

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 9729-5:2013

ISO 8528-5:2005

Xuất bản lần 1

**TỔ MÁY PHÁT ĐIỆN XOAY CHIỀU DẪN ĐỘNG BỞI
ĐỘNG CƠ ĐỐT TRONG KIỂU PIT TÔNG
PHẦN 5: TỔ MÁY PHÁT ĐIỆN**

*Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets –
Part 5: Generating sets*

HÀ NỘI – 2013

Mục lục**Trang**

Lời nói đầu.....	5
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Ký hiệu, thuật ngữ và định nghĩa.....	8
4 Các quy định khác và yêu cầu bổ sung.....	22
5 Đặc tính tần số.....	22
5.1 Yêu cầu chung.....	22
6 Đặc tính vượt tần số.....	22
7 Đặc tính điện áp.....	22
8 Dòng ngắn mạch duy trì.....	22
9 Những thông số ảnh hưởng tới quá trình làm việc của tổ máy phát điện.....	23
9.1 Yêu cầu chung.....	23
9.2 Công suất.....	23
9.3 Tần số và điện áp.....	23
9.4 Phụ tải chấp nhận.....	24
10 Độ không đồng đều tốc độ.....	26
11 Đặc tính khởi động.....	27
12 Đặc tính thời gian dừng.....	29
13 Vận hành song song.....	29
13.1 Chia sẻ công suất có ích.....	29
13.2 Chia sẻ công suất bị động.....	31
13.3 Ảnh hưởng tới vận hành song song.....	33
14 Tầm nhãn công suất danh định.....	33
15 Các yếu tố khác ảnh hưởng tới tính năng của tổ máy phát điện.....	35
15.1 Phương pháp khởi động.....	35
15.2 Phương pháp tắt máy.....	36
15.3 Cung cấp nhiên liệu và dầu bôi trơn.....	36

TCVN 9729-5:2013

15.4	Khí nạp vào động cơ	36
15.5	Hệ thống thải.....	36
15.6	Làm mát và thông hơi.....	36
15.7	Màn hình hiển thị.....	37
15.8	Phát thải ồn	37
15.9	Khớp nối.....	37
15.10	Dao động.....	38
15.11	Móng máy	39
16	Giá trị giới hạn lớp vận hành của cấp tính năng	39
	Thư mục tài liệu tham khảo	42

Lời nói đầu

TCVN 9729-5:2013 hoàn toàn tương đương với ISO 8528-5:2005.

TCVN 9729-5:2013 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 70 *Động cơ đốt trong* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 9729 (ISO 8528), *Tổ máy phát điện xoay chiều dẫn động bởi động cơ đốt trong kiểu pit tông* gồm các phần sau:

- TCVN 9729-1:2013 (ISO 8528-1:2005), Phần 1: Ứng dụng, công suất danh định và tính năng;
- TCVN 9729-2:2013 (ISO 8528-2:2005), Phần 2: Động cơ;
- TCVN 9729-3:2012 (ISO 8528-3:2005), Phần 3: Máy phát điện xoay chiều cho tổ máy phát điện ;
- TCVN 9729-4:2013 (ISO 8528-4:2005), Phần 4: Tủ điều khiển và tủ đóng cắt;
- TCVN 9729-5:2013 (ISO 8528-5:2005), Phần 5: Tổ máy phát điện;
- TCVN 9729-6:2013 (ISO 8528-6:2005), Phần 6: Phương pháp thử;
- TCVN 9729-7: 2013 (ISO 8528-7:1994), Phần 7: Bảng công bố đặc tính kỹ thuật và thiết kế;
- TCVN 9729-8: 2013 (ISO 8528-8:1995), Phần 8: Yêu cầu và thử nghiệm cho tổ máy phát điện công suất thấp;
- TCVN 9729-9:2013 (ISO 8528-9:1995), Phần 9: Đo và đánh giá rung động cơ học;
- TCVN 9729-10:2013 (ISO 8528-10:1998), Phần 10: Đo độ ồn trong không khí theo phương pháp bề mặt bao quanh;
- TCVN 9729-12:2013 (ISO 8528-12:1997), Phần 12: Cung cấp nguồn điện khẩn cấp cho các thiết bị an toàn.

Tổ máy phát điện xoay chiều dẫn động bởi động cơ đốt trong kiểu pit tông –

Phần 5: Tổ máy phát điện

Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets –

Part 5: Generating sets

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các thuật ngữ và quy định các tiêu chí thiết kế và tính năng của tổ hợp động cơ đốt trong kiểu pit tông (động cơ RIC) và máy phát điện xoay chiều (a.c.) khi chúng hoạt động như một khối thống nhất.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho máy phát điện xoay chiều được dẫn động bởi động cơ RIC khi sử dụng trên đất liền và trên biển, không áp dụng cho các tổ máy phát điện sử dụng trên máy bay hoặc trên máy xúc và đầu máy xe lửa.

Đối với một số ứng dụng cụ thể (ví dụ, dùng trong bệnh viện, nhà cao tầng, v.v...), có thể phải thêm các yêu cầu bổ sung. Các quy định trong tiêu chuẩn này được dùng làm cơ sở để thiết lập các yêu cầu bổ sung.

Đối với các tổ máy phát điện được dẫn động bởi động cơ khác có cùng dạng chuyển động quy hồi của pit tông (ví dụ như động cơ hơi nước) các quy định của tiêu chuẩn này được dùng làm cơ sở để thiết lập các yêu cầu bổ sung.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

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

TCVN 9729-5:2013

TCVN 7144-4 (ISO 3046-4), *Động cơ đốt trong kiểu pit tông – Đặc tính – Phần 4: Điều chỉnh vận tốc.*

TCVN 7144-5 (ISO 3046-5), *Động cơ đốt trong kiểu pit tông – Đặc tính – Phần 5: Dao động xoắn.*

TCVN 9729-1 (ISO 8528-1), *Tổ máy phát điện xoay chiều dẫn động bởi động cơ đốt trong kiểu pit tông – Phần 1: Ứng dụng, công suất danh định và tính năng.*

TCVN 9729-2 (ISO 8528-2), *Tổ máy phát điện xoay chiều dẫn động bởi động cơ đốt trong kiểu pit tông – Phần 2: Động cơ.*

TCVN 9729-3 (ISO 8528-3), *Tổ máy phát điện xoay chiều dẫn động bởi động cơ đốt trong kiểu pit tông – Phần 3: Máy phát điện xoay chiều cho tổ máy phát điện.*

TCVN 9729-12 (ISO 8528-12), *Tổ máy phát điện xoay chiều dẫn động bởi động cơ đốt trong kiểu pit tông – Phần 12: Cung cấp nguồn điện khẩn cấp cho các thiết bị an toàn*

3 Ký hiệu, thuật ngữ và định nghĩa

Để thể hiện các thông số kỹ thuật cho các thiết bị điện, sử dụng thuật ngữ "danh định" và chữ số "N". Để thể hiện các thông số kỹ thuật cho thiết bị cơ khí, sử dụng thuật ngữ "công bố" và chữ số "r". Do đó, trong tiêu chuẩn này, thuật ngữ "danh định" chỉ được áp dụng đối với các thuật ngữ ngành điện. Trong khi đó, thuật ngữ "công bố" được sử dụng chung đối với các loại thiết bị.

Giải thích các ký hiệu và chữ viết tắt được sử dụng trong tiêu chuẩn này được nêu trong Bảng 1

Bảng 1 – Ký hiệu, thuật ngữ và định nghĩa

Ký hiệu	Thuật ngữ	Đơn vị	Định nghĩa
f	Tần số	Hz	
$f_{d,max}$	Độ tăng tần số chuyển tiếp lớn nhất (vượt tần)	Hz	Tần số lớn nhất xuất hiện khi thay đổi đột ngột từ công suất cao sang công suất thấp CHÚ THÍCH: Ký hiệu này khác với ký hiệu trong TCVN 7144-4 (ISO 3046-4).
$f_{d,min}$	Độ giảm tần số chuyển tiếp lớn nhất (dưới tần)	Hz	Tần số nhỏ nhất xuất hiện khi thay đổi đột ngột từ công suất thấp sang công suất cao CHÚ THÍCH: Ký hiệu này khác với ký hiệu trong TCVN 7144-4 (ISO 3046-4).
f_{do}^a	Tần số hoạt động của thiết bị giới hạn độ quá điều chỉnh tần số	Hz	Tần số mà tại đó, ứng với mỗi giá trị tần số đặt, thiết bị giới hạn độ quá điều chỉnh tần số sẽ bắt đầu hoạt động.
f_{ds}	Tần số đặt của thiết bị giới hạn quá trình điều chỉnh tần số	Hz	Tần số của tổ máy phát điện, vượt quá giới hạn hoạt động của thiết bị giới hạn độ quá điều chỉnh tần số
f_i	Tần số ở chế độ không tải	Hz	
$f_{i,r}$	Tần số danh định ở chế độ không tải	Hz	

Bảng 1 (tiếp theo)

Ký hiệu	Thuật ngữ	Đơn vị	Định nghĩa
f_{max}^b	Tần số lớn nhất cho phép	Hz	Tần số được quy định bởi nhà sản xuất tổ máy phát điện nằm trong giới hạn an toàn của tần số (xem Bảng 1 trong TCVN 9729-2 (ISO 8528-2))
f_r	Tần số công bố (tần số danh định)	Hz	
$f_{i,max}$	Tần số lớn nhất ở chế độ không tải	Hz	
$f_{i,min}$	Tần số nhỏ nhất ở chế độ không tải	Hz	
f_{arb}	Tần số tại công suất thực tế	Hz	
\hat{f}	Biên độ dao động tần số	Hz	
I_k	Dòng ngắn mạch chịu đựng được	A	
t	Thời gian	s	
t_a	Tổng thời gian dừng	s	Khoảng thời gian tính từ khi bắt đầu có lệnh dừng cho đến khi tổ máy phát điện dừng hoàn toàn và được xác định theo công thức: $t_a = t_i + t_e + t_d$
t_b	Thời gian đáp ứng khi có sự thay đổi tải	s	Khoảng thời gian tính từ khi bắt đầu có lệnh khởi động cho đến khi sẵn sàng cung cấp với công suất điện thích hợp, có tính đến tần số và điện áp chịu đựng và được xác định theo công thức: $t_b = t_p + t_g$
t_c	Thời gian chạy liên tục khi ngắt tải.	s	Khoảng thời gian từ khi ngắt tải đến khi tín hiệu tắt tổ máy phát điện được đưa tới tổ máy phát điện. Nó cũng được biết đến với cụm từ “thời gian chạy để làm mát máy”
t_d	Thời gian chạy khi tắt máy	s	Khoảng thời gian từ khi có tín hiệu tắt tổ máy phát điện cho tới khi tổ hợp này dừng hoàn toàn.
t_e	Thời gian nhận tải	s	Khoảng thời gian từ khi có lệnh bật máy cho đến khi phụ tải phù hợp được kết nối và được xác định theo công thức: $t_e = t_p + t_g + t_s$
$t_{f,de}$	Thời gian phục hồi tần số sau khi giảm tải	s	Khoảng thời gian bắt đầu từ thời điểm giảm một phụ tải cụ thể khi hệ thống đang hoạt động ở tần số ổn định cho đến khi tần số được thiết lập ở một tần số ổn định cụ thể (xem Hình 4)

Bảng 1 (tiếp theo)

Ký hiệu	Thuật ngữ	Đơn vị	Định nghĩa
$t_{f,in}$	Thời gian phục hồi tần số sau khi tăng tải	s	Khoảng thời gian bắt đầu từ thời điểm tăng một phụ tải cụ thể khi hệ thống đang hoạt động ở tần số ổn định cho đến khi tần số được thiết lập lại ở một tần số ổn định cụ thể (xem Hình 4)
t_g	Tổng thời gian đáp ứng	s	Khoảng thời gian từ lúc bắt đầu quay trục khuỷu cho đến khi tổ máy phát điện sẵn sàng cung cấp một công suất phù hợp, có tính đến tần số và điện áp chịu đựng
t_h	Thời gian đáp ứng	s	Khoảng thời gian từ lúc bắt đầu quay trục khuỷu cho đến khi đạt được tốc độ danh nghĩa lần thứ nhất.
t_i	Thời gian ngắt tải	s	Khoảng thời gian từ khi có lệnh dừng máy cho đến khi phụ tải được ngắt hoàn toàn (cài đặt tự động)
t_p	Thời gian chuẩn bị khởi động	s	Khoảng thời gian từ khi có lệnh khởi động cho đến khi trục khuỷu bắt đầu quay.
t_s	Thời gian vào tải	s	Khoảng thời gian từ khi sẵn sàng đưa vào một phụ tải nào đó cho đến khi phụ tải này được kết nối.
t_u	Thời gian ngắt	s	Khoảng thời gian xuất phát từ chế độ khởi động tiêu chuẩn ban đầu cho đến khi phụ tải được kết nối và được xác định theo công thức: $t_u = t_v + t_p + t_g + t_s = t_v + t_e$ <p>CHÚ THÍCH 1: Thời gian này phải được tính toán chi tiết khi tổ hợp động cơ - máy phát được khởi động tự động (xem Điều 11).</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Thời gian phục hồi (TCVN 9729-12 (ISO 8528-12)) là một phần trong thời gian ngắt.</p>
$t_{U,de}$	Thời gian phục hồi điện áp sau khi giảm tải	s	Khoảng thời gian từ khi bắt đầu giảm tải cho đến khi điện áp được phục hồi và duy trì trong dải sai lệch cho phép (xem Hình 5)
$t_{U,in}$	Thời gian phục hồi điện áp sau khi tăng tải	s	Khoảng thời gian từ khi bắt đầu tăng tải cho đến khi điện áp được phục hồi và duy trì trong dải sai lệch cho phép (xem Hình 5)

Bảng 1 (tiếp theo)

Ký hiệu	Thuật ngữ	Đơn vị	Định nghĩa
t_v	Khoảng thời gian trễ khi khởi động	s	Khoảng thời gian từ khi bắt đầu khởi động theo tiêu chuẩn tới khi chế độ khởi động được thực hiện (Đối với trường hợp tổ hợp động cơ máy phát được khởi động tự động). Thời gian này không phụ thuộc vào ứng dụng của tổ máy phát điện. Giá trị chính xác của thời gian này là trách nhiệm và được xác định bởi khách hàng hoặc bởi các yêu cầu đặc biệt của tổ chức có thẩm quyền (nếu có yêu cầu).
t_z	Thời gian đạt tốc độ bắt lửa	s	Khoảng thời gian từ khi trục khuỷu bắt đầu quay cho đến khi động cơ đạt được tốc độ có thể diễn ra quá trình cháy.
t_0	Thời gian bôi trơn sơ bộ	s	Khoảng thời gian được yêu cầu đối với một số động cơ để đảm bảo áp suất dầu bôi trơn đạt được trước khi quay. Thời gian này thường bằng không đối với tổ hợp động cơ máy phát nhỏ, khi chúng thường không đòi hỏi cần bôi trơn sơ bộ.
v_f	Tỷ lệ thay đổi tần số chỉnh đặt	s	Tỷ lệ thay đổi tần số đặt dưới chế độ điều khiển mở rộng từ xa, tính theo phần trăm của dải tần số đặt trên đơn vị thời gian theo công thức: $v_f = \frac{(f_{i,max} - f_{i,min})/f_f}{t} \times 100$
v_u	Tỷ lệ thay đổi điện áp chỉnh đặt	s	Tỷ lệ thay đổi điện áp đặt dưới chế độ điều khiển mở rộng từ xa, tính theo phần trăm của dải điện áp đặt trên đơn vị thời gian theo công thức: $v_u = \frac{(U_{s,up} - U_{s,do})/U_f}{t} \times 100$
$U_{s,do}$	Điện áp điều chỉnh giảm	V	
$U_{s,up}$	Điện áp điều chỉnh tăng	V	
U_r	Điện áp danh định	V	Điện áp dây tại đầu ra của máy phát ở tần số và công suất danh định. CHÚ THÍCH: Điện áp danh định là điện áp được quy định bởi nhà sản xuất đối với quá trình hoạt động và các đặc tính hiệu suất.
U_{rec}	Điện áp phục hồi	V	Điện áp lớn nhất ứng với một điều kiện tải xác định. CHÚ THÍCH: Điện áp phục hồi thường được diễn giải là phần trăm của điện áp định mức. Giá trị của nó thường nằm trong dải dao động điện áp ở chế độ ổn định (ΔU). Đối với phụ tải vượt quá phụ định mức, điện áp phục hồi bị giới hạn bởi từ trường bão hòa và từ trường kích thích (xem Hình 5).

Bảng 1 (tiếp theo)

Ký hiệu	Thuật ngữ	Đơn vị	Định nghĩa
U_s	Điện áp đặt	V	Điện áp dây để xác định chế độ hoạt động và được cài đặt bằng cách điều chỉnh.
$U_{st,max}$	Điện áp lớn nhất ở chế độ ổn định	V	Điện áp lớn nhất dưới các điều kiện ổn định ở tần số danh định đối với tất cả các giá trị công suất từ không tải đến tải danh định và ở một hệ số công suất nhất định, có tính đến ảnh hưởng của việc tăng nhiệt độ.
$U_{st,min}$	Điện áp nhỏ nhất ở chế độ ổn định	V	Điện áp nhỏ nhất dưới các điều kiện ổn định ở tần số danh định đối với tất cả các giá trị công suất từ không tải đến tải danh định và ở một hệ số công suất nhất định, có tính đến ảnh hưởng của việc tăng nhiệt độ.
U_0	Điện áp ở chế độ không tải	V	Điện áp dây tại đầu ra của máy phát ở tần số danh định và chế độ không tải.
$U_{dyn,max}$	Điện áp quá độ lớn nhất khi giảm tải	V	Điện áp lớn nhất xuất hiện khi thay đổi đột ngột từ tải cao hơn xuống tải thấp hơn.
$U_{dyn,min}$	Điện áp quá độ nhỏ nhất khi giảm tải	V	Điện áp nhỏ nhất xuất hiện khi thay đổi đột ngột từ tải thấp hơn lên tải cao hơn.
$\hat{U}_{max,s}$	Giá trị lớn nhất của điện áp đặt	V	
$\hat{U}_{min,s}$	Giá trị nhỏ nhất của điện áp đặt	V	
$\hat{U}_{mean,s}$	Giá trị trung bình giữa giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của điện áp đặt.	V	
$\hat{U}_{mod,s}$	Hệ số điều chế điện áp	%	<p>Sự thay đổi tuần hoàn điện áp (đỉnh tới đỉnh) xung quanh điện áp xác lập có các tần số đặc trưng dưới tần số cơ bản của máy phát, được thể hiện bằng phần trăm của điện áp đỉnh ở tần số danh định và tốc độ không đổi:</p> $\hat{U}_{mod,s} = 2 \frac{\hat{U}_{mod,s,max} - \hat{U}_{mod,s,min}}{\hat{U}_{mod,s,max} + \hat{U}_{mod,s,min}} \times 100$ <p>CHÚ THÍCH 1: Nó là một quy luật tuần hoàn hoặc phân bố ngẫu nhiên điều này có thể do bởi các điều chỉnh, tuần hoàn không đều hoặc tải gián đoạn.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Ánh sáng nhấp nháy là trường hợp đặc biệt của hệ số điều chế điện áp (xem Hình 11 và Hình 12).</p>
$\hat{U}_{mod,s,max}$	Giá trị lớn nhất của điện áp điều chế	V	Giá trị lớn nhất của sự thay đổi tuần hoàn điện áp (đỉnh tới đỉnh) xung quanh điện áp xác lập
$\hat{U}_{mod,s,min}$	Giá trị nhỏ nhất của điện áp điều chế	V	Giá trị nhỏ nhất của sự thay đổi tuần hoàn điện áp (đỉnh tới đỉnh) xung quanh điện áp xác lập

Bảng 1 (tiếp theo)

Ký hiệu	Thuật ngữ	Đơn vị	Định nghĩa
\hat{U}_v	Biên độ dao động điện áp	V	
Δf_{neg}	Sai lệch âm tần số so với đường tuyến tính	Hz	
Δf_{pos}	Sai lệch dương tần số so với đường tuyến tính	Hz	
Δf	Dung sai tần số ở chế độ ổn định	Hz	Dải tần số phù hợp xung quanh tần số xác lập, là các giá trị giới hạn mà tần số có thể đạt được sau quá trình tăng hoặc giảm tải.
Δf_c	Sai lệch tần số lớn nhất so với đường tuyến tính	Hz	Giá trị lớn nhất của Δf_{neg} và Δf_{pos} xuất hiện trong dải làm việc từ không tải tới tải danh định (xem Hình 2)
Δf_s	Dải tần số chỉnh đặt	Hz	Dải giữa tần số lớn nhất và tần số nhỏ nhất có khả năng điều chỉnh ở chế độ không tải (xem Hình 1) và được xác định theo công thức: $\Delta f = f_{i,max} - f_{i,min}$
$\Delta f_{s,do}$	Dải tần số đặt theo hướng giảm	Hz	Dải giữa tần số trong tờ khai ở chế độ không tải với tần số nhỏ nhất có thể điều chỉnh được ở chế độ không tải (xem Hình 1) và được xác định theo công thức: $\Delta f_{s,do} = f_{i,r} - f_{i,min}$
$\Delta f_{s,up}$	Dải tần số đặt theo hướng tăng	Hz	Dải giữa tần số lớn nhất có thể điều chỉnh ở chế độ không tải với tần số được cho trong tờ khai ở chế độ không tải (xem Hình 1) và được xác định theo công thức: $\Delta f_{s,up} = f_{i,max} - f_{i,r}$
ΔU	Dải sai lệch điện áp xác lập	V	Dải sai lệch điện áp xung quanh điện áp xác lập, là giá trị mà điện áp có thể đạt được trong quá trình điều chỉnh sau khi tăng hoặc giảm tải đột ngột được tính như sau: $\Delta U = 2\delta U_{st} \times \frac{U_r}{100}$
ΔU_s	Dải điện áp chỉnh đặt	V	Phạm vi điều chỉnh lớn nhất có thể điện áp tại đầu ra của máy phát ở tần số định mức, đối với tất cả các chế độ tải từ không tải đến tải danh định với hệ số công suất nằm trong phạm vi thích hợp và được xác định theo công thức sau: $\Delta U_s = \Delta U_{s,up} + \Delta U_{s,do}$

Bảng 1 (tiếp theo)

Ký hiệu	Thuật ngữ	Đơn vị	Định nghĩa
$\Delta U_{s,do}$	Dải điện áp đặt theo hướng giảm	V	Dải giữa điện áp danh định và điện áp điều chỉnh giảm tại các đầu ra của máy phát ở tần số định mức, đối với tất cả các chế độ tải từ không tải đến toàn tải với hệ số công suất nằm trong phạm vi thích hợp và được xác định theo công thức sau: $\Delta U_{s,do} = \Delta U_r - \Delta U_{s,do}$
$\Delta U_{s,up}$	Dải điện áp đặt theo hướng tăng	V	Dải giữa điện áp danh định và điện áp điều chỉnh tăng tại các đầu ra của máy phát ở tần số định mức, đối với tất cả các chế độ tải từ không tải đến toàn tải với hệ số công suất nằm trong phạm vi thích hợp và được xác định theo công thức sau: $\Delta U_{s,up} = \Delta U_{s,up} - \Delta U_r$
$\Delta \mathcal{J}_{st}$	Sai lệch tần số trên đường đặc tính tần số/công suất	%	Sai lệch lớn nhất tới đường đặc tính tuyến tính hóa tần số/công suất trong dải công suất từ không tải tới tải định mức, nó được biểu diễn như là phần trăm của tần số danh định (xem Hình 2) và được xác định như sau: $\Delta \mathcal{J}_{st} = \frac{\Delta f_c}{f_r} \times 100$
	Đường đặc tính tần số/công suất		Các đường đặc tính tần số ở chế độ xác lập trong dải công suất từ không tải tới tải định mức, được thể hiện ngược lại với công suất tác dụng của tổ máy phát điện (xem Hình 2).
α_U	Dải sai lệch điện áp ở chế độ xác lập	%	Dải sai lệch này được thể hiện như là phần trăm của điện áp danh định và được xác định theo công thức: $\alpha_U = \frac{\Delta U}{U_r} \cdot 100$
α_f	Dải sai lệch tần số	%	Sai lệch này thường được thể hiện bằng phần trăm so với tần số danh định và được xác định theo công thức $\alpha_f = \frac{\Delta f}{f_r} \cdot 100$

Bảng 1 (tiếp theo)

Ký hiệu	Thuật ngữ	Đơn vị	Định nghĩa
β_f	Dải tần số ở chế độ xác lập	%	<p>Đường bao biên độ dao động tần số của tổ máy phát điện \hat{f} ở công suất không đổi xung quanh một giá trị trung bình, được thể hiện bằng phần trăm của tần số danh định và được xác định theo công thức:</p> $\beta_f = \frac{\hat{f}}{f_r} \cdot 100$ <p>CHÚ THÍCH 1: Giá trị lớn nhất của β_f xuất hiện trong dải từ 20 % công suất tới công suất danh định phải được thể hiện.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Đối với các giá trị công suất nhỏ hơn 20 %, dải tần số xác lập có thể thể hiện giá trị cao hơn (xem Hình 3), nhưng nên cho phép đồng bộ hóa.</p>
δf_d^-	Độ sai lệch tần số ở quá trình chuyển tiếp (từ tần số ban đầu) khi tăng tải (-) với tần số ban đầu	%	<p>Độ sai lệch giữa tần số quá điều chỉnh với tần số ban đầu trong suốt quá trình tăng tải đột ngột chia cho tần số ban đầu và được thể hiện bằng phần trăm và xác định theo công thức sau:</p> $\delta f_d^- = \frac{f_{d,\min} - f_{arb}}{f_{arb}} \times 100$ <p>CHÚ THÍCH 1: (Có giá trị âm khi tăng tải và có giá trị dương khi giảm tải).</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Sai lệch tần số ở quá trình chuyển tiếp vì vậy phải được sự cho phép của khách và phải được xác định cụ thể.</p>
δf_d^+	Độ sai lệch tần số ở quá trình chuyển tiếp (từ tần số ban đầu) khi giảm tải (+) với tần số ban đầu	%	<p>Độ sai lệch giữa tần số quá điều chỉnh với tần số ban đầu trong suốt quá trình giảm tải đột ngột chia cho tần số ban đầu và được thể hiện bằng phần trăm và xác định theo công thức sau:</p> $\delta f_d^+ = \frac{f_{d,\max} - f_{arb}}{f_{arb}} \times 100$ <p>CHÚ THÍCH 1: (Có giá trị âm khi tăng tải và có giá trị dương khi giảm tải).</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Sai lệch tần số ở quá trình chuyển tiếp vì vậy phải được sự cho phép của khách và phải được xác định cụ thể.</p>

Bảng 1 (tiếp theo)

Ký hiệu	Thuật ngữ	Đơn vị	Định nghĩa
δf_{dyn}^-	Độ sai lệch tần số ở quá trình chuyển tiếp (từ tần số ban đầu) khi tăng tải (-) với tần số danh định	%	<p>Độ sai lệch giữa tần số dưới điều chỉnh (hoặc quá điều chỉnh) với tần số ban đầu trong suốt quá trình tăng tải đột ngột chia cho tần số danh định và được thể hiện bằng phần trăm và xác định theo công thức sau:</p> $\delta f_{dyn}^- = \frac{f_{d,min} - f_{arb}}{f_r} \times 100$ <p>CHÚ THÍCH 1: Sai lệch tần số ở quá trình chuyển tiếp vì vậy phải được sự cho phép của khách và phải được xác định cụ thể.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: (Có giá trị âm khi tăng tải và có giá trị dương khi giảm tải).</p>
δf_{dyn}^+	Độ sai lệch tần số ở quá trình chuyển tiếp (từ tần số ban đầu) khi giảm tải (+) với tần số danh định	%	<p>Độ sai lệch giữa tần số quá điều chỉnh với tần số ban đầu trong suốt quá trình giảm tải đột ngột chia cho tần số danh định và được thể hiện bằng phần trăm và xác định theo công thức sau:</p> $\delta f_{dyn}^+ = \frac{f_{d,max} - f_{arb}}{f_r} \times 100$ <p>CHÚ THÍCH 1: Sai lệch tần số ở quá trình chuyển tiếp vì vậy phải được sự cho phép của khách và phải được xác định cụ thể.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: (Có giá trị âm khi tăng tải và có giá trị dương khi giảm tải).</p>
δU_{dyn}^-	Độ sai lệch điện áp ở quá trình chuyển tiếp khi tăng tải	%	<p>Độ sai lệch điện áp chuyển tiếp khi tăng tải là độ giảm điện áp khi máy phát điện làm việc ở tốc độ danh định và ở điện áp danh định dưới điều khiển kích từ bình thường, được chuyển vào tải danh định, được thể hiện bằng tỷ lệ phần trăm của điện áp danh định:</p> $\delta U_{dyn}^- = \frac{U_{dyn,min} - U_r}{U_r} \times 100$ <p>CHÚ THÍCH 1: Sai lệch tần số ở quá trình chuyển tiếp vì vậy phải được sự cho phép của khách và phải được xác định cụ thể.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: (Có giá trị âm khi tăng tải và có giá trị dương khi giảm tải).</p>

Bảng 1 (tiếp theo)

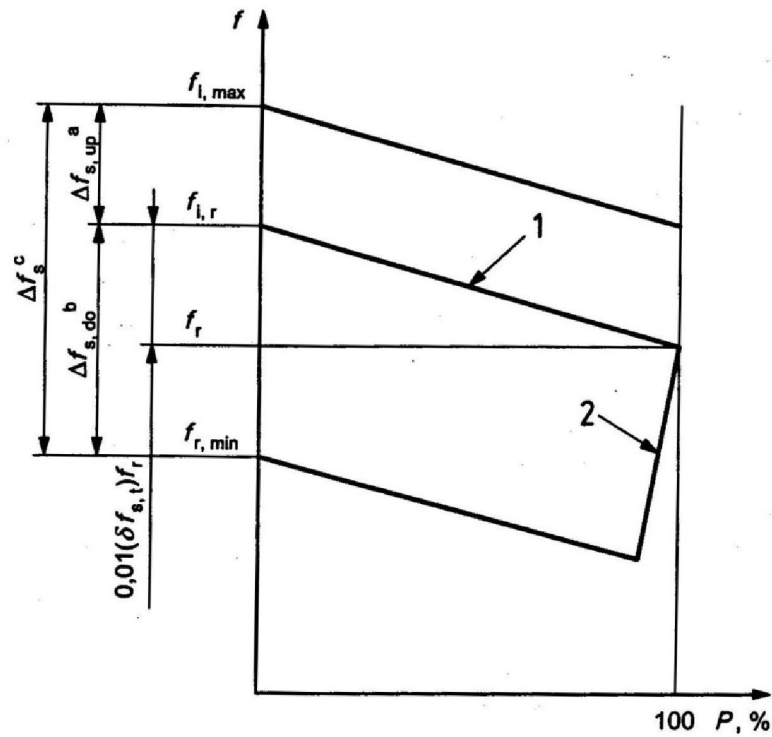
Ký hiệu	Thuật ngữ	Đơn vị	Định nghĩa
δU_{dyn}^+	Độ sai lệch điện áp quá độ khi giảm tải	%	<p>Độ sai lệch điện áp chuyển tiếp khi giảm tải trọng là độ tăng điện áp khi máy phát điện làm việc ở tốc độ danh định và ở điện áp danh định dưới điều khiển kích từ bình thường, được chuyển vào tải danh định, được thể hiện bằng tỷ lệ phần trăm của điện áp danh định:</p> $\delta U_{dyn}^+ = \frac{U_{dyn,max} - U_r}{U_r} \times 100$ <p>Nếu tải thay đổi khác với những giá trị đã được định nghĩa ở trên, thì những giá trị riêng này và những hệ số công suất liên quan nên được quy định.</p>
δf_s	Hệ số sai lệch tần số chỉnh đặt	%	<p>Sai lệch của tần số đặt, được thể hiện bằng phần so với tần số danh định và được xác định theo công thức.</p> $\delta f_s = \frac{f_{i,max} - f_{i,min}}{f_r} \times 100$
$\delta f_{s,do}$	Hệ số sai lệch tần số đặt theo hướng giảm	%	<p>Sai lệch tần số đặt theo hướng giảm, được thể hiện bằng phần so với tần số danh định và được xác định theo công thức.</p> $\delta f_{s,do} = \frac{f_{i,r} - f_{i,min}}{f_r} \times 100$
$\delta f_{s,up}$	Hệ số sai lệch tần số đặt theo hướng tăng	%	<p>Sai lệch tần số đặt theo hướng tăng, được thể hiện bằng phần so với tần số danh định và được xác định theo công thức.</p> $\delta f_{s,up} = \frac{f_{i,max} - f_{i,r}}{f_r} \times 100$
δf_{st}	Sai lệch tần số	%	<p>Sai lệch giữa tần số danh định ở chế độ không tải và tần số danh định ở công suất định mức, được thể hiện bằng phần so với tần số danh định ở tần số đặt cố định (Hình 1) và được xác định theo công thức.</p> $\delta f_{st} = \frac{f_{i,r} - f_r}{f_r} \cdot 100$
δ_{QCC}	Mức độ dòng vuông góc bù độ trôi điện áp		
δ_s	Độ không tuần hoàn		

Bảng 1 (kết thúc)

Ký hiệu	Thuật ngữ	Đơn vị	Định nghĩa
\mathcal{F}_{lim}	Tỷ số quá điều chỉnh tần số	%	Sự khác nhau giữa tần số đặt của thiết bị giới hạn độ quá điều chỉnh tần số và tần số danh định chia cho tần số định mức, được thể hiện bằng công thức sau: $\mathcal{F}_{lim} = \frac{f_{ds} - f_r}{f_r} \times 100$
δU_{st}	Độ sai lệch điện áp xác lập	%	Độ sai lệch lớn nhất so với điện áp đặt ở chế độ xác lập tại tần số danh định đối với tất cả các chế độ tải từ không tải tới tải danh định và ở hệ số công suất cụ thể, có tính tới ảnh hưởng của sự tăng nhiệt độ. Sai lệch điện áp xác lập được thể hiện bằng phần trăm của điện áp danh định và được xác định theo công thức: $\delta U_{st} = \pm \frac{U_{st,max} - U_{st,min}}{2U_r} \times 100$
δU_s	Hệ số sai lệch điện áp chỉnh đặt	%	Sai lệch điện áp đặt được thể hiện bằng phần trăm của điện áp danh định và được xác định theo công thức: $\delta U_s = \frac{\Delta U_{s,up} + \Delta U_{s,do}}{U_r} \times 100$
$\delta U_{s,do}$	Hệ số sai lệch điện áp đặt theo hướng giảm	%	Sai lệch điện áp đặt theo hướng giảm được thể hiện bằng phần trăm của điện áp danh định và được xác định theo công thức: $\delta U_{s,do} = \frac{U_r - U_{s,do}}{U_r} \times 100$
$\delta U_{s,up}$	Hệ số sai lệch điện áp đặt theo hướng tăng	%	Sai lệch điện áp đặt theo hướng tăng được thể hiện bằng phần trăm của điện áp danh định và được xác định theo công thức: $\delta U_{s,up} = \frac{U_{s,up} - U_r}{U_r} \times 100$
$\delta U_{2,0}$	Độ không cân bằng điện áp	%	Tỷ số giữa điện áp âm hoặc điện áp không so với điện áp dương của các thành phần ở chế độ không tải. Được thể hiện bằng phần trăm của điện áp định mức.

^a Đối với tổ máy phát điện hoạt động ở tần số phụ thuộc vào các tiêu chí của tổ máy phát điện và thiết kế của các hệ thống bảo vệ quá tần.

^b Tần số giới hạn (xem Hình 3 trong TCVN 9729-2 (ISO 8528-2) được tính toán cho động cơ và máy phát của tổ máy phát điện vẫn duy trì trạng thái làm việc mà không bị hỏng.



CHÚ DẪN:

P Công suất

f Tần số

1 Đường đặc tính tần số/công suất

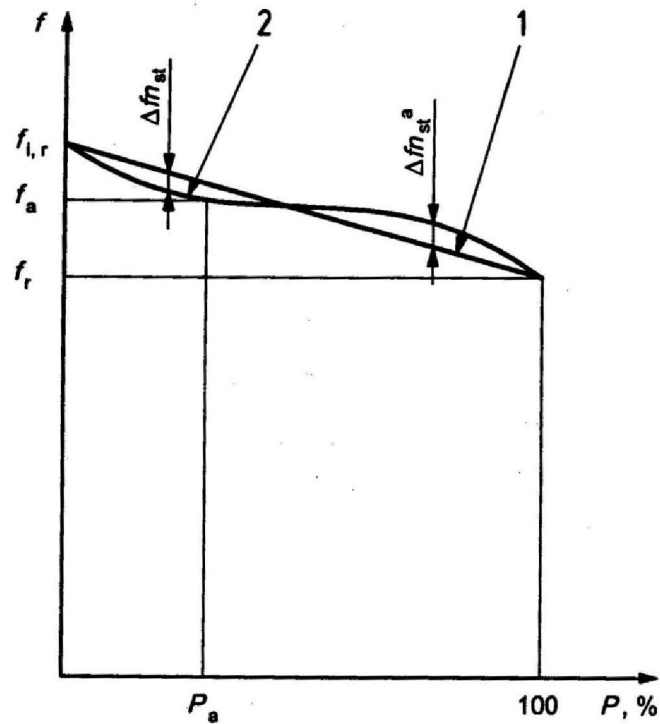
2 Công suất giới hạn (công suất giới hạn của tổ máy phát điện phụ thuộc trước hết vào công suất giới hạn của động cơ đốt trong (công suất tiếp nhiên liệu) có tính tới hiệu suất của máy phát điện xoay chiều)

a Dải tần số chỉnh đặt theo hướng tăng

b Dải tần số chỉnh đặt theo hướng giảm

c Dải tần số chỉnh đặt

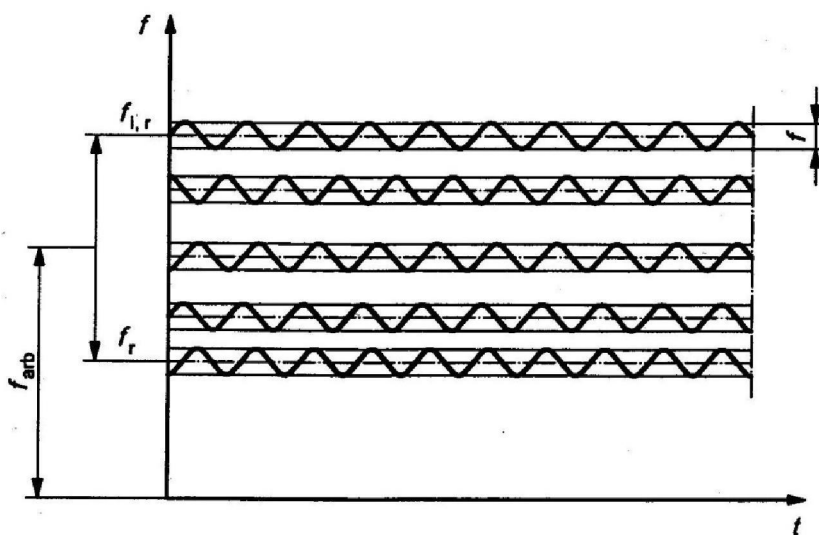
Hình 1 – Đặc tính tần số/công suất, dải tần số chỉnh đặt



CHÚ DẪN

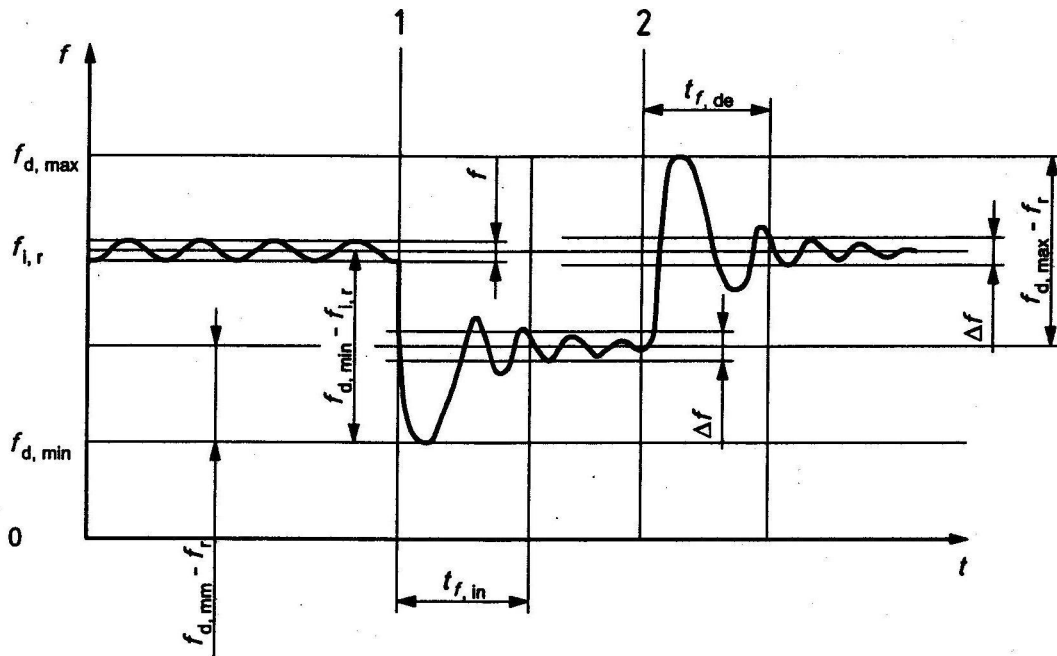
- P Công suất
- f Tần số
- 1 đường đặc tính tần số/công suất tuyến tính
- 2 đường đặc tính tần số/công suất
- ^a Độ sai lệch so với đường đặc tính tần số/công suất

Hình 2 – Đặc tính tần số/công suất, độ sai lệch so với đường đặc tính tuyến tính



- CHÚ DẪN:
- t Thời gian
 - f Tần số

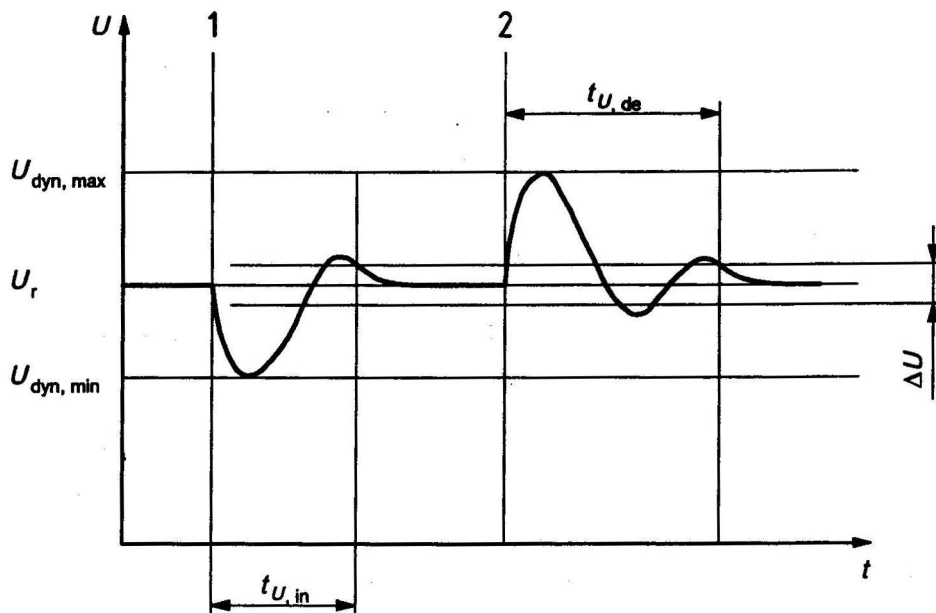
Hình 3 – Dải tần số ở chế độ ổn định



CHÚ DẪN:

- t Thời gian
 f Tần số
 1 Công suất tăng
 2 Công suất giảm

Hình 4 – Đặc tính tần số ở chế độ động



CHÚ DẪN:

- t Thời gian
 U Điện áp
 1 Công suất tăng
 2 Công suất giảm

Hình 5 – Đặc tính điện áp chuyển tiếp không có bù dòng vuông góc để giảm sai lệch điện áp

4 Các quy định khác và yêu cầu bổ sung

Đối với các tổ máy phát điện xoay chiều a.c sử dụng trên tàu thủy và công trình biển phải tuân theo các nguyên tắc của tổ chức phân cấp, các yêu cầu bổ sung của tổ chức phân cấp phải được tuân thủ. Tên của các tổ chức phân cấp phải được nêu rõ với khách hàng trước khi đặt hàng.

Đối với các tổ máy phát điện xoay chiều a.c sử dụng trong các thiết bị không được phân cấp, bất kỳ yêu cầu bổ sung nào cũng phải được thỏa thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng.

Nếu có các yêu cầu đặc biệt từ bất kỳ cơ quan có thẩm quyền nào khác, cần phải được đáp ứng. Tên của các cơ quan có thẩm quyền phải được khách hàng nêu rõ trước khi đặt hàng.

Bất kỳ yêu cầu bổ sung nào cũng phải được thỏa thuận giữa nhà sản xuất và khách hàng.

5 Đặc tính tần số

5.1 Yêu cầu chung

Đặc tính tần số của tổ máy phát điện ở chế độ xác lập phụ thuộc chính vào hoạt động của bộ điều tốc của động cơ đốt trong.

Đối với đặc tính tần số động (ví dụ như đáp ứng với sự thay đổi của tải, bao gồm cả kiểu hệ thống tăng áp, đặc tính tải, quán tính và va đập (xem Bảng 1) và kết cấu của từng thành phần liên quan. Đặc tính tần số động của tổ máy phát điện có thể liên quan trực tiếp tới tốc độ máy phát.

Các thuật ngữ, ký hiệu và định nghĩa liên quan đến đặc tính tần số được đưa trong Bảng 1 (xem Hình 1 đến Hình 4).

6 Đặc tính vượt tần số

Các thuật ngữ, ký hiệu và định nghĩa liên quan đến đặc tính vượt tần số được nêu trong Bảng 1.

7 Đặc tính điện áp

Các đặc tính điện áp của tổ máy phát điện được xác định chủ yếu bởi thiết kế của tổ máy phát điện và hoạt động của bộ tự động điều chỉnh điện áp. Cả đặc tính tần số xác lập và đặc tính thay đổi của tần số đều có thể ảnh hưởng tới điện áp của máy phát (xem Hình 5).

Các thuật ngữ, ký hiệu và định nghĩa liên quan đến đặc tính vượt tần số được đưa trong Bảng 1.

8 Dòng ngắn mạch duy trì

Dòng ngắn mạch duy trì, I_k , có thể quan trọng đối với dòng làm việc của thiết bị bảo vệ, giá trị dòng điện này tốt hơn hết là nhỏ hơn so với giá trị lý tưởng được nhà sản xuất máy phát quy định đối với một lỗi ở đầu ra của máy phát. Giá trị thực tế sẽ bị ảnh hưởng bởi trở kháng giữa máy phát và vị trí lỗi (xem 10.3 của TCVN 9729-3 (ISO 8528-3)).

9 Những thông số ảnh hưởng tới quá trình làm việc của tổ máy phát điện

9.1 Yêu cầu chung

Điện áp và tần số làm việc của tổ máy phát điện phụ thuộc vào đặc tính của các bộ phận cấu thành.

9.2 Công suất

Có nhiều yếu tố ảnh hưởng tới công suất, nhưng những thông số cụ thể sau đây phải được cân nhắc khi thay đổi kích thước máy phát và tủ đóng cắt:

- a) Ứng dụng;
- b) Các công suất yêu cầu của việc kết nối tải;
- c) Hệ số công suất;
- d) Đặc tính khởi động của các động cơ điện được kết nối;
- e) Các hệ số kết nối tải;
- f) Các phụ tải không liên tục; và
- g) Tác động của các tải không tuyến tính.

Cần chú ý đến thông số tải trọng khi thay đổi kích thước động cơ đốt trong và máy phát cũng như thiết bị chuyển mạch.

9.3 Tần số và điện áp

Tác động của sự thay đổi phụ tải đột ngột đến đặc tính tần số và điện áp của tổ máy phát điện phụ thuộc vào những yếu tố sau:

- a) Hệ thống tăng áp của động cơ đốt trong;
- b) Áp suất có ích trung bình, p_{me} của động cơ đốt trong ở công suất định mức;
- c) Hoạt động của bộ điều tốc;
- d) Thiết kế của máy phát điện xoay chiều;
- e) Đặc tính của hệ thống kích hoạt máy phát;
- f) Hoạt động của bộ điều chỉnh điện áp;
- g) Quán tính quay của toàn bộ tổ máy phát điện.

Trong trường hợp cần thiết lập đặc tính tần số và điện áp của tổ máy phát điện khi thay đổi phụ tải, cần thiết để xác định giá trị phụ tải lớn nhất khi đóng hoặc cắt tải khi kết nối với các phụ tải.

9.4 Phụ tải chấp nhận

Khi không thể định lượng được những ảnh hưởng đến máy phát điện có liên quan đến tải trọng động, nên đưa ra những giá trị định hướng đối với việc vào phụ tải dựa trên đặc tính rơi của tần số. Áp suất có ích trung bình cao hơn, p_{me} , thường tạo tải trong vài bước cần thiết. Hình 6 và Hình 7 thể hiện giá trị định hướng đối với bước vào tải đột ngột tùy thuộc vào p_{me} . Khách hàng sẽ qui định các kiểu phụ tải đặc biệt dạng chấp nhận phụ tải bất kỳ của tổ máy phát điện, nhà sản xuất phải chú ý tới việc này.

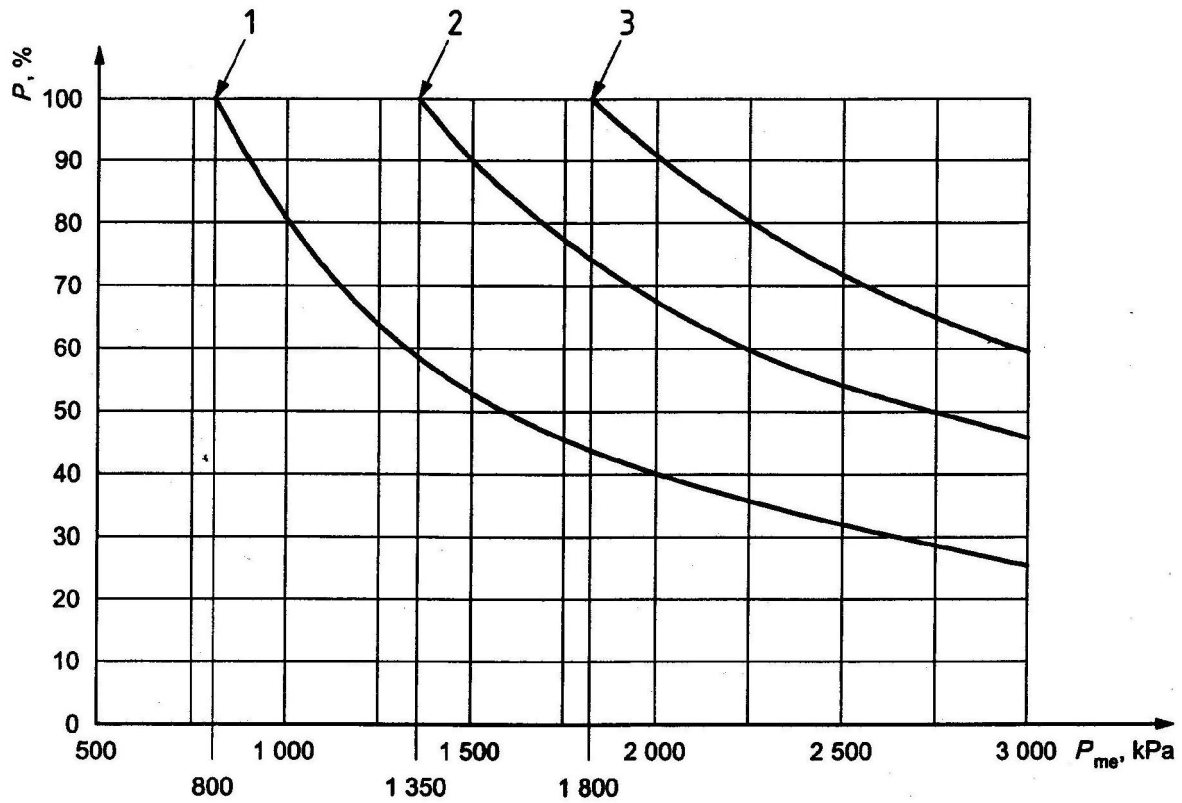
Khoảng thời gian giữa việc áp dụng các bước phụ tải liên tiếp phụ thuộc vào:

- a) thể tích công tác của động cơ RIC;
- b) áp suất có ích trung bình của động cơ RIC;
- c) hệ thống tuabin tăng áp sử dụng trên động cơ RIC;
- d) loại điều tốc sử dụng trên động cơ RIC;
- e) đặc tính bộ điều chỉnh điện áp; và
- f) lực quán tính ly tâm của hệ thống máy phát/động cơ RIC.

Nếu cần thiết, các khoảng thời gian này phải được thỏa thuận giữa nhà sản xuất máy phát và khách hàng.

Tiêu chuẩn thiết lập yêu cầu tối thiểu đối với lực quán tính ly tâm như sau:

- a) Sự sụt giảm tần số cho phép;
- b) chu kỳ ngắt quãng; và
- c) nếu xấp xỉ, có thể áp dụng trong trường hợp vận hành song song.



CHÚ DẪN:

p_{me} Áp suất có ích trung bình ở chế độ công suất công bố

P Công suất so với công suất công bố với các điều kiện ở vị lắp đặt.

1 Tầng công suất thứ nhất

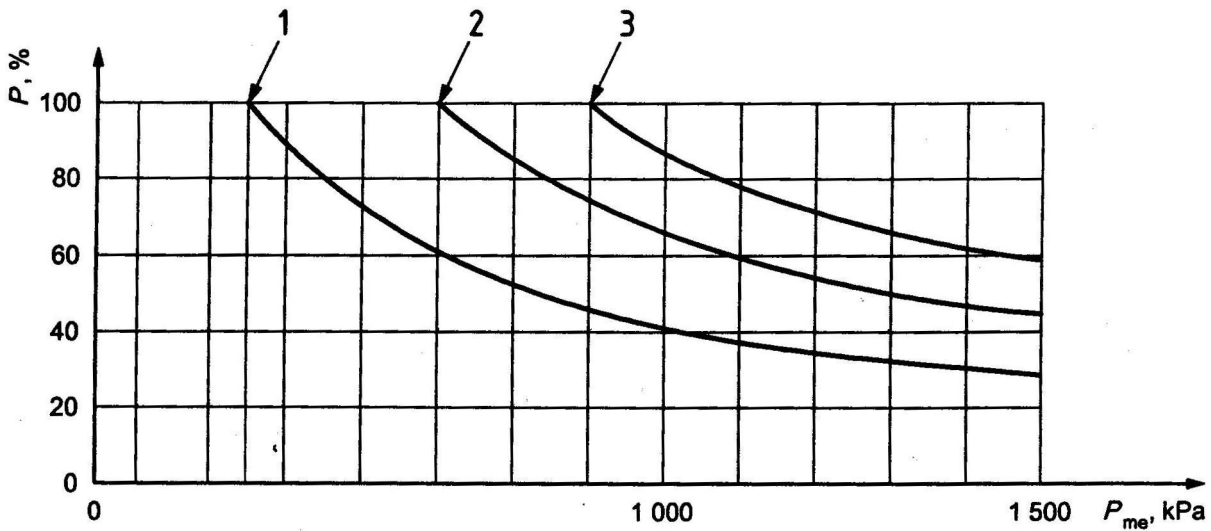
2 Tầng công suất thứ hai

3 Tầng công suất thứ ba

CHÚ THÍCH: Các đường đặc tính này được cung cấp như các ví dụ điển hình.

Đối với việc quyết định các mục đích sử dụng, công suất thực tế cho phép của động cơ được sử dụng nên được tham khảo [xem TCVN 7144-4 (ISO 3046-4)].

Hình 6 – Hướng dẫn giá trị về tăng công suất lớn nhất theo áp suất có ích trung bình, p_{me} , ở công suất công bố (động cơ bốn kỳ)



CHÚ DẪN:

- P_{me} áp suất có ích trung bình ở công suất công bố
- P công suất tăng theo công suất công bố ở điều kiện nơi lắp đặt
- 1 tầng công suất thứ nhất
- 2 tầng công suất thứ hai
- 3 tầng công suất thứ ba

CHÚ THÍCH: Những đường đặc tính này được cung cấp như là các ví dụ điển hình.

Đối với việc quyết định các mục đích sử dụng, công suất thực tế cho phép của động cơ được sử dụng nên được tham khảo [xem TCVN 9729-4:2013 (ISO 3046-4)].

Hình 7 – Giá trị tăng công suất lớn nhất theo áp suất có ích trung bình, P_{me} , ở công suất công bố (động cơ cao tốc, hai kỳ)

10 Độ không đồng đều tốc độ

Độ không đồng đều tốc độ δ_s là một hàm của tốc độ, gây ra bởi độ không đồng đều tốc độ của máy dẫn động. Độ không đồng đều tốc độ là tỷ số giữa độ sai lệch vận tốc quay lớn nhất và nhỏ nhất với vận tốc quay trung bình ở trục của máy phát ở bất kỳ chế độ tải không đổi nào. Trong trường hợp chế độ hoạt động đơn, độ không đồng đều tốc độ ảnh hưởng đến độ không đồng đều điện áp hiệu dụng của máy phát, do đó được xác định thông qua đo đặc biến đổi điện áp sinh ra và xác định theo công thức:

$$\delta_s = \frac{\hat{U}_{max,s} - \hat{U}_{min,s}}{\hat{U}_{mean,s}}$$

CHÚ THÍCH 1: Có thể thay đổi độ không đồng đều tốc độ quay của máy phát liên quan tới việc đo giá trị của độ không đồng đều tại động cơ đốt trong bằng cách lắp đặt khớp đàn hồi giữa động cơ đốt trong và máy phát và/hoặc thay đổi khối lượng sinh ra mô men quán tính.

CHÚ THÍCH 2: Xem xét đặc biệt được đưa ra đối với tổ máy phát điện làm việc ở chế độ song song với tốc độ thấp (100 r/min đến 180 r/min) với động cơ đốt cháy do nén (diesel) phù hợp để tránh hiện tượng cộng hưởng giữa sự không đồng đều mô men động cơ và tần số dao động của tổ máy phát điện (xem Điều 11 TCVN 9729-3 (ISO 8528-3)).

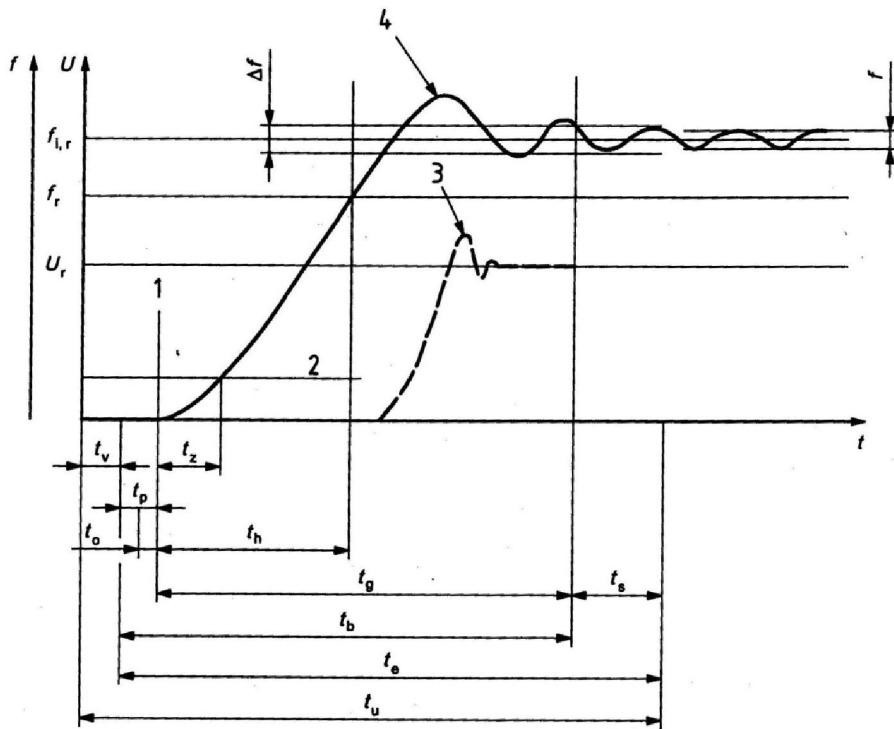
11 Đặc tính khởi động

Đặc tính khởi động phụ thuộc vào một số thông số sau:

- a) nhiệt độ môi trường;
- b) nhiệt độ động cơ RIC;
- c) áp suất khí khởi động;
- d) trạng thái ác quy khởi động;
- e) độ nhớt dầu;
- f) tổng lực quán tính của tổ máy phát điện;
- g) chất lượng nhiên liệu; và
- h) tình trạng thiết bị khởi động.

Các thông số trên là những đối tượng được thỏa thuận giữa người sử dụng và nhà sản xuất (xem Hình 8).

Các thuật ngữ, ký hiệu và định nghĩa liên quan đến đặc tính khởi động được nêu trong Bảng 1.



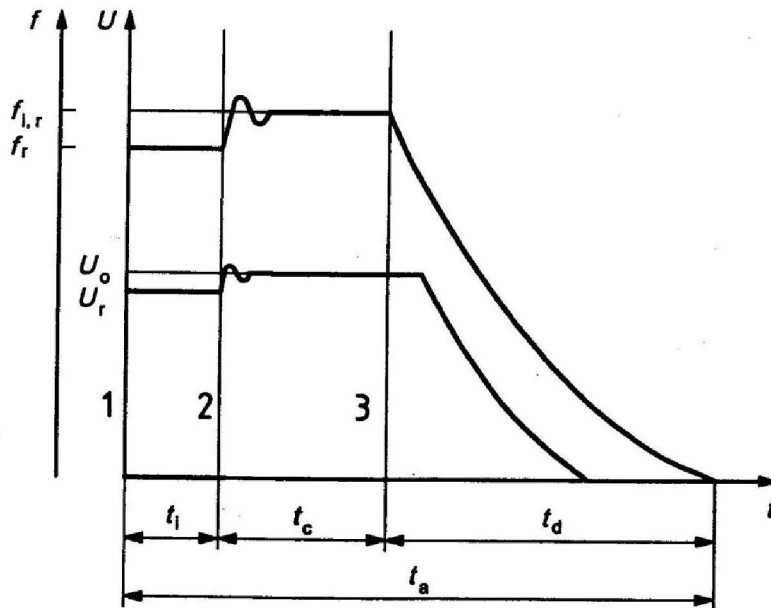
CHÚ DẪN:

- t Thời gian
- f Tần số
- U Điện áp
- 1 Xung khởi động
- 2 Tốc độ cháy
- 3 Đường cong điện áp
- 4 Đường cong tần số

Hình 8 – Đặc tính khởi động

12 Đặc tính thời gian dừng

Các thuật ngữ, các ký hiệu và các định nghĩa liên quan đến đặc tính thời gian dừng được cho trong Bảng 1 (xem Hình 9).



CHÚ DẪN:

- t Thời gian
- f Tần số
- U Điện áp
- 1 Lệnh dừng
- 2 Cắt công suất
- 3 Tín hiệu ngừng cấp nhiên liệu

Hình 9 – Đặc tính dừng

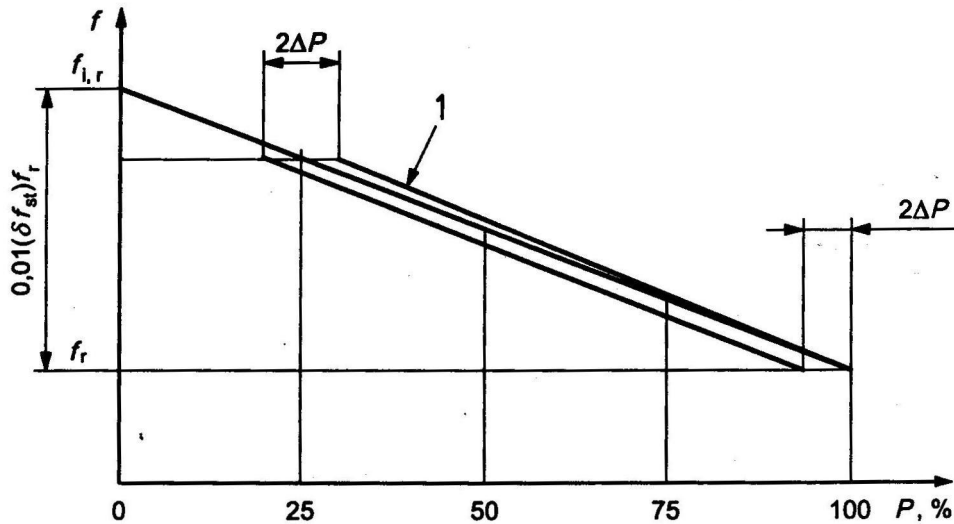
13 Vận hành song song

13.1 Chia sẻ công suất có ích

13.1.1 Các yếu tố ảnh hưởng đến việc chia sẻ công suất có ích

Việc chia sẻ công suất có ích (xem Hình 10) có thể bị ảnh hưởng bởi một hoặc một vài yếu tố sau:

- a) đặc tính rơi tốc độ của bộ điều tốc;
- b) động học của động cơ RIC và bộ điều tốc;
- c) động học của khớp nối;
- d) động học của máy phát điện xoay chiều trong đặc tính của hệ thống hoặc của thiết bị;
- e) đặc tính bộ tự động điều chỉnh điện áp.



CHÚ DẪN:

- P Công suất
 f Tần số
 1 Dải sai số

Hình 10 – Chia sẻ công suất khi vận hành song song

13.1.2 Phương pháp tính toán

Sai số ΔP_i tính theo phần trăm giữa phần công suất cung cấp bởi từng máy phát riêng biệt và phần công suất cung cấp bởi tất cả các máy phát ở đặc tính tần số lý tưởng, xác định theo công thức:

$$\Delta P_i = \left[\frac{P_i}{P_{r,i}} - \frac{\sum_{j=1}^n P_j}{\sum_{j=1}^n P_{r,j}} \right] \times 100$$

Trong đó

- n số lượng tổ máy phát điện hoạt động song song;
 i chỉ số xác định từng tổ máy phát điện trong hệ thống nhiều tổ máy phát điện hoạt động song song;
 P_i phần công suất bộ phận có ích của tổ máy phát điện thứ i ;
 P_{+i} phần công suất danh định của tổ máy phát điện thứ i cung cấp cho hệ thống;
 P_j tổng các công suất bộ phận của các tổ máy phát điện hoạt động song song;
 P_{+j} tổng công suất danh định cung cấp cho hệ thống của các tổ máy phát điện hoạt động song song.

Nếu có thể đạt được chia sẻ công suất tối ưu ở tất cả các công suất danh định của các máy phát, thì độ sai lệch lớn nhất khi hoạt động ở chế độ chia sẻ công suất của mỗi máy phát trong khoảng 20 % đến 100 % công suất danh định của mỗi máy sẽ xảy ra khi bộ điều tốc của động cơ không có điều

chỉnh. Nếu chế độ chia sẻ công suất tự động được cung cấp, độ sai lệch có thể giảm xuống, khi so sánh với giá trị thu được qua đặc tính của bộ điều tốc của động cơ. Với mục đích tránh động cơ hoạt động trong trường hợp có sai lệch công suất giữa các tổ máy phát điện khi làm việc song song, cần lưu ý, như trong trường hợp yêu cầu đảo công suất rơ le.

13.1.3 Ví dụ về chia sẻ công suất

Ví dụ nêu trong Bảng 2 khi coi các máy phát làm việc với $\cos\varphi = 0,8$

Bảng 2 – Ví dụ về chia sẻ công suất có ích

Ví dụ	Máy phát	Công suất tương ứng $P_{r,i}$	$\sum_{j=1}^n P_{r,j}$	Công suất bộ phận	$\sum_{j=1}^n P_j$	$P_{i,p} = \frac{P_i}{P_{r,i}}$	$P_{s,p} = \frac{\sum_{j=1}^n P_j}{\sum_{j=1}^n P_{r,j}}$	ΔP_i
		kW	kW	kW	kW	%	%	%
1	1	400	1200	275	900	68,7	75	-6,3
	2	400		300		75		0
	3	400		325		81,3		+6,3
2	1	400	900	335	675	83,7	75	+8,7
	2	300		210		70		-5
	3	200		130		65		-10

CHU THÍCH: Kết quả sai lệch công suất nhận được từ chế độ ổn định bao gồm dung sai đối với việc chia sẻ công suất có ích. Trong trường hợp thay đổi tải đột ngột, các giá trị sai lệch và dao động không đổi và tìm kiếm trong việc chia sẻ công suất có ích có thể đạt được tạm thời.

13.2 Chia sẻ công suất bị động

13.2.1 Các yếu tố ảnh hưởng đến chia sẻ công suất bị động

Hoạt động chia sẻ công suất bị động có thể bị ảnh hưởng bởi một hoặc một vài thông số sau:

- mức độ;
- nếu có sự điều chỉnh ổn định do cầu cân bằng;
- đặc tính điều khiển tự động hoạt động chia sẻ công suất bị động;
- đặc tính tự động điều chỉnh điện áp.

13.2.2 Phương pháp tính toán

Sai lệch ΔQ_i thể hiện phần trăm giữa tỷ lệ công suất bị động cung cấp bởi từng máy phát riêng biệt và tỷ lệ của tổng công suất bị động cung cấp bởi tất cả các máy phát ở đặc tính điều chỉnh điện áp lý tưởng, xác định theo công thức:

$$\Delta Q_i = \left[\frac{Q_j}{Q_{r,j}} - \frac{\sum_{j=1}^n Q_j}{\sum_{j=1}^n Q_{r,j}} \right] \times 100$$

Trong đó

n là số lượng máy phát hoạt động song song;

i chỉ số xác định từng máy phát trong hệ thống nhiều máy phát hoạt động song song;

Q_i phần công suất bị động của máy phát thứ i ;

Q_{+i} công suất định mức bị động của máy thứ i ;

$\sum Q_i$ tổng phần công suất bị động của các máy phát hoạt động song song;

$\sum Q_{+i}$ tổng công suất định mức bị động của các máy phát hoạt động song song.

Nếu có thể đạt được chia sẻ công suất bị động tối ưu ở tất cả các công suất định mức của các máy phát, thì độ sai lệch lớn nhất khi hoạt động ở chế độ chia sẻ công suất bị động của mỗi máy phát trong khoảng 20 % đến 100 % công suất định mức của mỗi máy sẽ xảy ra khi bộ điều chỉnh điện áp của động cơ không có điều chỉnh. Có thể đạt được chia sẻ công suất bị động chính xác bằng

- mức độ của dòng vuông góc trong việc bù trừ sụt giảm điện áp ($\bar{\sigma}_{QCC}$);
- nếu có sự điều chỉnh ổn định do cầu cân bằng;
- đặc tính tự động điều chỉnh điện áp.

13.2.3 Ví dụ về chia sẻ công suất bị động

Ví dụ nêu trong Bảng 3 khi coi các máy phát làm việc với $\cos\varphi = 0,8$

Bảng 3 – Ví dụ chia sẻ công suất bị động

Ví dụ	Máy phát	Công suất phản kháng định mức	$\sum_{j=1}^n Q_{r,j}$	Công suất phản kháng bộ phận	$\sum_{j=1}^n Q_j$	$\frac{Q_i}{Q_{r,i}} \times 100$	$\frac{\sum_{j=1}^n Q_j}{\sum_{j=1}^n Q_{r,j}}$	ΔQ_i
		$Q_{r,i}$		$Q_{r,i}$				
		KW	KW	KW	KW	%	%	%
1	1	300	900	206	675	68,7	75	-6,3
	2	300		225		75		0
	3	300		224		81,3		+6,3
2	1	300	675	251	507	83,7	75	+8,7
	2	225		158		70		-4,8
	3	150		98		65		-9,7

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp thay đổi công suất đột ngột, các giá trị sai lệch và dao động không đổi và tìm kiếm trong việc chia sẻ công suất phản kháng có thể đạt được tạm thời.

13.3 Ảnh hưởng tới vận hành song song

Những yếu tố sau đây có thể ảnh hưởng tới vận hành song song:

- a) đặc tính ngắt của bộ điều tốc;
- b) động học của động cơ RIC và bộ điều tốc;
- c) động học của khớp nối;
- d) động học của máy phát điện xoay chiều, có tính tới phản ứng của các kết nối chính hoặc vận hành song song của các máy phát khác;
- e) đặc tính bộ tự động điều chỉnh điện áp;
- f) mức độ của dòng vuông góc trong việc bù trừ sụt giảm điện áp (\bar{D}_{OCC}) của bộ điều chỉnh điện áp tự động (AVR).

14 Tấm nhãn công suất danh định

Tổ máy phát điện có thể mang tấm nhãn công suất danh định sau đây:

- a) Tấm nhãn công suất danh định của các tổ máy phát điện

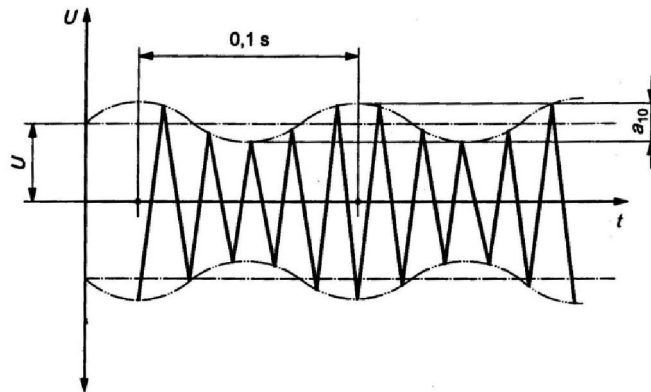
Tấm nhãn này phải cung cấp tối thiểu những thông tin sau đây:

- 1) Cụm từ tổ máy phát điện TCVN 9729 (ISO 8528)";
- 2) Tên hoặc ký hiệu của hãng sản xuất;
- 3) Số mã của tổ máy phát điện;
- 4) Năm sản xuất;
- 5) Công suất định mức (kW) với một tiền tố sau COP, PRP, LTP hoặc ESP tùy theo yêu cầu trong Điều 13 của TCVN 9729-1 (ISO 8528-1);
- 6) Tần số hoạt động của tổ máy phát điện theo yêu cầu trong Điều 7 của TCVN 9729-1 (ISO 8528-1);
- 7) Hệ số công suất danh định;
- 8) Vị trí cao nhất so với mực nước biển (m);
- 9) Nhiệt độ môi trường cao nhất ($^{\circ}\text{C}$);
- 10) Tần số danh định (Hz);
- 11) Điện áp danh định (V);
- 12) Dòng điện danh định (A);
- 13) Khối lượng (kg).

- b) Tấm nhãn công suất danh định của động cơ RIC;
- c) Tấm nhãn công suất danh định của máy phát, phù hợp với TCVN 6627-1 (IEC 60034-1) và Điều 14 của TCVN 9729-3 (ISO 8528-3);
- d) Tấm nhãn công suất danh định của thiết bị đóng cắt, khi thiết bị này là một phần trong tổ máy phát điện;

CHÚ THÍCH 1: Hình 13 như một ví dụ về tấm nhãn công suất danh định của tổ máy phát điện.

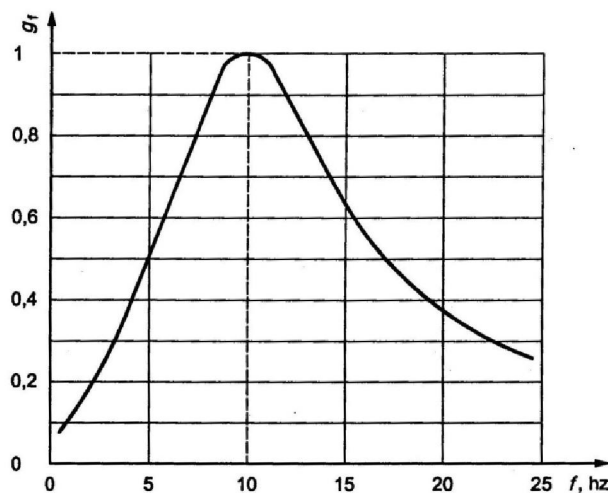
CHÚ THÍCH 2: Với những tổ máy phát điện có công suất danh định nhỏ hơn 10 kW, có thể kết hợp các thông tin vào trong một tấm nhãn công suất danh định.



CHÚ DẪN:

- t Thời gian
- U Điện áp

Hình 11 – Điện áp dao động hình sin với biên độ dao động a_{10} và tần số điều chỉnh là 10 Hz



CHÚ DẪN:

- f Tần số
- g_f Hệ số tần số đáp ứng với a_f

Hình 12 – Đường cong $g_f = a_{10}/a_f$ cho bởi khả năng tương đương phụ thuộc vào sự thay đổi độ sáng

Máy phát điện		
Nhà sản xuất		–
Số seri		–
Năm sản xuất		–
Công suất danh định		kW
Hệ số công suất danh định		–
Độ cao lắp đặt lớn nhất		M
Nhiệt độ môi trường lớn nhất		°C
Tần số danh định		Hz
Điện áp danh định		V
Dòng danh định		A
Khối lượng		kg
Tầng hoạt động		–

Khoảng trống để thể hiện loại công suất đầu ra (xem TCVN 9729-1 (ISO 8528-1) sau đây:

COP – Công suất làm việc liên tục;

PRP – Công suất chính;

LTP – Công suất chạy giới hạn thời gian;

ESP – Công suất dự phòng khẩn cấp

Hình 13 – Ví dụ về tám nhãn công suất danh định động cơ RIC dẫn động máy phát

15 Các yếu tố khác ảnh hưởng tới tính năng của tổ máy phát điện

15.1 Phương pháp khởi động

Tùy thuộc vào kích thước, thiết kế và ứng dụng của tổ máy phát điện, có nhiều phương pháp khởi động khác nhau tùy theo nguồn năng lượng, bao gồm:

- kiểu cơ khí (ví dụ như sử dụng trục quay);
- kiểu điện (ví dụ như sử dụng động cơ điện khởi động);
- kiểu khí nén (khí nén được đưa vào động cơ RIC để khởi động hoặc có thể dùng động cơ khí nén để khởi động).

15.2 Phương pháp tắt máy

Tùy theo thiết kế và ứng dụng, có nhiều phương pháp tắt máy khác nhau tùy theo tín hiệu tắt máy:

- a) cơ khí;
- b) điện;
- c) khí nén;
- d) thủy lực.

15.3 Cung cấp nhiên liệu và dầu bôi trơn

Việc cung cấp nhiên liệu và dầu bôi trơn phải được thiết kế sao cho tổ máy phát điện có thể hoạt động an toàn dưới tất cả các điều kiện làm việc. Ngoài ra, các yêu cầu an toàn (như bảo vệ cháy, nổ) nên được tính đến. Các điều chỉnh thích hợp theo quy định của quy chuẩn kỹ thuật đối với bình chứa nhiên liệu và dầu bôi trơn phải được tuân thủ.

15.4 Khí nạp vào động cơ

Chất lượng khí cung cấp cho quá trình cháy của động cơ phải tính đến để xác định yêu cầu về mức độ lọc.

15.5 Hệ thống thải

Hệ thống thải phải được thiết kế phù hợp với áp suất ngược cho phép (do nhà sản xuất đưa ra) và yêu cầu giảm ồn. Những tiêu chí sau có thể là rất quan trọng khi thiết kế hệ thống thải:

- a) kết cấu hệ thống tiêu âm được lắp đặt/ yêu cầu;
- b) cách nhiệt và lớp sơn (bức xạ, truyền qua thành vách, bảo vệ chống tiếp xúc) được lắp đặt/ yêu cầu;
- c) Các đường ống bù sự giãn nở được lắp đặt/ yêu cầu;
- d) hệ thống đường ống;
- e) chống thấm nước;
- f) chống cháy nổ do khí thải;
- g) kết cấu đầu dẫn khí thải ra (theo hướng gió, chống chim);
- h) cột chống đỡ;
- i) khí thải.

15.6 Làm mát và thông hơi

Kiểu hệ thống làm mát của động cơ RIC, máy phát và hộp số được thông hơi và trao đổi khí tốt, đặc biệt quan trọng đối với các trạm phát điện khi xây dựng lắp đặt. Để xây dựng hợp lý, cần phải có thông tin kỹ thuật từ nhà sản xuất máy phát điện.

15.7 Màn hình hiển thị

Phần mở rộng của màn hình hiển thị của một trạm phát điện phụ thuộc vào:

- a) dự định sử dụng vào đâu;
- b) các chế độ vận hành;
- c) kích thước và loại tổ máy phát điện;
- d) các thiết bị cần thiết của người sử dụng;
- e) các yêu cầu của nhà sản xuất;
- f) các yêu cầu của người sử dụng.

Để quan sát được những yêu cầu trên, thiết bị hiển thị phải được chọn lựa để đảm bảo sẵn sàng sử dụng và vận hành.

15.8 Phát thải ồn

Nếu phát thải âm ồn của tổ máy phát điện lắp đặt cố định vượt quá một giá trị nhất định, thì nhà sản xuất và khách hàng phải đưa ra những đàm phán khi bắt đầu dự án.

Nếu mức độ ồn đo đạc được chấp nhận đối với các tổ máy phát điện di động thì quá trình đo đạc nên được thực hiện ngay từ công đoạn sản xuất bằng cách sử dụng thiết bị đo đạc có dải đo nhỏ hơn.

CHÚ THÍCH 1: Phương pháp bề mặt bao quanh được trình bày trong TCVN 9729-10 (ISO 8528-10).

CHÚ THÍCH 2: Trong thực tế, biện pháp đo đạc ở dải do rộng tốn kém hơn nhưng không cho thấy sự khác biệt so với đo đạc ở dải đo ngắn.

Với thiết bị cố định, xử lý âm thanh ồn được thực hiện ngay tại vị trí lắp đặt, và mức độ âm thanh được đo tại địa điểm của nhà sản xuất có thể chỉ tiến hành mà không có thiết bị giảm ồn. Nếu việc giảm ồn của tổ máy phát điện được yêu cầu, quá trình đo có thể được thực hiện như đối với các tổ máy phát điện di động.

15.9 Khớp nối

Việc lựa chọn khớp nối của tổ máy phát điện/động cơ RIC được tính toán dựa vào ứng suất đặt lên nó do dao động xoắn của hệ thống, nó bị ảnh hưởng bởi:

- a) công suất tại thời điểm ngắt nhiên liệu của động cơ RIC;
- b) quán tính của động cơ RIC và bộ điều tốc;
- c) mô men ngắn mạch;
- d) không thẳng hàng;
- e) sai lệch thời điểm đánh lửa động cơ RIC.

TCVN 9729-5:2013

Mô men ngắn mạch lớn nhất xảy ra như là kết quả của hai pha đường tới đường ngắn mạch ở các cực đầu cuối máy phát. Tuy nhiên, trong nhiều trường hợp hệ số quán tính của máy phát so với động cơ đốt trong rất lớn nên mô men ở khớp nối có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn một chút so với mô men, mô men liên tục của động cơ.

Nhà sản xuất tổ máy phát điện chịu trách nhiệm đối với việc phù hợp giữa các bộ phận.

15.10 Dao động

15.10.1 Yêu cầu chung

Nhà sản xuất tổ máy phát điện sẽ mô tả hệ thống dao động (động cơ/khớp nối/máy phát/bộ đỡ) của tổ máy phát điện, đặc tính dao động ở dải làm việc bình thường sẽ nằm an toàn bên ngoài dải làm việc không an toàn.

Những nguyên nhân gây dao động do các phần khác của trạm phát điện (ví dụ, hệ thống tải, nền móng) cũng được tính đến.

15.10.2 Dao động xoắn

Những cung cấp của TCVN 9729-5 (ISO 3046-5) sẽ được sử dụng để phân tích dao động xoắn của tổ hợp động cơ-máy phát.

Nhà sản xuất tổ máy phát điện sẽ chịu trách nhiệm đảm bảo dao động xoắn nằm ngoài dải làm việc không an toàn.

Khi đồng ý trong hợp đồng, nhà sản xuất phải chịu trách nhiệm tính toán và đo đạc đặc tính dao động xoắn của tổ máy phát điện.

Kết quả đo đạc hay tính toán dao động xoắn phải được thỏa thuận giữa nhà sản xuất tổ máy phát điện, nhà sản xuất động cơ RIC và phần dẫn động cơ khí bởi cơ quan hoặc người quản lý có thẩm quyền.

15.10.3 Dao động tuyến tính

15.10.3.1 Biến dạng uốn động

Biến dạng uốn động ở các hệ thống chuyển động quay bao gồm tổ hợp động cơ/khớp nối/máy phát có thể xảy ra do ảnh hưởng của quá trình cháy và lực quán tính trong động cơ và lực từ ở máy phát điện. Biến dạng uốn động được kể đến khi thiết kế từng bộ phận và phần khung giá đỡ.

15.10.3.2 Dao động kết cấu

15.10.3.2.1 Yêu cầu chung

Ngoài dao động xoắn và dao động tuyến tính, còn có dao động của tổ máy phát điện do chuyển động tịnh tiến và mô men ở động cơ RIC. Nhà sản xuất tổ máy phát điện chịu trách nhiệm về tương thích

của các bộ phận khi liên kết với các bộ phận khác, do đó vận tốc dao động lớn nhất của từng bộ phận không vượt quá giá trị giới hạn cho phép.

15.10.3.2.2 Vị trí đo đặc và điều kiện đo đặc

Quá trình đo đặc nên được thực hiện trên các phương ngang và phương đứng của ổ đỡ máy phát điện. Khi không thể đo đặc trên ổ đỡ, hoặc trên ổ đơn của máy phát, thì đo đặc trên ổ đỡ của hộp. Đo đặc tốc độ dao động, tổ máy phát điện phải được tiến hành trên băng thử của nhà sản xuất và chạy ở chế độ định mức và ở các điều kiện lắp đặt mô phỏng nếu có thể. Nếu không thể chạy ở chế độ định mức, thì phải chạy ở chế độ công suất lớn nhất có thể.

15.11 Móng máy

Để có thể thiết lập các kích thước để xây dựng nền đặt tổ máy phát điện hay các bề mặt hỗ trợ khác, dữ liệu chế độ tải trọng tĩnh, tải trọng động có thể được lấy từ nhà sản xuất máy phát.

Để giảm ảnh hưởng của lực quán tính tự do của môi trường, cần nền đàn hồi phù hợp.

Bất kỳ các yêu cầu về việc tháo cáp, các đường ống v.v., ở một vị trí nào đó phải được tính đến.

Nếu dùng nền đàn hồi, thì cũng dùng khớp nối mềm cho các dây cáp hoặc các ống.

16 Giá trị giới hạn lớp vận hành của cấp tính năng

Giá trị giới hạn tầng vận hành được cho trong Bảng 4 sẽ thỏa mãn để xác định đặc tính ứng xử của điện áp và tần số của một tổ máy phát điện nêu trong TCVN 9729-1 (ISO 8528-1).

Giá trị số đối với mỗi cấp tính năng được lựa chọn khi tất cả giá trị giới hạn của cấp tính năng đó được điền đầy đủ.

Khuyến cáo khách hàng nên chọn cấp tính năng tối thiểu có thể đáp ứng được những yêu cầu.

Bảng 4 – Giá trị hoạt động giới hạn cấp tính năng

Thông số		Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị hoạt động giới hạn			
				Cấp tính năng			
				G1	G2	G2	G4
Mức độ sụt giảm tần số		δf_{st}	%	≤ 8	≤ 5	$\leq 3^r$	AMC ^a
Tỷ lệ tần số xác lập		β_f	%	$\leq 2,5$	$\leq 1,5^b$	$\leq 0,5$	AMC
Tỷ lệ tần số đặt theo hướng giảm		$\delta f_{s,do}$	%	$> (2,5 + \delta f_{st})$			AMC
Tỷ lệ số đặt theo hướng tăng		$\delta f_{s,up}$	%	$> + 2,5^c$			AMC
Tỷ lệ thay đổi tần số đặt		v_f	%/s	0,2 đến 1			AMC
Sự khác nhau giữa tần số quá độ so với tần số ban đầu	Công suất giảm đột ngột 100 % ^p	δf_d	%	$\leq +18$	$\leq +12$	$\leq +10$	AMC
	Công suất tăng đột ngột ^{d,e,q}			$\leq -(15 + \delta f_{st})^d$	$\leq -(10 + \delta f_{st})^d$	$\leq -(7 + \delta f_{st})^d$	
Sai lệch tần số quá độ so với tần số ban đầu	Công suất giảm đột ngột 100 % ^p	δf_{dyn}	%	$\leq +18$	$\leq +12$	$\leq +10$	AMC
	Công suất tăng đột ngột ^{d,e,q}			$\leq -15^d$	$\leq -10^d$	$\leq -7^d$	
				$\leq -25^e$	$\leq -20^e$	$\leq -15^e$	
Thời gian phục hồi tần số		$t_{f,in}$	s	$\leq 10^f$	$\leq 5^f$	$\leq 3^f$	AMC
		$t_{f,de}$		$\leq 10^d$	$\leq 5^d$	$\leq 3^d$	
Sai lệch dải tần số		α_f	%	3,5	2	2	AMC
Độ lệch điện áp ở chế độ ổn định		δU_{st}	%	$\leq \pm 5$	$\leq \pm 2,5$	$\leq \pm 1$	AMC
				$\leq \pm 10^g$	$\leq \pm 1^h$		
Độ không cân bằng điện áp		$\delta U_{2,0}$	%	1 ⁱ	1 ⁱ	1 ⁱ	AMC
Điện áp đặt tương đối		δU_s	%	$\leq \pm 5$			AMC
Tốc độ thay đổi điện áp đặt		v_U	%s ⁻¹	0,2 đến 1			AMC
Sai lệch điện áp ở chế độ quá độ	Công suất giảm đột ngột 100 % ^p	δU_{dyn}^+	%	$\leq +35$	$\leq +25$	$\leq +20$	AMC
	Công suất tăng đột ngột ^{d,e}	δU_{dyn}^-		$\leq -25^d$	$\leq -20^d$	$\leq -15^d$	
Thời gian ổn định điện áp ^j (xem Hình 5)		$t_{U,in}$	s	≤ 10	≤ 6	≤ 4	AMC
		$t_{U,de}$		$\leq 10^d$	$\leq 6^d$	$\leq 4^d$	
Biên độ		$\hat{U}_{mod,s}$	%	AMC	0,3 ^{m,n}	0,3 ⁿ	AMC
Chia sẻ công suất chủ động	từ 80 % đến 100 % của giá trị danh nghĩa	ΔP	%	-	$\leq +5$	$\leq +5$	AMC
	từ 20 % đến 80 % của giá trị danh nghĩa				$\leq +10$	$\leq +10$	AMC

Bảng 4 (kết thúc)

Thông số		Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị hoạt động giới hạn			
				Cấp tính năng			
				G1	G2	G2	G4
Chia sẻ công suất bị động	từ 20 % đến 100 % của giá trị danh nghĩa	ΔQ	%	–	$\leq +10$	$\leq +10$	AMC

- ^a AMC = thỏa thuận giữa nhà sản xuất và người sử dụng.
- ^b Trong trường hợp động cơ đốt trong trong tổ máy phát điện có 1 hoặc 2 xy lanh, giá trị có thể lên đến 2,5.
- ^c Trong trường hợp không cần hoạt động song song, có thể được phép cố định cài đặt cho tốc độ hoặc điện áp.
- ^d Đối với trường hợp động cơ có tuabin tăng áp, những thông số này sử dụng với công suất lớn có thể như Hình 6 và Hình 7.
- ^e Đối với động cơ đánh lửa cưỡng bức.
- ^f Giá trị này chỉ áp dụng khi bỏ 100 % phụ tải, mô men có ích chỉ được đưa dưới dạng tổn thất cơ khí của tổ máy phát điện, do đó thời gian ổn định chỉ phụ thuộc vào tổng quán tính và hiệu suất cơ khí, đây là thông số thay đổi rất rộng tùy theo phạm vi ứng dụng hay loại động cơ đốt trong.
- ^g Đối với những tổ máy phát điện cỡ nhỏ có công suất dưới 10 kV.A.
- ^h Yêu cầu tối thiểu đối với tổ máy phát điện có máy phát đồng bộ khi hoạt động song song, khi đặc tính dòng điện phản kháng phải được cân nhắc; Độ dao động tần số nhỏ hơn hoặc bằng 0,5 %.
- ⁱ Trong trường hợp hoạt động ở chế độ song song, các giá trị giảm xuống 0,5.
- ^j Trong trường hợp khác, sai số sử dụng để tính toán thời gian phục hồi điện áp được tính theo công thức:
- $$2 \times \delta U_{st} \times \frac{U_r}{100}$$
- ^k Giá trị hoạt động giới hạn không bao gồm cả giới hạn ở chế độ ổn định.
- ^l Nếu xuất hiện dao động xoắn do động cơ gây ra, dẫn đến điện áp hiệu dụng vượt quá giới hạn, nhà sản xuất máy phát phải cộng tác nếu cần thiết để giảm dao động hoặc cung cấp cách điều khiển kích từ đặc biệt.
- ^m Đối với tổ máy phát điện với động cơ đốt trong có 1 hoặc 2 xy lanh, giá trị có thể lấy bằng ± 2 .
- ⁿ Khả năng cao nhất của các thiết bị thu nhận trong trường hợp tần số điện áp của nguồn sáng dao động một lượng 10 Hz với giới hạn đối với $\hat{U}_{\text{mod}10} < 0,3\%$
- Giá trị hoạt động đối với $\hat{U}_{\text{mod}10}$ liên quan tới dao động điện áp hình sin tại 10 Hz. Đối với dao động điện áp ở tần số f có biên độ a_f , biên độ tương đương tại tần số 10 Hz sẽ là: $a_{10} = g_f \cdot a_f$
- Tại những nơi g_f là trọng số đối với việc đáp ứng tần số tới a_f phụ thuộc như trên Hình 12.
- Xem xét tất cả các sóng hài của một dao động điện áp, biên độ điện áp tương đương ở tần số 10 Hz được xác định như sau:
- $$\hat{U}_{\text{mod}10} = \sqrt{\sum_{i=1}^n g_{f,i}^2 a_{f,i}^2}$$
- ^o Khi sử dụng các giá trị dung sai này, một lượng nhỏ phụ tải thuần trở hoặc phụ tải phản kháng của các tổ máy phát điện hoạt động ở chế độ song song giảm bằng giá trị sai lệch.
- ^p Giá trị hoạt động giới hạn chỉ có giá trị khi $f_{\text{arb}} = f_i$ trong trường hợp giảm tải.
- ^q Giá trị hoạt động giới hạn chỉ có giá trị khi $f_{\text{arb}} = f_r$ trong trường hợp tăng tải.
- ^r Đối với số ứng dụng, mức độ sụt giảm tần số là 0 %.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] TCVN 9729-2:2013 (ISO 8528-2:2005), *Tổ máy phát điện xoay chiều dẫn động bởi động cơ đốt trong kiểu pit tông dẫn động máy phát điện xoay chiều – Phần 2: Động cơ.*
- [2] TCVN 9729-10:2013 (ISO 8528-10:1998), *Tổ máy phát điện xoay chiều dẫn động bởi động cơ đốt trong kiểu pit tông dẫn động máy phát điện xoay chiều – Phần 10: Đo độ ồn trong không khí theo phương pháp bề mặt bao quanh.*
-