
<p>Thử nghiệm ngâm trong dầu sau đó xác định đặc tính cơ (IEC 60811-2-1, Điều 10 và IEC 60811-1-1, Điều 9)</p> <p>Xử lý:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nhiệt độ dầu (dung sai ±2 °C) - thời gian <p>Biến đổi^a lớn nhất của:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) độ bền kéo b) độ giãn dài tại thời điểm đứt 	<p>°C</p> <p>h</p> <p>%</p> <p>%</p>	<p>100</p> <p>24</p> <p>±40</p> <p>±40</p>
<p>Thử nghiệm kéo giãn trong lò nhiệt (IEC 60811-2-1, Điều 9)</p> <p>Xử lý:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nhiệt độ (dung sai ±3 °C) - thời gian chịu tải - ứng suất cơ <p>Độ giãn dài lớn nhất có tải</p> <p>Độ giãn dài vĩnh viễn lớn nhất sau khi để nguội</p>	<p>°C</p> <p>min</p> <p>N/cm²</p> <p>%</p> <p>%</p>	<p>200</p> <p>15</p> <p>20</p> <p>175</p> <p>15</p>
<p>^a Biến đổi: Chênh lệch giữa giá trị giữa thu được sau khi xử lý và giá trị giữa không qua xử lý, thể hiện bằng phần trăm của giá trị giữa không qua xử lý.</p>		

Bảng 23 – Phương pháp thử nghiệm và yêu cầu đối với hợp chất không có halogen

Phương pháp thử nghiệm	Đơn vị	Yêu cầu
Thử nghiệm phát thải khí axit (IEC 60754-1)		
Hàm lượng brom và clo (thể hiện là HCl), giá trị lớn nhất	%	0,5
Thử nghiệm hàm lượng flo (IEC 60684-2)		
Hàm lượng flo, giá trị lớn nhất	%	0,1
Thử nghiệm độ pH và độ dẫn (IEC 60754-2)		
Độ pH, giá trị nhỏ nhất		4,3
Độ dẫn, giá trị lớn nhất	μS/mm	10
CHÚ THÍCH: Thử nghiệm tính độc hại đang được xem xét.		

Phụ lục A

(qui định)

Phương pháp tính toán giả định để xác định các kích thước của lớp bọc bảo vệ

Chiều dày của các lớp bọc cáp, như vỏ bọc và áo giáp, thường được liên hệ với đường kính danh nghĩa của cáp theo "bảng phân cấp".

Đôi khi điều này gây ra một số vấn đề. Đường kính tính toán danh nghĩa không nhất thiết phải giống như các giá trị thực tế đạt được trong sản xuất. Trong những trường hợp biên, có thể nảy sinh nghi ngờ nếu chiều dày của lớp bọc không tương ứng với đường kính thực tế, bởi vì đường kính tính toán có sự sai khác một chút. Sự sai khác về kích thước của ruột dẫn điện định hình giữa sản xuất và tính toán khác nhau tạo ra sự khác nhau về đường kính danh định và do vậy có thể dẫn đến sự khác nhau của chiều dày lớp bọc được sử dụng trên cùng một thiết kế cơ bản của cáp.

Để loại trừ những vướng mắc này phải sử dụng phương pháp tính toán giả định. Thực chất của phương pháp này là bỏ qua hình dạng và mức độ nén chặt giữa các ruột dẫn, và chỉ tính toán đường kính giả định bằng cách dùng công thức dựa trên diện tích mặt cắt ngang của ruột dẫn, chiều dày danh nghĩa của cách điện và số lõi. Tiếp đó chiều dày của vỏ bọc và các lớp bọc khác lại có liên quan với đường kính giả định thông qua các công thức hoặc bảng. Phương pháp tính toán đường kính giả định được quy định một cách chính xác và không có sự không rõ ràng nào về chiều dày của lớp bọc cần được sử dụng vì chúng không phụ thuộc vào sai khác nhỏ trong thực tế sản xuất. Điều này sẽ tiêu chuẩn hoá việc thiết kế cáp, chiều dày được tính toán trước và được quy định cho từng mặt cắt ngang của ruột dẫn.

Phương pháp tính toán giả định chỉ sử dụng để xác định kích thước của các vỏ bọc và lớp bọc của cáp. Phương pháp này không thể dùng để thay thế việc tính toán đường kính thực tế được yêu cầu cho các mục đích thực tế, việc tính toán này cần phải được thực hiện một cách riêng rẽ.

A.1 Yêu cầu chung

Phương pháp giả định dưới đây để tính toán chiều dày các lớp bọc khác nhau trong một loại cáp, đã được chấp nhận nhằm đảm bảo rằng mọi sự sai khác có thể nảy sinh trong các tính toán độc lập sẽ được loại bỏ, ví dụ như do việc giả thiết các kích thước của ruột dẫn và sự khác nhau không tránh khỏi giữa đường kính danh nghĩa và đường kính thực tế đạt được.

Mọi giá trị chiều dày và đường kính sẽ được làm tròn đến số thập phân thứ nhất theo quy tắc trong Phụ lục B.

Dãi băng để giữ, ví dụ dải băng xoắn ốc ngược chiều trên áo giáp, nếu không dày hơn 0,3 mm thì được bỏ qua trong phương pháp tính toán này.

A.2 Phương pháp

A.2.1 Ruột dẫn

Đường kính giả định (d_L) của ruột dẫn, không kể hình dạng và độ ép chặt, ứng với từng mặt cắt ngang danh nghĩa nêu trong Bảng A.1.

Bảng A.1 – Đường kính giả định của ruột dẫn

Mặt cắt ngang danh nghĩa của ruột dẫn mm ²	d_L mm	Mặt cắt ngang danh nghĩa của ruột dẫn mm ²	d_L mm
1,5	1,4	95	11,0
2,5	1,8	120	12,4
4	2,3	150	13,8
6	2,8	185	15,3
10	3,6	240	17,5
16	4,5	300	19,5
25	5,6	400	22,6
35	6,7	500	25,2
50	8,0	630	28,3
70	9,4	800	31,9
		1 000	35,7

A.2.2 Lõi

Đường kính giả định D_c của một lõi bất kỳ được xác định như sau:

$$D_c = d_L + 2t_l$$

trong đó t_l là chiều dày danh nghĩa của cách điện, tính bằng milimét (xem từ Bảng 5 đến Bảng 7).

Nếu có sử dụng màn chắn kim loại hoặc ruột dẫn đồng tâm thì phải bổ sung hơn nữa theo A.2.5.

A.2.3 Đường kính của các lõi đã bố trí

Đường kính giả định của các lõi đã bố trí (D_r) được tính bằng:

đối với cáp có tất cả các ruột dẫn có cùng diện tích mặt cắt ngang danh nghĩa:

$$D_r = k D_c$$

trong đó hệ số lắp ráp k được nêu trong Bảng A.2.

đối với cáp bốn lõi có một ruột dẫn có mặt cắt giảm bớt:

$$D_r = \frac{2,42(3D_{c1} + D_{c2})}{4}$$

trong đó

D_{c1} là đường kính giả định của ruột dẫn pha có cách điện, kể cả lớp kim loại, nếu có, tính bằng milimét

D_{c2} là đường kính giả định của ruột dẫn có mặt cắt ngang giảm bớt, kể cả cách điện hoặc lớp bọc, nếu có, tính bằng milimét.

Bảng A.2 – Hệ số lắp ráp k đối với lõi đã bố trí

Số lõi	Hệ số lắp ráp k	Số lõi	Hệ số lắp ráp k
2	2,00	24	6,00
3	2,16	25	6,00
4	2,42	26	6,00
5	2,70	27	6,15
6	3,00	28	6,41
7	3,00	29	6,41
7 ^a	3,35	30	6,41
8	3,45	31	6,70
8 ^a	3,66	32	6,70
9	3,80	33	6,70
9 ^a	4,00	34	7,00
10	4,00	35	7,00
10 ^a	4,40	36	7,00
11	4,00	37	7,00
12	4,16	38	7,33
12 ^a	5,00	39	7,33
13	4,41	40	7,33
14	4,41	41	7,67
15	4,70	42	7,67
16	4,70	43	7,67
17	5,00	44	8,00
18	5,00	45	8,00
18 ^a	7,00	46	8,00
19	5,00	47	8,00
20	5,33	48	8,15
21	5,33	52	8,41
22	5,67	61	9,00
23	5,67		

^a Lõi lắp ráp trong một lớp

A.2.4 Lớp bọc bên trong

Đường kính giả định của lớp bọc bên trong (D_B) được xác định bằng:

$$D_B = D_r + 2 t_B$$

trong đó:

$t_B = 0,4$ mm đối với đường kính giả định của các lõi đã bố trí (D_l) đến và bằng 40 mm;

$t_B = 0,6$ mm đối với D_l lớn hơn 40 mm.

Các giá trị giả định của t_B được áp dụng cho:

a) cáp nhiều lõi:

- bất kể có lớp bọc bên trong hay không;
- bất kể lớp bọc bên trong dạng đùn hay dạng quấn;

trừ khi một vỏ bọc phân cách phù hợp với 12.3.3 được sử dụng thay cho lớp bọc bên trong hoặc bổ sung cùng với lớp bọc bên trong thì sẽ áp dụng A.2.7.

b) cáp một lõi:

khi có sử dụng lớp bọc bên trong bất kể dạng đùn hay dạng quấn.

A.2.5 Ruột dẫn đồng tâm và màn chắn kim loại

Độ tăng đường kính do ruột dẫn đồng tâm hoặc màn chắn kim loại được nêu trong Bảng A.2.

Bảng A.3 – Độ tăng đường kính đối với ruột dẫn đồng tâm và màn chắn kim loại

Mặt cắt ngang danh nghĩa của ruột dẫn đồng tâm hoặc màn chắn kim loại mm ²	Độ tăng đường kính mm	Mặt cắt ngang danh nghĩa của ruột dẫn đồng tâm hoặc màn chắn kim loại mm ²	Độ tăng đường kính mm
1,5	0,5	50	1,7
2,5	0,5	70	2,0
4	0,5	95	2,4
6	0,6	120	2,7
10	0,8	150	3,0
16	1,1	185	4,0
25	1,2	240	5,0
35	1,4	300	6,0

Nếu mặt cắt ngang của ruột dẫn đồng tâm hoặc màn chắn kim loại nằm giữa hai giá trị nêu trong bảng trên thì độ tăng đường kính được chọn cho giá trị có mặt cắt lớn hơn trong hai mặt cắt đó.

Nếu sử dụng màn chắn kim loại thì diện tích mặt cắt ngang của màn chắn cần sử dụng trong bảng trên phải được tính theo cách dưới đây:

a) màn chắn kiểu dải băng:

$$\text{diện tích mặt cắt ngang} = n_l \times t_l \times w_l$$

trong đó

n_i là số dải băng;

t_i là chiều dày danh nghĩa của một dải băng riêng rẽ, tính bằng milimét;

w_i là chiều rộng danh nghĩa của một dải băng riêng rẽ, tính bằng milimét.

Trong trường hợp tổng chiều dày của màn chắn nhỏ hơn 0,15 mm thì độ tăng đường kính phải là zero:

– đối với màn chắn kiểu dải băng quấn ghép từ hai dải băng hoặc một dải băng có phần chòem lên nhau, tổng chiều dày bằng hai lần chiều dày của một dải băng;

– đối với màn chắn kiểu dải băng quấn theo chiều dọc:

- nếu phần chòem lên nhau dưới 30 % thì tổng chiều dày là chiều dày của dải băng;

- nếu phần chòem lên nhau lớn hơn hoặc bằng 30 % thì tổng chiều dày bằng hai lần chiều dày của dải băng.

b) màn chắn kiểu sợi dây (quấn theo hình xoắn ốc ngược chiều, nếu có)

$$\text{diện tích mặt cắt ngang} = \frac{n_w \times d_w^2 \times \pi}{4} + n_h \times t_h \times w_h$$

trong đó

n_w là số sợi dây;

d_w là đường kính của một sợi dây riêng rẽ, tính bằng milimét;

n_h là số vòng xoắn ốc ngược chiều;

t_h là chiều dày của một vòng xoắn ốc ngược chiều, tính bằng milimét, nếu lớn hơn 0,3 mm;

w_h là chiều rộng của một vòng xoắn ốc ngược chiều, tính bằng milimét.

A.2.6 Vỏ bọc chì

Đường kính giả định của vỏ bọc chì (D_{pb}) được cho bởi:

$$D_{pb} = D_g + 2t_{pb}$$

trong đó:

D_g là đường kính giả định bên dưới vỏ bọc chì, tính bằng milimét;

t_{pb} là chiều dày tính theo Điều 11, tính bằng milimét.

A.2.7 Vỏ bọc phân cách

Đường kính giả định của vỏ bọc phân cách (D_s) được cho bởi:

$$D_s = D_u + 2t_s$$

trong đó:

- D_u là đường kính giả định bên dưới vỏ bọc phân cách, tính bằng milimét;
- t_s là chiều dày tính theo 12.3.3, tính bằng milimét.

A.2.8 Lớp lót dạng quấn xếp chồng

Đường kính giả định của lớp lót dạng quấn xếp chồng (D_{lb}) được cho bởi:

$$D_{lb} = D_{ulb} + 2t_{lb}$$

trong đó:

- D_{ulb} là đường kính giả định bên dưới lớp lót dạng quấn xếp chồng, tính bằng milimét;
- t_{lb} là chiều dày của lớp lót dạng quấn xếp chồng, tức là 1,5 mm theo 12.3.4.

A.2.9 Lớp lót bổ sung cho cáp có áo giáp kiểu dải băng (quấn trên lớp bọc bên trong)

Bảng A.4 – Độ tăng đường kính đối với lớp lót bổ sung

Đường kính giả định bên dưới lớp lót bổ sung		Độ tăng đường kính đối với lớp lót bổ sung mm
Lớn hơn mm	Đến và bằng mm	
–	29	1,0
29	–	1,6

A.2.10 Áo giáp

Đường kính giả định của áo giáp (D_x) được xác định:

- a) đối với áo giáp kiểu sợi dây dẹt hoặc tròn:

$$D_x = D_A + 2 t_A + 2 t_w$$

trong đó:

- D_A là đường kính dưới lớp áo giáp, tính bằng milimét;
- t_A là chiều dày hoặc đường kính của sợi dây làm áo giáp, tính bằng milimét;
- t_w là chiều dày của vòng xoắn ốc ngược chiều, nếu có, tính bằng milimét, nếu lớn hơn 0,3 mm.

- b) đối với áo giáp kiểu dây quấn kép:

$$D_x = D_A + 4 t_A$$

trong đó:

- D_A là đường kính bên dưới lớp áo giáp, tính bằng milimét;
- t_A là chiều dày của dải băng làm áo giáp, tính bằng milimét.

Phụ lục B
(qui định)
Làm tròn số

B.1 Làm tròn số cho phương pháp tính toán giả định

Các quy tắc sau đây áp dụng khi làm tròn số trong quá trình tính toán đường kính giả định và xác định kích thước của các lớp thành phần theo Phụ lục A.

Tại bất kỳ bước nào, khi giá trị tính được có nhiều hơn một số thập phân, thì giá trị phải được làm tròn đến một số thập phân, tức là đến 0,1 mm gần nhất. Đường kính giả định tại từng bước phải được làm tròn đến 0,1 mm và khi sử dụng để xác định chiều dày hoặc kích thước của một lớp ngoài, đường kính này phải được làm tròn trước khi được dùng trong các công thức hoặc bảng thích hợp. Chiều dày được tính toán từ giá trị đường kính giả định được làm tròn đến lượt nó lại được làm tròn đến 0,1 mm như quy định trong Phụ lục A.

Để minh họa các quy tắc trên, cho các ví dụ thực tế sau:

a) khi chữ số tại vị trí thập phân thứ hai trước khi làm tròn là 0, 1, 2, 3 hoặc 4 thì chữ số tại vị trí thập phân thứ nhất là không đổi (làm tròn xuống).

Ví dụ:

$$2,12 \cong 2,1$$

$$2,449 \cong 2,4$$

$$25,0478 \cong 25,0$$

b) khi chữ số ở vị trí thập phân thứ hai trước khi làm tròn là 9, 8, 7, 6 hoặc 5 thì chữ số ở vị trí số thập phân thứ nhất được tăng lên một (làm tròn lên).

Ví dụ:

$$2,17 \cong 2,2$$

$$2,453 \cong 2,5$$

$$30,050 \cong 30,1$$

B.2 Làm tròn số cho các mục đích khác

Đối với các mục đích khác ngoài mục đích đã được đề cập trong B.1, có thể yêu cầu các giá trị được làm tròn tới nhiều hơn một chữ số thập phân. Điều này có thể xảy ra, ví dụ khi tính toán giá trị trung bình của

một vài kết quả đo hoặc tính toán giá trị nhỏ nhất bằng cách sử dụng dung sai phần trăm đối với một giá trị danh nghĩa đã cho. Trong những trường hợp này, làm tròn số sẽ được làm tròn đến những số thập phân được quy định trong các điều tương ứng.

Phương pháp làm tròn số là:

a) nếu sau chữ số cuối cùng được giữ lại, trước khi làm tròn, là các số 0, 1, 2, 3 hoặc 4 thì chữ số cuối cùng được giữ lại này vẫn được giữ nguyên (làm tròn xuống).

b) nếu sau chữ số cuối cùng được giữ lại, trước khi làm tròn, là các số 9, 8, 7, 6 hay 5 thì chữ số cuối cùng được giữ lại này sẽ được tăng thêm một (làm tròn lên).

Ví dụ:

$$2,449 \cong 2,45 \text{ làm tròn đến hai số thập phân}$$

$$2,449 \cong 2,4 \text{ làm tròn đến một số thập phân}$$

$$25,0478 \cong 25,048 \text{ làm tròn đến ba số thập phân}$$

$$25,0478 \cong 25,05 \text{ làm tròn đến hai số thập phân}$$

$$25,0478 \cong 25,0 \text{ làm tròn đến một số thập phân.}$$

Phụ lục C

(qui định)

Xác định độ cứng của cách điện HEPR

C.1 Mảnh thử nghiệm

Mảnh thử nghiệm phải là một mẫu cáp hoàn chỉnh với tất cả các lớp bọc bên ngoài cách điện HEPR cần đo được loại bỏ cẩn thận. Một cách khác, có thể sử dụng một mẫu lõi cách điện.

C.2 Qui trình thử nghiệm

Các thử nghiệm được thực hiện theo ISO 48 với các ngoại lệ được chỉ ra dưới đây.

C.2.1 Bề mặt của bán kính cong lớn

Dụng cụ thử nghiệm, phù hợp với ISO 48, phải được kết cấu sao cho có thể tựa chắc chắn lên cách điện HEPR và cho phép chân của dụng cụ nén và dụng cụ đánh dấu tiếp xúc thẳng đứng với bề mặt này. Việc này được thực hiện theo một trong hai cách sau:

- a) dụng cụ được lắp các chân di chuyển được trong các khớp nối vạn năng sao cho chúng tự điều chỉnh trên bề mặt cong;
- b) đế của dụng cụ đo được lắp hai thanh song song A và A' cách nhau một khoảng tùy thuộc vào độ cong của bề mặt (xem Hình C.1).

Các phương pháp trên có thể sử dụng trên các bề mặt có bán kính cong nhỏ tới bằng 20 mm.

Khi chiều dày của cách điện HEPR cần thử nghiệm nhỏ hơn 4 mm thì phải sử dụng dụng cụ đo như mô tả trong phương pháp ở ISO 48 cho các mảnh thử nghiệm mỏng và nhỏ.

C.2.2 Bề mặt của bán kính cong nhỏ

Trên các bề mặt có bán kính cong quá nhỏ đối với các qui trình được mô tả trong C.2.1 thì mảnh thử nghiệm phải được đỡ trên cùng một đế cứng vững giống như dụng cụ thử nghiệm theo cách sao cho giảm thiểu tổng thể chuyển động của cách điện HEPR khi gia tăng lực đánh dấu lên dụng cụ đánh dấu và sao cho dụng cụ đánh dấu ở phía trên theo chiều thẳng đứng trực của mảnh thử nghiệm. Các qui trình thích hợp như sau:

- a) bằng cách đặt mảnh thử nghiệm trong rãnh hoặc máng trong khuôn kim loại (xem Hình C.2a);
- b) bằng cách đặt các đầu ruột dẫn của mảnh thử nghiệm trong khối chữ V (xem Hình C.2b).

Bán kính cong nhỏ nhất của bề mặt cần đo theo các phương pháp trên phải tối thiểu là 4 mm.

Đối với bán kính nhỏ hơn, phải sử dụng dụng cụ đo như mô tả trong phương pháp ở ISO 48 cho các mảnh thử nghiệm mỏng và nhỏ.

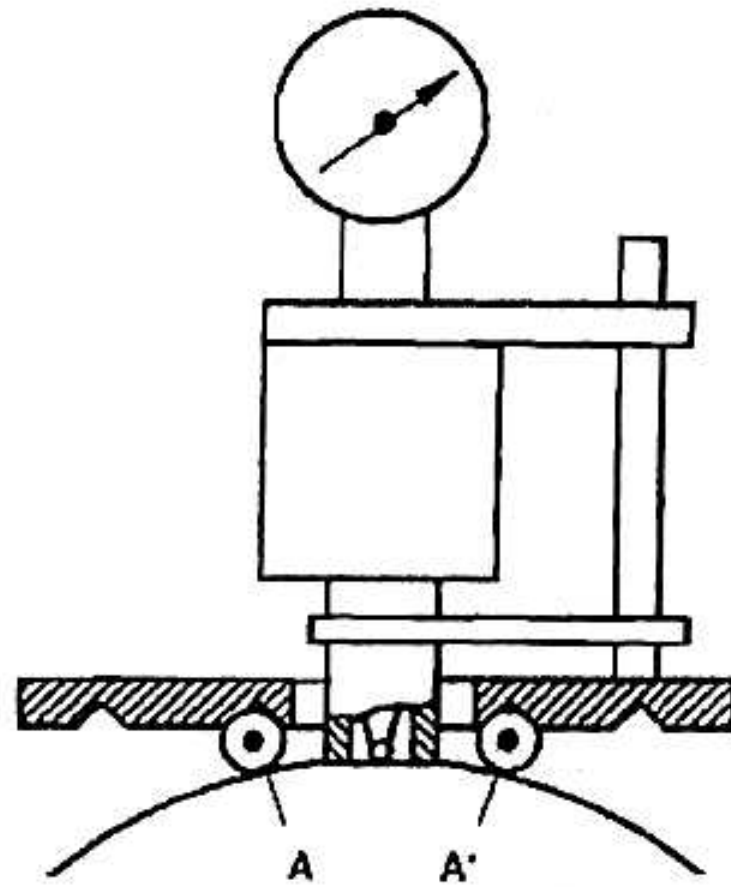
C.2.3 Ổn định và nhiệt độ thử nghiệm

Thời gian nhỏ nhất giữa sản xuất, tức là lưu hóa và thử nghiệm phải là 16 h.

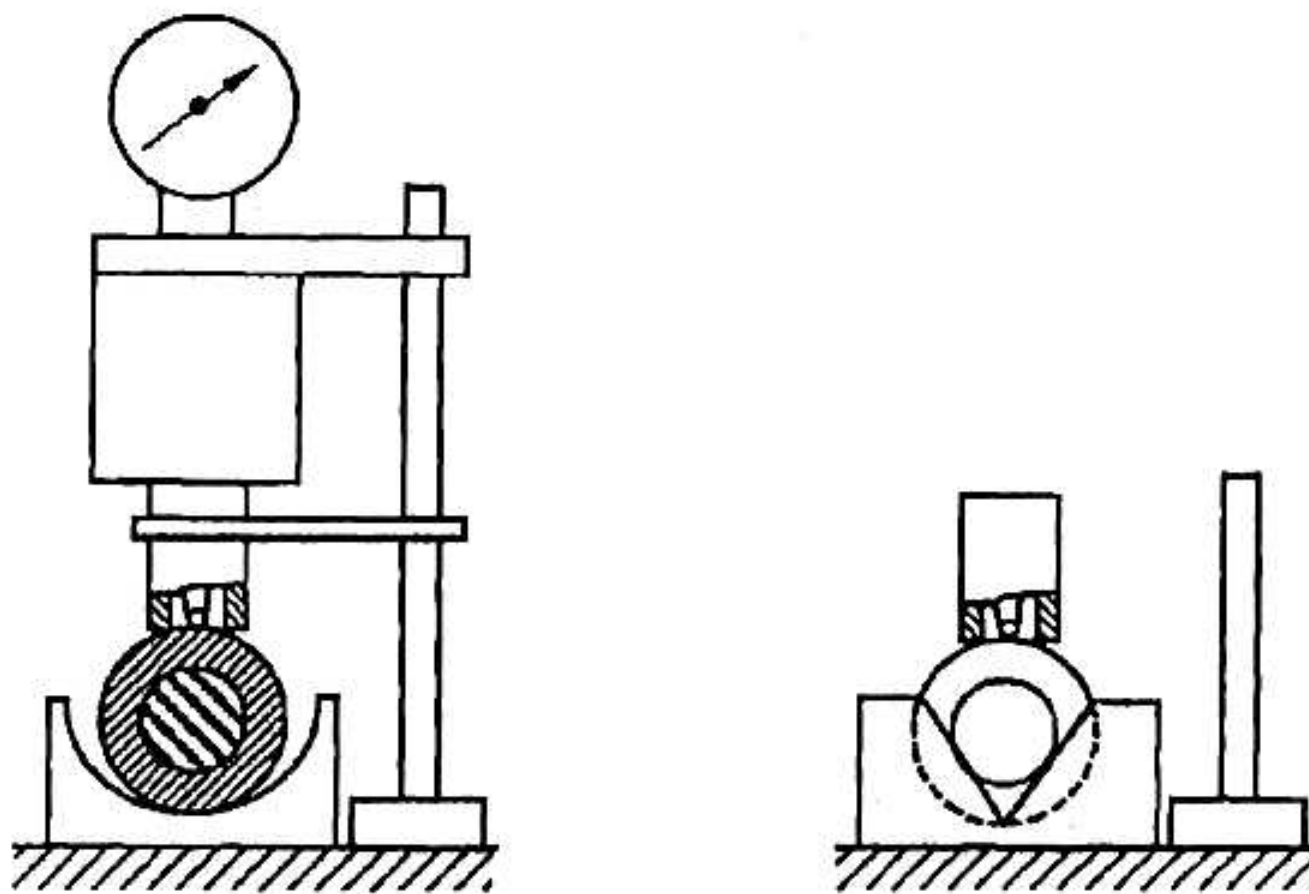
Thử nghiệm phải được thực hiện ở nhiệt độ bằng (20 ± 2) °C và các mảnh thử nghiệm phải được duy trì ở nhiệt độ này trong ít nhất 3 h ngay trước thử nghiệm.

C.2.4 Số phép đo

Một phép đo phải được thực hiện ở từng điểm trong số ba hoặc năm điểm khác nhau phân bố xung quanh mảnh thử nghiệm. Giá trị giữa của các kết quả được lấy làm độ cứng của mảnh thử nghiệm, ghi vào báo cáo đến số nguyên gần nhất tính theo độ cứng cao su quốc tế (IRHD).



Hình C.1 – Thử nghiệm trên các bề mặt có bán kính cong lớn



Hình C.2a – Mảnh thử nghiệm trong rãnh

Hình C.2b – Mảnh thử nghiệm trong khối chữ V

Hình C.2 – Thử nghiệm trên các bề mặt có bán kính cong nhỏ