

**TCVN 6627-18-33:2014**  
**IEC/TS 60034-18-33:2010**

Xuất bản lần 1

**MÁY ĐIỆN QUAY –**  
**PHẦN 18-33: ĐÁNH GIÁ CHỨC NĂNG**  
**CỦA HỆ THỐNG CÁCH ĐIỆN –**  
**QUI TRÌNH THỬ NGHIỆM DÂY QUẤN ĐỊNH HÌNH –**  
**ĐÁNH GIÁ NHIỀU YẾU TỐ BẰNG ĐỘ BỀN**  
**KHI CHỊU ĐỒNG THỜI ỨNG SUẤT NHIỆT VÀ ĐIỆN**

*Rotating electrical machines –*

*Part 18-33: Functional evaluation of insulation systems –*

*Test procedures for form-wound windings –*

*Multifactor evaluation by endurance under simultaneous thermal and electrical stresses*



**Mục lục**

	<b>Trang</b>
Lời nói đầu .....	4
Lời giới thiệu .....	5
1 Phạm vi áp dụng .....	7
2 Tài liệu viện dẫn .....	8
3 Mô tả chung về các qui trình thử nghiệm .....	8
4 Đối tượng thử nghiệm .....	11
5 Chu kỳ lão hóa .....	13
6 Chu kỳ ổn định và chẩn đoán .....	14
7 Tiêu chí điểm cuối .....	16
8 Phân tích dữ liệu, báo cáo và đánh giá .....	16
Thư mục tài liệu tham khảo .....	18

**Lời nói đầu**

TCVN 6627-18-33:2014 hoàn toàn tương đương với IEC/TS 60034-18-33:2010;

TCVN 6627-18-33:2014 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 6627-18-33:2014**

- 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 18-33: Đánh giá chức năng của hệ thống cách điện –  
Qui trình thử nghiệm dây quấn định hình –  
Đánh giá nhiều yếu tố bằng độ bền khi chịu đồng thời các ứng  
suất nhiệt và điện**

*Rotating electrical machines –*

*Part 18-33: Functional evaluation of insulation systems –*

*Test procedures for form-wound windings –*

*Multifactor evaluation by endurance under simultaneous thermal and electrical stresses*

## **1 Phạm vi áp dụng**

Tiêu chuẩn này mô tả các qui trình đánh giá hệ thống cách điện bằng thử nghiệm độ bền khi các ứng suất điện và nhiệt được đặt đồng thời. Các qui trình này được sử dụng cho các hệ thống cách điện đã sử dụng, hoặc dự kiến sử dụng, trong các máy điện xoay chiều sử dụng dây quấn định hình. Các qui trình thử nghiệm đưa ra sự so sánh tính năng giữa các hệ thống chuẩn và hệ thống cần đánh giá ở các tổ hợp điện áp và nhiệt độ được sử dụng riêng rẽ để đánh giá chất lượng trong quá khứ và được chọn để tạo ra các hỏng hóc trong khoảng thời gian thích hợp và ở các ứng suất trong phạm vi các giới hạn thực tế. Kết quả của thử nghiệm trên hệ thống cách điện cần đánh giá sẽ cho thấy hệ thống này tốt hơn hay tồi hơn hệ thống cách điện chuẩn với kinh nghiệm vận hành đã được khẳng định nhưng sẽ không cho phép tính toán được tuổi thọ vận hành. Đánh giá mô tả trong tiêu chuẩn này không bao gồm việc san bằng ứng suất.

Các qui trình thử nghiệm trong tiêu chuẩn này không nhằm thiết lập sự tương tác giữa ứng suất nhiệt và ứng suất điện trong quá trình lão hóa cũng như giới hạn độ bền. Nếu yêu cầu thông tin bổ sung về sự tương tác này hoặc để đạt được giới hạn độ bền thì cần thực hiện thêm các thử nghiệm trong đó lão hóa điện được tiến hành ở nhiệt độ không đổi và ở các điện áp khác nhau (TCVN 6627-18-32 (IEC 60034-18-32)) và lão hóa nhiệt được thực hiện ở các nhiệt độ khác nhau và điện áp không đổi.

## **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 6627-15 (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 8086 (IEC 60085), *Cách điện – Đánh giá về nhiệt và ký hiệu cấp chịu nhiệt*

IEC 60034-18-42, *Rotating electrical machines - Part 18-42: Qualification and acceptance tests for partial discharge resistant electrical insulation systems (Type II) used in rotating electrical machines fed from voltage converters (Máy điện quay – Phần 18-42: Yêu cầu chất lượng và các thử nghiệm chấp nhận đối với các hệ thống cách điện chịu phóng điện từng phần (Kiểu II) được sử dụng trong máy điện quay được cấp nguồn từ bộ chuyển đổi điện áp)*

IEC 60505, *Evaluation and qualification of electrical insulation systems (Đánh giá và yêu cầu chất lượng của hệ thống cách điện)*

IEC 62539, *Guide for the statistical analysis of electrical insulation breakdown data (Hướng dẫn phân tích thống kê các dữ liệu đánh thủng cách điện)*

## **3 Mô tả chung về các qui trình thử nghiệm**

### **3.1 Mối liên quan với các tiêu chuẩn khác**

Phải tuân thủ nguyên tắc của TCVN 6627-18-1 (IEC 60034-18-1) và IEC 60505, trừ khi các khuyến cáo hoặc đề xuất của tiêu chuẩn này qui định khác.

### **3.2 Qui trình thử nghiệm**

Thử nghiệm có thể thực hiện như một qui trình thử nghiệm đầy đủ nhiều yếu tố hoặc qui trình thử nghiệm một điểm duy nhất liên quan đến việc đặt nhiệt độ và điện áp đồng thời. Qui trình thử nghiệm một điểm đưa ra sự so sánh ở chỉ một tổ hợp ứng suất nhiệt và điện. Điều này tạo ra ít thông tin hơn về tính năng của hệ thống cần đánh giá, tuy nhiên vẫn có thể là đủ trong một số trường hợp, ví dụ như khi có những thay đổi nhỏ trong hệ thống cách điện (xem 5.5). Qui trình này cũng có thể được sử dụng như một thử nghiệm chất lượng của hệ thống hiện có hoặc hệ thống đã được chứng minh.



### 3.3 Hệ thống cách điện chuẩn

Hệ thống cách điện chuẩn phải được thử nghiệm bằng cách sử dụng qui trình thử nghiệm tương đương với qui trình được sử dụng cho hệ thống cần đánh giá trong cùng một phòng thí nghiệm, sử dụng cùng một thiết bị thử nghiệm. Tính năng của hệ thống cách điện chuẩn phải được thiết lập bằng kinh nghiệm vận hành trong các điều kiện làm việc bình thường.

### 3.4 Đặc tính của qui trình thử nghiệm

#### 3.4.1 Đặc tính chung

Nhìn chung, các thử nghiệm được thực hiện theo chu kỳ, mỗi chu kỳ gồm các chu kỳ lão hóa, ổn định và chẩn đoán.

#### 3.4.2 Chu kỳ lão hóa

Chu kỳ lão hóa là việc đặt đồng thời các ứng suất nhiệt và điện.

#### 3.4.3 Chu kỳ ổn định và chẩn đoán

Chu kỳ ổn định gồm việc đặt ứng suất cơ và ẩm. Sau đó là các thử nghiệm điện áp và các thử nghiệm chẩn đoán khác, khi thích hợp. Khi chọn các giá trị của các tham số sử dụng trong chu kỳ này, tập các điều kiện làm việc chuẩn (xem 3.8) phải được sử dụng làm hướng dẫn. Các hoạt động trong chu kỳ này phải được thực hiện theo trình tự cho trong Điều 6.

### 3.5 Biện pháp gia nhiệt và xác định mức ứng suất nhiệt

#### 3.5.1 Phương pháp gia nhiệt

Các mẫu phải được gia nhiệt ở tốc độ điển hình trong vận hành bình thường. Có thể sử dụng mọi biện pháp gia nhiệt thích hợp, ví dụ như

- a) toàn bộ vỏ bọc trong lò;
- b) gia nhiệt cho dây dẫn bằng dòng điện lớn;
- c) đặt các tấm gia nhiệt vào cách điện rãnh.

Ưu tiên biện pháp c), vì biện pháp này cho phép khống chế tốt hơn nhiệt độ mẫu trong toàn bộ thử nghiệm và cho phép làm mát độc lập vùng san bằng ứng suất (xem 3.6). Có nhiều khả năng trong chu kỳ lão hóa bằng điện áp cao phải đòi hỏi loại bỏ các khí ( $\text{NO}_x$  và  $\text{O}_3$ ).

#### 3.5.2 Mức ứng suất nhiệt

Trong trường hợp khả thi, mức ứng suất nhiệt được xác định bằng nhiệt độ trung bình của dây dẫn ở phần giữa của rãnh. Trong trường hợp không thể đánh giá chính xác nhiệt độ này, nhiệt độ của bề mặt bên ngoài của cách điện rãnh ở phần giữa rãnh có thể sử dụng nếu dây dẫn không phải nguồn nhiệt.

## TCVN 6627-18-33:2014

Phương pháp sử dụng để đo mức ứng suất nhiệt phải giống nhau đối với các hệ thống cần đánh giá và hệ thống chuẩn. Trong trường hợp áp dụng gia nhiệt bằng lò thì nhiệt độ lò có thể cung cấp giá trị ứng suất nhiệt chấp nhận được nhưng chỉ khi được kiểm tra xác nhận bằng quy trình cho trong 3.5.3.

Trong trường hợp ứng suất nhiệt được cung cấp bởi gia nhiệt bằng dòng điện, nhiệt độ dây dẫn đạt được từ các phép đo điện trở là giá trị chấp nhận được của ứng suất nhiệt nếu các biện pháp phòng ngừa được thực hiện để duy trì nhiệt độ không đổi trong phạm vi  $\pm 5$  °C giữa các mẫu và bên trong các mẫu.

### 3.5.3 Kỹ thuật đo nhiệt độ

Các phép đo nhiệt độ nên thực hiện theo hai giai đoạn như sau:

- a) tại thời điểm cân bằng khi chỉ đặt ứng suất nhiệt;
- b) tại thời điểm cân bằng sau khi đặt thêm ứng suất điện.

Cả hai nhiệt độ được ghi lại để cung cấp thông tin, trong đó nhiệt độ cao hơn xác định mức ứng suất nhiệt.

Phép đo nhiệt độ trong giai đoạn thứ hai được thực hiện một cách an toàn nhất sử dụng kỹ thuật đường cong làm mát ngoại suy, ngay sau khi loại bỏ ứng suất điện, hoặc bằng các cảm biến sợi quang.

Các nhiệt độ cục bộ cao hơn có thể xuất hiện (ví dụ ở khu vực san bằng ứng suất). Các nhiệt độ này có thể được xác định bằng cách sử dụng bộ phát hiện hồng ngoại. Nếu hồng học xảy ra mang tính hệ thống ở các điểm này thì các ứng suất lão hóa có thể quá cao đối với hệ thống san bằng ứng suất được sử dụng. Vấn đề này có thể được chứng minh bằng cách cải thiện hệ thống san bằng ứng suất.

### 3.6 Phương tiện lão hóa điện

Nên sử dụng điện áp tần số nguồn để tạo ra lão hóa điện. Điện áp lão hóa xoay chiều được đặt giữa các dây dẫn và lõi stato hoặc lớp dẫn điện bên ngoài trên bề mặt của mẫu thử nghiệm. Giá trị hiệu dụng của điện áp thử nghiệm phải như thể hiện trong Bảng 1. Các vật liệu san bằng ứng suất qui ước được đặt lên bề mặt của các mẫu thử nghiệm có thể không tạo ra không chế thỏa đáng cho ứng suất điện vào các thời điểm cuối của giai đoạn thử nghiệm khi chịu các điện áp cao và nhiệt độ cao dự kiến trong Bảng 1. Có thể xuất hiện quá nhiệt và tia lửa điện. Có thể cần đặt hệ thống san bằng ứng suất đặc biệt lên các cuộn dây thử nghiệm sao cho hồng học chỉ xảy ra ở cách điện rãnh. Các ví dụ có thể có là hệ thống san bằng ứng suất ghép nối điện dung, tăng chiều dày cách điện rãnh và tạo ra các nón ứng suất. Có thể cần làm mát bằng không khí cưỡng bức cho vùng san bằng ứng suất. Cho phép thực hiện hành động khắc phục để đảm bảo giảm đủ ứng suất điện trong suốt quá trình thử nghiệm.

Để giảm thời gian thử nghiệm, cho phép sử dụng tần số tăng đến 10 lần tần số nguồn. Tuy nhiên, cần thận trọng để các tổn thất điện môi không làm tăng nhiệt độ của cách điện đến mức ảnh hưởng đến kết quả. Phải sử dụng tần số giống nhau cho cả hệ thống chuẩn và hệ thống cần đánh giá.

### 3.7 Xác định thời gian chu kỳ lão hóa

Chu kỳ lão hóa sẽ được coi là bắt đầu tại thời điểm khi đặt các yếu tố lão hóa vào và kết thúc khi ngừng đặt các yếu tố lão hóa.

### 3.8 Điều kiện làm việc chuẩn

#### 3.8.1 Qui định chung

Điều kiện làm việc chuẩn gồm các mức khắc nghiệt nhất của tất cả các yếu tố lão hóa, ổn định và chẩn đoán mà hệ thống cách điện được thiết kế. Phải xác định các điều kiện làm việc chuẩn.

#### 3.8.2 Yếu tố lão hóa chuẩn

Các ứng suất nhiệt và điện được giả thiết là các yếu tố lão hóa quan trọng nhất. Các mức của chúng phụ thuộc vào cấp nhiệt độ và điện áp danh định dự kiến lớn nhất của hệ thống cách điện. Xem 5.2 đối với các giá trị của chúng.

#### 3.8.3 Yếu tố ổn định chuẩn

Yếu tố ổn định chuẩn có thể gồm:

- a) ứng suất cơ lớn nhất, có thể tác dụng lên phần dây quấn mà đối tượng thử nghiệm mô phỏng, ví dụ ứng suất do dòng điện quá độ khi khởi động;
- b) tiếp xúc ẩm dự kiến lớn nhất trong vận hành.

#### 3.8.4 Yếu tố chẩn đoán chuẩn

Các yếu tố chẩn đoán chuẩn dựa trên điện áp danh định lớn nhất của hệ thống cách điện ( $U_N$ ) và có thể bao gồm các yếu tố sau:

- a) thử nghiệm điện áp chịu thử cách điện rãnh;
- b) thử nghiệm điện áp chịu thử giữa các vòng dây;
- c) thử nghiệm không phá hủy, ví dụ, phóng điện cục bộ hoặc tang góc tổn hao.

## 4 Đối tượng thử nghiệm

### 4.1 Kết cấu của đối tượng thử nghiệm

#### 4.1.1 Các khía cạnh chung

Đối tượng thử nghiệm phải có kết cấu để thể hiện đầy đủ cấu hình của thành phần dây quấn hoàn chỉnh cần đánh giá và phải chịu đầy đủ quá trình chế tạo bình thường hoặc dự kiến hết mức có thể. Nếu các cơ cấu gắn cơ khí của cách điện trong vận hành, tức là cách cố định các cạnh của cuộn dây

## **TCVN 6627-18-33:2014**

hoặc thanh dẫn trong các rãnh hoặc kết cấu đỡ đầu nối dây quấn, được coi là ảnh hưởng đến quá trình lão hóa, thì các cơ cấu này phải được mô phỏng trong đối tượng thử nghiệm.

Khi sử dụng các cuộn dây hoặc thanh dẫn riêng rẽ làm mô hình, chiều dài đường rò và san bằng điện áp (khi có yêu cầu) phải thích hợp với các ứng suất đặt vào trong quá trình thử nghiệm. Điện cực phải được kéo dài toàn bộ chiều dài rãnh của mô hình và bao quanh toàn bộ chu vi của mặt cắt cuộn dây. Cho phép giảm chiều dài của thanh dẫn hoặc cuộn dây cần thử nghiệm.

### **4.1.2 Lưu ý về các vòng dây và sợi dây trong đối tượng thử nghiệm**

Trong trường hợp cách điện của vòng dây được thử nghiệm chẩn đoán, nhìn chung thường cần phải sử dụng các cuộn dây hoàn chỉnh để đưa vào các ảnh hưởng có thể có của việc tạo hình cuộn dây và việc gia cố dây dẫn.

Trong trường hợp áp dụng thử nghiệm chẩn đoán điện áp xung giữa các vòng dây, số lượng vòng dây trong cuộn dây phải là số ít nhất thích hợp đối với hệ thống cách điện, để có ứng suất cao nhất trên cách điện giữa các vòng dây.

Trong trường hợp khi có yêu cầu đặt điện áp tần số nguồn giữa các vòng dây, cuộn dây nên được quấn bằng hai sợi dây song song (chập đôi) hoặc cuộn dây phải được cắt ở các đầu nối dây quấn. Khi sử dụng các cuộn dây có ngâm tẩm áp suất chân không (VPI) thì việc cắt đứt và tách các dây dẫn trong vùng đó phải được thực hiện trước khi ngâm tẩm.

## **4.2 Số lượng mẫu thử nghiệm**

Số lượng các mẫu thử nghiệm được lão hóa ở từng tổ hợp trong số các tổ hợp nhiệt độ và điện áp lão hóa được sử dụng phải đủ để có độ tin cậy theo thống kê. Số lượng này không được nhỏ hơn năm. Phải tuân thủ nội dung chi tiết cho trong IEC 62539.

CHÚ THÍCH: Nếu thanh dẫn hoặc nửa cuộn dây được sử dụng thì số lượng tối thiểu là năm thanh dẫn hoặc năm nửa cuộn dây. Nếu sử dụng cả cuộn dây thì số lượng nhỏ nhất là năm cuộn dây.

## **4.3 Các thử nghiệm kiểm tra chất lượng ban đầu**

Mỗi vật liệu cách điện dự kiến để chuẩn bị các mẫu thử nghiệm phải được thử nghiệm để xác định xem có đáp ứng các qui định kỹ thuật không. Các thử nghiệm chất lượng được chọn phải đảm bảo rằng từng vật liệu là thích hợp với các quá trình yêu cầu để tạo ra các mẫu riêng rẽ và cụm đối tượng thử nghiệm. Từng mẫu thử nghiệm phải trải qua thử nghiệm chất lượng trước khi bắt đầu lão hóa nhưng lựa chọn thử nghiệm nào để thực hiện sẽ thuộc trách nhiệm của nhà chế tạo.

## **4.4 Thử nghiệm chẩn đoán ban đầu**

Từng đối tượng thử nghiệm hoàn chỉnh phải chịu tất cả các thử nghiệm ổn định và thử nghiệm chẩn đoán được chọn cho qui trình thử nghiệm trước khi bắt đầu chu kỳ lão hóa đầu tiên.

## 5 Chu kỳ lão hóa

### 5.1 Mức ứng suất lão hóa

Khi lựa chọn các mức ứng suất điện và nhiệt đối với chu kỳ lão hóa, điều quan trọng là cơ chế lão hóa trong các chu kỳ này không được khác đáng kể với cơ chế trong vận hành bình thường.

### 5.2 Yếu tố gia tốc

Các ứng suất thử nghiệm phải liên quan đến các mức yếu tố lão hóa chuẩn sau:

- $U_N$  – điện áp danh định lớn nhất của hệ thống cách điện;
- $T_c$  – nhiệt độ cấp chịu nhiệt như xác định trong TCVN 8086 (IEC 60085).

Bảng 1 đưa ra các hướng dẫn để chọn mức ứng suất.

**Bảng 1 – Hướng dẫn chọn các mức ứng suất**

Mức thử nghiệm	Ứng suất điện	Ứng suất nhiệt
1	1,7 $U_N$	$T_c - 10\text{ }^\circ\text{C}$
2	1,9 $U_N$	$T_c$
3	2,1 $U_N$	$T_c + 10\text{ }^\circ\text{C}$
4	2,3 $U_N$	$T_c + 20\text{ }^\circ\text{C}$
5	2,5 $U_N$	$T_c + 30\text{ }^\circ\text{C}$

Các mức thử nghiệm đối với máy điện cấp điện qua bộ biến đổi phụ thuộc vào cách xác định điện áp danh định. Có thể thích hợp nếu tăng các mức thử nghiệm bằng một hệ số để tính đến mức vượt quá lớn nhất có nhiều khả năng xảy ra cao hơn điện áp ở các đầu nối máy điện, như mô tả trong IEC 60034-18-42. Giá trị này có thể là 1,7 đối với bộ chuyển đổi mức 3 và sẽ thấp hơn nếu có nhiều mức hơn.

Khi chọn các nhiệt độ lão hóa trong bảng này, giả thiết là cơ chế lão hóa nhiệt là như nhau trong phạm vi toàn bộ dải nhiệt độ thử nghiệm và cơ chế này tuân theo luật Arrhenius với độ chính xác hợp lý. Cũng như đối với các thử nghiệm lão hóa nhiệt một yếu tố, có khả năng có sự thay đổi cơ bản trong cơ chế lão hóa sẽ xảy ra ở những nhiệt độ lão hóa cao nhất do, ví dụ, gần với nhiệt độ thủy tinh hóa hoặc sự thay đổi lớn trong tang góc tổn hao. Những thay đổi này của cơ chế lão hóa có thể dẫn đến những kết quả sai lệch và phải được ghi trong báo cáo.

Không cần kết hợp ứng suất điện và nhiệt theo cách thể hiện trong Bảng 1 nếu như tương tác đã biết hoặc dự kiến giữa lão hóa nhiệt và điện làm chúng không còn thích hợp nữa. Ví dụ, có thể xem là thích hợp hơn nếu kết hợp các ứng suất điện 2, 3 và 4 với các ứng suất nhiệt 3, 4 và 5 tương ứng. Nguyên tắc quan trọng là chọn các điều kiện thử nghiệm nào tạo ra hỏng trong khoảng thời gian yêu cầu.

### **5.3 Thời gian và số chu kỳ lão hóa**

Mỗi tổ hợp ứng suất phải được chọn sao cho thời gian trung bình đến khi hỏng không nhỏ hơn 20 ngày. Tổ hợp ứng suất thấp nhất phải tạo ra thời gian trung bình đến khi hỏng lớn hơn 250 ngày.

Thời gian của từng chu kỳ phải được chọn sao cho sẽ trải qua khoảng 10 chu kỳ trước khi hỏng trung bình trong nhóm mẫu. Do đó, khoảng thời gian này không được nhỏ hơn 2 ngày và không lớn hơn 30 ngày. Có thể thích hợp nếu chọn khoảng thời gian tăng lên đối với từng chu kỳ lão hóa.

### **5.4 Qui trình thử nghiệm đầy đủ nhiều yếu tố**

Các yếu tố lão hóa được áp dụng đồng thời và ít nhất ba điều kiện lão hóa phải được lựa chọn, theo hướng dẫn trong 5.2. Các giá trị cho trong Bảng 1 để hướng dẫn. Nếu chọn các tổ hợp các mức thử nghiệm khác, chúng phải được biện minh. Ví dụ, có thể ưu tiên việc so sánh với thử nghiệm điện và nhiệt kết hợp trước đây mà đối với chúng đã sử dụng các mức thử nghiệm khác nhau.

### **5.5 Qui trình thử nghiệm một điểm**

Cho phép thử nghiệm một điểm nếu có thay đổi nhỏ trong hệ thống cách điện. Có thể sử dụng qui trình sau.

Một tổ hợp thích hợp các mức ứng suất lão hóa được lựa chọn theo 5.2 và hai ứng suất lão hóa được đặt đồng thời.

Phải tuân thủ nguyên tắc chung được cho trong Điều 3. Đối với qui trình này, điều thiết yếu là hệ thống chuẩn và hệ thống cần đánh giá cần được thử nghiệm cùng nhau, sử dụng cùng một qui trình thử nghiệm, tại cùng một phòng thí nghiệm, và với cùng thiết bị thử.

## **6 Chu kỳ ổn định và chẩn đoán**

### **6.1 Qui định chung**

Theo sau mỗi chu kỳ lão hóa, từng mẫu thử phải chịu một loạt các thử nghiệm ổn định và thử nghiệm chẩn đoán mà có thể gồm một vài hoặc tất cả các thử nghiệm sau: cơ, ẩm, điện áp, và các thử nghiệm chẩn đoán khác như mô tả trong điều này, thực hiện theo trình tự cho trước. Các thử nghiệm được sử dụng phải được ghi vào báo cáo. Nếu quyết định bỏ qua thử nghiệm cơ hoặc thử nghiệm ẩm nào thì những thảo luận để biện minh việc này phải được ghi vào báo cáo.

### **6.2 Thử nghiệm cơ**

#### **6.2.1 Thử nghiệm cơ chung**

Ứng suất cơ đặt vào phải có bản chất chung giống với ứng suất trải qua trong vận hành và độ khác nghiệt có thể so sánh với các ứng suất cao nhất hoặc sức căng dự kiến trong vận hành bình thường.

Qui trình áp dụng ứng suất này có thể thay đổi với từng kiểu đối tượng thử nghiệm, và cách vận hành. Thử nghiệm được thực hiện ở nhiệt độ phòng và không đặt điện áp.

### **6.2.2 Thử nghiệm trên bàn rung**

Các mẫu thử nghiệm phải được lắp đặt sao cho xảy ra sự dịch chuyển vuông góc với mặt phẳng của các cuộn dây. Thử nghiệm cần được thực hiện ở nhiệt độ phòng và không đặt điện áp.

Giá trị ưu tiên của sự thay đổi biên độ là 0,2 mm hoặc 0,3 mm được đo từ đỉnh đến đỉnh, ở tần số thử nghiệm 60 Hz hoặc 50 Hz tương ứng. Biên độ này tương ứng với gia tốc xấp xỉ 1,5g (15 m/s<sup>2</sup>). Nếu sử dụng biên độ hoặc tần số khác, gia tốc phải như nhau.

## **6.3 Thử nghiệm ẩm**

### **6.3.1 Thử nghiệm ẩm chung**

Mỗi đối tượng thử nghiệm phải được đặt trong khí quyển tạo ra sự lắng đọng ẩm nhìn thấy được trên dây quấn, trong tối thiểu 48 h. Đối tượng thử nghiệm phải ở xấp xỉ nhiệt độ phòng, trong phạm vi từ 15 °C đến 35 °C. Nhiệt độ thử nghiệm thực phải được ghi vào báo cáo. Trong giai đoạn này, không đặt điện áp lên các mẫu thử nghiệm.

Sự lắng đọng ẩm nhìn thấy được và liên tục có thể có được bằng cách, ví dụ, buồng tạo sương hoặc buồng ngưng tụ.

### **6.3.2 Thử nghiệm ẩm bằng ngâm trong nước**

Thử nghiệm này có thể thích hợp để đánh giá các hệ thống gắn kín. Đối tượng thử nghiệm hoàn chỉnh, kể cả các mối nối của khớp nối, được ngâm trong nước máy trong thời gian 30 min.

Khi kết thúc thời gian ngâm, trong khi các đối tượng thử nghiệm vẫn còn ngâm trong nước, đặt điện áp vào các mẫu như mô tả trong 6.4. Có thể sử dụng phép đo điện trở cách điện như một thử nghiệm bổ sung để chỉ ra rò rỉ, nếu thấy có lợi.

Sau thử nghiệm điện áp, đối tượng thử nghiệm phải được để khô, nên để qua đêm, trước khi lặp lại chu kỳ lão hóa.

## **6.4 Thử nghiệm điện áp**

Để kiểm tra tình trạng của các mẫu thử nghiệm và xác định thời điểm đạt đến cuối vòng đời thử nghiệm, phải đặt một điện áp thử nghiệm.

Điện áp thử nghiệm phải đặt giữa các vòng dây và giữa cuộn dây đến vỏ, theo trình tự đó.

Đối với thử nghiệm đặt điện áp giữa các vòng dây, điện áp thích hợp đối với thiết kế dây quấn và điều kiện làm việc phải được chọn theo TCVN 6627-15 (IEC 60034-15).

Khi sử dụng thử nghiệm ẩm, điện áp thử nghiệm tần số nguồn cần được đặt trên cách điện rãnh trong 1 min trong khi các mẫu thử nghiệm vẫn còn ướt, ở xấp xỉ nhiệt độ phòng. Giá trị điện áp thử nghiệm

## **TCVN 6627-18-33:2014**

tần số nguồn phải là  $2 \times U_N$  hoặc 1 000 V, chọn giá trị lớn hơn.  $U_N$  được xác định là điện áp danh định lớn nhất của hệ thống cách điện cần thử nghiệm.

Điều quan trọng là dòng điện nạp không được nhằm lẫn với đánh thủng điện.

Đối với trường hợp các mẫu thử nghiệm bị ngâm, điện áp thử nghiệm tần số nguồn bằng  $1,15 U_N$  được đặt từ cuộn dây đến vỏ trong 1 min. Nước phải đẳng thế với vỏ trong quá trình thử nghiệm và ở nhiệt độ phòng.

### **6.5 Thử nghiệm chẩn đoán khác**

Khi thích hợp, có thể thực hiện các thử nghiệm chẩn đoán khác.

Các thử nghiệm chẩn đoán này là các phép đo không phá hủy về chất lượng của cách điện được thực hiện ở tần số nguồn và không được khắc nghiệt tới mức góp phần vào lão hóa hệ thống cách điện. Các thử nghiệm này có thể sử dụng để cung cấp các điểm cuối cho thử nghiệm. Ví dụ

- a) điện áp bắt đầu phóng điện cục bộ;
- b) độ lớn phóng điện lớn nhất ở điện áp chọn trước;
- c) tang góc tổn hao ở  $U_N$ ;
- d) giá trị đỉnh (tip-up) của tg $\delta$ .

## **7 Tiêu chí điểm cuối**

Điểm kết thúc thử nghiệm được xác định như sau:

- a) phóng điện đánh thủng trong qui trình lão hóa;
- b) phóng điện đánh thủng sau thử nghiệm âm;
- c) giá trị của hệ số chẩn đoán trong 6.5 vượt quá mức thỏa thuận trước.

Khi xảy ra hỏng trong chu kỳ lão hóa, thời gian đến khi hỏng là thời gian lão hóa lũy tích trong điều kiện ứng suất nhiệt và điện kết hợp. Khi đạt đến tiêu chí điểm cuối trong quá trình thử nghiệm chẩn đoán, thời gian đến hỏng sẽ là điểm giữa của thời gian lão hóa lũy tích giữa hai chu kỳ lão hóa cuối cùng.

## **8 Phân tích dữ liệu, báo cáo và đánh giá**

### **8.1 Phân tích dữ liệu**

Đối với từng tổ hợp chọn trước của các ứng suất lão hóa, phải xác định giá trị giữa, khoảng giữa hoặc các đặc tính thời gian đến khi hỏng khác, cùng với các giới hạn độ tin cậy 90 %. Phải ghi lại trong báo cáo lý do sử dụng phương pháp lựa chọn để giảm dữ liệu.

Các kết quả có thể được hiển thị bằng đồ thị thể hiện hàm loga của tuổi thọ theo mức thử nghiệm, ví dụ 1, 2, 3 trong Bảng 1, mà không có đường thẳng hồi qui.



## **8.2 Ghi vào báo cáo**

Các đề mục liên quan đến việc ghi vào báo cáo trong Điều 5 của TCVN 6627-18-1 (IEC 60034-18-1) phải được sử dụng làm hướng dẫn.

## **8.3 Đánh giá**

Chất lượng được xác định từ dữ liệu hỏng hóc đạt được từ hệ thống đánh giá và hệ thống chuẩn khi kết thúc các thử nghiệm. Nếu dữ liệu từ hệ thống cần đánh giá không tồi hơn hệ thống chuẩn thì hệ thống cần đánh giá được xem là đạt chất lượng. Điều này là đúng nếu khoảng độ tin cậy 90 % của phân bố xác suất được sử dụng nằm cao hơn hoặc trong phạm vi đạt được đối với hệ thống chuẩn.

**Thư mục tài liệu tham khảo**

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

---