

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 7699-2-57:2013

IEC 60068-2-57:1999

Xuất bản lần 1

**THỬ NGHIỆM MÔI TRƯỜNG –
PHẦN 2-57: CÁC THỬ NGHIỆM – THỬ NGHIỆM Ft: RUNG –
PHƯƠNG PHÁP BIỂU ĐỒ GIA TỐC**

Environmental testing –

Part 2-57: Tests – Test Ff: Vibration –

Time-history method

HÀ NỘI – 2013

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu	4
1 Phạm vi áp dụng	5
2 Tài liệu viện dẫn	5
3 Định nghĩa	6
4 Yêu cầu chung.....	10
5 Yêu cầu đối với các thử nghiệm	10
6 Mức khắc nghiệt	16
7 Ôn định trước	18
8 Phép đo ban đầu	18
9 Thử nghiệm	18
10 Phép đo trung gian	20
11 Phục hồi	20
12 Phép đo kết thúc	20
13 Thông tin cần nêu trong qui định kỹ thuật liên quan	21
Phụ lục A (tham khảo) – Tổng hợp biểu đồ gia tốc nhân tạo: Hướng dẫn	30
Phụ lục B (tham khảo) – Dải tần số thử nghiệm	35

Lời nói đầu

TCVN 7699-2-57:2013 hoàn toàn tương đương với IEC 60068-2-57:1999;

TCVN 7699-2-57:2013 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E3 *Thiết bị điện tử dân dụng* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Thử nghiệm môi trường –

Phần 2-57: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Ff: Rung –

Phương pháp biểu đồ gia tốc

Environmental testing –

Part 2-57 : Tests – Test Ff: Vibration –

Time-history method

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này cung cấp qui trình chuẩn để xác định phương pháp biểu đồ gia tốc, khả năng của mẫu chịu mức khắc nghiệt qui định của rung trong khoảng thời gian ngắn.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn. 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 (kể cả các sửa đổi).

TCVN 7699-1:2007 (IEC 60068-1:1988), *Thử nghiệm môi trường – Phần 1: Qui định chung và hướng dẫn*

TCVN 7699-2-6:2009 (IEC 60068-2-6:1995), *Thử nghiệm môi trường – Phần 2-6: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Fc: Rung (hình sin)*

IEC 60068-2-27:1987, *Environment testing – Part 2 : Test Ea and guidance : Shock (Thử nghiệm môi trường – Phần 2-27, Các thử nghiệm – Thử nghiệm Ea và hướng dẫn: Xóc)*¹

IEC 60068-2-47:1982, *Environmental testing – Part 2: Tests – Mouting of components, equipment and other articles for dynamic tests including shock (Ea), bump (Eb), vibration (Fc and Fd) and steady-state acceleration (Ga) and guidance (Thử nghiệm môi trường – Phần 2: Các thử nghiệm – Lắp đặt các thành phần, thiết bị và các vật phẩm để thử nghiệm lực động kể các xóc (Ea), va chạm (Eb), rung (Fc và Fd) và gia tốc trạng thái ổn định (Ga) và hướng dẫn)*²

IEC 60068-2-64:1993, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fh: Vibration, broad-band random (digital control) and guidance (Thử nghiệm môi trường – Phần 2: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Fh: Rung, ngẫu nhiên băng tần rộng (điều khiển số) và hướng dẫn)*³

¹ Hệ thống Tiêu chuẩn Quốc gia Việt Nam đã có TCVN 7699-2-27:2007 hoàn toàn tương đương với IEC 60068-2-27:2005.

² Hệ thống Tiêu chuẩn Quốc gia Việt Nam đã có TCVN 7699-2-47:2007 hoàn toàn tương đương với IEC 60068-2-47:2005.

³ Hệ thống Tiêu chuẩn Quốc gia Việt Nam đã có TCVN 7699-2-64:2013 hoàn toàn tương đương với IEC 60068-2-64:2008.

TCVN 7699-2-57:2013

IEC 60068-3-3:1993, *Environmental testing – Part 3: Guidance – Seismic test methods for equipment* (Thử nghiệm môi trường – Phần 3: Hướng dẫn – Phương pháp thử địa chấn đối với thiết bị)

ISO 266:1997, *Acoustics – Preferred frequencies* (Âm học – Tần số chuẩn)

ISO 2041:1990, *Vibration and shock – Vocabulary* (Rung và xóc – Từ vựng)

3 Định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa nêu trong ISO 2041, TCVN 7699-1 (IEC 60068-1), TCVN 7699-2-6 (IEC 60068-2-6), TCVN 7699-2-64 (IEC 60068-2-64) và các định nghĩa dưới đây.

3.1

Tần số tới hạn (critical frequency)

Tần số mà tại đó

- bộc lộ sự trục trặc và/hoặc suy giảm tính năng của mẫu do rung, và/hoặc
- xuất hiện cộng hưởng cơ và/hoặc các hiệu ứng đáp ứng khác, ví dụ, lắc.

3.2

Tắt dần (damping)

Thuật ngữ chung được gán cho nhiều cơ chế tiêu tán năng lượng trong hệ thống. Trong thực tế, tắt dần phụ thuộc vào nhiều tham số, ví dụ như hệ thống kết cấu, phương thức rung, sức căng, đặt lực, vận tốc, vật liệu, sự trượt khớp nối, v.v...

3.3

Tắt dần tới hạn (critical damping)

Giá trị tắt dần nhỏ nhất do cần dũa cho phép hệ thống bị dịch chuyển trở về vị trí ban đầu của nó không còn dao động trong thời gian ngắn nhất có thể

3.4

Hệ số tắt dần (damping ratio)

Tỷ số của tắt dần thực tế/tắt dần tới hạn trong hệ thống có tắt dần do cần dũa.

3.5

Dung sai tín hiệu (signal tolerance)

Dung sai tín hiệu:
$$T = \left(\frac{NF}{F} - 1 \right) \times 100\% \quad (\text{tỷ lệ phần trăm})$$

trong đó

NF là giá trị hiệu dụng của tín hiệu chưa qua lọc;

F là giá trị hiệu dụng của tín hiệu qua lọc.

3.6

Điểm dùng để cố định (fixing point)

Phần của mẫu tiếp xúc với cơ cấu cố định hoặc bàn rung tại điểm mà mẫu thường được xiết chặt khi vận hành.

CHÚ THÍCH: Nếu một phần của kết cấu lắp đặt thực tế được sử dụng làm cơ cấu cố định thì điểm dùng để cố định là điểm thuộc kết cấu lắp đặt mà không thuộc mẫu.

3.7

g_n

Gia tốc tiêu chuẩn do lực hút của trái đất, gia tốc này thay đổi theo độ cao so với mực nước biển và vĩ độ địa lý.

CHÚ THÍCH: Trong tiêu chuẩn này, giá trị g_n được làm tròn đến số nguyên gần nhất, tức là 10 m/s^2 .

3.8

Đỉnh trên của đáp tuyến (high peaks of the response)

Các đỉnh đáp tuyến tính được của đường đáp tuyến của hệ một bậc tự do (máy tạo dao động), bị kích thích trong một khoảng thời gian nhất định, vượt quá giá trị ngưỡng qui định (xem Hình 2).

CHÚ THÍCH 1: Trong thực tế, tham khảo được lấy để so với các đỉnh cộng hưởng vì thật khó để xác định các chu kỳ đáp tuyến đầy đủ kích thích quá độ (biểu đồ gia tốc)

CHÚ THÍCH 2: Đỉnh là một giá trị lệch dương hoặc âm lớn nhất cách đường zêrô giữa hai điểm cắt qua đường zero liên tiếp (xem Hình 3).

3.9

Điểm đo (measuring point)

Điểm cụ thể mà tại đó dữ liệu được thu thập khi thực hiện thử nghiệm. Có hai loại điểm đo chính sẽ được định nghĩa dưới đây.

CHÚ THÍCH: Có thể thực hiện phép đo tại các điểm trên mẫu để đánh giá đáp ứng của mẫu, nhưng các điểm này không được coi là điểm đo theo nghĩa của tiêu chuẩn này.

3.9.1

Điểm kiểm tra (check point)

Điểm nằm trên cơ cấu cố định, trên bàn rung hoặc trên mẫu càng gần với một trong các điểm dùng để cố định càng tốt, và trong mọi trường hợp đều được nối cứng với điểm dùng để cố định đó.

CHÚ THÍCH 1: Sử dụng một số điểm kiểm tra là cách để đảm bảo đáp ứng các yêu cầu thử nghiệm.

CHÚ THÍCH 2: Nếu có ít hơn hoặc bằng bốn điểm dùng để cố định thì sử dụng từng điểm này làm điểm kiểm tra. Nếu có nhiều hơn bốn điểm dùng để cố định thì bốn điểm dùng để cố định đại diện sẽ được xác định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan để sử dụng làm các điểm kiểm tra.

TCVN 7699-2-57:2013

CHÚ THÍCH 3: Trong các trường hợp đặc biệt, ví dụ đối với các mẫu kích thước lớn hoặc phức tạp, điểm kiểm tra sẽ được qui định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan nếu không nằm sát với điểm dùng để cố định.

CHÚ THÍCH 4: Trong trường hợp một số lượng lớn các mẫu có kích thước nhỏ được lắp đặt trên cùng một cơ cấu cố định, hoặc trong trường hợp mẫu có kích thước nhỏ có một số điểm dùng để cố định thì một điểm kiểm tra duy nhất (tức là điểm chuẩn) có thể được chọn để suy ra tín hiệu khổng chế. Khi đó, tín hiệu này liên quan đến cơ cấu cố định hơn là các điểm dùng để cố định của (các) mẫu. Điều này chỉ có giá trị khi tần số cộng hưởng thấp nhất của cơ cấu cố định đã mang tải cao hơn hẳn so với giới hạn trên của tần số thử nghiệm.

3.9.2

Điểm chuẩn (reference point)

Điểm, được chọn trong số các điểm kiểm tra, mà tín hiệu của nó được sử dụng để khổng chế thử nghiệm nhằm đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

3.10

Tần số tự nhiên (natural frequency)

Tần số rung tự do của một kết cấu chỉ phụ thuộc vào đặc tính vật lý của nó (khối lượng, độ cứng và tắt dần)

3.11

Biểu đồ gia tốc tự nhiên (natural time-history)

Bản ghi, như một hàm thời gian của các đại lượng, ví dụ như gia tốc, vận tốc hoặc độ dịch chuyển, sinh ra từ một sự kiện cho trước.

3.12

Máy tạo dao động (oscillator)

Hệ một bậc tự do dùng để tạo ra hoặc có khả năng duy trì dao động cơ học.

3.13

Ngừng (pause)

Khoảng thời gian giữa hai biểu đồ gia tốc liên tiếp.

CHÚ THÍCH: Ngừng cũng có thể sinh ra khi không có sự gối lên nhau đáng kể của chuyển động đáp ứng của mẫu và có thể đạt được từ:

$$T) \left(\frac{1}{f} \times \frac{100}{d} \right)$$

Trong đó:

T là khoảng thời gian diễn ra (s);

f là tần số tự nhiên thấp nhất (Hz);

d là tắt dần tới hạn ở tần số tự nhiên thấp nhất (tính bằng %).

3.14

Trục thử nghiệm ưu tiên lựa chọn (preferred testing axes)

Ba trục trục giao tương ứng với các trục nhạy cảm nhất của mẫu.

3.15

Mẫu chuyển động ngẫu nhiên (random motion sample)

Mẫu ghi chuyển động ngẫu nhiên thay đổi trong dải tần và biên độ sản sinh ra một phổ đáp ứng yêu cầu.

3.16

Phổ đáp ứng yêu cầu (required response spectrum)

Phổ đáp ứng qui định trong qui định kỹ thuật liên quan.

3.17

Phổ đáp ứng (response spectrum)

Biểu đồ của đáp ứng cực đại đối với chuyển động đầu vào được xác định của một họ các vật thể một bậc tự do như một hàm số của tần số tự nhiên của chúng và ở một tỷ số tắt dần qui định.

3.18

Tần số lấy mẫu (sampling frequency)

Số giá trị cường độ cụ thể trong một giây được ghi lại hoặc biểu diễn theo biểu đồ gia tốc dưới dạng số.

3.19

Phần chính của phổ đáp ứng yêu cầu (strong part of the required response spectrum)

Phần của phổ mà gia tốc đáp tuyến cao hơn dải thông -3 dB của phổ đáp ứng yêu cầu (xem Hình 4).

CHÚ THÍCH: Nhìn chung, đối với các ứng dụng địa chấn, phần chính của phổ đáp ứng nằm ở một phần ba đầu tiên của băng tần.

3.20

Phần chính của phổ đáp ứng yêu cầu (strong part of the required response spectrum)

Phần biểu đồ gia tốc từ thời điểm khi đồ thị lần đầu tiên đạt 25 % giá trị lớn nhất tới thời điểm khi nó giảm lần cuối xuống mức 25 % (xem Hình 5)

3.21

Chu kỳ quét (sweep cycle)

Việc quét qua dải tần qui định một lần theo mỗi hướng, ví dụ 1 Hz đến 35 Hz về 1 Hz.

3.22

Biểu đồ gia tốc tổng hợp (synthesized time-history)

Biểu đồ gia tốc nhân tạo được tạo ra sao cho phổ đáp ứng bao phủ phổ đáp ứng yêu cầu.

3.23

Mức thử nghiệm (test level)

Giá trị đỉnh lớn nhất trong một sóng thử nghiệm.

3.24

Phổ đáp ứng thử nghiệm (test response spectrum)

Phổ đáp ứng bắt nguồn từ chuyển động thực của bàn rung hoặc bằng cách phân tích sử dụng thiết bị phân tích phổ đáp ứng.

3.25

Biểu đồ gia tốc (time-history)

Bản ghi lại, như là một hàm của thời gian, của gia tốc, vận tốc hoặc độ dịch chuyển.

CHÚ THÍCH: Định nghĩa thuật ngữ toán học "biểu đồ gia tốc" được đề cập trong tiêu chuẩn ISO 2041 và liên quan đến độ lớn của một đại lượng được thể hiện như hàm của thời gian.

3.26

Gia tốc chu kỳ zero (zero period acceleration)

Giá trị tiệm cận tần số cao gia tốc của phổ đáp ứng (xem ví dụ Hình 6).

CHÚ THÍCH: Gia tốc chu kỳ zero có ý nghĩa thực tiễn như là giá trị đỉnh lớn nhất của gia tốc, ví dụ dư như trong bản ghi theo thời gian. Không được nhầm với giá trị đỉnh của gia tốc trong phổ đáp ứng.

4 Yêu cầu chung

Mục đích của thử nghiệm này là để xác định khiếm khuyết về cơ học và/hoặc sự suy thoái trong tính năng qui định và để sử dụng thông tin này, kết hợp với qui định kỹ thuật liên quan, để quyết định mẫu có thể được chấp nhận hay không. Mẫu có thể được sử dụng, trong một số trường hợp, để chứng tỏ sự bền vững về cơ học của mẫu và/hoặc nghiên cứu đặc tính động học của chúng.

Mức độ mà mẫu phải thực thi chức năng trong rung hoặc đơn thuần để vượt qua trong điều kiện rung phải được nêu trong qui định kỹ thuật liên quan.

Đối với mục đích của thử nghiệm này, mẫu luôn luôn được gắn chặt ở bàn rung.

Để tạo điều kiện thuận lợi cho việc sử dụng tiêu chuẩn này, các phần tham khảo chính được đưa ra ở biểu đồ Hình 1 và Phụ lục A; số điều trong các phân chính cũng được tham khảo trong Phụ lục A.

5 Yêu cầu đối với các thử nghiệm

Yêu cầu đối với khảo sát về đáp ứng rung được đưa ra ở 5.1, về thử nghiệm biểu đồ gia tốc ở 5.2, trong khi đó 5.3 nói về lắp đặt thử nghiệm.

5.1 Khảo sát về đáp ứng rung

Khi qui định bởi qui định kỹ thuật liên quan, khảo sát về đáp ứng rung có thể phải thực hiện theo TCVN 7699-2-6 (IEC 60068-2-6), từ 5.1.1 đến 5.1.9 dưới đây, để xác định tần số tới hạn và, nếu yêu cầu, tỷ số tắt dần.

Thử nghiệm rung ngẫu nhiên có thể được sử dụng như một phương pháp thay thế cho khảo sát về đáp ứng rung (xem TCVN 7699-2-64(IEC 60068-2-64), 4.3 và Điều A.3).

5.1.1 Chuyển động chính

Chuyển động chính phải là hàm sin theo thời gian và phải sao cho các điểm dừng để cố định mẫu trên bàn rung, các điểm này phải được qui định bởi qui định kỹ thuật liên quan, di chuyển thực chất là đồng pha và theo các đường thẳng song song, chịu các hạn chế qui định trong 5.1.2 và 5.1.3.

5.1.2 Chuyển động bất thường

5.1.2.1 Chuyển động ngang

Biên độ rung lớn nhất tại các điểm kiểm tra theo trục bất kỳ vuông góc với trục qui định không được vượt quá 50 % biên độ qui định ở các tần số đến 500 Hz hoặc 100 % đối với các tần số lớn hơn 500 Hz. Các phép đo chỉ cần bao trùm dải tần số qui định. Trong các trường hợp đặc biệt, ví dụ mẫu có kích thước nhỏ, biên độ của chuyển động ngang cho phép có thể bị giới hạn ở 25 %, nếu có qui định trong yêu cầu kỹ thuật liên quan.

Trong một số trường hợp, ví dụ đối với các mẫu có kích thước lớn hoặc mẫu có khối lượng lớn hoặc ở một số tần số nhất định, có thể khó đạt được những con số đề cập ở trên. Trong các trường hợp như vậy, qui định kỹ thuật liên quan phải qui định áp dụng các yêu cầu nào dưới đây:

- a) chuyển động ngang trục bất kỳ vượt quá giá trị qui định ở trên phải được ghi lại trong báo cáo thử nghiệm; hoặc
- b) chuyển động theo chiều ngang nào được biết là không nguy hiểm cho mẫu thì không cần phải theo dõi.

5.1.2.2 Chuyển động quay

Trong trường hợp các mẫu có kích thước lớn hoặc mẫu có khối lượng lớn, sự xuất hiện chuyển động quay bất thường của bàn rung có thể xảy ra bởi vậy qui định kỹ thuật liên quan phải qui định mức dung sai cho phép. Mức đạt được phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm.

5.1.3 Dung sai tín hiệu

Nếu không có qui định khác trong qui định kỹ thuật liên quan, phải thực hiện các phép đo dung sai tín hiệu gia tốc. Các phép đo này phải được thực hiện tại điểm chuẩn và phải bao trùm các tần số đến 5 000 Hz hoặc năm lần tần số dẫn động, chọn giá trị nào thấp hơn. Tuy nhiên, tần số phân tích lớn nhất này có thể

TCVN 7699-2-57:2013

được mở rộng đến tần số thử nghiệm giới hạn trên khi quét, hoặc cao hơn nữa nếu có qui định trong qui định kỹ thuật liên quan.

Nếu không có qui định khác trong qui định kỹ thuật liên quan, dung sai tín hiệu không được vượt quá 5 %. Trong một số trường hợp, nó có thể không đạt được giá trị này, trong trường hợp đó giá trị dung sai tín hiệu lớn hơn 5 % được chấp nhận. Nếu được qui định, biên độ gia tốc của tín hiệu khống chế ở tần số dẫn động cơ bản phải được đưa về giá trị qui định bằng cách sử dụng bộ lọc hiệu chỉnh.

Trong trường hợp mẫu có kích thước lớn hoặc phức tạp, khi không thể đáp ứng các giá trị dung sai tín hiệu qui định ở một số giá trị trong dải tần, và trên thực tế không thể sử dụng bộ lọc hiệu chỉnh thì không nhất thiết phải phục hồi biên độ gia tốc nhưng dung sai tín hiệu phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm.

CHÚ THÍCH: Nếu không sử dụng bộ lọc hiệu chỉnh và dung sai tín hiệu vượt quá 5 % thì khả năng tái lập có thể bị ảnh hưởng đáng kể bởi việc chọn hệ thống khống chế digital hoặc hệ thống khống chế analog.

Yêu cầu kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu ghi trong báo cáo thử nghiệm dung sai tín hiệu, cùng với dải tần bị ảnh hưởng, có hoặc không sử dụng bộ lọc hiệu chỉnh.

5.1.4 Dung sai biên độ rung

Biên độ chuyển động chính theo trục yêu cầu tại điểm chuẩn và tại các điểm kiểm tra phải bằng giá trị qui định, trong phạm vi các dung sai dưới đây. Các dung sai này bao gồm cả các sai số của thiết bị đo. Yêu cầu kỹ thuật liên quan có thể yêu cầu nêu trong báo cáo thử nghiệm mức độ tin cậy được sử dụng khi đánh giá độ không đảm bảo đo.

Ở những tần số thấp hoặc với các mẫu có kích thước lớn hoặc khối lượng lớn, có thể khó đạt được các dung sai yêu cầu. Trong các trường hợp này, có thể phải qui định giá trị dung sai rộng hơn hoặc yêu cầu kỹ thuật liên quan phải qui định sử dụng phương pháp đánh giá thay thế và được nêu trong báo cáo thử nghiệm.

5.1.4.1 Điểm chuẩn

Dung sai của tín hiệu khống chế tại điểm chuẩn phải là $\pm 15\%$ của chuyển động chính.

5.1.4.2 Điểm kiểm tra

Dung sai tại mỗi điểm kiểm tra phải thực hiện theo qui định sau đây:

- đến 500 Hz: $\pm 25\%$ của gia tốc;
- trên 500 Hz $\pm 50\%$ của gia tốc.

5.1.5 Dung sai tần số

Áp dụng các dung sai tần số dưới đây:

đến 0,25 Hz: $\pm 0,05$ Hz;

từ 0,25 Hz đến 5 Hz:	$\pm 20 \%$;
từ 5 Hz đến 50 Hz:	$\pm 1 \text{ Hz}$;
trên 50 Hz:	$\pm 2 \%$.

Khi yêu cầu so sánh tần số tới hạn (xem 9.2) trước và sau khi thử nghiệm, các dung sai sau đây được áp dụng:

– đến 0,5 Hz:	$\pm 0,05 \text{ Hz}$;
– từ 0,5 Hz đến 5 Hz:	$\pm 10 \%$;
– từ 5 Hz đến 100 Hz:	$\pm 0,5 \text{ Hz}$;
– trên 100 Hz:	$\pm 0,5 \%$.

5.1.6 Quét

Việc quét phải liên tục và tần số phải thay đổi theo hàm số mũ của thời gian ở tốc độ quét không vượt quá một octave trên phút.

CHÚ THÍCH: Đối với hệ thống khống chế digital, không hoàn toàn chính xác khi đề cập đến việc quét "liên tục" nhưng trên thực tế sự khác nhau là không đáng kể.

5.1.7 Tỷ số quét

Tỷ số quét thường được xác định từ khảo sát về đáp ứng rung. Tỷ số này phụ thuộc vào thiết bị thử nghiệm được sử dụng và các yêu cầu đánh giá kỹ thuật. Các phương pháp khác có thể được sử dụng nếu thích hợp được thể hiện trong báo cáo thử nghiệm.

5.2 Thử nghiệm biểu đồ gia tốc

Thử nghiệm biểu đồ gia tốc phải tính đến các điều sau.

5.2.1 Chuyển động chính

Sử dụng biểu đồ gia tốc có thể được lấy từ:

- a) Biểu đồ gia tốc tự nhiên, hoặc
- b) Biểu đồ gia tốc tổng hợp của các thành phần tần số nằm trong dải qui định. Trong trường hợp này, biểu đồ gia tốc tổng hợp phải được tạo ra và với độ phân giải thích hợp như sau:
 - không vượt quá 1/12 băng tần octave khi sự tắt dần của mẫu là thấp hơn hoặc bằng 2 %;
 - không vượt quá 1/6 băng tần octave khi sự tắt dần của mẫu nằm giữa 2 % và 10 % (trường hợp chung);
 - không vượt quá 1/3 băng tần octave khi sự tắt dần của mẫu là cao hơn hoặc bằng 10 %;

TCVN 7699-2-57:2013

Giá trị của tỉ số tắt dần (xem 3.4) có thể được xác định bởi qui định kỹ thuật liên quan hoặc bởi cách khác, ví dụ như bằng cách khảo sát về đáp tuyến rung (xem 5.1). Giá trị này thường được lấy là 5 %.

5.2.2 Chuyển động ngang

Giá trị đỉnh lớn nhất của gia tốc hoặc độ dịch chuyển tại điểm kiểm tra ở bất kỳ trục vuông góc với trục qui định không được vượt quá 25 % của giá trị đỉnh qui định trong biểu đồ gia tốc, trừ khi có qui định khác trong qui định kỹ thuật liên quan. Các phép đo ghi lại được chỉ cần bao trùm dải tần số qui định.

Ở một số tần số nhất định của mẫu hoặc mẫu có kích thước lớn hoặc mẫu có khối lượng lớn, có thể khó đạt được những giá trị ở trên (xem thêm ở A.1). Trong các trường hợp như vậy, qui định kỹ thuật liên quan phải qui định áp dụng các yêu cầu nào dưới đây:

- a) chuyển động ngang bất kỳ vượt quá giá trị qui định ở trên phải được ghi lại trong báo cáo thử nghiệm;
- b) chuyển động ngang không cần phải theo dõi.

5.2.3 Chuyển động quay

Khi xuất hiện chuyển động quay bất kỳ trên bàn rung, mức dung sai được nêu trong báo cáo kỹ thuật, phải được qui định bởi qui định kỹ thuật liên quan.

5.2.4 Vùng dung sai đối với phổ đáp tuyến yêu cầu

Vùng dung sai được áp dụng với phổ đáp tuyến yêu cầu nằm ở dải từ 0 % đến 50 % (xem Hình 6).

Nếu một tỷ lệ nhỏ của các điểm riêng lẻ trên phổ đáp tuyến thử nghiệm nằm ngoài vùng này, thử nghiệm vẫn có thể được chấp nhận, các điểm nhận được như vậy không trùng với các tần số cộng hưởng của mẫu. Nếu điều kiện như vậy không thỏa mãn, mức thử nghiệm thực tế ở tần số cộng hưởng phải được ghi trong báo cáo thử nghiệm (xem thêm ở A.1).

Phổ đáp tuyến thử nghiệm phải được kiểm tra ít nhất ở:

- 1/12 băng tần octave nếu sự tắt dần của mẫu là thấp hơn hoặc bằng 2 %;
- 1/6 băng tần octave nếu sự tắt dần của mẫu nằm giữa 2 % và 10 % (trường hợp chung);
- 1/3 băng tần octave nếu sự tắt dần của mẫu là cao hoặc bằng 10 %;

CHÚ THÍCH: Trong một số trường hợp phổ đáp ứng yêu cầu có thể được thu lại hoặc mở rộng nhân tạo đến mức phổ đáp tuyến thử nghiệm không thể được tạo ra mà nằm trọn trong vùng dung sai này. Dung sai trong qui định kỹ thuật liên quan khi đó có thể cần phải sửa đổi.

5.2.5 Dải tần số

Tín hiệu từ điểm chuẩn phải không chứa bất kỳ tần số cao hơn so với dải tần thử nghiệm, ngoại trừ tín hiệu sinh ra bởi phương tiện thử nghiệm và mẫu thử. Giá trị lớn nhất tín hiệu nằm ngoài dải tần số thử nghiệm được sinh ra bởi các phương tiện thử nghiệm khi không có mẫu thử phải không vượt quá 20 %

giá trị lớn nhất của tín hiệu qui định từ điểm tham chiếu. Nếu các giá trị ở trên không thể đạt được thì những giá trị thu được phải nêu trong báo cáo thử nghiệm.

Các tần số nằm ngoài dải tần số thử nghiệm không được tính đến khi đánh giá phổ đáp tuyến thử nghiệm.

5.2.6 Tính phổ đáp tuyến thử nghiệm

Để giữ sai sót tối thiểu khi tính toán phổ đáp tuyến thử nghiệm, cần cân nhắc kỹ đối với việc lấy mẫu và lọc của biểu đồ gia tốc được đánh giá.

Khuyến cáo rằng tần số lấy mẫu của biểu đồ gia tốc ít nhất là một số tối thiểu cao hơn 10 so với tần số trên f_2 để tính toán đáp tuyến.

CHÚ THÍCH: Theo cách này biểu đồ gia tốc đáp ứng đối với dao động tần số cao nhất f_2 được tính toán với biên độ lỗi nhỏ hơn 5 %. Nếu một tần số lấy mẫu được sử dụng là $2,56 f_2$, thường dùng cho phân tích tần số, có thể thu được một sai số vượt quá 60 % trong đáp ứng cực đại của dao động với tần số cao nhất f_2 .

Một bộ lọc thông thấp luôn được sử dụng để trước khi số hóa biểu đồ gia tốc được đem đánh giá để tránh các lỗi răng cưa. Khuyến cáo rằng tần số cắt tại điểm bán công suất của bộ lọc chống răng cưa là $1,5 f_2$. Dải tỷ lệ cắt phải ít nhất là -60dB/octave . Sử dụng các giá trị khuyến cáo này đảm bảo rằng sẽ thu được một đáp tuyến đầy đủ đối với máy dao động cao nhất f_2 . Lỗi ở các máy dao động cao nhất, do thay đổi pha gây ra bởi các bộ lọc chống răng cưa, cũng cần phải triệt đi.

Lỗi cắt ngắn có thể nhận được nếu biểu đồ gia tốc được đem đánh giá hoặc biểu đồ gia tốc đáp ứng của máy dao động không phân rã trong khung thời gian tính toán. Đây là tới hạn đặc biệt khi tính toán được thực hiện cho máy dao động với tắt dần thấp. Lỗi cắt ngắn phải tránh được bằng cách sử dụng khung thời gian dài.

CHÚ THÍCH: Cách giải thích cơ sở của vấn đề được trình bày ở Phụ lục B của IEC 60068-2-27 ở đó cung cấp cách xác định phổ đáp tuyến “ban đầu” và phổ đáp tuyến “dư”. Để đánh giá phổ đáp tuyến thử nghiệm phải tính một phổ đáp tuyến “tổng”, sau đó đưa vào tính toán bộ “phần chính yếu” của đáp tuyến của máy dao động.

5.3 Lắp đặt

Mẫu phải được lắp đặt theo IEC 60068-2-47.

Nếu một mẫu thường được lắp đặt trên bộ chống rung, nhưng cần thiết phải thực hiện một thử nghiệm mà không có bộ chống rung, mức độ kích thích qui định phải được thay đổi có tính đến trường hợp này.

Ảnh hưởng của kết nối, dây cáp, đường ống v.v... phải được tính đến khi lắp đặt mẫu.

CHÚ THÍCH: Trong thực hành, kết cấu lắp đặt bên trong của mẫu thử nghiệm như lắp đặt bình thường.

Sự định hướng và lắp đặt mẫu trong quá trình thử nghiệm phải được qui định bởi qui định kỹ thuật liên quan và thiết lập điều kiện duy nhất đối với mẫu được coi là phù hợp với yêu cầu của tiêu chuẩn, ngoại trừ lý do đầy đủ có thể đưa ra để mở rộng cho một điều kiện không thử nghiệm (ví dụ nếu chỉ ra được rằng các ảnh hưởng của các trọng lực không ảnh hưởng đến hoạt động của mẫu)

TCVN 7699-2-57:2013

6 Mức khắc nghiệt

Mức khắc nghiệt được xác định bằng cách kết hợp các tham số:

- dải tần thử nghiệm;
- phổ đáp tuyến yêu cầu;
- số và khoảng thời gian của biểu đồ gia tốc;
- số các đỉnh cao của đáp tuyến (xem Điều A.3).

Qui định kỹ thuật liên quan phải nêu rõ các giá trị đối với mỗi tham số trên cơ sở khuyến cáo đưa ra từ 6.1 đến 6.4.

6.1 Dải tần số thử nghiệm

Dải tần thử nghiệm phải được cho trong qui định kỹ thuật liên quan bằng cách lựa chọn tần số thấp hơn ở Bảng 1 và tần số cao hơn ở Bảng 2. Dải tần số khuyến cáo được thể hiện ở Bảng 3; ví dụ về dải tần số thử nghiệm thường được sử dụng cho các ứng dụng khác nhau đưa ra trong Phụ lục B.

Bảng 1 – Tần số thấp

f_1 Hz
0,1
1
5
10
55
100

Bảng 2 – Tần số cao

f_2 Hz
10
20
35
55
100
150
300
500
2 000

Bảng 3 – Dải tần số thử nghiệm khuyến cáo

Từ f_1 Hz	đến	f_2 Hz
0,1	đến	10
1	đến	35
1	đến	100
5	đến	35
10	đến	100
10	đến	150
10	đến	500
10	đến	2 000
55	đến	2 000

* Các dải tần đánh dấu hoa thị () không nằm trong dải khuyến cáo của TCVN 7699-2-6 (IEC 60068-2-6)

6.2 Phổ đáp tuyến yêu cầu

Qui định kỹ thuật liên quan phải được nêu mức và hình dạng của phổ đáp tuyến yêu cầu được sử dụng đối với các thử nghiệm, kể cả giá trị gia tốc chu kỳ zero. Nó cũng được nêu rõ các trục của mẫu mà dọc theo các trục đó các phổ được áp dụng khi chúng không giống nhau cho tất cả các trục.

Hướng dẫn đối với sự phát triển của một phổ đáp ứng yêu cầu trong tình hình điều kiện môi trường chưa biết rõ được cung cấp trong Điều A.2.

6.3 Số và khoảng thời gian của biểu đồ gia tốc

6.3.1 Số biểu đồ gia tốc

Qui định kỹ thuật liên quan phải qui định số biểu đồ gia tốc được áp dụng cho mẫu và các trục có liên quan.

Trừ khi có qui định khác, số biểu đồ gia tốc được áp dụng cho mỗi trục thử nghiệm và cho mỗi mức biểu đồ gia tốc phải được lựa chọn từ dãy sau:

...1; 2; 5; 10; 20; 50 ...

Khi sử dụng nhiều hơn một mức biểu đồ gia tốc, thử nghiệm phải luôn luôn bắt đầu ở mức thấp nhất và tiếp theo là các mức cao hơn. Mỗi biểu đồ gia tốc phải có khoảng dừng theo sau bằng cách tạm dừng.

6.3.2 Khoảng thời gian của biểu đồ gia tốc

Qui định kỹ thuật liên quan phải nêu khoảng thời gian của mỗi biểu đồ gia tốc để các giá trị khuyến cáo tính bằng giây được đưa ra bởi dãy sau:

...1; 2; 5; 10; 20; 30; 50 ...

6.3.3 Khoảng thời gian của phần chính biểu đồ gia tốc

Trong một số trường hợp, qui định kỹ thuật liên quan có thể nêu phần chính biểu đồ gia tốc là một tỉ lệ phần trăm của khoảng thời gian tổng. Mặt khác ngoại trừ khi bị ngăn chặn bởi các yêu cầu của mục 6.4, giá trị của phần chính phải được lựa chọn từ các tỷ lệ phần trăm sau của khoảng thời gian tổng:

25 %, 50 %, 75 %.

Giá trị lựa chọn phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm.

6.4 Số các đỉnh cao của đáp tuyến

Qui định kỹ thuật liên quan có thể nêu số các đỉnh cao của đáp tuyến đưa đến các giá trị lớn hơn giá trị ngưỡng qui định (xem Điều A.3).

Các đỉnh cao của đáp tuyến là thiết bị khắc nghiệt bổ xung tốt nhất khi tần số tự nhiên được đặt bên trong phần chính của phổ đáp tuyến yêu cầu.

TCVN 7699-2-57:2013

Các đỉnh cao này của đáp tuyến phải được thể hiện như là tỷ lệ phần trăm của giá trị phổ đáp tuyến yêu cầu ở các tần số tự nhiên qui định.

Trừ khi qui định kỹ thuật liên quan có qui định khác, số các đỉnh cao của đáp tuyến phải trong dải từ 3 đến 20, với tham chiếu đến một giá trị ngưỡng là 70 %, đối với tỷ số tắt dần là 2 % đến 10 %. Các đỉnh âm và dương xen kẽ phải phân bố đều như trên Hình 2.

7 Ổn định trước

Qui định kỹ thuật liên quan có thể có yêu cầu ổn định trước và khi đó phải qui định các điều kiện.

8 Phép đo ban đầu

Mẫu thử nghiệm phải được kiểm tra bằng mắt, kiểm tra về kích thước và kiểm tra chức năng theo qui định kỹ thuật liên quan

9 Thử nghiệm

9.1 Yêu cầu chung

Mẫu thử nghiệm phải được kích thích ở một trong ba trục thử nghiệm ưu tiên trừ khi có qui định khác trong qui định kỹ thuật liên quan. Trình tự thử nghiệm dọc theo các trục là không quan trọng trừ khi qui định có trong qui định kỹ thuật liên quan.

Khi có qui định trong qui định kỹ thuật liên quan, việc khống chế mức thử nghiệm qui định phải được bổ sung thêm giới hạn lớn nhất của lực truyền động đặt lên bàn rung. Phương pháp giới hạn lực phải được mô tả trong qui định kỹ thuật liên quan.

9.2 Khảo sát đáp ứng rung

Khi có qui định trong qui định kỹ thuật liên quan, đáp ứng động lực học của mẫu thử nghiệm trong dải tần xác định phải được khảo sát.

Khảo sát đáp ứng rung có thể được thực hiện với rung hình sin hoặc rung ngẫu nhiên trong một dải tần số thử nghiệm với một mức thử nghiệm theo qui định kỹ thuật liên quan.

Khảo sát đáp ứng phải thực hiện với một mức thử nghiệm được lựa chọn sao cho đáp ứng của mẫu thử nghiệm dư nhỏ hơn so với thử nghiệm biểu đồ gia tốc nhưng ở mức đủ cao để phát hiện ra tần số tới hạn.

Khảo sát đáp tuyến có kích thích hình sin phải thực hiện với tốc độ quét logarit không cao hơn một octave trên phút, nhưng có thể yêu cầu giảm được nếu có nhiều xác định không chính xác của đặc tính đáp tuyến có thể đạt được. Phải tránh thời gian dừng quá lâu.

Khảo sát đáp tuyến có rung tự nhiên phải thực hiện có tính đến sao cho thời gian của thử nghiệm phải đủ dài để rung ngẫu nhiên nhỏ nhất ở đáp tuyến. Cần lưu ý rằng đáp tuyến tần số sẽ cần phải đủ cao

để xác định các đỉnh đáp tuyến đầy đủ (băng thông hẹp nhất -3 dB), và khuyến cáo rằng ít nhất năm đường quang phổ chứa trong băng thông hẹp nhất -3 dB.

Mẫu thử nghiệm phải ở chế độ hoạt động trong khảo sát này nếu được yêu cầu trong qui định kỹ thuật liên quan. Khi không thể đánh giá các đặc tính rung về cơ bởi vì mẫu đang hoạt động thì phải thực hiện thêm các khảo sát đáp ứng rung khi mẫu không hoạt động. Trong giai đoạn này, mẫu thử nghiệm được xem xét để xác định tần số tới hạn và sau đó phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm.

Trong một số trường hợp nhất định, qui định kỹ thuật liên quan có thể đòi hỏi khảo sát đáp ứng rung bổ sung khi kết thúc qui trình chịu rung để có thể so sánh được các tần số tới hạn trước và sau.

Qui định kỹ thuật liên quan phải nêu những công việc cần thực hiện nếu có bất cứ sự thay đổi nào về tần số. Nhất thiết là cả hai lần khảo sát đáp ứng rung đều phải được thực hiện theo cùng một cách và ở mức thử nghiệm giống nhau.

9.3 Thử nghiệm biểu đồ gia tốc

Đối với thử nghiệm biểu đồ gia tốc, các giá trị mức khác nghiệt được cho trong qui định kỹ thuật liên quan theo Điều 6.

Phổ đáp ứng thử nghiệm bao bọc phổ đáp ứng yêu cầu phù hợp với dung sai đưa ra ở 5.2.4.

Giữa các biểu đồ gia tốc tạm dừng liên tiếp phải có khoảng cách dừng đủ dài để không có sự gối lên nhau đáng kể của chuyển động đáp ứng của mẫu xảy ra. Qui định kỹ thuật liên quan phải nêu thử nghiệm ở trực đơn, hai trục, ba trục nếu yêu cầu.

CHÚ THÍCH: Phương pháp thử nghiệm hai trục, ba trục được sử dụng đối với thiết bị địa chấn (loại 1, xem A.2.1), xem IEC 60068-3-3.

9.3.1 Thử nghiệm trực đơn

Thử nghiệm được thực hiện liên tiếp dọc theo mỗi trục thử nghiệm chuẩn.

9.3.2 Thử nghiệm hai trục

Đối với mỗi loạt thử nghiệm, hai biểu đồ gia tốc được áp dụng đồng thời cùng với hai trục thử nghiệm chuẩn của mẫu. Nếu biểu đồ gia tốc phụ thuộc, mỗi thử nghiệm được lặp lại với với góc pha từ 0° đến 180° .

CHÚ THÍCH: Khi qui định thử nghiệm hai trục, thử nghiệm có thể được thực hiện ở một trục đơn hướng với trục lắp đặt nhưng di chuyển dọc theo hai trục luôn luôn phụ thuộc nhau. Phổ đáp tuyến thử nghiệm cho mỗi trục phải được điều chỉnh để bao bọc phổ đáp tuyến yêu cầu trong trục.

9.3.3 Thử nghiệm ba trục

Đối với mỗi loạt thử nghiệm biểu đồ gia tốc được áp dụng đồng thời cả ba trục thử nghiệm chuẩn. Mỗi phương pháp thử nghiệm, sử dụng lắp đặt trục đơn hoặc hai trục là không thích hợp.

10 Phép đo trung gian

Khi có qui định trong qui định kỹ thuật liên quan, mẫu phải hoạt động trong số các thử nghiệm biểu đồ gia tốc và tính năng của mẫu phải được kiểm tra.

11 Phục hồi

Khi có qui định trong qui định kỹ thuật liên quan, đôi khi cần có một khoảng thời gian sau khi thử nghiệm và trước các phép đo cuối cùng để mẫu có thể đạt được các điều kiện ở phép đo ban đầu, ví dụ nhiệt độ.

12 Phép đo kết thúc

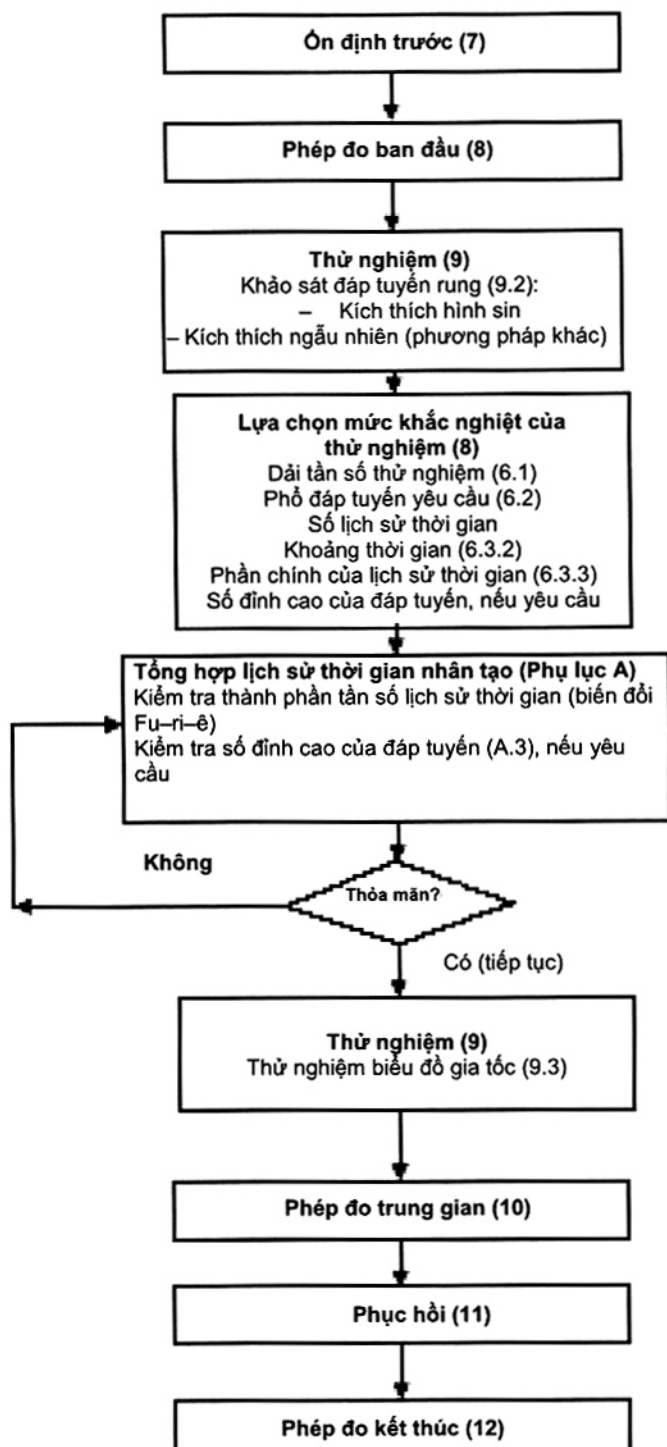
Mẫu phải được kiểm tra bằng mắt, kiểm tra kích thước và chức năng hoạt động qui định trong qui định kỹ thuật liên quan.

Qui định kỹ thuật liên quan phải đưa ra các tiêu chí để chấp nhận hoặc loại bỏ mẫu.

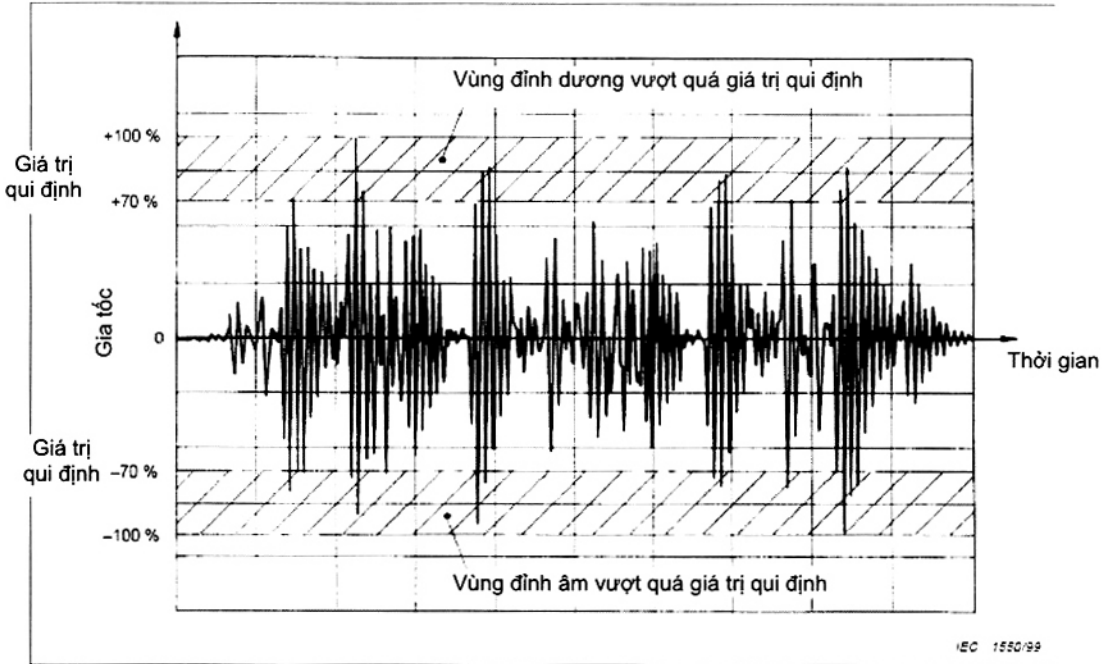
13 Thông tin cần nêu trong qui định kỹ thuật liên quan

Khi thử nghiệm này được nêu trong qui định kỹ thuật liên quan thì phải nêu các nội dung dưới đây nếu thuộc đối tượng áp dụng, chú ý đến các hạng mục có đánh dấu hoa thị (*) vì đây là thông tin luôn được yêu cầu.

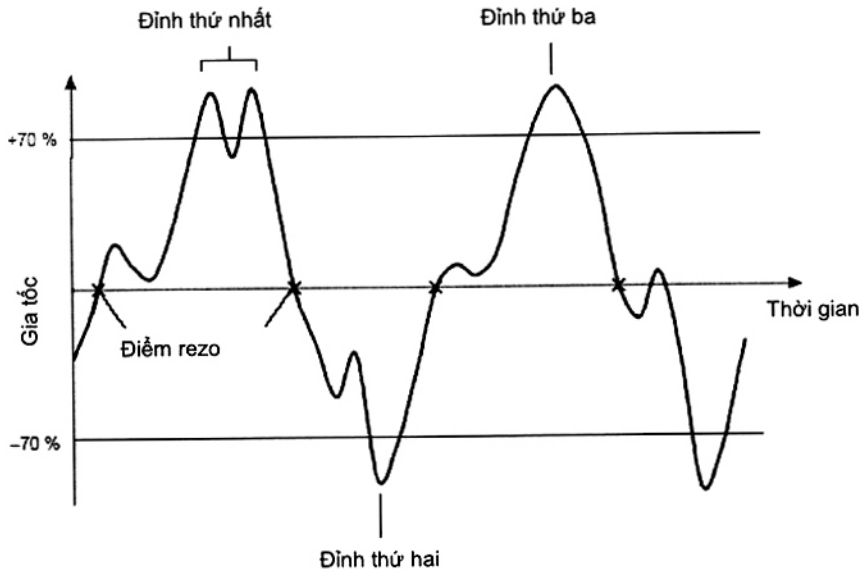
	Điều
a) Chuyển động chính *	5.1.1 và 5.2.1
b) Chuyển động ngang	5.1.2.1 và 5.2.2
c) Chuyển động quay	5.1.2.1 và 5.2.3
d) Dung sai tín hiệu	5.1.3
e) Dung sai biên độ rung	5.1.4
f) Tỷ số tắt dần	5.1.7
g) Lắp đặt mẫu thử nghiệm *	5.3
h) Dài tần số thử nghiệm *	6.1
i) Phổ đáp tuyến yêu cầu *	6.2, A.2
j) Số biểu đồ gia tốc *	6.3.1
k) Khoảng biểu đồ gia tốc	6.3.2
l) Khoảng thời gian của phần chính biểu đồ gia tốc	6.3.3
m) Số đỉnh cao của đáp tuyến và giá trị ngưỡng	6.4, A.3
n) Ôn định trước	7
o) Phép đo ban đầu *	8
p) Thử nghiệm chuẩn	9.1
q) Giới hạn lực truyền động	9.1
r) Khảo sát đáp ứng rung	9.2
s) Kiểm tra tính năng và chức năng	9.2
t) Thử nghiệm trực đơn, hai trục hoặc ba trục	9.3
u) Phép đo trung gian	10
v) Phục hồi	11
w) Phép đo kết thúc *	12



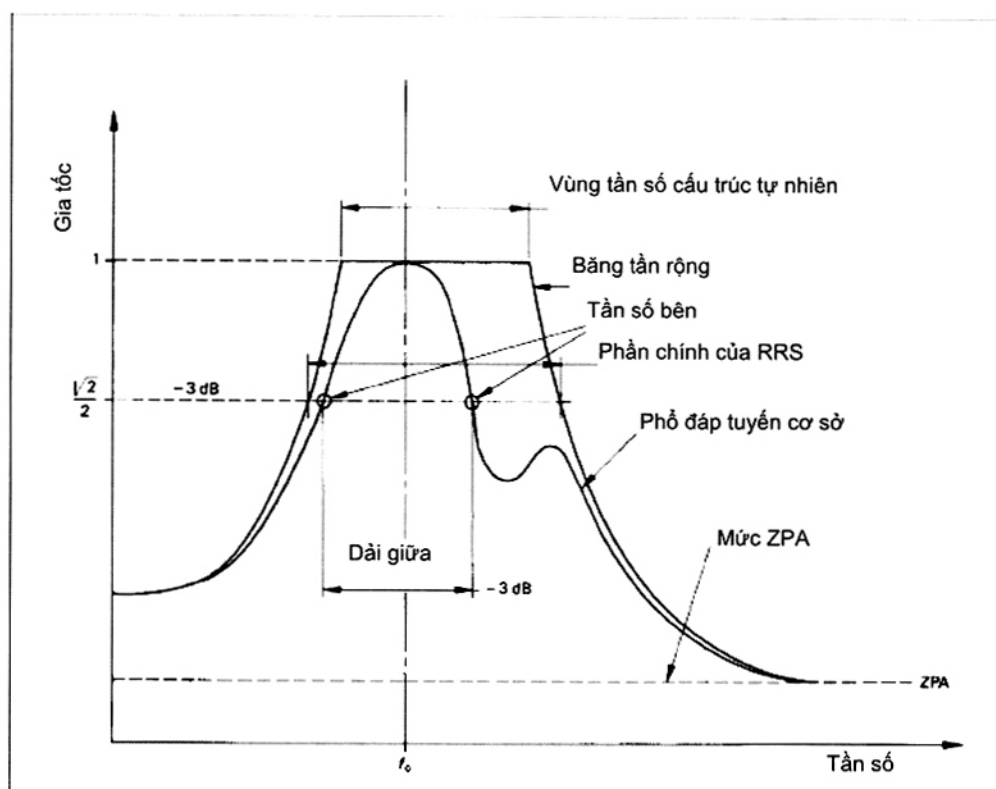
Hình 1 – Lưu đồ rung, biểu đồ gia tốc



Hình 2 – Ví dụ về một đáp tuyến điển hình của máy tạo dao động bị kích thích bởi biểu đồ gia tốc qui định (giá trị ngưỡng qui định là 70 %)



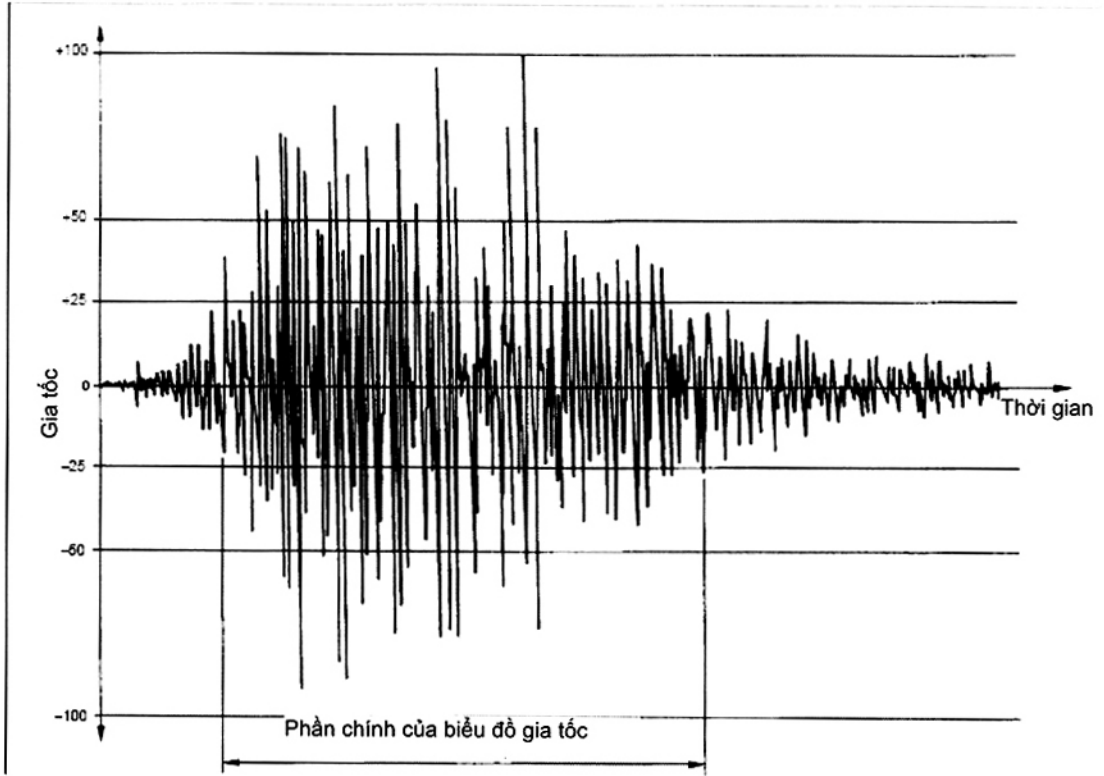
Hình 3 – Ví dụ xác định các đỉnh của cộng hưởng cao hơn qui định (70 %) giá trị ngưỡng

**CHÚ DẪN:**

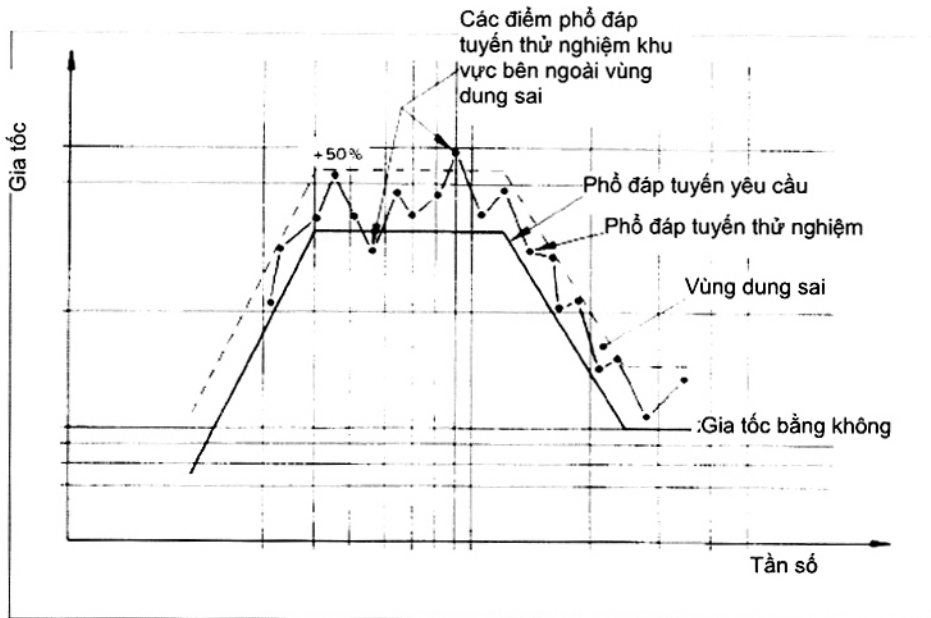
RRS phổ đáp tuyến yêu cầu

ZPA Gia tốc chu kỳ zero

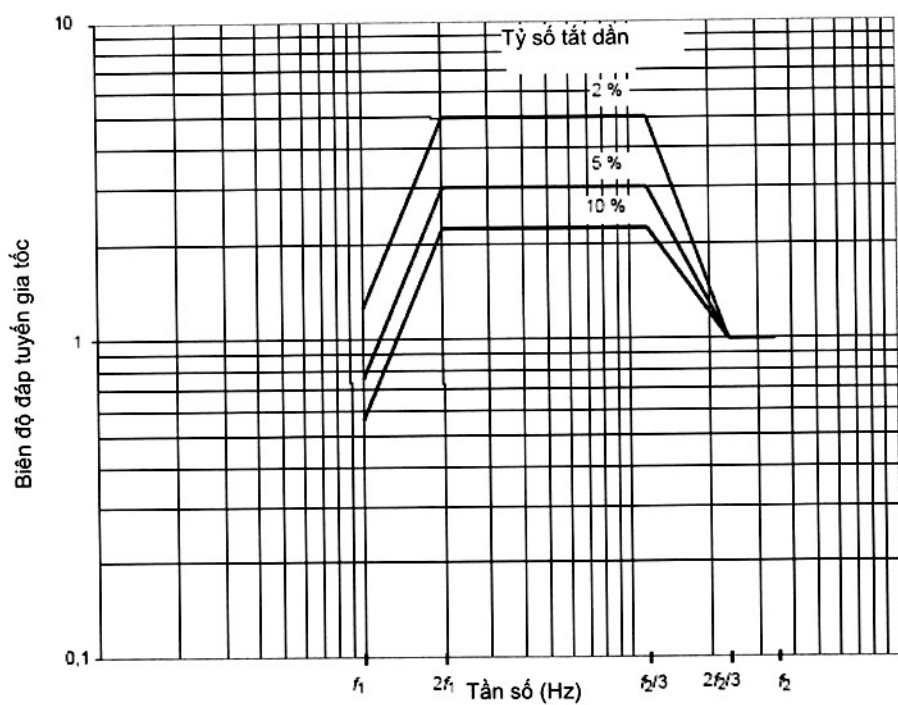
Hình 4 – Kiểu phổ đáp tuyến vô bọc



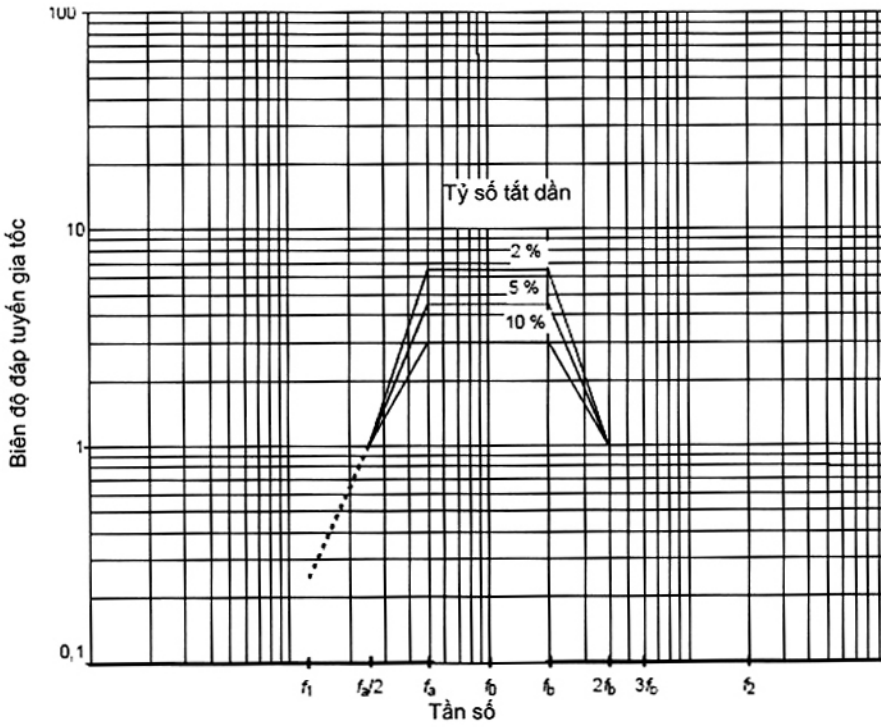
Hình 5 – Kiểu biểu đồ gia tốc



Hình 6 – Kiểu điển hình của phổ đáp tuyến yêu cầu



Hình 7 – Loại 1: khuyến cáo dạng phổ đáp tuyến yêu cầu ở dạng tổng quát



Hình 8 – Loại 2: khuyến cáo dạng phổ đáp tuyến yêu cầu ở dạng tổng quát

Phụ lục A

(tham khảo)

Tổng hợp biểu đồ gia tốc nhân tạo: Hướng dẫn

A.1 Giới thiệu

Tồn tại nhiều qui trình thử nghiệm đã được công nhận để chứng tỏ khả năng mẫu chịu được các dạng khác nhau của lực rung hình sin. Các qui trình từ hình sin liên tục đơn giản đến các phương pháp biểu đồ gia tốc chuyên biệt cao phức hợp, mỗi quy trình thích hợp nhất đối với các yêu cầu hoặc điều kiện xung quanh riêng, hoặc để thể hiện một môi trường rung riêng biệt.

Phương pháp biểu đồ gia tốc trở thành quan trọng đối với:

- Các ứng dụng nơi môi trường rung được mô phỏng gần giống nhất có thể;
- Các ứng dụng nơi mẫu ít được biết, hoặc nơi rất khó xác định các đặc điểm tới hạn thuộc về mẫu, ví dụ tần số tới hạn, v...v...

Thử nghiệm biểu đồ gia tốc tránh xu hướng để thử nghiệm vượt quá so với các phương pháp khác. Bởi vì phương pháp biểu đồ gia tốc có thể tái lập hoặc thể hiện gần nhất môi trường thực và khả năng quá sức chịu đựng hoặc hỏng của mẫu do phương pháp thử quá đơn điệu được giảm xuống.

Tái tạo môi trường thực tế hoặc môi trường trường, một phổ đáp ứng được phát triển bởi người viết qui định. Thông thường hệ số tắt dần được qui định để thể hiện sự tắt dần của mẫu. Phổ đáp ứng được thể hiện này được gọi là phổ đáp ứng yêu cầu và là một phần của qui định kỹ thuật và thể hiện tiêu chí thử nghiệm phải được hoàn thành. Trong thử nghiệm của mẫu, qui trình phòng thử nghiệm sản sinh ra một môi trường tương tự và tạo ra một phổ đáp ứng thử nghiệm. Phổ đáp ứng thử nghiệm này có được bằng việc xử lý các bản ghi của chuyển động bàn rung trong khi tiến hành thử nghiệm (5.2.6). Điều quan trọng trong tính toán phổ đáp ứng thử nghiệm là dạng sóng đầu vào (chuyển động bàn rung) được ghi lại có tính đến các khuyến cáo nêu trong 5.2.6.

Phổ đáp ứng thử nghiệm sau đó được so sánh với phổ đáp ứng yêu cầu để xác định xem tiêu chí thử nghiệm đã thực hiện đầy đủ chưa. Để thực hiện các tiêu chí thử nghiệm, phổ đáp ứng thử nghiệm phải bao bọc phổ đáp ứng yêu cầu. Trong việc phát triển phổ đáp ứng yêu cầu, chạy thử hoặc chạy sơ bộ thường được thực hiện với mẫu thử nghiệm thay đổi bằng một khối lượng tương đương. Như vậy, phòng thử nghiệm có thể điều chỉnh các mức thử nghiệm và không làm hỏng và quá tải các mẫu thử nghiệm một cách không cần thiết.

Dung sai được áp dụng cho phổ đáp ứng yêu cầu phải được nêu trong qui định kỹ thuật nhưng nếu tỷ lệ nhỏ của các điểm riêng lẻ nằm ngoài vùng dung sai (xem Hình 6) thử nghiệm có thể được chấp nhận. Trong một số trường hợp, khi thử nghiệm mẫu có khối lượng lớn hoặc mẫu có kích thước lớn, thử nghiệm có thể không đạt được dung sai như yêu cầu ở tần số nào đó. Trong các trường hợp này, quy định kỹ thuật cho phép dải dung sai lớn hơn được áp dụng (xem 5.2.4).

Thử nghiệm biểu đồ gia tốc đòi hỏi các phòng thử nghiệm sử dụng các thiết bị đo đặc tính vi và chính xác, cũng như thiết bị máy tính kỹ thuật số để điều khiển và phân tích. Các thông số đã cho được chuẩn hóa và dung sai phù hợp được lựa chọn để có được kết quả tương tự khi thử nghiệm được tiến hành tại các địa điểm khác nhau. Việc chuẩn hoá các giá trị cũng cho phép thiết bị được nhóm lại thành các loại tương ứng với khả năng của chúng để chịu được những khác biệt rung động nhất định.

A.2 Khuyến cáo để đạt được phổ đáp tuyến yêu cầu (xem 6.2)

Khi các ứng dụng hoặc môi trường không được biết rõ, các khuyến cáo sau đây được đưa ra để xác định phổ đáp ứng yêu cầu. Do số lượng lớn các ứng dụng (địa chấn, không gian, chuyên chở và lý do khác), cần phải đưa ra khuyến cáo đối với hai loại phổ đáp ứng yêu cầu

A.2.1 Loại 1

Loại 1 liên quan đến:

- ứng dụng địa chấn;
- ứng dụng với biểu đồ gia tốc có nhiều tần số trải rộng một dải tần rộng;
- trường hợp khi một bộ nhiều biểu đồ gia tốc với các tần số khác nhau cần được bao bọc lại;
- trường hợp khi cần thiết để kích thích các thiết bị trên một dải tần rộng không cần để ý đến ứng dụng.

Phổ đáp ứng yêu cầu cho loại 1 được thể hiện trên Hình 7, theo các xem xét đưa ra sau đây:

- a) dải tần thử nghiệm (f_1 đến f_2) lựa chọn từ bảng 3; ví dụ các giá trị thường sử dụng được chỉ ra ở Phụ lục B.
- b) giá trị gia tốc chu kỳ zero, g_n thường được lựa chọn từ dãy sau:
... 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20...
- c) Giữa f_1 và $2 f_1$, gia tốc được xác định bởi độ dốc 12 dB/octave.

CHÚ THÍCH: Khi lựa chọn tần số f_1 thấp hơn 0,8 Hz, tần số $2 f_1$ phải được cố định ở 1,6 Hz và độ dốc dưới 1,6 Hz phải là 12 dB/octave.

- d) Giá trị lớn nhất của gia tốc giữa $2 f_1$ và $1/3 f_2$ bằng:
 - 2,24 lần gia tốc chu kỳ zero đối với tỷ số tắt dần là 10 %;
 - 3 lần gia tốc chu kỳ zero đối với tỷ số tắt dần là 5 %;
 - 5 lần gia tốc chu kỳ zero đối với tỷ số tắt dần là 2 %;
- e) giữa $1/3 f_2$ và $2/3 f_2$ gia tốc đạt được giá trị gia tốc chu kỳ zero theo định luật tuyến tính theo thang chia log/log.

TCVN 7699-2-57:2013

CHÚ THÍCH: Khi tỷ số tắt dần đặt trung của mẫu nằm giữa 2 % và 10 %, phổ đáp tuyến yêu cầu được khuyến cáo ở 5 %. Nếu tỷ số tắt dần đặc trưng của mẫu thấp hơn hoặc bằng 2 %, chỉ có phổ đáp tuyến yêu cầu ở 2 % được khuyến cáo, và tỷ số tắt dần cao hơn hoặc bằng 10 %, phổ đáp tuyến yêu cầu ở 10 % được khuyến cáo.

A.2.2 Loại 2

Loại 2 liên quan đến các ứng dụng được biết rằng biểu đồ gia tốc có chứa một hoặc một số tần số chủ đạo trong một băng tần hẹp.

Phổ tần số yêu cầu đối với loại 2 được thể hiện trên Hình 8, phù hợp với các xem xét dưới đây.

a) Việt lựa chọn tần số trung tâm f_0 dựa trên những hiểu biết rõ nhất về các tần số chủ đạo của ứng dụng môi trường. Phù hợp với ISO 266, giá trị khuyến cáo cho f_0 được chỉ ra bởi dãy sau (khoảng cách là 1/3 octave):...16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 160...

b) Mỗi quan hệ sau đây được sử dụng giữa f_a , f_b và f_0 đối với yêu cầu tổng quát chung:

$$f_a = f_0/2; f_b = 2 f_0$$

CHÚ THÍCH: Đối với một số ứng dụng một dải tần hẹp hơn là cần thiết cho phần chính của phổ đáp ứng; trong các trường hợp như vậy giới hạn tới 2/3 octave được khuyến cáo (từ $f_a = f_0 / \sqrt[3]{2} = 0,794 f_0$ và $f_b = f_0 / \sqrt[3]{2} = 1,26 f_0$)

c) Dải tần $f_a/2$, $3 f_b$ có thể được điều chỉnh để phù hợp với các trị cho ở 6.1 hoặc trong Phụ lục B.

d) Giá trị gia tốc chu kỳ zero, g_n thường được chọn từ dãy: ...1; 2; 5; 10; 20 ...

e) Giữa $f_a/2$ và f_a và giữa f_b và $2 f_b$ gia tốc đạt đến giá trị gia tốc chu kỳ zero với định luật phân chia log/log theo Hình 8. Giữa f_a và $f_a/2$ khuyến khích độ dốc là 12 dB/octave. Giữa $2 f_b$ và f_b gia tốc bằng gia tốc chu kỳ zero.

f) Giá trị lớn nhất của gia tốc giữa f_a và f_b bằng:

- 3 lần gia tốc chu kỳ zero đối với tỷ số tắt dần là 10 %;
- 4,5 lần gia tốc chu kỳ zero đối với tỷ số tắt dần là 5 %;
- 6,5 lần gia tốc chu kỳ zero đối với tỷ số tắt dần là 2 %;

CHÚ THÍCH: Khi tỷ số tắt dần đặt trung của mẫu nằm giữa 2 % và 10 %, phổ đáp tuyến yêu cầu được khuyến cáo ở 5 %. Nếu tỷ số tắt dần đặc trưng của mẫu thấp hơn hoặc bằng 2 %, chỉ có phổ đáp tuyến yêu cầu ở 2 % được khuyến cáo, và tỷ số tắt dần cao hơn hoặc bằng 10 %, phổ đáp tuyến yêu cầu ở 10 % được khuyến cáo.

A.3 Số các đỉnh lớn của đáp ứng (xem 6.4)

Việc tái tạo ra các hiệu ứng như khi sinh ra do ảnh hưởng của rung (ví dụ động đất, nổ) đòi hỏi môi trường chuyên biệt được mô phỏng thật cẩn trọng với một số hệ số an toàn nhất định. Khi môi trường

không được biết đầy đủ hoặc khó mô phỏng, một hệ số an toàn cần phải tính đến để phòng trường hợp xấu nhất.

Tiêu chí đầu tiên đối với những điều nói ở trên bao gồm việc đảm bảo rằng phổ đáp ứng thử nghiệm bao phủ phổ đáp ứng yêu cầu. Sự bao phủ đảm bảo rằng mức yêu cầu cực đại của từng đáp ứng dao động đã đạt được.

Tiêu chí thứ hai là đảm bảo rằng thời gian phần chính của biểu đồ gia tốc bằng hoặc dài hơn khoảng thời gian hiện tượng được xem xét.

Hai phương pháp tiếp cận nói ở trên, tuy nhiên, không đủ vì nó không tính đến toàn bộ các hiệu ứng kích thích xen kẽ ở mức cao. Thật ra, các kích thích này có tính quan trọng sống còn đối với thiết bị khi chúng xuất hiện ở tần số dao động tự nhiên và tạo ra sức căng không đàn hồi phát sinh có thể có hại cho mẫu.

Một phân tích của các tín hiệu mô phỏng các hiện tượng được xem xét cho phép tính các đỉnh cao này của đáp ứng. Điều này có thể được thực hiện trong quá trình tổng hợp biểu đồ gia tốc nhân tạo (xem biểu đồ Hình 1):

- a) Bằng cách kiểm tra nội dung tần số của biểu đồ gia tốc tổng hợp trong trật tự để đảm bảo rằng kích thích mẫu ở tần số tự nhiên (phân tích biến đổi hàm Fourier);
- b) Bằng cách tính số đỉnh cao của đáp tuyến mà giá trị của chúng vượt quá mức qui định cho các dao động hướng trung tâm trên các tần số bao phủ phần chính của phổ đáp tuyến yêu cầu.

Khả năng gây hư hại của biểu đồ gia tốc tỷ lệ trực tiếp với sức chứa năng lượng của nó và năng lượng cung cấp bởi một biểu đồ gia tốc liên quan trực tiếp đến số các đỉnh tạo ra trong đáp ứng của dao động. Vì vậy, nếu hai biểu đồ gia tốc khác nhau, sẽ phát ra cùng số các đỉnh cao ở trong đáp ứng của cùng bộ dao động, chúng có khả năng gây hư hại giống nhau. Tuy nhiên, nó phải được xem xét tổng các hư hại sinh ra trong một mẫu liên quan không chỉ đến số các đỉnh cao của đáp ứng, mà còn đến mức của các đỉnh này; do đó số các đỉnh cao của đáp ứng phải được chọn đối với một giá trị ngưỡng.

Dù hư hại do hỏng giảm rất nhanh theo biên độ cũng đủ để xem xét các đỉnh cao hơn một giá trị ngưỡng (xem 6.4 và Hình 2 và Hình 3) ở đáp ứng dao động tập trung trên các tần số bao phủ phần chính của phổ đáp ứng yêu cầu.

Đối với mỗi ứng dụng (động đất, nổ v.v...) có một mối quan hệ giữa mức độ ngưỡng và số các đỉnh tương ứng ở vị trí nơi mẫu lắp đặt. Như vậy, mức của ngưỡng và số lượng tương ứng của đỉnh phải được lựa chọn để thể hiện theo cách tốt nhất các hiệu ứng hỏng. Nói chung, các đỉnh thấp hơn 50 % có ảnh hưởng ít từ quan điểm mỗi chu kỳ. Mức ngưỡng cao hơn 90 % sẽ dẫn đến chỉ có ít đỉnh là không đại diện cho hiệu ứng hỏng. Đối với các lý do này, khuyến cáo nên sử dụng 70 % giá trị ngưỡng với số đỉnh đại diện liên quan đến từng ứng dụng. Kinh nghiệm cho thấy đối với ứng dụng địa chấn, ít

TCVN 7699-2-57:2013

nhất năm đỉnh có ngưỡng giá trị 70 % được xem xét. Trong bất kỳ trường hợp nào, yêu cầu chọn số đỉnh cao của đáp ứng.

Qui định đặc biệt thận trọng thực hiện quá trình tổng hợp biểu đồ gia tốc nhân tạo để có được số đỉnh cao của đáp ứng. Từ kinh nghiệm có thể tin rằng số các đỉnh cao đòi hỏi của đáp ứng đạt được khi áp dụng ba điều sau:

- tần số tự nhiên của mẫu nằm bên trong phần chính của đáp ứng phổ;
- hoạt động của mẫu là tuyến tính;
- phổ đáp ứng thử nghiệm bao phủ phổ đáp tuyến yêu cầu.

Phụ lục B
(tham khảo)

Dải tần số thử nghiệm

Ví dụ về dải tần số thử nghiệm thường được sử dụng cho các ứng dụng khác nhau như sau:

* Ứng dụng địa chấn: (thiết bị mặt đất và thiết bị gắn trên sàn)	Từ	1 Hz	đến	35 Hz
CHÚ THÍCH: Trong trường hợp thiết bị có tần số tự nhiên dưới 1 Hz dải tần đề xuất từ 0,1 Hz đến 35 Hz.				

* Ứng dụng chuyên chở	Từ	1 Hz	đến	100 Hz
	Từ	10 Hz	đến	100 Hz
	Từ	10 Hz	đến	150 Hz
	Từ	10 Hz	đến	500 Hz

* Ứng dụng hàng không	Từ	10 Hz	đến	500 Hz
	Từ	10 Hz	đến	2000 Hz
