

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**TCVN 11845-1:2017**

**IEC 61869-1:2007**

Xuất bản lần 1

**MÁY BIẾN ĐỔI ĐO LƯỜNG -  
PHẦN 1: YÊU CẦU CHUNG**

*Instrument transformers - Part 1: General requirements*

**HÀ NỘI - 2017**

**Mục lục**

	<b>Trang</b>
Lời nói đầu .....	4
Lời giới thiệu .....	5
1 Phạm vi áp dụng .....	7
2 Tài liệu viện dẫn .....	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa .....	9
4 Điều kiện vận hành bình thường và điều kiện vận hành đặc biệt .....	16
5 Thông số đặc trưng .....	19
6 Thiết kế và kết cấu .....	23
7 Các thử nghiệm .....	37
Phụ lục A (quy định) – Nhận biết các mẫu thử nghiệm .....	61
Phụ lục B (tham khảo) – Quy tắc vận chuyển, bảo quản, vận hành và bảo trì .....	62
Phụ lục C (tham khảo) – Nguy hiểm cháy .....	68
Phụ lục D (tham khảo) – Thử nghiệm mẫu .....	69
Thư mục tài liệu tham khảo .....	70

## Lời nói đầu

TCVN 11845-1:2017 hoàn toàn tương đương với IEC 61869-1:2007;

TCVN 11845-1:2017 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E1 Máy điện và khí cụ điện biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 11845 (IEC 61869), *Máy biến đổi đo lường* gồm 5 phần:

- 1) TCVN 11845-1:2017 (IEC 61869-1:2007), *Phần 1 – Yêu cầu chung*;
- 2) TCVN 11845-2:2017 (IEC 61869-2:2012), *Phần 2: Yêu cầu bổ sung đối với máy biến dòng*;
- 3) TCVN 11845-3:2017 (IEC 61869-3:2011), *Phần 3: Yêu cầu bổ sung đối với máy biến điện áp kiểu cảm ứng*;
- 4) TCVN 11845-4:2017 (IEC 61869-4:2013), *Phần 4: Yêu cầu bổ sung đối với máy biến đổi kết hợp*;
- 5) TCVN 11845-5:2017 (IEC 61869-5:2011), *Phần 5: Yêu cầu bổ sung đối với máy biến điện áp kiểu điện dung*.

**Lời giới thiệu**

Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có bộ tiêu chuẩn TCVN 7697 hoàn toàn tương đương với IEC 60044.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 7697 gồm hai tiêu chuẩn:

1) TCVN 7697-1:2007 (IEC 60044-1:2003), *Máy biến đổi đo lường – Phần 1: Máy biến dòng*

2) TCVN 7697-2:2007 (IEC 60044-2:2003), *Máy biến đổi đo lường – Phần 2: Máy biến điện áp*

Bộ tiêu chuẩn IEC 60044 đã được thay thế bằng bộ tiêu chuẩn IEC 61869. Bố cục các phần trong bộ tiêu chuẩn IEC 61869 và sự tương ứng với bộ tiêu chuẩn IEC 60044 được thể hiện như sau:

Tiêu chuẩn họ sản phẩm	Tiêu chuẩn sản phẩm	Sản phẩm	Tiêu chuẩn trước đây	
IEC 61869-1 Yêu cầu chung đối với máy biến đổi đo lường	IEC 61869-2	Máy biến dòng	IEC 60044-1	
	IEC 61869-3	Máy biến điện áp	IEC 60044-2	
	IEC 61869-4	Máy biến đổi kết hợp	IEC 60044-3	
	IEC 61869-5	Máy biến điện áp kiểu điện dung	IEC 60044-5	
	IEC 61869-6	Máy biến dòng dùng cho hoạt động quá độ	IEC 60044-6	
	IEC 61869-7	Máy biến điện áp kiểu điện tử	IEC 60044-7	
	IEC 61869-8	Máy biến dòng kiểu điện tử	IEC 60044-8	
	IEC 61869-9 Yêu cầu bổ sung và giao diện số đối với máy biến đổi đo lường kiểu điện tử	IEC 61869-9		
	IEC 61869-10	Các cảm biến dòng điện độc lập công suất thấp		

## Máy biến đổi đo lường –

### Phần 1: Yêu cầu chung

*Instrument transformers –*

*Part 1: General requirements*

#### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho máy biến đổi đo lường chế tạo mới với đầu ra analog hoặc digital được sử dụng cùng với thiết bị đo điện hoặc thiết bị bảo vệ bằng điện có tần số danh định từ 15 Hz đến 100 Hz.

Tiêu chuẩn này là tiêu chuẩn họ sản phẩm và chỉ đưa ra các yêu cầu chung. Đối với từng loại máy biến đổi đo lường, tiêu chuẩn sản phẩm là sự kết hợp giữa tiêu chuẩn này và tiêu chuẩn cụ thể liên quan.

#### 2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn dưới đây là cần thiết để áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn có ghi năm công bố thì áp dụng các bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất (kể cả các sửa đổi).

TCVN 4255 (IEC 60529), *Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài (mã IP)*

TCVN 6099-1 (IEC 60060-1), *Kỹ thuật thử nghiệm điện áp cao – Phần 1: Định nghĩa chung và yêu cầu thử nghiệm*

TCVN 7379-2 (CISPR 18-2), *Đặc tính nhiễu tần số radio của đường dây tải điện trên không và thiết bị điện cao áp. Phần 2: Phương pháp đo và quy trình xác định giới hạn*

TCVN 7699-2-11 (IEC 60068-2-11), *Thử nghiệm môi trường – Phần 2-11: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Ka: Sương muối*

TCVN 7699-2-17 (IEC 60068-2-17), *Thử nghiệm môi trường – Phần 2-17: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Q: Bật kín*

TCVN 7699-2-75 (IEC 60068-2-75), *Thử nghiệm môi trường – Phần 2-75: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Eh: Thử nghiệm búa*

## TCVN 11845-1:2017

TCVN 7921-3-3 (IEC 60721-3-3), *Phân loại điều kiện môi trường – Phần 3-3: Phân loại theo nhóm các tham số môi trường và độ khắc nghiệt – Sử dụng tính tại ở vị trí được bảo vệ khỏi thời tiết*

TCVN 7921-3-4 (IEC 60721-3-4), *Phân loại điều kiện môi trường – Phần 3-4: Phân loại theo nhóm các tham số môi trường và độ khắc nghiệt – Sử dụng tính tại ở vị trí không được bảo vệ khỏi thời tiết*

TCVN 8086 (IEC 60085), *Cách điện – Đánh giá về nhiệt và ký hiệu cấp chịu nhiệt*

TCVN 11472 (IEC 60270), *Kỹ thuật thử nghiệm điện áp cao – Phép đo phóng điện cục bộ*

IEC 60071-1, *Insulation co-ordination - Part 1: Definitions, principles and rules (Phối hợp cách điện – Phần 1: Định nghĩa, nguyên tắc và quy tắc)*

IEC 60296, *Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear (Môi chất cho các ứng dụng kỹ thuật điện – Dầu khoáng cách điện chưa qua sử dụng dùng cho máy biến đổi và thiết bị đóng cắt)*

IEC 60376, *Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF6) for use in electrical equipment (Quy định kỹ thuật đối với lưu huỳnh sunphat 6 (SF6) loại kỹ thuật dùng trong thiết bị điện)*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment (Ký hiệu bằng đồ họa sử dụng trên thiết bị)*

IEC 60455, *Resin based reactive compounds used for electrical insulation (Hợp chất gốc nhựa sử dụng làm cách điện)*

IEC 60480, *Guidelines for the checking and treatment of sulfur hexafluoride (SF6) taken from electrical equipment and specification for its re-use (Hướng dẫn kiểm tra và xử lý lưu huỳnh sunphat 6 (SF6) lấy từ thiết bị điện và quy định kỹ thuật cho việc sử dụng lại)*

IEC 60567, *Oil-filled electrical equipment - Sampling of gases and analysis of free and dissolved gases – Guidance (Thiết bị điện chứa dầu – Lấy mẫu khí và phân tích các khí trơ và khí hòa tan – Hướng dẫn)*

IEC 60694, *Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards (Quy định kỹ thuật chung đối với các tiêu chuẩn về thiết bị đóng cắt và điều khiển điện áp cao)*

IEC 60695-1-1, *Fire hazard testing - Part 1-1: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products - General guidelines (Thử nghiệm nguy cơ cháy – Phần 1-1: Hướng dẫn đánh giá nguy cơ cháy của sản phẩm kỹ thuật điện – Hướng dẫn chung)*

IEC 60695-1-30, *Fire hazard testing - Part 1-30: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products - Preselection testing process - General guidelines (Thử nghiệm nguy cơ cháy – Phần 1-30: Hướng dẫn đánh giá nguy cơ cháy của sản phẩm kỹ thuật điện – Sử dụng các quy trình thử nghiệm chọn trước)*

IEC 60695-7-1, *Fire hazard testing - Part 7-1: Toxicity of fire effluent - General guidance (Thử nghiệm nguy cơ cháy – Phần 7-1: Tính độc của sản phẩm cháy)*

IEC 60815, *Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions (Hướng dẫn chọn cái cách điện liên quan đến các điều kiện nhiễm bẩn)*

IEC 60867, *Insulating liquids - Specifications for unused liquids based on synthetic aromatic hydrocarbons (Chất lỏng cách điện – Quy định kỹ thuật đối với chất lỏng chưa qua sử dụng có gốc hydro cacbon thơm tổng hợp)*

IEC 61462, *Composite hollow insulators - Pressurized and unpressurized insulators for use in electrical equipment with rated voltage greater than 1 000 V - Definitions, test methods, acceptance criteria and design recommendations (Ống cách điện bằng composit – Cái cách điện có áp suất và không có áp suất dùng trong thiết bị điện có điện áp danh định lớn hơn 1 000 V – Định nghĩa, phương pháp thử nghiệm, tiêu chí chấp nhận và khuyến cáo về thiết kế)*

IEC 61634, *High-voltage switchgear and controlgear - Use and handling of sulphur hexafluoride (SF6) in high-voltage switchgear and controlgear (Cụm đóng cắt và điều khiển cao áp – Sử dụng và vận chuyển SF6 trong cụm đóng cắt và điều khiển cao áp)*

IEC 62155, *Hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for use in electrical equipment with rated voltages greater than 1 000 V*

IEC 62262, *Degrees of protection IK code*

IEC 62271-2, *High-voltage switchgear and controlgear - Part 2: Seismic qualification for rated voltages of 72,5 kV and above*

IEC 62271-203, *High-voltage switchgear and controlgear - Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV*

IEC Guide 109, *Environmental aspects - Inclusion in electrotechnical product standards*

ISO 3231, *Paints and varnishes -- Determination of resistance to humid atmospheres containing sulfur dioxide*

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa dưới đây.

#### 3.1 Các định nghĩa chung

##### 3.1.1

**Máy biến đổi đo lường (instrument transformer)**

Máy biến đổi đo lường được thiết kế để truyền tín hiệu thông tin đến các thiết bị đo, công tơ, và các thiết bị bảo vệ hoặc điều khiển hoặc các thiết bị tương tự.

[IEV 321-01-01, có sửa đổi]

3.1.2

**Vỏ máy (enclosure)**

Vỏ bọc tạo ra kiểu và cấp bảo vệ thích hợp cho ứng dụng dự kiến.

3.1.3

**Đầu nối sơ cấp (primary terminals)**

Đầu nối mà điện áp hoặc dòng điện cần biến đổi được đặt vào.

3.1.4

**Đầu nối thứ cấp (secondary terminals)**

Đầu nối truyền tín hiệu thông tin đến thiết bị đo, máy đo và thiết bị bảo vệ hoặc điều khiển hoặc các thiết bị tương tự.

3.1.5

**Mạch thứ cấp (secondary circuit)**

Mạch điện bên ngoài nhận các tín hiệu thông tin được cung cấp bởi các đầu nối thứ cấp của máy biến đổi đo lường.

[IEV 321-01-08, có sửa đổi]

3.1.6

**Phân đoạn (section)**

Phần dẫn điện của máy biến đổi đo lường được cách điện với các phần tương tự khác và có trang bị các đầu nối.

**3.2 Định nghĩa liên quan đến thông số đặc trưng về điện môi**

3.2.1

**Điện áp cao nhất của hệ thống ( $U_{sys}$ ) (highest voltage of a system)**

Giá trị điện áp làm việc pha-pha cao nhất (giá trị hiệu dụng) xảy ra trong điều kiện làm việc bình thường tại bất kỳ thời điểm nào và tại bất kỳ điểm nào trong hệ thống.

[IEV 601-01-23, có sửa đổi]

3.2.2

**Điện áp cao nhất của thiết bị ( $U_m$ ) (highest voltage for equipment)**

Giá trị điện áp hiệu dụng cao nhất pha-pha mà thiết bị được thiết kế dựa trên mức cách điện của nó cũng như các đặc tính khác liên quan đến điện áp này trong các tiêu chuẩn thiết bị liên quan.

[IEV 604-03-01]

3.2.3

**Mức cách điện danh định (rated insulation level)**

Sự phối hợp của các giá trị điện áp đặc trưng cho cách điện của máy biến đổi liên quan đến khả năng chịu ứng suất điện môi của nó.



**3.2.4****Hệ thống trung tính cách ly (isolated neutral system)**

Hệ thống trong đó điểm trung tính không được chủ ý nối đất ngoại trừ các mối nối trở kháng cao dùng cho mục đích bảo vệ hoặc đo lường.

[IEV 601-02-24]

**3.2.5****Hệ thống nối đất cộng hưởng (hệ thống nối đất qua cuộn dập hồ quang) (resonant earthed system (a system earthed through an arc-suppression coil))**

Hệ thống trong đó có một hoặc nhiều điểm trung tính được nối đất qua điện kháng có giá trị sao cho bù lại gần đúng thành phần điện dung của dòng điện chạm đất một pha.

[IEV 601-02-27]

CHÚ THÍCH: Với hệ thống nối đất cộng hưởng, dòng điện dư khi có sự cố được giới hạn trong phạm vi sao cho tự dập tắt sự cố hồ quang trong không khí.

**3.2.6****Hệ số chạm đất (earth fault factor)**

Tại một vị trí đã cho của hệ thống ba pha và đối với cấu trúc đã cho của hệ thống, là tỷ số giữa điện áp tần số công nghiệp pha-đất lớn nhất (giá trị hiệu dụng) trên một pha bình thường trong thời gian có sự cố chạm đất ảnh hưởng lên một hay nhiều pha còn lại tại điểm bất kỳ của hệ thống và giá trị điện áp tần số công nghiệp pha-đất (giá trị hiệu dụng) lẽ ra có thể đạt được tại vị trí đã cho nếu như không có sự cố như vậy.

[IEV 604-03-06]

**3.2.7****Hệ thống trung tính nối đất (earthed neutral system)**

Hệ thống trong đó trung tính được nối đất trực tiếp hoặc nối qua một điện trở hoặc điện kháng có giá trị đủ nhỏ để giảm các dao động quá độ và tạo ra dòng điện đủ để bảo vệ chọn lọc sự cố chạm đất tác động.

a) Một hệ thống ba pha có trung tính nối đất hiệu quả tại vị trí đã cho là hệ thống được đặc trưng bởi hệ số sự cố chạm đất tại điểm đó không vượt quá 1,4.

CHÚ THÍCH: Điều kiện này đạt được một cách gần đúng khi, đối với tất cả các cấu trúc hệ thống, hệ số giữa điện kháng thứ tự không và điện kháng thứ tự thuận nhỏ hơn 3 và tỷ số giữa điện trở thứ tự không và điện kháng thứ tự thuận nhỏ hơn 1.

b) Một hệ thống ba pha có trung tính nối đất không hiệu quả tại vị trí cho trước là hệ thống được đặc trưng bởi hệ số sự cố chạm đất tại điểm đó có thể vượt quá 1,4.

**3.2.8**

**Hệ thống trung tính nối đất trực tiếp** (solidly earthed neutral system)

Hệ thống có (các) điểm trung tính được nối đất trực tiếp.

[IEV 601-02-25]

**3.2.9**

**Hệ thống (trung tính) nối đất trở kháng** (impedance earthed (neutral) system)

Hệ thống có (các) điểm trung tính được nối đất qua trở kháng để hạn chế dòng điện sự cố chạm đất.

[IEV 601-02-26]

**3.2.10**

**Hệ thống lắp đặt hở** (exposed installation)

Hệ thống lắp đặt trong đó khi cụ phải chịu quá điện áp có nguồn gốc khí quyển.

CHÚ THÍCH: Hệ thống lắp đặt này thường nối vào đường dây tải điện trên không, hoặc trực tiếp, hoặc qua một đoạn cáp ngắn.

**3.2.11**

**Hệ thống lắp đặt kín** (non-exposed installation)

Hệ thống lắp đặt trong đó khi cụ không phải chịu quá điện áp có nguồn gốc khí quyển.

CHÚ THÍCH: Hệ thống lắp đặt này thường nối với mạng cáp ngầm.

**3.3 Định nghĩa liên quan đến thông số dòng điện**

Xem tiêu chuẩn quy định các yêu cầu cụ thể.

**3.4 Định nghĩa liên quan đến độ chính xác**

**3.4.1**

**Tỷ số biến đổi thực tế** (actual transformation ratio)

$k$

Tỷ số giữa điện áp hoặc dòng điện sơ cấp thực tế và điện áp hoặc dòng điện thứ cấp thực tế.

**3.4.2**

**Tỷ số biến đổi danh định** (rated transformation ratio)

$k_r$

Tỷ số giữa điện áp hoặc dòng điện sơ cấp danh định và điện áp hoặc dòng điện thứ cấp danh định.

**3.4.3**

**Sai số tỷ số** (ratio error)

$\epsilon$

Sai số mà máy biến đổi đo lường gây ra trong phép đo do tỷ số biến đổi thực tế khác với tỷ số biến đổi danh định.

**3.4.4****Độ lệch pha (phase displacement)** $\Delta\varphi$ 

Sai khác về góc pha giữa vector điện áp hoặc dòng điện sơ cấp và vector điện áp hoặc dòng điện thứ cấp, chiều của các vector được chọn sao cho góc lệch pha bằng không đối với máy biến đổi lý tưởng.

Độ lệch pha được coi là dương nếu vector điện áp hoặc dòng điện thứ cấp vượt trước vector điện áp hoặc dòng điện sơ cấp. Độ lệch pha thường biểu thị bằng phút hoặc centiradian.

CHÚ THÍCH 1: Định nghĩa này chỉ đúng đối với điện áp hoặc dòng điện hình sin.

CHÚ THÍCH 2: Máy biến đổi đo lường điện tử có thể đưa vào thời gian trễ do truyền dữ liệu số và do xử lý tín hiệu số.

[IEV 321-01-23, có sửa đổi].

**3.4.5****Cấp chính xác (accuracy class)**

Trị số ấn định cho một máy biến đổi đo lường có sai số tỷ số và lệch pha nằm trong giới hạn qui định trong điều kiện sử dụng quy định.

[IEV 321-01-24, có sửa đổi].

**3.4.6****Phụ tải (burden)**

Khả năng chịu đựng (hoặc trở kháng) của mạch thứ cấp được tính bằng đơn vị simen (hoặc ôm) và hệ số công suất.

CHÚ THÍCH: Phụ tải thường được biểu thị bằng công suất biểu kiến tính bằng vôn-ampe được tiêu thụ ở hệ số công suất qui định và điện áp thứ cấp danh định.

**3.4.7****Phụ tải danh định (rated burden)**

Giá trị của phụ tải mà dựa vào đó xây dựng các yêu cầu về độ chính xác của quy định kỹ thuật này.

**3.4.8****Công suất danh định (rated output)** $S_r$ 

Giá trị của công suất biểu kiến (biểu thị bằng vôn-ampe ứng với hệ số công suất qui định) mà máy biến đổi được thiết kế để cung cấp điện áp hoặc dòng điện thứ cấp danh định cho mạch thứ cấp khi nối với tải danh định.

### **3.5 Định nghĩa liên quan đến các thông số đặc trưng khác**

#### **3.5.1**

**Tần số danh định (rated frequency)**

$f_R$

Giá trị tần số làm cơ sở cho các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

#### **3.5.2**

**Tải cơ (mechanical load)**

$F$

Các lực đặt lên các phần khác của máy biến đổi đo lường như một hàm của bốn lực chính sau:

- Lực lên đầu nối đo đầu nối dây dẫn,
- Lực do gió,
- Lực địa chấn,
- Lực điện động do dòng điện ngắn mạch.

#### **3.5.3**

**Máy biến đổi đo lường bảo vệ chống sự cố hồ quang bên trong (internal arc fault protection instrument transformer)**

Máy biến đổi đo lường được thiết kế theo cách đảm bảo mức bảo vệ ấn định chống sự cố hồ quang bên trong.

### **3.6 Định nghĩa liên quan đến cách điện bằng khí**

#### **3.6.1**

**Thiết bị giảm áp suất (pressure relief device)**

Thiết bị thích hợp để giới hạn quá áp suất nguy hiểm bên trong máy biến đổi đo lường.

#### **3.6.2**

**Máy biến đổi đo lường có vỏ bọc kim loại cách điện bằng khí (gas-insulated metal-enclosed instrument transformer)**

Máy biến đổi đo lường có vỏ bọc kim loại được thiết kế để lắp đặt bên trong hoặc bên ngoài Cụm đóng cắt cách điện bằng khí (GIS).

#### **3.6.3**

**Hệ thống áp suất kín (closed pressure system)**

Thể tích chỉ được bổ sung định kỳ bằng cách nối thủ công đến nguồn khí bên ngoài.

**3.6.4****Áp suất nạp danh định (rated filling pressure)**

Áp suất trong điều kiện khí quyển tiêu chuẩn (20 °C và 101,3 kPa) mà máy biến đổi đo lường cách điện bằng khí được nạp trước khi đưa vào vận hành hoặc được bổ sung định kỳ.

**3.6.5****Áp suất hoạt động tối thiểu (minimum functional pressure)**

Áp suất trong điều kiện khí quyển tiêu chuẩn (20 °C và 101,3 kPa) mà tại áp suất đó hoặc cao hơn, cách điện danh định và các đặc tính khác của máy biến đổi đo lường cách điện bằng khí được duy trì và tại đó việc bổ sung thêm khí trở nên cần thiết.

**3.6.6****Áp suất thiết kế của vỏ bọc (design pressure of the enclosure)**

Áp suất sử dụng để xác định chiều dày của vỏ bọc. Áp suất này tối thiểu phải bằng áp suất lớn nhất của vỏ bọc ở nhiệt độ cao nhất mà khí dùng để cách điện trong vỏ bọc có thể đạt đến trong các điều kiện vận hành tối đa.

**3.6.7****Nhiệt độ thiết kế của vỏ bọc (design temperature of the enclosure)**

Nhiệt độ cao nhất mà vỏ bọc có thể đạt đến trong các điều kiện vận hành tối đa.

**3.6.8****Tốc độ rò tuyệt đối (absolute leakage rate)**

Lượng khí thoát ra trong một đơn vị thời gian, thể hiện bằng Pa.m<sup>3</sup>/s.

**3.6.9****Tốc độ rò tương đối (relative leakage rate)**

$F_{rel}$

Tốc độ rò khí tuyệt đối liên quan với lượng khí tổng trong máy biến đổi đo lường ở áp suất (hoặc mật độ) nạp danh định. Tốc độ này được biểu thị bằng phần trăm trên một năm.

**3.7 Chữ viết tắt**

IT	Máy biến đổi đo lường
CT	Máy biến dòng
CVT	Máy biến điện áp kiểu điện dung
VT	Máy biến điện áp
AIS	Cụm đóng cắt cách điện bằng không khí

GIS	Cụm đóng cắt cách điện bằng khí
$k$	Tỷ số biến đổi thực
$k_r$	Tỷ số biến đổi danh định
$\varepsilon$	Sai số tỷ số
$\Delta\varphi$	Độ lệch pha
$S_r$	Công suất ra danh định
$U_{sys}$	Điện áp cao nhất của hệ thống
$U_m$	Điện áp cao nhất của thiết bị
$f_R$	Tần số danh định
$F$	Tải cơ
$F_{ret}$	Tốc độ rò tương đối

#### 4 Điều kiện vận hành bình thường và điều kiện vận hành đặc biệt

##### 4.1 Quy định chung

Nếu không có quy định khác, máy biến đổi đo lường được thiết kế để sử dụng ở các đặc trưng danh định của máy trong các điều kiện vận hành bình thường nêu trong 4.2.

Nếu điều kiện vận hành thực khác với điều kiện vận hành bình thường này thì máy biến đổi đo lường phải được thiết kế để phù hợp với điều kiện vận hành đặc biệt do người mua yêu cầu hoặc phải thực hiện các bố trí thích hợp (xem 4.3).

Thông tin chi tiết liên quan đến phân loại điều kiện môi trường được cho trong TCVN 7921-3-3 (IEC 60721-3-3) (trong nhà) và TCVN 7921-3-4 (IEC 60721-3-4) (ngoài trời).

Đối với máy biến đổi đo lường có vỏ bọc kim loại có cách điện bằng khí thì áp dụng Điều 2 của IEC 62271-203.

##### 4.2 Điều kiện vận hành bình thường

###### 4.2.1 Nhiệt độ không khí môi trường

Máy biến đổi đo lường được phân loại thành ba cấp như Bảng 1.

Bảng 1 – Cấp nhiệt độ

Cấp	Nhiệt độ tối thiểu °C	Nhiệt độ tối đa °C
- 5/40	- 5	40
- 25/40	- 25	40
- 40/40	- 40	40

CHÚ THÍCH 1: Khi chọn cấp nhiệt độ cần quan tâm đến điều kiện vận chuyển và bảo quản.

CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp máy biến đổi đo lường tích hợp trong thiết bị khác (ví dụ GIS, aptômát) thì máy biến đổi đo lường cần được quy định đối với các điều kiện nhiệt độ dùng cho thiết bị liên quan đó,

#### 4.2.2 Độ cao so với mực nước biển

Độ cao so với mực nước biển không vượt quá 1 000 m.

#### 4.2.3 Rung hoặc chấn động

Rung do nguyên nhân từ bên ngoài lên máy biến đổi đo lường hoặc do chấn động là không đáng kể.

#### 4.2.4 Điều kiện vận hành khác dùng cho máy biến đổi đo lường lắp đặt trong nhà

Các điều kiện vận hành khác được xem xét gồm:

- tác động của bức xạ mặt trời có thể được bỏ qua;
- không khí không bị nhiễm bẩn đáng kể do bụi, khói, khí ăn mòn, hơi hoặc muối;
- tình trạng độ ẩm như sau:
  - giá trị trung bình của độ ẩm tương đối đo trong 24 h không vượt quá 95 %;
  - giá trị trung bình của áp suất hơi nước trong 24 h không vượt quá 2,2 kPa;
  - giá trị trung bình của độ ẩm tương đối trong một tháng không vượt quá 90 %;
  - giá trị trung bình của áp suất hơi nước trong một tháng không được vượt quá 1,8 kPa.

Với các điều kiện này đôi khi có thể xuất hiện ngưng tụ.

CHÚ THÍCH 1: Ngưng tụ có thể xảy ra trong trường hợp xuất hiện thay đổi nhiệt độ đột ngột trong giai đoạn độ ẩm cao.

CHÚ THÍCH 2: Để chịu được các ảnh hưởng do độ ẩm cao và ngưng tụ ví dụ như đánh thủng cách điện hoặc ăn mòn ở các bộ phận kim loại, cần sử dụng các máy biến đổi đo lường được thiết kế cho các điều kiện này.

CHÚ THÍCH 3: Có thể ngăn ngừa ngưng tụ bằng cách thiết kế đặc biệt cho mái che, thông gió và gia nhiệt thích hợp hoặc sử dụng thiết bị khử ẩm.

## **TCVN 11845-1:2017**

### **4.2.5 Điều kiện vận hành khác dùng cho máy biến đổi đo lường lắp đặt ngoài trời**

Các điều kiện vận hành khác được xem xét gồm:

- a) giá trị trung bình của nhiệt độ không khí môi trường, đo trong suốt thời gian 24 h, không vượt quá 35 °C;
- b) bức xạ mặt trời đạt đến mức 1 000 W/m<sup>2</sup>(được đo giữa trưa một ngày ít mây);
- c) không khí môi trường có thể bị nhiễm bẩn do bụi, khói, khí ăn mòn, hơi nước hoặc hơi mặn. Độ nhiễm bẩn không được vượt quá giá trị cho trong IEC 60815;
- d) áp suất gió không vượt quá 700 Pa (tương ứng tốc độ gió 34 m/s);
- e) cần tính đến ngưng tụ hoặc mưa, tuyết;
- f) lớp băng không dày quá 20 mm.

### **4.3 Điều kiện vận hành đặc biệt**

#### **4.3.1 Quy định chung**

Khi máy biến đổi đo lường có thể được sử dụng trong các điều kiện khác với điều kiện vận hành bình thường nêu trong 4.2, các yêu cầu của người sử dụng cần tham khảo các tiêu chí đã được tiêu chuẩn hóa dưới đây.

#### **4.3.2 Độ cao so với mực nước biển**

##### **4.3.2.1 Ảnh hưởng của độ cao so với mực nước biển lên cách điện bên ngoài**

Đối với hệ thống lắp đặt ở độ cao lớn hơn 1 000 m so với mực nước biển, điện áp phóng điện đánh thủng đối với cách điện bên ngoài bị ảnh hưởng bởi việc giảm mật độ không khí. Xem 6.6.2.

##### **4.3.2.2 Ảnh hưởng của độ cao so với mực nước biển lên độ tăng nhiệt**

Đối với hệ thống lắp đặt ở độ cao lớn hơn 1 000 m so với mực nước biển, đặc tính nhiệt của máy biến đổi đo lường bị ảnh hưởng bởi việc giảm mật độ không khí. Xem 6.4.2.

#### **4.3.3 Nhiệt độ môi trường**

Đối với hệ thống lắp đặt ở nơi mà nhiệt độ môi trường có thể khác đáng kể so với dải điều kiện vận hành bình thường nêu trong 4.2.1, dải nhiệt độ tối đa và tối thiểu ưu tiên cần được qui định như sau:

- a) – 50 °C và 40 °C đối với khí hậu rất lạnh;
- b) – 5 °C và 50 °C đối với khí hậu rất nóng.

Trong các vùng nhất định có gió nóng ẩm thường xuyên, có thể xuất hiện sự thay đổi nhiệt độ đột ngột dẫn đến ngưng tụ ngay cả ở trong nhà.

**CHÚ THÍCH:** Trong điều kiện bức xạ mặt trời nhất định, có thể cần tiến hành các biện pháp thích hợp, ví dụ làm mái che, thông gió cưỡng bức, v.v. để độ tăng nhiệt qui định không bị vượt quá. Một cách khác, cho phép giảm tải.



#### 4.3.4 Rung hoặc chấn động

Rung có thể gây ra do các thao tác đóng cắt hoặc các lực ngắn mạch.

Đối với máy biến đổi đo lường tích hợp với thiết bị trong một cụm (GIS hoặc AIS), rung sinh ra do thiết bị trong cụm đó phải được xem xét.

#### 4.3.5 Động đất

Đối với hệ thống lắp đặt ở nơi có nhiều khả năng xảy ra động đất, mức khắc nghiệt liên quan theo IEC 62271-2 phải được người mua quy định.

Kiểm tra sự phù hợp với các yêu cầu đặc biệt, nếu áp dụng được, phải được chứng minh bằng tính toán hoặc bằng thử nghiệm như xác định trong các tiêu chuẩn liên quan.

### 4.4 Hệ thống nối đất

Hệ thống nối đất cần xem xét là:

- a) hệ thống trung tính cách ly (xem 3.2.4);
- b) hệ thống nối đất cộng hưởng (xem 3.2.5);
- c) hệ thống trung tính nối đất (xem 3.2.7);
  - 1) hệ thống trung tính nối đất trực tiếp (xem 3.2.8);
  - 2) hệ thống trung tính nối đất trở kháng (xem 3.2.9).

## 5 Thông số đặc trưng

### 5.1 Quy định chung

Thông số đặc trưng thông dụng của máy biến đổi đo lường, kể cả thiết bị phụ trợ nếu thuộc đối tượng áp dụng, cần được lựa chọn từ các thông số dưới đây:

- a) điện áp cao nhất của thiết bị ( $U_m$ );
- b) mức cách điện danh định;
- c) tần số danh định ( $f_R$ );
- d) công suất ra danh định;
- e) cấp chính xác danh định.

Thông số đặc trưng áp dụng ở khí quyển chuẩn tiêu chuẩn có nhiệt độ (20 °C), áp suất (101,3kPa) và độ ẩm (11 g/m<sup>3</sup>) như quy định trong IEC 60071-1.

### 5.2 Điện áp cao nhất của thiết bị

Các giá trị tiêu chuẩn phải được chọn từ Bảng 2.

## TCVN 11845-1:2017

Điện áp cao nhất của thiết bị được chọn là giá trị tiêu chuẩn  $U_m$  bằng hoặc cao hơn điện áp cao nhất của hệ thống nơi thiết bị sẽ được lắp đặt.

Đối với thiết bị được lắp đặt trong các điều kiện môi trường bình thường liên quan đến cách điện,  $U_m$  phải tối thiểu bằng  $U_{sys}$ .

Đối với thiết bị được lắp đặt bên ngoài các điều kiện môi trường bình thường liên quan đến cách điện,  $U_m$  có thể được chọn cao hơn giá trị tiêu chuẩn  $U_m$  tiếp theo bằng hoặc lớn hơn  $U_{sys}$  theo các nhu cầu đặc biệt liên quan.

CHÚ THÍCH: Ví dụ, việc lựa chọn giá trị  $U_m$  cao hơn giá trị tiêu chuẩn tiếp theo  $U_m$  bằng hoặc cao hơn  $U_{sys}$  có thể xảy ra khi thiết bị phải được lắp đặt ở độ cao hơn 1 000 m so với mực nước biển để bù lại độ giảm khả năng chịu điện áp của cách điện bên ngoài.

Bảng 2 – Mức cách điện đầu nối sơ cấp danh định đối với máy biến đổi đo lường

Điện áp cao nhất của thiết bị $U_m$ (hiệu dụng) kV	Điện áp chịu thử tần số nguồn danh định (hiệu dụng) kV	Điện áp chịu xung sét danh định (đỉnh) kV	Điện áp chịu đóng cắt danh định (đỉnh) kV
0,72	3	–	
1,2	6	–	
3,6	10	20 40	
7,2	20	40 60	
12	28	60 75	
17,5	38	75 95	
24	50	95 125	
36	70	145 170	
52	95	250	
72,5	140	325	
100	185	450	
123	185 230	450 550	
145	230 275	550 650	
170	275 325	650 750	
245	395 460	950 1 050	
300	395 460	950 1 050	750 850
362	460 510	1 050 1 175	850 950
420	570 630	1 300 1 425	950 1 050
550	630 680	1 425 1 550	1 050 1 175
800	880 975	1 950 2 100	1 425 1 550

CHÚ THÍCH 1: Đối với các hệ thống lắp đặt hở, nên chọn mức cách điện cao nhất.

CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp máy biến đổi đo lường được thiết kế để lắp trong GIS, các mức điện áp chịu thử tần số nguồn danh định theo IEC 62271-203 có thể khác.

CHÚ THÍCH 3: Đối với các mức thay thế, xem IEC 60071-1.

### 5.3 Mức cách điện danh định

#### 5.3.1 Quy định chung

Đối với hầu hết các giá trị điện áp cao nhất của thiết bị ( $U_m$ ), có một vài mức cách điện danh định cho phép áp dụng tiêu chí tính năng khác nhau hoặc dạng quá điện áp khác nhau. Cần lựa chọn trên cơ sở xem xét mức độ phơi nhiễm với quá điện áp sườn trước nhanh và chậm, kiểu nối đất trung tính của hệ thống và kiểu thiết bị hạn chế quá điện áp.

#### 5.3.2 Mức cách điện đầu nối sơ cấp danh định

Mức cách điện đầu nối sơ cấp danh định của máy biến đổi đo lường phải dựa trên điện áp cao nhất của thiết bị  $U_m$  theo Bảng 2.

Đầu nối sơ cấp được thiết kế để nối đất khi vận hành có  $U_m$  bằng 0,72 kV.

Đối với máy biến đổi đo lường lắp trên trạm biến áp cách điện bằng khí, các mức cách điện danh định, quy trình thử nghiệm và tiêu chí chấp nhận phù hợp với IEC 62271-203. Các mức cách điện danh định áp dụng theo IEC 62271-203, Bảng 102 và Bảng 103, cách điện pha-đất.

#### 5.3.3 Yêu cầu khác đối với cách điện của đầu nối sơ cấp

##### 5.3.3.1 Phóng điện cục bộ

Các yêu cầu đối với phóng điện cục bộ áp dụng cho máy biến đổi đo lường có  $U_m$  lớn hơn hoặc bằng 7,2 kV.

Mức phóng điện cục bộ không được lớn hơn các giới hạn quy định trong Bảng 3. Quy trình thử nghiệm được cho trong 7.3.2.2.

**Bảng 3 – Điện áp thử nghiệm phóng điện cục bộ và mức cho phép**

Kiểu nối đất của hệ thống trung tính	Kiểu máy biến đổi đo lường	Điện áp thử nghiệm phóng điện cục bộ (hiệu dụng)  kV	Mức phóng điện cục bộ lớn nhất cho phép pC	
			Kiểu cách điện Ngâm trong chất lỏng hoặc khí	Rắn
Hệ thống trung tính nối đất (hệ số sự cố chạm đất $\leq 1,4$ )	CT và VT nối đất	$U_m$ $1,2U_m/\sqrt{3}$	10 5	50 20
	VT không nối đất	$1,2 U_m$	5	20
Hệ thống trung tính cách ly hoặc nối đất không hiệu quả (hệ số sự cố chạm đất $> 1,4$ )	CT và VT nối đất	$1,2 U_m$ $1,2U_m/\sqrt{3}$	10 5	50 20
	VT không nối đất	$1,2 U_m$	5	20

CHÚ THÍCH 1: Nếu không xác định được hệ thống trung tính thì các giá trị dùng cho các hệ thống trung tính cách ly hoặc nối đất không hiệu quả là có hiệu lực.  
 CHÚ THÍCH 2: Mức phóng điện cục bộ lớn nhất cho phép cũng có hiệu lực đối với các tần số khác với tần số danh định.  
 CHÚ THÍCH 3: CT có nghĩa là máy biến dòng và VT có nghĩa là máy biến điện áp.

### 5.3.3.2 Xung sét cắt

Nếu có quy định bổ sung thì máy biến đổi đo lường không phải loại GIS phải có khả năng chịu được điện áp xung sét cắt đặt vào các đầu nối sơ cấp có giá trị đỉnh 115 % điện áp chịu xung sét danh định.

### 5.3.3.3 Điện dung và hệ số tổn thất điện môi

Các yêu cầu này chỉ áp dụng cho máy biến đổi có  $U_m \geq 72,5$  kV, với cách điện sơ cấp ngâm trong chất lỏng hoặc máy biến đổi đo lường cách điện bằng khí có hệ thống cách điện phân loại theo điện dung.

### 5.3.4 Các yêu cầu cách điện giữa các phân đoạn

Đối với các đầu nối liên kết của từng phân đoạn nối liên kết với nhau, điện áp chịu tần số công nghiệp của cách điện giữa các phân đoạn phải là 3 kV.

### 5.3.5 Các yêu cầu về cách điện của các đầu nối thứ cấp

Điện áp chịu tần số nguồn danh định đối với cách điện thứ cấp phải là 3 kV.

## 5.4 Tần số danh định

Giá trị tiêu chuẩn của tần số danh định là  $16\frac{2}{3}$  Hz, 25 Hz, 50 Hz và 60 Hz.

## 5.5 Công suất ra danh định

Xem tiêu chuẩn sản phẩm liên quan.

## 5.6 Cấp chính xác danh định

Xem tiêu chuẩn sản phẩm liên quan.

## 6 Thiết kế và kết cấu

### 6.1 Yêu cầu đối với chất lỏng sử dụng trong thiết bị

#### 6.1.1 Quy định chung

Nhà chế tạo phải quy định kiểu và số lượng và chất lượng yêu cầu của chất lỏng sẽ được sử dụng trong thiết bị.

#### 6.1.2 Chất lượng của chất lỏng

Đối với thiết bị được nạp dầu, dầu cách điện mới phải phù hợp với IEC 60296.

Đối với thiết bị được nạp chất lỏng tổng hợp, xem IEC 60867.

### 6.1.3 Cơ cấu báo mức chất lỏng

Nếu được trang bị, cơ cấu kiểm tra mức chất lỏng phải chỉ thị được mức chất lỏng có nằm trong dải làm việc hay không, trong quá trình vận hành.

### 6.1.4 Độ kín không rò rỉ chất lỏng

Không cho phép tổn hao chất lỏng. Bất cứ sự tổn hao chất lỏng nào cũng là mối nguy hiểm bản cách điện.

## 6.2 Yêu cầu đối với khí sử dụng trong thiết bị

### 6.2.1 Quy định chung

Nhà chế tạo phải quy định kiểu và số lượng và chất lượng yêu cầu của khí cần sử dụng trong thiết bị.

### 6.2.2 Chất lượng của khí

SF<sub>6</sub> (sunphua hexafluorit) mới phải phù hợp với IEC 60376, còn SF<sub>6</sub> đã sử dụng phải phù hợp với IEC 60480.

Xử lý SF<sub>6</sub> phải theo IEC 61634.

Hàm lượng ẩm lớn nhất cho phép trong máy biến đổi đo lường có chứa khí ở tỷ trọng danh định đối với cách điện phải sao cho điểm ngưng tụ không cao hơn - 5 °C đối với phép đo ở 20 °C. Phải áp dụng hiệu chỉnh thích hợp đối với phép đo ở các nhiệt độ khác. Đối với phép đo và xác định điểm ngưng tụ, xem IEC 60376 và IEC 60480.

### 6.2.3 Cơ cấu theo dõi khí

Máy biến đổi đo lường cách điện bằng khí có áp suất làm việc tối thiểu cao hơn 0,2 MPa phải có thiết bị theo dõi áp suất hoặc tỷ trọng. Cơ cấu theo dõi khí có thể được cung cấp riêng hoặc cùng với thiết bị kết hợp.

### 6.2.4 Độ kín khí

#### 6.2.4.1 Quy định chung

Các quy định kỹ thuật dưới đây áp dụng cho tất cả các máy biến đổi đo lường sử dụng khí, không phải không khí ở áp suất khí quyển, làm môi chất cách điện.

#### 6.2.4.2 Hệ thống áp suất kín khí

Đặc tính kín khí của hệ thống áp suất kín được nhà chế tạo quy định phải nhất quán với quan điểm bảo trì và kiểm tra tối thiểu.

Độ kín khí của các hệ thống áp suất kín dùng cho khí được quy định bởi tốc độ rò rỉ tương đối  $F_{rel}$  của từng phần đoạn.

Giá trị tiêu chuẩn là 0,5 % trong một năm, đối với SF<sub>6</sub> và hỗn hợp SF<sub>6</sub>.

Phải có phương tiện cho phép các hệ thống khí được nạp bổ sung một cách an toàn trong khi thiết bị đang vận hành.

CHÚ THÍCH: Tốc độ rò rỉ khí thấp hơn có thể được quy định theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia và thông lệ của khu vực.

Tốc độ rò rỉ khí tăng cao tại các nhiệt độ cực trị (nếu các thử nghiệm như vậy được yêu cầu trong các tiêu chuẩn liên quan) được chấp nhận với điều kiện là tốc độ này đặt lại đến giá trị không cao hơn giá trị cao nhất cho phép ở nhiệt độ không khí môi trường bình thường. Tốc độ rò rỉ tăng cao tạm thời không được vượt quá các giá trị cho trong Bảng 4.

Nhìn chung, đối với ứng dụng của phương pháp thử thích hợp, xem TCVN 7699-2-17 (IEC 60068-2-17).

**Bảng 4 – Tốc độ rò rỉ tạm thời cho phép đối với các hệ thống khí**

Cấp nhiệt độ °C	Tốc độ rò rỉ tạm thời cho phép
+40 và +50	3F <sub>p</sub>
Nhiệt độ môi trường	F <sub>p</sub>
-5/-10/-15/-25/-40	3F <sub>p</sub>
-50	6F <sub>p</sub>

### 6.2.5 Cơ cấu xả áp suất

Thiết bị phải được bảo vệ tránh hỏng ngẫu nhiên bất kỳ.

Đối với máy biến đổi đo lường GIS, xem IEC 62271-203, Điều 5.105.

### 6.3 Yêu cầu đối với vật liệu rắn được sử dụng trong thiết bị

Các quy định kỹ thuật đối với vật liệu hữu cơ được sử dụng cho máy biến đổi đo lường (tức là nhựa tổng hợp epoxy, nhựa tổng hợp polyuretan, nhựa tổng hợp epoxy-cycloaliphatic, vật liệu tổng hợp, v.v.) dùng cho lắp đặt trong nhà hoặc ngoài trời được cho trong bộ tiêu chuẩn IEC 60455.

CHÚ THÍCH: Các thử nghiệm trên máy biến đổi đo lường có tính đến hiện tượng như thay đổi đột ngột nhiệt độ, tình dễ cháy và lão hóa vẫn chưa được tiêu chuẩn hóa. IEC 60660 đối với cách điện trong nhà và IEC 61109 đối với cách điện ngoài trời có thể được sử dụng làm hướng dẫn.

### 6.4 Yêu cầu đối với độ tăng nhiệt của các bộ phận và linh kiện

#### 6.4.1 Quy định chung

Độ tăng nhiệt của các cuộn dây, mạch từ và các bộ phận bất kỳ khác trong máy biến đổi đo lường không được vượt quá giá trị thích hợp cho trong Bảng 5, khi làm việc trong các điều kiện danh định quy định. Các giá trị này dựa trên điều kiện vận hành cho trong 4.2.1.

Độ tăng nhiệt của cuộn dây được giới hạn bởi cấp cách điện nhỏ nhất của bản thân cuộn dây hoặc của môi chất bao quanh cuộn dây.

**TCVN 11845-1:2017**

Nếu sử dụng máy biến đổi đo lường trong vỏ bọc thì phải lưu ý đến nhiệt độ mà môi chất làm mát bao quanh trong phạm vi vỏ bọc có thể đạt đến.

Nếu quy định các nhiệt độ môi trường vượt quá các giá trị cho trong 4.2.1 thì độ tăng nhiệt cho phép trong Bảng 5 phải được giảm đi một lượng bằng nhiệt độ môi trường vượt quá đó.

**Bảng 5 – Giới hạn độ tăng nhiệt đối với các bộ phận, vật liệu và môi chất khác nhau của máy biến đổi đo lường**

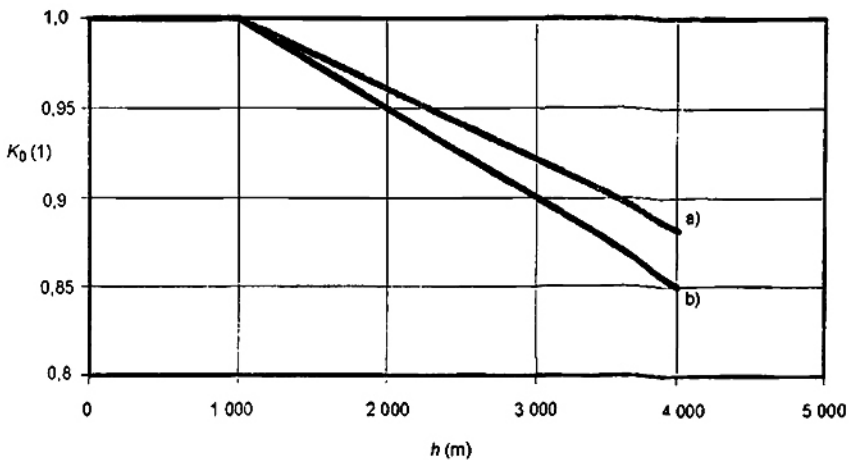
Bộ phận của máy biến đổi đo lường	Giới hạn độ tăng nhiệt K
1. Máy biến đổi đo lường ngâm trong dầu	
- dầu bề mặt	50
- dầu bề mặt, gắn kín	55
- cuộn dây (nhiệt độ trung bình)	60
- cuộn dây gắn kín (nhiệt độ trung bình)	65
- các bộ phận kim loại khác tiếp xúc với dầu	như đối với cuộn dây
2. Máy biến đổi đo lường có cách điện rắn hoặc khí	
- cuộn dây (nhiệt độ trung bình) tiếp xúc với vật liệu cách điện thuộc các cấp <sup>a</sup> :	
• Y	45
• A	60
• E	75
• B	85
• F	110
• H	135
- các bộ phận kim loại khác tiếp xúc với các cấp vật liệu cách điện nêu trên	như đối với cuộn dây
3. Mối nối, bằng bulông hoặc tương đương	
- Đồng trần, hợp kim đồng trần hoặc hợp kim nhôm trần	
• trong không khí	50
• trong SF <sub>6</sub>	75
• trong dầu	60
- Phủ bạc hoặc phủ niken	
• trong không khí	75
• trong SF <sub>6</sub>	75
• trong dầu	60
- Phủ thiếc	
• trong không khí	65
• trong SF <sub>6</sub>	65
• trong dầu	60
<sup>a</sup> Định nghĩa về cấp cách điện theo TCVN 8086 (IEC 60085).	



#### 6.4.2 Ảnh hưởng của độ cao so với mực nước biển lên độ tăng nhiệt

Nếu máy biến đổi đo lường được quy định cho vận hành ở độ cao so với mực nước biển vượt quá 1 000 m và được thử nghiệm ở độ cao dưới 1 000 m thì các giới hạn về độ tăng nhiệt  $\Delta T$  cho trong Bảng 5 phải được giảm đi một lượng như dưới đây đối với mỗi 100 m độ cao của vị trí làm việc so với độ cao 1 000 m (xem Hình 1):

- a) máy biến đổi đo lường ngâm trong dầu: 0,4 %;
- b) máy biến đổi đo lường kiểu khô và cách điện bằng khí: 0,5 %.



Hình 1 – Hệ số hiệu chỉnh độ tăng nhiệt theo độ cao so với mực nước biển

Hệ số hiệu chỉnh độ cao đối với độ tăng nhiệt  $K_p = \frac{\Delta T_h}{\Delta T_{h0}}$  với

$\Delta T_h$  là độ tăng nhiệt ở độ cao  $h > 1\,000$  m và

$\Delta T_{h0}$  giới hạn của độ tăng nhiệt  $\Delta T$  quy định trong Bảng 4 ở độ cao  $h_0 \leq 1\,000$  m.

### 6.5 Yêu cầu đối với nối đất thiết bị

#### 6.5.1 Quy định chung

Vỏ của từng cơ cấu thuộc thiết bị nếu được thiết kế để nối đất phải có đầu nối đất tin cậy để nối với dây nối đất thích hợp cho các điều kiện sự cố quy định. Điểm nối phải được đánh dấu bằng ký hiệu “đất”, như ký hiệu 5019 của IEC 60417.

#### 6.5.2 Nối đất vỏ bọc

Vỏ bọc của máy biến đổi đo lường đối với cụm đóng cắt cách điện bằng khí (GIS) phải được nối đất. Tất cả các phần kim loại không thuộc mạch chính hoặc mạch phụ cũng phải được nối đất.

**6.5.3 Độ liền mạch về điện**

Độ liền mạch của mạch nối đất phải được đảm bảo có tính đến ứng suất điện và nhiệt gây ra do dòng điện mà chúng có thể mang.

Đối với nối liền kết các vỏ bọc, v.v. việc giữ chặt (ví dụ bằng bulông hoặc hàn) được chấp nhận để cung cấp sự liền mạch về điện.

**6.6 Yêu cầu đối với cách điện bên ngoài**

**6.6.1 Nhiễm bẩn**

Đối với máy biến đổi đo lường sử dụng ngoài trời có cách điện bằng gốm nhạy với nhiễm bẩn, chiều dài đường rò đối với mức nhiễm bẩn cho trước được cho trong Bảng 6. Chiều dài đường rò đối với cách điện bằng polyme hoặc composit đang được xem xét.

**Bảng 6 – Chiều dài đường rò**

Mức nhiễm bẩn	Chiều dài đường rò danh nghĩa tối thiểu đặc trưng mm/kV <sup>a,b</sup>	Tỷ số = chiều dài đường rò chia cho khoảng cách phóng điện hồ quang
I Nhẹ	16	≤ 3,5
II Trung bình	20	
III Nặng	25	≤ 4,0
IV Rất nặng	31	

<sup>a</sup> Tỷ số giữa chiều dài đường rò pha-đất và giá trị hiệu dụng pha-pha của điện áp cao nhất của thiết bị (xem IEC 60071-1).

<sup>b</sup> Để có thông tin thêm và dung sai chế tạo về chiều dài đường rò, xem IEC 60815.

CHÚ THÍCH 1: Ghi nhận rằng tính năng của cách điện bề mặt bị ảnh hưởng nhiều bởi hình dạng của cách điện.

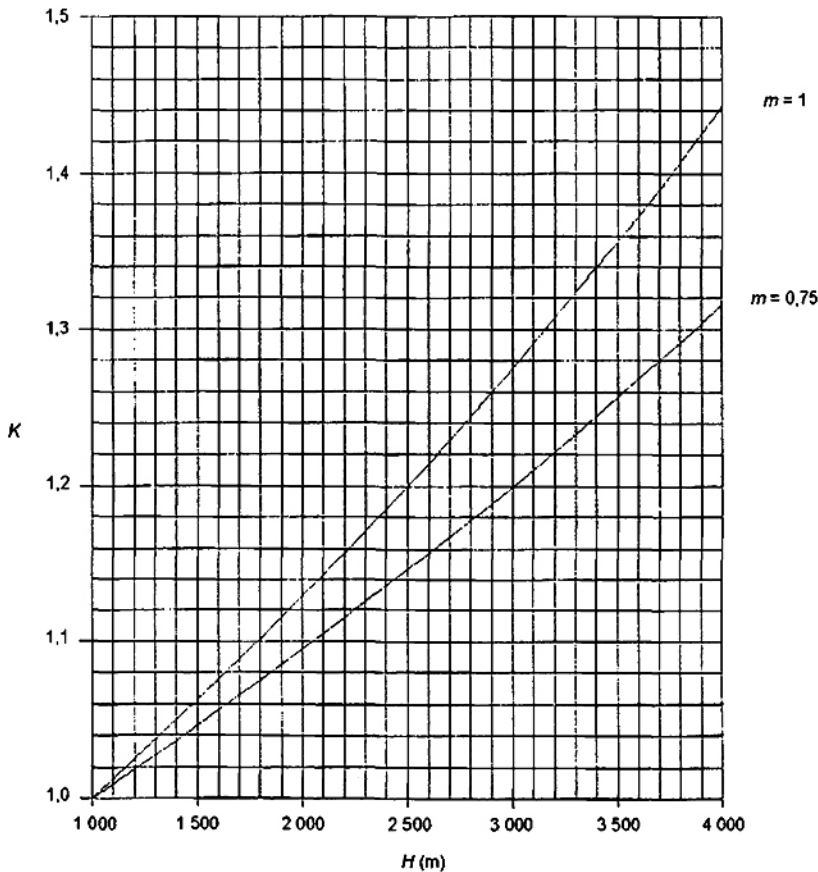
CHÚ THÍCH 2: Trong các khu vực bị nhiễm bẩn rất nhẹ, chiều dài đường rò danh nghĩa nhỏ hơn 16 mm/kV có thể được sử dụng tùy thuộc vào kinh nghiệm vận hành. Giới hạn dưới thường được chấp nhận là 12 mm/kV.

CHÚ THÍCH 3: Trong các trường hợp nhiễm bẩn nghiêm trọng, chiều dài đường rò danh nghĩa 31 mm/kV có thể không thích hợp. Tùy thuộc vào kinh nghiệm vận hành và/hoặc các kết quả thử nghiệm của phòng thử nghiệm, giá trị cao hơn của chiều dài đường rò có thể được sử dụng nhưng trong một số trường hợp, tính khả thi của việc làm sạch phải được xem xét.

### 6.6.2 Độ cao so với mực nước biển

Đối với hệ thống lắp đặt ở độ cao hơn 1 000 m so với mực nước biển, khoảng cách phát hồ quang trong các điều kiện khí quyển chuẩn tiêu chuẩn phải được xác định bằng cách nhân điện áp chịu thử yêu cầu ở vị trí vận hành với hệ số k theo Hình 2.

CHÚ THÍCH: Vì độ bền điện môi của cách điện bên trong không bị ảnh hưởng bởi độ cao so với mực nước biển, phương pháp sử dụng để kiểm tra cách điện bên ngoài cần theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua.



### CHÚ DẪN

Các hệ số này có thể được tính bằng công thức sau:

$$k = e^{m(H-1000)/8150}$$

trong đó

H là độ cao so với mực nước biển, tính bằng m

m = 1 đối với điện áp tần số công nghiệp và điện áp xung sét

m = 0,75 đối với điện áp xung đóng cắt

Hình 2 – Hệ số hiệu chỉnh độ cao so với mực nước biển

### 6.7 Yêu cầu về cơ

Các yêu cầu này chỉ áp dụng cho máy biến đổi đo lường có điện áp cao nhất cho thiết bị là 72,5 kV và lớn hơn.

Hướng dẫn đối với các tải tĩnh mà máy biến đổi đo lường có khả năng chịu được cho trong Bảng 7. Các con số này bao gồm các tải do gió và băng.

Các tải thử nghiệm quy định được dự kiến là đặt vào theo mọi hướng đến đầu nối sơ cấp.

**Bảng 7 – Tải tĩnh thử nghiệm khả năng chịu đựng**

Điện áp cao nhất cho thiết bị $U_m$ kV	Tải tĩnh thử nghiệm khả năng chịu đựng $F_R$		
	N		
	Đầu nối điện áp	Máy biến đổi đo lường có	
Đầu nối dòng điện			
		Tải cấp I	Tải cấp II
72,5 đến 100	500	1 250	2 500
123 đến 170	1 000	2 000	3 000
245 đến 362	1 250	2 500	4 000
$\geq 420$	1 500	4 000	5 000

CHÚ THÍCH 1: Tổng của các tải hoạt động trong các điều kiện vận hành thường xuyên không nên vượt quá 50 % tải thử nghiệm chịu đựng quy định.

CHÚ THÍCH 2: Trong một số ứng dụng, máy biến đổi đo lường có đầu nối dòng cần chịu các tải động cực trị hiếm khi xuất hiện (ví dụ ngắn mạch) không vượt quá 1,4 lần tải thử nghiệm tĩnh.

CHÚ THÍCH 3: Đối với một số ứng dụng, có thể cần thiết lập khả năng chống quay của đầu nối sơ cấp. Mômen cần đặt vào trong thử nghiệm phải theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua.

CHÚ THÍCH 4: Trong trường hợp máy biến đổi tích hợp trong thiết bị khác (ví dụ cụm thiết bị đóng cắt), các tải tĩnh thử nghiệm khả năng chịu đựng của thiết bị liên quan không được giảm nhẹ bởi quá trình tích hợp.

### 6.8 Xung cắt bội trên đầu nối sơ cấp

Nếu có quy định bổ sung, các đầu nối sơ cấp của máy biến đổi đo lường ngâm trong dầu có  $U_m \geq 300$  kV phải chịu được xung cắt bội theo 7.4.2.

CHÚ THÍCH: Các yêu cầu và các thử nghiệm liên quan đến đáp ứng của tấm chắn bên trong và các mối nối mang dòng điện quá độ tần số cao, chủ yếu là do thao tác cắt các thiết bị đóng cắt. Thử nghiệm này cũng có thể áp dụng cho các thông số đặc trưng thấp hơn mức này.

### 6.9 Yêu cầu về bảo vệ sự cố hồ quang bên trong

Các yêu cầu áp dụng cho máy biến đổi đo lường đứng độc lập ngâm trong dầu, cách điện bằng khí có  $U_m \geq 72,5$  kV, cấp bảo vệ sự cố hồ quang bên trong của máy biến đổi này được quy định bổ sung.

CHÚ THÍCH 1: Thử nghiệm này không nhằm đảm bảo ngăn ngừa trong tất cả các điều kiện ngắn mạch mà chỉ chứng tỏ sự phù hợp với mức an toàn theo thỏa thuận.

CHÚ THÍCH 2: Thử nghiệm này là thử nghiệm mới và do đó quy trình thử nghiệm có thể sẽ được cải tiến.

Nếu được quy định bổ sung, máy biến đổi đo lường phải có khả năng chịu hồ quang bên trong với dòng điện và khoảng thời gian quy định.

Dòng điện đặt là dòng điện không đối xứng. Giá trị dòng điện hiệu dụng cần được chọn từ các giá trị một pha đối xứng tiêu chuẩn trong dãy R10 theo 4.5 của IEC 60694. Giá trị đỉnh đầu tiên của dòng điện phải bằng 1,7 lần dòng điện hiệu dụng.

CHÚ THÍCH 3: Các mức thử nghiệm hồ quang bên trong giảm nhẹ cần theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua. Kinh nghiệm cho thấy việc chọn các dòng điện thử nghiệm bằng 100 % mức sự cố của hệ thống đòi hỏi thiết kế máy biến đổi quá mức cần thiết, vì các mức sự cố cục bộ thường thấp hơn đáng kể.

Thời gian sự cố hồ quang phải theo Bảng 8.

Phải cho rằng các yêu cầu này đạt được nếu máy biến đổi đo lường đáp ứng thử nghiệm quy định trong 7.4.6.

**Bảng 8 – Thời gian sự cố hồ quang và tiêu chí tính năng**

Giá trị hiệu dụng của dòng điện sự cố hồ quang bên trong kA	Giai đoạn bảo vệ	Thời gian sự cố hồ quang s	Bảo vệ sự cố hồ quang bên trong cấp I	Bảo vệ sự cố hồ quang bên trong cấp II
< 40	1	0,2	Cho phép nứt vỏ bọc và cháy, nhưng tất cả các phần nhô ra cần được giữ trong vùng bảo vệ (containment)	Không có ảnh hưởng bên ngoài nào khác trừ tác động của cơ cấu xả áp suất thích hợp
	2	0,5		Không được vỡ vụn (cháy âm i hoặc cháy thành ngọn lửa được chấp nhận)
≥ 40	1	0,1		Không có ảnh hưởng bên ngoài nào khác trừ tác động của cơ cấu xả áp suất thích hợp
	2	0,3		Không được vỡ vụn (cháy âm i hoặc cháy thành ngọn lửa được chấp nhận)

## 6.10 Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài

### 6.10.1 Quy định chung

Cấp bảo vệ theo TCVN 4255 (IEC 60529) phải được quy định, nếu áp dụng được, cho tất cả các vỏ bọc của máy biến đổi đo lường chứa các phần của mạch điện chính cho phép thâm nhập từ bên ngoài cũng như cho các vỏ bọc dùng cho mạch phụ và/hoặc mạch điều khiển hạ áp thích hợp.

### 6.10.2 Bảo vệ chống tiếp cận của người với các phần nguy hiểm và bảo vệ thiết bị chống thâm nhập của vật rắn từ bên ngoài

Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài cho người chống tiếp cận đến các phần nguy hiểm của mạch điện chính, mạch điều khiển và/hoặc mạch phụ phải được chỉ ra theo các ký hiệu quy định trong TCVN 4255 (IEC 60529).

## **TCVN 11845-1:2017**

Chữ số đặc trưng thứ nhất chỉ ra cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài cho người, cũng như bảo vệ máy biến đổi đo lường bên trong vỏ bọc chống sự thâm nhập của vật rắn bên ngoài.

TCVN 4255 (IEC 60529) quy định chi tiết về đối tượng mà sẽ "không thâm nhập được" vào vỏ bọc đối với từng cấp bảo vệ. Thuật ngữ "không thâm nhập được" có nghĩa là các vật rắn từ bên ngoài sẽ không thể lọt hoàn toàn vào vỏ bọc hoặc phần cơ thể người và vật được cầm nắm bởi người cũng sẽ không lọt được vào vỏ bọc hoặc, nếu lọt được vào cũng sẽ ở khoảng cách đủ và không chạm được đến phần nguy hiểm.

**CHÚ THÍCH:** Nhìn chung cấp bảo vệ người chống tiếp cận đến phần nguy hiểm của mạch chính hoặc mạch điều khiển hoặc mạch phụ của máy biến đổi, và bảo vệ máy biến đổi chống sự thâm nhập của vật rắn bên ngoài có thể được cung cấp bằng các bảo vệ bao quanh máy biến đổi đo lường, ví dụ hàng rào của trạm điện, tòa nhà, vỏ bọc dạng môđun và tương tự. Có thể yêu cầu bảo vệ thêm toàn bộ hoặc một phần bằng đặc trưng của máy biến đổi.

### **6.10.3 Bảo vệ chống thâm nhập của nước**

Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài chống sự thâm nhập của nước phải được chỉ thị bằng ký hiệu quy định trong TCVN 4255 (IEC 60529).

Chữ số đặc trưng thứ hai chỉ ra cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài liên quan đến ảnh hưởng nguy hiểm của nước, từ bản thân khí quyển hoặc từ các nguồn khác.

### **6.10.4 Máy biến đổi đo lường sử dụng trong nhà**

Đối với máy biến đổi đo lường dùng cho lắp đặt trong nhà, không quy định cấp bảo vệ chống sự thâm nhập có hại của nước theo chữ số đặc trưng thứ hai trong mã IP (chữ số đặc trưng thứ hai X).

Cấp bảo vệ tối thiểu khuyến cáo cho vỏ bọc của mạch điều khiển hạ áp và/hoặc mạch phụ của máy biến đổi đo lường sử dụng trong nhà là IP20 theo TCVN 4255 (IEC 60529). Yêu cầu này không áp dụng với hệ thống lắp đặt mà con người khi muốn tiếp cận đến máy biến đổi trước tiên phải ngắt điện máy biến đổi đo lường và làm cho máy trở nên an toàn thông qua một số phương tiện được điều khiển (ví dụ khóa liên động, bản hướng dẫn vận hành, v.v.). Trong trường hợp này, việc cần thiết phải có các biện pháp an toàn bên ngoài như vậy đối với máy biến đổi đo lường cần được quy định rõ ràng trong tài liệu của sản phẩm.

### **6.10.5 Máy biến đổi đo lường sử dụng ngoài trời**

Cấp bảo vệ tối thiểu khuyến cáo cho vỏ bọc của mạch điện điều khiển hạ áp và/hoặc mạch phụ đối với máy biến đổi đo lường sử dụng ngoài trời là IP44 theo TCVN 4255 (IEC 60529).

Máy biến đổi đo lường dùng cho lắp đặt ngoài trời có đặc trưng bảo vệ bổ sung chống mưa và các điều kiện thời tiết khác phải được quy định bằng chữ cái phụ W đặt sau chữ số đặc trưng thứ hai hoặc sau chữ cái bổ sung, nếu có.

### 6.10.6 Bảo vệ thiết bị chống tác động cơ khí trong điều kiện vận hành bình thường

Vỏ bọc của máy biến đổi đo lường phải đủ độ bền cơ.

Các thử nghiệm tương ứng được quy định trong 7.2.7.2. Sự cách điện không phải chịu thử nghiệm va đập.

Đối với lắp đặt trong nhà, mức bảo vệ khuyến cáo chống ảnh hưởng của va đập cơ khí là mức va đập IK7 theo IEC 62262.

Đối với lắp đặt ngoài trời mà không có bảo vệ cơ bổ sung, người sử dụng có thể quy định mức va đập cao hơn.

## 6.11 Tương thích điện từ (EMC)

### 6.11.1 Quy định chung

EMC là khả năng thiết bị hoặc hệ thống hoạt động thỏa đáng trong môi trường điện từ mà không gây ra nhiễu điện từ đáng kể cho các thiết bị hoặc hệ thống khác trong môi trường đó [IEV 161-01-07].

Đối với máy biến đổi đo lường, quy định các yêu cầu và thử nghiệm EMC dưới đây:

- Yêu cầu phát xạ (Điện áp nhiễu tần số radio - RIV). Áp dụng cho các phần điện áp cao của thiết bị.
- Yêu cầu miễn nhiễm. Chỉ áp dụng cho phần điện từ của thiết bị.
- Yêu cầu quá điện áp truyền dẫn (thử nghiệm đặc biệt).

### 6.11.2 Yêu cầu đối với điện áp nhiễu tần số radio (RIV)

Yêu cầu RIV áp dụng cho máy biến đổi đo lường có  $U_m \geq 123$  kV được lắp đặt trong các trạm điện cách điện bằng không khí.

Điện áp nhiễu tần số radio không được vượt quá  $2\,500\ \mu\text{V}$  ở  $1,1\ U_m/\sqrt{3}$ .

CHÚ THÍCH: Yêu cầu này nhằm đáp ứng một số các quy định kỹ thuật về tương thích điện từ.

### 6.11.3 Yêu cầu miễn nhiễm

Yêu cầu và thử nghiệm miễn nhiễm điện từ chỉ quy định cho các phần của máy biến đổi đo lường chứa các linh kiện điện từ chủ động.

Xem tiêu chuẩn sản phẩm cụ thể IEC 61869-9 để có thông tin chi tiết.

### 6.11.4 Yêu cầu quá điện áp truyền dẫn

Các yêu cầu này áp dụng cho máy biến đổi đo lường có  $U_m \geq 72,5$  kV.

Quá điện áp phát ra từ đầu nối sơ cấp đến đầu nối thứ cấp không được vượt quá các giá trị cho trong Bảng 9, trong các điều kiện thử nghiệm và điều kiện đo mô tả trong 7.4.4.

**TCVN 11845-1:2017**

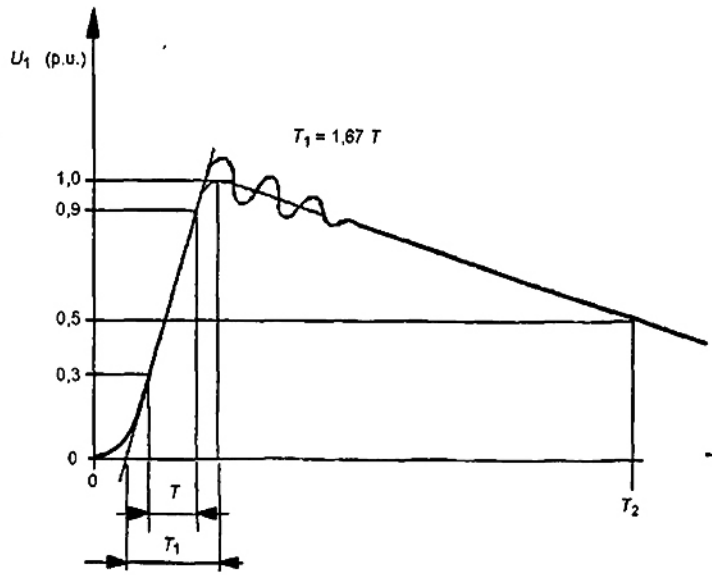
Yêu cầu xung kiểu A áp dụng cho máy biến đổi đo lường dùng cho cụm đóng cắt cách điện bằng khí, còn yêu cầu xung kiểu B áp dụng cho máy biến đổi đo lường lắp đặt trong cụm đóng cắt có vỏ bọc kim loại cách điện bằng khí (GIS). Các xung kiểu A và B được mô tả trên Hình 3.

Các giới hạn đỉnh quá điện áp truyền dẫn được cho trong Bảng 9 và được đo theo các phương pháp quy định trong 7.4.4 cần đảm bảo bảo vệ đủ cho thiết bị điện tử được nối với cuộn thứ cấp.

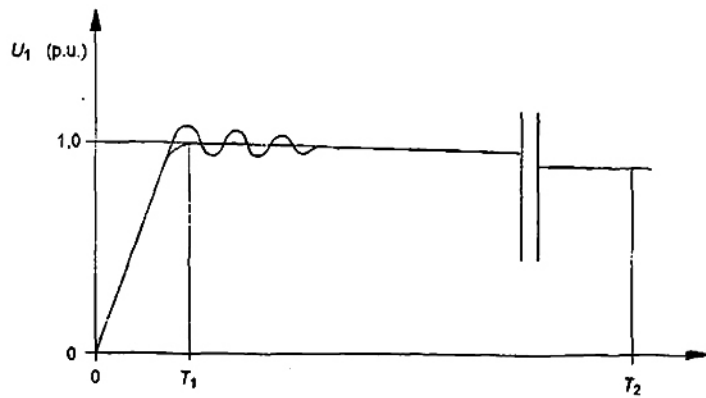
**Bảng 9 – Giới hạn quá điện áp truyền dẫn**

Kiểu xung	A	B
Giá trị đỉnh của điện áp đặt ( $U_p$ )	$1,6 \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times U_m$	$1,6 \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times U_m$
Đặc tính dạng sóng:		
- thời gian sườn trước quy ước ( $T_1$ )	$0,50 \mu s \pm 20 \%$	-
- thời gian đến nửa giá trị ( $T_2$ )	$\geq 50 \mu s$	-
- thời gian sườn trước ( $T_1$ )	-	$10 \text{ ns} \pm 20 \%$
- độ dài đuôi sóng ( $T_2$ )	-	$> 100 \text{ ns}$
Giới hạn giá trị đỉnh quá điện áp truyền dẫn ( $U_s$ )	1,6 kV	1,6 kV
CHÚ THÍCH 1: Đặc tính dạng sóng được đại diện bởi dao động điện áp do thao tác đóng cắt.		
CHÚ THÍCH 2: Xem Hình 3.		





Dạng sóng A



Dạng sóng B

Hình 3 – Phép đo quá điện áp truyền dẫn – Dạng sóng xung thử nghiệm

### 6.12 Ăn mòn

Cần thực hiện các lưu ý chống ăn mòn thiết bị trong tuổi thọ vận hành.

Tất cả các phần có bulông và ren của mạch chính và vỏ bọc phải dễ dàng tháo ra được.

Ăn mòn điện hóa của các vật liệu tiếp xúc với nhau phải được xem xét vì chúng có thể dẫn đến việc giảm độ kín.

Oxy hóa có thể được coi như hình thức tự bảo vệ chống ăn mòn.

Hình thức bên ngoài vẫn phải ở mức chấp nhận được.

**6.13 Ghi nhãn**

Tất cả các máy biến đổi đo lường tối thiểu phải có các thông tin sau:

- a) tên nhà chế tạo hoặc nhãn khác để có thể dễ dàng nhận biết nhà chế tạo;
- b) năm chế tạo và số seri hoặc mã hiệu kiểu, ưu tiên cả hai,
- c) tần số danh định;
- d) điện áp cao nhất của thiết bị;
- e) mức cách điện danh định;
- f) cấp nhiệt độ;
- g) khối lượng tính bằng kg (khi  $\geq 25$ );
- h) phân loại các yêu cầu về cơ (đối với  $U_m \geq 72$  kV).

CHÚ THÍCH: Hai mục d) và e) có thể kết hợp lại trong một ghi nhãn (ví dụ 72,5/140/325 kV).

Tất cả các thông tin phải được ghi nhãn theo cách bên trên bản thân máy biến đổi đo lường hoặc trên tấm thông số được gắn chắc chắn với máy.

Ngoài ra, các thông tin dưới đây cũng cần được ghi nhãn:

- i) cấp cách điện nếu không phải cấp A;

CHÚ THÍCH: Nếu sử dụng một vài cấp cách điện thì cần chỉ ra cấp nào sẽ giới hạn độ tăng nhiệt của các cuộn dây. Trên máy biến đổi có nhiều hơn một cuộn dây thứ cấp thì việc sử dụng từng cuộn dây và các đầu nối tương ứng của chúng cần được chỉ ra.

- j) tất cả các chỉ dẫn liên quan đến đặc tính đo (xem tiêu chuẩn cụ thể);
- k) kiểu môi chất cách điện;
- l) áp suất nạp danh định;
- m) áp suất hoạt động tối thiểu;
- n) thể tích (hoặc khối lượng) môi chất cách điện chứa trong máy biến đổi đo lường.

**6.14 Nguy hiểm cháy**

Xem Phụ lục C.

## **7 Các thử nghiệm**

### **7.1 Quy định chung**

#### **7.1.1 Phân loại thử nghiệm**

Các thử nghiệm quy định trong tiêu chuẩn này được phân loại như sau:

- Thử nghiệm điển hình: thử nghiệm được thực hiện trên thiết bị nhằm chứng tỏ tất cả các thiết bị được chế tạo theo cùng các quy định kỹ thuật phù hợp với các yêu cầu không đề cập trong thử nghiệm thường xuyên.
- Thử nghiệm thường xuyên: thử nghiệm mà từng thiết bị phải chịu. Các thử nghiệm thường xuyên nhằm mục đích phát hiện khiếm khuyết của chế tạo. Các thử nghiệm này không làm giảm đặc tính và độ tin cậy của đối tượng thử nghiệm.
- Thử nghiệm đặc biệt: Thử nghiệm không phải thử nghiệm điển hình hay thử nghiệm thường xuyên, theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua.
- Thử nghiệm mẫu: Thử nghiệm điển hình hoặc thử nghiệm đặt biệt được chọn để thực hiện trên một hoặc nhiều máy biến đổi đo lường trong lô sản phẩm quy định.

#### **7.1.2 Danh mục thử nghiệm**

Danh mục thử nghiệm được cho trong Bảng 10.

Bảng 10 – Danh mục các thử nghiệm

Thử nghiệm	Điều
<b>Thử nghiệm điển hình</b>	<b>7.2</b>
Thử nghiệm độ tăng nhiệt	7.2.2
Thử nghiệm điện áp xung trên đầu nối sơ cấp	7.2.3
Thử nghiệm ướt trên máy biến đổi lắp đặt ngoài trời	7.2.4
Thử nghiệm tương thích điện từ	7.2.5
Thử nghiệm độ chính xác	Xem tiêu chuẩn yêu cầu cụ thể
Kiểm tra xác nhận cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài	7.2.7
Thử nghiệm độ kín của vỏ ngoài ở nhiệt độ môi trường	7.2.8
Thử nghiệm áp suất đối với vỏ ngoài	7.2.9
<b>Thử nghiệm thường xuyên</b>	<b>7.3</b>
Thử nghiệm chịu điện áp tần số nguồn trên đầu nối sơ cấp	7.3.1
Đo phóng điện cục bộ	7.3.2
Thử nghiệm chịu điện áp tần số nguồn giữa các phân đoạn	7.3.3
Thử nghiệm chịu điện áp tần số nguồn trên các đầu nối thứ cấp	7.3.4
Thử nghiệm độ chính xác	7.3.5
Kiểm tra ghi nhãn	7.3.6
Thử nghiệm độ kín của vỏ ngoài ở nhiệt độ môi trường	7.3.7
Thử nghiệm áp suất đối với vỏ ngoài	7.3.8
<b>Thử nghiệm đặc biệt</b>	<b>7.4</b>
Thử nghiệm chịu thử điện áp xung cắt trên các đầu nối sơ cấp	7.4.1
Thử nghiệm nhiễu xung cắt trên các đầu nối sơ cấp	7.4.2
Đo điện dung và hệ số tổn thất điện môi	7.4.3
Thử nghiệm quá điện áp truyền dẫn	7.4.4
Thử nghiệm cơ	7.4.5
Thử nghiệm sự cố hồ quang bên trong	7.4.6
Thử nghiệm độ kín của vỏ ngoài ở nhiệt độ thấp và nhiệt độ cao	7.4.7
Thử nghiệm điểm ngưng tụ của khí	7.4.8
Thử nghiệm ăn mòn	7.4.9
Thử nghiệm nguy hiểm cháy	7.4.10
<b>Thử nghiệm mẫu</b>	<b>7.5</b>

Đối với thử nghiệm máy biến đổi đo lường cách điện bằng khí, kiểu khí và áp suất khí phải theo Bảng 11.

**Bảng 11 – Kiểu khí và áp suất trong các thử nghiệm điển hình, thử nghiệm thường xuyên và thử nghiệm đặc biệt**

Thử nghiệm	Kiểu khí	Áp suất
Điện môi	Môi chất tương tự như trong vận hành	Áp suất làm việc tối thiểu
RIV <sup>a</sup>		
Độ chính xác		
Độ tăng nhiệt		
Hồ quang bên trong	Môi chất tương tự như trong vận hành	Áp suất nạp danh định
Ngắn mạch		
Cơ		
Độ kín		
Điểm ngưng tụ		
Quá điện áp truyền dẫn	Không áp dụng	Giảm áp suất

<sup>a</sup> Máy biến đổi cách điện bằng khí được lắp trên GIS, không áp dụng thử nghiệm ướt và thử nghiệm RIV.

### 7.1.3 Trình tự thử nghiệm

Sau khi máy biến đổi đo lường chịu các thử nghiệm điển hình về điện môi trong 7.2, nó phải chịu tất cả các thử nghiệm thường xuyên trong 7.3.

Đối với các kiểu máy biến đổi đo lường khác nhau, xem tiêu chuẩn sản phẩm cụ thể đối với trình tự thử nghiệm thêm và thử nghiệm thường xuyên.

Nếu các thử nghiệm đặc biệt phải được thực hiện thì chúng có thể có ảnh hưởng đến trình tự thử nghiệm.

## 7.2 Thử nghiệm điển hình

### 7.2.1 Quy định chung

Tất cả các thử nghiệm điển hình phải được thực hiện trên cùng một máy biến đổi đo lường trừ khi có quy định khác.

Tất cả các thử nghiệm điển hình được thực hiện trên tối đa hai mẫu.

**CHÚ THÍCH:** Thử nghiệm điển hình cũng có thể được coi là có hiệu lực nếu được thực hiện trên máy biến đổi có sai khác nhỏ về kết cấu so với máy biến đổi đo lường đang xem xét. Sai khác này cần được thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua.

Tất cả các thử nghiệm điển hình phải được thực hiện ở nhiệt độ môi trường từ 10 °C đến 30 °C.

**7.2.1.1 Thông tin nhận biết mẫu**

Nhà chế tạo phải nộp cho phòng thử nghiệm bản vẽ và các dữ liệu khác chứa đầy đủ thông tin để nhận biết rõ ràng, theo kiểu loại, các chi tiết và bộ phận thiết yếu của thiết bị cần thử nghiệm. Từng bản vẽ hoặc dữ liệu phải có số tham khảo duy nhất và chứa nội dung rằng nhà chế tạo đảm bảo các bản vẽ và dữ liệu thể hiện đúng thiết bị cần thử nghiệm.

Sau khi hoàn thành việc kiểm tra, các bản vẽ chi tiết và dữ liệu khác phải được đưa trả lại nhà chế tạo cất giữ.

Nhà chế tạo phải giữ các bản thiết kế chi tiết của tất cả các bộ phận hợp thành của thiết bị được thử nghiệm và phải đảm bảo chúng có thể được nhận biết từ các thông tin chứa trong bản vẽ và dữ liệu đó.

CHÚ THÍCH 1: Nhà chế tạo mà hệ thống sản phẩm của họ đã được chứng nhận phù hợp với ISO 9001 đáp ứng các yêu cầu nêu trên.

Phòng thử nghiệm phải kiểm tra bản vẽ và dữ liệu đã thể hiện đầy đủ các chi tiết và bộ phận thiết yếu của thiết bị cần thử nghiệm, nhưng không có trách nhiệm đối với sự chính xác của các thông tin này.

Bản vẽ hoặc dữ liệu cụ thể mà nhà chế tạo cần đưa đến cho phòng thử nghiệm để nhận biết các chi tiết và bộ phận thiết yếu phải được quy định trong các tiêu chuẩn liên quan.

CHÚ THÍCH 2: Một thử nghiệm điển hình riêng rẽ nào đó không nhất thiết phải được lặp lại khi có sự thay đổi về kết cấu, nếu nhà chế tạo chứng tỏ rằng sự thay đổi này không ảnh hưởng đến kết quả của thử nghiệm điển hình đó.

Phụ lục A đưa ra danh mục các bản vẽ cần nộp cho phòng thử nghiệm.

**7.2.1.2 Thông tin cần có trong báo cáo thử nghiệm điển hình**

Kết quả của tất cả các thử nghiệm điển hình phải được ghi lại trong báo cáo thử nghiệm điển hình bao gồm:

a) Hồ sơ nhận biết như quy định trong 7.2.1.1 và Phụ lục A.

b) Bố trí thử nghiệm:

chi tiết về bố trí thử nghiệm (kể cả sơ đồ mạch thử nghiệm);

chi tiết chung của kết cấu đỡ của cơ cấu được sử dụng trong thử nghiệm;

ảnh chụp để minh họa tình trạng của thiết bị trước và sau thử nghiệm.

c) Dữ liệu thử nghiệm để chứng tỏ sự phù hợp với quy định kỹ thuật:

chương trình thử nghiệm;

báo cáo các đại lượng thử nghiệm trong mỗi thử nghiệm, như quy định trong tiêu chuẩn liên quan;

nội dung về đáp ứng của thiết bị trong các thử nghiệm, tình trạng của chúng sau các thử nghiệm và,

nếu áp dụng, bộ phận bất kỳ được làm mới hoặc ổn định lại trong quá trình thử nghiệm;

kết luận.

## 7.2.2 Thử nghiệm độ tăng nhiệt

Thử nghiệm phải được thực hiện để chứng tỏ sự phù hợp với 6.4.

Đối với thử nghiệm này, máy biến đổi phải được lắp theo cách đại diện cho lắp đặt trong vận hành.

Độ tăng nhiệt của cuộn dây phải, nếu khả thi, được đo bằng phương pháp tăng điện trở, nhưng đối với các cuộn dây có điện trở rất thấp thì có thể sử dụng nhiệt ngẫu.

Độ tăng nhiệt của các bộ phận không phải cuộn dây có thể được đo bằng nhiệt kế hoặc nhiệt ngẫu.

Máy biến đổi đo lường phải được coi là đạt đến nhiệt độ ổn định khi tốc độ tăng nhiệt không lớn hơn 1 K/h.

Để nhận biết thành phần chính bất kỳ để thực hiện phép đo nhiệt độ trên nó và các thông tin thêm liên quan đến bố trí thử nghiệm và quy trình thử nghiệm, xem các tiêu chuẩn sản phẩm liên quan.

## 7.2.3 Thử nghiệm điện áp chịu xung trên các đầu nối sơ cấp

### 7.2.3.1 Quy định chung

Thử nghiệm xung phải được thực hiện theo TCVN 6099-1 (IEC 60060-1) và, nếu cần, theo tiêu chuẩn riêng cho máy biến đổi đo lường liên quan.

Khung, vỏ (nếu có) và lõi (nếu được dự kiến nối đất) và tất cả các đầu nối của hệ thống thứ cấp phải được nối đất.

Các thử nghiệm xung nhìn chung bao gồm việc đặt điện áp tại các mức điện áp chuẩn và danh định. Điện áp xung chuẩn phải nằm trong khoảng từ 50 % đến 75 % điện áp chịu xung danh định. Giá trị đỉnh và dạng sóng của xung phải được ghi lại.

Bảng chứng về hình dạng điện áp do thử nghiệm có thể thấy bằng sự thay đổi dạng sóng ở cả điện áp chịu xung chuẩn và điện áp chịu xung danh định.

Cải thiện việc phát hiện hỏng có thể thực hiện bằng cách ghi lại (các) dòng điện chạm đất để bổ sung cho báo cáo về điện áp.

Điện áp thử nghiệm phải có giá trị thích hợp, cho trong Bảng 2 tùy thuộc vào điện áp cao nhất của thiết bị và mức cách điện quy định.

### 7.2.3.2 Thử nghiệm điện áp xung sét trên các đầu nối sơ cấp

#### 7.2.3.2.1 Máy biến đổi đo lường có $U_m < 300$ kV

Thử nghiệm phải được thực hiện với cả cực tính dương và âm. Phải đặt 15 xung liên tiếp của từng cực tính, chưa được hiệu chỉnh theo điều kiện khí quyển.

Quy trình thử nghiệm B dưới đây của TCVN 6099-1 (IEC 60060-1), được hiệu chỉnh đối với thiết bị HV có cách điện tự phục hồi và không tự phục hồi, là quy trình thử nghiệm ưu tiên. Máy biến đổi đo lường phải được coi là đạt các thử nghiệm xung đối với từng cực tính nếu đáp ứng các điều kiện sau:

## TCVN 11845-1:2017

- mỗi loạt (+ hoặc -) có tối thiểu 15 xung;
- không được xảy ra phóng điện đánh thủng trên cách điện không tự phục hồi. Điều này được khẳng định bằng 5 lần chịu xung liên tiếp theo sau phóng điện đánh thủng cuối cùng.
- số lần phóng điện đánh thủng không được vượt quá hai trong mỗi loạt.

Quy trình này dẫn đến số lượng lớn nhất có thể có là 25 xung trên mỗi loạt.

Không được có bằng chứng cho thấy hỏng cách điện (ví dụ thay đổi dạng sóng của các đại lượng ghi lại được trong thử nghiệm thường xuyên đóng vai trò là các thử nghiệm kiểm tra).

Nếu xảy ra phóng điện đánh thủng và bằng chứng không thể đưa ra trong thử nghiệm là phóng điện đánh thủng đó là ở trên cách điện tự phục hồi thì máy biến đổi đo lường phải được tháo ra và kiểm tra sau khi hoàn thành loạt thử nghiệm điện môi. Nếu quan sát thấy có hỏng cách điện không tự phục hồi thì máy biến đổi đo lường phải được xem là không đạt thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Việc đặt 15 xung âm và 15 xung dương được quy định đối với thử nghiệm cách điện bên ngoài. Nếu các thử nghiệm khác được thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua để kiểm tra cách điện bên ngoài thì số lượng xung sét có thể giảm xuống còn ba trên mỗi cực tính, chưa qua hiệu chỉnh theo điều kiện khí quyển.

### 7.2.3.2.2 Máy biến đổi đo lường có $U_m \geq 300$ kV

Thử nghiệm phải được thực hiện với cả hai cực tính âm và dương. Phải đặt ba xung liên tiếp ở mỗi cực tính, chưa qua hiệu chỉnh điều kiện khí quyển.

Máy biến đổi phải được coi là đạt thử nghiệm nếu:

- không xảy ra phóng điện đánh thủng;
- không có bằng chứng khác về hỏng cách điện (ví dụ thay đổi dạng sóng của các đại lượng ghi lại được trong thử nghiệm thường xuyên đóng vai trò là các thử nghiệm kiểm tra).

### 7.2.3.3 Thử nghiệm điện áp xung đóng cắt

#### 7.2.3.3.1 Quy định chung

Thử nghiệm phải được thực hiện với cực tính dương. Phải đặt mười lăm xung liên tiếp, được hiệu chỉnh theo điều kiện khí quyển.

Đối với máy biến đổi lắp đặt ngoài trời, thử nghiệm phải được thực hiện trong các điều kiện ướt. Quy trình làm ướt phải theo TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

Quy trình thử nghiệm B dưới đây của TCVN 6099-1 (IEC 60060-1), được hiệu chỉnh đối với thiết bị HV có cách điện tự phục hồi và không tự phục hồi, là quy trình thử nghiệm ưu tiên. Máy biến đổi đo lường phải được coi là đạt các thử nghiệm xung nếu đáp ứng các điều kiện sau:

- thử nghiệm có tối thiểu 15 xung;



- không được xảy ra phóng điện đánh thủng trên cách điện không tự phục hồi. Điều này được khẳng định bằng 5 lần chịu xung liên tiếp theo sau phóng điện đánh thủng cuối cùng.
- số lần phóng điện đánh thủng không được vượt quá hai.

Quy trình này dẫn đến số lượng lớn nhất có thể có là 25 xung.

Không được có bằng chứng cho thấy hỏng cách điện (ví dụ thay đổi dạng sóng của các đại lượng ghi lại được).

Nếu xảy ra phóng điện đánh thủng và bằng chứng không thể đưa ra trong thử nghiệm là phóng điện đánh thủng đó là ở trên cách điện tự phục hồi thì máy biến đổi đo lường phải được tháo ra và kiểm tra sau khi hoàn thành loạt thử nghiệm điện môi. Nếu quan sát thấy có hỏng cách điện không tự phục hồi thì máy biến đổi đo lường phải được xem là không đạt thử nghiệm.

Bỏ qua các xung có phóng điện bề mặt đến tường hoặc trần của phòng thử nghiệm.

#### 7.2.4 Thử nghiệm ướt đối với máy biến đổi lắp đặt ngoài trời

Quy trình làm ướt phải theo TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

Đối với máy biến đổi có  $U_m < 300$  kV, thử nghiệm phải được thực hiện với điện áp tần số nguồn có giá trị thích hợp cho trong Bảng 2 tùy thuộc vào điện áp cao nhất của thiết bị áp dụng các hiệu chỉnh theo điều kiện khí quyển.

Đối với máy biến đổi có  $U_m \geq 300$  kV, thử nghiệm phải được thực hiện với điện áp xung đóng cắt cực tính dương, có giá trị thích hợp cho trong Bảng 2 tùy thuộc vào điện áp cao nhất của thiết bị và mức cách điện danh định.

#### 7.2.5 Thử nghiệm tương thích điện từ (EMC)

##### 7.2.5.1 Thử nghiệm RIV

Vì mức điện áp nhiễu tần số radio có thể bị ảnh hưởng bởi các sợi hoặc bụi bám trên cách điện, cho phép lau cách điện bằng miếng vải sạch trước khi thực hiện phép đo.

Quy trình thử nghiệm phải như sau:

Máy biến đổi được lắp đầy đủ phụ kiện phải ở tình trạng khô và sạch và ở nhiệt độ xấp xỉ nhiệt độ của phòng thử nghiệm nơi thực hiện các thử nghiệm.

Thử nghiệm cần được thực hiện trong các điều kiện khí quyển sau:

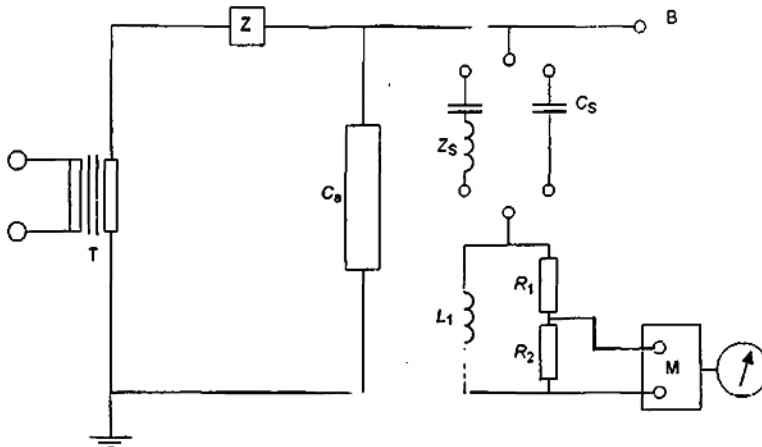
- Nhiệt độ: từ 10 °C đến 30 °C;
- Áp suất: từ  $0,870 \times 10^5$  Pa đến  $1,070 \times 10^5$  Pa;
- Độ ẩm tương đối: từ 45 % đến 75 %.

## TCVN 11845-1:2017

CHÚ THÍCH 1: Không áp dụng hệ số hiệu chỉnh đối với điều kiện khí quyển theo TCVN 6099-1 (IEC 60060-1) cho các thử nghiệm nhiễu tần số radio.

Các mối nối thử nghiệm và các đầu nối của chúng không được là nguồn điện áp nhiễu tần số radio.

Che chắn các đầu nối sơ cấp mô phỏng điều kiện làm việc cần được cung cấp để ngăn các phóng điện tạt. Nên sử dụng các đoạn ống với các đầu nối dạng cầu.



### CHÚ DẪN

- T máy biến đổi thử nghiệm
- Ca đối tượng thử nghiệm
- Z bộ lọc
- B đầu nối không có vàng quang
- M thiết bị đo có điện trở vào  $R_M$

$$Z_s + \left( R_1 + \frac{R_2 \cdot R_M}{R_2 + R_M} \right) = 300 \Omega$$

$Z_s, C_s, L_1, R_1, R_2$ : xem TCVN 7379-2 (CISPR 18-2).

Hình 4 – Mạch đo RIV

Điện áp thử nghiệm phải được đặt giữa một trong các đầu nối của cuộn sơ cấp của đối tượng thử nghiệm ( $C_a$ ) và đất. Khung, vỏ (nếu có), lõi (nếu cần được nối đất) và một đầu nối của từng cuộn thứ cấp phải được nối đất.

Mạch đo (xem Hình 4) phải phù hợp với TCVN 7379-2 (CISPR 18-2). Mạch đo phải được ưu tiên điều chỉnh về tần số trong dải từ 0,5 MHz đến 2 MHz, tần số đo được ghi lại. Các kết quả phải được thể hiện bằng micro vôn.

Trở kháng giữa dây dẫn thử nghiệm và đất,  $(Z_s + \left( R_1 + \frac{R_2 \cdot R_M}{R_2 + R_M} \right))$  trên Hình 4 phải bằng  $300 \Omega \pm 40 \Omega$

với góc pha không vượt quá  $20^\circ$  ở tần số đo.

Tụ điện,  $C_s$ , cũng có thể được sử dụng thay cho bộ lọc  $Z_s$  và điện dung 1 000 pF thường là đủ.

CHÚ THÍCH 2: Tụ điện được thiết kế đặc biệt có thể cần thiết để tránh tần số cộng hưởng quá thấp.

Bộ lọc  $Z$  phải có trở kháng cao ở tần số đo để khử ghép nguồn tần số công nghiệp từ mạch đo. Giá trị thích hợp đối với trở kháng này thường là  $10\ 000 \Omega$  đến  $20\ 000 \Omega$  ở tần số đo.

Mức nền của nhiễu tần số radio (nhiều tần số radio gây ra do trường bên ngoài và do máy biến đổi điện áp cao) phải thấp hơn tối thiểu là 6 dB (ưu tiên 10 dB) so với mức nhiễu tần số radio quy định.

CHÚ THÍCH 3: Cần thận trọng để tránh nhiễu gây ra do các đối tượng ở gần đến máy biến đổi đo lường và đến mạch thử nghiệm và mạch đo.

Phương pháp hiệu chuẩn thiết bị đo và mạch đo được cho trong TCVN 7379-2 (CISPR 18-2).

Điện áp trước ứng suất  $1,5 \times U_m / \sqrt{3}$  phải được đặt và duy trì trong 30 s.

Sau đó điện áp phải được giảm xuống còn  $1,1 \times U_m / \sqrt{3}$  trong khoảng 10 s và duy trì ở giá trị này trong 30 s trước khi đo điện áp nhiễu tần số radio.

Máy biến đổi đo lường phải được coi là đạt thử nghiệm nếu mức nhiễu tần số radio ở  $1,1 \times U_m / \sqrt{3}$  phù hợp với 6.11.2.

#### 7.2.5.2 Thử nghiệm miễn nhiễm

Xem IEC 61869-9.

#### 7.2.6 Thử nghiệm độ chính xác

Xem các tiêu chuẩn cụ thể.

#### 7.2.7 Kiểm tra xác nhận cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài

##### 7.2.7.1 Kiểm tra mã IP

Theo các yêu cầu quy định trong 6.10, các thử nghiệm phải được thực hiện theo TCVN 4255 (IEC 60529) trên vỏ bọc của tất cả các bộ phận của thiết bị được lắp ráp hoàn chỉnh như trong các điều kiện vận hành.

### **7.2.7.2 Thử nghiệm va đập cơ khí**

Theo các yêu cầu quy định trong 6.10.6, vỏ bọc phải chịu thử nghiệm va đập. Đặt ba va đập lên các điểm của vỏ bọc có nhiều khả năng là các điểm yếu nhất. Các cơ cấu như bộ nối, màn hiển thị, v.v. không phải chịu thử nghiệm này.

Khuyến cáo sử dụng thiết bị thử nghiệm va đập hoạt động bằng lò xo như định nghĩa trong TCVN 7699-2-75 (IEC 60068-2-75).

Sau thử nghiệm, vỏ bọc phải không được cho thấy có các vết nứt, biến dạng của vỏ bọc không được ảnh hưởng đến chức năng bình thường của máy biến đổi đo lường, và không làm giảm cấp bảo vệ quy định. Các hư hại bề mặt như tróc sơn, nứt gân tản nhiệt hoặc chi tiết tương tự hoặc vết lõm nhỏ có thể được bỏ qua.

### **7.2.8 Thử nghiệm độ kín của vỏ ngoài ở nhiệt độ môi trường**

#### **7.2.8.1 Hệ thống áp suất kín khí**

Thử nghiệm độ kín của vỏ ngoài của máy biến đổi cách điện bằng khí phải phù hợp với các yêu cầu trong 6.2.4.2 và phải được thực hiện trên máy biến đổi hoàn chỉnh ở nhiệt độ môi trường ( $20 \pm 10$ ) °C.

Phương pháp phải là phương pháp tích lũy đối với hệ thống có điều áp kín như quy định trong TCVN 7699-2-17 (IEC 60068-2-17) (phương pháp thử nghiệm 1 của thử nghiệm Qm).

Mọi lỗ hở trên vỏ bọc của máy biến đổi phải được bịt kín bằng cơ cấu gắn kín ban đầu.

Máy biến đổi phải được nạp hỗn hợp khí giống như trong vận hành ở áp suất nạp danh định và ở nhiệt độ môi trường 20 °C.

Độ nhạy của phép đo rò rỉ phải sao cho phát hiện được tốc độ rò rỉ với khoảng 0,25 %/năm.

CHÚ THÍCH 1: Độ nhạy của phép đo rò rỉ thay đổi theo độ nhạy của thiết bị đo rò rỉ, với thể tích đo và với thời gian giữa hai lần đo nồng độ.

Thử nghiệm phải được bắt đầu sau tối thiểu 1 h tính từ khi hoàn thành việc nạp khí cho máy biến đổi đo lường, để lưu lượng rò rỉ được ổn định.

CHÚ THÍCH 2: Thử nghiệm điển hình độ kín khí không cần thiết nếu thử nghiệm thường xuyên độ kín khí được thực hiện sử dụng phương pháp tích lũy (phương pháp thử nghiệm 1 của thử nghiệm Qm).

### **7.2.9 Thử nghiệm áp suất đối với vỏ ngoài**

Đối với máy biến đổi đo lường bọc kim loại, cách điện bằng khí, xem 6.103 của IEC 62271-203.

Đối với cái cách điện của máy biến đổi đo lường cách điện bằng khí, xem IEC 62155 và IEC 61462-2.

### 7.3 Thử nghiệm thường xuyên

#### 7.3.1 Thử nghiệm điện áp chịu thử tần số nguồn trên các đầu nối sơ cấp

Thử nghiệm điện áp chịu thử tần số nguồn phải được thực hiện theo TCVN 6099-1 (IEC 60060-1).

Điện áp thử nghiệm phải có giá trị thích hợp cho trong Bảng 2, tùy thuộc vào điện áp cao nhất của thiết bị. Thời gian thử phải là 60 s, nếu không có quy định khác.

Điện áp thử nghiệm phải đặt vào:

- giữa các đầu nối sơ cấp và đất,
- giữa các đầu nối sơ cấp, nếu áp dụng được.

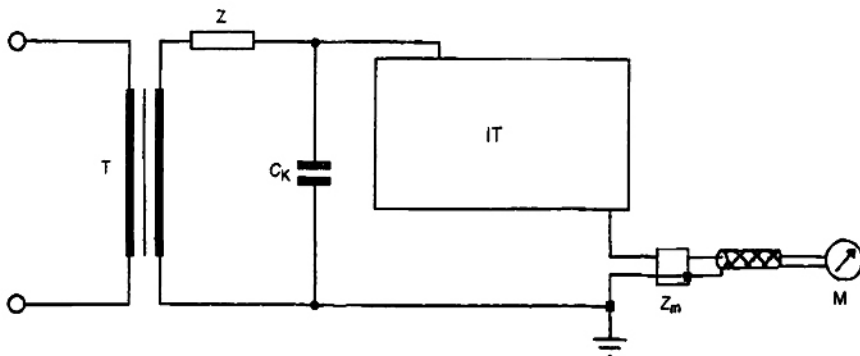
Các đầu nối thứ cấp, khung, vỏ (nếu có) và lõi (nếu có đầu nối đất đặc biệt) phải được nối với đất.

Thử nghiệm tần số nguồn lặp lại trên đầu nối sơ cấp cần được thực hiện ở 80 % điện áp thử nghiệm quy định.

#### 7.3.2 Đo phóng điện cục bộ

##### 7.3.2.1 Mạch thử nghiệm và thiết bị đo

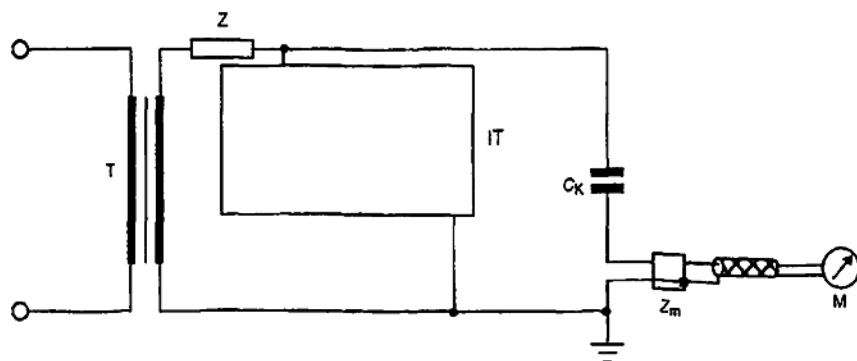
Mạch thử nghiệm và thiết bị đo được sử dụng phải theo TCVN 11472 (IEC 60270). Một số ví dụ về mạch thử nghiệm được cho trên các hình từ Hình 5 đến Hình 7.



#### CHÚ DẪN

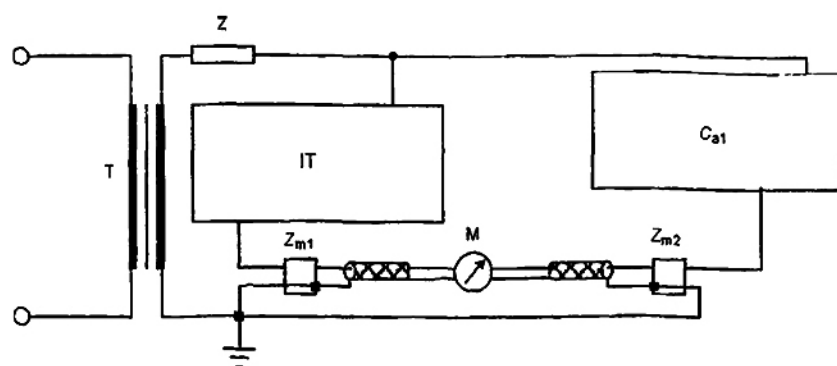
- T máy biến đổi thử nghiệm  
 IT máy biến đổi đo lường cần thử nghiệm  
 C<sub>k</sub> tụ điện ghép nối  
 M thiết bị đo PD  
 Z<sub>m</sub> trở kháng đo  
 Z bộ lọc

Hình 5 – Mạch thử nghiệm cho phép đo phóng điện cục bộ



CHÚ DẪN: xem Hình 5.

Hình 6 – Mạch đo thay thế cho phép đo phóng điện cục bộ



**CHÚ DẪN**

Các ký hiệu như trên Hình 5.

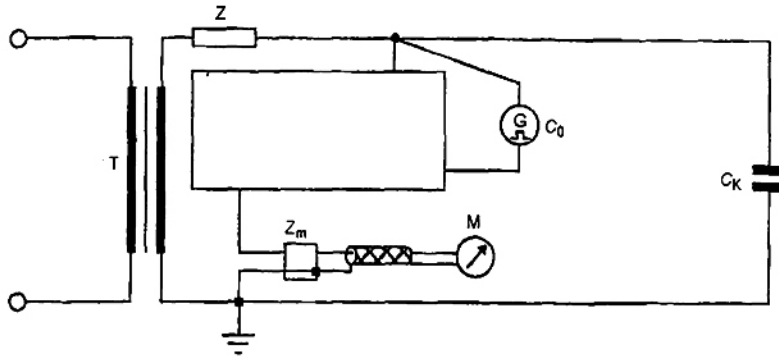
Z bộ lọc (không có nếu  $C_k$  là điện dung của máy biến đổi thử nghiệm)

$C_{a1}$  đối tượng thử nghiệm PD phụ

$Z_{m1}$  và  $Z_{m2}$  các trở kháng đo

Hình 7 – Ví dụ về mạch thử nghiệm cân bằng dùng cho phép đo phóng điện cục bộ

Thiết bị đo được sử dụng phải đo được điện tích biểu kiến  $q$  được tính bằng pico culong (pC). Việc hiệu chỉnh thiết bị phải được thực hiện trong mạch thử nghiệm (xem ví dụ trên Hình 8).



### CHÚ DẪN

Các ký hiệu như trên Hình 5.

G bộ tạo xung có điện dung  $C_0$

T máy biến đổi thử nghiệm dùng cho phép đo phóng điện cục bộ

**Hình 8 – Ví dụ về mạch hiệu chuẩn dùng cho phép đo phóng điện cục bộ**

Thiết bị đo băng rộng phải có độ rộng băng tần tối thiểu là 100 kHz với tần số ngưỡng cắt trên không quá 1,2 MHz.

Thiết bị đo băng hẹp phải có tần số cộng hưởng trong dải từ 0,15 đến 2 MHz. Các giá trị ưu tiên cần nằm trong dải từ 0,5 đến 2 MHz nhưng nếu có thể, phép đo cần được thực hiện ở tần số cho độ nhạy lớn nhất.

Độ nhạy phải cho phép phát hiện mức phóng điện cục bộ 5 pC.

**CHÚ THÍCH 1:** Tạp phải đủ thấp so với độ nhạy. Các xung được biết là được tạo ra từ các nhiễu bên ngoài có thể được bỏ qua.

**CHÚ THÍCH 2:** Để triệt tạp từ bên ngoài, mạch điện thử nghiệm cân bằng (xem Hình 7) là thích hợp.

**CHÚ THÍCH 3:** Khi sử dụng xử lý điện tử và phục hồi tín hiệu để giảm tạp nền, điều này có thể được chứng tỏ bằng cách thay đổi các tham số để cho phép phát hiện các xung xuất hiện lặp lại.

#### 7.3.2.2 Quy trình thử nghiệm phóng điện cục bộ

Sau khi xử lý trước được thực hiện theo quy trình A hoặc B, điện áp thử nghiệm phóng điện cục bộ quy định trong Bảng 3 được đạt đến, và các mức phóng điện cục bộ tương ứng được đo trong vòng 30 s.

Phóng điện cục bộ đo được không được vượt quá các giới hạn quy định trong Bảng 3.

Quy trình A: điện áp thử nghiệm phóng điện cục bộ đạt đến trong khi giảm điện áp sau thử nghiệm chịu thử tần số nguồn.

## **TCVN 11845-1:2017**

Quy trình B: thử nghiệm phóng điện cục bộ được thực hiện sau thử nghiệm chịu thử tần số nguồn. Điện áp đặt được tăng lên đến 80 % điện áp chịu thử tần số nguồn, được giữ trong thời gian không ít hơn 60 s, sau đó giảm nhưng không ngắt điện áp thử nghiệm phóng điện cục bộ quy định.

Nếu không có quy định khác, việc chọn quy trình thử nghiệm được nhà chế tạo thực hiện. Phương pháp thử nghiệm được sử dụng phải được thể hiện trong báo cáo thử nghiệm.

### **7.3.3 Thử nghiệm điện áp chịu thử tần số nguồn giữa các phân đoạn**

Thử nghiệm này áp dụng cho máy biến đổi đo lường có nhiều hơn một phân đoạn.

Điện áp thử nghiệm theo 5.3.4 phải được đặt trong 60 s lần lượt giữa các đầu nối được ngắn mạch của từng phân đoạn.

Khung, vỏ (nếu có), lõi (nếu có đầu nối đất đặc biệt) và các đầu nối của tất cả các đầu nối khác hoặc các phân đoạn khác phải được nối với nhau và với đất.

### **7.3.4 Thử nghiệm chịu điện áp tần số nguồn trên các đầu nối thứ cấp**

Điện áp thử nghiệm theo 5.3.5 phải được đặt vào trong 60 s lần lượt giữa các đầu nối được ngắn mạch của từng cuộn dây và đất.

Khung, vỏ (nếu có), lõi (nếu có đầu nối đất đặc biệt) và các đầu nối của tất cả các đầu nối khác phải được nối với nhau và với đất.

### **7.3.5 Thử nghiệm độ chính xác**

Xem các tiêu chuẩn cụ thể.

### **7.3.6 Kiểm tra ghi nhãn**

Phải kiểm tra xem tấm nhãn và ghi nhãn đầu nối có đúng không.

### **7.3.7 Thử nghiệm độ kín của vỏ ngoài ở nhiệt độ môi trường**

#### **7.3.7.1 Hệ thống áp suất kín khí**

Thử nghiệm độ kín của vỏ ngoài của máy biến đổi cách điện bằng khí phải phù hợp với các yêu cầu trong 6.2.4 và phải được thực hiện trên máy biến đổi hoàn chỉnh ở nhiệt độ môi trường  $(20 \pm 10) ^\circ\text{C}$ .

Phương pháp phải là phương pháp tích lũy đối với hệ thống có điều áp kín như quy định trong TCVN 7699-2-17 (IEC 60068-2-17) (phương pháp thử nghiệm 1 của thử nghiệm Qm). Cho phép sử dụng cơ cấu phát hiện mùi để phát hiện rò rỉ. Nếu rò rỉ được phát hiện bởi cơ cấu phát hiện rò rỉ thì rò rỉ đó phải được định lượng sử dụng phương pháp tích lũy.

Thử nghiệm cần được bắt đầu tối thiểu 1 h sau khi nạp đầy khí, máy biến đổi để đạt đến lưu lượng rò rỉ ổn định.

Độ nhạy của phép đo rò rỉ phải sao cho phát hiện được tốc độ rò rỉ ứng với khoảng 0,25 %/năm.



### 7.3.7.2 Hệ thống chất lỏng

Mục đích của thử nghiệm độ kín khí nhằm chứng tỏ không có rò rỉ.

Đối tượng cần thử nghiệm phải lắp đặt như trong điều kiện vận hành với tất cả các phụ kiện của nó và môi chất bình thường của nó, được lắp sát nhất có thể với điều kiện trong vận hành (tức là khung, cố định, v.v.)

### 7.3.8 Thử nghiệm áp suất đối với vỏ bọc

Xem 7.2.9.

## 7.4 Các thử nghiệm đặc biệt

### 7.4.1 Thử nghiệm chịu điện áp xung cắt trên các đầu nối sơ cấp

Thử nghiệm phải được thực hiện chỉ với cực tính âm và kết hợp với thử nghiệm xung sét cực tính âm theo cách mô tả dưới đây.

Điện áp phải là xung sét tiêu chuẩn như định nghĩa trong TCVN 6099-1 (IEC 60060-1), được cắt giữa 2  $\mu\text{s}$  và 5  $\mu\text{s}$ . Mạch cắt phải được bố trí sao cho lượng quá dao động của cực tính ngược nhau của xung ghi lại được phải được giới hạn ở xấp xỉ 30 % giá trị đỉnh.

Điện áp thử nghiệm của các xung đầy đủ phải có giá trị thích hợp, cho trong Bảng 2 tùy thuộc vào điện áp cao nhất của thiết bị và mức cách điện quy định.

Điện áp thử nghiệm xung cắt phải theo 5.3.3.2.

Trình tự đặt xung phải như sau:

a) đối với máy biến đổi có  $U_m < 300 \text{ kV}$ :

- một xung đầy đủ;
- hai xung cắt (bốn xung cắt đối với máy biến điện áp không nối đất);
- mười bốn xung đầy đủ.

Đối với máy biến điện áp không nối đất, phải đặt vào từng đầu nối hai xung cắt và một nửa trong số mười lăm xung đầy đủ.

b) đối với máy biến đổi có  $U_m \geq 300 \text{ kV}$ :

- một xung đầy đủ;
- hai xung cắt;
- hai xung đầy đủ.

Sự khác nhau về dạng sóng của các lần đặt xung đầy đủ trước và sau các xung cắt là những dấu hiệu của sự cố bên trong.

## TCVN 11845-1:2017

Phóng điện bề mặt trong các xung cắt dọc theo cách điện bên ngoài tự phục hồi phải được bỏ qua khi đánh giá đáp ứng của cách điện.

### 7.4.2 Thử nghiệm xung cắt bội trên đầu nối sơ cấp

Thử nghiệm cần được thực hiện để chứng tỏ sự phù hợp với 6.8.

Thử nghiệm phải được thực hiện bằng cách đặt xung bội cực tính âm cắt sát với đỉnh.

Điện áp thử nghiệm phải được đặt giữa đầu nối sơ cấp (được nối với nhau) và đất đối với CT và giữa các đầu nối điện áp cao sơ cấp và đầu nối đất sơ cấp đối với máy biến điện áp nối đất. Khung, vỏ (nếu có) và lõi (nếu được thiết kế để nối đất) và tất cả các đầu nối của (các) cuộn thứ cấp phải được nối đất.

– Giá trị đỉnh quy định của điện áp thử nghiệm phải bằng 70 % điện áp chịu xung sét danh định. Sườn trước xung của điện áp thử nghiệm cần là sóng 1,2/50  $\mu$ s.

Khoảng thời gian thực của sụt áp, được đo theo TCVN 6099-1 (IEC 60060-1), không được vượt quá 0,5  $\mu$ s và mạch điện phải được bố trí sao cho quá dao động của cực tính ngược nhau của xung ghi lại được phải được giới hạn ở xấp xỉ 30 % điện áp đỉnh.

Phải đặt 600 xung liên tiếp, ở tốc độ xấp xỉ 1 xung/min.

CHÚ THÍCH: Số lượng xung có thể được giảm xuống còn 100 theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua.

Dạng sóng phải được ghi lại khi bắt đầu và kết thúc thử nghiệm, cũng như cứ sau tối thiểu 100 xung.

Tiêu chí đánh giá kết quả cần dựa trên các yêu cầu sau:

- So sánh các điện áp xung ghi lại được khi bắt đầu và cứ sau 100 xung không được cho thấy bằng chứng là có thay đổi bất kỳ nào có thể có phóng điện bên trong;
- Mức phóng điện cục bộ đo được không được vượt quá giá trị cho trong Bảng 3;
- Phép đo điện dung và hệ số tổn thất điện môi được thực hiện trước và sau tối thiểu 24 h từ khi kết thúc thử nghiệm. Kết quả phải giống nhau, ngoại trừ độ không đảm bảo của phương pháp thử nghiệm được sử dụng và ảnh hưởng của các đại lượng không đáng kể có thể có ảnh hưởng đến kết quả (ví dụ nhiệt độ của vật liệu cách điện);
- Việc tăng hàm lượng khí hòa tan trong dầu, được đo 72 h sau thử nghiệm, không được vượt quá các giá trị sau:

- Hydrogen ( $H_2$ ): 20  $\mu$ l/l (mức tối thiểu phát hiện được 3  $\mu$ l/l),
- Metan ( $CH_4$ ): 5  $\mu$ l/l (mức tối thiểu phát hiện được 0,1  $\mu$ l/l),
- Axetylen ( $C_2H_2$ ): 1  $\mu$ l/l (mức tối thiểu phát hiện được 0,1  $\mu$ l/l),

Quy trình lấy mẫu dầu cần theo IEC 60567.

Khi yêu cầu bất kỳ nêu trên không được đáp ứng thì máy biến đổi đo lường được xem là không đạt thử nghiệm này.

#### 7.4.3 Đo điện dung và hệ số tổn thất điện môi

Mục đích chính nhằm kiểm tra độ đồng đều của sản phẩm. Các giới hạn thay đổi cho phép có thể theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua.

Thử nghiệm phải được thực hiện sau thử nghiệm chịu tần số nguồn trên các đầu nối sơ cấp/ Đối với CVT, thử nghiệm này phải được thực hiện cả trước và sau.

Hệ số tổn thất điện môi phụ thuộc vào thiết kế cách điện, và vào cả điện áp và nhiệt độ. Giá trị của nó tại  $U_m/\sqrt{3}$  và ở nhiệt độ môi trường thường không vượt quá 0,005.

Thử nghiệm phải được thực hiện với máy biến đổi đo lường ở nhiệt độ môi trường, giá trị của nó phải được ghi lại.

Giá trị điện dung và hệ số tổn thất điện môi ( $\tan\delta$ ) phải lấy ở tần số danh định và mức điện áp trong dải từ 10 kV đến  $U_m/\sqrt{3}$ .

CHÚ THÍCH: Thử nghiệm hệ số tổn thất điện môi không áp dụng cho máy biến đổi đo lường cách điện bằng khí.

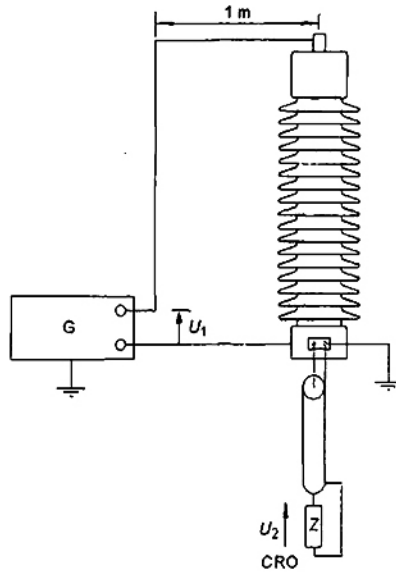
#### 7.4.4 Thử nghiệm quá điện áp truyền dẫn

Thử nghiệm được thực hiện nhằm chứng tỏ phù hợp với 6.11.4.

Phải đặt một xung điện áp thấp ( $U_1$ ) lên một trong các đầu nối sơ cấp và đất (xem Hình 9).

Đối với máy biến đổi đo lường dùng cho GIS, phải đặt xung qua một cáp đồng trục 50  $\Omega$  theo Hình 10. Vỏ của đoạn GIS phải được nối đất như trong vận hành.

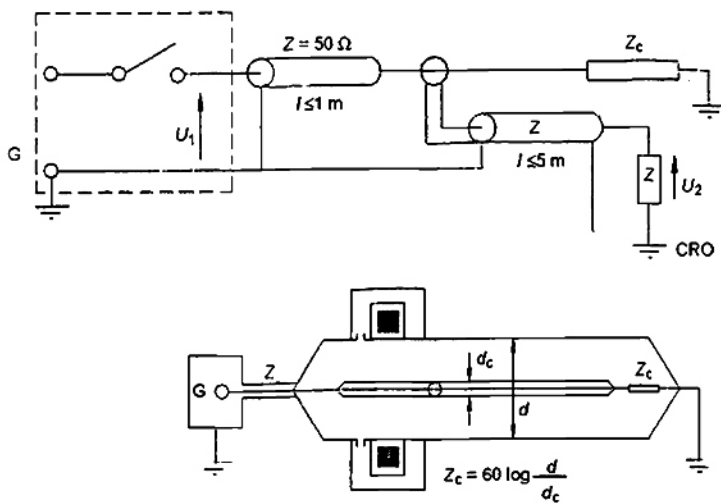
Đối với các ứng dụng khác, mạch thử nghiệm phải như mô tả trên Hình 9.



**CHÚ DẪN**

- G Bộ phát thử nghiệm
- $U_1$  Điện áp thử nghiệm
- $U_2$  Điện áp truyền dẫn
- CRO Máy hiện sóng

**Hình 9 – Phép đo quá điện áp truyền dẫn: cấu hình thử nghiệm chung**



### CHÚ DẪN

- G Bộ phát thử nghiệm  
 Z Phối hợp trở kháng cáp đồng trục 50  $\Omega$   
 CRO Máy hiện sóng  
 $U_1$  Điện áp thử nghiệm  
 $U_2$  Điện áp truyền dẫn  
 Z Trở kháng cáp đồng trục 50  $\Omega$   
 $Z_c$  Tải

### Hình 10 – Phép đo quá điện áp truyền dẫn: mạch thử nghiệm và cấu hình thử nghiệm GIS (CT)

Các đầu nối của (các) cuộn thử cáp được thiết kế để nối đất phải được nối đến khung rồi nối với đất.

Điện áp truyền dẫn ( $U_2$ ) phải được đo tại các đầu nối thử cáp hở mạch qua một trở kháng cáp đồng trục 50  $\Omega$  nối với trở kháng đầu vào 50  $\Omega$  của máy hiện sóng có độ rộng băng tần 100 Hz hoặc cao hơn để đọc được giá trị đỉnh.

CHÚ THÍCH 1: Nhà chế tạo và người mua có thể thỏa thuận phương pháp thử nghiệm khác để thiết bị đo không phải chịu sự xâm nhập không mong muốn.

Nếu máy biến đổi đo lường có nhiều hơn một cuộn thử cáp, phải thực hiện các phép đo liên tiếp trên từng cuộn dây.

Trong trường hợp cuộn thử cáp có các nấc trung gian, chỉ phải thực hiện phép đo trên nấc tương ứng với cuộn dây đầy đủ.

## TCVN 11845-1:2017

Quá điện áp truyền dẫn cuộn thứ cấp ( $U_s$ ) ứng với quá điện áp quy định ( $U_p$ ) đặt vào cuộn sơ cấp phải được tính như sau:

$$U_s = \frac{U_2}{U_1} \times U_p$$

Trong trường hợp có dao động trên các đỉnh, cần vẽ đường cong trung bình, và biên độ cực đại của đường cong này được coi là giá trị đỉnh  $U_1$  dùng để tính quá điện áp truyền dẫn.

CHÚ THÍCH 2: Biên độ và tần số của dao động trên sóng điện áp có thể ảnh hưởng đến điện áp truyền dẫn.

Máy biến đổi đo lường được coi là đạt thử nghiệm này nếu giá trị của quá điện áp truyền dẫn không vượt quá các giới hạn nêu trong Bảng 9.

### 7.4.5 Thử nghiệm về cơ

Thực hiện các thử nghiệm này để chứng tỏ máy biến đổi đo lường có khả năng phù hợp với các yêu cầu quy định trong 6.7.

Máy biến đổi đo lường phải được lắp ráp hoàn chỉnh, được lắp đặt ở tư thế thẳng đứng với khung được cố định chắc chắn.

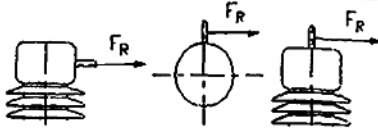
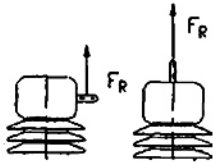
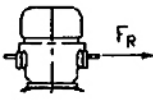
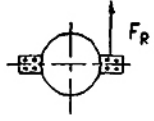
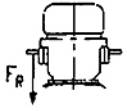
Máy biến đổi đo lường loại ngâm trong chất lỏng phải được nạp môi chất cách điện và phải chịu áp suất làm việc.

Máy biến đổi đo lường loại đứng riêng, có cách điện bằng khí phải được nạp khí hoặc hỗn hợp khí quy định ở áp suất nạp danh định.

Đối với từng điều kiện chỉ ra trong Bảng 12, các tải thử nghiệm phải được tăng đều trong khoảng thời gian từ 30 s đến 90 s đến các giá trị tải thử nghiệm theo Bảng 7. Khi đạt đến giá trị này, tải được duy trì trong tối thiểu 60 s. Trong thời gian này phải đo độ võng. Sau đó nhẹ nhàng lấy tải thử nghiệm ra và phải ghi lại độ võng còn lại.

Máy biến đổi đo lường được coi là đạt thử nghiệm này nếu không có dấu hiệu hỏng (biến dạng, nứt hoặc rò rỉ).

Bảng 12 – Phương thức đặt tải thử nghiệm lên các đầu nối sơ cấp loại nối pha

Loại máy biến đổi đo lường	Phương thức đặt lực	
Có đầu nối điện áp	Nằm ngang	
	Thẳng đứng	
Có đầu nối dòng điện	Nằm ngang đến từng đầu nối	
	Thẳng đứng	
	Thẳng đứng đến từng đầu nối	
Tải thử nghiệm phải đặt lên tâm của đầu nối.		

#### 7.4.6 Thử nghiệm sự cố hồ quang bên trong

Thử nghiệm này được thực hiện nhằm chứng tỏ sự phù hợp với 6.9. Máy biến đổi đo lường phải có tất cả các phụ kiện và phải được lắp để mô phỏng điều kiện vận hành.

Đế của máy biến đổi phải được lắp trên sàn có độ cao tối thiểu 500 mm. Đối với máy biến đổi có cách điện bằng khí, áp suất nạp không được nhỏ hơn áp suất nạp danh định ở 20 °C.

Đối với thử nghiệm sự cố hồ quang bên trong, phải xác định phần chiếm chỗ bao quanh đối tượng cần thử nghiệm đối với các phần nhô ra. Đường kính của vùng này phải bằng đường kính của máy biến đổi (kích thước lớn nhất) cộng với hai lần chiều cao của mẫu, với đường kính tối thiểu là 2 m.

## TCVN 11845-1:2017

Phải thực hiện thử nghiệm với máy biến đổi, ban đầu ở nhiệt độ môi trường.

Tần số dòng điện thử nghiệm phải nằm trong khoảng từ 48 Hz đến 62 Hz.

Dòng điện thử nghiệm phải là dòng điện được quy định trong 6.9.

Dung sai phải như sau:

- $\pm 5\%$  trên giá trị hiệu dụng;
- $\pm 5\%$  trên thời gian.

Công suất nguồn phải đủ để duy trì dòng điện sự cố hồ quang hình sin trong toàn bộ thời gian thử nghiệm.

Hồ quang bên trong đối tượng thử nghiệm có thể khởi đầu bằng sợi dây có đường kính từ 1 mm đến 3 mm đặt giữa phía điện áp cao và phía điện áp thấp xuyên qua cách điện chính hoặc bằng cơ cấu tương đương.

Đối với máy biến đổi đo lường cách điện bằng khí, hồ quang phải khởi đầu từ vị trí trong vùng có ứng suất điện môi cao nhất.

Đối với máy biến đổi đo lường ngâm trong dầu, nhà chế tạo và người mua có thể thỏa thuận về vị trí khởi đầu hồ quang.

CHÚ THÍCH: Đối với máy biến dòng ngâm trong dầu có lõi phía trên, trong nhiều trường hợp vùng khởi đầu hồ quang khi vận hành nằm ở phần phía trên của cách điện chính. Đối với máy biến đổi đo lường ngâm trong dầu hair pin, vùng này thường nằm ở phần phía dưới của cách điện chính.

Máy biến đổi đo lường được coi là đạt thử nghiệm nếu đáp ứng các tiêu chí tính năng mô tả trong 6.9.

Trong trường hợp máy biến đổi đo lường có thiết kế tương tự với máy đã được đánh giá chất lượng thì nhà chế tạo phải cung cấp tài liệu chứng tỏ khả năng để máy biến đổi chưa chịu đánh giá chất lượng chịu được sự cố hồ quang bên trong mà không cần thực hiện thử nghiệm bổ sung bất kỳ.

### 7.4.7 Thử nghiệm độ kín của vỏ ngoài ở nhiệt độ thấp và nhiệt độ cao

Thử nghiệm độ kín trên vỏ ngoài của máy biến đổi đo lường cách điện bằng khí phải chứng tỏ sự phù hợp với các yêu cầu trong 6.2.4.2 và phải thực hiện trên máy biến đổi hoàn chỉnh ở các giới hạn cực trị quy định của phân cấp nhiệt độ.

Phương pháp sử dụng là phương pháp tích lũy đối với các hệ thống áp suất kín như quy định trong TCVN 7699-2-17 (IEC 60068-2-17) (phương pháp thử nghiệm 1 của thử nghiệm Qm).

Mọi lỗ hở trên vỏ bọc của máy biến đổi phải được bịt kín bằng cơ cấu gắn kín ban đầu.

Tư thế của máy biến đổi có thể khác với tư thế trong vận hành do giới hạn vật lý của tủ môi trường.

Nhiệt độ môi trường phải được đo với tối thiểu ba cảm biến được đặt ở xấp xỉ 0,3 m tính từ máy biến đổi và được phân bố đều dọc theo chiều cao của chúng.



Thử nghiệm phải được bắt đầu tối thiểu 1 h từ khi kết thúc việc nạp máy biến đổi, để ổn định lưu lượng rò rỉ.

Phải thực hiện hai loại thử nghiệm như sau:

- Phép đo tốc độ rò rỉ phải được thực hiện ở nhiệt độ môi trường ( $20 \pm 10$ ) °C;
- Nhiệt độ của tủ môi trường phải giảm (hoặc tăng) đến giới hạn dưới (hoặc trên) ứng với cấp nhiệt độ của máy biến đổi với tốc độ trung bình  $\pm 10$  K/h;
- Máy biến đổi phải được duy trì ở nhiệt độ nhỏ nhất (hoặc lớn nhất) trong tối thiểu 24 h, với dung sai  $\pm 5$  K, trước khi đo tốc độ rò rỉ;
- Thực hiện đo tốc độ rò rỉ ở nhiệt độ thấp (hoặc cao);
- Nhiệt độ của tủ môi trường phải được tăng (hoặc giảm) đến nhiệt độ môi trường ở tốc độ trung bình  $\pm 10$  K/h;
- Đo tốc độ rò rỉ sau khi máy biến đổi đạt ổn định ở nhiệt độ môi trường ( $20 \pm 10$ ) °C.

#### 7.4.8 Thử nghiệm điểm ngưng tụ của khí

Điểm ngưng tụ của khí phải được xác định 24 h sau khi nạp khí, là thử nghiệm thường xuyên hoặc thử nghiệm mẫu, để chứng tỏ sự phù hợp với các yêu cầu trong 6.2.2.

Phải xác định điểm ngưng tụ 24 h sau khi nạp khí, theo IEC 60376 hoặc IEC 60480.

Nếu không có thỏa thuận khác, nhà chế tạo sẽ lựa chọn phương thức thử nghiệm.

#### 7.4.9 Thử nghiệm ăn mòn

##### 7.4.9.1 Quy trình thử nghiệm

Thử nghiệm ăn mòn quy định cần được thực hiện theo các tiêu chuẩn liên quan; tham khảo IEC 60068-1.

Cho phép thực hiện thử nghiệm trên các model đại diện sử dụng cùng vật liệu với máy biến đổi đo lường đang xem xét.

##### VÍ DỤ

- Thiết bị được thử nghiệm phải chịu thử nghiệm môi trường Ka (sương muối) theo TCVN 7699-2-11 (IEC 60068-2-11). Thời gian thử nghiệm là 168 h.
- Ngoài ra, đối với các bề mặt được sơn, phải thử nghiệm khả năng chịu khí quyển ẩm chứa dioxit lưu huỳnh phải theo ISO 3231.

**7.4.9.2 Tiêu chí đạt thử nghiệm**

- Độ kín của model đại diện không được bị ảnh hưởng bởi ăn mòn, được xem xét bằng mắt và bằng thử nghiệm.
- Nếu bề mặt được sơn, không được có dấu vết giảm chất lượng sơn đáng kể.
- Không được ảnh hưởng đến các chức năng liên quan của model đại diện.
- Không ảnh hưởng đến tháo lắp các cụm lắp ráp.
- Độ ăn mòn, nếu có, cần được chỉ ra trong báo cáo thử nghiệm.

**7.4.10 Thử nguy hiểm cháy**

Xem Phụ lục C.

**7.5 Thử nghiệm mẫu**

Xem Phụ lục D.

**8 Quy tắc vận chuyển, bảo quản, lắp ráp, vận hành và bảo trì**

Xem Phụ lục B.

**9 An toàn**

Thiết bị điện áp cao chỉ có thể an toàn khi được lắp đặt theo quy tắc lắp đặt liên quan, và được sử dụng và bảo trì theo hướng dẫn của nhà chế tạo liên quan đến:

- Khía cạnh về điện;
- Khía cạnh về cơ;
- Khía cạnh về nhiệt.

Thiết bị điện áp cao chỉ được vận hành và bảo trì bởi những người có chuyên môn. Trong trường hợp các thiết bị này chỉ được tiếp cận bởi những người có chuyên môn nhưng có sự tiếp cận không bị cấm đến máy biến đổi đo lường thì có thể cần các trang bị an toàn bổ sung.

**10 Ảnh hưởng của sản phẩm đến môi trường tự nhiên**

Cần phải giảm thiểu tác động của máy biến đổi đo lường trong tất cả các giai đoạn của vòng đời của chúng lên môi trường tự nhiên.

IEC 109 đưa ra hướng dẫn liên quan đến tác động của vòng đời sản phẩm, tái chế và thải bỏ cuối vòng đời.

Nhà chế tạo cần quy định thông tin liên quan đến các khía cạnh môi trường của máy biến đổi đo lường trong tuổi thọ vận hành, tháo dỡ và thải bỏ thiết bị.

**Phụ lục A**

(quy định)

**Nhận biết các mẫu thử nghiệm****A.1 Quy định chung**

Dữ liệu dưới đây và bản vẽ, nếu áp dụng được, phải được nhà chế tạo đưa đến phòng thử nghiệm, liên quan đến từng thử nghiệm và mẫu thử (nhưng không nhất thiết phải đưa vào báo cáo thử nghiệm). Thông tin đưa vào báo cáo thử nghiệm được cho trong 7.2.1.2.

**A.2 Dữ liệu**

- Tên nhà chế tạo;
- Mã hiệu kiểu, thông số đặc trưng và số seri của máy biến đổi;
- Bản mô tả tổng quan của máy biến đổi;
- Đặc trưng danh định của dây chảy và thiết bị bảo vệ, nếu có.

**A.3 Bản vẽ****Ví dụ về bản vẽ cần nộp**

<b>Bản vẽ cần nộp</b>	<b>Nội dung bản vẽ (nếu áp dụng được)</b>
Sơ đồ mạch điện	Mã hiệu kiểu của các thành phần chính
Bố trí tổng thể	Kích thước tổng thể Vỏ bọc Cơ cấu xả áp suất Bộ phận dẫn của mạch chính Đầu nối đất Khe hở cách điện với đất Kiểu và mức chất lỏng hoặc khí cách điện Vị trí và mã hiệu kiểu cách điện
Bản vẽ chi tiết về cách điện	Vật liệu Kích thước (kể cả profile và chiều dài đường rò)
Bản vẽ chi tiết về các bộ phận của mạch chính và các thành phần liên quan	Kích thước và vật liệu của các bộ phận chính Chi tiết về đầu nối (kích thước, vật liệu của đầu nối sơ cấp và thứ cấp)
Sơ đồ điện của mạch phụ và mạch điều khiển (nếu áp dụng được)	Mã hiệu kiểu của tất cả các thành phần

## Phụ lục B

(tham khảo)

### Quy tắc vận chuyển, bảo quản, lắp đặt, vận hành và bảo trì

#### B.1 Quy định chung

Vận chuyển, bảo quản và lắp đặt máy biến đổi đo lường cũng như vận hành và bảo trì trong vận hành cần được thực hiện theo hướng dẫn của nhà chế tạo.

Do đó, nhà chế tạo cần cung cấp kịp thời các hướng dẫn vận chuyển, bảo quản, lắp đặt, vận hành và bảo trì máy biến đổi đo lường.

#### B.2 Điều kiện vận chuyển, bảo quản và lắp đặt

Cần thực hiện các thỏa thuận đặc biệt giữa nhà chế tạo và người mua nếu điều kiện vận hành xác định không thể được đảm bảo trong quá trình vận chuyển và bảo quản. Các phòng ngừa đặc biệt có thể là thiết yếu để bảo vệ cách điện trong vận chuyển, bảo quản và lắp đặt và trước khi cấp điện để ngăn ngừa hút ẩm do, ví dụ, mưa, tuyết hoặc ngưng tụ. Cần xem xét các rung trong quá trình vận chuyển. Cần đưa ra các hướng dẫn thích hợp.

Máy biến đổi đo lường cách điện bằng khí cần được nạp đến áp suất đủ để duy trì áp suất dương trong vận chuyển. Áp suất nạp tại nhà máy  $1,3 \times 10^5$  Pa và ở 20 °C là thích hợp cho tất cả các cấp nhiệt độ của máy biến đổi đo lường.

#### B.3 Lắp đặt

##### B.3.1 Quy định chung

Đối với từng loại máy biến đổi đo lường, hướng dẫn lắp đặt do nhà chế tạo cung cấp cần tối thiểu gồm các hạng mục dưới đây.

##### B.3.2 Mở bao gói và nâng chuyển

Phải nêu ra các thông tin cần thiết về mở bao gói và nâng chuyển một cách an toàn, kể cả nội dung liên quan đến thiết bị nâng chuyển và định vị đặc biệt.

Khi đến hiện trường và trước lần nạp khí cuối cùng, máy biến đổi đo lường cần được kiểm tra theo hướng dẫn của nhà chế tạo. Đối với máy biến đổi đo lường cách điện bằng khí, áp suất khí đo được ở nhiệt độ môi trường cần lớn hơn áp suất khí quyển.

##### B.3.3 Lắp ráp

Khi máy biến đổi đo lường chưa được lắp ráp hoàn chỉnh khi vận chuyển thì tất cả các khối vận chuyển cần được ghi nhãn rõ ràng. Bản vẽ chỉ ra việc lắp ráp các bộ phận này cần được cung cấp cùng với máy biến đổi đo lường.

### B.3.4 Lắp đặt

Hướng dẫn lắp đặt máy biến đổi đo lường, cơ cấu hoạt động và thiết bị phụ trợ cần có đầy đủ nội dung về vị trí và nền móng để hoàn tất việc chuẩn bị hiện trường.

### B.3.5 Đấu nối

Hướng dẫn phải có các thông tin về:

- a) Đấu nối dây dẫn, kể cả hướng dẫn cần thiết để ngăn quá nhiệt và sức căng không cần thiết lên máy biến đổi đo lường và cung cấp đầy đủ khe hở không khí;
- b) Đấu nối các mạch phụ;
- c) Đấu nối hệ thống chất lỏng hoặc khí, nếu có, kể cả cỡ và bố trí ống;
- d) Nối đất;
- e) Kiểu cáp cần nối ở các đầu nối thứ cấp: nhà chế tạo cần chỉ ra cáp được khuyến cáo.

### B.3.6 Kiểm tra lắp đặt cuối cùng

Cần có hướng dẫn để kiểm tra và thử nghiệm sau khi lắp đặt máy biến đổi đo lường và hoàn thiện tất cả các đấu nối.

Các hướng dẫn này cần có:

- Lịch trình các thử nghiệm khuyến cáo tại hiện trường để hoạt động đúng;
- Quy trình thực hiện điều chỉnh bất kỳ có thể cần thiết để hoạt động đúng;
- Khuyến cáo đối với phép đo liên quan bất kỳ cần thực hiện và ghi lại để giúp cho các quyết định bảo trì trong tương lai;
- Hướng dẫn cho lần kiểm tra cuối cùng và đưa vào vận hành.

CHÚ THÍCH: Khi sử dụng hệ thống quang, quan trọng là kiểm tra sự liên mạch và thực hiện các thử nghiệm chức năng trong lần kiểm tra cuối cùng để đảm bảo rằng không có hỏng hóc vật lý xảy ra cho các sợi quang trong quá trình lắp đặt.

Kết quả thử nghiệm và kiểm tra cần ghi lại trong báo cáo đưa vào vận hành.

Máy biến đổi cách điện bằng khí cần thực hiện các kiểm tra cuối cùng sau:

- Đo áp suất khí: Áp suất khí đo được khi nạp xong và ở điều kiện khí quyển tiêu chuẩn (20 °C và 101,3 kPa) không được nhỏ hơn áp suất nạp danh định;
- Đo điểm ngưng tụ: Điểm ngưng tụ của khí ở áp suất nạp danh định không được lớn hơn -5 °C khi được đo ở 20 °C. Cần áp dụng các hiệu chuẩn thích hợp cho phép đo ở các nhiệt độ khác.
- Kiểm tra độ kín của vỏ bọc: Cần kiểm tra bằng phương pháp đầu dò đối với các hệ thống áp suất kín như quy định trong thử nghiệm thường xuyên (7.3.7.1). Cần bắt đầu kiểm tra ở tối thiểu 1 h sau khi

## **TCVN 11845-1:2017**

nạp máy biến đổi để ổn định lưu lượng rò rỉ. Việc kiểm tra có thể giới hạn ở các vòng đệm, cơ cấu quá áp suất, van, đầu nối, áp lực kế, cảm biến nhiệt độ, v.v. sử dụng bộ phát hiện rò rỉ thích hợp.

### **B.4 Hoạt động**

Hướng dẫn của nhà chế tạo cần có thông tin sau:

- Bản mô tả chung về thiết bị có lưu ý đặc biệt đến mô tả kỹ thuật của đặc tính và tất cả các đặc trưng hoạt động của máy biến đổi, sao cho người mua có đủ thông tin về các nguyên tắc chính;
- Dòng điện hoạt động lại nhỏ nhất (nếu áp dụng được);
- Bản mô tả các đặc trưng an toàn của thiết bị và hoạt động của nó;
- Khi có liên quan, bản mô tả hành động cần thực hiện để thao tác thiết bị khi bảo trì và thử nghiệm.

### **B.5 Bảo trì**

#### **Quy định chung**

Hiệu lực của bảo trì phụ thuộc chủ yếu vào cách hướng dẫn của nhà chế tạo và cách thực hiện của người mua.

#### **Khuyến cáo đối với nhà chế tạo**

a) Nhà chế tạo cần có sổ tay bảo trì chứa các thông tin sau:

1) tần suất bảo trì và thời gian thực hiện;

2) mô tả chi tiết công việc bảo trì;

- Nơi dự kiến thực hiện bảo trì (trong nhà, ngoài trời, trong nhà máy, tại hiện trường, v.v.);
- Quy trình kiểm tra, thử nghiệm chẩn đoán, xem xét, đại tu, kiểm tra chức năng (giới hạn về giá trị và dung sai, ví dụ, hiệu suất làm việc của thành phần quang điện);
- Tham chiếu đến các số hiệu các bộ phận (khi áp dụng được);
- Sử dụng thiết bị hoặc dụng cụ đặc biệt (chất làm sạch và chất tẩy rửa);
- Tuân thủ các biện pháp phòng ngừa (ví dụ tình trạng sạch).

3) bản vẽ tổng thể các chi tiết của máy biến đổi đo lường quan trọng đối với bảo trì, với nhận biết rõ ràng (số hiệu các bộ phận và mô tả) của các cụm lắp ráp và các bộ phận quan trọng.

CHÚ THÍCH: Bản vẽ chi tiết mở rộng chỉ ra vị trí tương đối của các thành phần trong cụm lắp ráp là phương pháp minh họa khuyến cáo.

4) Danh mục các bộ phận dự phòng (bản mô tả, số hiệu tham chiếu, số lượng, v.v.) và khuyến cáo bảo quản.

5) Đánh giá thời gian bảo trì dự kiến.

6) Cách xử lý thiết bị khi đến cuối vòng đời, có tính đến các yêu cầu về môi trường.

b) Nhà chế tạo cần thông tin đến người sử dụng về các hành động khắc phục cần thiết do khuyết tật và hỏng hóc mang tính hệ thống khi cần thiết.

c) Sự có sẵn các bộ phận thay thế: Nhà chế tạo cần có trách nhiệm đảm bảo sự có sẵn liên tục các bộ phận thay thế khuyến cáo cần thiết cho bảo trì trong thời gian không ít hơn 10 năm tính từ ngày chế tạo cuối cùng của máy biến đổi.

#### **Khuyến cáo đối với người mua**

a) Nếu người mua muốn thực hiện bảo trì thì cần đảm bảo rằng nhân viên bảo trì của mình phải có hiểu biết thích hợp và có kiến thức cụ thể về máy biến đổi đo lường.

b) Người mua cần ghi lại các thông tin sau:

- Số seri và mã hiệu kiểu của máy biến đổi;
- Ngày đưa máy biến đổi vào vận hành;
- Kết quả của các lần đo và thử nghiệm kể cả các thử nghiệm chẩn đoán thực hiện trong vòng đời của máy biến đổi;
- Ngày và phạm vi của công việc bảo trì được thực hiện;
- Lịch sử vận hành, kể cả báo cáo của phép đo máy biến đổi trong và sau điều kiện vận hành đặc biệt (ví dụ tình trạng sự cố và làm việc sau sự cố);
- Số tham chiếu đến báo cáo hỏng hóc bất kỳ.

c) Trong trường hợp hỏng hóc và khuyết tật, người mua cần lập báo cáo hỏng hóc và cần thông tin đến nhà chế tạo bằng cách nêu các trường hợp đặc biệt và biện pháp khắc phục. Tùy thuộc vào bản chất của hỏng hóc, phân tích hỏng hóc cần được thực hiện cùng với nhà chế tạo.

d) Trong trường hợp tháo dỡ để lắp đặt lại trong tương lai, người mua phải ghi lại thời gian và điều kiện bảo quản.

#### **B.6 Báo cáo hỏng hóc**

Mục đích của báo cáo hỏng hóc nhằm tiêu chuẩn hóa báo cáo hỏng hóc của máy biến đổi với mục đích sau:

- Mô tả hỏng hóc sử dụng thuật ngữ chung;
- Cung cấp dữ liệu cho người mua;
- Cung cấp phản hồi có nghĩa cho nhà chế tạo.

Bảng dưới đây đưa ra các hướng dẫn về cách thực hiện báo cáo hỏng hóc.

Báo cáo hỏng hóc cần có các thông tin sau bất cứ khi nào có thể:

a) Nhận biết máy biến đổi bị hỏng:	
- Tên trạm điện;	
- Nhận biết máy biến đổi đo lường (nhà chế tạo, kiểu, số seri, thông số đặc trưng)	
- Kết cấu của máy biến đổi đo lường (cách điện dầu hoặc SF <sub>6</sub> , tự đỡ hoặc đỡ bằng thanh cái, ghép cơ khí với aptômat hoặc không);	
- Công nghệ của máy biến đổi đo lường (lõi không khí, lõi thép, quang)	
- Nơi lắp đặt (trong nhà, ngoài trời);	
- Vỏ bọc.	
b) Lịch sử của máy biến đổi đo lường	
- Lịch sử bảo quản;	
- Ngày đưa vào sử dụng;	
- Ngày phát hiện hỏng/khuyết tật;	
- Ngày bảo trì cuối cùng;	
- Ngày kiểm tra cuối cùng về mức chỉ thị dầu;	
- Chi tiết về thay đổi bất kỳ đến thiết bị kể từ khi chế tạo;	
- Tình trạng máy biến đổi khi phát hiện hỏng hóc/khuyết tật (đang vận hành, bảo trì, v.v.)	
c) Nhận biết cụm lắp ráp/thành phần liên quan đến hỏng hóc/khuyết tật sơ cấp;	
- Thành phần chịu ứng suất điện áp cao;	
- Mạch điều khiển và mạch phụ;	
- Các thành phần khác	
d) Ứng suất cho là góp phần vào hỏng hóc/khuyết tật	
- Điều kiện môi trường (nhiệt độ, gió, tuyết, băng, nhiễm bẩn, sét, v.v.)	
- Điều kiện lưới điện (thao tác đóng cắt, hỏng thiết bị khác, v.v.)	
- Khác.	
e) Phân loại hỏng hóc/khuyết tật	
- Hỏng hóc lớn	
- Hỏng hóc nhỏ	



– Khuyết tật	
f) Bản chất và nguyên nhân của hỏng hóc/khuyết tật	
– Bản chất (cơ, điện, điện tử, độ kín);	
Nguyên nhân theo quan điểm của người lập báo cáo (thiết kế, chế tạo, hướng dẫn không đủ, lắp đặt không đúng, bảo trì không đúng, ứng suất quá quy định, v.v.)	
g) Hậu quả của hỏng hóc hoặc khuyết tật	
– Thời gian chết của máy biến đổi;	
– Thời gian sửa chữa;	
– Chi phí nhân công;	
– Chi phí các bộ phận thay thế.	

Báo cáo hỏng hóc có thể có thông tin sau:

- Bản vẽ, bản phác họa;
- Hình chụp các bộ phận bị khuyết tật;
- Sơ đồ đường điện;
- Báo cáo hoặc sơ đồ;
- Tham chiếu đến sổ tay bảo trì.

**Phụ lục C**

(tham khảo)

**Nguy hiểm cháy**

**C.1 Nguy hiểm cháy**

Khi có nguy cơ cháy, khả năng xảy ra cháy cần được giảm thiểu trong các điều kiện sử dụng bình thường, và ngay cả trong các điều kiện sử dụng bất thường, sử dụng sai hoặc hỏng dự đoán được.

Mục tiêu đầu tiên là ngăn mọi cháy do phần mang điện. Mục tiêu thứ hai là hạn chế tác động của cháy.

Khi có thể, vật liệu cần được chọn hoặc các phần được thiết kế sao cho chúng làm giảm quá trình cháy lan trong thiết bị và giảm ảnh hưởng có hại đến môi trường xung quanh khu vực cháy.

Trong trường hợp tính năng của sản phẩm đòi hỏi phải sử dụng vật liệu dễ cháy, thiết kế sản phẩm cần tính đến khả năng chậm cháy nếu có thể.

Thông tin do nhà chế tạo cung cấp cần cho phép người mua đánh giá được nguy cơ cháy trong vận hành bình thường và không bình thường.

Hướng dẫn được cho trong Bảng C.1.

**Bảng C.1 – Nguy hiểm cháy của sản phẩm kỹ thuật điện**

Hướng dẫn đánh giá nguy hiểm cháy	Tối thiểu hóa nguy hiểm độc hại do cháy
IEC 60695-1-1	IEC 60695-7-1

**C.2 Thử nghiệm nguy hiểm cháy**

Nếu có yêu cầu, thử nghiệm nguy hiểm cháy dựa trên IEC 60695-1-30 và IEC 60695-7-1.

**Phụ lục D**  
(tham khảo)

**Thử nghiệm mẫu**

**D.1 Định nghĩa thử nghiệm mẫu**

Thử nghiệm điển hình hoặc thử nghiệm đặc biệt được chọn để thực hiện trên một hoặc nhiều máy biến đổi đo lường hoàn chỉnh trong lô sản phẩm quy định.

**D.2 Thử nghiệm mẫu**

Để theo dõi tính thích hợp yêu cầu của loạt sản phẩm, nhà chế tạo cần xác định, thực hiện và ghi báo cáo chương trình thử nghiệm mẫu theo số lượng sản phẩm (ví dụ cứ 300 sản phẩm cùng kiểu được xác định bởi cùng báo cáo kiểu).

Thử nghiệm mẫu khuyến cáo là thử nghiệm xung sét trên các đầu nối sơ cấp.

**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] IEC 60028, *International standard of resistance for copper*
- [2] IEC 60038, *IEC standard voltages*
- [3] IEC 60068-2, *Environmental testing - Part 2-1: Tests - Test A: Cold*
- [4] IEC 60071-2, *Insulation co-ordination - Part 2: Application guide*
- [5] IEC 60121, *Recommendation for commercial annealed aluminium electrical conductor wire*
- [6] IEC 60255-22-1, *Measuring relays and protection equipment - Part 22-1: Electrical disturbance tests - 1 MHz burst immunity tests*
- [7] IEC 60565, *Underwater acoustics - Hydrophones - Calibration in the frequency range 0,01 Hz to 1 MHz*
- [8] IEC 60599, *Mineral oil-filled electrical equipment in service - Guidance on the interpretation of dissolved and free gases analysis*
- [9] IEC 60660, *Insulators - Tests on indoor post insulators of organic material for systems with nominal voltages greater than 1 kV up to but not including 300 kV*
- [10] IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems - Part 1: Principles, requirements and tests*
- [11] IEC 60869, *Fibre optic interconnecting devices and passive components - Fibre optic passive power control devices - Part 1: Generic specification*
- [12] IEC 60943, *Guidance concerning the permissible temperature rise for parts of electrical equipment, in particular for terminals*
- [13] IEC 61000 (tất cả các phần), *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 1: General - Section 1: Application and interpretation of fundamental definitions and terms*
- [14] IEC 61109, *Insulators for overhead lines - Composite suspension and tension insulators for a.c. systems with a nominal voltage greater than 1 000 V - Definitions, test methods and acceptance criteria*
- [15] IEC 61161, *Ultrasonics - Power measurement - Radiation force balances and performance requirements*
- [16] IEC 61181, *Mineral oil-filled electrical equipment - Application of dissolved gas analysis (DGA) to factory tests on electrical equipment*
- [17] IEC 62271-100, *High-voltage switchgear and controlgear - Part 100: Alternating-current circuit-breakers*

[18] CISPR 11, *Industrial, scientific and medical equipment - Radio-frequency disturbance characteristics - Limits and methods of measurement*

[19] CISPR 16-1-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Measuring apparatus*

[20] ISO 9001, *Quality management systems - Requirements*

---