TCVN **T I Ê U C H U Ẩ N Q U Ố C G I A**

TCVN 6627-18-32:2014
IEC 60034-18-32:2010

Xuất bản lần 1

MÁY ĐIỆN QUAY – PHẦN 18-32: ĐÁNH GIÁ CHỨC NĂNG CỦA HỆ THỐNG CÁCH ĐIỆN – QUI TRÌNH THỬ NGHIỆM DÂY QUẤN ĐỊNH HÌNH – ĐÁNH GIÁ BẰNG ĐỘ BỀN ĐIỆN

Rotating electrical machines –
Part 18-32: Function evaluation of insulation systems –
Test procedures for form-wound windings –
Evalution by electrical endurance

HÀ NỘI – 2014

Mục lục

Trang

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 8

4 Lưu ý chung 8

5 Đối tượng thử nghiệm 11

6 Lão hóa điện 12

7 Chu kỳ chẩn đoán 13

8 Hỏng hóc 14

9 Đánh giá chức năng của các dữ liệu 15

Thư mục tài liệu tham khảo 20

Lời nói đầu

TCVN 6627-18-32:2014 hoàn toàn tương đương với IEC 60034-18-32:2010;

TCVN 6627-18-32:2014 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

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 – Qui 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 – Qui 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 – Qui 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 – Qui 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 – Qui 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 18-32: Đánh giá chức năng của hệ thống cách điện – Qui trình thử nghiệm dây quấn định hình – Đánh giá bằng độ bền điện

Rotating electrical machines – Part 18-32: Function evaluation of insulation systems – Test procedures for form-wound windings – Evaluation by electrical endurance

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này mô tả các qui trình thử nghiệm để đánh giá độ bền điện của hệ thống cách điện dùng trong máy điện quay một chiều hoặc xoay chiều sử dụng dây quấn định hình. Về bản chất, các qui trình thử nghiệm mang tính so sánh, trong đó các đặc tính hoạt động của hệ thống cách điện cần đánh giá được so sánh với các đặc tính của hệ thống cách điện chuẩn với độ bền điện đã được chứng minh qua kinh nghiệm vận hành. Qui trình thử nghiệm chủ yếu áp dụng cho các hệ thống cách điện trong máy điện làm mát bằng không khí nhưng cũng có thể sử dụng cho việc đánh giá các bộ phận của hệ thống cách điện làm mát bằng hydro. Lưu ý rằng các qui trình đánh giá chất lượng của hệ thống cách điện đối với dây quấn định hình dùng với biến tần được đề cập trong tiêu chuẩn IEC 60034-18-42.

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 6627-15:2011 (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*

TCVN 6627-18-1:2011 (IEC 60034-18-1:2010), *Máy điện quay – Phần 18-1: Đánh giá chức năng hệ thống cách điện – Hướng dẫn chung*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

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

3.1

Cách điện rãnh (mainwall insulation)

Cách điện rãnh ngăn cách các dây dẫn với lõi stato/roto đã nối đất trong cuộn dây của động cơ và máy phát.

3.2

Cách điện vòng dây (turn insulation)

Lớp cách điện bọc ngoài mỗi dây dẫn trong cuộn dây/ thanh dẫn.

3.3

Cách điện giữa các vòng dây (interturn insulation)

Cách điện ngăn cách giữa các vòng dây với nhau trong cuộn dây/ thanh dẫn

3.4

Vật liệu bảo vệ chống vầng quang (corona protection material)

Vật liệu dùng để bọc cuộn dây/thanh dẫn stato trong rãnh stato để tránh phóng điện trong rãnh.

3.5

Vật liệu san bằng ứng suất (stress grading material)

Vật liệu thường có đặc tính điện trở suất phi tuyến, được đặt vào phần đầu nối của cuộn dây stato để làm giảm tối đa ứng suất điện bề mặt.

4 Lưu ý chung

4.1 Mối liên hệ với TCVN 6627-18-1 (IEC 60034-18-1)

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

4.2 Chọn lựa và ký hiệu qui trình thử nghiệm

Một hoặc nhiều qui trình trong tiêu chuẩn này có thể phù hợp cho phần lớn các đánh giá. Việc đánh giá thường được thực hiện bởi nhà chế tạo máy điện/cuộn dây hoặc thực hiện bởi phòng thử nghiệm của một bên thứ ba. Nhà chế tạo có trách nhiệm biện minh cho qui trình phù hợp nhất trong Bảng 1 dựa trên kinh nghiệm quá khứ và hiểu biết về các hệ thống cách điện cần so sánh.

Qui trình thử nghiệm nên chọn từ Bảng 1 và được ký hiệu là qui trình N, trong đó N là qui trình được đưa ra trong Bảng 1. Các điều 4.3, 4.4, và 4.5 đưa ra hướng dẫn cách chọn qui trình thử nghiệm.

Bảng 1 – Ký hiệu các qui trình thử nghiệm

Ký hiệu qui trình thử nghiệm N	Đặt điện áp lão hóa		Thử nghiệm chẩn đoán		
	Cách điện rãnh (6.3)	Cách điện giữa các vòng dây (6.4)	Cách điện rãnh (7.2.1)	Cách điện giữa các vòng dây (7.2.2 hoặc 7.2.3)	San bằng ứng suất (7.3)
AA	Không đổi	Không đặt	Không yêu cầu (A)	Không thử (A)	Tùy chọn (D)
CA	Không đổi	Không đặt	Thử nghiệm khác (C)	Không thử (A)	Tùy chọn (D)
AB	Không đổi	Có đặt	Không yêu cầu (A)	Thử xung (B)	Tùy chọn (D)

CHÚ THÍCH 1: Ý nghĩa các chữ cái của thử nghiệm chẩn đoán: A – Không thử; B – Thử xung; C – Thử nghiệm khác (như là thử nghiệm phóng điện cục bộ và thử nghiệm hệ số tiêu tán); D - Quan sát bằng mắt.

CHÚ THÍCH 2: Trong trường hợp thử nghiệm chẩn đoán không được yêu cầu đối với cách điện rãnh, việc thử nghiệm điện áp lão hóa đồng thời là yếu tố chẩn đoán.

Tất cả các thử nghiệm trên đều được thực hiện ở nhiệt độ phòng. Tuy nhiên, nếu chúng được thực hiện ở bất cứ nhiệt độ nào khác (xem 6.2.2), ký hiệu qui trình thử nghiệm phải bao gồm nhiệt độ tính bằng ^{o}C trong ngoặc, ví dụ AA(190). Mỗi qui trình có thể được sử dụng để đánh giá đầy đủ theo 4.5.1 hoặc cho đánh giá rút gọn theo 4.5.2.

Nên chọn qui trình AA nếu nhà chế tạo không có kinh nghiệm hoặc kiến thức về hệ thống cách điện cần đánh giá và đặc tính của cách điện rãnh đã được xác định.

4.3 Hệ thống cách điện chuẩn

Một hệ thống cách điện chuẩn cần được thử nghiệm bằng cách sử dụng qui trình thử nghiệm tương đương với qui trình thử nghiệm dùng cho hệ thống cách điện cần đánh giá (xem TCVN 6627-18-1 (IEC 60034-18-1)). Hệ thống cách điện chuẩn cần qua trải nghiệm vận hành ở điện áp không nhỏ hơn 75 % điện áp danh định lớn nhất dự kiến của hệ thống cách điện cần đánh giá. Khi ngoại suy độ dày cách điện, một số thông tin cần được cung cấp để chứng tỏ mối tương quan giữa tuổi thọ về điện và ứng suất điện với các chiều dày cách điện khác nhau.

4.4 Qui trình thử nghiệm (IEC 61251)

4.4.1 Qui định chung

Các thử nghiệm lão hóa điện thường được tiến hành tại các mức điện áp cố định cho đến khi xảy ra hỏng. Từ những thử nghiệm như vậy, thu được các đặc tính thời gian đến khi hỏng tại mỗi mức điện áp. Các kết quả thử nghiệm của cả hệ thống cách điện chuẩn và hệ thống cách điện cần đánh giá cần được biểu diễn trên đồ thị, như ví dụ trong Hình 1, và được so sánh với nhau. Không có cơ sở vật lý nào được chứng minh để từ đặc tính này ngoại suy ra mức điện áp vận hành $U_N/\sqrt{3}$, trong đó U_N là giá trị hiệu dụng của điện áp pha-pha danh định. Đánh giá thống kê các kết quả thử nghiệm cần được tiến hành theo IEC 62539.

4.4.2 Sự lão hóa điện của cách điện rãnh

Trong vận hành, sự lão hóa của cách điện rãnh chủ yếu do ứng suất điện liên lục tại tần số nguồn. Ngoài ra, cách điện còn phải chịu được quá điện áp quá độ sinh ra do đột biến đóng cắt hoặc nguồn biến tần. Khả năng chịu quá điện áp quá độ của cách điện rãnh do bộ đổi nguồn có thể được chứng minh bởi tính năng của hệ thống bằng cách sử dụng IEC 60034-18-42. Tiêu chuẩn này mô tả sự lão hóa điện áp của cách điện rãnh, thực hiện tại tần số nguồn hoặc tại tần số cao hơn đến 10 lần.

4.4.3 Sự lão hóa điện của cách điện vòng dây

Sự lão hóa của cách điện vòng dây có thể phát sinh do ứng suất trạng thái ổn định đặt lên cách điện rãnh. Điều này là đặc biệt quan trọng tại các mép của dây dẫn nơi mà ứng suất điện đặt lên đó đạt cực đại.

Trong trường hợp sử dụng cuộn dây nhiều vòng hoặc nhiều thanh dẫn, điện áp tần số nguồn giữa các vòng đủ nhỏ để lão hóa do ứng suất điện này không còn đáng kể. Tuy nhiên, đột biến dốc đứng trên dây quấn gây ra bởi đóng cắt hoặc các nhiễu khác có thể tạo ra ứng suất đủ lớn giữa các vòng dây và gây ra lão hóa. Vì dạng sóng và tần suất xuất hiện không giống nhau và phụ thuộc vào các tham số của mạch điện nên tiêu chuẩn này khuyến cáo rằng, đối với mục đích so sánh, lão hóa điện của cách điện vòng dây cần được thực hiện theo IEC 60034-18-42.

4.5 Phạm vi thử nghiệm

4.5.1 Đánh giá đầy đủ

Phạm vi thử nghiệm chức năng điện sẽ tùy thuộc vào mục đích của việc đánh giá. Một đánh giá đầy đủ sẽ là cần thiết khi có sự khác nhau đáng kể trong thành phần của hệ thống cách điện chuẩn và hệ thống cách điện cần đánh giá.

4.5.2 Đánh giá rút gọn

Có những trường hợp chỉ cần đánh giá rút gọn bằng cách sử dụng một số lượng tối thiểu các mẫu thử và cấp điện áp trung bình trong dãy các thử nghiệm tham khảo.

Việc so sánh một hệ thống cách điện cần đánh giá với một hệ thống cách điện chuẩn, khi không có khác biệt có chủ ý hoặc khác biệt nhỏ về thành phần hoặc về các quá trình chế tạo (được gọi là những thay đổi nhỏ, xem TCVN 6627-18-1 (IEC 60034-18-1)), có thể thực hiện bằng cách chỉ sử dụng một mức điện áp nhưng với số lượng nhỏ nhất các mẫu thử theo khuyến cáo (xem 5.3). Đánh giá rút gọn chỉ được phép khi điện áp danh định là như nhau đối với cả hai hệ thống.

Một ví dụ về thay đổi nhỏ có thể là nguồn cung cấp của cùng một loại vật liệu từ một nhà cung cấp khác hoặc sự thay đổi nhỏ trong quá trình nghiền vật liệu. Một ví dụ về sự thay đổi nhỏ trong quá trình xử lý có thể là lắp đặt một bộ điều khiển mới hoặc hệ thống đường ống mới trong quá trình tẩm sấy áp suất chân không (VPI). Phải nhấn mạnh rằng một thay đổi nhỏ đó không được kỳ vọng rằng sẽ có ảnh hưởng đáng kể đối với hệ thống cách điện. Trách nhiệm của nhà chế tạo là phải biện minh việc sử dụng qui trình đánh giá rút gọn.

5 Đối tượng thử nghiệm

5.1 Kết cấu của đối tượng thử nghiệm

Đối tượng thử nghiệm tốt nhất là thanh dẫn hoặc cuộn dây hoàn chỉnh được chế tạo theo các tiêu chuẩn chế tạo thông thường. Một cách khác, chúng có thể có kết cấu để đại diện cho kết cấu của phần tử dây quấn hoàn chỉnh cần đánh giá và phải chịu qui trình chế tạo đầy đủ thông thường hoặc dự kiến. Khi sử dụng các cuộn dây hoặc thanh dẫn riêng rẽ như là các mô hình thì chiều dài đường rò và bất cứ việc san bằng điện áp cần thiết nào cũng đều phải thích hợp với các ứng suất đặt vào trong khi thử nghiệm. Điện cực cần phải được kéo dài toàn bộ chiều dài rãnh của mẫu và bao quanh toàn bộ chu vi của mặt cắt cuộn dây.

Việc chuẩn bị mẫu thử và qui trình thử nghiệm được mô tả trong IEC 60034-18-42 có thể được sử dụng cho việc kiểm tra các hệ thống san bằng ứng suất áp dụng cho cách điện đầu nối của cuộn dây.

5.2 Số lượng vòng dây

Đối với cách điện vòng dây, nhìn chung cần sử dụng các cuộn dây hoàn chỉnh để đưa vào các ảnh hưởng của tạo hình cuộn dây và việc gia cố dây dẫn. Số vòng và độ dày của cách điện vòng dây phải sao cho khi đặt điện áp thử được chọn phù hợp với 6.1, ứng suất trên cách điện vòng dây không nhỏ hơn ứng suất cao nhất được đặt vào do đặt điện áp thử nghiệm phù hợp đối với bất cứ thiết kế cuộn dây nào mà hệ thống cách điện có thể được sử dụng.

Trong trường hợp điện áp tần số nguồn được đặt giữa các vòng dây, cuộn dây phải được quấn bằng hai dây dẫn song song, được cách điện với nhau bằng cách điện vòng dây, hoặc cuộn dây phải được cắt ở các đầu dây quấn. Khi sử dụng các cuộn dây VPI, việc cắt và tách các sợi dẫn trong vùng đó phải được thực hiện trước khi ngâm tẩm. Nếu không áp dụng qui trình thử nghiệm được chọn (xem 4.2) cho điện áp tần số nguồn giữa các vòng dây, đối tượng thử nghiệm có thể là một cuộn dây nhiều vòng quấn theo cách thông thường với ruột dẫn đơn (hoặc bện xoắn).

5.3 Số lượng mẫu thử

Số lượng đủ các mẫu thử phải được lão hóa ở mỗi cấp điện áp thử để đạt được độ tin cậy thống kê. Số mẫu thử không được nhỏ hơn năm.

5.4 Các thử nghiệm kiểm tra chất lượng ban đầu

Trước khi bắt đầu chu kỳ lão hóa đầu tiên, phải thực hiện các thử nghiệm kiểm tra chất lượng sau:

- kiểm tra bằng mắt các mẫu thử;
- thử cao áp theo TCVN 6627-1 (IEC 60034-1);
- thử nghiệm hệ số tiêu tán hoặc/ và thử nghiệm phóng điện cục bộ.

6 Lão hóa điện

6.1 Mức điện áp và tuổi thọ thử nghiệm dự kiến

Đối với đánh giá đầy đủ như mô tả trong 4.5.1, ít nhất ba điện áp tần số nguồn phải được chọn sao cho thời gian trung bình dự kiến đến khi hỏng ở điện áp cao nhất là khoảng 100 h và tại điện áp thấp nhất là trên 5 000 h. Đối với đánh giá rút gọn khi chỉ yêu cầu một mức điện áp (xem 4.5.2), mức điện áp đó phải được chọn sao cho thời gian trung bình dự kiến đến khi hỏng là khoảng 1 000 h. Điện áp xoay chiều đặt vào đối tượng thử nghiệm phải được duy trì trong phạm vi ± 3 %.

6.2 Nhiệt độ thử nghiệm trong thử nghiệm độ bền điện

6.2.1 Lão hóa điện ở nhiệt độ phòng

Lão hóa điện tốt nhất nên thực hiện trong không khí ở nhiệt độ phòng tại điện áp và/hoặc tần số cao hơn điện áp và/hoặc tần số trong điều kiện hoạt động trạng thái ổn định để đẩy nhanh các ảnh hưởng của ứng suất điện.

6.2.2 Lão hóa điện ở nhiệt độ nâng cao

Bất cứ phương thức gia nhiệt phù hợp nào cũng có thể được sử dụng khi thử nghiệm lão hóa điện được thực hiện ở nhiệt độ nâng cao. Độ tăng nhiệt do ứng suất điện được áp dụng có thể ảnh hưởng đến kết quả, đặc biệt khi sử dụng tần số tăng cao phải được ghi lại. Nếu lão hóa nhiệt xảy ra, thử nghiệm phải tuân theo qui trình trong TCVN 6627-18-33 (IEC 60034 -18-33) đối với thử nghiệm nhiều yếu tố.

6.3 Qui trình lão hóa cách điện rãnh

Ứng suất điện được đặt giữa lõi thép stato hoặc lớp dẫn điện bên ngoài trên bề mặt của mẫu thử và dây dẫn. Nếu đối tượng thử nghiệm là một cuộn nhiều vòng thì cả cách điện rãnh và cách điện vòng dây đều được lão hóa bằng ứng suất điện trong suốt quá trình này. Đối với các qui trình thử nghiệm với các chu kỳ (Điều 7), khoảng thời gian của các chu kỳ này phải sao cho thực hiện được khoảng mười chu kỳ trên một mẫu thử có giá trị tuổi thọ ở giữa. Cho phép sử dụng tần số cao hơn để rút ngắn thời gian thử nghiệm nhưng kinh nghiệm cho thấy rằng hệ số gia tốc lớn nhất chấp nhận được là 10 lần tần số nguồn. Nên chú ý rằng tổn thất điện môi không làm tăng nhiệt độ của cách điện nhiều đến mức kết quả thử nghiệm bị ảnh hưởng. Điều này đặc biệt quan trọng ở nhiệt độ nâng cao. Nên sử dụng cùng một tần số nguồn cho hệ thống cách điện cần đánh giá và hệ thống cách điện chuẩn. Các kết quả thử nghiệm tần số tăng cao chỉ có thể được sử dụng cho việc so sánh trực tiếp nếu tuổi thọ của các hệ thống bị ảnh hưởng giống nhau khi tăng tần số.

6.4 Qui trình lão hóa của cách điện vòng dây

Lão hóa cách điện vòng dây do quá điện áp quá độ lặp lại được đánh giá theo qui trình AB trong Bảng 1. Chu kỳ lão hóa của cách điện rãnh được theo sau bởi chu kỳ lão hóa của cách điện vòng dây gồm việc đặt điện áp tần số nguồn giữa các vòng trong 10 min. Điện áp này phải bằng

$$\frac{1,5 \times U_N}{n}$$

trong đó U_N là điện áp danh định của cách điện tính bằng kV và n là số vòng, nhưng điện áp này không được nhỏ hơn 0,3 x U_N.

Độ tăng nhiệt do ứng suất điện đặt vào có thể ảnh hưởng đến các kết quả, đặc biệt là khi sử dụng tần số tăng cao và phải được ghi lại. Kết quả thử nghiệm tần số tăng cao có thể chỉ được sử dụng cho việc so sánh trực tiếp nếu tuổi thọ của các hệ thống bị ảnh hưởng giống nhau khi tăng tần số.

6.5 Bảo trì lớp phủ san bằng ứng suất

Lớp phủ san bằng ứng suất thường được đặt vào bề mặt bên ngoài của cuộn dây hay thanh dẫn bên ngoài lớp phủ rãnh bán dẫn đã được nối đất. Lớp phủ san bằng ứng suất có thể được tạo thành từ sơn, băng cách điện hoặc kết hợp cả hai. Trong quá trình thử nghiệm độ bền điện, suy giảm chất lượng có thể xảy ra nhưng chưa đến mức hỏng cách điện. Cho phép sửa chữa vật liệu san bằng ứng suất và làm mát cưỡng bức bằng không khí trong suốt quá trình thử nghiệm độ bền điện trên cơ sở là cách điện rãnh được thử nghiệm chứ không phải là lớp phủ san bằng ứng suất.

7 Chu kỳ chẩn đoán

7.1 Qui định chung

Sau mỗi chu kỳ lão hóa, có thể thực hiện chu kỳ chẩn đoán. Việc hỏng bất cứ phần nào của mẫu thử nghiệm trong thử nghiệm chẩn đoán sẽ tạo ra hỏng toàn bộ hệ thống và phải được ghi vào báo cáo như vậy. Các thử nghiệm với điện áp thích hợp được chọn theo qui trình thử đã chọn trong 4.2.

7.2 Các thử nghiệm điện áp

7.2.1 Thử nghiệm cách điện rãnh

Thử nghiệm chẩn đoán trên cách điện rãnh bao gồm ba lần liên tiếp đặt điện áp xung 1,2/50 μs có giá trị đỉnh U_p = (4 U_N + 5 kV). Một cách khác, có thể sử dụng thử nghiệm tần số nguồn trên cách điện rãnh theo 4.4 của TCVN 6627-15 (IEC 60034-15). Trong trường hợp này,đặt điện áp hiệu dụng ($2U_N$ + 1 kV) trong 1 min giữa các đầu nối cuộn dây và đất. Điện áp hiệu dụng đặt vào sau đó được tăng lên với tốc độ 1 kV/s đến giá trị 2($2U_N$ + 1 kV), và sau đó ngay lập tức giảm về 0 với tốc độ ít nhất là 1 kV/s.

7.2.2 Thử nghiệm xung cách điện vòng dây

Đối với đối tượng thử nghiệm là các cuộn dây nhiều vòng được quấn bằng dây dẫn một sợi hoặc dây dẫn bện, thử nghiệm chẩn đoán của cách điện vòng dây được thực hiện bằng thử nghiệm điện áp xung. Biên độ (đỉnh) được tính theo công thức $U'_p = 0,65\ (4U_N + 5\ kV)$, ở đây U_N là điện áp danh định tính bằng kV (xem IEC 60034-15). Số xung được đặt vào ít nhất là 5 xung.

7.2.3 Thử nghiệm tần số nguồn cách điện vòng dây

Đối với đối tượng thử nghiệm là các dây dẫn song song được cách ly, đặt điện áp tần số nguồn với biên độ thích hợp giữa các vòng trong 1 min. Điện áp có biên độ thích hợp phải lớn hơn hoặc bằng điện áp lão hóa lớn nhất.

7.3 Các thử nghiệm chẩn đoán khác

Các đo lường chẩn đoán tùy chọn có thể được thực hiện để lấy thông tin hoặc để xác định cuối tuổi thọ thử nghiệm. Các thử nghiệm này có thể thay thế thử nghiệm điện áp. Các yếu tố như điện trở cách điện, tang góc tổn hao, và phóng điện cục bộ là ví dụ. Tiêu chí điểm kết thúc có thể được thiết lập cho từng thử nghiệm chẩn đoán, với việc đánh giá thích hợp phải được ghi vào báo cáo.

Đối với hệ thống san bằng ứng suất , không có thử nghiệm điện được xác định cho mục đích chẩn đoán nhưng nó có thể hữu dụng để ghi lại tình trạng của vật liệu, được xem xét bằng mắt thường, liên quan đến sự không hoàn hảo của màu sắc và bề mặt, như là bị phồng rộp và nứt.

8 Hỏng hóc

8.1 Vị trí hỏng và việc kiểm tra xác nhận

Việc hỏng một mẫu thử xảy ra khi có bất cứ sự phóng điện đánh thủng nào của cách điện rãnh. Điều này làm cho hệ thống phát hiện quá dòng tác động ngắt dòng điện đến máy biến áp cao áp. Việc hỏng cách điện cần được kiểm tra xác nhận bằng cách đặt lại điện áp tăng dần từ không. Việc hỏng cách điện của mẫu sẽ ngăn không cho đặt lại điện áp thử nghiệm đầy đủ. Việc xác định vị trí hỏng là cần thiết và có thể được thực hiện bằng cách quan sát hồ quang hoặc phát nhiệt tại vị trí hỏng khi tăng điện áp. Khi việc hỏng mẫu thử được kiểm tra xác nhận thì mẫu hỏng phải được tách ra để cho phép thử nghiệm tiếp tục trên các mẫu còn lại.

8.2 Quan sát mẫu hỏng

Mỗi mẫu thử bị hỏng cần được xem xét để chắc chắn rằng việc hỏng là có hiệu lực cho việc giải thích thống kê. Điều này có thể đòi hỏi phải cắt mẫu thử ở mức độ nào đó trong vùng xung quanh vị trí đánh thủng cách điện để xác định vị trí hỏng và nguyên nhân của nó.

8.3 Đo kích thước

Chiều dày của vách cách điện (cách điện rãnh cộng cách điện vòng dây cộng cách điện sợi dây) phải được xác định tại hoặc gần vị trí hỏng độ bền điện áp.

9 Đánh giá chức năng của dữ liệu

9.1 Qui định chung

Việc đánh giá các dữ liệu thử nghiệm phải theo các hướng dẫn dưới đây. Theo giả thuyết của hàm phân bố Weibull, cần áp dụng phân tích thống kê thích hợp để đánh giá ý nghĩa của việc so sánh tuổi thọ mẫu cần đánh giá với mẫu chuẩn (xem IEC 62539).

Quy tắc chung là hệ thống cách điện cần đánh giá được xem là đạt chất lượng nếu khoảng tin cậy 90 % của phân bố xác xuất sử dụng nằm trên hoặc trong khoảng tin cậy thu được từ hệ thống cách điện chuẩn (xem 4.1 của TCVN 6627-18-1 (IEC 60034-18-1)).

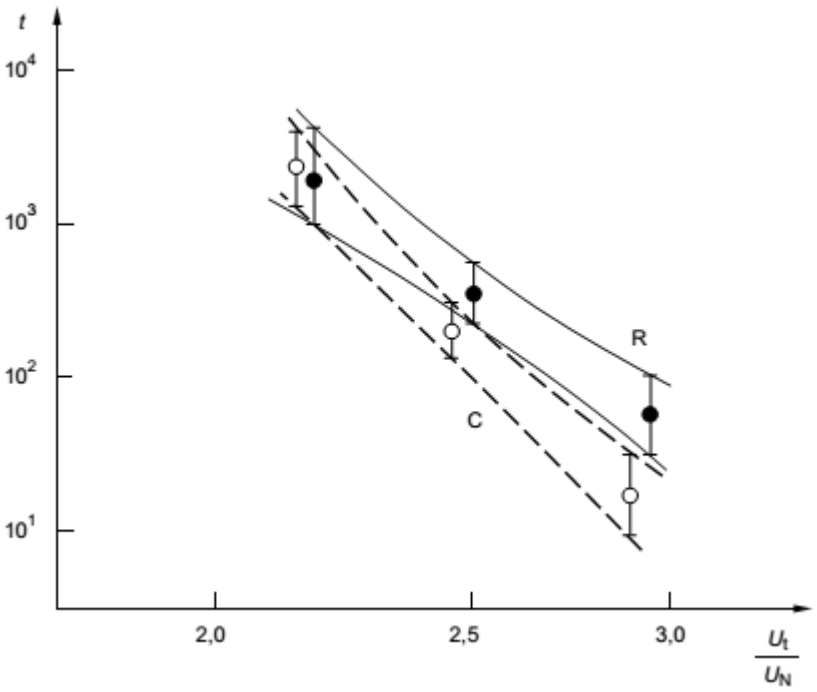
9.2 Đánh giá đầy đủ

Đồ thị độ bền điện của hệ thống cách điện cần đánh giá và hệ thống cách điện chuẩn được thể hiện là log- log của thời gian đến khi hỏng (t), như một hàm của tỷ số giữa điện áp thử (U_t) và điện áp danh định (U_N), trong đó U_N là điện áp danh định của hệ thống cách điện chuẩn và hệ thống cách điện cần đánh giá. Hệ thống cách điện cần đánh giá là đạt chất lượng nếu

a) giới hạn trên của độ tin cậy 90 % của hệ thống cần đánh giá lớn hơn hoặc bằng giới hạn trên của độ tin cậy 90 % của hệ thống chuẩn trong dải điện áp thử nghiệm hệ thống chuẩn, hoặc

b) giới hạn dưới của độ tin cậy 90 % của hệ thống cần đánh giá lớn hơn hoặc bằng giới hạn dưới của độ tin cậy 90 % của hệ thống chuẩn tại điện áp thử nghiệm thấp nhất, và độ dốc đường hồi qui của các giá trị trung bình của hệ thống cần đánh giá dốc hơn của hệ thống chuẩn.

Kết quả lão hóa đối với hệ thống cần đánh giá đáp ứng điều kiện b) được thể hiện trên Hình 1. Ví dụ về hệ thống cần đánh giá không đáp ứng chất lượng liên quan đến điều kiện a) hoặc b) được thể hiện trên Hình 2.



CHÚ DẪN

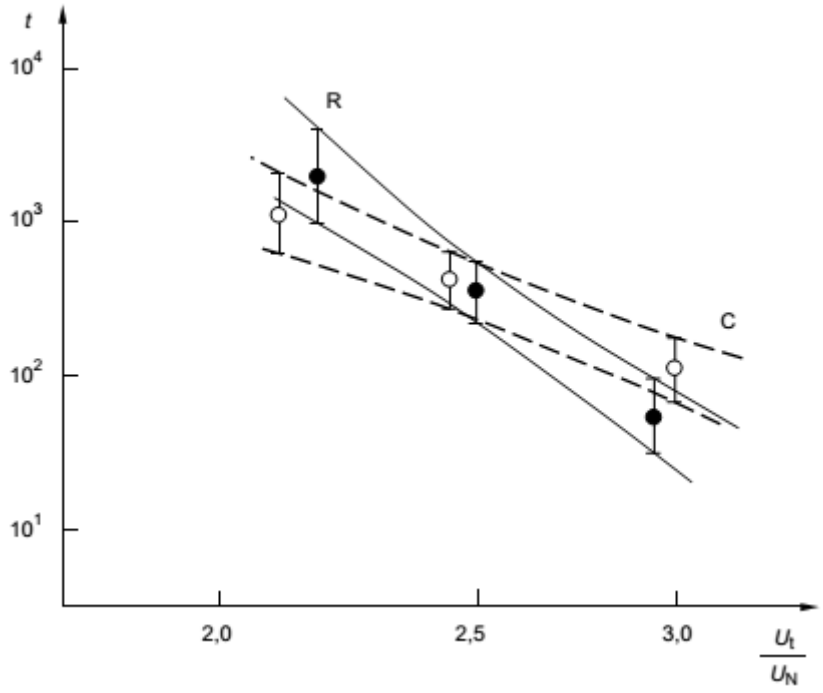
R dữ liệu lão hóa từ hệ thống cách điện chuẩn (R) thể hiện các giới hạn độ tin cậy 90 %

C dữ liệu lão hóa từ hệ thống cách điện cần đánh giá (C) thể hiện các giới hạn độ tin cậy 90 %

t thời gian, tính bằng giờ

U_t/U_N tỷ số giữa điện áp thử nghiệm và điện danh định

Hình 1 – So sánh dữ liệu lão hóa từ hệ thống cách điện cần đánh giá (C) và hệ thống cách điện chuẩn (R) thể hiện đạt yêu cầu chất lượng



CHÚ DẪN

R dữ liệu lão hóa từ hệ thống cách điện chuẩn (R) thể hiện các giới hạn độ tin cậy 90 %

C dữ liệu lão hóa từ hệ thống cách điện cần đánh giá (C) thể hiện các giới hạn độ tin cậy 90 %

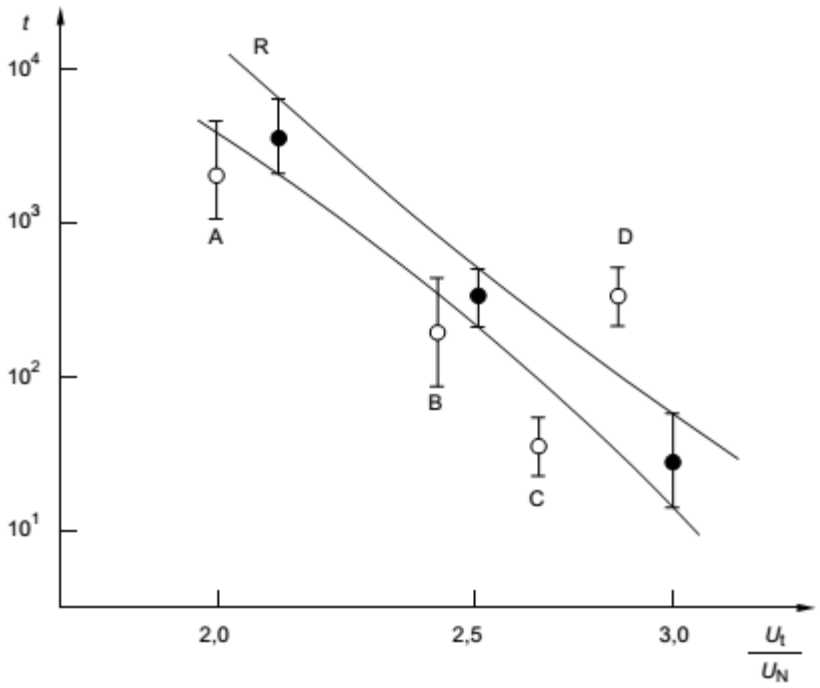
t thời gian, tính bằng giờ

U_t/U_N tỷ số giữa điện áp thử nghiệm và điện danh định

Hình 2 – So sánh dữ liệu lão hóa từ hệ thống cách điện cần đánh giá và hệ thống cách điện chuẩn thể hiện không đạt yêu cầu chất lượng

9.3 Đánh giá rút gọn

Đối với đánh giá rút gọn sử dụng một điện áp duy nhất (xem 4.5.2), cơ sở phân tích phải như thể hiện trên Hình 3, trong đó 90 % dung sai của 63 % phân bố kết quả lão hóa đối với hệ thống cần đánh giá được so sánh với các giới hạn độ tin cậy 90 % của đường lão hóa chuẩn tại cùng một chất lượng. Nếu xếp chồng một phần xảy ra trong dải điện áp của các thử nghiệm lão hóa trên hệ thống chuẩn, như thể hiện bởi hệ thống cần đánh giá B, là đạt chất lượng. Không đạt chất lượng trong trường hợp hệ thống cần đánh giá A vì phép đo nằm ngoài dải điện áp sử dụng để tạo ra đường lão hóa hệ thống chuẩn. Yêu cầu chất lượng cũng không đạt trong trường hợp hệ thống cần đánh giá C vì không xảy ra xếp chồng. Hệ thống cần đánh giá D đạt chất lượng vì các kết quả vượt quá các giá trị của hệ thống chuẩn.



CHÚ DẪN

R dữ liệu lão hóa từ hệ thống cách điện chuẩn (R) thể hiện các giới hạn độ tin cậy 90 %

A dữ liệu lão hóa từ hệ thống cách điện cần đánh giá A (không đạt yêu cầu chất lượng)

B dữ liệu lão hóa từ hệ thống cách điện cần đánh giá B (đạt yêu cầu chất lượng)

C dữ liệu lão hóa từ hệ thống cách điện cần đánh giá C (không đạt yêu cầu chất lượng)

D dữ liệu lão hóa từ hệ thống cách điện cần đánh giá D (đạt yêu cầu chất lượng)

t thời gian, tính bằng giờ

U_t/U_N tỷ số giữa điện áp thử nghiệm và điện danh định

Hình 3 – So sánh dữ liệu thử nghiệm đánh giá rút gọn từ bốn hệ thống cách điện cần đánh giá và từ hệ thống cách điện chuẩn

9.4 Dữ liệu cần ghi vào báo cáo

Cần đưa các hạng mục sau vào báo cáo thử nghiệm:

– nhiệt độ và độ ẩm môi trường trong khu vực thử nghiệm, nếu mẫu được thử nghiệm ở nhiệt độ phòng;

– điện áp đặt, thể hiện bằng giá trị hiệu dụng tương đương;

– tần số của điện áp đặt, tính bằng héc;

– tổng thời gian độ bền của mỗi mẫu;

– các kết quả của thử nghiệm hoặc phép đo chẩn đoán sơ bộ hoặc trung gian;

– nhận xét về các vị trí hỏng hóc;

- nhận xét về bản chất của hỏng hoặc hư hại san bằng ứng suất;
- nhiệt độ thử nghiệm độ bền điện áp, tức là nhiệt độ của nhiệt ngẫu cắm vào các tấm gia nhiệt;
- điện áp thử nghiệm và nhiệt độ thử nghiệm nhỏ nhất và lớn nhất trong quá trình thử nghiệm.

Báo cáo cũng nên có các thông tin khác như bản chất của các mẫu, bản chất của điện cực và bản chất của vật liệu san bằng ứng suất.

Thư mục tài liệu tham khảo

[1] TCVN 6627-18-33 (IEC 60034-18-33), *Máy điện quay – Phần 18-33: Đánh giá chức năng của hệ thống điện – Qui trình thử nghiệm đối với dây quấn định hình – Đánh giá nhiều thông số bằng độ bền khi chịu đồng thời ứng suất nhiệt và điện*

[2] 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: Các thử nghiệm đánh giá chất lượng và 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 điện từ bộ chuyển đổi điện áp)*

[3] IEC 61251, *Electrical insulating materials – A.C. voltage endurance evaluation – Introduction (Vật liệu cách điện – Đánh giá độ bền điện áp xoay chiều – Giới thiệu)*

[4] 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)*