TCVN **TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

TCVN 12179-3:2017
ISO 9614-3:2002

Xuất bản lần 1

ÂM HỌC – XÁC ĐỊNH MỨC CÔNG SUẤT ÂM CỦA CÁC NGUỒN ỒN SỬ DỤNG CƯỜNG ĐỘ ÂM – PHẦN 3: PHƯƠNG PHÁP ĐO CHÍNH XÁC BẰNG CÁCH QUÉT

Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 3: Precision method for a measurement by scanning

HÀ NỘI – 2017

Lời nói đầu

TCVN 12179-3:2017 hoàn toàn tương đương với ISO 9614-3:2002.

TCVN 12179-3:2017 do Ban kỹ thuật Tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 43 *Âm học* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 12179 (ISO 9614), *Âm học – Xác định mức công suất âm của các nguồn ồn sử dụng cường độ âm* gồm các tiêu chuẩn sau:

– TCVN 12179-1:2017 (ISO 9614-1:1993), Phần 1: Đo tại các điểm rời rạc;

– TCVN 12179-2:2017 (ISO 9614-2:1996), Phần 2: Đo bằng cách quét.

– TCVN 12179-3:2017 (ISO 9614-3:2002), Phần 3: Phương pháp đo chính xác bằng cách quét.

Lời giới thiệu

0.1 Mức công suất âm phát ra từ nguồn về mặt giá trị bằng tích phân của tích vô hướng vecto cường độ âm và vecto diện tích nguyên tố lấy trên bề mặt bất kỳ bao quanh nguồn âm . Các tiêu chuẩn trước đó mô tả các phương pháp xác định mức công suất âm của các nguồn ồn, chủ yếu là từ ISO 3740 đến ISO 3747, trừ trường hợp quy định mức áp suất âm là đại lượng âm sơ cấp phải đo. Tương quan giữa mức cường độ âm và mức áp suất âm tại bất kỳ điểm nào phụ thuộc vào các đặc điểm của nguồn âm, của môi trường đo và sự phân bố các vị trí đo liên quan của nguồn.

Các qui trình mô tả trong các tiêu chuẩn từ ISO 3740 đến ISO 3747 không phải luôn luôn thích hợp, do các nguyên nhân sau:

a) cần các cơ sở vật chất có chi phí cao, nếu yêu cầu cấp chính xác cao. Thông thường không có khả năng lắp đặt và vận hành các bộ phận thiết bị lớn trong các cơ sở như vậy;

b) không áp dụng được các qui trình này khi có các mức tiếng ồn từ bên ngoài sinh ra từ các nguồn khác cao hơn nguồn đang nghiên cứu.

0.2 Tiêu chuẩn này qui định các phương pháp xác định mức công suất âm của các nguồn, trong phạm vi cụ thể của độ không đảm bảo đo, dưới các điều kiện thử nhưng lại không khắt khe như các điều kiện thử qui định trong các tiêu chuẩn ISO 3740 đến ISO 3747.

Khuyến nghị đối với những người thực hiện các phép đo cường độ âm theo tiêu chuẩn này phải là người có kinh nghiệm và được đào tạo thích hợp.

0.3 Tiêu chuẩn này bổ sung cho TCVN 12179-1 (ISO 9614-1), TCVN 12179-2 (ISO 9614-2) và các tiêu chuẩn từ ISO 3740 đến ISO 3747, qui định các phương pháp khác nhau để xác định các mức công suất âm của các máy móc và thiết bị. Tiêu chuẩn này chủ yếu khác so với ISO 3740 đến ISO 3747 ở ba khía cạnh:

a) Các phép đo được thực hiện bằng cường độ âm cũng như áp suất âm.

b) Độ không đảm bảo của mức công suất âm xác định theo phương pháp qui định tại tiêu chuẩn này được phân loại theo các kết quả của các phép thử bổ sung qui định và các phép tính được thực hiện liên quan các phép đo thử.

c) Các mức giới hạn hiện hành của thiết bị đo cường độ phù hợp với IEC 1043 hạn chế các phép đo đến dải một phần ba octa từ 50 Hz đến 6,3 kHz; các giá trị trọng số A dải băng tần giới hạn được xác định từ các giá trị một octa hoặc một phần ba octa và không bằng các phép đo trực tiếp trọng số A.

0.4 Tích phân trên bất kỳ bề mặt nguồn nào được bao quanh hoàn toàn của tích của vecto cường độ âm vô hướng và vecto diện tích thành phần liên quan sẽ cung cấp số đo công suất âm phát trực tiếp vào không khí từ tất cả các nguồn nằm trong phạm vi bề mặt bao quanh và không kể âm phát ra từ các nguồn nằm ngoài bề mặt đo này. Trên thực tế, việc loại trừ này chỉ hữu hiệu nếu

nguồn thử và các nguồn khác của cường độ bên ngoài trên bề mặt đo là ổn định theo thời gian. Khi có các nguồn âm hoạt động ngoài bề mặt đo, thì bất kỳ hệ thống nào nằm trong phạm vi bề mặt đo đều có thể hấp thụ một phần năng lượng ngẫu nhiên trên nó. Tổng công suất âm hấp thụ được trong phạm vi bề mặt đo sẽ xuất hiện như một sự đóng góp giá trị âm vào công suất âm, và có thể tạo sai số cho phép xác định công suất âm. Để giảm thiểu sai số liên đới, cần loại bỏ chất liệu hấp thụ âm nằm trong phạm vi bề mặt đo, mà thông thường không xuất hiện trong quá trình hoạt động của nguồn đang thử.

Phương pháp này dựa trên việc lấy mẫu của cường độ pháp tuyến với bề mặt đo bằng cách chuyển dịch liên tục đầu đo cường độ dọc theo các tuyến đường qui định. Sai số lấy mẫu sinh ra là hàm số của sự thay đổi về không gian của thành phần cường độ pháp tuyến trên bề mặt đo, phụ thuộc vào hướng của nguồn, bề mặt đo đã chọn, kiểu và tốc độ của đầu quét, và sự gần kề của các nguồn từ bên ngoài bề mặt đo.

Độ chính xác của phép đo thành phần pháp tuyến của cường độ âm tại một vị trí là rất nhạy với sự chênh lệch giữa mức áp suất âm tại chỗ và mức cường độ âm pháp tuyến tại chỗ. Có thể xuất hiện sự chênh lệch lớn khi vecto cường độ tại vị trí đo hướng vào góc rộng (khoảng 90°) tới bề mặt đo. Cách khác, mức áp suất âm tại chỗ có thể có những đóng góp lớn từ các nguồn ngoài bề mặt đo, nhưng có thể liên quan với dòng năng lượng âm nhỏ, thực, như trong trường âm vang trong một phòng kín , hoặc trường này có thể phản xạ mạnh vì sự có mặt của các sóng trường gần và/hoặc sóng đứng.

Độ chính xác của phép xác định công suất âm chịu ảnh hưởng bất lợi của dòng năng lượng âm vào thể tích bao quanh bởi bề mặt đo qua một phần của bề mặt đó, thậm chí, về nguyên tắc được bù lại do dòng năng lượng tăng lên qua phần còn lại của bề mặt đo. Điều kiện này sinh ra bởi sự có mặt của nguồn bên ngoài mạnh ngoài bề mặt đo. Tiêu chuẩn này hạn chế các tình huống như vậy bằng cách đưa ra các tiêu chí liên quan phù hợp.

Âm học – Xác định mức công suất âm của các nguồn ồn sử dụng cường độ âm – Phần 3: Phương pháp đo chính xác bằng cách quét

Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 3: Precision method for measurement by scanning

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này qui định phương pháp đo thành phần của cường độ âm pháp tuyến với bề mặt đo được chọn để bao quanh (các) nguồn âm mà mức công suất âm được xác định.

Tích phân bề mặt của thành phần cường độ pháp tuyến với bề mặt đo được ước tính bằng cách chia bề mặt đo thành các bề mặt từng phần liên tiếp, và quét đầu đo cường độ qua từng bề mặt đo từng phần dọc theo đường dẫn liên tục bao phủ phạm vi của phần mặt đó. Thiết bị đo xác định thành phần cường độ pháp tuyến trung bình và áp suất âm bình phương trung bình trên khoảng thời gian của mỗi lần quét. Có thể thực hiện thao tác quét thủ công hoặc bằng các phương tiện của hệ thống cơ học.

Mức công suất âm dải một octa hoặc mức công suất âm trọng số dải băng tần giới hạn được tính từ các giá trị một phần ba octa đo được. Phương pháp này có thể áp dụng cho các nguồn mà có thể xác định bề mặt đo ổn định về mặt vật lý, và trên đó âm phát ra từ nguồn thử và từ các nguồn bên ngoài đáng kể khác là ổn định theo thời gian . Nguồn ồn được xác định theo sự lựa chọn bề mặt đo. Phương pháp này có thể áp dụng tại các môi trường thử cụ thể mà đáp ứng tất cả các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

Tiêu chuẩn này qui định các qui trình phụ bổ sung, được mô tả tại Phụ lục C, áp dụng cùng phép xác định công suất âm. Sử dụng các kết quả để chỉ ra chất lượng của phép xác định, và theo đó cấp chính xác của phương pháp. Nếu chất lượng của phép xác định cho thấy không đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn này, thì sửa đổi qui trình thử theo cách được chỉ ra.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho các dải tần số mà công suất âm của nguồn cho thấy là giá trị âm đối với phép đo.

1.2 Tiêu chuẩn này có thể áp dụng cho các nguồn đặt tại bất kỳ môi trường nào mà không bị thay đổi theo thời gian làm giảm cấp chính xác của phép đo cường độ âm đến mức không chấp nhận được, và cũng không phải là đối tượng đo cường độ đối với các dòng khí có tốc độ hoặc độ không ổn định không chấp nhận được (xem 5.2.2, 5.3 và 5.4).

Trong một số trường hợp cho thấy là các điều kiện thử quá bất lợi để có thể đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn này. Ví dụ, khi các mức tiếng ồn bên ngoài có thể vượt quá chỉ số khả năng động của thiết bị đo hoặc có thể thay đổi quá mức trong quá trình thử. Trong các trường hợp như vậy, phương pháp nêu trong tiêu chuẩn này là không phù hợp để xác định mức công suất âm của nguồn.

2 Tài liệu viện dẫn

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

TCVN 9595-3 (ISO/IEC Guide 98-3), *Độ không đảm bảo đo – Phần 3: Hướng dẫn trình bày độ không đảm bảo đo (GUM:1995).*

IEC 60651, *Sound levels meters (Máy đo mức âm).*

IEC 60942:1998, *Electroacoustics – Sound calibrators (Điện âm – Bộ hiệu chuẩn âm).*

IEC 61260, *Electroacoustics – Octave band and fractional-octave-band filters. (Điện âm – Bộ lọc dải octave và dải phân đoạn octa).*

IEC 61043, *Electroacoustics – Instruments for the measurement of sound intensity – Measurements with pairs of pressure sensing microphones. (Điện âm – Thiết bị dùng cho phép đo cường độ âm – Phép đo bằng các cặp microphone cảm ứng áp suất).*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các định nghĩa và thuật ngữ sau đây:

CHÚ THÍCH: Các ký hiệu nêu trong tiêu chuẩn này được mô tả tại Phụ lục A. Định nghĩa về các chỉ thị trường âm được nêu tại Phụ lục B.

3.1
Mức áp suất âm (sound pressure level)
L_p

Mười lần logarit cơ số 10 của tỷ số giữa bình phương trung bình áp suất âm và bình phương áp suất âm qui chiếu.

CHÚ THÍCH 1: Áp suất âm qui chiếu là 20 μPa.

CHÚ THÍCH 2: Mức áp suất âm được tính bằng dexiben.

3.2
Cường độ âm tức thời (instantaneous sound intensity)
$\vec{I}(t)$
Dòng tức thời của năng lượng âm trên đơn vị diện tích và trên đơn vị thời gian theo hướng của vận tốc phần tử âm tức thời tại chỗ.

CHÚ THÍCH: Đây là đại lượng vecto bằng tích của áp suất âm tức thời tại một điểm và vận tốc phần tử liên quan:

$$\vec{I}(t) = p(t) \cdot \vec{u}(t) \quad (1)$$

Trong đó

$p(t)$ là áp suất âm tức thời tại một điểm;

$\vec{u}(t)$ là tốc độ phần tử tức thời liên quan tại cùng điểm đó;

t là thời gian.

3.3
Cường độ âm (sound intensity)
$\vec{I}$
Giá trị trung bình theo thời gian $\vec{I}|t|$ trong trường âm ổn định tạm thời:

$$\vec{I} = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \int_0^T \vec{I}(t) dt \quad (2)$$

Trong đó T là khoảng thời gian lấy tích phân.

CHÚ THÍCH: và

I là độ lớn (cường độ) có dấu của $\vec{I}$; trong tiêu chuẩn này, dấu được chọn sao cho dòng năng lượng ra ngoài nguồn âm đi qua bề mặt đo và đo được là giá trị dương;

$|I|$ là độ lớn không dấu của $\vec{I}$.

3.4
Cường độ âm pháp tuyến (normal sound intensity)
I_n
Thành phần của cường độ âm theo hướng vuông góc với bề mặt đo xác định bởi vecto đơn vị pháp tuyến $\vec{n}$.

$$I_n = \vec{I} \cdot \vec{n} \quad (3)$$

Trong đó $\vec{n}$ là vecto đơn vị pháp tuyến hướng ra ngoài thể tích được bao quanh bởi bề mặt đo;

3.5
Mức cường độ âm pháp tuyến (normal sound intensity level)
L_{In}
Số đo logarit của giá trị cường độ âm pháp tuyến không dấu $|I_n|$, tính bằng:

$$L_{In} = 10 \lg[|I_n|/I_0] \text{ dB} \quad (4)$$

trong đó I_0 là cường độ âm qui chiếu (= 10^{-12} Wm^{-2})

CHÚ THÍCH 1: Mức áp suất âm được tính bằng dexiben.

CHÚ THÍCH 2: Khi I_0 là giá trị âm, thì biểu thị mức này là (–) XX dB, trừ trường hợp sử dụng để đánh giá δ_{plo} (xem 3.10).

3.6 Công suất âm

3.6.1
Công suất âm từng phần (partial sound power)
P_i
Giá trị trung bình theo thời gian của dòng năng lượng âm trên mỗi đơn vị thời gian đi qua mặt từng phần của bề mặt đo, tính bằng:

$$P_i = \overline{I}_{ni} S_i \quad (5)$$

trong đó

$\overline{I}_{ni}$ là độ lớn có dấu của cường độ âm pháp tuyến trung bình các mặt từng phần trên mặt từng phần i của bề mặt đo;

S_i là diện tích phần của mặt từng phần i.

CHÚ THÍCH 1: Khi mức cường độ âm pháp tuyến trung bình $\overline{L}_{In}$, đối với mặt từng phần i được biểu thị là XX dB, giá trị của $\overline{I}_{ni}$ được tính từ Công thức sau:

$$\overline{I}_{ni} = I_0 10^{XX/10} \quad (6)$$

CHÚ THÍCH 2: Khi mức cường độ âm pháp tuyến trung bình $\overline{L}_{In}$, đối với mặt từng phần i được biểu thị là (–) XX dB, giá trị của $\overline{I}_{ni}$ được tính từ Công thức sau:

$$\overline{I}_{ni} = -I_0 10^{XX/10} \quad (7)$$

3.6.2
Công suất âm (sound power)
P
Tổng áp suất âm sinh ra từ nguồn, xác định theo phương pháp của tiêu chuẩn này, tính bằng:

$$P = \sum_{i=1}^{N} P_i \quad (8)$$

trong đó N là tổng số các mặt từng phần của bề mặt đo.

3.6.3
Mức công suất âm (sound power level)
L_W
Số đo logarit của công suất âm sinh ra từ nguồn, xác định theo phương pháp của tiêu chuẩn này, tính bằng:

$$L_w = 10 \lg \frac{|P|}{P_0} \text{ dB} \quad (9)$$

trong đó P_0 là công suất âm qui chiếu ($=10^{-12}$ W).

CHÚ THÍCH 1: Mức công suất âm được tính bằng dexiben.

CHÚ THÍCH 2: Khi P là giá trị âm, thì mức này được biểu thị là (–) XX dB chỉ dùng cho mục đích ghi chép.

3.6.4
Mức công suất âm chuẩn hóa (normalized sound power level)
L_{W0}

Mức công suất âm dưới điều kiện khí tượng qui chiếu (nhiệt độ θ_0 = 23 °C), áp suất khí quyển (B_0 = 101325 Pa), tính bằng:

$$L_{w0} = L_w - 10\lg\left[\frac{B}{101325} \times \frac{296{,}15}{273{,}15+\theta}\right] \text{dB} \quad (10)$$

trong đó

θ là nhiệt độ không khí, tính bằng độ Celcius, trong quá trình đo thực tế;

B là áp suất khí quyển, tính bằng pascal, trong quá trình đo thực tế.

CHÚ THÍCH: Xem Phụ lục H.

3.7 Bề mặt

3.7.1
Bề mặt đo (measurement surface)

Thực hiện phép đo cường độ trên bề mặt giả thiết, và bề mặt đo này bao quanh nguồn âm thử, hoặc kết hợp cùng bề mặt cứng, liên tục về mặt âm, bao quanh nguồn âm thử.

CHÚ THÍCH: Trong các trường hợp, khi bề mặt giả thiết xuyên qua các vật thể có bề mặt cứng, thì bề mặt đo kết thúc tại các đường giao nhau giữa vật thể và bề mặt.

3.7.2
Mặt từng phần (partial surface)

Một trong số những mặt nhỏ hơn mà được chia ra từ bề mặt đo và trên đó thu được công suất âm từng phần.

Xem Hình 1

3.7.3
Phần nhỏ (segment)

Một trong số những bề mặt nhỏ hơn mà được chia ra từ mặt từng phần.

Xem Hình 2.

CHÚ THÍCH: Ý tưởng "phần nhỏ" được đưa vào để xác định đường quét và thời gian quét trên mặt từng phần.

3.8
Cường độ từ bên ngoài (extraneous intensity)

Sự đóng góp vào cường độ âm sinh ra do hoạt động của các nguồn âm từ bên ngoài vào bề mặt đo (các cơ chế nguồn hoạt động bên ngoài thể tích được bao quanh bởi bề mặt đo).

3.9
Đầu đo (probe)

Một phần của hệ thống đo cường độ kết hợp với cảm biến.

3.10
Chỉ số cường độ áp suất dư (pressure-residual intensity index)
δ_{plo}

Sự chênh lệch giữa L_p và $L_{I\delta}$ khi đầu đo cường độ được đặt và hướng về trường âm sao cho cường độ âm bằng zero (không).

$$\delta_{plo} = L_p - L_{I\delta} \quad (11)$$

trong đó $L_{I\delta}$ là mức cường độ dư L_δ được tính bằng:

$$L_{I\delta} = 10\lg\frac{|I_\delta|}{I_0}\,\text{dB} \quad (12)$$

CHÚ THÍCH 1: Mức cường độ dư được tính bằng dexiben.

CHÚ THÍCH 2: Các nội dung chi tiết xác định δ_{plo} được qui định tại IEC 61043.

3.11
Chỉ số khả năng động (dynamic capacity index)
L_d

Tính theo công thức:

$$L_d = \delta_{plo} - K \quad (11)$$

CHÚ THÍCH 1: Được tính bằng dexiben.

CHÚ THÍCH 2: Giá trị K bằng 10 dB đối với phép đo phù hợp theo tiêu chuẩn này. δ_{plo} là giá trị liên quan của sự tách microphone được sử dụng trong phép đo thực tế.

3.12
Tín hiệu ổn định (stationary signal)

Tín hiệu có các tính chất về thời gian trung bình trong quá trình đo trên một mặt từng phần của bề mặt đo là bằng các tính chất thu được tại cùng mặt từng phần đó, khi chu kỳ thời gian trung bình được mở rộng trên toàn bộ thời gian thực hiện phép đo tại tất cả các mặt từng phần.

3.13 Quét

3.13.1
Quét (scan)

Sự chuyển dịch liên tục của đầu đo cường độ dọc theo tuyến đường qui định trên một mặt từng phần của bề mặt đo.

3.13.2
Mật độ đường quét (scan-line density)

Sự ngược lại của khoảng tách trung bình của các đường quét liền kề nhau.

3.13.3
Thời gian quét (scanning time)
T_s

Thời gian dùng để quét một đường xác định trên mặt từng phần.

3.14 Thiết bị và thu thập dữ liệu

3.14.1
Chế độ tức thời (instantaneous mode)

Chế độ thời gian thực của một thiết bị đo, liên tục đo các giá trị theo thời gian của cường độ và bình phương áp suất âm và lưu lại các thành phần cường độ và áp suất âm bình phương trong dải một phần ba octa.

3.14.2
Khoảng thời gian đo (measurement interval)
Δt

Khoảng thời gian của một loạt các phép đo liên tục về áp suất và cường độ trong các khoảng thời gian ngắn trung bình.

CHÚ THÍCH: Khoảng thời gian được giới hạn bởi tốc độ của quá trình lưu trữ và xử lý số liệu.

3.14.3
Cường độ I_{nq} và áp suất bình phương p_q^2 theo chuỗi thời gian (time-series of intensity I_{nq} and squared pressure p_q^2)

Loạt các giá trị cường độ được lấy trung bình trong thời gian ngắn và giá trị bình phương áp suất được lấy trung bình trong thời gian ngắn, được lấy mẫu tại các thời điểm rải rác $q\Delta t$, trong đó q = 1, 2, 3,... Q. Xem Hình 3.

3.14.4
Cường độ âm I_{nq} và áp suất bình phương p_q^2 trung bình theo thời gian (time-averaged sound intensity $\overline{I_{n\,m}}$ and squared pressure $\overline{p_m^2}$)

Cường độ âm trung bình và bình phương áp suất trên khoảng thời gian $[(m\text{-}1)T, mT]$, m = 1, 2, 3, ...M, được tính như sau:

$$\overline{I_{n\,m}} = \frac{1}{Q}\sum_{q=(m-1)Q+1}^{mQ} I_{nq} \tag{14}$$

và

$$\overline{p_m^2} = \frac{1}{Q}\sum_{q=(m-1)Q+1}^{mQ} p_q^2 \tag{15}$$

Trong đó Q là số các giá trị của I_{nq} và p_q^2 mà nằm trong chu kỳ $[(m\text{-}1)T, mT]$

Xem Hình 3.

CHÚ THÍCH: Khi đánh giá F_T các khoảng thời gian trung bình cùng chu kỳ T có thể được tách riêng.

4 Các yêu cầu chung

4.1 Kích cỡ nguồn ồn

Không hạn chế kích cỡ nguồn ồn để thử với điều kiện là các tiêu chí qui định trong Phụ lục C được thoả mãn. Phạm vi của nguồn được xác định theo sự lựa chọn bề mặt đo.

4.2 Tính chất của âm phát ra từ nguồn

Tín hiệu phải ổn định trong khi thử, như xác định tại 3.12. Phải thực hiện các hành động để tránh đo trong khoảng thời gian hoạt động của các nguồn ồn không ổn định từ bên ngoài, trong đó có các sự cố có thể dự đoán được (xem Bảng C.1).

4.3 Độ không đảm bảo đo

Giá trị mức công suất âm của nguồn âm được xác định theo cách áp dụng một lần qui trình qui định trong tiêu chuẩn này có thể sẽ cho các giá trị khác với giá trị thực tế. Không thể đánh giá được một cách chính xác sự chênh lệch thực tế, nhưng có thể công bố tin cậy rằng giá trị của mức công suất xác định được sẽ nằm trong một phạm vi nhất định xung quanh giá trị thực, dựa trên giả định hợp lý rằng các giá trị được xác định bởi nhiều lần theo qui trình này thì thường được phân bổ xung quanh giá trị đích thực. Khi thực hiện lặp đi lặp lại cách xác định đối với nguồn đặt tại vị trí thử cho trước dưới các điều kiện giống phép thử thông thường, sử dụng cùng các qui trình và thiết bị thử, các giá trị được xác định như vậy sẽ tạo thành bộ dữ liệu mô tả độ lặp lại về mặt thống kê của phép xác định. Khi các giá trị được xác định từ các phép thử phù hợp với tiêu chuẩn này, nhưng được thực hiện trên nguồn cho trước tại các vị trí thử khác nhau, sử dụng các thiết bị thử khác nhau, thì bộ số liệu nhận được như vậy sẽ mô tả độ tái lập về mặt thống kê của phép xác định. Độ tái lập bị ảnh hưởng bởi các thay đổi của các điều kiện môi trường tại các vị trí thử và bị ảnh hưởng bởi các thay đổi trong phương pháp mang tính thực nghiệm và dưới các điều kiện môi trường tại các vị trí thử. Các độ lệch chuẩn này không tính đến các thay đổi của kết quả công suất âm sinh ra bởi sự thay đổi trong các điều kiện hoạt động của nguồn (ví dụ, tốc độ quay, đường dây điện áp), hoặc các điều kiện lắp đặt.

Các giá trị trên ước tính của độ lệch chuẩn thuộc độ tái lập của các mức công suất âm xác định phù hợp theo tiêu chuẩn này được qui định trong Bảng 1. Các con số có tính đến các độ lệch ngẫu nhiên liên quan đến qui trình đo cũng như dung sai cho phép về hiệu suất thiết bị qui định trong IEC 61043 nhưng loại trừ các ảnh hưởng về sự thay đổi khi lắp đặt, các điều kiện lắp đặt và hoạt động của nguồn. Nếu không có sẵn các kiến thức cụ thể hơn về các nguồn liên quan về độ không đảm bảo đo, thì độ không đảm bảo đo mở rộng đối với xác suất phủ bằng 95 % như qui định tại TCVN 9595-3 (ISO/IEC Guide 98-3) phải được công bố phải là gấp hai lần độ lệch của độ tái lập qui định tại Bảng 1.

Độ không đảm bảo trong phép xác định mức công suất âm của nguồn âm có liên quan đến bản chất trường âm của nguồn, bản chất trường âm bên ngoài, mức độ hấp thụ của nguồn dưới điều kiện thử, và liên quan đến hình thức lấy mẫu và qui trình đo áp dụng trong cường độ trường âm. Vì lý do này, tiêu chuẩn này qui định các qui trình ban đầu để xác định, đánh giá các chỉ số về bản chất trường âm tồn tại trong vùng bề mặt đo dự kiến (xem Phụ lục B). Sử dụng các kết quả của phép thử đầu tiên này để lựa chọn hành động thích hợp theo Bảng C.1.

Không có đủ các dữ liệu dưới 50 Hz để làm căn cứ tính các giá trị độ không đảm bảo. Đối với tiêu chuẩn này, phạm vi thông thường của các dữ liệu trọng số A được bao trùm bởi các dải một phần ba octa từ 50 Hz đến 6,3 kHz. Giá trị trọng số A được tính cho các mức dải một phần ba octa trong phạm

vi từ 50 Hz đến 6,3 kHz là đúng nếu không có các mức quá cao trong các dải từ 31 Hz đến 40 Hz và từ 8 kHz đến 10 kHz. Đối với các mục đích của việc đánh giá này, các mức có ý nghĩa là các mức của dải mà sau khi lấy theo trọng số A thấp hơn nhiều nhất là 6 dB dưới giá trị theo trọng số A đã tính được. Nếu các phép đo theo trọng số A và các phép xác định mức công suất âm liên quan được thực hiện trong dải tần số hạn chế hơn, thì phải công bố dải này phù hợp theo 10.6 b). Nếu chỉ yêu cầu phép xác định theo trọng số A, thì có thể bỏ qua mức dải theo trọng số A đơn lẻ thấp hơn ít nhất 10 dB dưới mức dải trọng số A cao nhất. Nếu hai hoặc nhiều mức xuất hiện không đáng kể thì có thể bỏ qua, nếu mức tổng của các công suất theo trọng số A trong các dải này thấp hơn ít nhất 10 dB dưới mức dải trọng số A cao nhất. Nếu chỉ yêu cầu mức công suất âm tổng cộng theo trọng số A , thì độ không đảm bảo của phép xác định mức công suất âm tại bất kỳ dải nào thấp hơn ít nhất 10 dB dưới mức tổng thể theo trọng số, là không liên quan.

Bảng 1 – Các giá trị trên ước tính của độ lệch chuẩn thuộc độ tái lập của các mức công suất âm xác định phù hợp theo tiêu chuẩn này

Các tần số trung tâm dải một phần ba octa Hz	**Các giá trị trên ước tính về độ lệch chuẩn của độ tái lập** dB
50 đến 160	2,0
200 đến 315	1,5
400 đến 5000	1,0
6300	2,0
Trọng số A[1)]	1,0[b)]
[1)] được tính từ các dải một phần ba octa từ 50 Hz đến 6,3 kHz. [2)] áp dụng đối với nguồn âm phát ra có phổ tương đối "phẳng" trong phạm vi 50 Hz đến 6,3 kHz trong dải một phần ba octa.	

CHÚ THÍCH 1: Nếu trong một số phép thử nhất định sử dụng cùng một loại thiết bị và các cơ sở vật chất, thì các kết quả của các phép xác định công suất âm trên một nguồn xác định tại vị trí cho trước thì có thể cho thấy các độ lệch chuẩn nhỏ hơn so với các độ lệch chuẩn nêu trong Bảng 1.

CHÚ THÍCH 2: Đối với một họ đặc biệt của các nguồn âm có kích cỡ tương tự với phổ công suất âm tương tự hoạt động trong các điều kiện môi trường tương tự, và được tiến hành đo phù hợp theo một qui trình thử cụ thể, thì các độ lệch chuẩn của độ tái lập có thể nhỏ hơn so với các độ lệch chuẩn nêu trong Bảng 1. Các phương pháp thống kê về đặc điểm của các lô máy móc được nêu tại ISO 7574-4.

CHÚ THÍCH 3: Các qui trình của tiêu chuẩn này và các độ lệch chuẩn nêu trong Bảng 1 có thể áp dụng cho các phép đo đối với nguồn cho trước. Đặc điểm của các mức công suất âm của một lô các nguồn thuộc cùng họ hoặc loại được sử dụng trong các phương pháp lấy mẫu ngẫu nhiên trong đó các khoảng tin cậy được qui định, và các kết quả được biểu thị theo các giới hạn trên mang tính thống kê. Khi áp dụng các kỹ thuật này, tổng độ lệch chuẩn hoặc đã biết hoặc ước lượng được, kể cả độ lệch chuẩn khi đo, đó là số đo độ lệch trong kết quả công suất âm giữa các máy riêng lẻ trong lô, như qui định tại ISO 7574-1.

5 Môi trường âm

5.1 Tiêu chí đảm bảo sự phù hợp của môi trường thử

Môi trường thử phải đảm bảo sao cho nguyên tắc đo cường độ âm bằng một thiết bị cụ thể như nêu tại IEC 61043 là có hiệu lực. Ngoài ra, môi trường thử phải đáp ứng các yêu cầu nêu tại 5.2 đến 5.5.

5.2 Cường độ từ bên ngoài

5.2.1 Mức cường độ từ bên ngoài

Phải giảm thiểu mức cường độ từ bên ngoài để không làm giảm cấp chính xác của phép đo (xem C.14).

CHÚ THÍCH: Nếu số lượng đáng kể vật liệu hấp thụ là một phần của nguồn thử, thì các mức cao của cường độ từ bên ngoài có thể dẫn đến các tính toán sai về công suất âm. Phụ lục E nêu các chỉ dẫn về cách đánh giá sai số sinh ra trong các trường hợp đặc biệt khi nguồn có thể bị tắt trong khi thử.

5.2.2 Độ biến thiên của cường độ từ bên ngoài

Trong thời gian đo phải tránh sự biến đổi của cường độ từ bên ngoài bằng các hành động phù hợp trước phép thử (ví dụ, vô hiệu hóa nguồn ồn từ bên ngoài tự động chuyển đổi mà các nguồn này là không cần thiết đối với hoạt động nguồn, làm cho các thao tác viên nhận biết được vấn đề) và sự lựa chọn các chu kỳ đo thích hợp.

5.3 Gió và luồng khí

Sử dụng kính chắn đầu đo trong các trường hợp khi có dòng chất lỏng trên bề mặt đo. Không thực hiện các phép đo khi các điều kiện gió và luồng khí trong vùng từ bên ngoài của đầu đo cường độ gây ảnh hưởng các giới hạn đáp ứng hiệu suất của hệ thống đo, như qui định của nhà sản xuất. Nếu có luồng gió, thì tốc độ lớn nhất tương đối so với đầu đo không vượt quá 1 m/s.

Phụ lục D mô tả các ảnh hưởng bất lợi của dòng khí và dòng rối lên phép đo cường độ âm.

5.4 Nhiệt độ

Không đặt đầu đo tại vị trí ít hơn 20 mm đến các vật thể có nhiệt độ khác so với nhiệt độ không khí xung quanh.

CHÚ THÍCH: Sự tiếp xúc của đầu đo với các gradient nhiệt độ dọc theo trục đầu đo có thể tạo ra sự phụ thuộc thời gian, những thay đổi khác nhau đối với phản hồi của hai microphone gây ra các sai số độ chệch cho các phép ước lượng cường độ.

5.5 Sự sắp xếp của môi trường xung quanh

Trong quá trình thực hiện phép thử, cấu hình của môi trường thử phải đảm bảo duy trì không đổi, trừ vị trí của người giữ đầu đo, điều này đặc biệt quan trọng nếu nguồn phát ra âm mang màu sắc âm điệu. Báo cáo các trường hợp mà trong quá trình tiến hành thử không tránh được sự thay đổi về môi trường xung quanh. Đối với bất kỳ bề mặt đo nào đều phải đảm bảo rằng, thí nghiệm viên không đứng tại bất

kỳ vị trí nào trên, hoặc sát đường trục đầu đo trong khoảng thời gian đo. Nếu được, bỏ tất cả các vật lạ ra khỏi khu vực từ bên ngoài của nguồn.

5.6 Điều kiện khí quyển

Áp suất không khí và nhiệt độ ảnh hưởng đến mật độ không khí và tốc độ âm. Sự ảnh hưởng của các đại lượng này đến quá trình hiệu chuẩn thiết bị phải được xác định và phải thực hiện các hiệu chỉnh thích hợp đối với các cường độ chỉ định (xem IEC 1043).

6 Thiết bị

6.1 Qui định chung

Sử dụng thiết bị và đầu đo cường độ âm loại 1 phù hợp các yêu cầu của IEC 61043:1993. Điều chỉnh thiết bị đo cường độ để áp suất và nhiệt độ không khí môi trường xung quanh phù hợp với IEC 61043. Ghi lại chỉ số cường độ áp suất dư của thiết bị sử dụng cho các phép đo, như qui định tại IEC 61043 đối với từng dải tần số đo.

Thiết bị phải có khả năng ghi lại các giá trị theo thời gian của cường độ và bình phương áp suất cũng như cường độ và bình phương áp suất trung bình theo thời gian (xem 3.14, 6.3 và Hình 3).

6.2 Hiệu chuẩn và kiểm tra trường âm

6.2.1 Hệ thống thiết bị hoàn chỉnh

Kiểm định sự phù hợp của thiết bị, kể cả đầu đo theo IEC 61043 ít nhất một năm một lần trong phòng thử nghiệm thực hiện hiệu chuẩn phù hợp theo các chuẩn thích hợp, hoặc ít nhất hai năm một lần nếu sử dụng bộ hiệu chuẩn cường độ trước mỗi phép xác định công suất âm. Báo cáo các kết quả phù hợp theo 10 d).

Phải kiểm tra sự vận hành đúng của thiết bị trước khi tiến hành các phép đo, áp dụng qui trình kiểm tra đầy đủ do nhà sản xuất qui định, nếu qui định không cần kiểm tra trường âm, thì thực hiện các qui trình nêu tại 6.2.1 và 6.2.2 để chỉ ra các điều bất thường trong hệ thống đo mà có thể xảy ra trong quá trình vận chuyển, v.v...

6.2.1 Mức áp suất âm

Xác định độ nhạy áp suất của từng microphone của đầu đo cường độ bằng cách sử dụng bộ hiệu chuẩn loại 0 hoặc loại 1 hoặc loại 0L hoặc loại 1L phù hợp theo IEC 60942:1998.

6.2.2 Cường độ

Đặt đầu đo cường độ trên bề mặt đo, với trục hướng pháp tuyến với bề mặt, tại vị trí có cường độ tuyến tính tổng thể cao hơn so với cường độ trung bình bề mặt. Đo mức cường độ âm pháp tuyến tất cả các dải tần số mà tại đó thực hiện các phép xác định. Quay 180° đầu đo cường độ quanh pháp tuyến với trục đo và đặt nó cùng tâm điểm âm của nó tại cùng một vị trí như của phép đ

tiên. Đo lại cường độ. Lắp đầu đo cường độ trên giá để giữ đúng vị trí khi quay đầu đo. Đối với dải lớn nhất mức đo được tại các dải một phần ba octa, hai giá trị I_n sẽ có dấu ngược nhau và chênh lệch giữa hai mức cường độ âm sẽ nhỏ hơn 1,0 dB trong tất cả các dải đo đối với thiết bị đo chấp nhận được.

6.3 Loạt các giá trị theo thời gian của cường độ âm và áp suất âm

Thiết bị phải có khả năng ghi được các giá trị theo thời gian của các dữ liệu về cường độ âm và bình phương áp suất âm liên tục ít nhất là nhiều hơn thời gian quét theo yêu cầu T_s và chu kỳ thời gian theo yêu cầu để xác định chỉ số biến đổi theo thời gian F_T theo 8.3.2. Khoảng thời gian đo Δt phải bằng hoặc nhỏ hơn 0,5 s. Nếu sử dụng bộ phân tích loại FFT (Fast Fourier Transform), thì phải có khả năng ghi được các dữ liệu với cửa sổ Hanning và với ít nhất 30 % chồng nhau (xem Hình 3 và Phụ lục G).

7 Lắp đặt và vận hành nguồn

7.1 Qui định chung

Lắp hoặc đặt nguồn theo đúng cách như nêu trong phương pháp thử nghiệm tiếng ồn cho từng loại máy hoặc thiết bị, nếu không có phương pháp thử nghiệm tiếng ồn, thì theo đúng cách đại diện cho cách sử dụng thông thường. Đảm bảo rằng các nguồn có thể có các thay đổi về nguồn/nguồn bên ngoài/môi trường thử đều được nhận biết.

7.2 Các điều kiện hoạt động của nguồn dưới điều kiện thử

Sử dụng các điều kiện hoạt động qui định trong phương pháp thử tiếng ồn thích hợp. Nếu không có phương pháp này, thì chọn lựa các điều kiện thích hợp sau:

Sử dụng các điều kiện hoạt động qui định trong phương pháp thử tiếng ồn thích hợp. Nếu không có qui tắc này, thì chọn lựa các điều kiện thích hợp sau:

a) thiết bị dưới các điều kiện vận hành và tải qui định;

b) thiết bị dưới điều kiện ở mức toàn tải;

c) thiết bị dưới điều kiện ở mức không có tải (không tải);

d) thiết bị dưới các điều kiện vận hành tương ứng với điều kiện âm tối đa đại diện cho cách sử dụng bình thường;

e) thiết bị với tải trọng mô phỏng hoạt động dưới các điều kiện xác định một cách thận trọng;

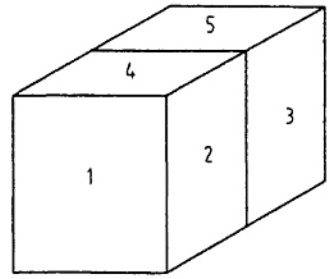
f) điều kiện vận hành của thiết bị với chu kỳ làm việc đặc trưng.

8 Đo các mức cường độ âm pháp tuyến thành phần

8.1 Xác định bề mặt đo

Bề mặt đo phải được xác định xung quanh nguồn thử. Khi thực hiện phương pháp quét thủ công, bề mặt đo tốt nhất là song song với nhau, và từng phần mặt phải là hình chữ nhật (xem Hình 1). Khoảng

cách tối thiểu giữa mặt từng phần và mặt của nguồn thử phải lớn hơn hoặc bằng 0,25 m trừ khi bề mặt đó nằm trên một bộ phận có thể được hiển thị, theo phép thử, để phát ra một phần đáng kể công suất âm của nguồn đang thử. Bề mặt đo đã chọn có thể chứa các diện tích không hấp thụ (hệ số hấp thụ trường âm khuếch tán nhỏ hơn 0,06), như sàn bê tông hoặc tường xây, khi thuận tiện. Không thực hiện các phép đo cường độ trên các mặt như vậy và các diện tích có bề mặt không hấp thụ như vậy không nằm trong phạm vi đánh giá công suất của nguồn âm theo Công thức (5) (xem 3.6.1).



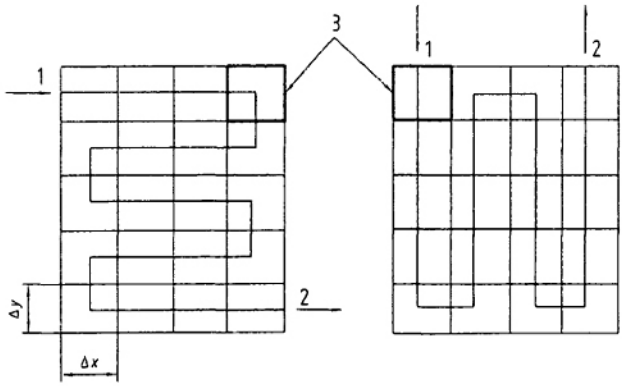
CHÚ DẪN
1-5 số các bề mặt từng phần

Hình 1 – Ví dụ bề mặt đo (song song với nhau) và các mặt từng phần (hình chữ nhật)

8.2 Xác định các phần đo nhỏ và các đường quét

Thành phần cơ bản của đường quét là một đường thẳng đơn. Đường quét phải đảm bảo phủ đều trên từng mặt từng phần với một tốc độ không đổi. Thực hiện thao tác quét thủ công hoặc bằng hệ thống cơ học chạy ngang. Cường độ từ bên ngoài sinh ra bởi cơ cấu này khi đo bằng đầu đo phải chỉ rõ ít nhất 20 dB thấp hơn so với âm phát ra từ nguồn thử trên bề mặt đo. Chuyển dịch đầu đo cường độ liên tục (quét) dọc theo các đường qui định trên từng mặt từng phần. Thực hiện thao tác quét theo cách như vậy sao cho trục đầu đo được duy trì pháp tuyến với bề mặt đo trong suốt thời gian đo, và tốc độ chuyển dịch đầu đo là không đổi. Một số khu vực nhất định như các vết nứt hoặc các lỗ hở có thể có ý nghĩa lớn đối với âm phát ra, và phải được xử lý đặc biệt cẩn thận khi chọn lựa các bề mặt đo từng phần để sử dụng.

Tiêu chuẩn này áp dụng phương pháp sử dụng một trong hai đường quét trực giao trên từng bề mặt từng phần. Trước khi xác định đường quét, chia mặt từng phần thành các phần nhỏ như thể hiện trên Hình 2. Tỷ số của Δx và Δy phải thoả mãn $0,83 \leq \Delta x / \Delta y \leq 1,2$. Cạnh lớn hơn của hai cạnh của phần nhỏ phải nhỏ hơn một nửa khoảng cách tối thiểu giữa mặt từng phần và nguồn thử. Đối với toàn bộ bề mặt đo, tỷ lệ diện tích giữa phần lớn nhất và phần nhỏ nhất phải bằng hoặc nhỏ hơn 1,5. Các điểm bắt đầu và kết thúc của đường quét được thể hiện bằng các số 1 và số 2 (1 và 2 có thể đảo ngược). Tại tất cả các góc của mô hình quét, các đường quét có thể hơi uốn cong để dễ giữ được tốc độ quét không đổi.



CHÚ DẪN

1-2 Đường quét

3 Các phần nhỏ

CHÚ THÍCH: Trong trường hợp này, số các phần nhỏ N bằng 20.

Hình 2 – Ví dụ hai đường quét trực giao trên mặt từng phần hình chữ nhật

8.3 Các phép đo

8.3.1 Qui trình chung

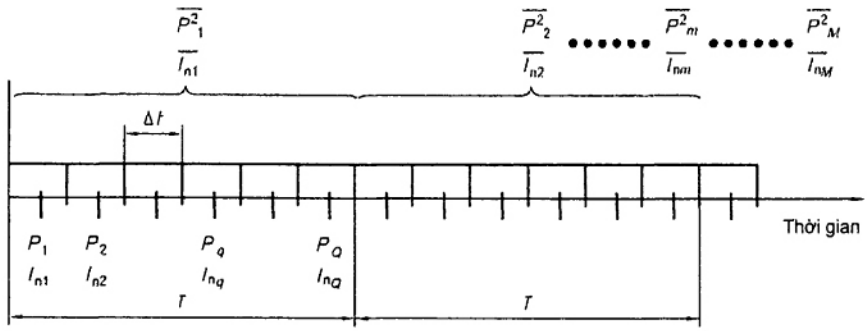
Qui trình để đạt được cấp chính xác mong muốn được thể hiện trong Phụ lục C và tóm tắt qui trình này được thể hiện trên Hình C.1. Một trong hai đường trực giao thể hiện trên Hình 2 đối với từng bề mặt từng phần được áp dụng trong tiêu chuẩn này. Đối với đường quét đã lựa chọn trên một mặt từng phần, thực hiện hai lần quét. So sánh hai mức cường độ pháp tuyến được lấy trung bình trên thời gian quét T_s cho từng mặt từng phần, và nếu sự chênh lệch nằm trong dung sai cho phép (tiêu chí 1), thì tạm thời chấp nhận hai mức cường độ này làm mức cường độ trung bình pháp tuyến cho mặt từng phần đó. Sau khi kết thúc các phép đo cho tất cả các mặt từng phần, kiểm tra các tiêu chí từ 2 đến 5 về bề mặt đo và, nếu chúng đáp ứng, thì các mức cường độ thu được cho từng mặt từng phần được lấy để xác định công suất âm của nguồn thử.

Trong trường hợp xác định mức công suất âm trọng số A, thì không nhất thiết phải thoả mãn các tiêu chí từ 1 đến 5, nếu mức tổng của các giá trị công suất âm trọng số A trong các dải này là thấp hơn ít nhất 10 dB dưới mức dải trọng số A cao nhất [xem 4.3 và 10 f) 2)].

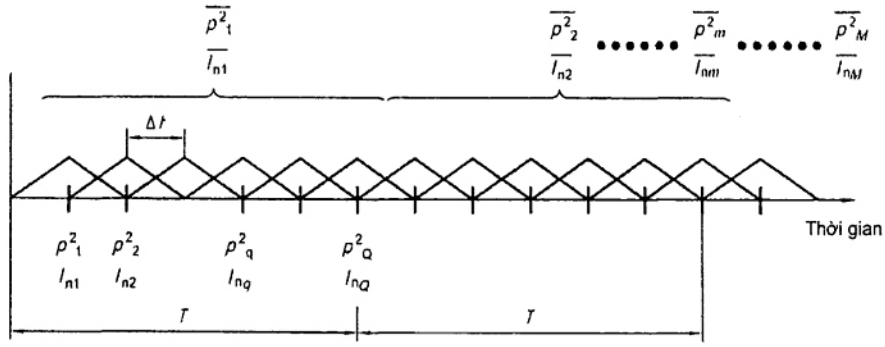
8.3.2 Kiểm tra sự biến đổi về thời gian của trường âm và xác định thời gian quét

Chọn vị trí đo thích hợp với mức cường độ âm cao trên bề mặt đo để đánh giá xem trường âm là ổn định hay không. Đặt thiết bị đo về "chế độ tức thời" và ghi lại loạt các giá trị theo thời gian của cường độ âm I_{nq} trong hơn 100 s. Tính các cường độ âm của thời gian trung bình $\overline{I_{n\,m}}, m = 1,2,3,..M$ trong thời gan T (xem Hình 3). Giá trị của T phải bằng hoặc lớn hơn 1,0 s và M thông thường lấy bằng 10. Các khoảng thời gian trung bình có thể được tách ra. Sau đó, tính chỉ số biến đổi theo thời gian cho các giá

trị khác nhau của T với bước bằng hoặc nhỏ hơn 0,5 s, sử dụng Công thức (B.1), và tìm được thời gian trung bình $T_{F_T<0,6}$ mà thoả mãn $F_T < 0,6$ cho từng dải một phần ba octa.



a) Phương pháp trực tiếp



b) Phương pháp FFT

Hình 3 – Tính cường độ âm được lấy trung bình theo thời gian $\overline{I_{nm}}$ và bình phương áp suất âm được lấy trung bình theo thời gian $\overline{p_m^2}, m = 1,2,3,...M$ với thời gian trung bình T từ phép đo cường độ âm của chuỗi thời gian I_{nQ} và bình phương áp suất âm p_Q^2

Thời gian quét T_s cho từng lần quét phải bằng hoặc lớn hơn giá trị lớn nhất trong số các giá trị $N_s T_{F_T<0,6}$ đối với các dải một phần ba octa riêng biệt, trong đó N_s là số các phần nhỏ trên một mặt từng phần. Nếu T_s xác định được như trên là không thực tế như một giá trị tối thiểu đối với thời gian quét, thì thực hiện theo Bảng C.1.

Tốc độ quét không được lớn hơn 0,5 m/s đối với phương pháp quét thủ công (xem 5.3). Đối với phương pháp quét tự động bằng hệ thống quét ngang, tốc độ quét có thể tuỳ chọn miễn là phải thoả mãn các điều kiện về thời gian quét và tiếng ồn sinh ra bởi hệ thống quét ngang.

8.3.3 Đo cường độ và áp suất trên mặt từng phần và kiểm tra độ lặp lại của phương pháp quét

Thực hiện hai lần quét riêng biệt trên cùng một đường quét với cùng thời gian quét T_s và ghi lại hai lần các giá trị theo thời gian của cường độ và bình phương áp suất âm. Thời gian quét thực T_s' phải nằm trong khoảng ± 20 % của thời gian quét mong muốn T_s. Nếu không, bỏ các số liệu này và thực hiện phép đo khác. Đối với mỗi lần quét, thu được các mức cường độ $\overline{L}_{In(1)}$ và $\overline{L}_{In(2)}$ lấy trung bình trong khoảng thời gian quét T_s. Đánh giá $\left|\overline{L}_{In(1)} - \overline{L}_{In(2)}\right|$ đối với tất cả các tần số của phép đo và đưa các giá trị vào tiêu chí 1 qui định tại C.1.2.

Nếu tiêu chí này được thoả mãn cho hai lần quét, thì ghi lại các mức cường độ trung bình pháp tuyến đối với tất cả các tần số của phép đo.

$$\overline{L_{In}} = 10\lg\left[\frac{1}{2}\left(10^{\overline{L}_{In(1)}/10} + 10^{\overline{L}_{In(2)}/10}\right)\right] \text{dB} \qquad (16)$$

Và, nếu thoả mãn tiêu chí 1, sẽ thu được các mức cường độ và bình phương áp suất âm trung bình theo thời gian tương ứng cho từng phần nhỏ trên mặt từng phần. Đầu tiên, thu được các giá trị cường và bình phương áp suất âm trung bình theo thời gian cho từng phần nhỏ và cho từng lần quét khi thực hiện theo qui trình nêu tại Phụ lục G. Sau đó tính các giá trị trung bình cho từng phần nhỏ cho hai lần quét. Các số liệu này được sử dụng để tính chỉ thị trường âm không đồng nhất F_S.

Trong các trường hợp khi không thoả mãn tiêu chí 1, thì phải xác định các nguyên nhân gây ra sự chênh lệch và bỏ chúng bằng cách thực hiện như nêu tại Bảng C.1.

8.3.4 Đánh giá công suất của thiết bị

Đánh giá chỉ số F_{pI_n} cường độ áp suất có dấu đối với toàn bộ bề mặt đo cho tất cả các dải tần số đo theo Công thức (B.6) và đưa các giá trị này vào tiêu chí 2 qui định tại C.1.4. Nếu không đáp ứng tiêu chí này, thì thực hiện theo Bảng C.1.

8.3.5 Đánh giá sự có mặt tiếng ồn mạnh/to từ bên ngoài

Đánh giá chỉ số $F_{p|I_n|}$ cường độ áp suất không có dấu đối với toàn bộ bề mặt đo cho tất cả các dải tần số đo theo Công thức (B.3) và đưa các giá trị này cùng F_{pI_n} vào tiêu chí 3 qui định tại C.1.5. Nếu không đáp ứng tiêu chí này, thì thực hiện theo Bảng C.1.

8.3.6 Đánh giá ảnh hưởng do sự không đồng nhất của trường

Đánh giá chỉ số không đồng nhất của trường F_S trên toàn bộ bề mặt đo cho tất cả các dải tần số đo theo Công thức (B.8) và đưa các giá trị này vào tiêu chí 4 qui định tại C.1.6.1. Nếu không đáp ứng tiêu chí này, thì thực hiện theo Bảng C.1.

8.4 Hành động bổ sung

Nếu thoả mãn các tiêu chí từ 1 đến 4 trong từng dải tần số đối với bề mặt đo, thì phép xác định công suất âm ban đầu được chấp nhận là kết quả cuối cùng. Nếu không, thì thực hiện theo C.2 và đo các mức cường độ âm thành phần pháp tuyến và các mức áp suất âm liên quan, sử dụng các cấu hình đo có sửa đổi. Tính lại các chỉ thị trường âm F_T, $F_{p|I_n|}$, F_{pI_n} và F_S và đánh giá chúng theo C.1. Thực hiện hành động theo C.2. Lặp lại qui trình này cho đến khi đáp ứng các tiêu chí theo C.1.

Có các trường hợp khi các tiêu chí từ 1 đến 3 được thoản mãn, nhưng tiêu chí 4 lại không. Trong các trường hợp này, cần tăng mật độ quét bằng hệ số 2 hoặc lớn hơn. Nếu tỷ số của các chỉ số trường không đồng nhất của phép đo trước đó với phép đo hiện tại đáp ứng tiêu chí 5 (xem C.1.6.2), thì coi như mật độ quét là đủ và có thể sử dụng các mức cường độ trung bình đo được đối với từng mặt từng phần để tính công suất phát ra.

Nếu tỷ số của các chỉ số trường không đồng nhất của phép đo trước đó $F_{S(1)}$ với phép đo hiện tại $F_{S(2)}$ không đáp ứng tiêu chí 5, thì cần tăng mật độ quét cao lên.

Trong các trường hợp, khi đã thực hiện các thao tác lặp lại, kể cả tăng mật độ quét mà vẫn không đáp ứng các tiêu chí qui định, thì ghi lại kết quả thử không đạt và nêu nguyên nhân, hoặc áp dụng theo TCVN 12179-2 (ISO 9614-2) và thu được công suất phát ra cùng cấp chính xác kỹ thuật hoặc nghiên cứu.

9 Tính mức công suất âm

9.1 Tính các mức công suất âm từng phần cho từng phần của (các) bề mặt đo

Tính công suất âm từng phần cho từng dải tần số đối với từng phần bề mặt đo theo Công thức (5).

9.2 Tính mức công suất âm chuẩn hóa

Tính mức công suất âm của nguồn âm đang thử, L_w, cho từng dải tần số theo Công thức (8) và Công thức (9). Sau đó tính mức công suất âm chuẩn hóa theo Công thức (10).

Nếu công suất âm P là giá trị âm cho bất kỳ dải tần số nào, thì không áp dụng tiêu chuẩn này cho dải tần số đó nữa.

Khi mức công suất âm trọng số A được xác định, các mức cường độ âm trung bình pháp tuyến $\overline{L}_{I_n}$ là các giá trị của các mức dải một phần ba octa đo được cùng tần số trọng số áp dụng theo IEC 60651. Áp dụng các hệ số trọng số của IEC 60651 tại các tần số trung tâm pháp tuyến theo IEC 61260.

10 Thông tin báo cáo

Các thông tin sau đây, nếu áp dụng, phải được soạn thảo và báo cáo cho tất cả các phép đo đã được thực hiện theo tiêu chuẩn này.

a) Phép thử

1) Ngày (thời gian) và vị trí thử.

b) Nguồn âm trong phép thử

1) loại.
2) các số liệu kỹ thuật.
3) các kích thước.
4) nhà sản xuất.
5) số seri của máy.
6) năm sản xuất.
7) mô tả đặc điểm của nguồn âm khi thử (kể cả các kích thước chủ yếu và kết cấu bề mặt).
8) mô tả về tính chất của đặc điểm nguồn thử, bao gồm đặc tính âm và đặc tính tuần hoàn cũng như khả năng thay đổi.
9) các điều kiện lắp đặt.
10) các điều kiện hoạt động.

c) Môi trường âm

1) mô tả môi trường thử, bao gồm:
   - nếu trong nhà, mô tả dạng hình học và bản chất của các mặt bao quanh,
   - nếu bên ngoài, phác hoạ địa hình xung quanh, kể cả sự mô tả mang tính vật lý về môi trường thử;
2) nhiệt độ không khí tính bằng độ Celcius, áp suất khí quyển tính bằng pascal, và độ ẩm tương đối;
3) hướng và tốc độ gió trung bình, khi liên quan;
4) bất kỳ các nguồn làm thay đổi môi trường thử; mô tả các thiết bị/các qui trình sử dụng để giảm thiểu sự ảnh hưởng của cường độ từ bên ngoài và/hoặc tiếng âm vang quá mức;
5) mô tả về tính chất của các luồng không khí/khí và sự không ổn định.

d) Thiết bị

1) thiết bị sử dụng cho các phép đo, gồm tên, loại, số seri, nhà sản xuất và cấu hình của đầu đo;
2) (các) phương pháp sử dụng để kiểm tra hiệu chuẩn và hiệu suất trường âm;
3) ngày và nơi thực hiện hiệu chuẩn và kiểm định thiết bị thử;
4) hình dạng của màn chắn gió đã sử dụng;
5) chỉ số cường độ áp suất dư theo IEC 61043.

e) Qui trình đo

1) mô tả cách lắp đặt, hoặc hệ thống hỗ trợ của cơ cấu quét và đầu đo cường độ;

2) mô tả máy quét, bao gồm hình dạng và tốc độ;

3) mô tả tính chất (các) bề mặt đo và các mặt từng phần và số các phần nhỏ của chúng; thể hiện ~~hình vẽ~~ các đường quét;

4) thời gian trung bình cho từng mặt từng phần;

5) mô tả tất cả các bước được cho là cần thiết để cải thiện độ chính xác của phép đo.

f) Các dữ liệu về âm học

1) lập bảng về các chỉ thị trường âm F_T, $F_{p|I_n|}$, F_{pI_n} và F_S cho từng dải tần số của phép xác định công suất âm, được tính cho từng tập hợp các phép đo trên từng mặt từng phần đã sử dụng;

2) thể hiện bằng bảng các giá trị tính được của mức công suất âm thông thường của nguồn âm thử cho tất cả các dải tần số đã sử dụng, khi thực hiện phép xác định mức công suất âm trọng số A, sự đóng góp của các dải tần số trong đó tiêu chí 1 đến tiêu chí 4 hoặc tiêu chí 1 đến tiêu chí 3 và tiêu chí 5 không được thoả mãn thì sẽ bị loại bỏ và phải báo cáo về ảnh hưởng này, trừ khi có thể bỏ qua các sự đóng góp của chúng theo 4.3;

3) biểu thị các kết quả của các phép kiểm tra trường âm bằng đầu đo-đảo ngược qui định tại 6.2.3, nếu thích hợp;

4) độ không đảm bảo đo.

Phụ lục A

(tham khảo)

Danh mục các ký hiệu sử dụng trong tiêu chuẩn này

Ký hiệu	Thuật ngữ	Đơn vị	Viện dẫn tại
$p(t)$	Áp suất âm tức thời	Pa	3.2
$\vec{u}(t)$	Tốc độ phần tử tức thời	m/s	3.2
ρ	Mật độ không khí	kg/m^3	Phụ lục H
c	Tốc độ âm	m/s	Phụ lục H
ρc	Trở kháng đặc tính của không khí	Pa.s/m	Phụ lục H
θ	Nhiệt độ không khí	°C	3.6.4, Phụ lục H
B	Áp suất khí quyển	Pa	3.6.4, Phụ lục H
t	Thời gian	s	3.2
Δt	Khoảng thời gian đo	s	3.14.2
T_s	Thời gian quét	s	3.13.3, 6.3
$\vec{n}$	Vecto đơn vị pháp tuyến hướng ra ngoài thể tích được bao quanh bởi bề mặt đo	–	3.4
S_i	Diện tích mặt từng phần i	m^2	3.6.1
N_s	Số lượng các phần nhỏ trên một mặt từng phần	–	8.3.2
N	Tổng số các phần nhỏ trên bề mặt đo	–	B.2.2
p_q^2	bình phương áp suất theo chuỗi thời gian, trong đó q = 1, 2, 3, ...Q	Pa^2	3.14.3
$\overline{p_m^2}$	Bình phương áp suất trung bình, trong đó m = 1, 2, 3, ...M	Pa^2	3.14.4
$\overline{p_j^2}$	Bình phương áp suất được lấy trung bình theo thời gian đo được trên từng phần nhỏ	Pa^2	B.2.2
P_0	Áp suất âm qui chiếu (= 20 µPa)	Pa	B.2.2
$\vec{I}(t)$	Cường độ âm tức thời	W/m^2	3.2
$\vec{I}$	Cường độ âm	W/m^2	3.3
I	Độ lớn có dấu của $\vec{I}$	W/m^2	3.3
$\lvert I \rvert$	Độ lớn không có dấu của $\vec{I}$	W/m^2	3.3
I_n	Cường độ âm pháp tuyến	W/m^2	3.4
I_0	Cường độ âm qui chiếu (= 10^{-12} W.m^{-2})	W/m^2	3.5
$\overline{I_{ni}}$	Độ lớn có dấu của cường độ âm pháp tuyến trung bình của mặt từng phần đo được trên mặt từng phần i của bề mặt đo	W/m^2	3.6.1
I_{nq}	cường độ âm pháp tuyến theo chuỗi thời gian, trong đó q = 1, 2, 3, ...Q	W/m^2	3.14.3

Ký hiệu	Thuật ngữ	Đơn vị	Viện dẫn tại
$\overline{I_{n\,m}}$	Cường độ âm được lấy trung bình theo thời gian, trong đó m = 1, 2, 3, ...M	W/m^2	3.14.4
$\left\|\overline{I_n}\right\|_j$	Cường độ âm pháp tuyến không dấu được lấy trung bình theo thời gian trên từng phần nhỏ	W/m^2	B.2.2
$\overline{I_{nj}}$	Cường độ âm pháp tuyến có dấu được lấy trung bình theo thời gian trên từng phần nhỏ	W/m^2	B.2.3
L_p	Mức áp suất âm	dB	3.1
$\overline{L_p}$	Mức áp suất âm trung bình	dB	B.2.2
L_{In}	Mức cường độ âm pháp tuyến	dB	3.5
$\overline{L_{I_*}}$	Mức cường độ âm trung bình pháp tuyến có dấu	dB	3.6.1, B.2.3
$L_{I\delta}$	Mức của cường độ dư I_δ	dB	3.10
P_i	Công suất âm từng phần	W	3.6.1
P	Công suất âm	W	3.6.2
P_0	Công suất âm qui chiếu (= 10^{-12} W)	W	3.6.3
L_w	Mức công suất âm	dB	3.6.3
L_{w0}	Mức công suất âm pháp tuyến	dB	3.6.4
δ_{p0}	Chỉ số cường độ áp suất dư	dB	3.10
L_d	Chỉ số năng lực động	dB	3.11
K	Hệ số sai số độ chệch	dB	3.11
F_T	Chỉ số biến đổi theo thời gian	–	B.2.1
$F_{p\|I_*\|}$	Chỉ số áp suất cường độ không dấu	dB	B.2.2
F_{pIn}	Chỉ số áp suất cường độ có dấu	dB	B.2.3
F_S	Chỉ thị trường âm không đồng nhất	–	B.2.4

Phụ lục B

(qui định)

Tính toán các chỉ thị trường âm

B.1 Qui định chung

Đánh giá chỉ thị trường âm F_T tại một điểm trên bề mặt đo và các chỉ số $F_{p|I_a|}$, F_{pln} và F_S trên bề mặt đo theo các công thức (B.1) đến (B.9) trong từng dải tần số sử dụng để xác định các mức công suất âm. Các chỉ số này thu được từ loạt các số liệu theo thời gian bằng cách cài đặt thiết bị theo chế độ tức thời (xem 3.14.1).

B.2 Định nghĩa các chỉ thị trường âm

B.2.1 Chỉ thị biến đổi theo thời gian, F_T

Tính giá trị của chỉ số biến đổi theo thời gian, F_T, của trường âm tại một điểm thích hợp đã chọn trên bề mặt đo. Ghi lại các số liệu về cường độ theo thời gian I_{nq} và thu được các cường độ trung bình theo thời gian $\overline{I_{n\,m}}$ trên chu kỳ thời gian T (xem 8.3). Sau đó, tính F_T từ Công thức (B.1).

$$F_T = \frac{1}{\overline{I_n}} \sqrt{\frac{1}{M-1} \sum_{m=1}^{M} \left(\overline{I_{n\,m}} - \overline{I_n}\right)^2} \qquad \text{(B.1)}$$

trong đó $\overline{I_n}$ là giá trị trung bình của $\overline{I_{n\,m}}$, m = 1, 2, 3, ...M tính được từ Công thức (B.2).

$$\overline{I_n} = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^{M} \overline{I_{n\,m}} \qquad \text{(B.2)}$$

Bằng cách thay đổi thời gian trung bình T, thu được thời gian đáp ứng F_T < 0,6. Giá trị này, $T_{FT<0,6}$ được sử dụng để xác định giá trị tối thiểu của thời gian quét T_S ($T_S \geq N_S . T_{FT<0,6}$) đối với một mặt từng phần, trong đó N_S là số lượng các phần nhỏ của mặt từng phần. M thông thường lấy bằng 10. Để đánh giá F_T, hai khoảng thời gian liên tiếp với chu kỳ thời gian T đối với $\overline{I_{n\,m}}$ và $\overline{I_{n\,m+1}}$ không được trùng nhau và có thể tách riêng.

CHÚ THÍCH 14: Trong TCVN 12179-1 (ISO 9614-1) ký hiệu F_1 được sử dụng cho F_T (xem Phụ lục I).

B.2.2 Chỉ thị cường độ áp suất không dấu, $F_{p|I_a|}$

Tính chỉ số cường độ áp suất không dấu, $F_{p|I_a|}$, cho bề mặt đo từ Công thức (B.3):

$$F_{p|I_a|} = \overline{L_p} - \overline{L_{|I_a|}} \qquad \text{(B.3)}$$

trong đó $\overline{L_p}$ là mức áp suất âm trung bình, tính theo đexiben, từ Công thức (B.4):

$$\overline{L_p} = 10\lg\left(\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}\overline{p_j^2}/p_0^2\right)\text{dB} \quad \text{(B.4)}$$

trong đó

$\overline{p_j^2}$ là bình phương áp suất lấy trung bình theo thời gian đo được tại từng phần nhỏ;

p_0 là áp suất âm qui chiếu (= 20 μPa);

N là tổng số các phần nhỏ trên bề mặt đo.

$\overline{L}_{|I_n|}$ là mức cường độ âm pháp tuyến trung bình không dấu, tính theo đexiben, từ Công thức (B.5):

$$\overline{L}_{|I_n|} = 10\lg\left(\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}\left|\overline{I_n}\right|_j / I_0\right)\text{dB}$$

(B.5)

trong đó $\left|\overline{I_n}\right|_j$ là cường độ âm pháp tuyến không dấu lấy trung bình theo thờ i gian đo được tại từng phần nhỏ.

CHÚ THÍCH 1: Chỉ số cường độ áp suất không dấu $F_{p|I_n|}$ được gọi là chỉ số cường độ áp suất của bề mặt đo, F_2, của TCVN 12179-1(ISO 9614-1) (xem Phụ lục I).

CHÚ THÍCH 2: Cho dù các diện tích của các phần nhỏ của từng mặt từng phần có thể chênh nhau nhiều nhất 50 % (xem 8.2), nhưng ảnh hưởng của chênh lệch này có thể bỏ qua khi áp dụng các công thức (B.3). Ý tưởng này cũng được áp dụng tại B.2.3 và B.2.4.

CHÚ THÍCH 3: Khi áp dụng các công thức (B.3), (B.4) và (B.5), tổng số các phần nhỏ được coi là $2N$ vì quá trình quét được lặp lại trên từng mặt từng phần.

B.2.3 Chỉ thị cường độ áp suất có dấu, F_{pIn}

Tính chỉ số cường độ áp suất có dấu, F_{pIn}, cho bề mặt đo theo Công thức (B.6):

$$F_{pI_n} = \overline{L}_p - \overline{L}_{In} \quad \text{(B.6)}$$

trong đó

$\overline{L}_p$ là mức áp suất âm trung bình, tính theo đexiben, tính theo Công thức (B.4):

$\overline{L}_{In}$ là mức cường độ âm pháp tuyến có dấu trung bình tính theo đexiben, từ Công thức (B.7):

$$\overline{L}_{In} = 10\lg\left|\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}\overline{I}_{n\,j}/I_0\right|\text{dB} \quad \text{(B.7)}$$

trong đó $\overline{I}_{n\,j}$ là cường độ âm pháp tuyến có dấu lấy trung bình theo thời gian đo được tại từng phần nhỏ.

CHÚ THÍCH 1: Chỉ số cường độ áp suất có dấu $F_{p\ln}$ được gọi là chỉ số công suất từng phần giá trị âm (-) F_3 của TCVN 12179-1 (ISO 9614-1). Chỉ số này là tương đương với chỉ số cường độ áp suất trường âm F_{pl} qui định trong TCVN 12179-2 (ISO 9614-2) trong trường hợp đặc biệt có diện tích của phần nhỏ đồng nhất.

CHÚ THÍCH 2: $F_{p\ln} - F_{p|ln|}$ là tương đương với chỉ số công suất từng phần giá trị âm (-) $F_{+/-}$ qui định tại TCVN 12179-2 (ISO 9614-2) trong trường hợp đặc biệt có diện tích của phần nhỏ đồng nhất.

B.2.4 Chỉ thị trường âm không đồng nhất, F_S

Tính chỉ thị trường âm không đồng nhất, F_S, cho bề mặt đo theo Công thức (B.8):

$$F_S = \frac{1}{\overline{In}} \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^{N} \left(\overline{I_{n\,j}} - \overline{I_n} \right)^2} \tag{B.8}$$

trong đó

$$\overline{I_n} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^{N} \overline{I_{n\,j}} \tag{B.9}$$

CHÚ THÍCH: Trong TCVN 12179 (ISO 9614-1) ký hiệu F_4 được sử dụng là F_S.

Phụ lục C

(qui định)

Qui trình để đạt được cấp chính xác mong muốn

C.1 Yêu cầu trình độ

C.1.1 Qui định chung

Khi áp dụng tiêu chuẩn này, các điều kiện về trường âm tại các vị trí đo trên bề mặt đo ban đầu có thể rất khác nhau. Để bảo đảm các giá trị giới hạn trên của độ không đảm bảo của các mức công suất âm xác định được, thì cần thiết phải kiểm tra tính đầy đủ/phù hợp của thiết bị và kiểm tra các thông số đo đã chọn (ví dụ, bề mặt đo, khoảng cách, đường quét) liên quan đến các điều kiện môi trường/trường âm đặc biệt đối với phép đo cụ thể.

Qui trình chung được tóm tắt tại Hình C.1.

C.1.2 Kiểm tra tính phù hợp của thời gian trung bình

Thời gian trung bình T mà thoả mãn F_T < 0,6 (được biểu thị là T_{F_T} < 0,6) được sử dụng để xác định thời gian quét T_S. Giá trị của T_S phải bằng hoặc lớn hơn $N_S.T_{F_T<0,6}$. Nếu điều kiện này không thực tế, thì thực hiện theo qui định tại Bảng C.1.

C.1.3 Kiểm tra độ lặp lại của đường quét trên mặt từng phần

Thao tác quét được lặp lại trên từng mặt từng phần sử dụng cùng đường quét và các mức cường độ trung bình trong từng dải tần số của phép đo phải nằm trong dung sai cho phép:

Tiêu chí 1

$$\left|\overline{L}_{I_a(1)} - \overline{L}_{I_a(2)}\right| \leq \frac{s}{2} \qquad \text{(C.1)}$$

trong đó $\overline{L}_{I_a(1)}$ và $\overline{L}_{I_a(2)}$ là các mức cường độ thông thường thu được từ hai lần quét, và s là độ không đảm bảo đã nêu tại Bảng 1. Nếu không thoả mãn tiêu chí này, thì thực hiện theo qui định tại Bảng C.1.

C.1.4 Kiểm tra sự đầy đủ, phù hợp của thiết bị đo

Chỉ số năng động L_d, của thiết bị đo phải lớn hơn chỉ số, F_{pln}, được xác định theo Phụ lục B trong từng dải tần số của phép đo:

Tiêu chí 2

$$L_d > F_{pln} \qquad \text{(C.2)}$$

Nếu bề mặt đo được chọn không đáp ứng tiêu chí 2, thì thực hiện theo Bảng C.1 (xem Hình C.1).

C.1.5 Kiểm tra sự có mặt của tiếng ồn mạnh từ bên ngoài

So sánh $F_{p|I_n|}$ và F_{pIn}, và kiểm tra xem điều kiện sau đây có đáp ứng đối với từng dải tần số của phép đo không:

Tiêu chí 3

$$F_{pIn} - F_{p|In|} \leq 3 \text{ dB} \quad \text{(C.3)}$$

Nếu không đáp ứng tiêu chí này, thì thực hiện theo Bảng C.1 để giảm hiệu ứng tiếng ồn từ bên ngoài (xem Hình C.1).

C.1.6 Kiểm tra về sự không đồng nhất của trường âm

C.1.6.1 Kiểm tra ban đầu về sự không đồng nhất của trường âm

Tính chỉ thị trường âm không đồng nhất F_S đối với bề mặt đo, và kiểm tra xem điều kiện sau đây có đáp ứng đối với từng dải tần số của phép đo không:

Tiêu chí 4

$$F_S \leq 2 \quad \text{(C.4)}$$

Nếu đã đáp ứng tất cả các tiêu chí trước và nếu không đáp ứng tiêu chí này, thì thực hiện theo Bảng C.1 để giảm hiệu ứng do sự không đồng nhất của trường âm (xem Hình C.1).

C.1.6.2 Kiểm tra về sự phù hợp của mật độ đường quét

Nếu mật độ quét tăng lên theo hệ số bằng hoặc lớn hơn 2 trên cùng một mặt từng phần, thì so sánh với các chỉ thị trường âm trước đó và kiểm tra xem điều kiện sau đây có đáp ứng đối với từng dải tần số của phép đo không:

Tiêu chí 5

$$0{,}83 \leq F_{S(1)} / F_{S(2)} \leq 1{,}2 \quad \text{(C.5)}$$

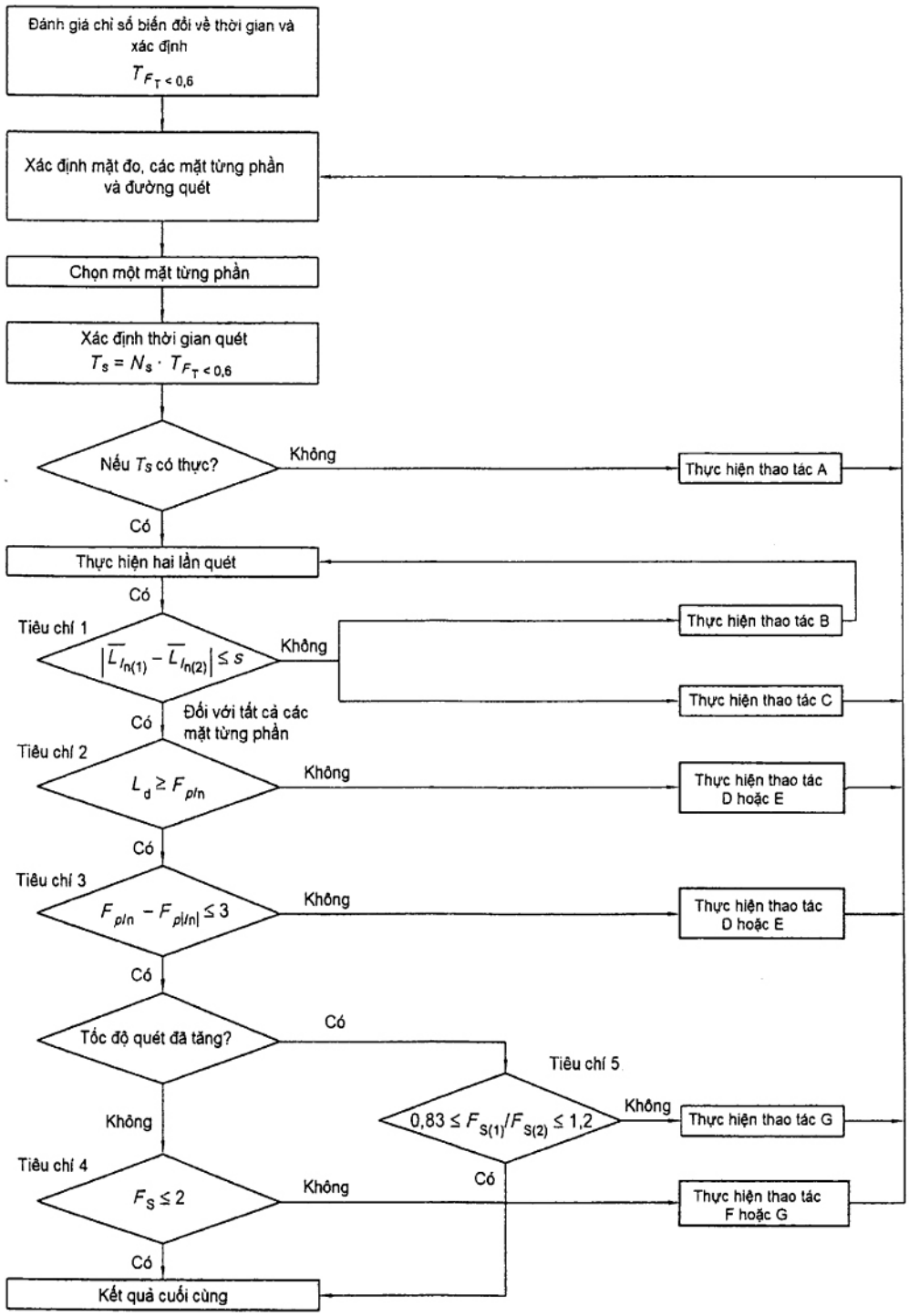
Nếu đáp ứng tiêu chí 5, kết quả được chấp nhận là kết quả cuối cùng thậm chí khi $F_{S(2)} \geq 2$.

C.2 Thực hiện hành động để tăng cấp chính xác của phép xác định

Trong trường hợp khi không đáp ứng các tiêu chí 1 đến 5, thì thực hiện theo Bảng C.1 cho từng điều kiện để tăng độ chính xác của phép xác định mức công suất âm đang thử (xem Hình C.1).

Bảng C.1 – Các hành động cần thực hiện để tăng cấp chính xác của phép xác định

Điều kiện	Số chỉ thao tác	Cách thức thực hiện
Nếu T_S không thực tế	A	Tăng thời gian quét, và/hoặc giảm sự thay đổi theo thời gian của cường độ từ bên ngoài, hoặc đo trong các khoảng thời gian ít có sự thay đổi.
Tiêu chí 1 Nếu $\left\|\bar{L}_{ln(1)} - \bar{L}_{ln(2)}\right\| > s/2$	B và/hoặc C	Thay đổi tốc độ, thời gian, và/hoặc đường quét. Thay đổi các mặt từng phần và/hoặc bề mặt đo
Tiêu chí 2 Nếu $L_d < F_{pln}$	D hoặc E	Khi có tiếng ồn đáng kể bên ngoài và/hoặc âm vang mạnh, thì giảm khoảng cách trung bình của bề mặt đo từ nguồn đến giá trị trung bình tối thiểu bằng 0,25 m. Khi không có tiếng ồn đáng kể bên ngoài và/hoặc âm vang mạnh, thì tăng khoảng cách trung bình đến tối đa bằng 1 m. Che chắn bề mặt đo tránh nguồn ồn bên ngoài hoặc thực hiện nhằm giảm các phản xạ âm đến nguồn.
Tiêu chí 3 Nếu $F_{pln} - F_{p\|ln\|} > 3$	D hoặc E	Thực hiện giống như đối với tiêu chí 2)
Tiêu chí 4 Nếu $F_S > 2$	F hoặc G	Tăng khoảng cách trung bình của mặt từng phần kể từ nguồn. Tăng mật độ quét
Tiêu chí 5 Nếu $F_{S(1)} / F_{S(2)} < 0{,}83$ hoặc $F_{S(1)} / F_{S(2)} > 1{,}2$	G	Tăng mật độ quét



Hình C.1 – Sơ đồ quy trình để đạt cấp chính xác mong muốn

Phụ lục C

(tham khảo)

Ảnh hưởng của luồng không khí lên phép đo cường độ âm

Trong quá trình đo, đôi khi các đầu đo cường độ âm tiếp xúc với luồng không khí, ví dụ, trong các điều kiện ngoài trời đang có gió, hoặc gần các luồng gió từ quạt mát. Về nguyên tắc, cơ sở lý thuyết của phép đo là có hiệu lực khi có dòng chất lỏng ổn định, tuy nhiên, có thể bỏ qua các sai số trong dòng chảy Mach thấp (M_d < 0,05), trừ trường hợp trong các trường âm phản ứng cao. Các sai số nghiêm trọng hơn thường sinh ra do các tác động của luồng không khí không ổn định (dòng rối).

Dòng rối có thể tồn tại ở dạng dòng chảy tràn trên đầu đo và cũng có thể sinh ra do chính sự có mặt của đầu đo. Các biến động động lượng chất lỏng vốn có của dòng rối có liên quan với các mức áp suất dao động; các biến động này không phải là âm và thường là không tương quan với các biến động về áp suất do sự có mặt của bất kỳ trường âm nào. Tuy nhiên, chúng được ghi bởi đầu dò/bộ chuyển đổi cảm biến áp suất tiếp xúc với luồng không khí, và các tín hiệu tạo ra không thể phân biệt được với các tín hiệu sinh ra bởi áp suất âm. Dòng rối được đối lưu tại tốc độ gần bằng với tốc độ luồng khí (lấy trung bình theo thời gian) trung bình, và có các vùng xoáy (các vùng có chuyển động tương quan), thông thường nhỏ hơn nhiều so với các bước sóng tần số âm điển hình, với kết quả là các gradient áp suất từng phần trong dòng rối có thể vượt xa so với các sóng âm. Vì thế tốc độ các phần tử kèm theo có thể vượt đáng kể so với tốc độ trong các trường âm điển hình. Kết quả là có thể sinh ra các tín hiệu cường độ-giả mạnh mẽ. Dòng rối sinh ra do sự có mặt của đầu đo cường độ có thể được ngăn chặn một cách hiệu quả bằng cách sử dụng cẩn thận kính chắn gió thích hợp. Tuy nhiên, các dòng xoáy rối (không phải do đầu đo tạo ra) có thể tồn tại trong các luồng gió và luồng khí tạo bởi quạt làm mát và quạt hút gió. Dòng trung bình (hoặc lấy trung bình theo thời gian) sinh ra bởi quạt có thể giảm triệt để đến không bằng cách điều tiết, nhưng điều này không có nghĩa là ngăn chặn được hiện tượng dao động của áp suất dòng rối, mà nó vẫn được đo trên bề mặt đo gần quạt mát hoặc quạt thông gió, điều này có thể rất khó khăn hoặc không thể ngăn chặn được khi dùng kính chắn. Phải rất cẩn thận khi thực hiện phép đo công suất âm của các loại quạt mát và quạt thông gió. Việc sử dụng các tấm kính chắn sẽ rất cần thiết và các thí nghiệm cẩn thận là rất kỳ vọng nhằm đảm bảo rằng cường độ âm đang được đo bằng đầu đo cường độ chứ không phải là các dao động áp suất âm giả hoặc hỗn loạn.

Chức năng của kính chắn đầu đo là để chuyển hướng luồng khí từ vùng từ bên ngoài của bộ chuyển đổi áp suất. Do tốc độ đối lưu thấp của dòng rối, nên các biến động của áp suất và tốc độ dòng rối tác động lên mặt ngoài của kính chắn gió không thể lan truyền đến vùng trung tâm của kính chắn tại đó các bộ chuyển đổi áp suất được định vị, trong khi các sóng âm đã ít yếu đi nhiều. Đây là nguyên tắc phân biệt ảnh hưởng bởi kính chắn gió.

Tuy nhiên, cần nhận thức được rằng hiệu quả của sự phân biệt này là có giới hạn. Những dao động rối mạnh sẽ không bị loại trừ hoàn toàn, và các dòng rối qui mô lớn, tần số thấp ít bị suy giảm so với

dòng rối tần số cao, qui mô nhỏ. Do phổ tần số của các dòng rối do gió, và quạt tạo ra có xu hướng giảm nhanh theo tần số, nên các phép đo cường độ tại tần số thấp (thông thường < 200 Hz) thường hay bị ảnh hưởng nhiều nhất.

Qui mô và tần số của dòng rối phụ thuộc nhiều vào bản chất của quá trình tạo ra, và vì vậy không thể xây dựng các qui định đặc biệt cho từng tình trạng dòng/không ổn định, mà có thể gặp trong quá trình thực hiện các phép đo cường độ ngoài thực địa. Do giá trị r.m.s (căn bậc hai của trung bình bình phương) của các dao động áp suất rối tăng theo bình phương tốc độ dòng trung bình, nên giới hạn "blanket" được xếp vào tốc độ dòng trung bình.

Theo hướng dẫn chung, cần lưu ý là xu hướng đối với cường độ một phần ba octa và/hoặc các mức tốc độ phần tử phải duy trì ở mức cao hoặc thậm chí phải tăng cao tại các tần số thấp (< 100 Hz) là một dấu hiệu nguy hiểm, trừ phi có bằng chứng rằng các mức áp suất âm tương tự như vậy, và nguồn đo có thể được đánh giá một cách chủ quan để phát ra một cách mạnh mẽ trong dải tần số thấp. Dấu hiệu về tính chất khác của sự tạp nhiễm của các giá trị cường độ âm bởi cường độ giả hỗn tạp là mức độ cao của sự không ổn định trong các mức cường độ và các mức tốc độ phần tử chỉ định. Sự liên kết giữa các micro không nhất thiết phải là một chỉ số tốt về sự nhiễm tạp do nhiễu loạn, vì các dao động áp suất nhiễu loạn qui mô lớn, tần số thấp có thể là tương quan cao trên các khoảng cách điển hình của việc tách cường độ micro.

Phụ lục E

(tham khảo)

Ảnh hưởng của sự hấp thụ âm trên bề mặt đo

Nếu nguồn thử cho thấy có sự hấp thụ âm đáng kể rõ ràng (ví dụ, vật liệu cách nhiệt thích hợp và/hoặc các vật liệu hấp thụ âm), và nếu phép đo chỉ số F_{pIn} cho giá trị cao hơn 3 dB, thì phải kiểm tra sự ảnh hưởng của công suất âm hấp thụ lên tổng công suất âm đo được. Điều này chỉ có thể thực hiện nếu có thể tắt được nguồn thử. Sau đó, nếu tiếng ồn từ bên ngoài vẫn không thay đổi, thì có thể xác định công suất âm hấp thụ $L_{w,abs}$ trực tiếp từ các phép đo cường độ âm trên bề mặt bao quanh nguồn đã tắt khi thử bằng cách áp dụng phương pháp qui định trong tiêu chuẩn này và xác định $L_{w,abs}$ từ Công thức (9). Nếu khi tắt nguồn thử, tiếng ồn từ bên ngoài không duy trì được, ước tính sơ về công suất âm hấp thụ có thể được xác định bằng sự trợ giúp của nguồn âm từ bên ngoài nhân tạo phù hợp tạo ra các mức tương tự trên bề mặt đo như nguồn âm từ bên ngoài nguyên bản.

Có thể bỏ qua các ảnh hưởng hấp thụ nếu thoả mãn các điều kiện sau:

$$L_w - L_{w,abs} \geq 10 \text{ dB} \qquad \text{(E.1)}$$

trong đó

L_w là mức công suất âm tổng với nguồn đang hoạt động, [theo công thức (8) và (9)];

$L_{w,abs}$ là mức công suất âm hấp thụ khi nguồn đã tắt.

Cách khác, thực hiện theo cách sao cho giảm mức cường độ từ bên ngoài hoặc phải che chắn bề mặt đo để tránh các nguồn ồn từ bên ngoài.

Phụ lục F

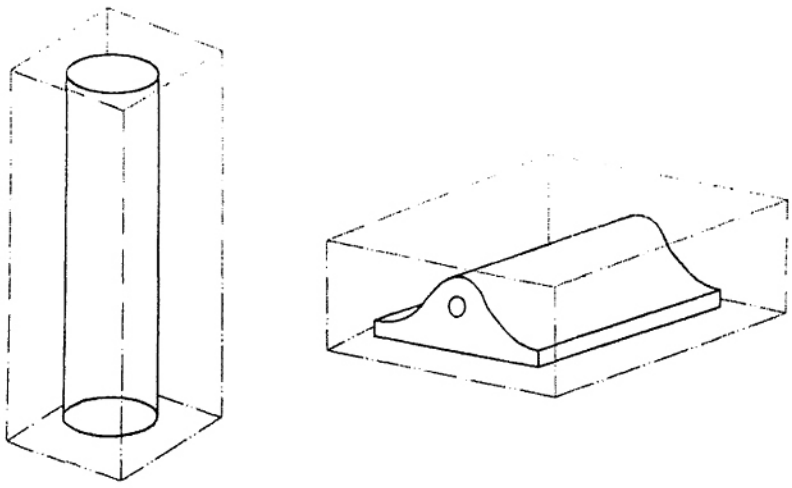
(tham khảo)

Bề mặt đo và qui trình quét

Nguyên tắc cơ bản của phép xác định công suất âm có sử dụng phương pháp đo cường độ là để đo cường độ thành phần pháp tuyến với bề mặt đo bao quanh hoàn toàn nguồn thử. Các độ không đảm bảo đo chính trong các kết quả thu được theo phương pháp này có liên quan đến thiết bị thử và các sai số khi phân tích tín hiệu cùng với quá trình (quét) lấy mẫu trường âm không lý tưởng. Phụ lục này đưa ra các hướng dẫn để thực hiện qui trình lấy mẫu trường âm. Bằng cách áp dụng theo các hướng dẫn và sử dụng các thông số quét qui định trong tiêu chuẩn này, có thể giảm thiểu các độ không đảm bảo đo, và có thể đạt được các cấp chính xác nêu trong Bảng 1.

Bề mặt đo phải được xác định sao cho có thể dễ dàng thực hiện thao tác quét, và nên có hình dạng sao cho các ảnh hưởng của cường độ bên ngoài và trường gần nguồn được giảm tối thiểu. Các đường quét được giữ thẳng, và hướng của đầu đo giữ không đổi trong từng đoạn thẳng của đường quét.

Bề mặt đo, các mặt từng phần và kiểu quét phải được lựa chọn để phù hợp với dạng hình học của nguồn và môi trường của nó theo 8.1 và 8.2 (xem Hình F.1).



Hình F.1 – Khuyến cáo các bề mặt đo đối với các nguồn âm uốn cong

Mỗi phần đo được xác định sao cho việc quét được thuận tiện với tốc độ không đổi cùng với mật độ đường quét đồng nhất, trong khi vẫn giữ được trục đầu đo pháp tuyến tại chỗ với bề mặt đo. Sự quay đầu đo tại cuối đường quét sẽ gây ra các sai số trong quá trình lấy trung bình bề mặt, do sự ảnh hưởng lớn từ rìa cạnh. Cố gắng duy trì tốc độ quét không đổi trên toàn bộ đường quét.

Trong các trường hợp khi thời gian hoạt động của bộ xử lý được xác định trước trong các bước rời rạc, cần cố gắng giảm khoảng thời gian từ lúc kết thúc quét trên bất kỳ mặt từng phần đến khi dừng quét.

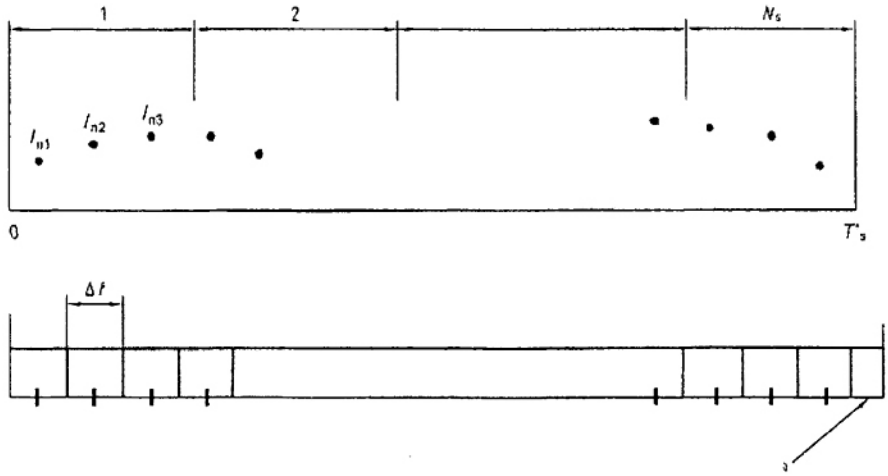
Đồng thời cũng cần quan tâm đồng đều đến đường quét đã chọn và duy trì tốc độ quét đồng nhất, mật độ đường quét không đổi và hướng của trục đầu đo. Sự tập trung quá mức vào bất kỳ một thao tác nào trong số các thao tác đều có thể ảnh hưởng bất lợi đến độ chính xác của phép đo.

Phụ lục G

(tham khảo)

Qui trình để thu được cường độ thời gian trung bình và bình phương áp suất của cường độ trung bình thời gian ngắn và bình phương áp suất

Lấy số cường độ trung bình trong thời gian ngắn và bình phương áp suất thu được trên một lần quét là N_x. Thì thời gian quét thu được là $T_S' = \Delta t \cdot N_x$. Trong quá trình này, như thể hiện trên Hình G.1, các dữ liệu lấy mẫu cuối cùng có thể bị gián đoạn và bỏ đi. Tuy nhiên, do $\Delta t << T_S'$ thông thường được đáp ứng, nên có thể bỏ qua ảnh hưởng này. Chia T_S' thành N_S phần và xác định có bao nhiêu bình phương áp suất và cường độ được lấy trung bình trong thời gian ngắn có trong từng phần. Sau đó, bình phương áp suất và cường độ được lấy trung bình trong thời gian ngắn được tính đơn giản bằng cách lấy trung bình của các cường độ và bình phương áp suất có trong từng phần.



a) Phương pháp trực tiếp

b) Phương pháp FFT

[a] Có thể bỏ lần lấy mẫu cuối.

Hình G.1 – Quá trình để thu được cường độ và bình phương áp suất trung bình theo thời gian từ chuỗi các cường độ và bình phương áp suất trung bình trong thời gian ngắn

Phụ lục H

(tham khảo)

Chuẩn hoá mức công suất âm

H.1 Qui định chung

Nếu độ nhạy của microphone sử dụng cho đầu đo được hiệu chuẩn dưới các điều kiện khí tượng thực tế, thì áp suất âm đo được p (tính theo Pa) là đúng đối với điều kiện đo thực tế. Vận tốc phần tử liên quan u (tính theo m/s) được tính như sau:

$$u = -\frac{1}{\rho}\int \frac{\partial p}{\partial n} d\tau \qquad \text{(H.1)}$$

Trong đó ρ là mật độ không khí (tính bằng kg/m^3).

Nếu sử dụng mật độ không khí đối với điều kiện đo thực tế, thì vận tốc phần tử đo được và cường độ âm I (tính bằng W/m^2) cũng là đúng đối với các điều kiện đo thực tế.

$$I = \overline{pu} \qquad \text{(H.2)}$$

Tiêu chuẩn này yêu cầu sử dụng thiết bị Loại 1 như qui định tại IEC 61043:1993. Tại 6.13 của IEC 61043:1993, đã qui định các bộ vi xử lý Loại 1 phải có sự sắp đặt trước để đưa vào các giá trị về áp suất và nhiệt độ môi trường xung quanh hoặc các hệ số hiệu chỉnh rút ra từ các đại lượng này để sử dụng trong các phép tính cường độ âm. Vì vậy, phép đo cường độ theo tiêu chuẩn này luôn luôn cho một giá trị cường độ đúng đối với điều kiện khí tượng thực tế.

H.2 Tính mức công suất âm chuẩn hoá

Công suất âm P (tính theo W) phát ra từ nguồn phụ thuộc nhiều vào mật độ không khí ρ và tốc độ âm trong không khí c (tính theo m/s) [17], [18].

Như cách tiếp cận đầu tiên, có thể giả sử như sau [19], [20]:

$$P \alpha \rho c^n \qquad \text{(H.3)}$$

ở đây n = 1 đối với bức xạ âm do rung mang tính kết cấu tại các tần số cao, n = – 1 đối với bức xạ đơn cực, n = – 3 đối với bức xạ lưỡng cực và n = – 5 đối với bức xạ tứ cực [20].

Theo cách giả sử n = – 1 là trung bình của giá trị đối với hầu hết các nguồn âm khí động học và kết cấu, công thức sau đây thu được là bước đầu tiên hiệu chỉnh mức công suất âm chuẩn hoá:

$$C^* = -10 \lg\left[\left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)\left(\frac{c}{c_0}\right)^{-1}\right] \text{ dB} \qquad \text{(H.4)}$$

ở đây, ta có

$$\rho = \frac{B}{R_L T} \tag{H.5}$$

$$c = \sqrt{\gamma R_L T} \tag{H.6}$$

Trong đó

B là áp suất tĩnh;

T là nhiệt độ tính theo kelvin (T = 273,15 + θ, trong đó θ là nhiệt độ tính theo độ Celsius);

γ là tỷ lệ nhiệt dung riêng;

R_L $= \frac{ZR}{M_a}$

R là hằng số khí phổ quát (universal gas constant);

M_a là khối lượng phân tử của không khí (molar mass of air);

Z là hệ số nén của không khí (≈ 1).

Từ Công thức (H.4), (H.5) và (H.6), rút ra công thức sau:

$$C^* = -10\lg\frac{B}{B_0}dB + 15\lg\left(\frac{273{,}15+\theta}{T_0}\right)\text{dB} \tag{H.7}$$

Trong đó B_0 là áp suất khí quyển qui chiếu (101 325 Pa) và T_0 là nhiệt độ qui chiếu (273,15 + 23 = 296,15).

Bằng cách xem xét ảnh hưởng bổ sung của số Reynolds đối với việc hiệu chỉnh về áp suất tĩnh, thu được Công thức sau đây [Công thức (10) trong phần nội dung chính] [21], [22].

$$C = -15\lg\frac{B}{B_0}dB + 15\lg\left(\frac{273{,}15+\theta}{T_0}\right)dB = -15\lg\left[\frac{B}{101325}\times\frac{296{,}15}{273{,}15+\theta}\right]\text{dB} \tag{H.8}$$

Khi giả sử n = – 1, độ không đảm bảo về hiệu chỉnh là nhỏ hơn 0,2 dB đối với bức xạ âm do rung kết cấu, các nguồn đơn cực hoặc lưỡng cực đối với dải nhiệt độ từ 15 °C đến 30 °C [23] [24], [25].

Phụ lục I
(tham khảo)

Các chỉ thị trường âm sử dụng trong bộ TCVN 12178 (ISO 9614)

Bảng I.1 thể hiện sự tương ứng của các chỉ thị trường âm và các ký hiệu của chúng đã được sử dụng trong TCVN 12179-1 (ISO 9614-1), TCVN 12179-2 (ISO 9614-2) và TCVN 12179-3 (ISO 9614-3). Trong TCVN 12179-3 (ISO 9614-3), điều này cũng đã được tính đến để tránh sự không nhất quán trong việc đặt tên đã qui định trong TCVN 12179-1 (ISO 9614-1) và TCVN 12179-2 (ISO 9614-2).

Bảng I.1 – Các chỉ thị sử dụng trong bộ TCVN 12179 (ISO 9614)

Chỉ thị		TCVN12179-1 (ISO 9614-1)	TCVN12179-2 (ISO 9614-2)	TCVN12179-3 (ISO 9614-3)
Chỉ thị biến đổi theo thời gian		$F_1 = \frac{1}{I_n}\sqrt{\frac{1}{M-1}\sum_{k=1}^{M}\left(I_{nk}-\overline{I_n}\right)^2}$ * I_n đọc hiểu là $\overline{I_n}$	–	$F_1 = \frac{1}{\overline{I_n}}\sqrt{\frac{1}{M-1}\sum_{m=1}^{M}\left(\overline{I_{nm}}-\overline{I_n}\right)^2}$
Chỉ thị trường âm không đồng nhất		$F_4 = \frac{1}{I_n}\sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}\left(I_{ni}-\overline{I_n}\right)^2}$ * I_n đọc hiểu là $\overline{I_n}$	–	$F_5 = \frac{1}{\overline{I_n}}\sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{j=1}^{N}\left(\overline{I_{nj}}-\overline{I_n}\right)^2}$
Chỉ thị áp suất cường độ	không dấu	Chỉ số cường độ áp suất bề mặt $F_2 = \overline{L_p} - \overline{L_{\lvert In\rvert}}$ $\overline{L_p} = 10\lg\left(\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}10^{0,1L_{pi}}\right)$ dB $\overline{L_{\lvert I_n\rvert}} = 10\lg\left(\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\lvert I_{ni}\rvert / I_0\right)$ dB	Chỉ số công suất riêng phần âm (-) $F_{+/-} = 10\lg\left(\frac{\sum\lvert P_i\rvert}{\sum P_i}\right)$ $P_i = (I_{ni})S_i \quad P = \sum_{i=1}^{N}P_i$ $F_{+/-} = F_3 - F_2$ trong trường hợp đặc biệt	Chỉ số cường độ áp suất không dấu $F_{pI_n} = \overline{L_p} - \overline{L}_{\lvert In\rvert}$ $\overline{L_p} = 10\lg\left(\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}\overline{p_j^2}/p_0^2\right)$ dB $\overline{L}_{\lvert I_n\rvert} = 10\lg\left(\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}\lvert\overline{I_n}\rvert / I_0\right)$ dB
	Có dấu	Chỉ số công suất từng phần âm (-) $F_3 = \overline{L_p} - \overline{L_{I_n}}$ $\overline{L_{I_n}} = 10\lg\left(\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}I_{ni}/I_0\right)$ dB	Chỉ số cường độ áp suất trường âm $F_{pI} = \lvert L_p\rvert - L_w + 10\lg(S/S_0)$ dB $[L_p] = 10\lg\left[\left(\frac{1}{S}\right)\sum_{i=1}^{N}S_i 10^{0,1L_{pi}}\right]$ dB $S = \sum_{i=1}^{N}S_i \quad S_0 = 1m^2$ * $F_{pf} = F_3$ trong trường hợp đặc biệt	Chỉ số cường độ áp suất có dấu $F_{pI_n} = \overline{L_p} - \overline{L}_{In}$ $\overline{L}_{In} = 10\lg\left\lvert\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}\overline{I_n}_j / I_0\right\rvert$ dB

CHÚ THÍCH: Chỉ thị cường độ có dấu F_{pI_n} được gọi là chỉ thị công suất từng phần giá trị âm (-) F_3 trong TCVN 12179-1 (ISO 9614-1). Chỉ thị này là tương đương với chỉ thị cường độ áp suất trường âm F_{pI} qui định trong TCVN 12179-2 (ISO 9614-2) trong trường hợp đặc biệt có diện tích phần đo nhỏ đồng nhất. $F_{pIn} - F_{p\lvert In\rvert}$ là tương đương với chỉ thị công suất từng phần âm (-) $F_{+/-}$ qui định tại TCVN 12179-2 (ISO 9614-2) trong trường hợp đặc biệt có diện tích phần đo nhỏ đồng nhất.

Thư mục tài liệu tham khảo

[1] ISO 3740, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources – Guidelines for the use of basic standards*

[2] ISO 3741, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Precision methods for reverberation rooms*

[3] ISO 3743-1, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure - Engineering methods for small, movable sources in reverberant fields – Part 1: Comparison method for hard-walled test rooms*

[4] ISO 3743-2, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure - Engineering methods for small, movable sources in reverberant fields – Part 2: Methods for special reverberation test rooms*

[5] ISO 3744, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane*

[6] ISO 3745, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Precision methods for anechoic and hemi-anechoic rooms*

[7] ISO 3746, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane*

[8] ISO 3747, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Comparison method in situ*

[9] ISO 5725-1, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results in situ Part 1: General principles and definitions*

[10] ISO 7574-1, *Acoustics – Statistical methods for determining and verifying stated noise emission values of machinery and equipment – Part 1: General considerations and definitions*

[11] ISO 7574-4, *Acoustics – Statistical methods for determining and verifying stated noise emission values of machinery and equipment – Part 4: Methods for stated values for batches of machines*

[12] ISO/TR 7849, *Acoustics – Estimation of airborne noise emitted by machinery using vibration measurement*

[13] ISO 9614-1, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 1: Measurement at discrete points*

[14] ISO 9614-2, *Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity – Part 2: Measurement by scanning*

[15] ISO 12001, *Acoustics – Noise emitted by machinery and equipment – Rules for the drafting and presentation of a noise test code*

[16] HÜBNER, G. and WITTSTOCK, V. Further investigations to check the adequacy of sound field indicators to be used for sound intensity technique determining the sound power level. *Proceedings of Inter-noise 99, Fort Lauderdale*, 1999, pp. 1523-1528

[17] HÜBNER, G. Is the sound power defined by ISO/TC 43 independent of specific environmental conditions?, *Proceedings of the 10th International Congress on Acoustics, Sydney*, 1980, Vol. 3, Paper M6.5

[18] HÜBNER, G. Experimentelle Untersuchungen zur Abhängigkeit der Schallleistung aerodynamische Schallquellen von den Gaseigenschaften, *DAGA 78 Berichte*, VDE-Verlag Berlin, 1878, pp. 359-365

[19] MORSE, P.M. and INGARD, K.U. *Theoretical Acoustics*, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1968, p. 753

[20] HÜBNER, G. Accuracy considerations on the meteorological correction for a normalized sound power level, *Proceeding of Inter-noise 2000, Nice*, 2000, pp. 2996-3000

[21] BLAKE, W.K. *Mechanics of flow induced sound and vibration*. Vol. 17, *Applied Mathematics and Mechanics*, Orlando, Florida, 1986

[22] HÜBNER, G., WITTSTOCK, V. Investigations of the sound power generation of solid cylinder moving in gases under different static pressures — First results, *Proceedings of Euro Noise 98, Munich*, 1998, pp. 865-870

[23] WONG, G.S.K. Characteristic impedance of humid air. *J. Acoust. Soc. Am.* **80**(4), 1986, pp. 1203-1204

[24] DAVIS, R.S. Equation for the determination of the density of moist air (1981/91). *Metrologia*, **29**, 1992, pp. 67-70

[25] WONG, G.S.K. and EMBLETON, T.F.W. Variation of the speed of sound in air with humidity and temperature. *J. Acoust. Soc. Am.*, **77**(5), 1985, pp. 1710-1712