

**TCVN 6627-3:2010**

**IEC 60034-3:2007**

Xuất bản lần 2

**MÁY ĐIỆN QUAY –  
PHẦN 3: YÊU CẦU CỤ THỂ ĐỐI VỚI MÁY PHÁT ĐỒNG BỘ  
TRUYỀN ĐỘNG BẰNG TUABIN HƠI HOẶC TUABIN KHÍ**

*Rotating electrical machines –*

*Part 3: Specific requirements for synchronous generators  
driven by steam turbines or combustion gas turbines*



**Mục lục****Trang**

Lời nói đầu .....	4
Lời giới thiệu .....	5
1 Phạm vi áp dụng .....	7
2 Tài liệu viện dẫn .....	8
3 Thuật ngữ và định nghĩa .....	8
4 Yêu cầu chung .....	8
5 Máy phát làm mát bằng không khí .....	17
6 Máy phát làm mát bằng hydro hoặc chất lỏng .....	17
7 Máy phát dùng cho tuabin khí hoặc kết hợp các ứng dụng chu kỳ .....	20
Phụ lục A (qui định) – Biện pháp phòng ngừa cần thực hiện khi sử dụng máy phát đồng bộ truyền động bằng tuabin làm mát bằng hydro .....	24
Thư mục tài liệu tham khảo .....	32

**Lời nói đầu**

TCVN 6627-3:2010 thay thế TCVN 6627-3:2000;

TCVN 6627-3:2010 hoàn toàn tương đương với IEC 60034-3:2007;

TCVN 6627-3:2010 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 (IEC 60034) hiện đã có các tiêu chuẩn sau:

- 1) TCVN 6627-1:2008 (IEC 60034-1:2004), Máy điện quay – Phần 1: Thông số và tính năng
- 2) TCVN 6627-2-1:2010 (IEC 60034-2-1:2007), Máy điện quay – Phần 2-1: Phương pháp tiêu chuẩn để xác định tổn hao và hiệu suất bằng thử nghiệm (không kể máy điện dùng cho phương tiện kéo)
- 3) TCVN 6627-2A:2001 (IEC 60034-2A:1974), Máy điện quay – Phần 2A: 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 được 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 6627-7:2008 (IEC 60034-7:2004), Máy điện quay – Phần 7: Phân loại và các kiểu kết cấu, bố trí lắp đặt và vị trí hộp đầu nối
- 7) TCVN 6627-8:2010 (IEC 60034-8:2007), Máy điện quay – Phần 8: Ghi nhãn đầu nối và chiều quay
- 8) TCVN 6627-9:2000 (IEC 60034-9:1990 and amendment 1:1995), Máy điện quay – Phần 9: Giới hạn mức ồn
- 9) TCVN 6627-11:2008 (IEC 60034-11:2004), Máy điện quay – Phần 11: Bảo vệ nhiệt
- 10) TCVN 6627-14:2008 (IEC 60034-14:2003), Máy điện quay – Phần 14: Rung cơ khí của máy điện có chiều cao tâm trục lớn hơn hoặc bằng 56 mm – Đo đánh giá và giới hạn độ khắc nghiệt rung

Bộ tiêu chuẩn IEC 60034 còn có các tiêu chuẩn sau:

IEC 60034-2-2:2010, Rotating electrical machines - Part 2-2: Specific methods for determining separate losses of large machines from tests - Supplement to IEC 60034-2-1

IEC 60034-4:2008, Rotating electrical machines – Part 4: Methods for determining synchronous machine quantities from tests

IEC 60034-6:1991, Rotating electrical machines – Part 6: Methods of cooling (IC Code)

IEC 60034-12: 2007, Rotating electrical machines – Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors

IEC 60034-15:1995, Rotating electrical machines – Part 15: Impulse voltage withstand levels of rotating a.c. machines with form-wound stator coils

IEC 60034-16-1:1991, Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Chapter 1: Definitions

IEC/TR 60034-16-2:1991, Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Chapter 2: Models for power system studies

IEC/TS 60034-16-3:1996, Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines – Section 3: Dynamic performance

IEC/TS 60034-17:2006, Rotating electrical machines – Part 17: Cage induction motors when fed from converters – Application guide

IEC 60034-18-1:1992, Rotating electrical machines – Part 18: Functional evaluation of insulation systems – Section 1: General guidelines

## **TCVN 6627-3:2010**

IEC 60034-18-21:1992, Rotating electrical machines – Part 18: Functional evaluation of insulation systems - Section 21: Test procedures for wire-wound windings – Thermal evaluation and classification  
IEC 60034-18-22: 2000, Rotating electrical machines – Part 18-22: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for wire-wound windings – Classification of changes and insulation component substitutions

IEC 60034-18-31:1992, Rotating electrical machines – Part 18: Functional evaluation of insulation systems – Section 31: Test procedures for form-wound windings – Thermal evaluation and classification of insulation systems used in machines up to and including 50 MVA and 15 kV

IEC/TS 60034-18-32:1995, Rotating electrical machines – Part 18: Functional evaluation of insulation systems – Section 32: Test procedures for form-wound windings – Electrical evaluation of insulation systems used in machines up to and including 50 MVA and 15 kV

IEC/TS 60034-18-33:1995, Rotating electrical machines – Part 18: Functional evaluation of insulation systems - Section 33: Test procedures for form-wound windings – Multifactor functional evaluation - Endurance under combined thermal and electrical stresses of insulation systems used in machines up to and including 50 MVA and 15 kV

IEC/TS 60034-18-34:2000, Rotating electrical machines – Part 18-34: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for form-wound windings – Evaluation of thermomechanical endurance of insulation systems

IEC/TS 60034-18-41:2006, Rotating electrical machines – Part 18-41: Qualification and type tests for Type I electrical insulation systems used in rotating electrical machines fed from voltage converters

IEC 60034-19:1995, Rotating electrical machines – Part 19: Specific test methods for d.c. machines on conventional and rectifier-fed supplies

IEC/TS 60034-20-1:2002, Rotating electrical machines – Part 20-1: Control motors - Stepping motors

IEC 60034-22: 1996, Rotating electrical machines – Part 22: AC generators for reciprocating internal combustion (RIC) engine driven generating sets

IEC 60034-22:2009, Rotating electrical machines - Part 22: AC generators for reciprocating internal combustion (RIC) engine driven generating sets

IEC/TS 60034-23:2003, Rotating electrical machines – Part 23: Specification for the refurbishing of rotating electrical machines

IEC/TS 60034-25:2007, Rotating electrical machines – Part 25: Guidance for the design and performance of a.c. motors specifically designed for converter supply

IEC 60034-26:2006, Rotating electrical machines – Part 26: Effects of unbalanced voltages on the performance of three-phase cage induction motors

IEC/TS 60034-27:2006, Rotating electrical machines – Part 27: Off-line partial discharge measurements on the stator winding insulation of rotating electrical machines

IEC 60034-28:2007, Rotating electrical machines – Part 28: Test methods for determining quantities of equivalent circuit diagrams for three-phase low-voltage cage induction motors

IEC 60034-29:2008, Rotating electrical machines – Part 29: Equivalent loading and superposition techniques - Indirect testing to determine temperature rise

IEC 60034-30:2008, Rotating electrical machines – Part 30: Efficiency classes of single-speed, three-phase, cage-induction motors (IE-code)

## Máy điện quay – Phần 3: Yêu cầu cụ thể đối với máy phát đồng bộ truyền động bằng tuabin hơi hoặc tuabin khí

*Rotating electrical machines –*

*Part 3: Specific requirements for synchronous generators driven by steam turbines or combustion gas turbines*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho máy phát đồng bộ ba pha có công suất ra danh định lớn hơn hoặc bằng 10 MVA truyền động bằng tuabin hơi hoặc tuabin khí. Tiêu chuẩn này bổ sung các yêu cầu cơ bản cho máy điện quay nêu ở TCVN 6627-1 (IEC 60034-1).

Yêu cầu chung được qui định cùng với các yêu cầu cụ thể đối với máy phát đồng bộ được làm mát bằng không khí, hydro hoặc chất lỏng.

Tiêu chuẩn này cũng đưa ra các biện pháp cần thực hiện khi sử dụng máy phát được làm mát bằng hydro bao gồm:

- máy kích thích kiểu quay truyền động bằng máy phát đồng bộ;
- thiết bị phụ trợ cho hoạt động của máy phát;
- các phần của toà nhà có thể tích tụ hydro.

CHÚ THÍCH 1: Các yêu cầu này cũng áp dụng cho máy phát đồng bộ truyền động bằng tuabin hơi và tuabin khí như một phần của máy phát chu kỳ được lắp trên cùng trục.

CHÚ THÍCH 2: Các yêu cầu này không áp dụng cho máy phát đồng bộ truyền động bằng tuabin nước (thủy lực) hoặc tuabin gió.

CHÚ THÍCH 3: Cần thực hiện các biện pháp hiệu quả khi sử dụng hydro làm môi chất làm mát.

## **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 có ghi năm công bố, chỉ áp dụng các bản được nêu. Đối với các tài liệu không ghi năm công bố, áp dụng 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

IEC 60034-4, Rotating electrical machines – Part 4: Methods for determining synchronous machine quantities from tests (Máy điện quay – Phần 4: Phương pháp xác định các đại lượng của máy điện đồng bộ bằng thử nghiệm)

IEC 60045-1, Steam turbines – Part 1: Specifications (Tuabin hơi – Phần 1: Yêu cầu kỹ thuật)

IEC 60079 (tất cả các phần), Electrical apparatus for explosive gas atmospheres (Thiết bị điện dùng cho khí quyển có khí cháy nổ)

## **3 Thuật ngữ và định nghĩa**

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa nêu trong TCVN 6627-1 (IEC 60034-1) và các thuật ngữ và định nghĩa dưới đây.

### **3.1**

#### **Khởi động về cơ (mechanical start)**

Thay đổi về tốc độ từ zero hoặc từ tốc độ của bộ quay trực đến tốc độ danh định.

### **3.2**

#### **Vận hành của bộ quay trực (turning gear operation)**

Quay ở tốc độ thấp để duy trì cân bằng nhiệt của tuabin và/hoặc rôto.

## **4 Yêu cầu chung**

### **4.1 Qui tắc chung**

Máy phát đồng bộ truyền động bằng tuabin phải phù hợp với các yêu cầu cơ bản đối với máy điện quay qui định trong TCVN 6627-1 (IEC 60034-1), nếu không có qui định nào khác trong tiêu chuẩn này. Trong tiêu chuẩn này, bất kỳ chỗ nào nói đến thỏa thuận thì phải hiểu rằng đó là thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua.

### **4.2 Điều kiện danh định**

Điều kiện danh định được đưa ra bằng các giá trị danh định về:

- công suất biểu kiến;



- tần số;
- điện áp;
- hệ số công suất;
- nhiệt độ môi chất làm mát sơ cấp (40 °C trừ khi có thoả thuận khác);

và trong trường hợp thuộc đối tượng áp dụng,

- độ cao so với mặt nước biển của vị trí lắp đặt;
- áp suất hydro;
- dải độ tinh khiết của hydro, xem TCVN 6627-1 (IEC 60034-1).

#### 4.3 Điện áp danh định

Điện áp danh định là điện áp theo thoả thuận.

#### 4.4 Hệ số công suất

Hệ số công suất phải theo thoả thuận giữa người mua và nhà chế tạo. Hệ số công suất danh định được tiêu chuẩn hóa tại các đầu nối máy phát là 0,8, 0,85 và 0,9 khi quá kích thích.

CHÚ THÍCH 1: Các giá trị khác có thể theo thoả thuận, máy phát càng lớn thì hệ số công suất càng thấp.

CHÚ THÍCH 2: Khuyến cáo rằng máy phát cần có khả năng cung cấp hệ số công suất thiếu kích thích là 0,95 ở công suất danh định tính bằng MW.

#### 4.5 Tốc độ danh định

Tốc độ danh định phải là:

3 000/p r/min đối với máy phát 50 Hz;

3 600/p r/min đối với máy phát 60 Hz;

trong đó p là số đôi cực.

#### 4.6 Dải điện áp và tần số

Máy phát phải có khả năng duy trì công suất ra danh định chế độ dài hạn ở hệ số công suất danh định trên toàn bộ dải điện áp  $\pm 5\%$  và dải tần số  $\pm 2\%$  được xác định ở vùng gạch chéo trên Hình 1.

Các giới hạn độ tăng nhiệt trong Bảng 7 và Bảng 8 hoặc các giới hạn nhiệt độ trong Bảng 12 của TCVN 6627-1 (IEC 60034-1) chỉ áp dụng ở điện áp và tần số danh định.

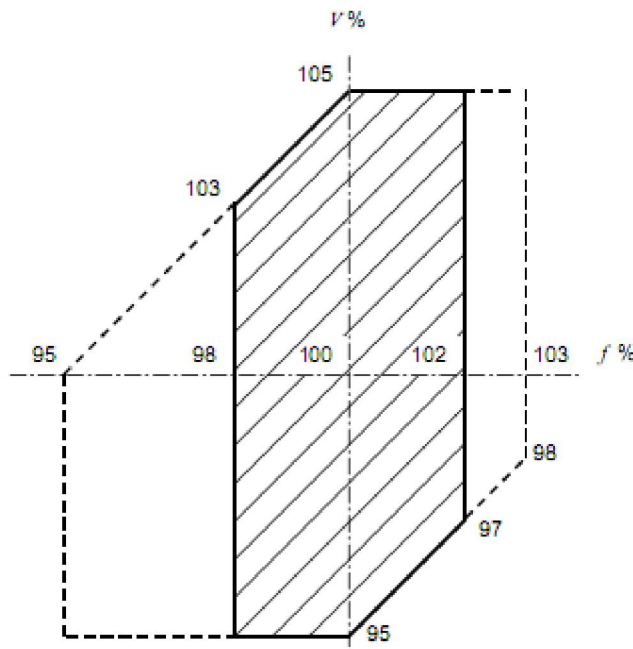
CHÚ THÍCH 1: Nếu điểm làm việc di chuyển ra khỏi các giá trị điện áp và tần số danh định thì độ tăng nhiệt hoặc nhiệt độ tổng có thể tăng dần. Làm việc dài hạn ở công suất ra danh định tại một số phần nào đó ở biên của vùng

## TCVN 6627-3:2010

gạch chéo sẽ làm cho độ tăng nhiệt tăng đến xấp xỉ 10 °C. Máy phát cũng mang công suất ra ở hệ số công suất danh định nằm trong dải điện áp  $\pm 5\%$  và tần số  $\pm 3\%$  như được xác định bởi biên ngoài của Hình 1 nhưng độ tăng nhiệt sẽ tăng thêm nữa. Do đó, để tránh tuổi thọ của máy phát bị giảm do ảnh hưởng của nhiệt độ hoặc chênh lệch nhiệt độ cần hạn chế làm việc ở ngoài vùng gạch chéo cả về mức độ, thời gian và tần suất xảy ra. Cần giảm công suất ra hoặc áp dụng các biện pháp điều chỉnh khác càng sớm càng tốt.

Nếu vẫn yêu cầu làm việc trên dải điện áp hoặc tần số rộng hơn hoặc có sai lệch so với tần số và điện áp danh định thì cần có thỏa thuận.

CHÚ THÍCH 2: Điều kiện làm việc mà cùng một lúc xảy ra tăng điện áp và giảm tần số hoặc giảm điện áp và tăng tần số là ít khi xảy ra. Trường hợp tăng điện áp và giảm tần số diễn ra đồng thời rất có khả năng gây ra tăng nhiệt độ của dây quấn kích từ. Hình 1 thể hiện sự làm việc trong đó các góc phần tư chỉ hạn chế ở các điều kiện làm cho máy điện và máy biến áp đi kèm tăng hoặc giảm từ thông không quá 5%. Giới hạn kích thích và giới hạn ổn định sẽ giảm trong một số điều kiện làm việc đã nêu ở trên. Nếu dịch chuyển tần số làm việc ra khỏi tần số danh định thì các ảnh hưởng từ bên ngoài của máy phát có thể trở nên quan trọng và cần được quan tâm. Ví dụ như: nhà chế tạo tuabin qui định dải tần số và khoảng thời gian tương ứng mà tuabin có thể làm việc; và quan tâm đến khả năng của các thiết bị phụ trợ làm việc trên toàn bộ dải điện áp và tần số ấy.



Hình 1 – Làm việc trên dải điện áp và tần số

### 4.7 Chiều quay

Chiều quay phải được thể hiện trên máy phát hoặc trên tấm thông số đặc trưng của nó và thứ tự pha của điện áp stato phải được chỉ ra bằng cách ghi nhãn các đầu nối theo thứ tự mà các điện áp đạt đến giá trị lớn nhất, ví dụ  $U_1$ ,  $V_1$ ,  $W_1$ .

CHÚ THÍCH: Cách ghi nhãn đầu nối này có thể không nhất quán với TCVN 6627-8 (IEC 60034-8).

Máy phát được truyền động từ đầu nào thì lấy chuẩn chiều quay ở đầu đó.

Máy phát được truyền động từ hai đầu thì đầu nào có lực truyền động lớn hơn phải là đầu chuẩn. Nếu không thuộc đối tượng áp dụng, đầu đối diện với dây kích thích phải là đầu làm chuẩn về chiều quay.

Chiều quay (theo chiều kim đồng hồ hoặc ngược chiều kim đồng hồ) phải được xác định khi nhìn trực diện với rôto của máy phát ghép nối từ phía làm chuẩn.

#### **4.8 Dây quấn stato**

Nếu không có qui định nào khác, điện áp máy phát danh định ứng với nối sao. Tất cả các đầu của dây quấn phải được đưa ra ngoài và được bố trí theo thỏa thuận đầu nối bên ngoài đến máy phát.

#### **4.9 Dòng điện và điện áp kích từ danh định của máy phát**

Điện áp và dòng điện kích từ danh định của máy phát là các giá trị cần thiết để máy phát làm việc ở các điều kiện làm việc danh định.

#### **4.10 Cách điện của dây quấn**

##### **4.10.1 Cấp chịu nhiệt**

Hệ thống cách điện dùng cho các dây quấn phải có cấp chịu nhiệt bằng 130 hoặc cao hơn.

##### **4.10.2 Thử nghiệm điện áp chịu thử**

Thử nghiệm điện áp chịu thử phải theo TCVN 6627-1 (IEC 60034-1), Bảng 16.

#### **4.11 Cách điện chống dòng điện qua trục**

Phải thực hiện các biện pháp thích hợp để ngăn ngừa tác hại phát sinh do dòng điện qua trục và phải nối đất trục rôto. Mọi cách điện cần thiết phải được ưu tiên bố trí sao cho có thể đo được khi máy phát đang làm việc. Các đỉnh của điện áp trục do kích thích tĩnh bằng bộ chỉnh lưu có điều khiển phải được giảm đến các giá trị không tới hạn bằng phương tiện thích hợp. Các đỉnh này có thể gây ra hư hại, ví dụ hỏng lớp babít do phóng điện qua màng dầu ổ trục.

#### **4.12 Thử nghiệm vượt tốc**

Rôto phải được thử nghiệm ở 1,2 lần tốc độ danh định trong 2 min.

#### **4.13 Tốc độ tới hạn**

Tốc độ tới hạn của chuỗi trục kết hợp không được gây ra các hoạt động không thỏa đáng trong dải tốc độ ứng với dải tần số đã thỏa thuận phù hợp với 4.6 (xem thêm IEC 60045-1).

#### **4.14 Biểu đồ công suất P-Q**

Nhà chế tạo phải cung cấp biểu đồ công suất P-Q thể hiện các giới hạn làm việc. Biểu đồ phải được vẽ cho hoạt động ở các điều kiện danh định. Biểu đồ P-Q điển hình được thể hiện trên Hình 2, các biên của biểu đồ được xác định bởi các giới hạn sau:

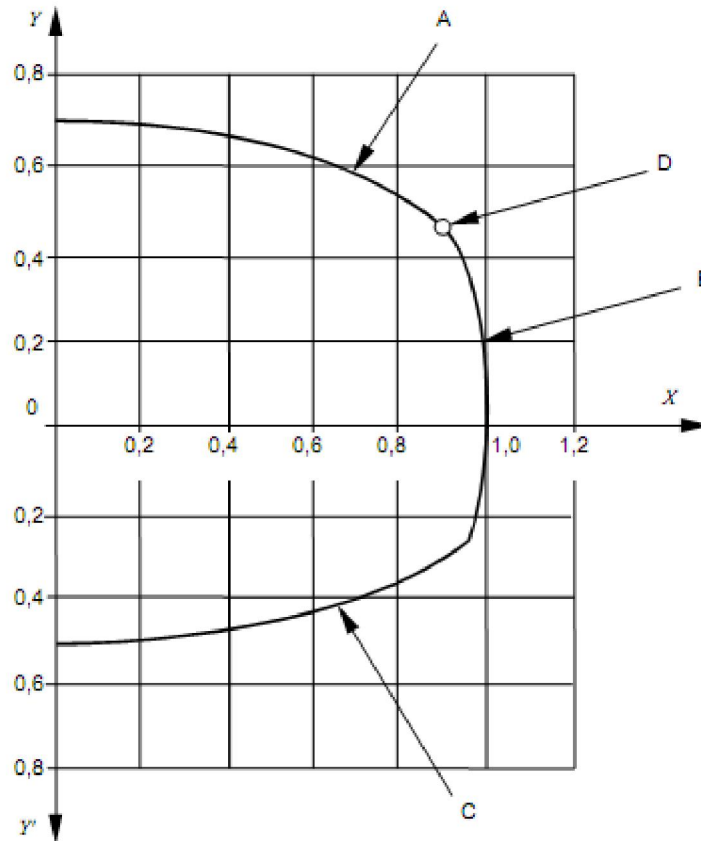
- đường cong A thể hiện hoạt động với dòng điện kích từ danh định không đổi và do đó có độ tăng nhiệt của dây quấn kích từ gần như không đổi;
- đường cong B thể hiện dòng điện stato danh định không đổi và do đó có độ tăng nhiệt của dây quấn stato gần như không đổi;
- đường cong C chỉ ra giới hạn được qui định bởi gia nhiệt cục bộ ở đầu lõi hoặc bởi độ ổn định xác lập hoặc phối hợp cả hai yếu tố.

CHÚ THÍCH 1: Hình 2 có thể có các giới hạn làm việc khác ví dụ như giới hạn tối đa của tuabin và giới hạn kích thích tối thiểu.

Theo thỏa thuận giữa nhà chế tạo và người mua, có thể cung cấp một biểu đồ khác ứng với làm việc ở điều kiện được thỏa thuận nằm trong dải điện áp và tần số thỏa thuận phù hợp với 4.6 và đối với điều kiện làm mát, điều kiện nhiệt độ và trong trường hợp áp suất khí hydro không phải là áp suất danh định.

CHÚ THÍCH 2: Máy phát cần làm việc phía trong đường biên của biểu đồ tương ứng với các điều kiện đã chọn về điện áp, tần số, điều kiện làm mát và áp suất khí hydro, nếu thuộc đối tượng áp dụng. Tuổi thọ của máy phát sẽ giảm khi làm việc phía ngoài đường biên này.

CHÚ THÍCH 3: Đối với máy phát có dây quấn stato được làm mát bằng nước ở áp suất hydro giảm thì áp suất nước lớn nhất bên trong dây quấn có thể trở nên cao hơn áp suất hydro. Do đó, trong trường hợp rò, nước có thể di chuyển từ mạch dẫn nước đến môi trường hydro bên trong vỏ. Điều này sẽ gây ra hỏng hóc.



### Chú dẫn

A	giới hạn bởi nhiệt độ dây quấn kích từ	X	đơn vị tương đối kW
B	giới hạn bởi nhiệt độ dây quấn phần ứng	Y	đơn vị tương đối kvar quá kích thích
C	giới hạn bởi nhiệt độ của các phần đầu lõi hoặc độ ổn định xác lập	Y'	đơn vị tương đối kvar thiếu kích thích
D	công suất ra danh định		

**Hình 2 – Biểu đồ công suất P-Q điển hình**

### 4.15 Yêu cầu quá dòng

Máy phát có công suất ra danh định đến 1 200 MVA phải có khả năng mang dòng điện stato bằng 1,5 đơn vị tương đối trong 30 s mà không bị hỏng.

Đối với công suất ra danh định lớn hơn 1 200 MVA, cần thỏa thuận về khoảng thời gian nhỏ hơn 30 s, công suất tăng thì thời gian giảm nhưng ít nhất là 15 s, dòng điện vẫn giữ ở 1,5 đơn vị tương đối cho tất cả các thông số đặc trưng.

## TCVN 6627-3:2010

Máy phát phải có khả năng chịu các phối hợp khác giữa quá dòng và thời gian, tạo ra cùng mức phát nhiệt bổ sung cao hơn nhiệt lượng tạo ra bởi 1 đơn vị tương đối dòng điện.

Từ đó, đối với các máy điện đến 1 200 MVA:

$$(I^2 - 1)t = 37,5 \text{ s}$$

trong đó:

I là dòng điện stato tính bằng đơn vị tương đối;

t là khoảng thời gian tính bằng giây.

Hệ thức này phải áp dụng cho các giá trị t trong khoảng từ 10 s đến 60 s.

CHÚ THÍCH: Điều này chứng tỏ rằng nhiệt độ stato sẽ vượt quá các giá trị tải danh định trong các điều kiện này, do vậy kết cấu của máy phát dựa trên giả thiết rằng số lần làm việc ở các điều kiện giới hạn được quy định này không quá hai lần mỗi năm.

### 4.16 Ngắn mạch đột ngột

Máy phát phải được thiết kế để chịu được các dạng ngắn mạch tại các đầu nối của máy phát mà không bị hỏng, khi làm việc ở tải danh định và 1,05 đơn vị tương đối điện áp danh định, với điều kiện dòng điện pha lớn nhất được hạn chế bằng phương tiện bên ngoài đến giá trị không vượt quá dòng điện pha lớn nhất do ngắn mạch ba pha. "Không bị hỏng" có nghĩa là máy phát không đến mức phải ngừng hoạt động, mặc dù có thể có một số biến dạng của dây quấn stato.

Nếu có thỏa thuận giữa người mua và nhà chế tạo rằng thử nghiệm ngắn mạch đột ngột phải được thực hiện trên máy phát chưa qua sử dụng, thì thử nghiệm phải thực hiện sau khi thử nghiệm chấp nhận về điện môi đủ điện áp như sau.

Máy phát được thiết kế để nối trực tiếp đến hệ thống điện phải chịu được ngắn mạch ba pha tại các đầu nối của máy phát khi được kích thích đến điện áp danh định ở chế độ không tải. Đối với máy phát được thiết kế để nối đến hệ thống điện qua biến áp hoặc cuộn kháng, thường là bằng các thanh cái được cách điện, thử nghiệm tại các đầu nối phải thực hiện ở điện áp giảm, theo thỏa thuận giữa người mua và nhà chế tạo, để tạo ra dòng điện stato giống như dòng điện ngắn mạch ba pha ở đầu nối phía điện áp cao của biến áp.

Thử nghiệm này được coi là đạt nếu sau đó máy phát vẫn làm việc được mà không phải sửa chữa hoặc chỉ sửa chữa nhỏ ở dây quấn stato, và nếu máy phát chịu được thử nghiệm điện áp cao bằng 80 % giá trị cho trong TCVN 6627-1 (IEC 60034-1) đối với máy phát chưa qua sử dụng. Thuật ngữ "sửa chữa nhỏ" ám chỉ đến các thanh chèn cuối dây quấn và cách điện nhưng không phải là thay bố trí dây.

CHÚ THÍCH: Dòng điện và mômen cao bất thường có thể xuất hiện do có ngắn mạch gần máy phát điện khi đang vận hành hoặc do cắt và đóng lặp lại ở các khoảng cách xa hơn hoặc sự cố hòa đồng bộ. Nếu các điều kiện này làm cho quá dòng nghiêm trọng thì phải hết sức cẩn thận khi xem xét kỹ máy phát, đặc biệt là dây quấn stato. Bất

kỳ chờ nào của đế đỡ hoặc các cơ cấu đệm bị nổi lỏng đều phải được khắc phục tốt trước khi cho máy phát làm việc trở lại để tránh khả năng bị hỏng sau này do rung. Cũng cần yêu cầu kiểm tra sự thay đổi về cân bằng của trục và biến dạng của bulông khớp nối và các khớp nối.

#### 4.17 Tỷ số ngắn mạch

Đối với máy phát thuộc tất cả các kích cỡ và kiểu làm mát được đề cập trong tiêu chuẩn này, giá trị tỷ số ngắn mạch không được nhỏ hơn 0,35. Giá trị nhỏ nhất cao hơn 0,35 có thể được qui định và dựa trên thỏa thuận (ví dụ theo nhu cầu của lưới) nhưng, đối với hệ thống làm mát đã cho, các giá trị cao hơn này thường đòi hỏi kích cỡ máy phát tăng lên và tổn hao cao hơn.

#### 4.18 Điện kháng quá độ và cận quá độ dọc trục đối với máy phát

Khi qui định điện kháng quá độ và cận quá độ dọc trục liên quan đến các điều kiện làm việc, các giá trị dưới đây cần theo thỏa thuận:

- giá trị nhỏ nhất của điện kháng cận quá độ dọc trục ở mức bão hòa của điện áp danh định;
- giá trị lớn nhất của điện kháng quá độ dọc trục ở điều kiện chưa bão hòa của dòng điện danh định.

Vì hai điện kháng này phụ thuộc đáng kể vào từ thông chung nên cần chú ý để các giá trị qui định hoặc thỏa thuận là tương thích, nghĩa là giới hạn trên của điện kháng cận quá độ không đặt quá gần giới hạn dưới của điện kháng quá độ.

Khi không qui định giá trị của điện kháng cận quá độ dọc trục thì giá trị này không được nhỏ hơn 0,1 đơn vị tương đối tại mức bão hòa tương ứng với điện áp danh định.

Giá trị của mỗi điện kháng này có thể được qui định và dựa trên thỏa thuận ở mức bão hòa khác theo IEC 60034-4. Nếu có thỏa thuận là các giá trị điện kháng được xác định bằng thử nghiệm thì thử nghiệm phải theo IEC 60034-4.

#### 4.19 Dung sai tính theo tỷ số ngắn mạch, theo điện kháng quá độ và cận quá độ dọc trục

Khi các giá trị giới hạn của tiêu chuẩn này, hoặc các giới hạn khác đã được qui định hoặc được thỏa thuận thì không được có dung sai theo hướng quan trọng, nghĩa là không được dung sai âm về giá trị nhỏ nhất và không được dung sai dương ở giá trị lớn nhất. Theo hướng khác, áp dụng dung sai 30 %.

Nếu các giá trị được qui định nhưng không công bố là các giới hạn thì chúng được coi là các giá trị danh định và có dung sai là  $\pm 15\%$ .

Trong trường hợp người mua không đưa ra giá trị qui định, nhà chế tạo phải nêu các giá trị và dung sai là  $\pm 15\%$ .

## **4.20 Độ bền cơ đối với rôto**

### **4.20.1 Số lần khởi động**

Nếu không có thỏa thuận nào khác, rôto phải có thiết kế về cơ để có khả năng chịu trong suốt tuổi thọ của nó:

- bình thường, không ít hơn 3 000 lần khởi động;
- đối với rôto được thiết kế cho các chế độ khởi động-dừng thường xuyên để vận hành hàng ngày, không ít hơn 10 000 lần khởi động.

### **4.20.2 Vận hành của bộ quay trực**

Trước khi khởi động và sau khi nghỉ, việc vận hành của bộ quay trực của tổ máy phát tuabin có thể là tất yếu do nhu cầu của động cơ sơ cấp. Tuy nhiên, vận hành của bộ quay trực kéo dài có thể làm cho rôto của máy phát dễ bị hư hại và cần được hạn chế. Bộ quay trực có thể dễ bị hỏng do ảnh hưởng thiết kế. Nếu bộ quay trực có thể cần hoạt động lâu hơn thì các thiết kế bổ sung để giảm thiểu các ảnh hưởng có hại cần được thỏa thuận.

## **4.21 Bộ làm mát**

Nếu không có thỏa thuận nào khác, bộ làm mát phải thích hợp đối với nhiệt độ nước đưa vào đến 32 °C và áp suất làm việc không nhỏ hơn:

- áp suất tuyệt đối 2,7 bar (270 kPa) đối với máy phát được làm mát bằng không khí;
- áp suất tuyệt đối 4,5 bar (450 kPa) đối với máy phát được làm mát bằng hydro và chất lỏng;

Áp suất thử nghiệm phải bằng 1,5 lần áp suất làm việc lớn nhất và được đặt trong 15 min.

Nếu áp suất của nước trong bộ làm mát được khống chế bằng van hoặc cơ cấu giảm áp suất nối đến nguồn nước ở đó áp suất cao hơn áp suất làm việc thì bộ làm mát phải được thiết kế cho áp suất cao hơn và nếu không có thỏa thuận nào khác thì phải được thử nghiệm ở 1,5 lần áp suất cao hơn này. Áp suất này phải do người mua qui định.

Bộ làm mát phải được thiết kế sao cho, nếu tháo một phần tử của chúng để làm sạch thì tổ máy vẫn có thể mang liên tục ít nhất hai phần ba tải danh định (hoặc giá trị khác, theo thỏa thuận) mà không làm cho nhiệt độ của các phần đang hoạt động của máy điện tăng quá mức cho phép. Trong điều kiện như vậy, nhiệt độ môi chất làm mát sơ cấp có thể cao hơn giá trị thiết kế. Đối với máy phát được làm mát bằng hydro và chất lỏng, cần lưu ý rằng trong một số điều kiện làm việc, ví dụ trong quá trình bảo trì hoặc trong khi làm sạch hộp khí, bộ làm mát có thể chịu áp suất khí mà không có áp suất nước. Do đó, phải thiết kế đối với áp suất vi sai bằng 8 bar (800 kPa) ở phía khí.



CHÚ THÍCH: Nồng độ chất hóa học trong nước tăng lên, ví dụ muối hoặc glycol có thể ảnh hưởng đến tính năng làm mát.

## **5 Máy phát làm mát bằng không khí**

### **5.1 Yêu cầu chung**

Điều này áp dụng cho máy phát có các bộ phận tác dụng được làm mát bằng không khí trực tiếp hoặc gián tiếp hoặc kết hợp cả hai phương pháp.

### **5.2 Làm mát máy phát**

Hệ thống thông gió nên ưu tiên chọn hệ thống mạch khí kiểu kín. Nếu hệ thống kiểu hở được qui định hoặc được thỏa thuận, phải chú ý tránh để nhiễm bẩn đường thông khí, tránh quá nhiệt và làm nhiễm bẩn bề mặt cách điện.

Khi có vành trượt để kích thích thì vành này cần được thông gió riêng để tránh làm nhiễm bẩn máy phát và bộ kích thích do bụi than.

### **5.3 Nhiệt độ của môi chất làm mát sơ cấp**

Máy phát không phải là máy phát truyền động bằng tuabin khí phải phù hợp với TCVN 6627-1 (IEC 60034-1).

Nếu nhiệt độ lớn nhất của không khí môi trường hoặc của không khí làm mát sơ cấp trong trường hợp sử dụng bộ làm mát từ không khí sang nước, khác 40 °C, thì áp dụng các điều liên quan của TCVN 6627-1 (IEC 60034-1).

Các yêu cầu cụ thể đối với máy phát được truyền động bằng tuabin khí được nêu trong 7.2 và 7.3.

#### **5.3.1 Bộ phát hiện nhiệt độ**

Để theo dõi nhiệt độ của dây quấn stato, phải có ít nhất sáu bộ phát hiện nhiệt độ đặt bên trong (ETD) phù hợp với TCVN 6627-1 (IEC 60034-1).

Số lượng đầu đo nhiệt độ trong các đường đưa không khí vào máy phát phải được thỏa thuận.

## **6 Máy phát làm mát bằng hydro hoặc chất lỏng**

### **6.1 Yêu cầu chung**

Điều này áp dụng cho máy phát có các bộ phận tác dụng được làm mát trực tiếp hoặc gián tiếp bằng hydro, khí hoặc chất lỏng hoặc bằng cách kết hợp cả hai. Một số máy phát có thể sử dụng loại khí khác hydro, nếu vậy, áp dụng các nguyên tắc như nhau trong các trường hợp thích hợp.

## **6.2 Áp suất và độ tinh khiết hydro của trong vỏ máy**

Nhà chế tạo phải nêu áp suất tuyệt đối và độ tinh khiết của hydro trong vỏ máy mà tại đó máy phát tạo ra công suất ra danh định.

Ưu tiên các giá trị tuyệt đối của áp suất hydro sau đây:

bar	2	3	4	5	6	7
kPa	200	300	400	500	600	700

CHÚ THÍCH: Cần chuyển đổi từ áp suất tuyệt đối đến áp suất dương cục bộ. Áp suất khí của môi trường xung quanh giảm ở độ cao lớn hơn 1 000 m so với mực nước biển phải được tính đến khi thiết kế các phụ kiện.

## **6.3 Vỏ máy phát và nắp che**

Vỏ máy phát hoàn chỉnh và nắp che bộ phận chứa áp suất bất kỳ (ví dụ bên trên bộ làm mát) để sử dụng với môi chất làm mát là hydro, phải được thiết kế để chịu được nổ từ bên trong, hỗn hợp nổ ban đầu ở áp suất khí quyển, mà không gây nguy hiểm cho người xung quanh. Thử nghiệm áp suất thủy tĩnh phải được tiến hành để kiểm tra độ bền của vỏ máy và nắp che. Thử nghiệm thích hợp có thể là đặt áp suất tuyệt đối bằng 9 bar (900 kPa) trong 15 min.

CHÚ THÍCH: Ở một số quốc gia, các tiêu chuẩn hoặc qui phạm có thể đặt ra các yêu cầu thử nghiệm khác.

## **6.4 Đầu nối dây quấn stato**

Các đầu nối dùng cho máy phát làm mát bằng hydro phải được thiết kế để chịu được áp suất khí tuyệt đối ít nhất là 9 bar (900 kPa).

Cách điện đầu nối phải được thử nghiệm độc lập về điện với các dây quấn máy phát và phải chịu được thử nghiệm điện môi khô tần số công nghiệp trong không khí trong 60 s với điện áp thử nghiệm không nhỏ hơn 1,5 lần điện áp thử nghiệm 1 min cho dây quấn máy phát.

CHÚ THÍCH: Nếu các đầu nối được làm mát bằng chất lỏng thì môi chất làm mát không cần đấu vào khi thử nghiệm điện áp cao.

## **6.5 Nhiệt độ môi chất làm mát sơ cấp, nhiệt độ và độ tăng nhiệt của máy phát**

Các máy phát không thuộc loại truyền động bằng tuabin khí phải phù hợp với TCVN 6627-1 (IEC 60034-1).

Nhiệt độ lớn nhất của môi chất làm mát sơ cấp, hydro hoặc chất lỏng có thể khác 40 °C (ví dụ: để đạt được thiết kế kinh tế cho bộ làm mát với nhiệt độ lớn nhất qui định đối với môi chất làm mát thứ cấp). Do đó:

- a) đối với các máy phát làm mát gián tiếp, phải áp dụng các điều thích hợp của TCVN 6627-1 (IEC 60034-1) về điều chỉnh độ tăng nhiệt đối với máy điện làm mát bằng không khí;

b) đối với các máy điện làm mát trực tiếp, phải áp dụng nhiệt độ được qui định trong các bảng thích hợp của TCVN 6627-1 (IEC 60034-1) mà không thay đổi.

CHÚ THÍCH: Để tránh tăng nhiệt quá mức hoặc dải nhiệt độ quá mức, nhiệt độ lớn nhất của môi chất làm mát thường không nên sai khác 40 °C một lượng lớn hơn  $\pm 10$  °C.

Yêu cầu cụ thể đối với máy phát truyền động bằng tuabin khí được nêu ở 7.2 và 7.3.

## 6.6 Bộ phát hiện nhiệt độ

Theo TCVN 6627-1 (IEC 60034-1), phải có ít nhất sáu bộ phát hiện nhiệt độ đặt bên trong (ETD). Đối với máy phát làm mát trực tiếp, một chú ý quan trọng là nhiệt độ đo được từ ETD không chỉ ra nhiệt độ điểm nóng của dây quấn stato.

Việc tuân thủ nhiệt độ lớn nhất của môi chất làm mát nêu trong điểm 1 ở Bảng 11 của TCVN 6627-1 (IEC 60034-1) sẽ đảm bảo nhiệt độ dây quấn không bị cao quá mức. Giới hạn nhiệt độ cho phép đo được bằng ETD giữa các thanh dẫn của bối dây nhằm bảo vệ cách điện khỏi bị nóng quá mức từ lõi. Có thể sử dụng nhiệt độ đọc được trên ETD để kiểm soát hoạt động của hệ thống làm mát dây quấn stato.

Số lượng bộ phát hiện nhiệt độ để đo nhiệt độ môi chất làm mát ở những vị trí chất này đi vào máy phát phải được thỏa thuận.

Đối với máy phát làm mát trực tiếp dây quấn stato, nhiệt độ môi chất làm mát tại đầu ra của dây quấn stato phải được đo bằng ít nhất ba bộ phát hiện nhiệt độ. Các bộ phát hiện nhiệt độ phải tiếp xúc tốt với môi chất làm mát. Do vậy, nếu dây quấn được làm mát bằng khí thì bộ phát hiện nhiệt độ phải được đặt sát với ống dẫn khí đi ra khỏi bối dây mà vẫn đảm bảo các yêu cầu về điện. Nếu dây quấn được làm mát bằng nước, bộ phát hiện nhiệt độ phải đặt trong ống nằm trong khung máy điện hoặc càng gần với vị trí mà môi chất làm mát đi ra khỏi khung càng tốt. Chú ý không để chênh lệch nhiệt độ đáng kể giữa điểm đo và điểm mà môi chất làm mát ra khỏi dây quấn.

## 6.7 Hệ thống phụ trợ

Tùy thuộc vào thiết kế môi chất làm mát và hệ thống phụ trợ, một số hoặc tất cả các thiết bị sau đây được yêu cầu để đáp ứng hoạt động ổn định của các máy phát nêu trong Điều 6. Liệt kê này không đầy đủ mọi chi tiết và có thể cung cấp thêm các hạng mục khác.

- a) Hệ thống khí làm mát hoàn chỉnh (hydro hoặc khí khác) cùng với bộ điều chỉnh thích hợp để khống chế áp suất khí trong máy phát, thích hợp để nối đến nguồn cung cấp khí, bộ phận làm khô khí và phương tiện kiểm tra hoặc theo dõi lượng khí tiêu thụ hàng ngày.
- b) Hệ thống hoàn chỉnh để làm sạch khí (thường là cacbon đioxit), thích hợp để nối đến nguồn cung cấp khí, cho phép nạp đầy và lọc sạch khí hydro vào vỏ máy một cách an toàn.

Nếu hệ thống không khí nén của trạm điện được sử dụng để thổi khí được lọc sạch ra khỏi vỏ máy, việc nối đến hệ thống không khí phải đảm bảo không khí không bị thổi vào trong máy, ngoại trừ để đẩy khí được lọc sạch ra, ví dụ, bằng cách nối một ống nối tháo ra được.

c) Các cơ cấu báo động và cơ cấu chỉ thị cần thiết cho phép duy trì độ tinh khiết của khí hydro và cho phép kiểm soát độ tinh khiết của khí thổi trong quá trình đẩy hydro ra khỏi máy. Nên có hai phương tiện độc lập để chỉ ra độ tinh khiết.

d) Hệ thống dầu kín hoàn chỉnh kể cả thiết bị để kiểm soát độ kín dầu và, nếu có yêu cầu, để loại khí và nước ra khỏi dầu.

Phải có nguồn kín dầu khẩn cấp để tự động hoạt động nếu nguồn chính bị hỏng.

e) Hệ thống (hoặc các hệ thống) làm mát bằng chất lỏng hoàn chỉnh, có bơm, có bộ làm mát và bộ lọc, có bộ điều chỉnh thích hợp để khống chế nhiệt độ của chất lỏng làm mát.

f) Các phương tiện phát hiện sự suy giảm hoặc thất thoát luồng chất lỏng qua các dây quấn.

g) Các phương tiện đo độ dẫn điện của nước làm mát các dây quấn và duy trì độ dẫn điện ở giá trị đủ thấp.

h) Các thiết bị đo và thiết bị báo động để chỉ thị hoạt động của tất cả các thiết bị phụ trợ và sự có mặt của chất lỏng bên trong máy điện, và cả các phương tiện lấy chất lỏng này ra.

## **7 Máy phát dùng cho tuabin khí hoặc các ứng dụng chu kỳ kết hợp**

### **7.1 Yêu cầu chung**

Điều này áp dụng cho các máy phát được truyền động bằng tuabin khí hoặc các ứng dụng chu kỳ kết hợp có làm mát bằng không khí kiểu mạch hở hoặc làm mát kiểu mạch kín bằng không khí hoặc hydro trong đó đầu ra máy phát yêu cầu là hàm của nhiệt độ môi trường.

### **7.2 Điều kiện vận hành**

#### **7.2.1 Yêu cầu chung**

Máy phát truyền động bằng tuabin khí và phù hợp với tiêu chuẩn này phải thích hợp để mang tải tương ứng với các thông số đặc trưng và công suất máy phát trong các điều kiện vận hành dưới đây.

#### **7.2.2 Nhiệt độ môi chất làm mát sơ cấp**

Đối với các máy phát làm mát bằng không khí kiểu mạch hở, nhiệt độ môi chất làm mát sơ cấp là nhiệt độ không khí đi vào máy phát. Nhiệt độ này thường là nhiệt độ không khí môi trường. Dải nhiệt độ này phải được người mua qui định, thường là từ  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  đến  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Đối với các máy phát làm mát kiểu mạch kín, nhiệt độ môi chất làm mát sơ cấp là nhiệt độ không khí hoặc hydro đi vào máy từ bộ làm mát. Dải nhiệt độ môi chất làm mát này phải do nhà chế tạo xác định, để đạt được thiết kế tối ưu của máy điện và bộ làm mát, dựa trên dải nhiệt độ môi chất làm mát thứ cấp (không khí môi trường hoặc nước) do người mua qui định.

### 7.2.3 Số lần khởi động

Số lần khởi động hàng năm không quá 500, trừ khi có thoả thuận khác.

### 7.2.4 Đặt tải

Tải có thể đặt đột ngột và tốc độ tăng tải của máy phát chỉ bị giới hạn bằng khả năng chịu tải của tuabin.

## 7.3 Công suất ra danh định

Tuabin khí thường có mức danh định ở nhiệt độ không khí đầu vào là 15 °C, và máy phát thường có mức danh định ở nhiệt độ không khí đầu vào là 40 °C. Do vậy, tuabin khí và máy phát có công suất như nhau sẽ có các thông số đặc trưng khác nhau.

Ở công suất ra danh định, độ tăng nhiệt không được vượt quá giá trị qui định trong Bảng 7 và Bảng 8 hoặc nhiệt độ qui định trong Bảng 12 của TCVN 6627-1 (IEC 60034-1).

Nếu không có thoả thuận nào khác, các tham số của máy phát phải được xác định có tính đến các thông số đặc trưng này.

## 7.4 Công suất

### 7.4.1 Yêu cầu chung

Công suất máy phát là tải cao nhất có thể có tính theo công suất biểu kiến trong các điều kiện làm việc qui định.

### 7.4.2 Công suất cơ bản

Công suất cơ bản là dải công suất ra liên tục tính theo công suất biểu kiến có thể có ở đầu ra của máy phát:

- tại vị trí làm việc ở tần số, điện áp và hệ số công suất danh định;
- áp suất và độ tinh khiết của hydro phù hợp với TCVN 6627-1 (IEC 60034-1), trong trường hợp thuộc đối tượng áp dụng

tương ứng với dải nhiệt độ môi chất làm mát sơ cấp hoặc thứ cấp qui định cho vị trí làm việc, xem 7.2.2, với độ tăng nhiệt hoặc nhiệt độ (nếu thích hợp) không vượt quá các giá trị qui định trong 7.4.3.

## TCVN 6627-3:2010

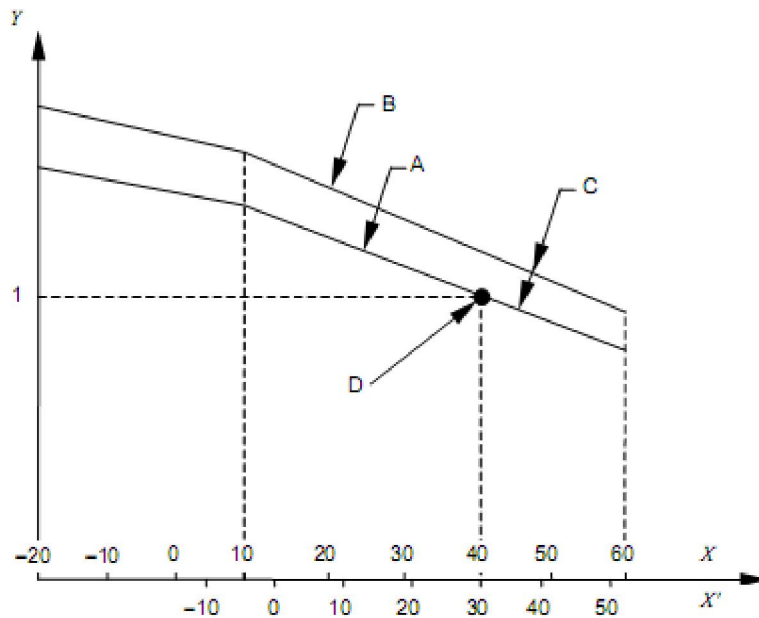
Thành phần công suất tác dụng của công suất cơ bản của máy phát chia cho hiệu suất máy phát phải lớn hơn hoặc bằng công suất cơ bản của tuabin khí trên toàn bộ dải nhiệt độ không khí qui định tại điểm lấy vào tuabin ở vị trí lắp đặt.

Có thể thỏa thuận là ngoài nhiệt độ không khí thấp hoặc cao phải chịu, không nhất thiết công suất cơ bản của máy phát phải bằng công suất cơ bản của tuabin. Khi đó vẫn có thể thỏa mãn mọi yêu cầu khác với máy phát công suất nhỏ hơn một chút.

Nhà chế tạo phải cung cấp đường cong công suất cơ bản trong các điều kiện của vị trí lắp đặt trên toàn bộ dải nhiệt độ qui định của môi chất làm mát sơ cấp hoặc thứ cấp (xem Hình 3). Đối với máy phát làm mát bằng không khí kiểu mạch hở, nhiệt độ của môi chất làm mát này phải bằng hoặc gần bằng nhiệt độ không khí tại điểm lấy vào tuabin (thang X của Hình 3). Trong trường hợp không khí tuần hoàn tự động được lắp đặt cho các ứng dụng nhiệt độ môi trường thấp thì đường cong này phải qui về nhiệt độ không khí làm mát thực tế khác với nhiệt độ môi trường tại điểm lấy vào tuabin.

Trong máy phát làm mát bằng không khí kiểu mạch kín, sử dụng bộ trao đổi nhiệt làm mát bằng nước, dải nhiệt độ của nước (môi chất làm mát thứ cấp) có thể không liên quan trực tiếp với nhiệt độ không khí môi trường. Hình 3, chỉ ra công suất máy phát được vẽ đồ thị theo nhiệt độ môi chất làm mát thứ cấp trên thang X'. Do đó, khi nhiệt độ không khí môi trường giảm, công suất máy phát có thể không thay đổi hoặc có thể tăng chậm hơn công suất tuabin. Nếu cỡ của máy phát được xác định bởi công suất ra của tuabin ở nhiệt độ không khí thấp thì công suất ra của máy phát sẽ vượt quá đáng kể so với công suất được yêu cầu ở nhiệt độ không khí bình thường.

Vì các lý do này, nhà chế tạo và người mua phải đạt được thỏa thuận về phạm vi trong đó công suất của máy phát tương xứng với công suất của tuabin.



### Chú dẫn

A	công suất cơ bản	X	nhệt độ môi chất làm mát sơ cấp
B	công suất đỉnh	X'	nhệt độ môi chất làm mát thứ cấp (°C) đối với máy phát làm mát kiểu mạch kín sử dụng không khí hoặc hydro là môi chất làm mát sơ cấp
C	chênh lệch nhệt độ, 15 °C		
D	điểm thông số đặc trưng	Y'	công suất biểu kiến của máy phát, đơn vị tương đối

CHÚ THÍCH 1: Đường cong đối với một máy phát cụ thể chỉ có giá trị cho toàn bộ dải nhệt độ môi chất làm mát được qui định. Đối với máy phát có thiết bị trao đổi nhệt, không thể hiện thang nhệt độ môi chất làm mát sơ cấp. Hai thang nhệt độ môi chất làm mát sơ cấp hoặc thứ cấp được kể đến ở đây chỉ để thể hiện các dạng của biểu đồ.

CHÚ THÍCH 2: Đường cong điển hình này không kéo dài quá khoảng nhệt độ môi chất làm mát sơ cấp từ  $-20\text{ °C}$  đến  $60\text{ °C}$ , vì bên ngoài dải này các yêu cầu tính năng phải được thỏa thuận giữa người mua và nhà chế tạo.

**Hình 3 – Đường cong công suất điển hình của máy phát**

### 7.4.3 Độ tăng nhệt và nhệt độ tại công suất cơ bản

Đối với dây quấn được làm mát gián tiếp, độ tăng nhệt khi làm việc tại nơi lắp đặt phải phù hợp với Bảng 7, Bảng 8 và Bảng 9 của TCVN 6627-1 (IEC 60034-1), nếu thích hợp, có điều chỉnh như sau:

- đối với nhệt độ môi chất làm mát sơ cấp từ  $10\text{ °C}$  đến  $60\text{ °C}$ : cộng thêm  $(40 - \text{nhệt độ môi chất làm mát sơ cấp})\text{ °C}$ ;
- đối với nhệt độ môi chất làm mát sơ cấp thấp hơn  $10\text{ °C}$  nhưng không thấp hơn  $-20\text{ °C}$ : cộng thêm  $30\text{ °C} + 0,5(10 - \text{nhệt độ môi chất làm mát sơ cấp})\text{ °C}$ ;
- đối với nhệt độ môi chất làm mát sơ cấp cao hơn  $60\text{ °C}$  hoặc thấp hơn  $-20\text{ °C}$ , phải có thỏa thuận.

## **TCVN 6627-3:2010**

Đối với các dây quấn làm mát trực tiếp bằng không khí hoặc bằng hydro, nhiệt độ tổng khi làm việc tại vị trí lắp đặt phải phù hợp với các giới hạn trong Bảng 12 của TCVN 6627-1 (IEC 60034-1), có điều chỉnh như sau:

- d) đối với nhiệt độ môi chất làm mát sơ cấp từ 10 °C đến 60 °C: không có điều chỉnh gì;
- e) đối với nhiệt độ môi chất làm mát sơ cấp thấp hơn 10 °C nhưng không thấp hơn – 20 °C: trừ đi 0,3 (10 – nhiệt độ môi chất làm mát sơ cấp) °C;
- f) đối với nhiệt độ môi chất làm mát sơ cấp cao hơn 60 °C hoặc thấp hơn – 20 °C, phải có thỏa thuận.

### **7.4.4 Công suất đỉnh**

Công suất đỉnh là thông số đặc trưng của máy phát khi cho máy phát làm việc ở nhiệt độ tăng cao hoặc độ tăng nhiệt không vượt quá 15 °C có tính đến nhiệt độ hoặc độ tăng nhiệt ở công suất cơ bản.

CHÚ THÍCH: Làm việc ở công suất đỉnh sẽ giảm tuổi thọ của máy phát vì làm lão hoá nhiệt của cách điện khoảng từ ba đến sáu lần so với làm việc ở công suất cơ bản.

Lưu ý đặt ra ở 7.4.2 liên quan đến mối quan hệ giữa công suất cơ bản của máy phát và công suất cơ bản của tuabin cũng áp dụng cho công suất đỉnh.

### **7.5 Tám thông số đặc trưng**

Tám thông số đặc trưng phải nêu các thông tin được qui định trong TCVN 6627-1 (IEC 60034-1), đồng thời nêu giá trị của công suất đỉnh đầu ra tại nhiệt độ môi chất làm mát sơ cấp được chọn làm cơ sở cho các thông số đặc trưng.

### **7.6 Thử nghiệm nhiệt độ**

Thử nghiệm nhiệt độ phải thực hiện theo thỏa thuận. Nhiệt độ hoặc độ tăng nhiệt phải phù hợp với 7.4.3, có hiệu chỉnh nếu cần, đối với chênh lệch về độ cao so với mực nước biển giữa vị trí thử nghiệm và vị trí làm việc, phù hợp với TCVN 6627-1 (IEC 60034-1).



## Phụ lục A

(qui định)

### **Biện pháp phòng ngừa cần thực hiện khi sử dụng máy phát động bộ được truyền động bằng tuabin làm mát bằng hydro**

#### **A.1 Yêu cầu chung**

Phụ lục này nêu hướng dẫn về một số đặc trưng thiết kế và qui trình làm việc dự kiến để tránh xuất hiện hoặc môi cháy hỗn hợp dễ cháy của hydro và không khí trong bản thân máy phát hoặc trong và xung quanh thiết bị kết hợp. Tuy nhiên, phụ lục này không phải là một yêu cầu kỹ thuật hoặc một quy phạm hoàn chỉnh đủ cho thiết kế và làm việc an toàn của hệ thống lắp đặt. Trách nhiệm thiết kế an toàn máy phát và các phụ kiện còn lại phần lớn là của nhà chế tạo. Trách nhiệm để thiết kế an toàn các bộ phận khác của hệ thống lắp đặt cần dựa trên thỏa thuận giữa các bên liên quan.

Nhà chế tạo có trách nhiệm cung cấp các hướng dẫn làm việc và bảo trì chính thức. Bất kỳ sửa đổi nào về hướng dẫn của nhà chế tạo để thích hợp với ứng dụng cụ thể chỉ được thực hiện thông qua qui trình xem xét lại chính thức của nhà chế tạo.

Trách nhiệm đối với hoạt động an toàn thuộc về người sử dụng thiết bị.

#### **A.2 Độ tinh khiết của nguồn hydro**

Độ tinh khiết của hydro được cung cấp không được nhỏ hơn 99 % theo thể tích.

#### **A.3 Điều kiện làm việc bình thường**

Điều kiện làm việc bình thường là:

- nạp hydro cho máy phát;
- vận hành máy phát đã nạp hydro;
- khởi động, ngắt nguồn và dừng máy phát khi đã nạp hydro;
- làm sạch khí từ máy phát.

#### **A.4 Biện pháp bảo vệ đối với vành trượt và máy kích thích ghép nối**

Nếu máy kích thích hoặc vành trượt nằm trong vỏ máy mà hydro có thể bị rò trong đó thì việc tích lũy hỗn hợp nổ hydro-không khí phải được ngăn ngừa, ví dụ bằng cách duy trì luồng không khí qua vỏ máy, xem Điều A.7.

## TCVN 6627-3:2010

Luồng không khí thường dễ dàng được tạo ra trong khi trục quay ở tốc độ bình thường. Có thể cần phương tiện bổ sung khi máy phát có chứa hydro và trục đứng yên hoặc quay chậm. Có thể cung cấp đường ống đưa khí vào và thổi ra để lưu thông hydro rò rỉ thông qua đối lưu tự nhiên và lực nổi. Nếu sử dụng quạt bên trong để đảm bảo thông gió thì động cơ quạt phải là loại có bảo vệ chống khí quyển có chất khí dễ nổ phù hợp với phần thích hợp của IEC 60079. Quạt không được hút không khí. Quạt phải cung cấp lực kéo cưỡng bức từ nguồn không khí sạch.

### A.5 Thiết bị phụ trợ

#### A.5.1 Yêu cầu chung

Thiết bị phụ trợ, khi sử dụng, phải phù hợp với các yêu cầu qui định ở A.5.2 đến A.5.8.

#### A.5.2 Thùng khử khí

Thùng khử khí hydro và hệ thống dầu kín phải thích hợp đối với áp suất thử nghiệm bằng 1,5 lần áp suất làm việc tuyệt đối lớn nhất hoặc áp suất tuyệt đối bằng 900 kPa, chọn giá trị nào lớn hơn.

Vật liệu dễ vỡ hoặc có thể bị rỉ như thép đúc không được dùng làm linh kiện chịu áp suất hydro hoặc dầu kín.

#### A.5.3 Máy làm khô khí

Máy làm khô khí phải thích hợp đối với áp suất thử nghiệm bằng 1,5 lần áp suất làm việc tuyệt đối lớn nhất hoặc áp suất tuyệt đối bằng 900 kPa, chọn giá trị nào lớn hơn.

Có thể sử dụng nhiều hệ thống khác nhau để duy trì độ ẩm đủ thấp bên trong vỏ máy phát, sử dụng thiết bị được gọi là "máy làm khô khí". Thiết bị phải phù hợp với các qui tắc an toàn chung dưới đây:

- nếu máy làm khô khí là loại trong đó chất làm khô cần hoạt hóa lại theo chu kỳ, tức là phải được cung cấp phương tiện để cho biết khi nào cần thực hiện hoạt hóa lại và khi nào hoàn thành;
- nếu sử dụng không khí trong quá trình hoạt hóa lại thì phải có một số phương tiện để đảm bảo rằng không khí không được đưa vào ngẫu nhiên trong vỏ máy phát. Việc này đòi hỏi các van được khóa liên động hoặc các mối nối ống dễ dàng tháo ra được và là loại đặc biệt;
- nếu sử dụng bộ gia nhiệt, cần thực hiện các biện pháp để đảm bảo rằng bộ gia nhiệt làm việc tốt ở nhiệt độ dưới nhiệt độ mồi cháy của hỗn hợp hydro-không khí bất kỳ có thể được hình thành. Thông thường, giới hạn cho phép là 300 °C. Có thể cần giới hạn dưới để tránh hư hại chất làm khô như nhôm hoạt hóa. Bộ gia nhiệt phải được bố trí, ví dụ bằng cách khóa liên động các công tắc với các van để nó có thể làm việc chỉ trong thời gian tái sinh;
- nếu có phương tiện để cho phép khí ngưng tụ thoát ra khỏi phòng thử mà phải chịu áp suất hydro thì kết cấu và vận hành phải ngăn không cho hydro thoát ra đáng kể;

- dụng cụ đo và cơ cấu điều khiển có mạch điện bên trong và trong quá trình vận hành có thể chứa hỗn hợp khí dễ cháy thì phải được chế tạo để chịu được nổ.

CHÚ THÍCH: Dụng cụ đo và cơ cấu điều khiển không liên quan đến máy làm khô khí. Chúng có thể được đề cập trong điều riêng rẽ của xuất bản sau của tiêu chuẩn này.

Các loại thích hợp là, ví dụ “vỏ bọc chịu lửa” hoặc thiết bị “an toàn từ bên trong” theo IEC 60079. Tiêu chuẩn này áp dụng, ví dụ, cho các thiết bị sau: thiết bị điện dùng để giám sát độ tinh khiết của hydro, máy đo áp suất tiếp xúc điện hoặc máy đo áp suất kiểu nhiệt kế được cấp kèm thiết bị truyền từ xa.

#### **A.5.4 Mối nối**

Mối nối đến các linh kiện trong tất cả các mạch điện phải được thực hiện sao cho độ tăng nhiệt trong khi làm việc, rung hoặc khi các vật liệu cách điện lão hóa không gây suy giảm chất lượng đấu nối. Xem IEC 60079 để có các ví dụ thích hợp. Mối nối điện phải được thiết kế để ngăn ngừa bị ngắt ra hoặc lỏng ra không chủ ý mà có thể gây phóng tia lửa điện.

CHÚ THÍCH: Khí có thể di chuyển xuống các lõi của cáp điện.

#### **A.5.5 Nhiễm hydro**

Phải áp dụng các qui tắc dưới đây để tránh một lượng lớn hydro bị thoát ra ngẫu nhiên, hoặc vào trong máy phát nếu van điều khiển bị hỏng hoặc vào khu vực xung quanh nếu xảy ra rò vào khí quyển.

**A.5.5.1** Hệ thống đường ống cần được bố trí và đỡ để được bảo vệ tốt nhất có thể khỏi hư hại ngẫu nhiên. Nếu hệ thống đường ống hydro bất kỳ ở trong ống dẫn hoặc đi ngầm dưới đất thì nó phải được bố trí sao cho có thể phát hiện và làm tiêu tán một cách an toàn hydro bị rò rỉ.

**A.5.5.2** Nếu máy phát được cấp hydro riêng từ một giá gồm các xylanh hydro đặt bên trong vỏ bọc máy phát (tùng xylanh có dung tích từ 6 m<sup>3</sup> đến 10 m<sup>3</sup> ở nhiệt độ và áp suất bình thường, NTP), giá này chỉ nên chứa một số lượng xylanh sao cho có chứa tổng dung tích khoảng 80 m<sup>3</sup> NTP, với chỉ khoảng hai hoặc ba xylanh (ứng với khoảng 20 m<sup>3</sup> NTP) vận hành ở cùng thời điểm.

**A.5.5.3** Khối nguồn cung cấp hydro lớn hơn, cấp cho một hoặc nhiều máy phát, phải được đặt bên ngoài vỏ bọc của máy phát. Nếu nguồn cung cấp hydro mở liên tục vào máy phát thì áp suất làm việc được duy trì bằng van điều khiển áp suất, các ống cung cấp hydro đặt bên ngoài toà nhà phải có

- a) van dùng tự động (tác động, ví dụ do luồng khí vượt quá), hoặc
- b) van từ có thể đóng bằng tay từ xa trong trường hợp khẩn cấp.

Do đó, nếu xảy ra rò rỉ lớn thì nguồn chính của hydro sẽ bị cắt. Sơ đồ bố trí có thể có theo điểm a) ở trên được thể hiện trên Hình A.1.

## **TCVN 6627-3:2010**

Nếu thiết bị được lắp các van ngừng mở thao tác bằng tay, thường lắp trên các xy lanh cung cấp thì hydro phải được cấp vào van điều khiển áp suất theo chu kỳ để giữ áp suất khí trong dải xác định.

**A.5.5.4** Khối nguồn cung cấp trong nhà cũng như ngoài trời đòi hỏi van an toàn ở phía áp suất thấp của hệ thống cung cấp hydro.

Thông lệ chung là giảm áp suất từ xy lanh lưu giữ đến khung của máy phát trong hai tầng.

Cần có một van an toàn ở phía áp suất thấp của từng tầng phải được thông hơi đến nơi an toàn, xem A.5.7.

**A.5.5.5** Phải lưu ý đặc biệt đến qui định quốc gia đối với việc bảo quản hydro và khí trơ, xy lanh và các mối nối của chúng, van giảm áp và van an toàn và các mối nối đến hệ thống khí.

### **A.5.6 Tích tụ hỗn hợp hydro-không khí**

Phải ngăn ngừa việc tích tụ lũy hỗn hợp hydro-không khí dễ cháy trong hệ thống dầu ổ trục và hệ thống kín dầu (kể cả bản thân giá đỡ ổ trục). Cơ cấu xả khí làm việc liên tục phải được lắp đặt vào các vị trí thích hợp.

Ống nối của máy phát, các mối nối đến chúng và vỏ bọc bất kỳ phải được thiết kế sao cho hydro không thể tích tụ trong trường hợp bị rò.

Nếu sử dụng thanh cái cách ly về pha thì thiết kế của các thanh cái này phải sao cho hydro không thể tích tụ trong máng cáp hoặc đường ống.

### **A.5.7 Ống thông hơi**

Ống thông hơi mang hydro hoặc hỗn hợp hydro-không khí phải được lắp đặt sao cho ngăn ngừa tích tụ hỗn hợp hydro-không khí ở các vị trí mà khí bị thải ra. Trong khu vực thải khí, không được có cửa sổ hoặc lối vào không khí và nguồn đánh lửa, ví dụ, ngọn lửa trần hoặc nguồn phóng văng quang hoặc đánh tia lửa điện.

### **A.5.8 Khu vực liền kề**

Tất cả các khu vực trong và xung quanh nơi đặt máy phát và bất kỳ không gian nào trong đó hydro có thể bị rò rỉ (kể cả lối đi và vùng điều khiển hoặc vùng thiết bị) phải được kết cấu và/hoặc thông hơi đủ sao cho việc tập trung hydro có hại không xảy ra.

Có thể cần thông hơi cưỡng bức trong một số trường hợp, xem Điều A.6. Nếu cần thông hơi cưỡng bức thì nên dùng quạt hút cưỡng bức không phóng điện hoặc nếu sử dụng không khí nén thì ống xả cần nối đất.

Phải lưu ý đặc biệt đến tất cả các khu vực có thiết bị làm việc ở nhiệt độ cao hoặc có thể xảy ra phóng điện.

## A.6 Làm việc của máy phát và thiết bị phụ trợ

### A.6.1 Nguồn đánh lửa

Ngọn lửa hở, hàn điện, khói hoặc phương tiện đánh lửa khác không được nằm trong vùng lân cận máy phát và các thiết bị phụ trợ của nó.

### A.6.2 Hỗn hợp hydro-không khí

Không được có hỗn hợp hydro-không khí dễ cháy trong máy phát. Trong điều kiện làm việc bình thường, độ tinh khiết của hydro không được nhỏ hơn 95 % theo thể tích. Nếu độ tinh khiết giảm thấp hơn 90 % theo thể tích của hydro và không thể tăng nhanh chóng thì phải ngắt điện máy phát trước khi độ tinh khiết giảm xuống thấp hơn 85 % theo thể tích và hydro phải được làm sạch.

Phải có dự phòng ít nhất là hai hệ thống đo độ tinh khiết độc lập. Nếu tất cả các hệ thống đo đều cho thấy không đạt thì phải ngắt điện máy phát và làm sạch.

### A.6.3 Thay thế không khí hoặc hydro

Không được thay thế trực tiếp không khí bằng hydro hoặc ngược lại. Trong cả hai trường hợp, máy phát phải được làm sạch bằng khí trơ như CO<sub>2</sub>. Việc làm sạch phải tiếp tục cho đến khi nồng độ khí làm sạch đạt đến mức an toàn khi được quan sát ở ống xả.

CHÚ THÍCH: Theo thông lệ quốc tế đã được thiết lập, việc này đạt được khi thành phần khí trơ quan sát được từ 75 % đến 90 % theo thể tích.

Trong quá trình làm sạch, cấm thực hiện tất cả các loại thử nghiệm điện trên máy phát cho đến khi đạt được các điều kiện cuối cùng của không khí hoặc hydro trong máy phát.

Nếu nguồn cấp không khí nén được sử dụng để loại bỏ khí trơ thì việc nối với nguồn không khí phải sao cho không khí không thể đi vào máy phát trừ khi yêu cầu phải như vậy cho mục đích này. Việc này có thể được bố trí bằng khóa liên động thích hợp giữa các van cung cấp không khí, khí trơ và hydro hoặc bằng ống dẫn không khí dễ dàng ngắt ra được. Chỉ nối ống này trong khi đang loại bỏ khí trơ và phải ngắt ra ngay sau đó.

Không được tháo nắp để tiếp cận máy phát, giá ổ trục và cơ cấu tương tự cho đến khi thành phần khí trơ giảm xuống 5 % và áp suất trong máy phát giảm về áp suất khí quyển để con người không bị ngạt trong khu vực bên dưới máy phát.

Trước khi có người đi vào máy phát, các túi khí trơ bất kỳ ở đáy cần được làm tiêu tán bằng thông hơi cục bộ, sử dụng không khí nén hoặc quạt không đánh lửa để con người không bị ngạt bên trong máy phát.

Máy phát không được thiết kế để chạy trong khí quyển có khí trơ do đó không nên chạy máy phát trong khí trơ ở tốc độ và áp suất lớn hơn giá trị lớn nhất do nhà chế tạo khuyến cáo.

## **TCVN 6627-3:2010**

Trong quá trình ngắt nguồn khẩn cấp mà việc này đòi hỏi máy phát được làm sạch hydro, chỉ có thể tiếp nhận khí trơ bên dưới giới hạn tốc độ do nhà chế tạo khuyến cáo. Quy trình này chỉ được phép khi có đủ khí trơ sẵn có để cho phép các tổn hao tăng qua ống thông hơi gây ra bởi hỗn hợp hai khí khi chống lại lực nổi khi thay thế.

### **A.6.4 Nguồn kín dầu và áp suất hydro**

Hệ thống nguồn kín dầu thường có chế độ làm việc và dây bơm ở trạng thái chờ.

Máy phát không được làm việc ở áp suất hydro lớn hơn khả năng chịu áp suất được khống chế bởi bơm kín dầu dự phòng sẵn có tiếp theo.

Máy phát phải được ngắt nguồn và làm sạch khi tất cả các bơm kín dầu dự phòng không sẵn có.

### **A.6.5 Độ kín khí**

Độ kín khí của máy phát phải được theo dõi liên tục bằng cách duy trì việc ghi lại tốc độ tiêu thụ hydro. Nếu việc tiêu thụ khí tăng đáng kể so với mức đã được thiết lập bình thường cho máy phát khi ở trạng thái tốt thì phải nhận biết ngay nguyên nhân tăng tổn hao.

Nếu không tìm nhanh được rò rỉ và hiệu chỉnh thì khu vực có thể gom hydro phải được thử nghiệm tích tụ nguy hiểm. Nếu việc rò rỉ là gia tăng thì phải có hành động để tiêu tán chúng một cách an toàn. Nếu rò rỉ vẫn tiếp tục và không thể giảm đủ bằng cách giảm áp suất hydro và tải thì cần ngắt nguồn máy phát để cho phép kiểm tra khu vực đầy đủ hơn (ví dụ gần ống đầu nối) mà không tiếp cận được khi máy phát hoạt động. Sau đó, máy phát có thể được làm sạch hydro để cho phép thực hiện sửa chữa.

Tốc độ rò rỉ tuyệt đối không được phép vượt quá khoảng 18 m<sup>3</sup> NTP trong 24 h. Tổn hao hydro đo được và thoát ra qua các ống thông hơi được xác định rõ mà không tạo ra nguy hiểm có thể được trừ đi từ tổng tổn hao khí đo được trước khi áp dụng giới hạn này.

**CHÚ THÍCH 1:** Máy phát cỡ lớn làm việc ở áp suất hydro cao có thể vượt quá tốc độ rò ở trên. Đối với các máy phát này, khuyến cáo rằng phải sử dụng tốc độ dự kiến của nhà chế tạo về tiêu thụ hydro làm giá trị chuẩn.

**CHÚ THÍCH 2:** Trong trường hợp không có sự phân biệt giữa tiêu thụ hydro (khí được cấp vào máy phát) và tốc độ rò rỉ (khí thoát ra do rò rỉ không xác định) thì tốc độ tiêu thụ hydro có thể cao hơn tốc độ rò rỉ, ví dụ là do mất mát khí bởi dầu kín.

Tất cả các công việc sửa chữa phải được thực hiện sau khi công bố rằng khu vực là an toàn về khí.

### **A.6.6 Hệ thống nước**

Nếu áp suất hydro của máy phát vượt quá áp suất nước trong bộ làm mát bằng hydro hoặc áp suất thấp nhất trong dây quấn được làm mát bằng nước, trong trường hợp thuộc đối tượng áp dụng, thì hydro sẽ rò rỉ vào trong hệ thống nước và có thể di chuyển cách xa đáng kể so với máy phát. Cần kiểm tra hệ thống nước về khả năng này khi tìm kiếm nguyên nhân tiêu thụ hydro cao.

Phải có thoát khí an toàn khi tốc độ rò rỉ bình thường. Khả năng khí thoát ra lớn do khuyết tật cần được nhận biết.

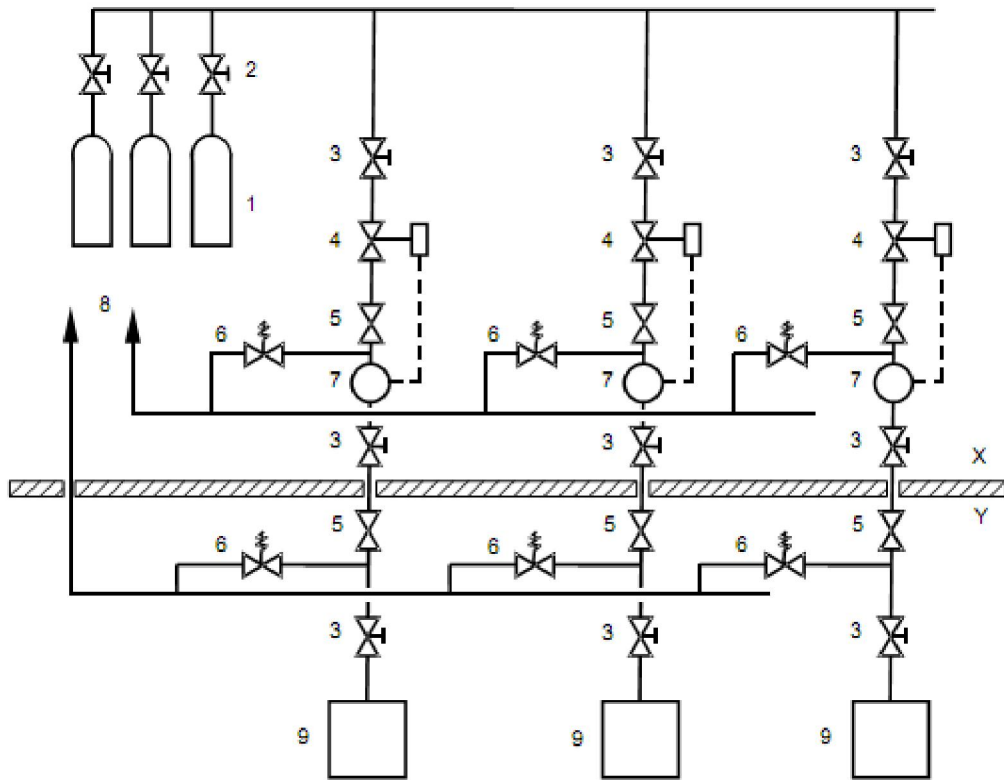
### A.7 Hướng dẫn để thông hơi đủ

Nếu thể tích hydro rò rỉ L tính bằng mét khối bị trộn hoàn toàn với thể tích bằng 100 L/p mét khối không khí thì nồng độ hydro là p % và p có thể được giữ thấp hơn mức an toàn bằng cách đảm bảo rằng hydro được thải ra khỏi không gian trong đó nó được gom bởi luồng không khí thích hợp qua không gian đó.

Ví dụ, nếu lượng rò rỉ tổng cho phép là 18 m<sup>3</sup> trong 24 h được giả thiết là rò vào trong một không gian cho trước thì luồng không khí bằng 125 m<sup>3</sup> trong một giờ qua thể tích này sẽ duy trì nồng độ hydro p bằng 0,6 %, thấp hơn nhiều so với giới hạn nổ dưới là 4 %.

Nếu không gian liên quan có thể tích bằng V mét khối thì không khí bên trong sẽ cần thay đổi  $\lambda$  lần trong một giờ, trong đó  $V\lambda = 125 \text{ m}^3$  trong một giờ. Do đó

V/m <sup>3</sup>	1	5	25	125	500
$\lambda$ (lần trong một giờ)	125	25	5	1	0,25



**Chú dẫn**

- |   |  |   |                                   |
|---|--|---|-----------------------------------|
| 1 | dãy xylanh H <sub>2</sub> hoặc lưu giữ tải | 7 | lưu lượng kế                      |
| 2 | van ngắt nguồn cung cấp                    | 8 | ống thông hơi đến khu vực an toàn |
| 3 | van ngắt nguồn cho từng máy phát           | 9 | máy phát                          |
| 4 | van dừng tự động                           | X | ngoài trời                        |
| 5 | van giảm áp suất                           | Y | trong nhà                         |
| 6 | van an toàn                                |   |                                   |

**Hình A.1 – Ví dụ về khối nguồn hydro lớn nạp cho một hoặc nhiều máy phát (sơ đồ đơn giản hóa)**



**Thư mục tài liệu tham khảo**

TCVN 6627-8 (IEC 60034-8), Máy điện quay – Phần 8: Ghi nhãn đầu nối và chiều quay

---