

TCVN 9076:2011

ISO 14695:2003

Xuất bản lần 1

**QUẠT CÔNG NGHIỆP –
PHƯƠNG PHÁP ĐO RUNG CỦA QUẠT**

Industrial fans – Method of measurement of fan vibration

Mục lục

Lời nói đầu.....	5
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	8
4 Ký hiệu và đơn vị.....	9
5 Lắp đặt thiết bị thử.....	11
5.1 Qui định chung.....	11
5.4 Bộ đỡ cứng của quạt.....	16
5.5 Mối nối mềm.....	16
6 Thiết bị đo.....	16
6.1 Qui định chung.....	16
6.4 Bộ chuyển đổi.....	18
6.5 Gia tốc kế áp điện.....	18
6.6 Bộ tiền khuếch đại.....	18
6.7 Bộ phân tích.....	18
6.8 Dụng cụ chỉ báo.....	19
6.9 Tín hiệu ra.....	19
7 Nối ghép bộ chuyển đổi.....	20
7.1 Qui định chung.....	20
7.2 Phương pháp ghép nối.....	21
8 Lựa chọn vị trí đo.....	21
8.1 Qui định chung.....	21
8.2 Lắp đặt trên khung bệ liên hợp.....	24
8.3 Lắp đặt bộ chuyển đổi cho các quạt khác.....	24
9 Môi trường thử và dữ liệu vận hành.....	24
10 Qui trình.....	25
10.1 Qui định chung.....	25

TCVN 9076:2011

10.2 Các thông số đo..... 25

10.3 Phân tích tần số..... 26

11 Trình bày các kết quả..... 26

Phụ lục A..... 28

Phụ lục B..... 35

Phụ lục C 37

Phụ lục D 40

Phụ lục E..... 42

Thư mục tài liệu tham khảo..... 44

Lời nói đầu

TCVN 9076:2011 hoàn toàn tương đương với ISO 14695:2003.

TCVN 9076:2011 do Ban Kỹ thuật Tiêu chuẩn Quốc Gia TCVN/TC 117 *Quạt công nghiệp* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Việt Nam đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Quạt công nghiệp – Phương pháp đo độ rung của quạt

Industrial fans – Method of measurement of fan vibration

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này mô tả phương pháp đo các đặc tính rung của quạt thuộc tất cả các kiểu, trừ các quạt được thiết kế duy nhất cho tuần hoàn không khí, ví dụ các quạt trần và quạt bàn. Tuy nhiên, tiêu chuẩn này được giới hạn cho tất cả các kiểu quạt được lắp đặt với công suất nhỏ hơn 300 kW. Đối với các quạt có công suất lớn hơn công suất này thì có thể sử dụng các phương pháp được mô tả trong ISO 10816-1 và các giới hạn áp dụng được trong ISO 10816-3. Tiêu chuẩn này chỉ đưa ra một phương pháp chung và không cho các chuẩn mực để giải thích các dữ liệu [xem TCVN 9075:2011 (ISO 14694:2003)].

Tiêu chuẩn này qui định phép đo rung có thể được ghi lại như giá trị quân phương giới hạn (chung) r.m.s của tốc độ, gia tốc hoặc độ dịch chuyển, hoặc dưới dạng phổ tần số trong dải tần thích hợp. Tiêu chuẩn này bao gồm cả các phương pháp thử khi được treo trên các dây cáp đàn hồi hoặc khi được lắp đặt trên giá (bệ) đàn hồi.

Phải thừa nhận rằng các lực dao động tại các điểm của giá (bệ) có thể là số đo có ích cho phân tích các ảnh hưởng trên kết cấu đỡ, nhưng các số đo này nằm ngoài phạm vi của tiêu chuẩn này.

Các phụ lục để tham khảo, Phụ lục B đưa ra các phương pháp đo thứ yếu, các phương pháp đo này mặc dù không được khuyến nghị sử dụng cho các phép đo chính xác nhưng có thể được sử dụng để đánh giá sự cân bằng của các quạt sản xuất hàng loạt hoặc các phép đo so sánh tại hiện trường.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn có ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản đã 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).

TCVN 6627-14 (IEC 60034-14), *Máy điện quay. Phần 14: Rung cơ khí của một số máy điện có chiều cao tâm trục bằng 56 mm và lớn hơn. Đo, đánh giá và giới hạn độ khắc nghiệt rung*

TCVN 9076:2011

TCVN 9075:2011 (ISO 14694: 2003), *Quạt công nghiệp – Đặc tính kỹ thuật về chất lượng cân bằng và các mức rung*);

ISO 1940-1, *Mechanical vibration – Balance quality requirements of rigid rotors – Part 1: Specification and verification balance tolerances* (*Rung cơ học – Yêu cầu về chất lượng cân bằng của các rô to (cứng) – Phần 1: Điều kiện kỹ thuật và kiểm tra dung sai độ cân bằng*);

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

ISO 2954, *Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery – Requirements for instruments for measuring vibration severity* (*Rung cơ học của các máy quay và chuyển động tịnh tiến – Yêu cầu đối với dụng cụ để đo tính khốc liệt của rung*);

ISO 5801:2007, *Industrial Fans – Performance testing using standardised airways* (*Quạt công nghiệp – Thử đặc tính khi sử dụng đường thông gió tiêu chuẩn*);

ISO 10816-3, *Mechanical vibration – Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts- Part 3: Industrial machines with nominal power above 15 kW and nominal speeds between 120 r/min and 15 000 r/min when measured in situ* (*Rung cơ học - Đánh giá rung của máy bằng các phép đo trên các chi tiết không quay – Phần 3: Các máy công nghiệp có công suất danh nghĩa trên 15 kW và tốc độ danh nghĩa từ 120 r/min đến 15 000 r/min khi được đo tại hiện trường*);

IEC 60651-14, *Sound level meters* (*Máy đo mức âm*);

IEC 61260, *Electroacoustics – Octave-band and fractional-octave band filters* (*Điện âm thanh học – Các bộ lọc dải ôcta và phân dải ôcta*).

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này áp dụng thuật ngữ và định nghĩa trong ISO 2041 và các thuật ngữ định nghĩa sau.

3.1

Rung nền (background vibration)

Tất cả các nguồn rung độc lập đối với nguồn.

3.2

Điểm chế độ làm việc (duty point)

Điểm (chế độ khí động lực học) trên đường cong đặc tính của quạt tại đó quạt vận hành.

3.3

Đường cong đặc tính của quạt (fan performance curve)

Đồ thị tăng áp suất (đặc tính của quạt) được triển khai bởi quạt đối với dòng không khí đi qua quạt.

3.4

Bán kính hồi chuyển (radius of gyration)

Số đo sự phân bố khối lượng quanh một trục đã chọn được cho bằng căn bậc hai của momen quán tính đối với trục này cho khối lượng.

3.5**Bệ (gối) đỡ đàn hồi (resilient mount)**

Bệ (gối) đỡ có đặc tính đàn hồi và độ võng đo được nhưng không biến dạng dư trong các điều kiện tải trọng bình thường.

4 Ký hiệu và đơn vị

Tiêu chuẩn này áp dụng các ký hiệu và đơn vị sau

Ký hiệu	Thuật ngữ	Đơn vị
a	Gia tốc rung tức thời	m/s^2
a_o	Gia tốc rung chuẩn	m/s^2
A	Biên độ đỉnh của gia tốc	m/s^2
A_{dB}	Mức gia tốc rung r.m.s vượt quá mức chuẩn 10^{-6}m/s^2	dB

$$A_{dB} = 20 \log_{10} \left(\frac{A_{r.m.s}}{10^{-6}} \right)$$

$A_{r.m.s}$	Biên độ gia tốc rung r.m.s	m/s^2
d	Độ dịch chuyển rung tức thời	μm , mm hoặc m
D	Độ dịch chuyển rung tức thời	μm , mm hoặc m
f	Tần số $= \omega/2\pi$	Hz
f_H	Tần số dạng dao động của rung	Hz
f_R	Tần số dạng quay của rung trong mặt phẳng zx	Hz
f_T	Tần số dạng xoắn/lệch hướng của rung trong mặt phẳng xy	Hz
f_V	Tần số dạng thẳng đứng của rung	Hz
f_1	Tần số dạng lắc lư kết hợp ở đó dạng dao động chiếm ưu thế	Hz
f_2	Tần số dạng lắc lư kết hợp ở đó dạng quay chiếm ưu thế	Hz
I_R	Momen quán tính của hệ thống đối với trục y qua trọng tâm hệ thống	kg m^2
I_T	Momen quán tính của hệ thống đối với trục z qua trọng tâm hệ	kg m^2

thống được đặt tại X_G, Y_G, Z_G

$I_{zz,1}$	Momen quán tính của quạt đối với trục z qua trọng tâm của quạt được đặt tại x_1, y_1, z_1	kg m^2
$I_{zz,2}$	Momen quán tính của động cơ đối với trục z qua trọng tâm của động cơ được đặt tại x_2, y_2, z_2	kg m^2
$I_{zz,3}$	Momen quán tính của đế đối với trục z qua trọng tâm của đế điện đặt tại x_3, y_3, z_3	kg m^2
$I_{xx,1}$	Momen quán tính của quạt đối với trục x đi qua trọng tâm của quạt được đặt tại x_1, y_1, z_1	kg m^2
$I_{xx,2}$	Momen quán tính của động cơ đối với trục x đi qua trọng tâm của động cơ được đặt tại x_2, y_2, z_2	kg m^2
$I_{xx,3}$	Momen quán tính của đế đối với trục x đi qua trọng tâm của đế được đặt tại x_3, y_3, z_3	kg m^2
$I_{yy,1}$	Momen quán tính của quạt đối với trục y đi qua trọng tâm của quạt được đặt tại x_1, y_1, z_1	kg m^2
$I_{yy,2}$	Momen quán tính của động cơ đối với trục y đi qua trọng tâm của động cơ được đặt tại x_2, y_2, z_2	kg m^2
$I_{yy,3}$	Momen quán tính của đế đối với trục y đi qua trọng tâm của đế được đặt tại x_3, y_3, z_3	kg m^2
k_H	Độ cứng vững nằm ngang của bộ (gối) đỡ đàn hồi	N/m
k_V	Độ cứng vững thẳng đứng của bộ (gối) đỡ thẳng đứng	N/m
L_a	Mức gia tốc rung	dB
L_v	Mức tốc độ rung	dB
m	Khối lượng tổng của cụm lắp	kg
m_1	Khối lượng của quạt	kg
m_2	Khối lượng của động cơ	kg
m_3	Khối lượng của đế	kg
r	Bán kính hồi chuyển	m
t	Thời gian	s
T	Chu kỳ rung	s

V	Tốc độ rung tức thời	mm/s hoặc m/s
v_o	Tốc độ rung chuẩn	mm/s hoặc m/s
v	Biên độ đỉnh của tốc độ rung	mm/s hoặc m/s
V_{dB}	Tốc độ rung r.m.s vượt quá mức chuẩn 10^{-9} m/s	dB

$$V_{dB} = 20 \log_{10} \left(\frac{V_{r.m.s}}{10^{-9}} \right)$$

$V_{r.m.s}$	Tốc độ quân phương toàn bộ	mm/s hoặc m/s
x, y, z	Tọa độ Đề các	m
$\bar{z}$	Độ dịch chuyển thẳng đứng hiệu dụng của các bộ đỡ đàn hồi	m
X_G, Y_G, Z_G	Các vị trí trọng tâm của cụm quạt so với gốc tọa độ bất kỳ	m
$\delta_{1,2,n}$	Các tọa độ vòng riêng của các gối đỡ đàn hồi	m
Σ	Tổng	-
ω	Tần số góc = $2\pi f$	rad.s ⁻¹

5 Lắp đặt thiết bị thử

5.1 Qui định chung

Quạt phải được lắp đặt theo một trong các phương pháp thích hợp được qui định trong 5.2, 5.3 hoặc 5.4.

Các bộ (gối) đỡ đàn hồi phải được lựa chọn để có độ võng tĩnh đồng đều ở trong khoảng $^{+20}_{-35}$ % độ võng danh nghĩa của chúng. Các quạt được lắp đặt đàn hồi trong các ứng dụng thông thường phải được thử khi sử dụng cùng một kiểu và số lượng các gối đỡ như được sử dụng trong ứng dụng này. Sự bố trí bộ đỡ được sử dụng hoặc hiện có tại thời điểm thử nghiệm phải được mô tả trong báo cáo thử. [Xem Điều 11e].

CHÚ THÍCH 1: Sự bố trí giá đỡ quạt có thể có ảnh hưởng đáng kể đến các mức rung đo được trên kết cấu của quạt. Sự bố trí bộ đỡ thường có thể được phân loại thành loại cứng hoặc đàn hồi. Để giảm tới mức tối thiểu ảnh hưởng của trạng thái bộ đỡ đến các mức rung đo được, sao cho có thể so sánh được một cách dễ dàng các kết quả từ các thử nghiệm khác nhau cần ưu tiên bố trí bộ đỡ đàn hồi hoặc bộ đỡ mềm cho quạt. Có sự rủi ro đối với rung có biên độ cao khi độ cứng (vững) của bộ đỡ dẫn đến số riêng f_n gần với tần số tương đương với tốc độ vận hành. Theo tiêu chuẩn này, một bộ đỡ cứng được xem là có tần số riêng f_n lớn hơn 1,5 lần tần số vận hành. Một bộ đỡ đàn hồi được xem là có tần số riêng f_n nhỏ hơn 0,25 lần tần số vận hành.

CHÚ THÍCH 2: Các thử nghiệm sử dụng phương pháp treo bằng cáp cao su được khuyến nghị cho đánh giá thiết kế và triển khai và/hoặc cũng như thực hiện sự phân loại.

Việc bố trí thiết bị thử thường sẽ được xác định bởi tính chất và vị trí của thử nghiệm. Để đánh giá thiết kế/ triển khai, rất có thể phải sử dụng các thiết bị được thiết kế tinh xảo. Tuy nhiên, bất cứ sự bố trí thiết bị thử nào trong đó không cho phép điều chỉnh để dàng chế độ khi động lực học của quạt hoặc chế độ này chưa được biết theo cách khác, có thể không thích hợp cho các thử nghiệm phù hợp với đặc điểm này khi mà rung được tạo ra bởi quạt thay đổi cùng với chế độ khí động lực học. Khi có thể thực hiện được, nên sử dụng đường thông gió tiêu chuẩn như đã chỉ định trong ISO 5801.

CHÚ THÍCH 3 Hai phương án bố trí điển hình của thiết bị thử rung của quạt được giới thiệu trên các Hình 1 và Hình 2.

5.2 Lắp đặt bộ đỡ đàn hồi của quạt

Các tần số riêng của quạt trên các bộ đỡ của nó ở sáu bậc tự do (xem Hình 3) không được lớn hơn 0,25 lần tần số quay vận hành thấp nhất của quạt được thử.

CHÚ THÍCH 1: Hướng dẫn về tính toán các tần số riêng được cho trong Phụ lục A.

Khối lượng của bất cứ các phụ tùng nào cũng không được vượt qua một phần mười của khối lượng danh nghĩa thiết bị được thử để giảm ảnh hưởng của khối lượng và momen quán tính của các bộ phận này đến mức rung.

CHÚ THÍCH 2: Khi quạt không được trang bị bộ đỡ đàn hồi thì có thể cần phải lắp các giá lắp đặt chuyên dùng và các bộ phận cách ly hoặc các phụ tùng khác cho quạt để tạo ra sự thích nghi cho các giá lắp đặt này.

Các cộng hưởng uốn chủ yếu của kết cấu đỡ phải trùng hợp với các tần số quay của quạt được thử hoặc các tần số riêng của thân cứng của đồ giá đỡ trừ khi quạt và giá đỡ được nghiên cứu cùng một lúc.

CHÚ THÍCH 3: Momen phản lực của quạt có thể là đáng kể trên thiết bị được lắp đặt đàn hồi (xem lời khuyên cáo các bộ đỡ quan tính trong A.3.2).

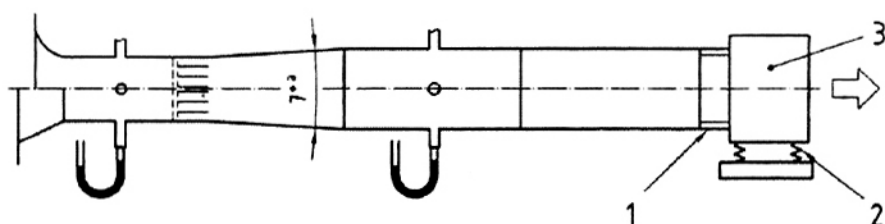
5.3 Lắp đặt quạt với cáp đàn hồi

Khi thử nghiệm các quạt có động cơ gắn liền (tích hợp) được cung cấp như các thiết bị đơn lẻ không có khung lắp đặt, các quạt này phải được lắp đặt trong thiết bị thử dây cáp đàn hồi (các ví dụ được chỉ dẫn trên Hình 4).

CHÚ THÍCH 1: Bộ đỡ tần số thấp cho phép lấy các số đọc phù hợp cho mục đích so sánh chỉ trong các điều kiện không khí tự do.

Khi cần có mối nối ống dẫn để đạt được các đặc tính rung ở điểm chế độ làm việc thì phải sử dụng khớp nối mềm có giảm chấn đàn hồi nằm ngang nếu cần. Quạt phải được đỡ bằng các bộ dây treo nylon được gắn vào một cụm gồm các dây cao su được bện lại, có số lượng, chiều dài và đường kính thích hợp, được bố trí đối xứng với trọng tâm để có độ vòng chung trong phạm vi 200 mm đến 400 mm do ảnh hưởng của khối lượng quạt.

CHÚ THÍCH 2: Bộ đỡ mềm này có thể được treo một cách thuận tiện vào một kết cấu khung "A".



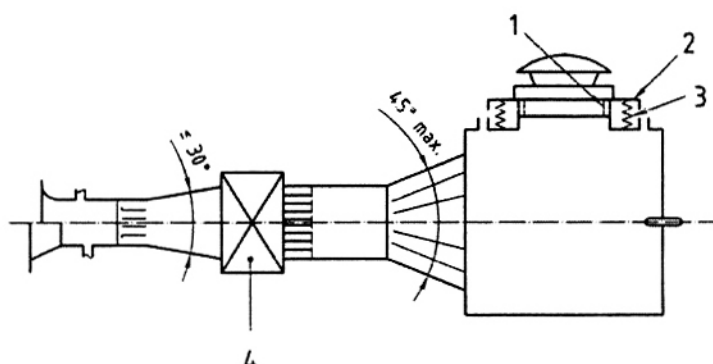
CHÚ DẪN

- 1 Mối nối mềm (sơ đồ)
- 2 Bộ đỡ đàn hồi
- 3 Quạt

CHÚ THÍCH: Hình vẽ này giới thiệu một thiết bị thích hợp cho một quạt ly tâm hướng trục hoặc một quạt lắp thẳng hàng được chất tải bằng các màn chắn tạo sức cản trên phía vào. Trong một số trường hợp có thể ưu dùng bộ giảm chấn ở phía cửa không khí ra. Hình vẽ này thường phù hợp với Hình 44 a) của ISO 5801:2007 có bổ sung thêm một khớp nối mềm và các bộ đỡ đàn hồi giữa quạt và đường ống.

^a Góc ở đỉnh

Hình 1 – Ví dụ về bố trí bộ đỡ đàn hồi của thiết bị thử rung của quạt

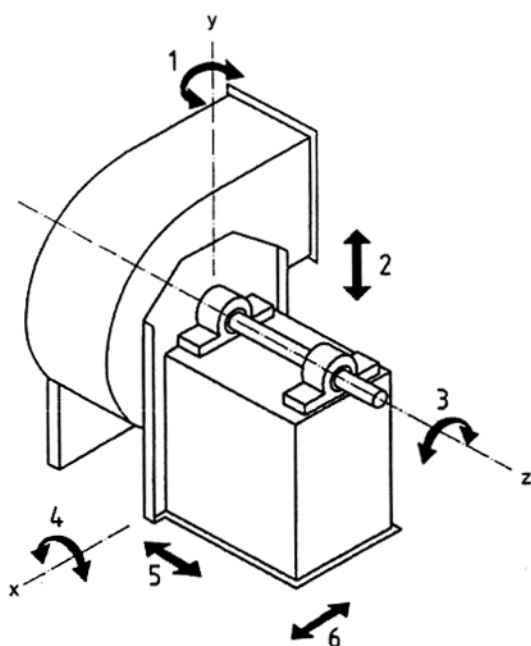


CHÚ DẪN

- 1 Mối nối mềm (sơ đồ) cho các thử nghiệm
- 2 Vành lắp đặt trên các gối đỡ đàn hồi
- 3 Gối đỡ đàn hồi
- 4 Quạt trợ lực

CHÚ THÍCH: Hình vẽ này giới thiệu quạt thông gió trên mái được bố trí cho mục đích thử rung. Quạt đã được lắp đặt trên vành tựa trên các gối đỡ đàn hồi. Khối lượng của vành và tần số riêng của quạt được thử nên phù hợp với 5.2. Hình vẽ này thường phù hợp với hình vẽ được cho trong Hình B.2 của ISO 5801:2007, nhưng có bổ sung thêm một mối nối mềm và các gối đỡ đàn hồi giữa quạt và nắp chụp đầu ra.

Hình 2 – Ví dụ và thiết bị để thử quạt thông gió trên mái

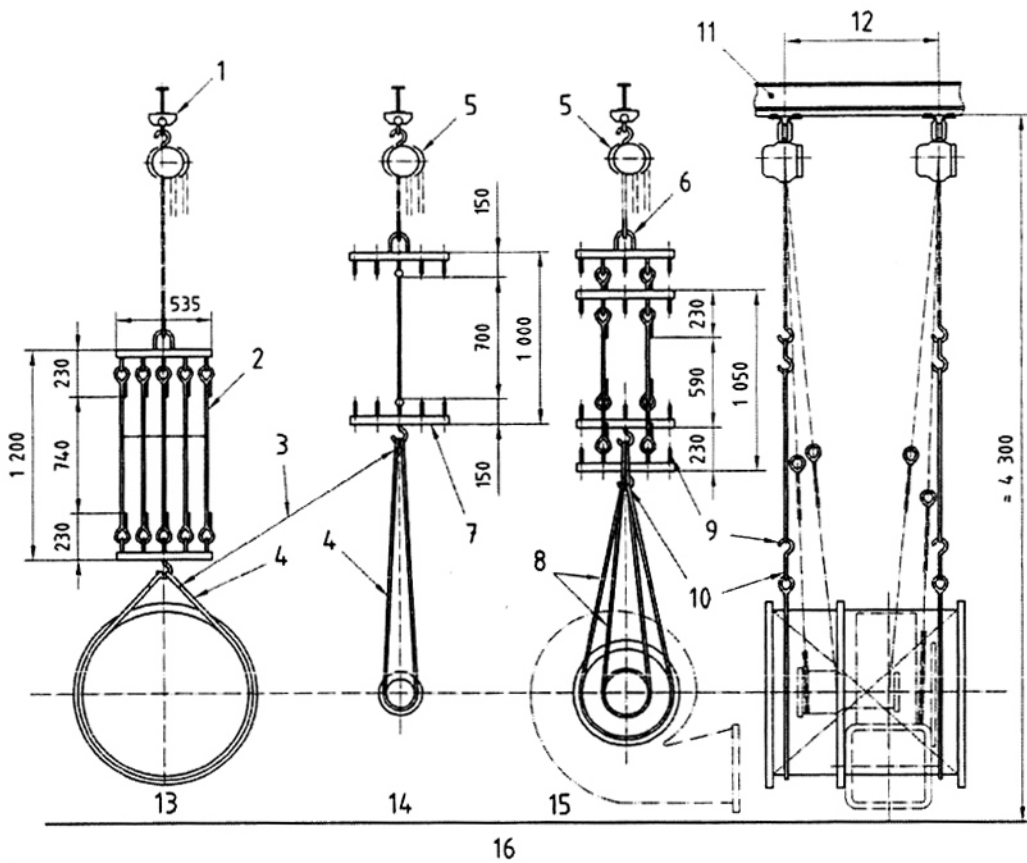


CHÚ DẪN

- 1 Ngẫu lực quay lệch (quay quanh trục y)
- 2 Lực quán tính thẳng đứng (trục y)
- 3 Ngẫu lực lắc (quay quanh trục z)
- 4 Ngẫu lực lao lên lao xuống (quay quanh trục x)
- 5 Lực quán tính dọc (trục z)
- 6 Lực quán tính ngang (trục x)

Hình 3 – Các bậc tự do

Kích thước tính bằng milimet



CHÚ DẪN

- 1 Vòng kẹp hoặc tương tự
- 2 Các dây cao su bền to
- 3 Các đầu cáp tiêu chuẩn
- 4 Các cáp nylon để treo quạt
- 5 Hệ puli nâng
- 6 Thanh tròn $\phi 15$
- 7 Thanh dẹt, phẳng 38 x 19
- 8 Cáp nylon giữa các tâm của đầu cáp để treo quạt
- 9 Thanh tròn $\phi 13$
- 10 Thanh tròn $\phi 15$
- 11 RSJ
- 12 Khoảng cách tâm 900
- 13 Quạt hướng trục, khối lượng 600 kg
- 14 Quạt hướng trục, khối lượng 7kg
- 15 Quạt ly tâm, khối lượng 265 kg
- 16 Mức mặt đất

CHÚ THÍCH: Để sử dụng với các quạt vận hành trên 10 Hz (600r/min)

Hình 4 – Các ví dụ của quạt được lắp với cáp bật đàn hồi

5.4 Bệ đỡ cứng của quạt

Trước khi thực hiện các phép đo rung, phải kiểm tra bệ đỡ của quạt để bảo đảm rằng các bulông móng được cố định hợp lý và được kẹp chặt đúng qui định.

CHÚ THÍCH: Cần có sự quan tâm đặc biệt đối với quạt không thể được lắp đặt trên bệ đỡ đàn hồi hoặc được lắp đặt ở hiện trường trên nền móng tương đối cứng, ví dụ, được lắp đặt bằng mặt bích đầu cuối hoặc được lắp đặt bằng chân quạt. Trong trường hợp này, có thể gây khó khăn khi tuân theo 5.5. Sự so sánh độ lớn của rung đối với các quạt này với các quạt khác thuộc cùng một kiểu chỉ có hiệu lực nếu các thiết bị nền móng có các đặc tính động lực học tương tự. Yêu cầu này ngụ ý nói rằng độ cứng vững động lực học, sự giảm chấn và khối lượng hiệu dụng của kết cấu bệ đỡ và khi thích hợp kết cấu của nền đất đỡ nên tương tự nhau đối với các trường hợp được so sánh.

5.5 Mối nối mềm

Độ cứng (vững) của mối nối ống dẫn hoặc bất cứ mối nối nào được sử dụng nào cũng phải nhỏ hơn 10 % độ cứng vững động lực học của bệ đỡ. Tần số riêng lớn nhất như đã cho trong 5.2 phải được đáp ứng với các mối nối mềm ở đúng vị trí và quạt vận hành ở áp suất lớn nhất tại đó tiến hành thử quạt. Quạt và ống dẫn phải thẳng hàng và ngang bằng trước khi thử sao cho các mối nối mềm không chịu ứng suất. Khi các mối nối mềm kiểu chấn tiếng ồn và tương đối cứng (vững) được lắp đặt tại hiện trường thì các nội dung chi tiết phải được viết thêm vào báo cáo thử (Xem điều 11e).

Quạt phải được vận hành ở tư thế làm việc bình thường của nó.

Tất cả các mối nối cho quạt được thử nên có đủ độ mềm dẻo sao cho độ cứng vững động lực học chung của hệ thống lắp đặt không tăng lên một cách đáng kể.

Để phân loại các quạt cho mục đích sử dụng chung, chúng phải vận hành ở trạng thái “hở” không có đường ống dẫn. Nên nhớ rằng các mức rung có thể khác các mức rung trong các điều kiện vận hành. Các điều kiện thử nên được trình bày rõ ràng (xem Điều 11).

6 Thiết bị đo

6.1 Qui định chung

Độ không ổn định đo, là một hàm của dụng cụ đo và ứng dụng của quạt, thường nên ở trong khoảng 25 % hoặc 2 dB của số đọc.

CHÚ THÍCH: Việc lắp (gắn) bộ chuyển đổi là một yếu tố tới hạn, có thể làm tăng đáng kể độ không ổn định đo, trừ khi được thực hiện một cách nghiêm ngặt phù hợp với khuyến nghị của nhà sản xuất. Điều này rất đúng với các tần số trên 5 kHz.

Độ không ổn định đo bổ sung có thể xuất hiện do sử dụng các đầu dò, nam châm và các thiết bị phụ khác của bộ chuyển đổi không được nêu trong 7.2 và khó có thể xác định được độ không ổn định đo này. Độ không ổn định đo gây ra bởi điều chỉnh quạt trong các điều kiện vận hành và lắp đặt quạt không được qui định trong tiêu chuẩn này [xem TCVN 9075:2011 (ISO 14694:2003)].

6.2 Hiệu chuẩn

Bất cứ kiểu dụng cụ đo rung nào được sử dụng cũng phải có chứng chỉ hiệu chuẩn đang còn có hiệu lực với thời gian ít hơn 12 tháng, và sự hiệu chuẩn phải theo tiêu chuẩn quốc gia.

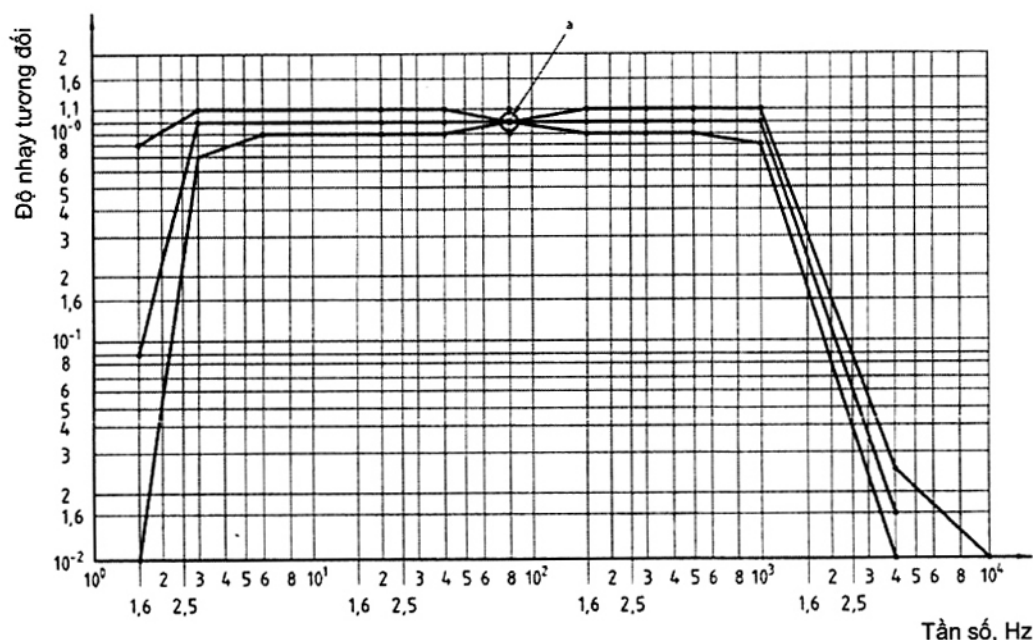
Các chứng chỉ hiệu chuẩn nên đáp ứng cho một dải tần số trong đó có sử dụng bộ chuyển đổi như đã cho trong 10.2

6.3 Hệ thống dụng cụ đo

6.3.1 Dụng cụ đo tốc độ r.m.s

Đối với quạt vận hành ở các tốc độ quay 10 Hz đến 200 Hz, hệ thống dụng cụ đo phải tuân theo ISO 2954.

Đối với quạt vận hành ở các tốc độ thấp dưới 3Hz, hệ thống dụng cụ đo phải tuân theo ISO 2954 nhưng đường đặc trưng tần số phải phù hợp với Hình 5. Tần số chuẩn phải là 80 Hz hoặc 160 Hz, như đã qui định trong ISO 2954.



^a Điểm hiệu chuẩn chuẩn

Hình 5 – Giá trị danh nghĩa của độ chạy tương đối và các giới hạn của sai lệch cho phép là một hàm số của tần số

6.3.2 Dụng cụ đo gia tốc r.m.s

Để đo gia tốc r.m.s dụng cụ đo phải có cùng các đường đặc trưng tần số như đã cho trong 6.3.1, nhưng tất cả các dung sai phải phù hợp với Hình 5.

CHÚ THÍCH: Giá trị r.m.s chính xác ngụ ý nói đến một sai số nhỏ hơn 5 % hoặc 0,5 dB cho các tín hiệu có các hệ số giá trị đỉnh 3.

6.4 Bộ chuyển đổi

Để đưa ra đường đặc trưng (đáp tuyến) bằng phẳng trên một dải tần đầy đủ và để tránh cộng hưởng của bộ chuyển đổi ở tần số cao, bộ chuyển đổi phải là một gia tốc kế nhỏ, tốt hơn là có khối lượng nhỏ hơn 30 g, được lắp đặt như đã mô tả trong điều 7.

CHÚ THÍCH 1: Đối với các quạt lớn hơn, có thể tăng khối lượng của gia tốc kế có liên quan đến khối lượng của quạt.

CHÚ THÍCH 2: Dải tần số được quan tâm sẽ xác định sự lựa chọn bộ chuyển đổi. Nếu tần số lớn nhất được quan tâm nhỏ hơn một cách đáng kể so với 10 kHz thì có thể yêu cầu các gia tốc kế lớn hơn một chút (điển hình là có khối lượng nhỏ hơn 60 g).

Nếu chú ý cẩn thận để giảm dải thông của các dụng cụ đo kết hợp để lọc cộng hưởng có thể có trong bộ dụng cụ đo.

6.5 Gia tốc kế áp điện

Các gia tốc kế áp điện phải có các bộ tiền khuếch đại trở kháng có tín hiệu vào ở mức cao, ví dụ, bộ khuếch đại xử lý tín hiệu điện tích có đường đặc trưng tần số bằng phẳng từ 3 Hz đến 10 Hz trong phạm vi ± 1 dB.

CHÚ THÍCH: Khuyến nghị tiền khuếch đại phải được trang bị với bộ lọc qua dưới với độ dốc từ 12 dB hoặc lớn hơn, với khuyến cáo từ 6 dB hoặc hơn tại 20 kHz

6.6 Bộ tiền khuếch đại

Mạng tích hợp (bộ lọc) của tiền khuếch đại sẽ được chính xác đến ± 1 dB tại 5 Hz và trong vòng $\pm 0,5$ dB từ 10 Hz trở lên.

CHÚ THÍCH: Để đo vận tốc, sự kết hợp của tín hiệu tăng tốc có thể được thực hiện trong bộ tiền khuếch đại.

Bộ tiền khuếch đại có thể được xây dựng thành máy đo gia tốc, nhưng các yêu cầu được đưa ra trong 6.4 cho kích thước, khối lượng và tần số cộng hưởng sẽ được đáp ứng.

6.7 Bộ phân tích

6.7.1 Qui định chung

Các bộ phân tích phải hoạt động trong thời gian thực tới ít nhất là 1 kHz hoặc khi các bộ phân tích được sử dụng ngoài thời gian thực thì thời gian trung bình phải được tăng lên một cách thích hợp, nghĩa là được nhân lên với hệ số phạm vi phân tích tần số được sử dụng trên phạm vi thời gian thực..

6.7.2 Phân tích dải tần hẹp

Phương pháp dải tần hẹp được khuyến nghị sử dụng cho các họ dải tần điều hòa và dải tần biên của các thành phần của rung như tốc độ quay bởi vì dải thông tuyệt đối không đổi. Khi sử dụng các bộ phân tích dải thông không đổi để phân tích dải tần hẹp, dải thông phân tích có hiệu quả đối với các quạt có tần số quay trên 10 r/s phải là 0,2 Hz, hoặc nhỏ hơn, đối với các máy trên 50 r/s và dưới 1 kHz. Đối với các máy thấp hơn 50 r/s và cao hơn 10 r/s, dải thông 0,5 Hz là đủ thấp dưới 1 Hz. Trong dải tần từ 1 kHz đến 10 kHz, dải thông 10 Hz là đủ.

Đối với các quạt vận hành ở các tốc độ thấp hơn 10 r/s và cao hơn 2 r/s, để phân tích dải thông không đổi dưới 100 Hz, dải thông phải là 0,5 Hz hoặc nhỏ hơn, và trên 400 Hz dải thông phải là 2 Hz hoặc nhỏ hơn. Phải sử dụng cửa sổ Hanning trong trường hợp các bộ phân tích FFT (khai triển nhanh Fourier) đối với độ chính xác cao nhất của tần số. Đối với cơ cấu này và độ chính xác cao nhất của biên độ phải sử dụng cửa sổ có đỉnh phẳng (flat-top).

6.7.3 Phân tích dải một phần ba octa

Để phân tích dải một phần ba octa phải sử dụng các bộ lọc hoặc bộ phân tích một phần ba octa tuân theo IEC 61260. Đặc tính của bộ phát hiện r.m.s và tính tuyến tính của nó phải là đặc tính yêu cầu đối với các dụng cụ đo mức âm thanh loại 1 tuân theo IEC 60651.

CHÚ THÍCH: Khi sử dụng bộ phân tích chuyển đổi nhanh Fourier (FFT). Cho mục đích thu được các dải một phần ba octa, thường yêu cầu có sự tăng lên đáng kể của thời gian trung bình (số lượng phổ).

Khi sử dụng sự phân tích này, người sử dụng phải quan tâm đến ảnh hưởng của dải thông tương đối. Các họ dải điều hòa và dải biên của các thành phần dao động không có sự khác biệt của tần số cố định (đối với các chức năng con chạy của dải điều hòa và dải biên).

6.7.4 Phân tích dải nhỏ hơn một phần ba octa

Các bộ lọc dải một phần ba octa hoặc các bộ phân tích dải hẹp hơn một phần ba octa theo phải phù hợp với IEC 61260.

6.8 Dụng cụ chỉ báo

Các dụng cụ chỉ báo, bất kể loại analog hoặc hiện số phải chỉ thị giá trị r.m.s của tín hiệu khi đo tốc độ hoặc gia tốc, và khi đo độ dịch chuyển phải chỉ thị giá trị đỉnh-tới-đỉnh.

6.9 Tín hiệu ra

Các tín hiệu ra, nếu được cung cấp, phải có trở kháng đầu ra thấp, dưới 50 Ω là tốt nhất.

7 Nối ghép bộ chuyển đổi

7.1 Qui định chung

7.1.1 Đặc tính cộng hưởng của bất cứ giá lắp đặt bộ chuyển đổi nào cũng phải ở ngoài dải tần số được quan tâm

Phương pháp ghép nối được lựa chọn phải bảo đảm tính toàn vẹn của phép đo trên dải tần số được quan tâm. Bất cứ dạng trang bị lắp nào (giá lắp, đầu dò, đầu nối v.v...) được sử dụng giữa các bộ chuyển đổi và bề mặt đo có thể làm biến đổi đường đặc trưng của bộ chuyển đổi và dẫn đến kết quả có sai số. Để có thêm thông tin, xem ISO 5348.

CHÚ THÍCH: Phương pháp được khuyến nghị với kỹ thuật lắp tin cậy nhất là lắp bộ chuyển đổi trực tiếp với bề mặt được đo bằng vít cấy. Vít cấy có thể được lắp với bề mặt của máy bằng khoan và tarô (cũng xem 7.2). Về tính khốc liệt của rung và sự tạo cân bằng, xem Phụ lục B.

7.1.2 Yêu cầu đối với bề mặt lắp ráp

a) Phải bằng phẳng với toàn bề mặt của bộ chuyển đổi tiếp xúc với bề mặt của máy hoặc, nếu yêu cầu này không thực tế.

b) Một tấm (khối) kim loại có chu tuyến thích hợp với bề mặt của máy phải được kẹp chặt trực tiếp với máy bằng bulông hàn hoặc hàn vẩy cứng v.v... Sau đó bộ chuyển đổi phải được ghép vào tấm lắp như đã mô tả trong 7.1.1.

Nên bôi một lớp mỡ silic mỏng trên ren và các bề mặt đối tiếp để cải thiện các mối lắp ghép ở đó độ nhay và độ chính xác là cực kỳ quan trọng.

7.1.3 Đối với các phép đo trong không gian ba chiều, có thể lắp gia tốc kế trên một khối kim loại được hàn, nhưng cỡ kích thước và khối lượng của nó không được lớn hơn kích thước và khối lượng của khối kim loại này.

CHÚ THÍCH 1: Có thể sử dụng các thiết bị ba chiều được chế tạo gồm ba bộ chuyển đổi được lắp đặt vuông góc nhau.

CHÚ THÍCH 2: Thông thường, khi kẹp chặt bộ chuyển đổi cũng cần quan tâm đến các yếu tố sau đây.

- a) Các giới hạn tần số rung của giá lắp bộ chuyển đổi;
- b) Vấn đề tiếp đất đối với dòng điện;
- c) Các sản phẩm gây nguy hiểm (chất nổ).

CHÚ THÍCH 3: Trong một số trường hợp, tổ hợp của bộ chuyển đổi và tiếp đất của dụng cụ đo dẫn đến bộ cảm biến "vòng đất" (ground.loop) có các điện áp liên quan đến tần số chính. Điều này thường được nhận ra bằng sự hiện diện của các mức cao trong vùng 50 Hz mà tần số của nó không thay đổi theo các thay đổi về tốc độ vận hành. Vấn đề này có thể được giảm đi bằng sự cách ly bộ chuyển đổi khỏi thân kim loại trên đó lắp bộ chuyển đổi này.

Bộ cảm biến điện từ cũng có thể xảy ra trong các bộ chuyển đổi và dây dẫn gây ra bởi các trường tán xạ kết hợp với các dòng điện lớn, sự phát tia lửa, mất tiếp xúc v.v... Định vị lắp đặt lại bộ chuyển đổi có thể ngăn chặn được hiện tượng này.

7.2 Phương pháp ghép nối

Các bộ chuyển đổi phải được ghép nối bằng một trong các phương pháp sau:

- a) Vặn vít trực tiếp vào lỗ ren trong quạt có một bề mặt được gia công cơ;
- b) Vặn vít vào một khối kim loại được hàn hoặc hàn vảy cứng trực tiếp với quạt;
- c) Kẹp chặt vào bề mặt được gia công cơ của một khối thép bằng chi tiết kẹp chặt, khối thép này lại được kẹp chặt vào quạt bằng bu lông;
- d) Vặn vít vào một khối thép, khối thép này được kẹp chặt vào quạt bằng chất keo (xem Hình 6);
- e) Vặn ren vào một vít cấy được liên kết với bề mặt;
- f) Được nối trực tiếp với bề mặt của quạt có khối lượng nhẹ.

CHÚ THÍCH 1: Các phương pháp kẹp chặt đã chỉ dẫn được cho theo thứ tự ưu tiên

CHÚ THÍCH 2: Khi thực hiện các phép đo để phân loại chất lượng quạt trong sản xuất, có thể không có yêu cầu đối với các phương pháp kẹp chặt cố định các bộ chuyển đổi. Trong các trường hợp này có thể sử dụng các bộ chuyển đổi được giữ bằng tay hoặc nam châm với điều kiện là các số đọc được giới hạn tới các tần số lớn nhất cho trong Bảng B.1.

8 Lựa chọn vị trí đo

8.1 Qui định chung

Các vị trí đo phải được lựa chọn ở các vị trí định vị sau của quạt:

- a) Các vị trí định vị biểu thị chính xác đặc tính rung của thiết bị so với vị trí tại đó quạt được đỡ;
- b) Các vị trí định vị;
 - 1) Chỉ thị rung được truyền cho đường ống nối, nghĩa là cửa vào và/hoặc ra của quạt;
 - 2) Chỉ thị rung được truyền cho bất cứ kết cấu đỡ hoặc nền móng nào, nghĩa là các chân lắp quạt, và
 - 3) Ở các điểm chỉ thị tình trạng của quạt [xem TCVN 9075:2011 (ISO 14694:2003 và Phụ lục C)], nghĩa là các thân ổ trục của quạt/động cơ;
- c) Các vị trí định vị sẽ tiếp cận được sau khi lắp đặt.

Nên tránh các vị trí định vị quá mềm dẻo.

Mỗi vị trí đo phải cho phép đo rung theo ba trục vuông góc với nhau tại một điểm, ví dụ theo chiều dọc (dọc trục), theo chiều ngang (nằm ngang) và thẳng đứng.

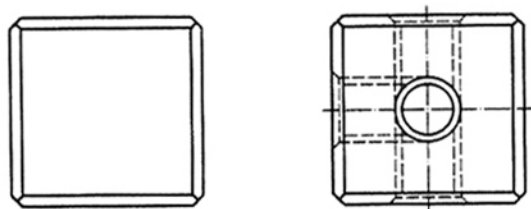
TCVN 9076:2011

CHÚ THÍCH 1: Yêu cầu trên có thể được thực hiện dễ dàng bằng cách tạo ra các mặt được gia công có trên thiết bị tại các vị trí đo để cho phép

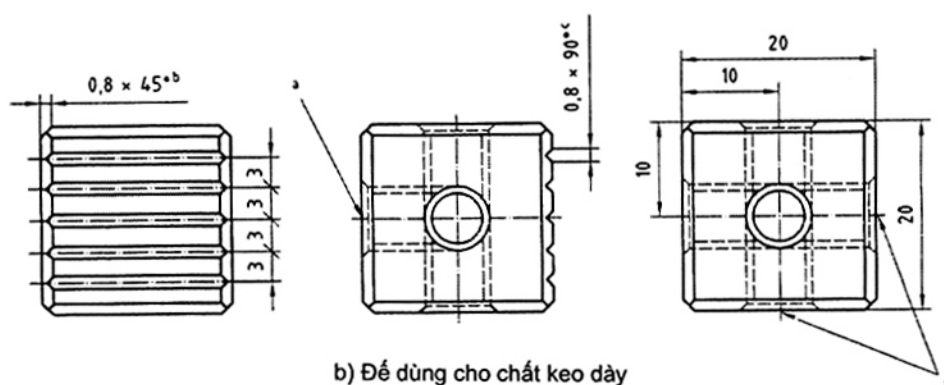
- Các bộ chuyển đổi được kẹp chặt trực tiếp theo ba chiều chính, và
- Một khối ba chiều được kẹp chặt vào chỗ có thể lắp các bộ chuyển đổi.

CHÚ THÍCH 2: Các vị trí đo được khuyến nghị được giới thiệu trên các Hình 7 và Hình 8.

Các kích thước dài được tính bằng milimet



a) Để dùng cho chất keo mỏng



b) Để dùng cho chất keo dày

CHÚ THÍCH 1: Khi lắp đặt một bộ chuyển đổi tốc độ sẽ cần đến một khối lớn hơn

CHÚ THÍCH 2: Khi kẹp chặt một khối vào quạt bằng chất keo, nên chú ý cẩn thận để bảo đảm cho màng keo càng mỏng càng tốt và khối (kim loại) được đặt đúng (nghĩa là ở vị trí thẳng đứng và nằm ngang) với sai lệch trong khoảng 2° . Nên cho phép có đủ thời gian để chất keo lưu hóa (khô). Các chất keo điển hình là:

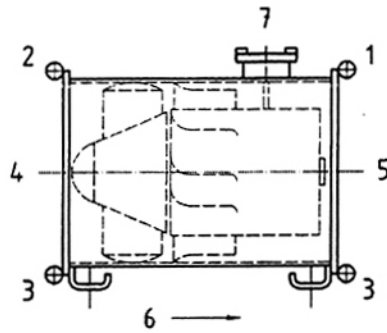
- Nhựa epoxy
- Đệm chất dẻo (cứng)
- cyanoacrylate
- Dimethacrylate ethylurethane diol
- Paraphin

^a Khoan và tarô để thích hợp cho lắp đặt bộ chuyển đổi

^b $0,8 = 45^\circ$ trên tất cả các cạnh

^c 5 rãnh

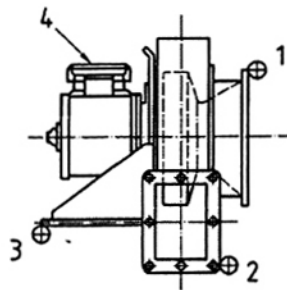
Hình 6 – Khối lắp đặt điển hình cho bộ chuyển đổi



CHÚ DẪN

- 1 Mặt nút của động cơ mặt bích
- 2 Mặt nút của bộ cánh quạt có mặt bích
- 3 Giá đỡ công xôn (nếu thích hợp)
- 4 Cửa vào
- 5 Cửa ra
- 6 Dòng không khí
- 7 Hộp đầu cáp của động cơ

Hình 7 – Vị trí đo được khuyến nghị cho các quạt hướng trục



CHÚ DẪN

- 1 Mặt bích cửa vào phẳng
- 2 Mặt bích cửa ra của quạt
- 3 Giá đỡ công xôn
- 4 Hộp đầu cáp của động cơ

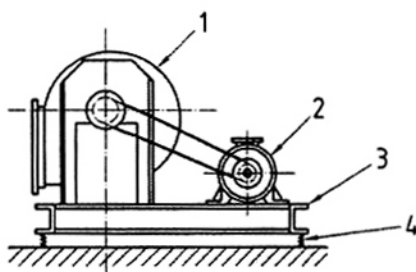
Hình 8 – Các vị trí đo được khuyến nghị cho các quạt ly tâm

8.2 Lắp đặt trên khung bộ liên hợp

Khi quạt được dẫn động trực tiếp bằng động cơ điện hoặc hệ thống truyền động chính khác thông qua các bánh đai (puli) và các đai truyền hoặc xích và toàn bộ cụm thiết bị phải được lắp trên một khung bộ liên hợp (xem Hình 9) thì các số đọc về rung phải được lấy thêm ở vị trí của bộ đỡ liền kề ngay với mỗi gối tựa đàn hồi.

8.3 Lắp đặt bộ chuyển đổi cho các quạt khác

Ngoài các kiểu quạt được nêu chi tiết trong 8.1 và 8.2, có một số các phương án bố trí khác đã được nêu chi tiết trên các Hình 1 đến Hình 4 của TCVN 9075:2011 (ISO 14694:2003). Các vị trí của bộ chuyển đổi được chỉ dẫn trên các hình này có liên quan đặc biệt đến việc xác định chất lượng cân bằng.



CHÚ DẪN

- 1 Quạt ly tâm
- 2 Động cơ
- 3 Bộ đỡ
- 4 Các gối tựa đàn hồi

Hình 9 – Ví dụ giới thiệu một cụm thiết bị quạt ly tâm dẫn động trực tiếp trên các gối đỡ đàn hồi

9 Môi trường thử và dữ liệu vận hành

Các dữ liệu vận hành của thử nghiệm, nghĩa là tốc độ dòng không khí, áp suất của quạt, loại lắp đặt, tốc độ quạt, nhiệt độ môi trường xung quanh, điều chỉnh dòng không khí và phép đo dòng không khí phải phù hợp với ISO 5801. Phải đo các mức rung nền tại các vị trí đo được lựa chọn (xem Điều 8) khi quạt không hoạt động. Các mức rung này không được lớn hơn 30 % hoặc 10 dB thấp hơn mức rung chung tuyệt đối được ghi lại khi quạt được thử.

10 Quy trình

10.1 Qui định chung

Trước khi thực hiện bất cứ các phép đo nào, phải cho quạt vận hành trong thời gian đủ dài để bảo đảm rằng động cơ quạt đã đạt tới nhiệt độ làm việc của nó và đã đạt được các trạng thái làm việc ổn định ở tốc độ vận hành danh nghĩa. Trong trường hợp quạt có tốc độ thay đổi, thực hiện quá trình quét sơ bộ trên toàn bộ dải (phạm vi) tốc độ để nhận biết độ lớn của sự thay đổi. Thực hiện các phép đo chi tiết ở tốc độ đo tương đương với độ lớn cực đại của rung thu được trước đây. Trong suốt quá trình thử, cung cấp cho quạt nguồn cấp điện bình thường ở dạng điện áp, tần số và pha.

Khi thiết bị thử (xem đoạn cuối cùng của 5.1) có đường thông gió tiêu chuẩn phù hợp với ISO 5801, thực hiện các phép đo rung ở tối thiểu là ba điểm trên đường cong đặc tính của quạt trong phạm vi vận hành của nó. Các phép đo này phải được thực hiện ở các điểm sau:

- a) Tương đương với lưu lượng thể tích lớn nhất có thể thu được từ thiết bị thử;
- b) Điểm chế độ làm việc (hoặc điểm tương đương với hiệu suất lớn nhất);
- c) Áp suất vận hành lớn nhất.

Đối với thử nghiệm thông thường tại hiện trường, thực hiện các phép đo tại các điểm tương đương với các mức chất tải nhỏ nhất và lớn nhất có thể có trong sử dụng vận hành và cũng bao gồm cả công suất danh định của quạt.

Đối với các thử nghiệm có đường thông gió tiêu chuẩn hoặc thử nghiệm tại hiện trường, thay đổi các điều kiện vận hành quạt từ thể tích làm việc lớn nhất đến áp suất vận hành lớn nhất một cách liên tục và quan sát quạt để xác định xem có các điểm nào đó trên đường cong vận hành tại đó có rung đặc biệt nghiêm trọng. Nếu có các điểm như vậy, cần kể cả các điểm này trong số các điểm đo trên đường cong đặc tính.

Đối với các phép đo có liên quan đến giám sát tình trạng hoặc có chương trình kiểm tra tình trạng của máy, điều kiện vận hành sẽ thường là điều kiện đang phổ biến một cách tự nhiên tại thời điểm đo. Mỗi khi có thể thực hiện được, nội dung chi tiết của các điều kiện vận hành nên được ghi lại cùng với chính các phép đo của chúng.

CHÚ THÍCH: Đối với cấu hình của thiết bị thử không có đường thông gió tiêu chuẩn các điểm vận hành của đường đặc tính của quạt khó có thể tiêu chuẩn hóa được và do đó nên được thỏa thuận giữa khách hàng và nhà sản xuất.

10.2 Các thông số đo

Thực hiện các phép đo độ lớn của rung dài tần rộng khi sử dụng một hoặc nhiều thông số sau:

- a) Tốc độ rung được hiển thị bằng r.m.s milimet trên giây trên dải tần 10 Hz đến 1 kHz (xem ISO 10816-3, trừ các quạt vận hành dưới 10r/s khi giới hạn dưới phải là 3 Hz);

TCVN 9076:2011

- b) Gia tốc rung, được biểu thị bằng r.m.s met trên giây bình phương trên dải tần 10 Hz đến 10 kHz;
- c) Độ dịch chuyển rung được biểu thị bằng micromet, giá trị đỉnh-tới-đỉnh trên dải tần 3 Hz đến 1 kHz.

CHÚ THÍCH 1: Các phép đo rung có thể được đặc trưng một cách đầy đủ dưới dạng độ lớn và tần số (hoặc dải tần số).

CHÚ THÍCH 2: Trong một số trường hợp tốc độ và gia tốc có thể được biểu thị bằng các số hạng logarit tính bằng decibels ở trên một mức chuẩn 10^{-9} m/s và 10^{-6} m/s² (xem ISO 1683 và Phụ lục D).

CHÚ THÍCH 3: Thông số mô tả ưu tiên cho phép đo chung là tốc độ dao động nhưng gia tốc và độ dịch chuyển có thể thích hợp hơn khi các tần số có ưu thế là cao hoặc thấp.

Mối quan hệ giữa ba đại lượng về rung này được chỉ ra đối với điều kiện hình sin không điều hòa trong Phụ lục E cùng với mối quan hệ có ích đối với rung rải rộng gồm một dãy các sóng điều hòa đã biết.

Để tránh sự nhầm lẫn khi giải thích các kết quả, điều quan trọng tại mọi thời điểm là phải nhận biết rõ các đơn vị được sử dụng cho các phép đo độ lớn của rung.

Trong các trường hợp khi cần phải bổ sung phép đo dải rộng (xem ở trên) có phân tích tần số của rung, thực hiện sự phân tích tần số và báo cáo về sự phân tích này trên dải tần như đã mô tả trong điều này.

10.3 Phân tích tần số

Khi cần có thông tin về phổ, thực hiện phân tích tần số bằng bộ phân tích FFT dải thông không đổi để đưa ra một dải thông hiệu dụng không lớn hơn 1 Hz, ở dưới 100 Hz, 4 Hz ở dưới 1 kHz và 40 Hz từ 1 kHz trở lên, hoặc bằng một bộ phân tích tỷ lệ phần trăm không đổi, với các dải tần không rộng hơn một phần ba octa.

Nếu cần có các phép đo tần số riêng biệt (khi sử dụng dụng cụ được mô tả trong Điều 6) thì thực hiện các phép đo này chỉ ở một vị trí tương đương với vị trí định vị tại đó mức r.m.s chung là lớn nhất.

CHÚ THÍCH: Chỉ cần thực hiện và báo cáo về phân tích tần số cho vị trí của bộ chuyển đổi tại đó đã đo được giá trị chung cao nhất.

Khi thực hiện sự phân tích phổ, phép tính trung bình có thể là thích hợp cho các đặc tính của tín hiệu được đo.

Khi sử dụng bộ phân tích có bộ lọc quét thì tốc độ quét, thời gian trung bình và tốc độ viết của bút nên được điều chỉnh phù hợp với hướng dẫn của nhà sản xuất.

11 Trình bày các kết quả

Các kết quả đo ghi được phải có các dữ liệu chủ yếu kèm theo về máy và dụng cụ đo được sử dụng.

Phải cho toàn bộ hoặc một phần các thông tin sau [xem TCVN 9075:2011 (ISO 14694:2003)]:

- a) Nhà sản xuất quạt, kiểu và định nghĩa của thiết bị được thử bao gồm tất cả các đặc điểm để phân biệt như năng suất, công suất, điện áp, hướng lắp đặt thực tế, số loạt, số lượng cánh trên bộ cánh quạt, tốc độ tới hạn của trục ngang đầu tiên, chất lượng cân bằng thiết kế (xem ISO 1940-1);
- b) Bộ phận phát động của quạt, kiểu, chế độ làm việc, công suất lắp đặt, tốc độ, số loạt, chất lượng chịu rung khốc liệt (xem IEC 60034-14, khi thích hợp);
- c) Khối lượng tổng của thiết bị và khối lượng của bộ phận quay;
- d) Ngày thử và địa điểm thực hiện thử nghiệm và tên của nhân viên liên quan đến thử nghiệm;
- e) Lắp ráp, bộ (gối) đỡ đàn hồi, kiểu, vị trí, độ võng tại mỗi bộ đỡ, tần số riêng thẳng đứng đo được hoặc tính toán, mô tả sự bố trí bộ (gối) đỡ và nền đất (xem Điều 5);
- f) Mô tả sự bố trí thử nghiệm. tốt hơn là bản vẽ sơ đồ kích thước bao gồm các vị trí của các gối đỡ đàn hồi (xem Điều 5);
- g) Thiết bị đo bao gồm nhãn hiệu, kiểu và số loạt (xem Điều 6);
- h) Mô tả và các kết quả kiểm tra hiệu chuẩn các dụng cụ đo (xem 6.2);
- i) Phương pháp kẹp chặt các bộ chuyển đổi đo (xem Điều 7);
- j) Các dữ liệu vận hành thử (xem Điều 9);
- k) Vị trí, các trục và các dữ liệu đo từ mỗi điểm đo riêng và các giới hạn trên và dưới của tần số của phép đo chung (xem Điều 8);
- l) Mô tả và các số đo của môi trường thử, nghĩa là rung nền, nhiệt độ môi trường xung quanh, v.v...(xem Điều 9);
- m) Tham chiếu tiêu chuẩn này và tường trình về bất cứ sai lệch nào so với phương pháp được mô tả;
- n) Các mức rung lớn nhất cho phép đối với thử nghiệm;
- o) Báo cáo về thiết bị được thử đã vượt qua được hoặc không vượt qua được thử nghiệm.

Phụ lục A

(Tham khảo)

Hướng dẫn tính toán các vị trí gối đỡ đàn hồi và tần số riêng của thân cứng (của quạt)**A.1 Qui định chung**

Phương pháp ưu tiên để thu được sau tần số riêng của thân cứng (vững) gắn liền với cụm quạt và động cơ được đỡ trên bệ có bốn gối đỡ đàn hồi là bằng thử nghiệm. Trong các trường hợp khi không thực hiện được thử nghiệm, có thể thu được các tần số riêng bằng phân tích. Phụ lục này phác ra những nét chính bằng ví dụ về qui trình phân tích và qui trình này chỉ có tính chất hướng dẫn. Mặc dù có các giả thiết đơn giản hóa trong phân tích, qui trình có thể cung cấp các giá trị có đủ độ chính xác của các tần số riêng của hệ thống cho mục đích lựa chọn các gối đỡ (Xem Điều 8). Khi có nhu cầu nhiều hơn bốn gối đỡ riêng biệt thì độ phức tạp của phân tích sẽ tăng lên.

A.2 Ví dụ về tính toán cho một cụm quạt ly tâm**A.2.1 Qui định chung**

Xem xét ví dụ về một cụm quạt ly tâm được lắp đặt trên bệ đỡ đàn hồi như chỉ dẫn trên Hình A.1. Các vị trí trọng tâm của gối đỡ và các tần số riêng của thân cứng (vững) của cụm thiết bị này được tính toán trong A.2.2 và A.2.3. Cũng có thể áp dụng sự phân tích tương tự cho các quạt hướng trục và hỗn lưu.

A.2.2 Vị trí trọng tâm của cụm quạt

Vị trí của :

m_1 Liên quan đến gốc tọa độ bất kỳ là x'_1, y'_1, z'_1 .

m_2 Liên quan đến gốc tọa độ bất kỳ là x'_2, y'_2, z'_2 .

m_3 Liên quan đến gốc tọa độ bất kỳ là x'_3, y'_3, z'_3 .

Do đó vị trí trọng tâm của cụm quạt liên quan đến gốc tọa độ bất kỳ này được cho bởi X_G, Y_G, Z_G , trong đó

$$X_G = \frac{(m_1 x'_1) + (m_2 x'_2) + (m_3 x'_3)}{\Sigma m} \quad (A1)$$

$$Y_G = \frac{(m_1 y'_1) + (m_2 y'_2) + (m_3 y'_3)}{\Sigma m} \quad (A2)$$

$$Z_G = \frac{(m_1 z'_1) + (m_2 z'_2) + (m_3 z'_3)}{\Sigma m} \quad (A3)$$

Và vị trí của

m_1 liên quan đến trọng tâm là x_1, y_1, z_1

m_2 liên quan đến trọng tâm là x_2, y_2, z_2

m_3 liên quan đến trọng tâm là x_3, y_3, z_3

trong đó

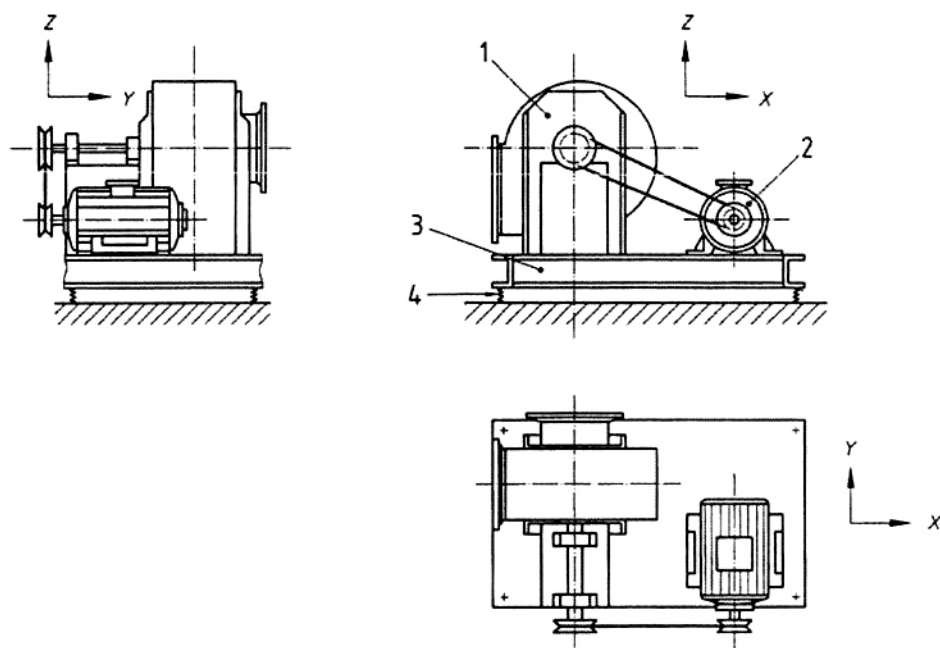
m là khối lượng tổng của cụm quạt, tính bằng kilogam (kg) ;

m_1 là khối lượng của quạt, tính bằng kilogam (kg) ;

m_2 là khối lượng của động cơ, tính bằng kilogam (kg) ;

m_3 là khối lượng của hệ (đế), tính bằng kilogam (kg) ;

$$x_1 = x'_1 - X_G; y_1 = y'_1 - Y_G, \text{ v.v...}$$



CHÚ DẪN

1 Quạt, m_1

2 Động cơ, m_2

3 Bộ đỡ, m_3

4 Gối đỡ đàn hồi

Hình A.1 – Bố trí chung của cụm quạt ly tâm trên các gối đỡ đàn hồi

A.2.3 Xác định vị trí của các gối đỡ đàn hồi

Như đã mô tả trong Điều 5, các gối đỡ đàn hồi được định vị sao cho mỗi gối đỡ có cùng một độ võng tĩnh danh nghĩa. Như vậy, nếu các vị trí của gối đỡ so với trọng tâm được cho bởi (x, y, z) và độ cứng vững thẳng đứng và nằm ngang của mỗi gối đỡ được biểu thị bằng k_v và k_H , tính bằng Newton trên met, thì các gối đỡ phải được định vị sao cho

$$\sum_{n=1}^4 k_v \delta_n x = 0$$

$$\sum_{n=1}^4 k_H \delta_n y = 0$$

trong đó

δ_n là độ võng riêng biệt, tính bằng milimet (mm), và

khi các độ võng của gối đỡ δ_1 và δ_4 có khả năng đạt tới trong giới hạn dung sai $^{+20}_{-35}\%$ (xem điều 5).

CHÚ THÍCH : Lực đẩy của quạt có thể ảnh hưởng đến độ võng danh nghĩa trong các điều kiện vận hành.

A.3 Tính toán các tần số riêng của thân cứng**A.3.1 Qui định chung**

Thông thường, các cụm quạt được thiết kế sao cho chiều cao thẳng đứng của trọng tâm phía trên các gối đỡ nhỏ hơn một phần ba khoảng cách nhỏ nhất theo chiều ngang giữa các gối đỡ. Nếu điều kiện này được thỏa mãn thì độ chính xác theo yêu cầu của 5.2 đủ để tính toán các tần số riêng của thân cứng của cụm quạt khi thừa nhận các dạng rung là thuần nhất nghĩa là không có sự ghép nối giữa chuyển động tịnh tiến và chuyển động quay. Đối với các trường hợp tỷ số một phần ba bị vượt quá thì nên có sự phân tích về dạng nối ghép (Xem A.3.2).

CHÚ THÍCH: Nếu tồn tại một mức độ không đối xứng lớn, cần có sự phân tích phức tạp hơn trong đó bao gồm các tính vector quán tính và độ cứng vững. Trong trường hợp này nên hỏi ý kiến chuyên gia.

A.3.2 Phân tích dạng rung ghép đôi

Nếu độ dịch chuyển thẳng đứng giữa trọng tâm chung và tâm đàn hồi của cấu hình lắp đặt là đáng kể thì hai dạng rung đu đưa sẽ xảy ra mà các tần số của chúng f_1 và f_2 , tính bằng hertz (Hz) được cho bởi các phương trình sau :

$$f_1 = C_1 f_H \quad (A.4)$$

$$f_2 = C_2 f_H \quad (A.5)$$

trong đó

$$C_1 = \left[\frac{1}{2} \left((1+B) - \sqrt{(1-B)^2 + \left(\frac{4\bar{z}^2}{r^2} \right)} \right) \right]^{1/2} \quad (\text{A.6})$$

$$C_2 = \left[\frac{1}{2} \left((1+B) + \sqrt{(1-B)^2 + \left(\frac{4\bar{z}^2}{r^2} \right)} \right) \right]^{1/2} \quad (\text{A.7})$$

trong đó

$$B = \frac{\sum (k_H z^2 + k_V x^2)}{r^2 \sum k_H} \quad (\text{A.8})$$

$$r \text{ là bán kính hồi chuyển, tính bằng milimet (mm)} = \left(\frac{I_R}{\sum m} \right)^{1/2} \quad (\text{A.9})$$

$$\bar{z} \text{ là độ dịch chuyển thẳng đứng của các gối đỡ đàn hồi tính bằng mét (m)} = \frac{\sum (k_H z)}{\sum k_H} \quad (\text{A.10})$$

I_R là momen quán tính đối với trục y đi qua trọng tâm của hệ thống tính bằng kilogam mét vuông (kg.m^2).

Thông thường, ảnh hưởng của sự ghép đôi là để tăng sự tách ly tần số giữa dạng rung đu đưa không ghép đôi và dạng rung lắc. Như vậy, phép tính gần đúng cho dạng không ghép đôi sẽ có khuynh hướng dự đoán dưới mức dạng rung đu đưa và dự đoán quá mức dạng rung lắc, các tần số ghép đôi có thể xảy ra khi sự dịch chuyển thẳng đứng là đáng kể.

Sự dịch chuyển thẳng đứng có thể được giảm tới mức tối thiểu bằng cách sử dụng bộ quán tính để đỡ cụm quạt và động cơ trong thử nghiệm rung. Khối lượng của bộ quán tính ít nhất là nên bằng khối lượng liên hợp của cụm quạt và động cơ và tốt nhất là nên lớn hơn.

Để có lợi cần lực chọn một cỡ kích thước trên mặt bằng của bộ quán tính tối thiểu là lớn hơn 15 % so với cỡ kích thước của khung bộ quạt, Cụm quạt/động cơ nên được định vị trên bộ sao cho trọng tâm chung của quạt/động cơ càng gần với trọng tâm của bộ quán tính càng tốt. Phép tính gần đúng này nên cho phép có dung sai $\pm 20\%$ cho mỗi độ võng tĩnh của lắp đặt.

A.3.3 Tính toán

Các tần số riêng của thân cứng (vững) khi giả thiết rằng

- Dạng rung không ghép đôi ;
- Độ cứng vững ngang của mỗi bộ cách ly là như nhau theo mọi hướng ;
- Tất cả các tần số riêng không tắt dần ;

được tính toán như sau :

1) Dạng thẳng đứng, Tần số của dạng rung thẳng đứng f_v , tính bằng hertz (Hz) được cho bởi phương trình sau

$$f_v = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{\sum k_v}{\sum m} \right)^{1/2} \quad (\text{A.11})$$

Trong đó :

m là khối lượng của cụm, tính bằng kilogam (kg)

2) Dạng lắc ngang. Tần số của dạng rung lắc f_H , tính bằng hertz (Hz) được cho trong phương trình sau được bảo toàn trong đó nó luôn luôn lớn hơn tần số tương ứng f_1 thu được bằng phân tích dạng ghép đôi (Xem A.3.2).

$$f_H = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{\sum k_H}{\sum m} \right)^{1/2} \quad (\text{A.12})$$

3) Dạng xoắn/đảo lại. Tần số của dạng rung xoắn/đảo lại trong mặt phẳng xy , f_T , tính bằng hertz (Hz) được cho bởi phương trình sau :

$$f_T = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{\sum k_H (x^2 + y^2)}{I_T} \right)^{1/2} \quad (\text{A.13})$$

trong đó

I_T là mômen quán tính của hệ thống đối với trục z đi qua trọng tâm, tính bằng kilogam mét vuông (kg.m^2) được cho bởi phương trình sau :

$$I_T = I_{z,3} + m_1(x_1^2 + y_1^2) + m_2(x_2^2 + y_2^2) + m_3(x_3^2 + y_3^2) \quad (\text{A.14})$$

trong đó:

$I_{z,3}$ là mômen quán tính của bộ đối với trục z đi qua trọng tâm của bộ được định vị tại x_3, y_3, z_3 (tính bằng kg.m^2)

CHÚ THÍCH: Phương trình hiệu chỉnh đối với I_T được cho như sau :

$$I_T = I_{z,1} + I_{z,2} + I_{z,3} + m_1(x_1^2 + y_1^2) + m_2(x_2^2 + y_2^2) + m_3(x_3^2 + y_3^2) \quad (\text{A.15})$$

Tuy nhiên $I_{z,1}$ và $I_{z,2}$ (nghĩa là các mômen quán tính của quạt và động cơ đối với trục z của trọng tâm riêng của chúng) không luôn luôn sẵn có vì chúng được đo bằng thực nghiệm. Một phương pháp khác thường được chấp nhận, trừ khi các trọng tâm của quạt/động cơ trùng với trọng tâm chung là sử dụng

phương trình (A.14) đã bỏ qua $I_{zz,1}$ và $I_{zz,2}$ và thu được sự đánh giá quá mức được bảo toàn của tần số riêng f_T trong phương trình (A.13).

4) Dạng đu đưa (mặt phẳng zx), Nếu tỷ số một phần ba giữa trọng tâm thẳng đứng và khoảng cách gối đỡ không bị vượt quá thì tần số của dạng rung quay trong mặt phẳng zx , f_R , tính bằng hertz (Hz) được cho thấp hơn khoảng 5 % so với tần số tương ứng f_2 thu được bằng phân tích dạng ghép đôi (xem A.3.2).

$$f_R = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{\sum (k_H z^2 + k_V x^2)}{I_R} \right)^{1/2} \quad (\text{A.16})$$

trong đó

I_R là mômen quán tính của hệ thống đối với trục y đi qua trọng tâm, tính bằng kilogam met vuông (kg.m^2) được cho bởi phương trình sau:

$$I_R = I_{yy,3} + m_1(x_1^2 + z_1^2) + m_2(x_2^2 + z_2^2) + m_3(x_3^2 + z_3^2) \quad (\text{A.17})$$

trong đó:

$I_{yy,3}$ là mômen quán tính của bộ đỡ đối với trục y đi qua trọng tâm của bộ, tính bằng kilogam mét vuông (kg.m^2)

CHÚ THÍCH : Phương trình hiệu chỉnh đối với I_R như sau :

$$I_R = I_{yy,1} + I_{yy,2} + I_{yy,3} + m_1(x_1^2 + z_1^2) + m_2(x_2^2 + z_2^2) + m_3(x_3^2 + z_3^2) \quad (\text{A.18})$$

trong đó:

$I_{yy,1}$ là mômen quán tính của quạt đối với trục y đi qua trọng tâm của quạt, tính bằng kilogam met vuông (kg.m^2) ;

$I_{yy,2}$ là mômen quán tính của động cơ đối với trục y đi qua trọng tâm của động, tính bằng kilogam mét vuông (kg.m^2) ;

$I_{yy,3}$ là mômen quán tính của bộ đỡ đối với trục y đi qua trọng tâm của bộ đỡ, tính bằng kilogam mét vuông (kg.m^2)

Tuy nhiên, vì lý do tương tự như các mômen quán tính được cho trong chú thích của mục (3), có thể chấp nhận phương trình (A.17) khi bỏ qua $I_{yy,1}$ và $I_{yy,2}$.

5) Dạng đu đưa (mặt phẳng zy). Tần số của dạng đu đưa ghép đôi trong đó tần số lắc, f_1 là chủ yếu, tính bằng hertz (Hz) và tần số của dạng đu đưa ghép đôi trong đó tần số quay là chủ yếu, f_2 , tính bằng hertz (Hz) được cho bởi phương trình sau :

$$f_1, f_2 = I_{xx,3} + m_1(y_1^2 + z_1^2) + m_2(y_2^2 + z_2^2) + m_3(y_3^2 + z_3^2) \quad (\text{A.19})$$

Trong đó :

$I_{xx,3}$ là mômen quán tính của bộ đỡ đối với trục x đi qua trọng tâm của bộ đỡ, tính bằng kilogam met vuông (kg.m^2).

CHÚ THÍCH : Các ấn phẩm [12] và [13] đưa ra thông tin bổ sung về tính toán các tần số.

Phụ lục B

(Tham khảo)

Phương pháp đo thứ yếu cho thử nghiệm tại hiện trường hoặc phân cấp chất lượng

B.1 Qui định chung

Phụ lục này áp dụng cho phép đo rung có thể được thực hiện một cách dễ dàng nhưng vì độ không ổn định đo tăng lên, cho nên không được khuyến nghị cho sử dụng để xác lập các mức rung chính xác. Tuy nhiên, khi cần thu được các mức rung như là một số đo chất lượng cân bằng lần cuối trên các máy được sản xuất loạt, hoặc cho phép đo so sánh tại hiện trường thì có thể sử dụng phương pháp cho trong phụ lục này.

B.2 Các phép đo thân ổ trục

Khi thực hiện sự phân tích rung, bộ chuyển đổi luôn luôn được lắp đặt một cách vững chắc với bề mặt của máy bằng một trong các phương pháp cho trong 7.2. Tuy nhiên có thể quan tâm đến các phương pháp khác khi các tốc độ vận hành của máy đủ thấp để cho các tần số rung được quan tâm hạ xuống dưới các giới hạn tần số do nhà sản xuất bộ chuyển đổi đặt ra cho các phương pháp kẹp chặt đã nêu. Khi sử dụng các phương pháp lắp đặt này, nên có sự tiếp xúc trên một bộ phận lớn của máy như khung (thân) máy hoặc thân ổ trục, không cho tiếp xúc trên một bộ phận phụ hoặc trên một tấm kim loại có khối lượng nhẹ. Các ứng dụng nên có độ cứng vững sao cho bộ cảm biến duy trì sự tiếp xúc bề mặt trong một quá trình đo. Bảng 1 hướng dẫn tần số lớn nhất tại đó nên sử dụng lắp đặt bộ chuyển đổi.

Bảng 1 - Các tần số lớn nhất điển hình cho lắp đặt bộ chuyển đổi

Phương pháp lắp đặt bộ chuyển đổi	Tần số lớn nhất
Giữ bằng tay với đầu dò 200 mm	200
Giữ bằng tay không có đầu dò	600
Giá giữ bộ chuyển đổi bằng từ tính	1500
CHÚ THÍCH 1: Xem 7.2. CHÚ THÍCH 2: Khi các phép đo được thực hiện để phân cấp chất lượng của quạt trong sản xuất, không nên dùng phương pháp kẹp chặt cố định đối với bộ chuyển đổi. Trong các trường hợp này có thể sử dụng các bộ chuyển đổi được giữ bằng tay hoặc từ tính với điều kiện là các số đọc được giới hạn tới các tần số lớn nhất được cho trong Bảng này. CHÚ THÍCH 3: Xem ISO 5348. CHÚ THÍCH: Các giá trị đã cho dựa trên các khuyến nghị chi tiết của nhà sản xuất.	

B.3 Các phép đo trực

Nhiều máy có tốc độ cao gồm có các rô tô có khối lượng tương đối nhẹ được lắp trên thân hộp lớn có các gối đỡ ổ cứng vững. Do khối lượng và độ cứng vững của vỏ (hộp) máy và các ổ trục thường có dấu hiệu nhỏ bên ngoài về rung của rô to hoặc trục mặc dù chúng có thể bị rung mạnh bên trong các khe hở của ổ trục. Trên kiểu máy này, cần phải đo rung của trục để biết được khi khe hở của vòng vít và ổ trục ở trong tình trạng nguy hiểm. Có thể sử dụng các bộ cảm biến khác nhau và các phương pháp kẹp chặt chúng cho mục đích này như sau:

- a) Bộ cảm biến không tiếp xúc (gần tiếp xúc);
- b) Bộ cảm biến kiểu con chạy trên trục.

Khi thực hiện các phép đo rung của trục, rất cần phải theo lời khuyên của nhà sản xuất thiết bị trong mọi lĩnh vực có liên quan đến lựa chọn, lắp đặt, ứng dụng và các qui trình về an toàn.

Cần hiểu rằng, đôi khi có sử dụng các phụ tùng “dán vào trục” để dùng với bộ chuyển đổi tốc độ địa chấn nhưng qui trình kỹ thuật này thường không được khuyến nghị vì lý do an toàn.

CHÚ THÍCH: Để có thêm thông tin và phép đo trực, tham khảo ISO 7919-1.

Phụ lục C

(Tham khảo)

Các vị trí đo được khuyến nghị cho các phép đo tình trạng của máy

C.1 Tình trạng của máy

Trong bất cứ máy nào, các bộ phận quay khác nhau đều được đặt trong một số dạng bố trí ổ trục. Bất cứ khuyết tật nào, ví dụ, độ mất cân bằng cũng có thể dẫn tới rung và rung này được truyền tới các thân ổ trục của máy thông qua các ổ trục. Ví dụ, như độ mòn của các ổ trục hoặc độ mất cân bằng của bộ cánh quạt sẽ làm cho độ lớn của rung tăng lên tương ứng. Đường đặc tính của sự thay đổi độ lớn này theo thời gian là sự chỉ báo có ích về tình trạng của máy. Cũng có thể thực hiện phép đo rung của trục (xem Phụ lục B và ISO 7919-1).

C.2 Lựa chọn các vị trí đo

Trước khi lựa chọn vị trí cố định cuối cùng của bộ chuyển đổi để kiểm tra tình trạng khi vận hành, khi không có các vị trí do nhà sản xuất đề nghị, nên xem xét địa điểm ở lân cận vị trí dự định của bộ chuyển đổi, với bộ chuyển đổi được kẹp chặt bằng từ tính (hoặc phương tiện tương tự). Yêu cầu này là để bảo đảm rằng vị trí dự định của bộ chuyển đổi sẽ mô tả tốt nhất rung được quan tâm, ví dụ, một vị trí không ở trung tâm tại đó xảy ra độ lớn lớn nhất của rung theo hướng quan trọng nhất hoặc "xấu nhất". Nếu xuất hiện các tín hiệu lại ở các tần số 50 Hz, 60Hz, 100 Hz hoặc 120 Hz khi quạt đang vận hành thì nguồn của tín hiệu có thể là bộ cảm biến điện, nếu có, khi được xác định từ thử nghiệm sử dụng một bộ treo bằng cao su mềm cho bộ chuyển đổi, tín hiệu này nên được tìm nguồn gốc và loại bỏ. Các vị trí đo được khuyến nghị được cho trên các Hình C.1 và Hình C.2.

C.3 Lấy các số đo

Trong giám sát tình trạng của máy, điều quan trọng là phải giữ vị trí đo không thay đổi. Các thân ổ trục là các vị trí lý tưởng để thực hiện các phép đo trên máy và giám sát các thay đổi về các mức rung phản ánh trực tiếp tình trạng của máy. Thường không thể lấy các số đo tại các thân ổ trục trên quạt một khi quạt đã được lắp đặt. Ví dụ, đối với các quạt hướng trục, một khi quạt đã được lắp đặt, các giá đỡ cho stato/rotô, đường vào của cáp và các ống bôi trơn ổ trục có thể là các mối nối trực tiếp duy nhất với vỏ quạt.

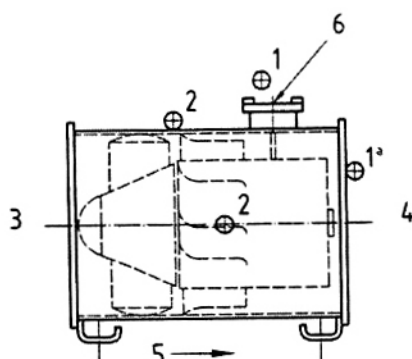
Để bảo đảm tính nhất quán của các phép đo, các vị trí này nên được ghi dấu. Yêu cầu này sẽ bảo đảm rằng các kiểm tra và phân tích được thực hiện tại cùng các điểm. Một bề mặt được gia công tại các vị trí đo có giá trị đặc biệt đối với các kết quả đo.

TCVN 9076:2011

Mỗi khi có thể thực hiện được, các vị trí đo nên cho phép lấy các số đo theo ba chiều vuông góc với nhau, nghĩa là :

- Thẳng đứng, dọc và ngang khi đường trục của trục nằm ngang.
- Thẳng đứng và theo hai chiều ngang khi đường trục của trục thẳng đứng.

Một khi các vị trí đo đã được xác định, chúng nên được đưa vào các bản vẽ chế tạo để bảo đảm rằng có thể sử dụng cùng các vị trí cho các lần đo tiếp sau,

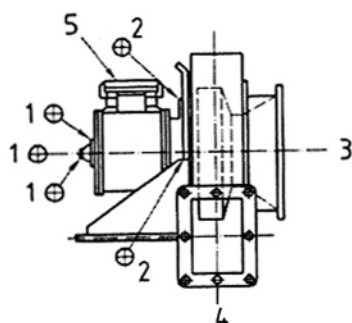


CHÚ DẪN

- Đầu mút tự do của động cơ
- Đầu mút giá đỡ động cơ của quạt
- Cửa vào
- Cửa ra
- Dòng không khí
- Hộp đầu cáp

^a Các phép đo trực không thể thực hiện được khi đã lắp đặt

Hình C.1 – Các vị trí đo được khuyến nghị cho đo tình trạng của máy của quạt hướng trục



CHÚ DẪN

- 1 Đầu mút tự do của động cơ
- 2 Đầu mút của động cơ quạt
- 3 Cửa vào
- 4 Cửa ra
- 5 Hộp đầu cấp

Hình C.2 – Các vị trí đo được khuyến nghị cho đo tình trạng của máy của quạt ly tâm

Phụ lục D

(Tham khảo)

**Quan hệ giữa mức rung tuyệt đối và các mức
được biểu thị bằng đêxiben của các đặc tính rung**

Các thang đo logarit đôi khi được sử dụng để vẽ biểu đồ các biên độ rung như độ dịch chuyển, tốc độ và gia tốc. Điều này khiến cho thang đo đêxiben được sử dụng để so sánh các mức rung và nén thang đo khi phạm vi của các giá trị lớn.

Đêxiben (dB) là tỷ số của một mức đối với mức chuẩn và do đó không có thứ nguyên. Để đánh giá các mức rung tuyệt đối phải công bố mức chuẩn.

Ví dụ, có thể nói rằng một mức rung là 10 dB lớn hơn mức khác mà không có bất cứ sự giải thích thêm nào. Tuy nhiên, nếu nói rằng một mức rung, ví dụ là 85 dB thì phải chuyển nó tới một mức chuẩn. Do đó, nên nói rằng tốc độ rung là 85 dB được chuyển tới 10^{-9} m/s.

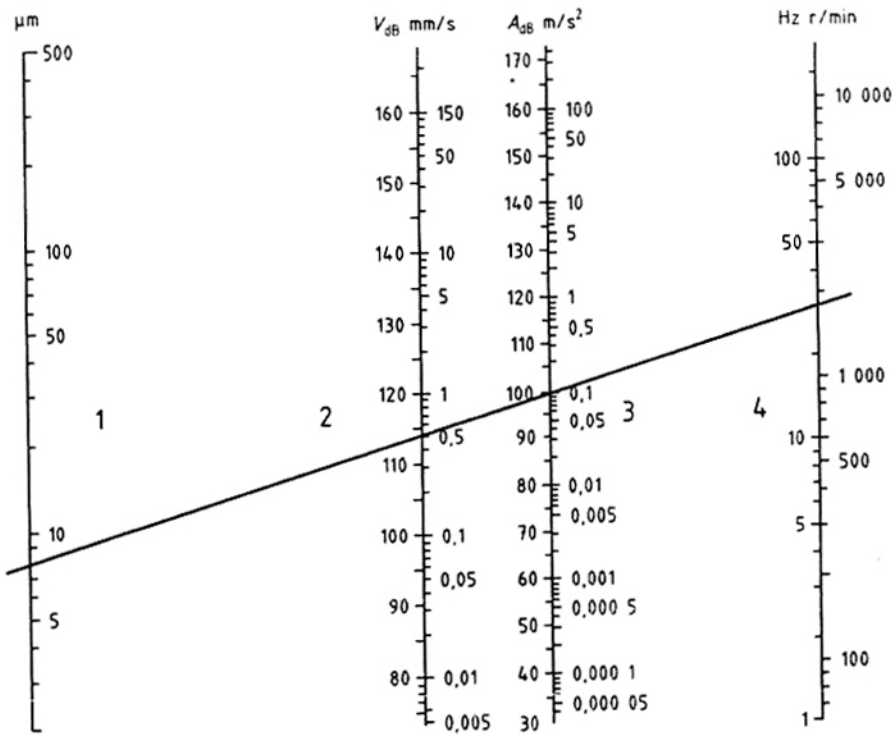
Toán đồ cho trên Hình D.1 đưa ra một phương pháp dễ dàng để chuyển đổi từ một tính chất sang một tính chất khác và từ các mức tuyệt đối sang các mức đêxiben khi rung có đặc tính hình sin. Các mức chuẩn được cho trong Bảng D.1 phù hợp với ISO 1683.

Bảng D.1 – Các mức chuẩn

Đại lượng	Định nghĩa	Mức chuẩn
Mức gia tốc rung, L_a , dB	$L_a = 20 \log_{10}(a/a_0)$	$a_0 = 10^{-6} \text{ m/s}^2$
Mức tốc độ rung L_v , dB	$L_v = 20 \log_{10}(v/v_0)$	$v_0 = 10^{-9} \text{ m/s}$
trong đó a là gia tốc rung tức thời (m/s^2); a_0 là rung chuẩn (m/s^2); v là tốc độ rung tức thời (m/s); v_0 là tốc độ rung chuẩn (m/s).		

Khi chuẩn bị các kết quả ở dạng đồ thị, tần số cũng có thể được vẽ đồ thị theo thang đo logarit. Điều này có tác động mở rộng giới hạn dưới, ở đó các giá trị quan trọng như tần số quay thường có mặt và nén giới hạn trên thường bao gồm các tần số liên quan đến độ mòn của ổ do môi v.v... Tuy nhiên cần đưa ra độ phân giải theo tỷ lệ phần trăm không đổi trên toàn bộ chiều rộng của đồ thị và giữ kích thước của nó ở các tỷ lệ hợp lý.

CHÚ THÍCH: Các dụng cụ hiện có khi đo các mức gia tốc tới bằng đêxiben liên quan đến một giá trị chuẩn 10^{-5} m/s^2 dẫn đến các giá trị được báo cáo thấp hơn các giá trị được xác định ở trên 20 dB.



CHÚ DẪN

- 1 Độ dịch chuyển (đỉnh-tới-đỉnh)
- 2 r.m.s của tốc độ
- 3 r.m.s của gia tốc
- 4 Tần số

CHÚ THÍCH 1: Độ dịch chuyển $1 \mu\text{m} = 10^{-3} \text{ mm}$

CHÚ THÍCH 2: Khi được biểu thị bằng decibels (giá trị chuẩn 10^{-5} m/s^2), trừ đi 20 dB

VÍ DỤ: Độ dịch chuyển = $7,62 \mu\text{m}$ ở tốc độ của quạt = 1780 r/min (30 Hz)

Vẽ một đường thẳng giữa các thang đo và đọc các giá trị khác:

$$\text{tốc độ (r.m.s)} = 0,5 \text{ mm/s}$$

$$= 114 \text{ V}_{\text{dB}}$$

$$\text{gia tốc (r.m.s)} = 0,095 \text{ m/s}^2 \text{ r.m.s}$$

$$= 99,5 \text{ A}_{\text{dB}}$$

Hình D.1 – Toán đồ rung của máy để chuyển đổi các giá trị tuyệt đối thành các mức decibels (dạng sóng hình sin)

Phụ lục E

(Tham khảo)

Quan hệ giữa các đại lượng rung của tín hiệu tần số

Bất cứ rung nào gồm có một dạng sóng hình sin có chu kỳ cũng có thể được xác định dưới dạng các đại lượng độ dịch chuyển, tốc độ và/hoặc gia tốc ở tần số dạng sóng thích hợp. Tốc độ là đạo hàm bậc nhất của độ dịch chuyển trong khi gia tốc là đạo hàm bậc nhất của tốc độ và do đó là đạo hàm bậc hai của độ dịch chuyển. Ví dụ, đối với độ dịch chuyển hình sin d , tính bằng met (m) được biểu thị:

$$d = D \sin \omega t$$

trong đó

D là biên độ của độ dịch chuyển đỉnh, tính bằng met (m);

ω là tần số góc ($= 2\pi f$), tính bằng hertz (Hz);

t là thời gian, tính bằng giây (s);

Tốc độ v tính bằng milimet trên giây (mm/s) hoặc met trên giây (m/s) được biểu thị :

$$v = \omega D \cos \omega t = V \cos \omega t$$

Gia tốc a tính bằng met trên giây bình phương (m/s^2) được biểu thị

$$a = -\omega^2 D \sin \omega t = A \sin \omega t$$

trong đó :

V và A là các biên độ đỉnh của tốc độ và gia tốc.

Giá trị r.m.s của mỗi thông số bằng giá trị đỉnh chia cho $\sqrt{2}$.

Nếu rung gồm có một loạt các biên độ đã biết d_j , v_j , a_j (trong đó $j = 1, 2, 3, \dots, n$) đối với độ dịch chuyển, tốc độ và gia tốc ở các tần số góc đã biết ($\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_n$) thì giá trị r.m.s của tốc độ chung $V_{r.m.s}$, tính bằng milimet trên giây (mm/s) hoặc met trên giây (m/s) được cho bởi phương trình

$$V_{r.m.s} = \sqrt{1/2(D_1^2 \omega_1^2 + D_2^2 \omega_2^2 + D_3^2 \omega_3^2 + \dots + D_n^2 \omega_n^2)}$$

$$V_{r.m.s} = \sqrt{1/2(V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2)}$$

$$V_{r.m.s} = \sqrt{1/2\left(\frac{A_1^2}{\omega_1^2} + \frac{A_2^2}{\omega_2^2} + \frac{A_3^2}{\omega_3^2} + \dots + \frac{A_n^2}{\omega_n^2}\right)}$$

Nếu có các bản ghi thời gian của phép đo rung thì có thể thu được giá trị r.m.s từ căn số bậc hai của tích phân đối với thời gian của bình phương tốc độ rung, ví dụ đối với giá trị r.m.s của tốc độ chung $V_{r.m.s}$:

$$V_{r.m.s} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2 dt}$$

trong đó:

T là chu kỳ rung, tính bằng giây (s)

Phép toán chuyển đổi trực tiếp giữa các đại lượng độ dịch chuyển, tốc độ và gia tốc chỉ có thể được hoàn thành cho các thành phần một tần số của rung. Là một ví dụ của sự chuyển đổi này, nếu giá trị r.m.s của tốc độ chung của rung $V_{r.m.s}$ đã biết thì độ dịch chuyển tới đỉnh D , tính bằng micromet (μm), milimet (mm) hoặc met (m) có thể được tính toán theo phương trình :

$$\begin{aligned} D &= 2000 \sqrt{2 \left(\frac{V_{r.m.s}}{\omega f} \right)} \\ &= 450 \left(\frac{V_{r.m.s}}{f} \right) \end{aligned}$$

trong đó :

f là tần số, tính bằng hertz (Hz)

$$f = \omega / 2\pi$$

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] ISO 1683, *Acoustics – Preferred reference quantities for acoustic levels* (Âm học – Các đại lượng chuẩn ưu tiên cho các mức âm thanh);
- [2] ISO 2373:1987, *Mechanical vibration of certain rotating electrical machinery with shaft heights between 80 and 400 mm – Measurement and evaluation of the vibration severity* (Rung cơ học của một số máy điện quay có các chiều cao trục từ 80 mm đến 400 mm – Đo và đánh giá tính khốc liệt của rung);
- [3] ISO 5348, *Mechanical vibration and shock - Mechanical mounting of accelerometers* (Rung và va đập cơ học – Lắp đặt cơ khí các gia tốc kế);
- [4] ISO 5802, *Industrial fans – Performance testing in situ* (Quạt công nghiệp – Thử đặc tính tại hiện trường);
- [5] ISO 7919-1 *Mechanical vibration of non-reciprocating machines- Measurements on rotating shafts and evaluation criteria – Part 1 : General guidelines* (Rung cơ học của các máy không có chuyển động tịnh tiến qua lại – Các phép đo trên các trục và chuẩn đánh giá – Phần 1 : Hướng dẫn chung);
- [6] ISO 10816 (all parts), *Mechanical vibration – Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts* (Rung cơ học – Đánh giá rung của máy bằng các phép đo trên các bộ phận không quay);
- [7] TCVN 9071 (ISO 12499), *Quạt công nghiệp – An toàn cơ cơ khí của quạt – Che chắn bảo vệ*;
- [8] ISO 13347 (all parts), *Industrial fans – Determination of fan sound power level under standardized laboratory conditions*¹⁾ (Quạt công nghiệp – Xác định mức công suất âm thanh của quạt trong điều kiện phòng thử nghiệm tiêu chuẩn);
- [9] TCVN 9073 (ISO 13349), *Quạt – Từ vựng và định nghĩa của các loại quạt*;
- [10] TCVN 9074 (ISO 13350), *Quạt công nghiệp – Thử đặc tính của quạt phụ*;
- [11] ISO 13351, *Industrial fans – Dimensions* (Quạt công nghiệp – Kích thước);

¹⁾ đã xuất bản

- [12] GROOTHENHUIS, P and EWINS, D.J. *Vibration of a spring-supported body. Mechanical Engineering Society Journal*, 1965,17, pp. 185-192;
- [13] HIMELBLAU, H and RUBIN, S. *Vibration of a resiliently supported rigid body. Shock and Vibration Handbook, 2nd edition, Section 3*, 1976 New York: McGraw-Hill Book Co.
-