

**TCVN 6627-18-34:2014**

**IEC 60034-18-34:2012**

Xuất bản lần 1

**MÁY ĐIỆN QUAY –  
PHẦN 18-34: ĐÁNH GIÁ CHỨC NĂNG  
CỦA HỆ THỐNG CÁCH ĐIỆN –  
QUI TRÌNH THỬ NGHIỆM DÂY QUẤN ĐỊNH HÌNH –  
ĐÁNH GIÁ ĐỘ BỀN CƠ NHIỆT CỦA HỆ THỐNG CÁCH ĐIỆN**

*Rotating electrical machines –*

*Part 18-34: Functional evaluation of insulation systems –*

*Test procedures for form-wound windings –*

*Evaluation of thermomechanical endurance of insulation systems*



**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 Lưu ý chung .....	8
4 Mẫu thử nghiệm và đối tượng thử nghiệm .....	9
5 Chu kỳ gia nhiệt và làm mát .....	10
6 Quy trình thử nghiệm 1 đối với thanh dẫn/cuộn dây trong các mô hình rãnh .....	12
7 Quy trình thử nghiệm 2 đối với thanh dẫn/cuộn dây không bị ràng buộc.....	15
8 Thử nghiệm đánh giá chất lượng .....	15
9 Phân tích và báo cáo .....	19

**Lời nói đầu**

TCVN 6627-18-34:2014 hoàn toàn tương đương với IEC 60034-18-34:2012;

TCVN 6627-18-34:2014 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.

## Lời giới thiệu

Bộ Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 6627, *Máy điện quay* được xây dựng trên cơ sở chấp nhận hoàn toàn IEC 60034 do Ban kỹ thuật Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN/TC/E1 *Máy điện và khí cụ điện* xây dựng. Bộ TCVN 6627 (IEC 60034) hiện đã có các tiêu chuẩn sau:

- 1) TCVN 6627-1:2014 (IEC 60034-1:2010), Máy điện quay – Phần 1: Thông số đặc trưng và tính năng
- 2) TCVN 6627-2-1:2010 (IEC 60034-2-1:2007), Máy điện quay – Phần 2: Phương pháp tiêu chuẩn để xác định tổn hao và hiệu suất bằng thử nghiệm (không kể máy điện dùng cho xe kéo)
- 3) TCVN 6627-2A:2001 (IEC 60034-2A:1974), Máy điện quay – Phần 2: Phương pháp thử nghiệm để xác định tổn hao và hiệu suất của máy điện quay (không kể máy điện dùng cho xe kéo). Đo tổn hao bằng phương pháp nhiệt lượng
- 4) TCVN 6627-3:2010 (IEC 60034-3:2007), Máy điện quay – Phần 3: Yêu cầu cụ thể đối với máy phát đồng bộ truyền động bằng tuabin hơi hoặc tuabin khí
- 5) TCVN 6627-5:2008 (IEC 60034-5:2000 and amendment 1:2006), Máy điện quay – Phần 5: Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài nhờ thiết kế tích hợp (Mã IP) – Phân loại
- 6) TCVN 6627-6:2011 (IEC 60034-6:1991), Máy điện quay – Phần 6: Phương pháp làm mát (Mã IC)
- 7) TCVN 6627-7:2008 (IEC 60034-7:2004), Máy điện quay – Phần 7: Phân loại các kiểu kết cấu, bố trí lắp đặt và vị trí hộp đầu nối (Mã IM)
- 8) TCVN 6627-8:2010 (IEC 60034-8:2007), Máy điện quay. Phần 8: Ghi nhãn đầu nối và chiều quay
- 9) TCVN 6627-9:2011 (IEC 60034-9:2007), Máy điện quay. Phần 9: Giới hạn mức ồn
- 10) TCVN 6627-11:2008 (IEC 60034-11:2004), Máy điện quay – Phần 11: Bảo vệ nhiệt
- 11) Máy điện quay – Phần 12: Đặc tính khởi động của động cơ cảm ứng lồng sóc ba pha một tốc độ
- 12) TCVN 6627-14:2008 (IEC 60034-14:2003 and amendment 1:2007), Máy điện quay – Phần 14: Rung cơ khí của một số máy điện có chiều cao tâm trục bằng 56 mm và lớn hơn – Đo, đánh giá và giới hạn độ khắc nghiệt rung
- 13) TCVN 6627-15:2011 (IEC 60034-15:2009), Máy điện quay – Phần 15: Mức chịu điện áp xung của cuộn dây stato định hình dùng cho máy điện xoay chiều
- 14) TCVN 6627-16-1:2014 (IEC 60034-16-1:2011), Máy điện quay – Phần 16-1: Hệ thống kích từ máy điện đồng bộ - Định nghĩa
- 15) TCVN 6627-16-2:2014 (IEC/TR 60034-16-2:1991), Máy điện quay – Phần 16-2: Hệ thống kích từ máy điện đồng bộ - Mô hình để nghiên cứu hệ thống điện

## **TCVN 6627-18-34:2014**

- 16) TCVN 6627-16-3:2014 (IEC 60034-16-3:1996), Máy điện quay – Phần 16-3: Hệ thống kích từ máy điện đồng bộ - Tính năng động học
- 17) TCVN 6627-18-1:2011 (IEC 60034-18-1:2010), Máy điện quay – Phần 18-1: Đánh giá chức năng của hệ thống cách điện – Hướng dẫn chung
- 18) TCVN 6627-18-21:2011 (IEC 60034-18-21:1992 with amendment 1:1994 and amendment 2:1996), Máy điện quay – Phần 18-21: Đánh giá chức năng hệ thống cách điện – Quy trình thử nghiệm dây quấn kiểu quấn dây – Đánh giá về nhiệt và phân loại
- 19) TCVN 6627-18-31:2014 (IEC 60034-18-31:2012), Máy điện quay – Phần 18-31: Đánh giá chức năng hệ thống cách điện – Quy trình thử nghiệm dây quấn định hình – Đánh giá về nhiệt và phân loại các hệ thống cách điện sử dụng trong máy điện quay
- 20) TCVN 6627-18-32:2014 (IEC 60034-18-32:2010), Máy điện quay – Phần 18-32: Đánh giá chức năng hệ thống cách điện – Quy trình thử nghiệm dây quấn định hình – Đánh giá bằng độ bền nhiệt
- 21) TCVN 6627-18-33:2014 (IEC/TS 60034-18-33:2010), Máy điện quay – Phần 18-33: Đánh giá chức năng hệ thống cách điện – Quy trình thử nghiệm dây quấn định hình – Đánh giá nhiều yếu tố bằng độ bền khi đồng thời chịu ứng suất nhiệt và điện
- 22) TCVN 6627-18-34:2014 (IEC 60034-18-34:2012), Máy điện quay – Phần 18-34: Đánh giá chức năng hệ thống cách điện – Quy trình thử nghiệm dây quấn định hình – Đánh giá độ bền cơ nhiệt của hệ thống cách điện
- 23) TCVN 6627-26:2014 (IEC 60034-26:2006), Máy điện quay – Phần 26: Ảnh hưởng của điện áp mất cân bằng lên tính năng của động cơ cảm ứng lồng sóc ba pha
- 24) TCVN 6627-30:2011 (IEC 60034-30:2008), Máy điện quay – Phần 30: Cấp hiệu suất của động cơ cảm ứng lồng sóc ba pha một tốc độ (Mã IE)
- 25) TCVN 6627-31:2011 (IEC/TS 60034-31:2010), Máy điện quay – Phần 31: Lựa chọn động cơ hiệu suất năng lượng kể các các ứng dụng biến đổi tốc độ – Hướng dẫn áp dụng

# Máy điện quay – Phần 18-34: Đánh giá chức năng của hệ thống cách điện – Qui trình thử nghiệm dây quấn định hình – Đánh giá độ bền cơ nhiệt của hệ thống cách điện

*Rotating electrical machines –*

*Part 18-34: Functional evaluation of insulation systems –*

*Test procedures for form-wound windings –*

*Evaluation of thermomechanical endurance of insulation systems*

## 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này đưa ra các qui trình thử nghiệm để đánh giá độ bền cơ nhiệt của hệ thống cách điện của dây quấn định hình.

Trong đánh giá này, tính năng của hệ thống cách điện cần đánh giá được so sánh với tính năng của hệ thống cách điện chuẩn với kinh nghiệm vận hành đã được chứng minh.

## 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 6627-1 (IEC 60034-1), *Máy điện quay – Phần 1: Thông số đặc trưng và tính năng*

TCVN 6627-15 (IEC 60034-15), *Máy điện quay – Phần 15: Mức chịu điện áp xung của cuộn dây stato định hình dùng cho máy điện xoay chiều*

TCVN 6627-18-1 (IEC 60034-18-1), *Máy điện quay – Phần 18-1: Đánh giá chức năng của hệ thống cách điện – Hướng dẫn*

TCVN 6627-18-32 (IEC 60034-18-32), *Máy điện quay – Phần 18-32: Đánh giá chức năng của hệ thống cách điện – Qui trình thử nghiệm đối với dây quấn định hình – Đánh giá bằng độ bền điện*

TCVN 7918:2008 (IEC 60093:1980), *Phương pháp thử nghiệm suất điện trở khối và suất điện trở bề mặt của vật liệu cách điện rắn*

## **TCVN 6627-18-34:2014**

IEC 60028:1925, *International standard of resistance for copper (Tiêu chuẩn quốc tế về điện trở đồng)*

IEC 60034-18-27, *Rotating electrical machines - Part 27: Off-line partial discharge measurements on the stator winding insulation of rotating electrical machines (Máy điện quay – Phần 27: Phép đo phóng điện cục bộ off line trên cách điện dây quấn stato của máy điện quay)*

IEC/TR 60894, *Guide for test procedure for the measurement of loss tangent of coils and bars for machine windings (Hướng dẫn qui trình thử nghiệm đối với phép đo tang góc tổn hao của cuộn dây và thanh dẫn dùng cho dây quấn máy điện)*

### **3 Lưu ý chung**

#### **3.1 Mối liên quan với TCVN 6627-18-1 (IEC 60034-18-1)**

Phải tuân thủ nguyên tắc của TCVN 6627-18-1 (IEC 60034-18-1), trừ khi các khuyến cáo của tiêu chuẩn này qui định khác.

#### **3.2 Quá trình lão hóa cơ nhiệt**

Là kết quả của chu kỳ cơ nhiệt, những suy giảm chất lượng về cơ khí sau đây có thể xảy ra trong hệ thống cách điện của dây quấn:

- a) sự bong tách giữa các lớp của cách điện;
- b) sự bong tách giữa lớp cách điện và ruột dẫn;
- c) mài mòn lớp mặt ngoài của cách điện;
- d) nứt trên chu vi của cách điện (bong tách bằng cách ly/đai giằng), thường xảy ra nhất ở đoạn nhô ra khỏi rãnh của phần thẳng;
- e) hư hại về cơ đến cách điện do biến dạng các vòng dây cuối cùng của dây quấn.

#### **3.3 Qui trình thử nghiệm**

Tùy thuộc vào các quá trình lão hóa cần được mô phỏng, sẽ có hai qui trình thử nghiệm sau.

Qui trình thử nghiệm 1, trong đó thanh dẫn/cuộn dây của dây quấn được lắp ghép trong các rãnh mô phỏng các điều kiện trong máy điện thực, kể cả các kết cấu đỡ ở cả hai đầu của thanh dẫn/cuộn dây.

Qui trình thử nghiệm 2, trong đó thanh dẫn/cuộn dây được di chuyển tự do mà không bị ràng buộc bởi sự có mặt của các mô hình rãnh và kết cấu đỡ hai đầu.

Qui trình thử nghiệm 1 có thể được sử dụng để mô phỏng tất cả các quá trình lão hóa liệt kê trong 3.2. Qui trình này là phương pháp cung cấp nhiều thông tin nhất cho việc đánh giá tính năng độ bền cơ nhiệt vì nó mô phỏng chính xác hơn các điều kiện xảy ra trong dây quấn của máy điện trong vận hành.

Qui trình thử nghiệm 2 có thể được sử dụng để mô phỏng quá trình lão hóa 3.2 a) và 3.2 b), cụ thể là khi thiết kế dây quấn cho phép thanh dẫn/cuộn dây di chuyển tự do dọc trục trong rãnh.



Trong cả hai qui trình thử nghiệm, đối tượng thử nghiệm ban đầu phải chịu thử nghiệm kiểm tra chất lượng và thử nghiệm chẩn đoán tùy chọn. Vào các thời điểm qui định và vào thời điểm kết thúc chu kỳ nhiệt, có thể lặp lại thử nghiệm chẩn đoán. Thử nghiệm chức năng cuối cùng là thử nghiệm phá hủy.

### 3.4 Hệ thống cách điện chuẩn

Hệ thống cách điện chuẩn phải được thử nghiệm bằng cách sử dụng qui trình thử nghiệm giống như đối với hệ thống cần đánh giá. Hệ thống cách điện đạt chất lượng để được sử dụng làm hệ thống cách điện chuẩn, nếu chúng cho thấy hoạt động tốt trong các khoảng thời gian đủ dài ở các điều kiện làm việc điển hình đối với hệ thống cách điện đó. Cấp nhiệt độ của hệ thống cách điện chuẩn không được sai khác so với cấp nhiệt độ của hệ thống cách điện cần đánh giá nhiều hơn một cấp chịu nhiệt. Nếu chưa có đủ kinh nghiệm với hệ thống cách điện thích hợp, phải qui định những thay đổi lớn nhất cho phép của đặc tính của hệ thống cách điện gây ra do thử nghiệm độ bền cơ nhiệt, trong một số trường hợp sau khi có thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người sử dụng.

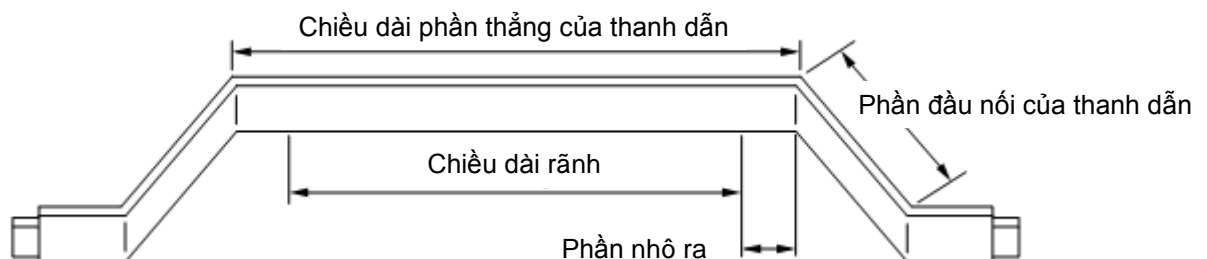
## 4 Mẫu thử nghiệm và đối tượng thử nghiệm

### 4.1 Kết cấu

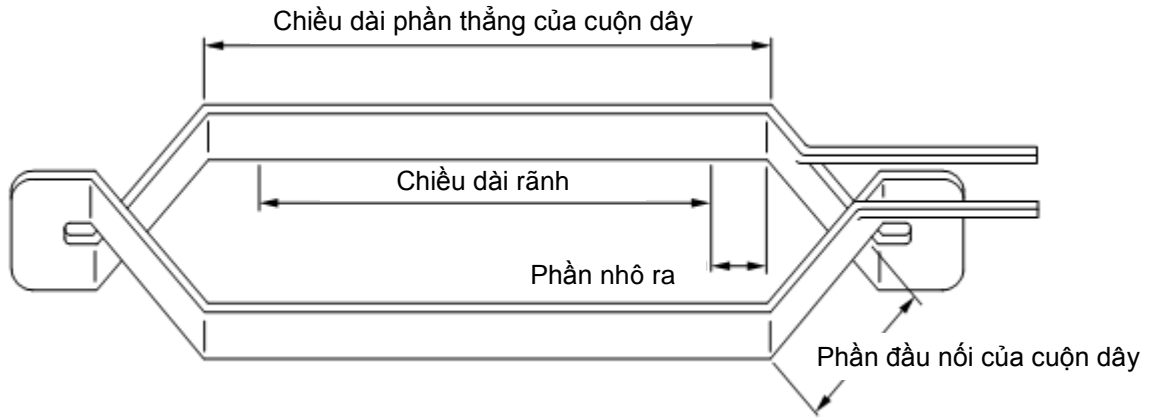
Mẫu thử nghiệm là thanh dẫn hoặc cuộn dây thực (xem Hình 1) đối với máy điện quay. Mẫu thử nghiệm phải có cùng hình dạng và cùng chiều dài với thanh dẫn/cuộn dây có thể được sử dụng trong máy điện thực. Mẫu thử nghiệm được chế tạo bằng cách đặt hệ thống cách điện lên ruột dẫn có cùng thiết kế và vật liệu và sử dụng cùng quy trình như với thanh dẫn/cuộn dây thực. Tiết diện ruột dẫn, chiều dày cách điện, chiều dài đường rò và triết tiêu vàng quang phải tương tự với thanh dẫn/cuộn dây thực có điện áp danh định lớn nhất cần thử nghiệm.

Trong qui trình 1, đối tượng thử nghiệm gồm một số lượng các mẫu thử nghiệm (xem 4.2) được lắp ghép trong các mô hình rãnh và được đỡ như trong máy điện thực.

Các thanh dẫn hoặc cuộn dây phải được xử lý đầy đủ như trong máy điện thực.



Hình 1a – Thanh dẫn stato



Hình 1b – Cuộn dây stato

Hình 1 – Chi tiết về các khái niệm của thanh dẫn và cuộn dây stato

## 4.2 Số lượng mẫu thử nghiệm

Phải thử nghiệm tối thiểu năm thanh dẫn hoặc ba cuộn dây trong mỗi thử nghiệm cơ nhiệt. Thanh dẫn/cuộn dây bổ sung có thể cần thiết để giám sát nhiệt độ dây dẫn và thực hiện các thử nghiệm phá hủy trên các tổ hợp thanh dẫn/cuộn dây chuẩn (không theo chu kỳ) (xem 5.1, 6.3 và 7.2). Nếu nhiệt độ được xác định từ sự thay đổi điện trở của đồng thì có thể không cần các cuộn dây/thanh dẫn bổ sung này.

## 5 Chu kỳ gia nhiệt và làm mát

### 5.1 Nhiệt độ và độ dài của các chu kỳ gia nhiệt và làm mát

Chu kỳ cơ nhiệt của hệ thống cách điện cần thử nghiệm được thực hiện bằng việc gia nhiệt và làm mát xen kẽ các đối tượng thử nghiệm giữa các giới hạn trên và dưới cố định của nhiệt độ, được đo ở bề mặt dây dẫn của đối tượng thử nghiệm trong phần thẳng và cũng trên các phần đầu sao cho giảm thiểu hiệu ứng tản nhiệt bất kỳ (xem 6.3 a) và 7.2).

Phương pháp đo ưu tiên nhiệt độ dây dẫn được thực hiện bằng cách sử dụng nhiệt ngẫu, điện trở nhiệt hoặc cảm biến sợi quang tiếp xúc trực tiếp với dây dẫn. Để đạt được tiếp xúc tốt với bề mặt dây dẫn, cảm biến nhiệt độ phải được đưa vào bên trong thanh dẫn trần trước khi bọc cách điện hoặc đưa vào lỗ được khoan xuyên qua cách điện trên thanh kiểm tra riêng rẽ.

Một phương pháp thay thế để tránh việc đưa cảm biến trực tiếp lên dây đồng là đo điện trở thanh dẫn/cuộn dây. Điện trở suất của đồng phụ thuộc vào nhiệt độ của nó theo mối quan hệ cho trong IEC 60028. Từ điện trở đo được khi thanh dẫn/cuộn dây ở nhiệt độ môi trường, nhiệt độ trung bình của đồng có thể được xác định từ quan hệ cho trong IEC 60028. Phép đo chuẩn về điện trở của đồng là thiết yếu và phải được thực hiện khi toàn bộ thanh dẫn/cuộn dây ở cùng một nhiệt độ môi trường đã biết chính xác trong phạm vi từ 10 °C đến 30 °C. Trong quá trình gia nhiệt, điện trở đồng có thể được đo bằng điện áp rơi dọc theo thanh dẫn/cuộn dây nếu nguồn dòng một chiều được sử dụng để gia

nhiệt cho thanh dẫn/cuộn dây. Vị trí của điểm đo điện áp phải càng gần với mép của cách điện càng tốt, không có các mối nối và phải luôn ở cùng một vị trí. Nhiệt độ dọc theo bề mặt của thanh dẫn/cuộn dây phải đồng nhất trong phạm vi  $\pm 10$  °C được đo sử dụng kỹ thuật không tiếp xúc ví dụ như camera nhiệt hoặc nhiệt kế hồng ngoại. Thông thường các đầu nối cần được cách nhiệt để ngăn hiệu ứng tiêu tán nhiệt.

CHÚ THÍCH 1: Thành phần hài của nguồn một chiều cần nhỏ để giảm thiểu hiệu ứng điện cảm.

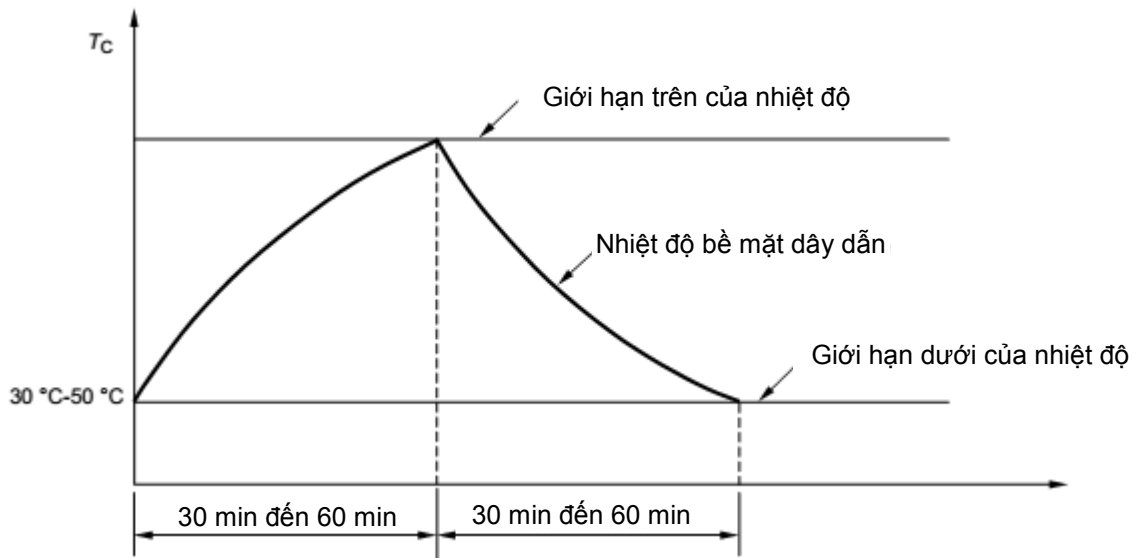
Nếu sử dụng phương pháp điện trở trong quá trình gia nhiệt, cũng có thể sử dụng phương pháp này trong quá trình làm mát. Phép đo dòng điện một chiều nhỏ thích hợp sau đó cần được thực hiện để có được giới hạn dưới của nhiệt độ với độ chính xác thích hợp. Để bắt đầu lại chu kỳ khi đạt đến giới hạn dưới của nhiệt độ, cũng có thể thực hiện phép đo nhiệt độ bề mặt. Cần xác định trước nhiệt độ bề mặt tương ứng với giới hạn dưới của nhiệt độ trên dây dẫn bằng cách thực hiện thử nghiệm sử dụng sự biến thiên điện trở đo được khi đưa dòng điện một chiều vào. Phương pháp này giống với “phương pháp điện trở” trong TCVN 6627-1 (IEC 60034-1). Trong quá trình lão hóa độ dẫn nhiệt của vách cách điện có thể tăng lên nhưng sự thay đổi này chỉ được ảnh hưởng ở mức hạn chế lên giới hạn dưới của nhiệt độ.

Giới hạn trên của nhiệt độ thông thường phải là cấp nhiệt độ ( $T_c$ ) của hệ thống cách điện. Giới hạn này phải được khống chế trong phạm vi  $\pm 3$  °C. Nếu sử dụng phương pháp điện trở đồng để khống chế nhiệt độ thì giới hạn trên phải được đặt ở  $(T_c - 5)$  °C. Với phương pháp này, giới hạn trên của nhiệt độ phải được khống chế trong phạm vi  $\pm 5$  °C. Vì độ dẫn nhiệt thường thay đổi theo lão hóa, cần giám sát giới hạn trên của nhiệt độ đồng trong quá trình thử nghiệm, tối thiểu trên một thanh dẫn/cuộn dây. Giới hạn dưới của nhiệt độ phải nằm trong khoảng giữa 30 °C và 50 °C.

Thời gian gia nhiệt cũng như làm mát phải từ 30 min đến 60 min như thể hiện trên Hình 2. Hệ thống cách điện cần thử nghiệm và hệ thống cách điện chuẩn phải được thử nghiệm với chu kỳ giống nhau ngoại trừ các giới hạn nhiệt độ trên sẽ khác nếu cấp nhiệt độ của các hệ thống cách điện này khác nhau.

CHÚ THÍCH 2: Một số hệ thống cách điện có nhiệt độ hóa mềm cao hơn giới hạn trên của nhiệt độ. Điều này có thể ảnh hưởng đến các kết quả thử nghiệm, đặc biệt khi so sánh các kết quả với hệ thống cách điện có nhiệt độ thủy tinh hóa thấp.

CHÚ THÍCH 3: Đối với máy điện có các điều kiện làm việc đặc biệt về nhiệt thì có thể rút ngắn thời gian.



Hình 2 – Chu trình các chu kỳ gia nhiệt và làm mát

## 5.2 Số lượng chu kỳ

Đối tượng thử nghiệm phải chịu tối thiểu 500 chu kỳ nhiệt.

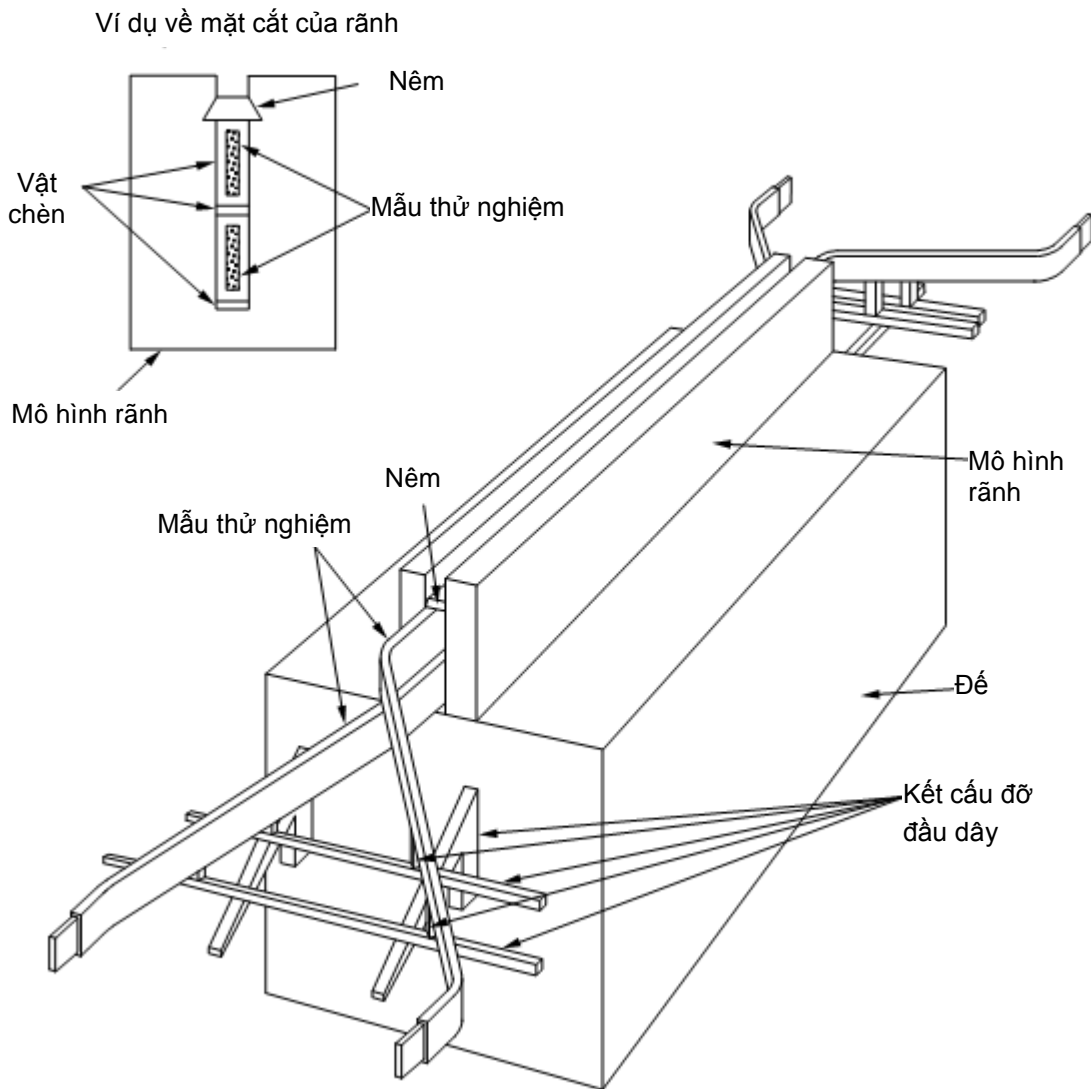
## 6 Qui trình thử nghiệm 1 đối với thanh dẫn/cuộn dây trong các mô hình rãnh

### 6.1 Mô hình rãnh

Thử nghiệm cơ nhiệt theo qui trình thử nghiệm này phải được thực hiện trên thanh dẫn/cuộn dây đặc trong các mô hình rãnh. Các rãnh này phải đáp ứng các yêu cầu sau.

- Chiều dài các mô hình rãnh và phần nhô ra của thanh dẫn/cuộn dây bên ngoài rãnh này phải giống như trong máy điện thực tế. Xem Hình 1.
- Ưu tiên các mô hình rãnh làm bằng các lá thép ghép lại, nhưng cho phép sử dụng các mô hình thay thế đại diện đầy đủ cho các bề mặt của rãnh và đặc tính cơ của lõi làm bằng các lá thép ghép lại. Cần tránh, trong chừng mực có thể, các biến dạng kích thước về kết cấu của rãnh. Các rãnh thông gió cần được đưa vào. Các rãnh này cần có chiều rộng tương tự và tạo ra sự mài mòn tương tự lên bề mặt cách điện như trong máy điện thực.
- Thanh dẫn/cuộn dây phải được lắp đặt trong các mô hình rãnh như trong các rãnh của máy điện thực, bằng cách sử dụng các qui trình chế tạo và linh kiện thông thường. Độ kín của nệm và hệ thống chèn rãnh có thể có bất kỳ phải đồng nhất theo chiều dọc trục. Mô hình nên nằm ngang hoặc thẳng đứng theo thiết kế. Nếu không tuân thủ điều này thì quá trình lão hóa trong 3.2 e) có thể sẽ không được mô phỏng đúng.

Chi tiết thêm về mô hình, xem chú thích của Hình 3.



CHÚ THÍCH: Hình vẽ chỉ thể hiện một rãnh có hai thanh dẫn. Đối với thử nghiệm thực tế, cần nhiều rãnh hơn. Khi cuộn dây được thử nghiệm, điều quan trọng là các rãnh dùng cho từng cuộn dây có không gian và mối quan hệ góc thích hợp để trong thử nghiệm, các cuộn dây không phải chịu các ứng suất cơ không xuất hiện trong vận hành. Có thể cần đưa thêm thanh dẫn giá đỡ chèn chặt các cuộn dây trong mô hình rãnh.

**Hình 3 – Ví dụ về mô hình rãnh với hai thanh dẫn**

## 6.2 Giá đỡ các bộ phận ở đầu của đối tượng thử nghiệm

Các bộ phận ở đầu của thanh dẫn/cuộn dây phải được đỡ như trong máy điện thực trong chừng mực thực hiện được.

## 6.3 Phương pháp gia nhiệt

Phương pháp gia nhiệt phải được chọn sao cho các gradien nhiệt trong cách điện của thanh dẫn/cuộn dây trong quá trình gia nhiệt ở máy điện thực được mô phỏng trong phần thẳng và các phần đầu cuộn dây trong chừng mực có thể thực hiện được. Để đạt được điều này, nhiệt độ cần có giá trị cao nhất tại

## **TCVN 6627-18-34:2014**

các dây dẫn bằng đồng. Các bố trí gia nhiệt phải tạo ra sự gia nhiệt trên tất cả các mẫu với tốc độ bằng nhau, có thể đòi hỏi có thêm bảo vệ hoặc che chắn nhiệt để làm thay đổi luồng nhiệt.

Có thể sử dụng phương pháp gia nhiệt sau.

a) Gia nhiệt với dòng điện chạy qua dây dẫn;

Trong phương pháp này, có thể sử dụng dòng điện xoay chiều hoặc dòng điện một chiều để gia nhiệt cho dây dẫn của thanh dẫn/cuộn dây. Các mối nối điện cần có kích cỡ và được cách nhiệt thích hợp để đảm bảo là chúng không trở thành nguồn thu nhiệt hoặc nguồn tỏa nhiệt. Nếu sử dụng dòng điện xoay chiều thì khuyến cáo rằng mối nối các dây dẫn được thực hiện theo cách để tổng các dòng điện bên trong từng mô hình rãnh là nhỏ nhằm ngăn ngừa quá nhiệt các thành phần từ của mô hình do các tổn thất từ.

b) Gia nhiệt bên trong bằng chất lỏng hoặc hơi

Khi đối tượng thử nghiệm thuộc kiểu làm mát trực tiếp bằng nước hoặc khí thì gia nhiệt có thể thực hiện bằng chất lỏng hoặc khí nóng đi qua dây dẫn hình ống hoặc kênh làm mát.

c) Tổ hợp các phương pháp a) và b)

Phương pháp gia nhiệt a) và b) có thể kết hợp với nhau, nhưng sự phức tạp của kết hợp này thông thường sẽ làm cho chúng ít được sử dụng hơn phương pháp a) và b) riêng rẽ.

Sự mô phỏng đúng các chu kỳ nhiệt sẽ đòi hỏi cách điện trên các đối tượng thử nghiệm có nhiệt độ bề mặt giống như trong máy điện thực, đặc biệt khi bắt đầu chu kỳ làm mát. Điều này có thể đòi hỏi gia nhiệt hoặc làm mát bổ sung cho lõi của mô hình, phụ thuộc vào đặc tính nhiệt của nó.

### **6.4 Phương pháp làm mát**

Phương pháp làm mát phải được chọn sao cho mô phỏng được các gradien nhiệt xuất hiện trong cách điện của máy điện thực trong quá trình làm mát. Có thể sử dụng phương pháp sau:

a) Làm mát bằng quạt thổi

Với phương pháp này, không khí cưỡng bức được hướng thẳng vào bề mặt của thanh dẫn/cuộn dây trên toàn bộ chiều dài, vuông góc với phần thẳng. Phương pháp này thích hợp cho thanh dẫn/cuộn dây được làm mát bên ngoài trong máy điện thực.

b) Làm mát lõi mô hình bằng chất lỏng

Trong phương pháp này, chất lỏng làm mát được đi qua các kênh trong lõi mô hình để làm mát phần thẳng, trong khi các đầu được làm mát bằng không khí cưỡng bức như trong phương pháp a). Phương pháp này có thể làm cho tốc độ làm mát cao hơn so với phương pháp a). Phương pháp này cũng thích hợp đối với thanh dẫn/cuộn dây được làm mát bên ngoài trong máy điện thực.

c) Làm mát bằng chất lỏng bên trong

Phương pháp này thích hợp cho thanh dẫn/cuộn dây được làm mát bên trong, thông qua dây dẫn hình ống hoặc ống làm mát bên trong dây dẫn. Với phương pháp này, chất lỏng làm mát được đi qua ống rỗng hoặc ống làm mát trong đối tượng thử nghiệm.

## 7 Qui trình thử nghiệm 2 đối với các thanh dẫn/cuộn dây không bị ràng buộc

### 7.1 Định vị thanh dẫn/cuộn dây để thử nghiệm

Các thanh dẫn/cuộn dây phải được đặt song song và ở khoảng cách bằng nhau để đảm bảo sự phân bố nhiệt độ đồng nhất của các mẫu thử nghiệm. Chúng phải được đỡ thích hợp để tránh ứng suất không cần thiết trong quá trình thử nghiệm. Cần thận trọng để có nhiệt độ đồng nhất giữa các thanh dẫn, vì các thanh dẫn bên ngoài có thể có tổn thất bức xạ cao hơn.

### 7.2 Phương pháp gia nhiệt

Sử dụng phương pháp mô tả trong 6.3 a). Vì không có mô hình lõi để đỡ thanh dẫn/cuộn dây, mối nối gia nhiệt giữa các thanh dẫn/cuộn dây phải có đủ độ dẻo và đủ nhẹ để tránh các ứng suất cơ không cần thiết trong các mẫu thử nghiệm.

### 7.3 Phương pháp làm mát

Sử dụng các phương pháp mô tả trong 6.4 a) và 6.4 c).

## 8 Thử nghiệm đánh giá chất lượng

### 8.1 Thử nghiệm kiểm tra chất lượng ban đầu

Trước khi bắt đầu chu kỳ lão hóa cơ nhiệt đầu tiên, cần thực hiện các thử nghiệm sau. Các thử nghiệm này được thực hiện để đảm bảo là tất cả các thanh dẫn được sử dụng cho chu kỳ cơ nhiệt đều đáp ứng các qui định kỹ thuật về chất lượng của nhà chế tạo. Trong tiêu chuẩn này không đưa ra các tiêu chí đạt/không đạt đối với các thử nghiệm kiểm tra chất lượng ban đầu này.

Các thử nghiệm này được thực hiện trước khi đặt thanh dẫn/cuộn dây vào mô hình rãnh và đỡ các đầu hoặc được thực hiện đầu tiên với thanh dẫn/cuộn dây không bị ràng buộc.

Các thử nghiệm kiểm tra chất lượng ban đầu được khuyến cáo gồm:

a) xem xét bằng mắt đối tượng thử nghiệm;

b) đo điện trở bề mặt của các bề mặt dẫn nằm trong phần rãnh của thanh dẫn/cuộn dây. Đối với phép đo này, phải sử dụng hai điện cực dẫn hình khuyên được đặt cách nhau một khoảng cho trước trong phạm vi từ 0,1 m đến 1 m (xem TCVN 7918 (IEC 60093));

## TCVN 6627-18-34:2014

c) phép đo chiều rộng và chiều sâu tại một vài vị trí trên phần thẳng, trên đoạn chuyển tiếp đến các phần đầu và trên các phần đầu của đối tượng thử nghiệm, với độ chính xác đến  $\pm 0,03$  mm. Các vị trí này phải được nhận biết rõ ràng sao cho các phép đo có thể lặp lại tại cùng các vị trí này sau chu kỳ;

d) các thử nghiệm chịu điện áp sử dụng các qui trình thử nghiệm bình thường tại nhà máy;

e) trong trường hợp cuộn dây nhiều vòng dây, các thử nghiệm xung hoặc thử nghiệm tần số cao giữa các vòng dây (xem TCVN 6627-15 (IEC 60034-15)).

### 8.2 Các thử nghiệm chẩn đoán đề xuất trên thanh dẫn/cuộn dây riêng rẽ

Lão hóa cơ nhiệt dự kiến là có ảnh hưởng đến cách điện như chỉ ra trong 3.2. Các thử nghiệm chẩn đoán có thể thực hiện để giúp người sử dụng nhận biết quá trình lão hóa chính, và để có được kiến thức về hệ thống cách điện cần đánh giá. Danh mục các thử nghiệm trong mục này là khuyến cáo về những thử nghiệm chung nhất mà có thể cung cấp thông tin về các quá trình lão hóa. Tiêu chuẩn này không đưa ra các tiêu chí đạt/không đạt đối với các thử nghiệm này.

Đối với các thử nghiệm này, thanh dẫn/cuộn dây phải giữ trong mô hình rãnh, như trong chu kỳ. Đối với thanh dẫn/cuộn dây không bị ràng buộc, khi cần di chuyển chúng, thì điều này cần được thực hiện cẩn thận để tránh nứt cách điện và do đó ảnh hưởng đến kết quả. Nên thực hiện các thử nghiệm đã nêu ít nhất trước và sau chu kỳ cơ nhiệt.

#### a) Thử nghiệm tang góc tổn hao

Trong thử nghiệm này, tang góc tổn hao được đo tối thiểu ở  $0,2 U_N$ ,  $0,6 U_N$ ,  $0,8 U_N$  và  $U_N$  trong đó  $U_N$  là điện áp danh định (pha-pha) của thanh dẫn/cuộn dây (xem IEC 60894).

#### b) Thử nghiệm phóng điện cục bộ

Trong thử nghiệm này, điện áp bắt đầu và điện áp tắt đối với phóng điện cục bộ được xác định, giống như hoạt động phóng điện cục bộ đến  $U_N$  (xem IEC/TS 60034-27).

#### c) Đo chiều dài cách điện

Trong thử nghiệm này, đo chiều dài cách điện, được lấy giữa hai điểm cố định trên bề mặt của cách điện. Các phép đo này phải được thực hiện ở các nhiệt độ giống nhau trong mỗi lần đo, ưu tiên ở nhiệt độ thấp của chu kỳ. Sự thay đổi chiều dài cũng có thể tính toán được từ sự dịch chuyển tương đối của bề mặt cách điện và lõi mô hình nếu được sử dụng. Các thay đổi vĩnh viễn của chiều dài cách điện chỉ ra sự bắt đầu có hỏng hóc về cơ của cách điện.

#### d) Xem xét bằng mắt

Khi có lõi mô hình, phạm vi xem xét bằng mắt các cách điện trên phần thẳng của đối tượng thử nghiệm sẽ bị giới hạn mặc dù việc xem xét này có thể thực hiện bằng kính ngắm. Có thể xem xét bằng mắt thêm nữa đối với đầu cuối các cuộn dây, ví dụ, đối với các dấu hiệu dịch chuyển tương đối và mài mòn cách điện.



## e) Thử nghiệm rẽ nhánh

Thử nghiệm rẽ nhánh, mặc dù hoàn toàn mang tính chủ quan, có thể cung cấp các chỉ báo về sự tách lớp. Thử nghiệm này chỉ có thể thực hiện trên thanh dẫn/cuộn dây không bị ràng buộc.

## f) Đo điện trở bề mặt của các bề mặt dẫn điện

Thử nghiệm này được thực hiện như trong 8.1 b) sử dụng cùng một vị trí. Thử nghiệm này chỉ có thể thực hiện trên thanh dẫn/cuộn dây không bị ràng buộc.

## g) Đo chiều rộng và chiều sâu

Phép đo này được thực hiện như trong 8.1 c) và ở các vị trí như nhau. Thử nghiệm này chỉ có thể thực hiện trên thanh dẫn/cuộn dây không bị ràng buộc.

## h) Điện trở cách điện giữa thanh dẫn/cuộn dây và đất

Điện trở cách điện của thanh dẫn/cuộn dây với đất phải được đo bằng điện áp một chiều chọn giữa 2 500 V và 5 000 V nếu thuộc đối tượng áp dụng. Điện trở ở 1 min và 10 min phải được ghi lại. Do điện trở cách điện rất cao của thanh dẫn bình thường nên giá trị này có thể nằm ngoài dải của megômét. Giá trị nhỏ có thể cho thấy sự hình thành vết nứt trong cách điện.

## i) Các thử nghiệm khác

Các thử nghiệm này được sử dụng trong một số trường hợp phải đánh giá cơ chế hỏng cụ thể, ví dụ độ bền kéo hoặc độ bền uốn của mẫu cách điện.

### 8.3 Tần suất khuyến cáo của các thử nghiệm chẩn đoán

Ngoài các thử nghiệm trước và sau chu kỳ, các thử nghiệm chẩn đoán có thể được thực hiện ở các giai đoạn nhất định trong chu kỳ. Tần suất thử nghiệm thích hợp là để thử nghiệm các mẫu sau chu kỳ thứ 10, 50, 100 và 250. Nếu thử nghiệm được kéo dài hơn 500 chu kỳ thì các thử nghiệm bổ sung được khuyến cáo ở bội số của 500 chu kỳ.

### 8.4 Tiêu chí chất lượng

Tiêu chí chất lượng trong tiêu chuẩn này dựa trên sự so sánh thời gian đánh thủng giữa hệ thống cách điện chuẩn và hệ thống cách điện cần đánh giá khi cho chịu thử nghiệm đánh thủng điện áp ở tần số nguồn. Thử nghiệm thời gian dài được sử dụng để kích hoạt quá trình mài mòn bởi phóng điện cục bộ. Thử nghiệm phá hủy được thực hiện sau các chu kỳ cơ nhiệt, và sau các thử nghiệm chẩn đoán tùy chọn.

Thanh dẫn/cuộn dây trong các mô hình rãnh bị ràng buộc không được dịch chuyển khỏi thiết bị thử nghiệm của chúng để thực hiện thử nghiệm độ bền điện áp, trừ khi người sử dụng chắc chắn rằng sự dịch chuyển này sẽ không làm hỏng cách điện.

Việc so sánh giữa hệ thống cần đánh giá và hệ thống chuẩn chỉ được phép nếu các phương pháp gia nhiệt và làm mát là giống nhau giữa cả hai hệ thống, và nếu phương pháp đo nhiệt độ là như nhau khi

## TCVN 6627-18-34:2014

so sánh. Ví dụ, nếu hệ thống chuẩn có dây dẫn dạng ống được làm mát bằng chất lỏng bên trong (phương pháp 6.4 c)) thì hệ thống cần đánh giá không thể được đánh giá chất lượng theo tiêu chuẩn này nếu thanh dẫn hoặc cuộn dây có kết cấu bằng các sợi dây đặc, vì không thể áp dụng cùng phương pháp làm mát. Nếu hệ thống chuẩn được thử nghiệm bằng cách khoan lỗ vào cách điện để chèn cảm biến nhiệt để kiểm tra chu kỳ nhiệt thì phương pháp điện trở không thể sử dụng cho hệ thống cần đánh giá.

Độ bền điện áp có thể được thực hiện ở nhiệt độ môi trường hoặc nhiệt độ khác bất kỳ, ví dụ nhiệt độ làm việc. So sánh giữa hệ thống cần đánh giá và hệ thống chuẩn chỉ được phép nếu nhiệt độ thử nghiệm nằm trong cùng một dải đối với cả hai hệ thống.

Việc so sánh giữa hệ thống cần đánh giá và hệ thống chuẩn chỉ được phép nếu trình tự đặt điện áp là giống nhau đối với cả hai hệ thống. Trình tự điện áp được xác định bằng các mức điện áp, khoảng thời gian của từng mức điện áp và trình tự đặt của chúng. Như chỉ ra trong TCVN 6627-18-32 (IEC 60034-18-32), mức điện áp là tỷ số giữa điện áp pha-đất đặt và điện áp danh định. Sự khác nhau về điện áp danh định đối với hệ thống chuẩn và hệ thống cần đánh giá phải đáp ứng qui định trong TCVN 6627-18-32 (IEC 60034-18-32).

Hệ thống cần đánh giá được đánh giá chất lượng theo các yêu cầu của phương pháp đánh giá giảm nhẹ của TCVN 6627-18-32 (IEC 60034-18-32). Phương pháp trong TCVN 6627-18-32 (IEC 60034-18-32) so sánh các khoảng độ tin cậy 90 % của thời gian đánh thủng. Số mẫu thử nghiệm tối thiểu là 5 mẫu phải đạt đến đánh thủng, Đối với cuộn dây, nếu một phía không đạt, phía còn lại có thể sử dụng nếu phía không đạt không nối đất.

Tiêu chuẩn này không qui định trình tự điện áp cụ thể nhưng phải đáp ứng ba điều kiện sau:

- mức điện áp tối thiểu là  $2 U_N$ ;
- đối với việc tăng điện áp theo nấc, số gia điện áp lớn nhất  $0,1 U_N$  trong tối thiểu 10 h giữa từng nấc hoặc đối với việc tăng điện áp liên tục, tốc độ tăng điện áp phải là  $0,01 U_N$  trên giờ;
- thời gian đến khi đánh thủng của 63 % số mẫu phải lớn hơn 100 h đối với hệ thống chuẩn sử dụng trình tự đặt mức điện áp đã chọn.

Hệ thống cách điện điển hình cần chịu được nhiều hơn 250 h khi chịu điện áp  $2,5 U_N$ .

Vật liệu san bằng ứng suất có thể bị hỏng trong thử nghiệm độ bền điện áp. Cho phép thực hiện tất cả các biện pháp nhằm ngăn ngừa hoặc sửa chữa sự xuống cấp của vật liệu. Phóng điện bề mặt dọc theo bề mặt của dây quấn ở đầu không được coi là phóng điện đánh thủng cách điện vì độ bền điện áp nhằm mục đích thử nghiệm cách điện rãnh hơn là hệ thống san bằng ứng suất. Trong trường hợp có nghi ngờ thì phép đo điện trở cách điện như trong 8.2 h) phải được thực hiện để đánh giá việc có đánh thủng thực sự hay không. Xem TCVN 6627-18-32 (IEC 60034-18-32), Điều 6 để có thêm thông tin.

Các thử nghiệm độ bền điện áp xoay chiều cần được thực hiện trên tập hợp các thanh dẫn/cuộn dây không theo chu kỳ để đánh giá ảnh hưởng của chu kỳ.

Xem xét bằng mắt vùng phóng điện sau khi cắt cách điện được khuyến cáo nhằm hỗ trợ việc xác định quá trình lão hóa nào chiếm ưu thế.

## 9 Phân tích và báo cáo

Khi báo cáo, cần thiết phải ghi lại tất cả các thông tin chi tiết của thử nghiệm, bao gồm:

- lý do để chọn qui trình thử nghiệm của hướng dẫn này;
- mô tả hệ thống cách điện cần thử nghiệm (hệ thống cách điện chuẩn và hệ thống cách điện cần đánh giá);
- kết cấu của đối tượng thử nghiệm;
- kết cấu của lõi mô hình và các cơ cấu đỡ các đầu nếu có tham gia thử nghiệm;
- số lượng đối tượng thử nghiệm được sử dụng;
- nhiệt độ và độ dài của chu kỳ gia nhiệt và làm mát lớn nhất và nhỏ nhất;
- số lượng chu kỳ lão hóa sử dụng trong thử nghiệm;
- kết quả của kiểm tra chất lượng ban đầu và các thử nghiệm chẩn đoán;
- kết quả của các thử nghiệm chẩn đoán trong chu kỳ;
- mô tả phương pháp sử dụng cho thử nghiệm độ bền điện áp;
- kết quả của các thử nghiệm chức năng chẩn đoán cuối cùng;
- mô tả phân tích thống kê và các kết quả.

Phân tích các thử nghiệm chẩn đoán đề xuất là sự so sánh giữa hệ thống cách điện chuẩn và hệ thống cách điện cần đánh giá liên quan đến các phép đo được thực hiện trong và sau chu kỳ. Sự so sánh dựa trên sự thay đổi trong bản thân các phép đo chẩn đoán, và phụ thuộc vào các thử nghiệm phá hủy cuối cùng. Đặc biệt, sự so sánh có thể thực hiện trên cơ sở các điểm sau :

- sự thay đổi trong chu kỳ của độ nghiêng tang góc tổn hao, được đo giữa các điện áp thử nghiệm thấp nhất và cao nhất ;
- sự thay đổi trong các điện áp đưa vào và điện áp tắt phóng điện cục bộ trong chu kỳ ;
- sự thay đổi cường độ phóng điện cục bộ tại  $U_N$  trong chu kỳ ;
- sự thay đổi trong các phép đo chiều rộng và chiều sâu trong chu kỳ ;
- sự thay đổi vĩnh viễn về chiều dài của cách điện trong chu kỳ ;
- sự thay đổi về điện trở bề mặt của các bề mặt dẫn ;
- bằng chứng nhìn thấy được về sự mài mòn trên phần thẳng (nếu các mô hình rãnh được sử dụng trong thử nghiệm) ;

## **TCVN 6627-18-34:2014**

- bằng chứng nhìn thấy được về các vết nứt trong bề mặt cách điện ;
- bằng chứng nhìn thấy được về sự suy giảm chất lượng trong sự phân tích cuối cùng của cách điện.

Trong quá trình so sánh hệ thống cách điện cần đánh giá và hệ thống cách điện chuẩn, điều quan trọng nhất là các phép đo liên quan đến quá trình lão hóa liên quan (xem 3.2).

---