

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 7878-1 : 2008

ISO 1996-1 : 2003

Xuất bản lần 1

**ÂM HỌC –
MÔ TẢ, ĐO VÀ ĐÁNH GIÁ TIẾNG ỒN MÔI TRƯỜNG –
PHẦN 1: CÁC ĐẠI LƯỢNG CƠ BẢN VÀ
PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ**

*Acoustics –
Description, measurement and assessment of environmental noise
Part 1: Basic quantities and assessment procedures*

HÀ NỘI - 2008

Lời nói đầu

Bộ **TCVN 7878** thay thế TCVN 5964 : 1995, TCVN 6399 : 1998 và TCVN 5965 : 1995.

TCVN 7878-1 : 2008 hoàn toàn tương đương với ISO 1996-1 : 2003.

TCVN 7878-1 : 2008 do Ban kỹ thuật Tiêu chuẩn TCVN/TC 43 "Âm học và tiếng ồn" biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ **TCVN 7878 Âm học – Mô tả, đo và đánh giá tiếng ồn môi trường**, gồm hai phần :

- TCVN 7878-1: 2008 (ISO 1996 -1: 2003) Phần 1: Các đại lượng cơ bản và phương pháp đánh giá.
- TCVN 7878- 2 ¹ (ISO 1996-2: 2003) Phần 2: Xác định mức áp suất âm.

¹ Sẽ được xuất bản trong thời gian tới

Lời giới thiệu

Để sử dụng trong thực tiễn, bất kỳ phương pháp mô tả nào, các phép đo và đánh giá tiếng ồn môi trường phải được liên hệ tới vài cách thức đã được biết về sự phản ứng của con người với tiếng ồn. Có nhiều hậu quả bất lợi của việc tăng tiếng ồn môi trường với sự gia tăng tiếng ồn, nhưng mối quan hệ chính xác liên đới giữa liều - phản ứng vẫn tiếp tục là chủ đề tranh luận khoa học. Thêm vào đó, điều quan trọng là tất cả các phương pháp được dùng cần phải khả thi trong khuôn khổ bối cảnh chung về chính trị, kinh tế, xã hội mà các phương pháp đó được sử dụng. Vì lý do này, hiện tại có rất nhiều phương pháp khác nhau đang được sử dụng trên khắp thế giới cho các loại tiếng ồn khác nhau, và điều này làm tăng khó khăn đáng kể cho việc so sánh và thông hiểu quốc tế.

Mục đích chung của bộ tiêu chuẩn TCVN 7878 (ISO 1996) là góp phần hài hòa quốc tế các phương pháp mô tả, phương pháp đo và đánh giá tiếng ồn môi trường từ mọi nguồn ồn.

Phương pháp và quy trình được mô tả trong tiêu chuẩn này nhằm áp dụng cho tiếng ồn từ các nguồn ồn khác nhau, riêng lẻ hay kết hợp, mà đều gây ra mức tiếp xúc ồn tổng thể tại một địa điểm. Với công nghệ hiện tại, việc đánh giá tiếng ồn gây khó chịu trong thời gian dài hạn được coi là phù hợp nhất bằng việc chấp nhận dùng mức áp suất âm liên tục tương đương theo trọng số A và được gọi là "mức đánh giá".

Mục đích của bộ tiêu chuẩn TCVN 7878 (ISO 1996) là cung cấp cho các cơ quan có thẩm quyền một tài liệu về phương pháp mô tả và đánh giá tiếng ồn trong môi trường dân cư. Dựa trên nguyên lý mô tả trong tiêu chuẩn này, có thể xây dựng các tiêu chuẩn quốc gia, các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia và các giới hạn có thể chấp nhận tương ứng cho tiếng ồn.

Âm học – Mô tả, đo và đánh giá tiếng ồn môi trường – Phần 1: Các đại lượng cơ bản và phương pháp đánh giá

*Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise –
Part 1: Basic quantities and assessment procedures*

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này xác định các đại lượng cơ bản để sử dụng cho mô tả tiếng ồn trong môi trường dân cư và mô tả các phương pháp đánh giá chính. Tiêu chuẩn này cũng qui định các phương pháp để đánh giá tiếng ồn môi trường và đưa ra những hướng dẫn dự báo phản ứng khó chịu tiềm ẩn của cộng đồng khi tiếp xúc lâu dài với nhiều loại tiếng ồn môi trường khác nhau. Các nguồn âm thanh có thể riêng lẻ hoặc kết hợp lại với nhau. Áp dụng phương pháp này để dự báo phản ứng khó chịu giới hạn ở vùng mà con người sinh sống và liên quan đến việc sử dụng đất đai dài hạn.

Phản ứng của cộng đồng đối với tiếng ồn có thể là khác nhau với các nguồn âm có cùng mức âm. Tiêu chuẩn này đề cập đến việc hiệu chỉnh các âm thanh có đặc tính khác nhau. Thuật ngữ "mức đánh giá" thường dùng để mô tả dự báo âm thanh về mặt vật lý hoặc phép đo đã được bổ sung thêm một hoặc vài số hiệu chỉnh. Trên cơ sở các mức đánh giá này, sự phản ứng của cộng đồng trong thời gian dài có thể ước tính được.

Âm thanh được đánh giá là âm thanh đơn lẻ hoặc âm thanh kết hợp, khi cần thì những đánh giá này cho phép cơ quan có thẩm quyền xem xét đặc tính đặc biệt của âm xung, âm sắc, âm thanh tần số thấp, và xem xét các đặc tính khác của tiếng ồn giao thông đường bộ, các dạng khác của tiếng ồn giao thông (như tiếng ồn máy bay) và tiếng ồn công nghiệp.

Tiêu chuẩn này không qui định các giới hạn cho tiếng ồn môi trường.

CHÚ THÍCH 1 Trong âm học, một vài phép đo vật lý khác mô tả âm thanh bằng decibel (ví dụ: áp suất âm, áp suất âm lớn nhất, áp suất âm liên tục tương đương). Các mức tương ứng với các phép đo vật lý thông thường này sẽ khác đối với âm thanh cùng loại. Điều này thường dẫn đến sự lộn xộn. Do vậy cần chỉ ra đại lượng vật lý cụ thể (ví dụ: mức áp suất âm, mức áp suất âm lớn nhất, mức áp suất âm liên tục tương đương).

CHU THÍCH 2 Trong tiêu chuẩn này, các đại lượng biểu thị các mức bằng dB. Tuy nhiên ở một vài nước lại biểu thị các đại lượng vật lý như áp suất âm lớn nhất bằng Pa hoặc mức tiếp xúc âm thanh đo bằng Pa².s.

CHÚ THÍCH 3 Trong TCVN 7878-2 (ISO 1996-2) đề cập đến việc xác định các mức áp suất âm.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là rất 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 sửa đổi).

IEC 61672-1 Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications¹⁾ (Điện âm học – Máy đo mức âm – Phần 1: Các đặc tính kỹ thuật)

3 Thuật ngữ và định nghĩa

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

3.1 Biểu thị các mức

CHÚ THÍCH Định nghĩa các mức trong phần từ 3.1.1 đến 3.1.6, như trọng số tần số, dải rộng tần số và trọng số thời gian, nếu áp dụng nên qui định.

3.1.1

Mức áp suất âm theo trọng số tần số và trọng số thời gian (time-weighted and frequency-weighted sound pressure level)

Mười lần logarit cơ số 10 của bình phương của tỷ số giữa giá trị trung bình bình phương của áp suất âm và áp suất âm tham chiếu, theo trọng số tần số chuẩn và trọng số thời gian chuẩn.

CHÚ THÍCH 1 Áp suất âm tham chiếu là 20 μ Pa.

CHÚ THÍCH 2 Đơn vị đo của áp suất âm là Pascal (Pa).

CHÚ THÍCH 3 Trọng số tần số chuẩn là trọng số A (theo đặc tính tần số A) và trọng số C (theo đặc tính tần số C) như được qui định ra trong IEC 61672-1, trọng số theo thời gian chuẩn là trọng số F và trọng số S được qui định trong IEC 61672-1.

CHÚ THÍCH 4 Mức áp suất âm theo trọng số tần số và trọng số thời gian được đo bằng decibel (dB).

3.1.2

Mức áp suất âm lớn nhất theo trọng số tần số và trọng số thời gian (maximum time-weighted and frequency-weighted sound pressure level)

Mức áp suất âm theo trọng số tần số và trọng số thời gian lớn nhất trong một khoảng thời gian cho trước.

CHÚ THÍCH Mức áp suất âm theo trọng số tần số và trọng số thời gian lớn nhất được đo bằng decibel (dB).

3.1.3

Mức vượt N phần trăm (N percent exceedance level)

Mức áp suất âm theo trọng số tần số và trọng số thời gian vượt quá $N\%$ khoảng thời gian xem xét.

VÍ DỤ $L_{A,F,95,1h}$ là mức áp suất âm theo trọng số tần số A và trọng số thời gian F vượt quá 95 % mức áp suất âm của 1 h.

CHÚ THÍCH Mức vượt $N\%$ tính bằng decibel (dB).

3.1.4

Mức áp suất âm đỉnh (peak sound pressure level)

Mười lần logarit cơ số 10 của tỷ số giữa bình phương của áp suất âm đỉnh với bình phương của áp suất âm tham chiếu, trong đó áp suất âm đỉnh là giá trị tuyệt đối lớn nhất của áp suất âm tức thời trong một khoảng thời gian xác định với trọng số tần số chuẩn hoặc bề rộng dải đo.

CHÚ THÍCH 1 Mức áp suất âm đỉnh được đo bằng decibel (dB).

CHÚ THÍCH 2 Áp suất âm đỉnh được xác định bằng một detector như đã nói trong IEC 61672. IEC 61672 chỉ xác định độ chính xác của detector khi dùng trọng số C.

3.1.5

Mức âm tiếp xúc (sound exposure level)

Mười lần logarit cơ số 10 của tỷ số giữa âm thanh tiếp xúc, E , với âm thanh tiếp xúc tham chiếu E_0 . Âm thanh tiếp xúc là tích phân theo thời gian của bình phương áp suất âm tức thời biến đổi theo thời gian trong một khoảng thời gian xác định T , hoặc một tình huống.

CHÚ THÍCH 1 E_0 bằng bình phương của áp suất âm tham chiếu ($20 \mu\text{Pa}$) trong khoảng thời gian 1s [$400 (\mu\text{Pa})^2\text{s}$].

$$L_k = 10 \lg \left(\frac{E}{E_0} \right) \text{ dB}$$

Trong đó

$$E = \int_T p^2(t) dt \text{ dB}$$

CHÚ THÍCH 2 Mức áp suất âm tiếp xúc tính bằng decibel (dB).

CHÚ THÍCH 3 Âm thanh tiếp xúc tính bằng pascal bình phương giây (Pa^2s)

CHÚ THÍCH 4 Khoảng thời gian, T , dùng để lấy tích phân hoàn toàn trong một khoảng thời gian thì không cần báo cáo. Để đo mức tiếp xúc âm trong một khoảng thời gian xác định, thì khoảng thời gian lấy tích phân phải được báo cáo và ký hiệu là L_{EF} .

CHU THÍCH 5 Đối với mức âm tiếp xúc của một tình huống, thì bản chất của tình huống đó phải được nêu rõ.

3.1.6

Mức áp suất âm liên tục tương đương (equivalent continuous sound pressure level)

Mười lần logarit cơ số 10 của tỷ số giữa bình phương của áp suất âm trung bình bình phương trong một khoảng thời gian xác định thu được theo trọng số tần số với bình phương áp suất âm tham chiếu.

CHÚ THÍCH 1 Mức áp suất âm liên tục tương đương theo trọng số A là:

$$L_{AeqT} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \int p_A^2(t) / p_0^2 dt \right) \text{ dB}$$

Trong đó

$p_A(t)$ là áp suất âm tức thời theo trọng số A, biến đổi theo thời gian t .

p_0 là áp suất âm tham chiếu (= 20 μPa)

CHÚ THÍCH 2 Mức áp suất âm liên tục tương đương được biểu thị bằng decibel (dB).

CHÚ THÍCH 3 Mức áp suất âm liên tục tương đương cũng được gọi là "mức áp suất âm trung bình theo thời gian".

3.2 Khoảng thời gian

3.2.1

Khoảng thời gian tham chiếu (reference time interval)

Khoảng thời gian được tham chiếu khi đánh giá âm thanh.

CHÚ THÍCH 1 Khoảng thời gian tham chiếu có thể được qui định các tiêu chuẩn tiêu chuẩn quốc gia hoặc quốc tế hoặc do các cơ quan có thẩm quyền địa phương qui định nhằm kiểm soát hết các loại hoạt động điển hình của con người và sự biến đổi trong vận hành của nguồn âm. Ví dụ, khoảng thời gian tham chiếu có thể là một phần của ngày, cả ngày hoặc cả tuần. Ở một vài nước có thể định ra khoảng thời gian tham chiếu dài hơn.

CHÚ THÍCH 2 Có thể qui định các khoảng thời gian tham chiếu khác nhau cho các mức hoặc các loại mức khác nhau.

3.2.2

Khoảng thời gian dài (long-term time interval)

Khoảng thời gian được qui định, trong đó thời gian đo âm thanh của một loạt khoảng thời gian tham khảo được lấy trung bình hoặc đánh giá.

CHÚ THÍCH 1 Khoảng thời gian dài dùng cho mục đích miêu tả tiếng ồn môi trường, vì do cơ quan có thẩm

CHÚ THÍCH 2 Để đánh giá và lập kế hoạch sử dụng đất đai, thì phải sử dụng khoảng thời gian dài đại diện cho phần thời gian đáng kể của một năm (ví dụ ba tháng, sáu tháng và một năm).

3.3 Đánh giá

3.3.1

Hiệu chỉnh (adjustment)

Bất kỳ một trị số nào, là dương hoặc âm, là không đổi hoặc thay đổi được thêm vào giá trị mức âm thanh đo được hay dự báo được để tính đến một vài đặc tính âm, về thời gian trong ngày hoặc loại nguồn âm.

3.3.2

Mức đánh giá (rating level)

Bất kỳ mức âm thanh đo được hay dự báo được mà đã được thêm vào một trị số hiệu chỉnh.

CHÚ THÍCH 1 Các phép đo như mức áp suất âm ngày/đêm hoặc mức áp suất âm ngày /buổi tối/ đêm là những ví dụ của các mức đánh giá vì chúng được tính toán từ âm thanh đo được hoặc dự đoán được trong những khoảng thời gian tham chiếu khác nhau và các giá trị hiệu chỉnh được thêm vào cho các mức áp suất âm liên tục tương đương trong khoảng thời gian tham chiếu theo thời gian trong ngày.

CHÚ THÍCH 2 Mức đánh giá có thể được tạo ra bằng cộng thêm các giá trị hiệu chỉnh vào mức đo được hoặc mức dự đoán được có tính đến vài loại âm thanh như âm đơn sắc hoặc âm xung.

CHÚ THÍCH 3 Mức đánh giá có thể được tạo ra bằng cộng thêm các giá trị hiệu chỉnh vào mức đo được hoặc mức dự đoán được để tính toán sự khác nhau giữa các loại nguồn âm. Ví dụ: dùng giao thông đường bộ như nguồn âm cơ sở, việc hiệu chỉnh có thể áp dụng cho các mức của nguồn âm của máy bay hoặc đường sắt.

3.4 Ấn định âm

Xem biểu đồ 1.

3.4.1

Âm thanh tổng (total sound)

Tổng âm thanh giới hạn trong một khu vực đã định, thông thường gồm các âm thanh từ nhiều nguồn xa và gần.

3.4.2

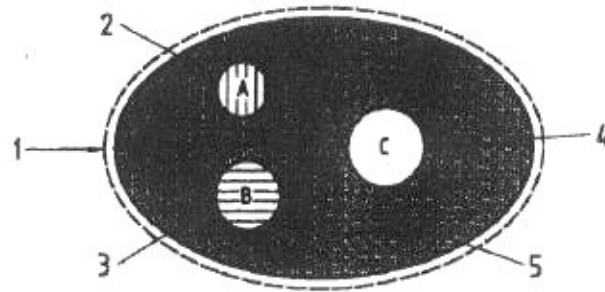
Âm thanh riêng (specific sound)

Thành phần của âm thanh tổng mà có thể phân định một cách cụ thể và liên quan với một nguồn âm riêng.

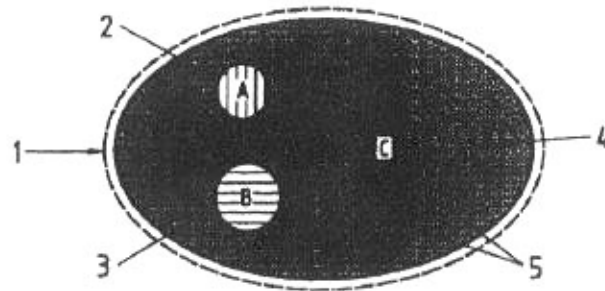
3.4.3

Âm thanh dư (residual sound)

Âm thanh tổng còn lại tại một vị trí và ở trong một tình huống nhất định khi các âm thanh riêng đang xem xét triệt tiêu hết.



a) Xét ba âm thanh riêng, âm thanh dư và âm thanh tổng



b) Xét hai âm thanh riêng A và B, âm thanh dư và âm thanh tổng

Chú giải

- 1 âm thanh tổng
- 2 âm thanh riêng A
- 3 âm thanh riêng B
- 4 âm thanh riêng C
- 5 âm thanh dư

CHÚ THÍCH 1 Mức âm thanh dư thấp nhất thu được khi tất cả các âm thanh riêng bị triệt tiêu.

CHÚ THÍCH 2 Vùng chấm chấm chỉ ra âm thanh dư khi các âm thanh A, B, C triệt tiêu hết.

CHÚ THÍCH 3 Trong b) âm thanh dư bao gồm âm thanh riêng C nhưng nó không được xem xét

Hình1 – Ấn định âm thanh tổng, âm thanh riêng và âm thanh dư

3.4.4

Âm thanh ban đầu (initial sound)

Âm thanh tổng ở trạng thái ban đầu trước khi xảy ra bất kỳ biến đổi nào so với trạng thái đang có.

3.4.5

Âm thanh dao động (fluctuating sound)

Âm thanh liên tục có mức áp suất âm thay đổi đáng kể nhưng không phải là dạng xung trong khoảng thời gian xem xét.

3.4.6

Âm thanh ngắt quãng (intermittent sound)

Âm thanh chỉ xuất hiện trong những khoảng thời gian nào đó theo qui luật hoặc không có qui luật và kéo dài nhiều hơn 5 s.

VÍ DỤ Tiếng ồn xe có động cơ khí lượng giao thông nhỏ, hoặc tiếng ồn tàu hỏa, tiếng ồn máy bay và tiếng ồn máy nén khí.

3.4.7

Âm thanh nổi trội (sound emergency)

Âm thanh tổng tăng lên ở một tình huống đã cho do đưa vào một số âm thanh riêng.

3.4.8

Âm thanh xung (impulsive sound)

Âm thanh được đặc trưng bởi sự tăng đột ngột của áp suất âm.

CHÚ THÍCH Thời gian âm thanh xung riêng lẻ thường dài không quá 1 s.

3.4.9

Âm sắc (tonal sound)

Âm thanh đặc trưng bởi thành phần tần số đơn lẻ hoặc các thành phần dải hẹp nổi lên rõ ràng ở âm thanh tổng.

3.5 Nguồn âm thanh xung

CHÚ THÍCH Hiện nay không có mô tả toán học nào có thể xác định rõ ràng âm thanh xung hoặc có thể tách bạch những âm thanh xung nói trong các mục từ 3.5.1 đến 3.5.3. Tuy nhiên 3 nguồn này có mối liên quan nhất với

TCVN 7878-1 : 2008

phản ứng cộng đồng. Do vậy các nguồn âm ở trong mục từ 3.5.1 đến 3.5.3 được dùng để xác định các nguồn âm xung.

3.5.1

Nguồn âm xung năng lượng cao (highly-energy impulsive sound source)

Bất kỳ nguồn gây nổ nào tương đương khối lượng trên 50 g TNT hoặc các nguồn có đặc tính và mức tác động tương tự.

VÍ DỤ Nổ khai thác đá, khai thác mỏ, nguồn âm thanh mạnh, các quá trình trong phá hủy hay công nghiệp sử dụng chất nổ mạnh, máy nghiền đập trong công nghiệp, vũ khí trong quân đội (ví dụ xe bọc thép, pháo, súng cối, bom, khởi động nổ của rocket và tên lửa).

CHÚ THÍCH Các nguồn âm thanh mạnh như máy bay, tên lửa, đạn pháo, đạn súng cối và các nguồn tương tự khác. Loại nguồn này không bao gồm các nguồn âm thanh sinh ra trong khoảng thời gian ngắn do tiếng nổ của các súng cầm tay nhỏ loại và các nguồn tương tự khác.

3.5.2

Nguồn âm xung cao (highly impulsive sound source)

Bất kỳ nguồn nào có đặc tính xung và mức độ tác động cao.

VÍ DỤ Súng cầm tay loại nhỏ, các búa bằng kim loại hoặc gỗ, súng bắn đinh, búa đóng cọc, búa rèn, máy đột dập, búa hơi, máy phá mặt đường, tiếng va chạm kim loại trong hoạt động chuyển hướng đường sắt.

3.5.3

Nguồn âm xung thông thường (regular impulsive sources)

Những nguồn âm xung mà không phải là nguồn âm xung năng lượng cao và không phải là nguồn âm xung cao.

CHÚ THÍCH Dạng xung này bao gồm những âm thanh mà đôi khi được cho là xung nhưng thường không được đánh giá về tính tác động như âm xung cao.

VÍ DỤ Tiếng đóng mạnh của ô tô, trò chơi bóng ngoài trời như bóng đá hoặc bóng rổ, và tiếng chuông nhà thờ. Tiếng máy bay của quân đội khi bay nhanh qua và thấp cũng có thể xếp ở loại này.

4 Ký hiệu

Các ký hiệu đưa ra ở Bảng 1, trong đó trọng số tần số A và trọng số thời gian F đưa ra chỉ có mục đích minh họa. Các trọng số tần số và trọng số thời gian khác được thay thế khi thích hợp theo yêu cầu của nhà chức trách.

Bảng 1 – Ký hiệu mức áp suất âm và mức tiếp xúc âm

Đại lượng	Ký hiệu
Mức áp suất âm trung bình theo thời gian và theo trọng số tần số	L_{pAF}
Mức áp suất âm trung bình theo thời gian lớn nhất và theo trọng số tần số	L_{AFmax}
Mức vượt phần trăm	L_{AFNT}
Mức áp suất âm đỉnh	L_{Cpeak}
Mức tiếp xúc âm	L_{AE}
Mức áp suất âm liên tục tương đương	L_{AeqT}
Mức tiếp xúc âm đánh giá	L_{RE}
Mức liên tục tương đương đánh giá	L_{ReqT}

5 Đại lượng mô tả tiếng ồn môi trường

5.1 Tình huống đơn lẻ

5.1.1 Các đại lượng mô tả

Âm thanh của các tình huống đơn lẻ (như ô tô tải đi qua, máy bay bay qua hoặc tiếng nổ tại mỏ đá) đều là ví dụ của các âm thanh đơn lẻ. Một âm thanh đơn lẻ có thể được đặc trưng bằng nhiều đại lượng. Những ký hiệu này bao gồm các đại lượng vật lý và các mức tương ứng đo bằng decibel (dB). Ba đại lượng thường được dùng để miêu tả âm thanh của các tình huống đơn lẻ. Trọng số tần số A không được dùng cho các âm thanh xung năng lượng cao hoặc các âm thanh có tần số rất thấp. Ba đại lượng này là:

- Mức tiếp xúc âm với trọng số với tần số riêng,
- Mức áp suất âm lớn nhất với trọng số thời gian riêng và trọng số tần số,
- Mức áp suất âm đỉnh với trọng số tần số riêng.

CHÚ THÍCH Không khuyến nghị sử dụng mức âm thanh đỉnh theo trọng số A (xem 3.1.4).

5.1.2 Khoảng thời gian của tình huống

Khoảng thời gian của tình huống cần được qui định tương quan theo vài đặc tính của âm thanh, như số lần mà một số mức vượt quá.

VÍ DỤ Khoảng thời gian của một tình huống âm thanh có thể xác định là thời gian tổng mà mức áp suất âm nằm trong vòng 10 dB của mức áp suất âm lớn nhất.

CHÚ THÍCH Trong khi mức tiếp xúc âm kết hợp với mức âm và khoảng thời gian, thì khái niệm khoảng thời gian của tình huống có thể là hữu ích để phân biệt các tình huống. Ví dụ một máy bay bay qua có thể có khoảng thời gian từ 10 s đến 20 s trong khi đó tiếng nổ của súng ngắn có khoảng thời gian ít hơn 1 s.

Âm thanh môi trường đơn lẻ lặp lại là điển hình của hiện tượng âm thanh đơn lẻ lặp lại. Ví dụ tiếng ồn máy bay, tiếng ồn tàu hỏa, hoặc tiếng ồn giao thông đường bộ với lượng giao thông thấp, có thể được xem như tổng tiếng ồn của nhiều trường hợp đơn lẻ. Cũng như vậy tiếng nổ của súng là tổng âm thanh từ nhiều tiếng súng riêng biệt. Trong tiêu chuẩn này, việc mô tả tất cả các nguồn âm đơn lẻ lặp lại sử dụng mức tiếp xúc âm của các tình huống âm đơn lẻ và số tình huống tương ứng để xác định mức áp suất âm liên tục tương đương.

5.3 Âm thanh liên tục

Điện áp, quạt và tháp làm lạnh là những ví dụ của các nguồn âm liên tục. Mức áp suất âm của âm thanh của nguồn âm liên tục có thể là không đổi, dao động hoặc biến đổi chậm theo thời gian. Thường đánh giá âm liên tục bằng mức áp suất âm liên tục tương đương theo trọng số A trong một khoảng thời gian xác định. Mức áp suất âm lớn nhất theo trọng số A với trọng số thời gian xác định của âm thanh dao động và ngắt quãng cũng được sử dụng.

CHÚ THÍCH Phụ thuộc vào tình huống, tiếng ồn giao thông có thể được xếp loại như nguồn liên tục hoặc tổng của nhiều tình huống âm thanh đơn lẻ lặp lại.

6 Sự khó chịu của tiếng ồn

6.1 Các đại lượng mô tả tiếng ồn công cộng

Tiêu chuẩn này cung cấp hướng dẫn việc đánh giá tiếng ồn môi trường của các nguồn riêng biệt hoặc của bất kỳ nguồn kết hợp nào. Cơ quan có thẩm quyền có thể quyết định áp dụng nguồn kết hợp và hiệu chỉnh nào. Nếu âm thanh có những đặc tính đặc biệt, thì mức áp suất âm liên tục tương đương cần phải được dùng để mô tả âm thanh. Các phép đo khác như mức áp suất âm lớn nhất, mức tiếp xúc âm (đã hiệu chỉnh) hoặc mức áp suất âm đỉnh cũng cần được qui định.

Nghiên cứu chỉ ra rằng riêng trọng số tần số A không đủ để đánh giá những âm thanh có đặc tính như âm sắc, xung hoặc tần số rất thấp. Để đánh giá phản ứng khó chịu trong thời gian dài của cộng đồng đối với những âm thanh có các đặc tính đặc biệt, thì cộng thêm số hiệu chỉnh, tính bằng decibel, vào mức tiếp xúc âm có trọng số A hoặc mức áp suất âm liên tục tương đương có trọng số A. Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, các âm thanh giao thông khác nhau hoặc âm thanh công nghiệp với mức áp suất âm liên tục tương đương theo trọng số A như nhau, gây ra những phản ứng khó chịu khác nhau cho cộng đồng. Tiêu chuẩn này có kèm theo thư mục các báo cáo và xuất bản phẩm trình bày cơ sở kỹ thuật của phương pháp đánh giá và dự báo.

6.2 Trọng số tần số

Trọng số tần số A thường dùng để đánh giá cho tất cả các nguồn âm trừ các âm xung năng lượng cao hoặc các âm thanh mạnh chứa tần số thấp. Trọng số tần số A không được dùng để đo các mức áp suất

6.3 Các mức hiệu chỉnh

6.3.1 Các mức tiếp xúc âm hiệu chỉnh

Khi các mức tiếp xúc âm của các tình huống đơn lẻ có thể đo được riêng biệt hoặc tính toán được, lúc đó phương pháp sau cần được sử dụng. Trong một tình huống đo, nếu các âm thanh từ các tình huống đơn lẻ không phân biệt với các nguồn khác thì cần phải dùng phương pháp ở mục 6.3.2.

Đối với bất kỳ âm thanh đơn lẻ nào trừ âm thanh xung năng lượng cao hoặc âm thanh mạnh có chứa tần số thấp thì mức tiếp xúc âm điều chỉnh L_{REj} bằng mức tiếp xúc âm L_{Ej} của âm thanh đơn lẻ thứ i cộng với mức hiệu chỉnh K_j cho âm thứ j , đo bằng decibel (dB). Hướng dẫn hiệu chỉnh các âm thanh cụ thể và các loại nguồn và tình huống cụ thể được đưa ra trong phụ lục từ A đến C.

Ký hiệu bằng công thức toán:

$$L_{REj} = L_{Ej} + K_j \quad (1)$$

6.3.2 Mức áp suất âm liên tục tương đương hiệu chỉnh

Trong khoảng thời gian T_n , mức áp suất âm liên tục tương đương hiệu chỉnh hoặc mức tỷ lệ $L_{Req,Tn}$ cho nguồn thứ j bằng mức áp suất âm liên tục tương đương thực tế $L_{Aeq,Tn}$ cộng với mức hiệu chỉnh K_j cho nguồn thứ j , đo bằng decibel (dB). Hướng dẫn hiệu chỉnh cho các loại nguồn âm thanh cụ thể và các tình huống cụ thể đưa ra ở phụ lục từ A đến C.

Ký hiệu bằng công thức toán:

$$L_{Req,Tn} = L_{Aeq,Tn} + K_j \quad (2)$$

Khi hiệu chỉnh các đại lượng có liên quan đến tính chất của âm thanh, thì những hiệu chỉnh này chỉ áp dụng trong khoảng thời gian mà tính chất đặc trưng tồn tại. Ví dụ nếu âm thanh có tính chất âm sắc thì việc điều chỉnh chỉ áp dụng khi âm thanh đó có thể nhận biết được.

6.4 Mức đánh giá

6.4.1 Một nguồn âm

Nếu trong khoảng thời gian, T_n , chỉ có một nguồn âm liên quan thì mức đánh giá là mức áp suất âm liên tục tương đương được tính bằng sử dụng phương trình (3) từ mức tiếp xúc âm hiệu chỉnh đã cho ở 6.3.1, hoặc mức áp suất âm liên tục tương đương hiệu chỉnh đã cho ở 6.3.2. Mức đánh giá có thể mở rộng cho bất kỳ khoảng thời gian nào được trình bày ở 3.2.

$$L_{Re,q,Tn} = 10 \lg \left(\frac{1}{T_n} \sum_i 10^{L_{REi}/10} \right) dB \quad (3)$$

6.4.2 Nguồn kết hợp

Phụ lục E đưa ra hướng dẫn chung để đánh giá mức đánh giá cho các nguồn kết hợp. Mức đánh giá của nguồn âm kết hợp có thể mở rộng cho bất kỳ khoảng thời gian nào được trình bày ở 3.2. Nói chung

TCVN 7878-1 : 2008

khoảng thời gian T được chia nhỏ thành T_{nj} cho mỗi nguồn j . Giá trị T_{nj} được chọn sao cho giá trị hiệu chỉnh ở trong $L_{Req,Tn}$ là hằng số. Việc chia nhỏ T có thể khác nhau đối với các nguồn khác nhau. Mức áp suất âm liên tục tương đương đánh giá được cho theo công thức:

$$L_{Req,T} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_n \sum_j T_{nj} \times 10^{(L_{Req,Tn})/10} \right) \text{ dB} \quad (4)$$

Trong đó:

$$T = \sum_n T_{nj}$$

cho mỗi nguồn j .



6.5 Mức đánh giá tổng hợp cả ngày

Một phương pháp khác được sử dụng rộng rãi để mô tả môi trường tiếng ồn của cộng đồng là đánh giá mức đánh giá tổng hợp cho cả ngày từ các mức đánh giá ở trong những khoảng thời gian khác nhau của một ngày. Ví dụ, mức đánh giá ngày/đêm L_{Rdn} được cho bằng công thức:

$$L_{Rdn} = 10 \lg \left[\frac{d}{24} \times 10^{(L_{Rd} + K_d)/10} + \frac{24-d}{24} \times 10^{(L_{Rn} + K_n)/10} \right] \text{ dB} \quad (6)$$

Trong đó:

- d là số giờ của ngày,
- L_{Rd} là mức đánh giá cho thời gian ban ngày, bao gồm hiệu chỉnh nguồn âm và đặc điểm âm thanh,
- L_{Rn} là mức đánh giá cho thời gian ban đêm, bao gồm hiệu chỉnh nguồn âm và đặc điểm âm thanh,
- K_d là hiệu chỉnh cho thời gian ban ngày cuối tuần, nếu áp dụng,
- K_n là hiệu chỉnh cho thời gian ban đêm.

Các phương trình tương tự có thể áp dụng để tính mức đánh giá ban ngày/buổi tối/đêm, L_{Rden}

$$L_{Rden} = 10 \lg \left[\frac{d}{24} \times 10^{(L_{Rd} + K_d)/10} + \frac{e}{24} \times 10^{(L_{Re} + K_e)/10} + \frac{24-d-e}{24} \times 10^{(L_{Rn} + K_n)/10} \right] \text{ dB} \quad (7)$$

Trong đó

- e là số giờ buổi tối;
- L_{Re} là mức đánh giá vào ban tối, bao gồm hiệu chỉnh nguồn âm và đặc điểm âm.

và các ký hiệu khác như trong công thức (6).

Cơ quan có thẩm quyền nên chọn khoảng thời gian ban ngày và các giờ trong ngày.

7 Yêu cầu giới hạn tiếng ồn

7.1 Khái quát

Giới hạn tiếng ồn do cơ quan có thẩm quyền lập ra trên cơ sở hiểu biết về ảnh hưởng của tiếng ồn đến sức khỏe, sinh hoạt của con người (đặc biệt liên quan đến phản ứng khó chịu) đồng thời kể đến yếu tố xã hội và kinh tế.

Các giới hạn đó phụ thuộc vào nhiều yếu tố như thời gian trong ngày (ví dụ ban ngày, buổi tối, ban đêm, hoặc cả 24 h), các hoạt động cần được bảo vệ (ví dụ bên ngoài hoặc trong nhà, giảng dạy trong trường học, giải trí trong công viên), các loại nguồn âm thanh, tình huống (ví dụ sự phát triển dân số trong tình hình hiện thời, khu công nghiệp mới, kho vận chuyển ở gần vùng dân cư, phạm vi chữa bệnh trong tình hình hiện thời).

Quy định giới hạn tiếng ồn gồm cả giá trị giới hạn và phương pháp mô tả hoàn cảnh tuân thủ những qui định đó đều có thể kiểm chứng được. Các phương pháp này có thể vừa dựa vào tính toán mô hình dự báo âm thanh và cả vào những phép đo.

Một phương pháp như vậy cần phải bao gồm các yếu tố sau:

- a) Một hoặc nhiều đại lượng mô tả âm thanh,
- b) Khoảng thời gian liên quan,
- c) Địa điểm nơi giới hạn tiếng ồn được đo,
- d) Loại và đặc điểm của khu vực mà giới hạn tiếng ồn được áp dụng,
- e) Nguồn ồn và cách thức hoạt động của nguồn đó và môi trường,
- f) Điều kiện lan truyền từ nguồn đến nơi tiếp nhận,
- g) Tiêu chuẩn để đánh giá sự phù hợp với giới hạn tiếng ồn.

7.2 Qui định kỹ thuật

7.2.1 Các đại lượng mô tả tiếng ồn

Đại lượng mô tả tiếng ồn được ưu tiên áp dụng cho qui định kỹ thuật của giới hạn tiếng ồn là mức đánh giá trong một hoặc nhiều khoảng thời gian tham chiếu. Khi sử dụng mức đánh giá, giá trị hiệu chỉnh nào phải tính đến thì cần phải được qui định.

CHÚ THÍCH Ở một vài nước, sự khác nhau trong việc đánh giá nguồn âm là không tính đến hiệu chỉnh mà theo giới hạn cụ thể của nguồn âm. Giới hạn áp dụng cho các tình huống âm thanh có thể được qui định theo mức tiếp xúc âm hoặc mức âm cực đại. Trong cả hai trường hợp, giá trị thống kê mà giới hạn đó tương quan theo thì cần được nêu ra (ví dụ, mức âm cực đại trong khoảng thời gian đã cho, trung bình của các mức âm cực đại đối với loại âm ồn nhất của một nguồn đã nêu).

TCVN 7878-1 : 2008

Nếu các giới hạn thêm vào được qui định theo các đại lượng khác như âm thanh trội, thì phương pháp xác định các giá trị đó cần phải được qui định.

7.2.2 Khoảng thời gian liên quan

Cần phải qui định khoảng thời gian tham chiếu nào mà phép đánh giá tham chiếu theo. Những khoảng thời gian này cần phải tương ứng với các hoạt động của con người và các thay đổi theo hoạt động của nguồn âm.

Cần phải nêu rõ là sự biến đổi nào của sự phát ra và truyền đi của âm thanh cần phải tính đến trong các khoảng thời gian tham chiếu khi kiểm tra sự tuân thủ với giới hạn tiếng ồn.

Thêm vào đó, cần phải qui định khoảng thời gian dài hạn (xem 3.2.2).

7.2.3 Nguồn âm và điều kiện hoạt động của chúng

Cần phải qui định nguồn âm phải áp dụng giới hạn tiếng ồn. Khi thích hợp, điều kiện hoạt động của nguồn âm cũng cần được qui định.

7.2.4 Vị trí

Cần phải qui định rõ các vị trí mà giới hạn tiếng ồn không được vượt quá. Nếu phải kiểm chứng giới hạn tiến ồn đo được từ các phép đo gần các cao ốc hoặc các vật phản xạ kích thước lớn khác, thì cần phải theo hướng dẫn nêu trong ISO 1996-2.

7.2.5 Điều kiện truyền âm

Âm thanh lan truyền ngoài trời thì sự biến đổi của các điều kiện khí tượng có thể ảnh hưởng đến mức áp suất âm nhận được. Trong trường hợp đó, giới hạn tiếng ồn phải dựa trên giá trị trung bình theo các điều kiện truyền âm và cả điều kiện cụ thể.

7.2.6 Tính không đảm bảo

Cần phải nêu rõ phương pháp tính độ không đảm bảo trong phương pháp dự tính hay qui trình đo khi đánh giá sự tuân thủ với các giới hạn tiếng ồn. Trong trường hợp tính độ không đảm bảo của phép đo thì cần qui định số tối thiểu các phép đo độc lập mang tính thống kê.

CHÚ THÍCH Hướng dẫn thêm về tính không đảm bảo được cho trong ISO 1996-2.

8 Bản báo cáo đánh giá tiếng ồn môi trường và đánh giá phản ứng khó chịu dài hạn của cộng đồng

8.1 Đánh giá phản ứng khó chịu dài hạn của cộng đồng trong

Sự đánh giá tiếng ồn diễn ra trong một khoảng thời gian dài hạn, điển hình là một năm, được dùng để ước lượng giá phản ứng khó chịu của cộng đồng theo tình huống âm thanh tổng thể và đều đặn.

CHÚ THÍCH Có thể sử dụng Phụ lục D để đánh giá phản ứng khó chịu dài hạn của cộng đồng với tiếng ồn giao thông. Phương pháp này đánh giá phần trăm quần thể dân cư điển hình mà chắc chắn là rất bị khó chịu bởi tiếng ồn môi trường gây bổ sung thêm mức âm ngày/đêm vào mức âm trung bình năm. Để tạo ra được kết quả trong phụ lục D thì cần rất nhiều dữ liệu. Phản ứng đối với tiếng ồn trong bất kỳ một cộng đồng dân cư điển hình nào đều có thể rất khác so với giá trị mẫu. Xem hình D.1.

8.2 Báo cáo thử nghiệm

8.2.1 Trong báo cáo bao gồm các mục sau:

- a) Khoảng thời gian tham chiếu,
- b) Khoảng thời gian dài hạn,
- c) Các phép đo, dụng cụ đo, việc hiệu chuẩn thiết bị và cách bố trí, và khoảng thời gian đo,
- d) Mức đánh giá và các thành phần âm thanh, kể cả các loại mức âm dùng cho mức đánh giá,
- e) Bản mô tả nguồn âm hoặc các loại nguồn mà khoảng thời gian tham chiếu đã tham chiếu theo,
- f) Bản mô tả các điều kiện hoạt động của nguồn âm hoặc các nguồn,
- g) Bản mô tả địa điểm đánh giá kể cả địa hình, hình dáng cao ốc, bề mặt và hoàn cảnh của nền địa điểm đó,
- h) Bản mô tả phương pháp đã dùng để hiệu chỉnh sự nhiễu âm do âm thanh dư và mô tả âm thanh dư đó,
- i) Kết quả của việc đánh giá phản ứng khó chịu dài hạn của cộng đồng,
- j) Bản mô tả điều kiện thời tiết trong khi đo và nhất là hướng và tốc độ gió, đã có mây bao phủ và mưa,
- k) Độ không đảm bảo của kết quả và phương pháp dùng để tính độ không đảm bảo đó (xem 7.2.6),
- l) Để tính toán, nguồn dữ liệu đầu vào và các hoạt động thực hiện kiểm tra tính xác thực của dữ liệu đầu vào.

CHÚ THÍCH Chi tiết các mục c), h), j) và k) xem trong ISO 1996-2.

Mặc dù trong tiêu chuẩn này sử dụng mức áp suất âm và mức đánh giá tính bằng decibel, nhưng vẫn có giá trị tương đương để thể hiện các kết quả theo các đại lượng vật lý cơ bản, như mức tiếp xúc âm đo bằng Pascan bình phương giây ($\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$). Các giá trị hiệu chỉnh bổ sung vào các mức âm cần được chuyển đổi theo các hệ số tương ứng với các đại lượng vật lý.

8.2.2 Các yêu cầu bổ sung cho báo cáo tuân thủ với giới hạn tiếng ồn là như sau

- a) Phần liên quan của qui định giới hạn tiếng ồn,
- b) Nếu phương pháp dự báo được sử dụng thì bổ sung thêm bản mô tả mô hình dự báo và những giá trị định được lấy làm cơ sở.
- c) Nếu phương pháp dự báo được sử dụng thì bổ sung thêm độ không đảm bảo kèm theo giá trị dự báo được của đại lượng âm thanh đó.

Phụ lục A (Tham khảo)

Hiệu chỉnh cho mức đánh giá nguồn âm

A.1 Giới thiệu

Chứng cứ khoa học chỉ ra rằng sự khó chịu của nguồn âm giao thông là phân biệt với từng phương thức vận chuyển. Thường biết rằng cùng mức áp suất âm liên tục tương đương nhưng tiếng ồn của máy bay thì khó chịu hơn tiếng ồn giao thông đường bộ, đặc biệt ở mức vừa và cao. Cũng như vậy, tiếng ồn của tàu hỏa ít khó chịu hơn tiếng ồn giao thông đường bộ, đặc biệt ở mức vừa và cao. Tuy nhiên kết luận này đối với tiếng ồn đường sắt có thể áp dụng cho đoàn tàu ngắn chạy bằng điện (loại 12 đến 20 toa). Nhưng kết luận này không áp dụng cho đoàn tàu dài chạy bằng đầu máy diesel (loại 50 đến 100 toa) hoặc xe lửa du lịch có tốc độ vượt quá 250 km/h.

Đối với âm xung cao hoặc thông thường thì có nhiều bằng chứng là với cùng mức áp suất âm liên tục tương đương, sự khó chịu do âm xung gây ra thì nhiều hơn so với tiếng ồn giao thông đường bộ. Giống như vậy, các số liệu thí nghiệm cho biết, với âm thanh có đặc tính âm sắc nổi trội thì ở cùng mức áp suất liên tục tương đương, sự khó chịu cao hơn với tiếng ồn giao thông đường bộ. Hiệu chỉnh đối với âm thanh âm sắc và âm xung đã được đề xuất trong bản ISO 1996 vì được khởi xướng từ năm 1971. Tiêu chuẩn này tiếp tục lý thuyết đó và chấp nhận hiệu chỉnh âm xung như trong ISO 1996-2:1998/Sửa đổi lần 1.

Đối với tiếng ồn công nghiệp liên tục, không có thông tin đầy đủ về mối quan hệ của phản ứng và liều lượng tiếp xúc. Kinh nghiệm của một số nước cho biết rằng tiếng ồn công nghiệp có thể gây khó chịu hơn tiếng ồn giao thông, thậm chí nó không có những âm điệu nghe được rõ ràng hoặc âm xung. Ở một số nước cho rằng sự khó chịu do công nghiệp (và tiếng ồn vùng lân cận) phụ thuộc vào sự nổi trội của âm thanh. Tuy nhiên về bản chất thì sự khó chịu do những âm thanh đó không khác so với do tiếng ồn giao thông. Tuy nhiên, nhiều tiếng ồn công nghiệp có âm sắc (quạt và bơm) hoặc xung theo bản chất của nguồn âm, và những âm thanh này được đánh giá với những hiệu chỉnh cho tính chất duy nhất của chúng.

Việc hiệu chỉnh thời gian trong ngày hiện nay được chấp nhận ở nhiều nước và gần đây được đề nghị vào trong một số qui định tương đối mới. Những hiệu chỉnh này được dùng để nâng cao tính tương thích giữa phản ứng của cộng đồng với các âm thanh trong những khoảng thời gian đặc biệt trong ngày hoặc trong tuần. Tiêu chuẩn này giới thiệu việc áp dụng hiệu chỉnh cho thời gian buổi tối, ban đêm và cuối tuần. Các giá trị hiệu chỉnh thời gian trong ngày có thể do các cơ quan có thẩm quyền quyết định.

A.2 Hiệu chỉnh

Do sự khó chịu là khác nhau với tiếng ồn của những nguồn âm khác nhau, đặc tính âm thanh, thời gian trong ngày v.v... giá trị hiệu chỉnh được công vào mức đo hoặc mức dự báo. Các giá trị hiệu chỉnh này

phải cộng vào mức tiếp xúc âm hay mức áp suất âm liên tục tương đương đo được hoặc dự báo, theo như 6.3. Đối với các âm thanh đơn lẻ thì việc hiệu chỉnh này được áp dụng cho mức tiếp xúc âm của từng tình huống phù hợp. Trường hợp nguồn âm thanh liên tục, việc hiệu chỉnh này được áp dụng để đo hoặc dự báo mức áp suất âm liên tục tương đương. Việc hiệu chỉnh thời gian trong ngày có thể áp dụng cho mức tiếp xúc âm hoặc mức áp suất âm liên tục tương đương. Vì việc hiệu chỉnh thời gian trong ngày là không đổi cho tất cả các nguồn âm trong suốt khoảng thời gian nên kết quả là giống nhau. Ví dụ: có thể cộng thêm 5 dB cho mỗi mức tiếp xúc âm của máy bay trong thời gian buổi tối hoặc là có thể cộng thêm 5 dB cho mức áp suất âm liên tục tương đương của máy bay trong thời gian buổi tối, kết quả là như nhau. Bảng A.1. đưa ra các giá trị hiệu chỉnh khuyến nghị. Trong hầu hết các trường hợp đều đưa ra hàng loạt loại nguồn âm.

Bảng A.1 – Mức hiệu chỉnh theo loại nguồn âm và thời gian trong ngày

Loại	Đặc điểm kỹ thuật	Mức hiệu chỉnh, dB
Các nguồn âm	Giao thông đường bộ	0
	Máy bay	3 đến 6
	Đường sắt ^a	- 3 đến - 6
	Công nghiệp	0
Đặc tính của nguồn	Xung thông thường ^b	5
	Xung cao	12
	Xung năng lượng cao	Xem phụ lục B
	Âm thanh trội ^c	3 đến 6
Khoảng thời gian	Tối	5
	Đêm	10
	Cuối tuần ^d	5
^a Hiệu chỉnh cho đường sắt, không áp dụng cho đoàn tàu dài chạy đầu máy diesel hoặc tàu du lịch có tốc độ vượt quá 250 km/h. ^b Một số nước dùng âm trội để đánh giá xem có phải nguồn âm là âm xung thông thường. ^c Nếu có nghi ngờ về sự có mặt của âm trội thì tiêu chuẩn ISO 1996-2 cung cấp phương pháp đo dùng để kiểm tra điều đó. ^d Giá trị hiệu chỉnh thời gian cuối tuần là cộng thêm L _d , do cơ quan có thẩm quyền xác định.		

Có thể áp dụng việc hiệu chỉnh cuối tuần cho những nguồn chịu sự tuân thủ theo mức ồn cho phép để phù hợp với thời gian nghỉ ngơi và hồi phục sức khỏe của đa số người ở trong nhà.

Nếu áp dụng hiệu chỉnh nhiều hơn một lần cho loại nguồn hoặc đặc tính nguồn của nguồn âm đơn lẻ, thì cần phải áp dụng chỉ một giá trị hiệu chỉnh lớn nhất. Tuy nhiên, những hiệu chỉnh theo khoảng thời gian thì luôn luôn được thêm với các mức hiệu chỉnh khác.

Việc hiệu chỉnh cho tính chất của nguồn âm xung thì chỉ áp dụng cho nguồn âm xung mà có thể nghe thấy ở vị trí xem xét. Việc hiệu chỉnh cho đặc tính âm sắc thì chỉ áp dụng khi âm thanh tổng có âm sắc nghe thấy được ở vị trí xem xét.

Khi một âm thanh được phát ra từ một nguồn xung thấp đến mức không thể tách biệt với âm thanh được phát ra từ những nguồn khác thì không cần xem xét những xung quá thấp này. Mức hiệu chỉnh cần phải là 5 dB khi tình huống xung xuất hiện hoặc khi đã vượt tỷ lệ đã được cơ quan có thẩm quyền qui định. Khoảng tỷ lệ điển hình này là mỗi xung từ vài giây đến vài phút.

	Add: 8 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, HN Tel: (84-4) 37564268 - Fax: (84-4) 38361556 Website: www.tcvninfo.org.vn
This copy has been made by Information Center for Standards, Metrology and Quality	

Phụ lục B

(tham khảo)

Âm xung năng lượng cao**B.1 Giới thiệu**

Phương pháp trong phụ lục này dựa trên nghiên cứu đã công bố của Đức, Hà lan và Mỹ và trong một tạp chí năm 1998 nghiên cứu của Hội đồng nghiên cứu quốc gia, Ủy ban Thính giác, Âm sinh học, Cơ sinh học (CHABA).

B.2 Đại lượng cơ bản

Đối với âm đơn lẻ thì âm xung năng lượng cao có đại lượng cơ bản là mức tiếp xúc âm theo trọng số C, L_{CE} .

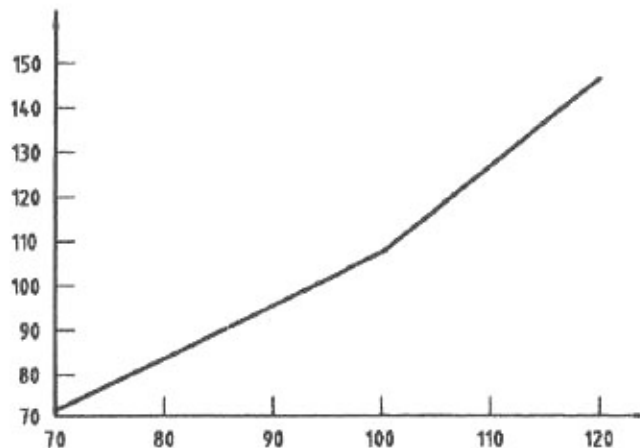
B.3 Tính toán mức tiếp xúc âm hiệu chỉnh cho âm xung năng lượng cao từ mức tiếp xúc âm theo trọng số C

Với từng tình huống đơn lẻ, mức tiếp xúc âm L_{RE} hiệu chỉnh cho âm xung năng lượng cao được tính toán từ mức tiếp xúc âm theo trọng số C, L_{CE} , theo công thức:

$$L_{RE} = 2 L_{CE} - 93 \text{ dB} \quad \text{cho } L_{CE} \geq 100 \text{ dB}$$

$$L_{RE} = 1,18 L_{CE} - 11 \text{ dB} \quad \text{cho } L_{CE} < 100 \text{ dB}$$

Hai mối liên hệ đó gặp nhau ở mức tiếp xúc âm theo trọng số C là 100 dB. Mức tiếp xúc âm đánh giá cho một mức tiếp xúc âm theo trọng số C của 100 dB là 107 dB. Mối liên hệ chung được vẽ bằng đồ thị trên hình B.1.



Hình B.1 – Mức tiếp xúc âm đánh giá là hàm số của mức tiếp xúc âm theo đặc tính C đối với âm xung năng lượng cao

Dựa vào các dữ liệu hiện trường hoặc trong phòng thí nghiệm với các âm thanh thực, 2 mô hình liên quan được phát triển để đánh giá một dải các âm thanh của tiếng nổ phát ra từ súng ngắn đến các vũ khí trung bình (ví dụ loại 35 mm) và đến vũ khí cỡ lớn (ví dụ loại 155 mm). Mỗi loại mô hình áp dụng tính khác nhau giữa mức trọng số C và mức trọng số A được kết hợp với chính mức trọng số A hoặc mức trọng số C. Như vậy, mô hình này giống như các phương pháp dựa theo hàm số của độ ồn, là nhạy hơn phương pháp phổ với riêng trọng số A.

Trong một mô hình (xem [14]), công thức cơ bản là:

$$L_{RE} = 1,40 L_{CE} - 0,92 (L_{CFmax} - L_{AFmax}) - 21,9 \text{ dB}$$

Mô hình này sử dụng sự khác nhau giữa mức áp suất âm lớn nhất theo trọng số C và theo trọng số A, cả trọng số thời gian F, khi kết hợp với mức tiếp xúc âm trọng số C. 3 đại lượng này thường có đủ tỷ lệ tín hiệu ồn cho các phép đo phù hợp.

Trong một mô hình khác (xem [22]), công thức chung là:

$$L_{RE} = L_{AE} + 12\text{dB} + 0,015 (L_{CE} - L_{AE}) (L_{AE} - 47 \text{ dB})$$

Ở đây sự khác nhau giữa mức tiếp xúc âm trọng số C và A được sử dụng kết hợp với mức tiếp xúc âm trọng số A. Tuy nhiên, mức tiếp xúc âm trọng số A khó có thể đo cho tiếng súng nổ ở khoảng cách xa, do vậy cần có một mô hình truyến âm thích hợp để sử dụng.

Phụ lục C
(tham khảo)

Âm thanh chứa tần số thấp mạnh

C.1 Giới thiệu

Các nghiên cứu chỉ ra rằng sự tiếp nhận và ảnh hưởng của những âm thanh có tần số thấp khác biệt đáng kể so với âm thanh có tần số trung bình hoặc cao. Nguyên nhân chính của sự khác biệt này là:

- sự suy yếu của cảm giác khi tần số âm thanh giảm xuống dưới 60 Hz,
- tiếp nhận âm thanh như những rung động và dao động,
- độ ồn và sự khó chịu tăng nhanh hơn cùng với sự tăng mức áp suất âm tại tần số thấp so với tần số vừa và cao,
- phản nản về cảm giác của áp suất lên tai,
- sự khó chịu do hiệu ứng thứ cấp như tiếng cọt kẹt của các kết cấu nhà, cửa sổ và cửa ra vào,
- khả năng cách âm ở tần số thấp của các kết cấu xây dựng kém hơn ở tần số vừa hoặc cao.

Để đánh giá âm thanh mạnh có tần số thấp thì phương pháp đánh giá cần được cải biên. Vị trí đo có thể thay đổi và trọng số tần số bị ảnh hưởng vì âm thanh mạnh có tần số thấp gây ra khó chịu hơn so với đã dự đoán theo mức áp suất âm trọng số A.

C.2 Yếu tố phân tích

Các yếu tố chính như sau:

- a) Dải tần số quan tâm xuất hiện khoảng 5 Hz đến khoảng 100 Hz. Ở dải tần số thấp hơn khoảng 20 Hz, một số nước sử dụng trọng số G để đánh giá âm. Ở dải tần số trên 15 Hz, một vài nước sử dụng dải một octa hoặc 1/3 octa để phân tích dải từ 16 Hz đến 100Hz.

CHÚ THÍCH Trọng số G được qui định trong ISO 7196.

- b) Các nước có phương pháp riêng để đánh giá âm thanh tần số thấp thì không sử dụng trọng số A, theo cùng cách thức vì trọng số A được dùng để đánh giá cho âm thanh tần số vừa và cao. Đùng hơn là các nước đó đánh giá âm thanh tần số thấp chỉ ở dải tần số hạn chế đã nói ở trên.
- c) Một vài nước đã lập bộ tiêu chuẩn tiếng ồn tần số thấp dựa trên phép đo âm thanh trong nhà thay cho các phép đo âm ngoài hiện trường. Một số nước khác sử dụng cả hai phép đo trong nhà và ngoài hiện trường trong tiêu chuẩn quốc gia của họ.
- d) Một trong các vấn đề đánh giá tiếng ồn tần số thấp là hiện tượng cộng hưởng trong phòng ở tần số thấp có thể tạo ra tình huống khó cho dự đoán các phép đo bên ngoài nhà. Điều này đặc biệt quan trọng trong việc đánh giá âm thanh trong một nhà ở cụ thể. Tuy nhiên, với mục đích đánh giá sự rất

khó chịu phổ biến rộng khắp trong một cộng đồng dân cư rộng thì các phép đo bên ngoài nhà có thể là đủ.

Các âm thanh lách cách trong thành phần kết cấu nhà là các thông số quan trọng cần xác định để đánh giá sự khó chịu do tần số thấp gây ra. Phương pháp ở phụ lục B đặc biệt tính đến tiếng lách cách này khi liên quan đến âm thanh xung năng lượng cao. Như đã nói đến ở trên, đối với âm thanh liên tục, thì một số nước đã lập các tiêu chuẩn trong phòng có kết hợp giữa âm thanh nghe được và tiếng lách cách. Một số nước khác đã lập các giới hạn bên trong nhà tách riêng để đánh giá âm thanh tiềm ẩn do tiếng lách cách sinh ra.

Phụ lục D
(tham khảo)

**Đánh giá phần trăm dân cư bị khó chịu cao bằng hàm số của
mức âm ngày/đêm có hiệu chỉnh**

D.1 Giới thiệu

Năm 1978, mối liên hệ giữa phần trăm dân cư có biểu hiện khó chịu cao đối với tiếng ồn máy bay, giao thông và đường sắt và mức âm ngày/đêm theo trọng số A được công bố^[1]. Một vài năm sau^[6], xảy ra tranh luận là phản ứng của cộng đồng với tiếng ồn vận tải không thể biểu diễn bằng một đường cong đơn cho mức ngày/đêm như nhau; số phần trăm dân cư bị khó chịu cao do tiếng ồn máy bay là cao hơn và số phần trăm dân cư bị khó chịu cao do âm thanh đường sắt là thấp hơn tiếng ồn giao thông.

Các đường cong được chỉnh sửa và công bố vào năm 1994^[2] do có được bộ số liệu đầy đủ hơn số liệu dùng năm 1978. Dữ liệu đã chỉnh sửa này chỉ ra rằng, như đã lưu ý trước đây^[6], tiếng ồn máy bay, giao thông và đường sắt khi xem xét một cách riêng rẽ thì có sự khác biệt có hệ thống giữa các loại tiếng ồn đó, ít nhất là tại các mức áp suất âm cao. Gần đây^[3] những phân tích kỹ thêm đã tìm được sự khác nhau có hệ thống tương tự nhau ở chừng mực nào đó.

D.2 Hàm số của mối quan hệ mức ồn - phản ứng khó chịu

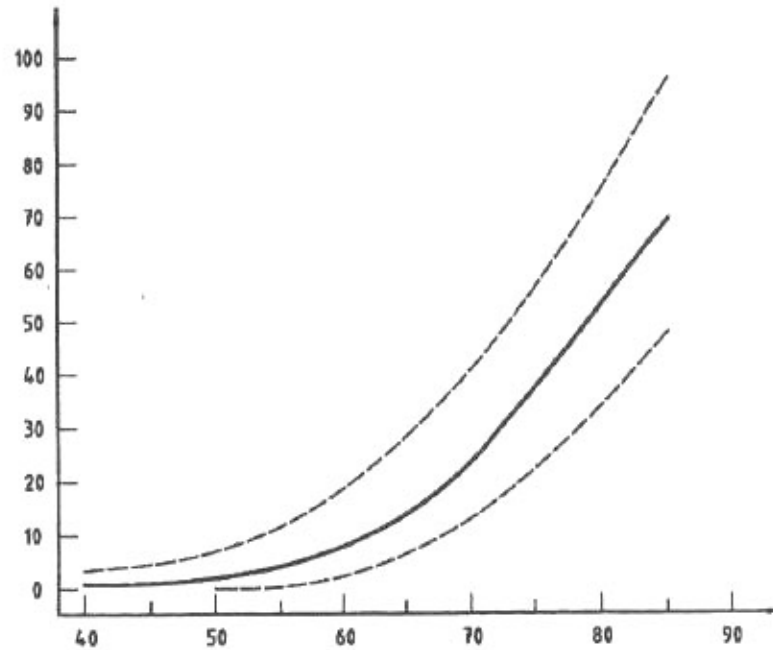
Mối quan hệ giữa mức ồn và phản ứng khó chịu đối với tiếng ồn giao thông^[2] đường bộ được đánh giá theo phần trăm số dân cư rất bị khó chịu là ít hơn một chút so với số phần trăm tính được từ đường cong Schultz^[1]. Tuy nhiên, mối quan hệ khác của mức ồn và phản ứng khó chịu đối với tiếng ồn giao thông^[2] đường bộ thì số phần trăm dân cư rất bị khó chịu được đánh giá lại cao hơn một chút so với số phần trăm tính được từ đường cong Schultz.

Giá trị trung bình của các đường cong^{[2][3]} nhận được gần trùng hợp với đường cong Schultz. Do vậy, để đơn giản và ý nghĩa lịch sử, đường cong Schultz được lấy làm đường cong để xác định số phần trăm cư dân rất bị khó chịu (HA) do tiếng ồn giao thông, như là một hàm của mức âm ngày/đêm²⁾, L_{dn} , được xác định trong trường tự do (tức là sự phản xạ âm ở cao ốc không tính vào). Đường liền nét trong hình D.1 là đường cong Schultz. Khoảng 90 % kết quả tổng hợp từ các khảo sát trên hiện trường đều ở trong vùng giữa 2 đường nét đứt.

Phương trình của đường cong Schultz trên đồ thị D.1 là:

$$HA = 100 / [1 + \exp(10,4 - 0,132 L_{dn})] \%$$

²⁾ Mức âm ngày/đêm (L_{dn}) là mức đánh giá gồm cả ngày như đã nói trong 6.5. Đối với L_{dn} , số giờ ban ngày là 15, giá trị hiệu chỉnh cho thời gian ban ngày cuối tuần bằng 10 dB và thời gian là từ 7:00 đến 22:00.



Hình D.1 – Số phần trăm cư dân rất bị khó chịu do tiếng ồn giao thông là hàm của mức ngày/đêm theo đặc tính A

Khoảng 90 % điểm số liệu ban đầu ở trên đường cong trung bình là ở trong hai đường nét đứt.

Mối quan hệ mức ồn - phản ứng khó chịu cũng được sử dụng để đánh giá phản ứng khó chịu của cộng đồng cho các nguồn ồn khác, nếu việc hiệu chỉnh nguồn liên quan đề xuất trong tiêu chuẩn này được áp dụng.

CHÚ THÍCH Sự khác nhau giữa L_{eq} và L_{den} (xem 6.5) cho các con đường đồng đúc là tiêu biểu ở khoảng từ 0 dB đến - 2 dB.

D.3 Khả năng ứng dụng của hàm số mức ồn - phản ứng khó chịu

D.3.1 Phương trình (D.1) chỉ áp dụng được cho âm thanh môi trường thời gian dài hạn như trung bình năm.

D.3.2 Phương trình (D.1) không sử dụng với khoảng thời gian ngắn như cuối tuần, một mùa hoặc "các ngày nhộn nhịp". Thay vào đó, cần phải áp dụng khoảng thời gian trung bình năm hoặc một số khoảng thời gian dài hạn khác.

D.3.3 Phương trình (D.1) không áp dụng được cho âm thanh môi trường thời gian ngắn như từ việc tăng tiếng ồn giao thông do dự án công trình trong khoảng thời gian ngắn.

D.3.4 Phương trình (D.1) chỉ áp dụng cho tình huống hiện thời.

Trong tình huống mới tạo ra, đặc biệt khi cộng đồng dân cư chưa quen với nguồn âm được hỏi, thì có thể dự báo là số người của cộng đồng khó chịu với tiếng ồn là cao hơn. Sự khác biệt này có thể tương đương với mức đến 5 dB.

Nghiên cứu chỉ ra rằng đang có một kỳ vọng lớn hơn cho giá trị âm áp dụng tại khu vực "bình yên" trong môi trường nông thôn yên tĩnh. Trong vùng nông thôn yên tĩnh thì kỳ vọng lớn lao này cho khu vực "bình yên" có thể tương đương mức đến 10 dB.

Hai yếu tố ở trên là các yếu tố bổ sung. Một nguồn âm mới, chưa quen thuộc được đặt ở một vùng nông thôn yên tĩnh thì có thể sinh ra mức khó chịu lớn hơn mức được đánh giá một cách thông thường bằng phương trình (D.1). Sự tăng mức khó chịu có thể tương đương với mức 15 dB thêm vào mức đo được hay dự báo được.

Phụ lục E

(tham khảo)

Sự khó chịu do tiếp xúc với âm thanh trong môi trường nhiều nguồn âm

E.1 Giới thiệu chung

Phụ lục này trình bày 3 trong những khuôn khổ lý thuyết chung nhất để đánh giá mức khó chịu do tiếp xúc với âm thanh trong môi trường có nhiều nguồn âm. Phương pháp thứ nhất cho rằng mức khó chịu tổng thể liên quan tới mức đánh giá tổ hợp nguồn âm kết hợp như mô tả trong 6.4.2 và 6.5. Phương pháp thứ hai cho rằng mức khó chịu tổng thể liên quan tới tổng năng lượng của tất cả các mức áp suất âm liên tục tương đương đã hiệu chỉnh của các nguồn âm. Trong thực tế, khi các giá trị hiệu chỉnh (Phụ lục A) là hằng số thì hai phương pháp đều cho ra kết quả như nhau. Hai phương pháp này sẽ phân biệt nhau khi các giá trị hiệu chỉnh không là hằng số (Phụ lục B). Phương pháp thứ 3 là sử dụng mê-tric kết hợp tất cả các nguồn mà không cần phân biệt loại nguồn âm hoặc kết hợp hầu hết các giá trị hiệu chỉnh đặc tính âm được mô tả trong tiêu chuẩn này. Những phương pháp này còn đang trong quá trình xây dựng và được giới thiệu ngắn gọn dưới đây.

E.2 Phương pháp tình huống đơn lẻ

Phương pháp tình huống đơn lẻ giả thiết rằng sự khó chịu tổng thể liên quan trực tiếp với mức tỷ lệ nguồn kết hợp như đã nêu ra trong phương trình (5). Về cụ thể, một là có thể tính toán một mức đánh giá cho cả ngày cho tổ hợp nguồn âm kết hợp. Với lựa chọn thích hợp giờ giấc trong ngày và hiệu chỉnh thời gian ban đêm, đại lượng này có thể là một mức tỷ lệ ngày/đêm của nguồn kết hợp ($L_{R,db}$). Vì thế, trong tiêu chuẩn này tiếng ồn giao thông là nguồn để các nguồn khác so sánh, như là phép xấp xỉ đầu tiên. Phương trình (D.1) có thể sử dụng để đánh giá phần trăm số người có cảm giác khó chịu cao để chỉ ra mức tỷ lệ ngày/đêm của nguồn kết hợp. Để đánh giá phần trăm số người có cảm giác khó chịu cao thay thế $L_{R,db}$ cho L_{dn} trong phương trình (D.1).

E.3 Phương pháp mức tương đương

Phương pháp mức tương đương giả thiết rằng khó chịu tổng thể liên quan trực tiếp với tổng gia tăng khó chịu được sinh ra bởi mức tương đương cho mỗi nguồn theo một ngày trung bình. Mô hình này cho rằng tích lũy một cách riêng biệt sự khó chịu (tổng số) từ từng nguồn và sau đó lại "tổng" của những tổng này.

Để áp dụng phương pháp này, khuyến nghị là nên đo mức tiếp xúc âm cho mỗi nguồn âm và cộng chúng lại trên cơ sở cộng năng lượng. Đường cong phản ứng khó chịu tương ứng (cho giao thông) được sử dụng để biến đổi metric tiếng ồn (ví dụ mức tương đương hiệu chỉnh khoảng thời gian) thành metric khó chịu tương ứng, cho trường hợp "cho điểm khó chịu".

Phương pháp này có thể mở rộng cho trường hợp đa nguồn, như sau:

Đo mức tiếp xúc âm cho mỗi tình huống đơn lẻ của từng nguồn của các nguồn khác nhau, và bổ sung phần đóng góp thêm trên cơ sở năng lượng để tìm mức tương đương tổng cho mỗi nguồn. Chọn một nguồn để so sánh chung, và sử dụng đường cong phản ứng khó chịu để biến đổi mức tương đương cho mỗi nguồn thành mức tương đương đã hiệu chỉnh về sự khó chịu tương tự (cho nguồn tham chiếu). Thêm các mức tương đương đã hiệu chỉnh này trên cơ sở năng lượng và sử dụng đường cong phản ứng khó chịu cho nguồn tham chiếu để tìm mức khó chịu tương ứng cho tình huống đa nguồn. Mức tương đương theo trọng số A, L_{Aeq} , hoặc đại lượng dẫn xuất L_{dn} hoặc L_{den} được giới thiệu như là metric liều lượng tiếng ồn cho đường cong hàm số mức ồn - phản ứng khó chịu.

E.4 Phương pháp dựa trên âm to

Tính toán âm to và mức to theo trọng số là cả hai yếu tố được đề xuất cho đánh giá sự khó chịu do tiếng ồn gây ra. Phương pháp âm to sử dụng tính toán âm to để đánh giá sự khó chịu của tiếng ồn. Các phép tính toán này sử dụng logarit cơ số 2 thường dùng trong đánh giá âm to.

Phương pháp trọng số mức âm to thay thế trọng số A bằng đường đồng mức âm to, bằng cách sử dụng một bộ lọc để thay đổi cả biên độ và tần số. Phương pháp này giữ lại logarit cơ số 10 được dùng hiện nay để đánh giá theo trọng số A và giữ nguyên quan điểm mức tương đương và mức tiếp xúc âm.

- [1] SCHULTZ T.J. Synthesis of social surveys on noise annoyance. *J. Acoust. Soc. Am.*, **64**(2), 1978, pp. 337-405
- [2] FINEGOLD S.F., HARRIS C.S. and von GIERKE H.E. Community annoyance and sleep disturbance: Updated criteria for assessing the impacts of general transportation noise on people. *Noise Control Eng. J.*, **42**(1), 1994, pp. 25-30
- [3] MIEDEMA H.M.E. and VOS H. Exposure-response relationships for transportation noise. *J. Acoust. Soc. Am.*, **104**(6), 1998, pp. 3432-3445.
- [4] SCHOMER P. Loudness-level weighting for environmental noise assessment. *Acta Acustica*, **86**(1), 2000.
- [5] VOS J. Annoyance caused by simultaneous impulse, road-traffic, and aircraft sounds: A quantitative model. *J. Acoust. Soc. Am.*, **91**(6), 1992, pp. 3330-3345
- [6] KRYTER K.D. Community annoyance from aircraft and ground vehicle noise. *J. Acoust. Soc. Am.*, **72**, 1982, pp. 1212-1242
- [7] ISO 1996-2, *Acoustics — Description, assessment and measurement of environmental noise — Part 2: Determination of sound pressure levels*
- [8] ISO 1999, *Acoustics — Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment*
- [9] ISO 3891, *Acoustics — Procedure for describing aircraft noise heard on the ground*
- [10] ISO 7196, *Acoustics — Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements*
- [11] ISO 9613-1, *Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere*
- [12] ISO 9613-2, *Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 2: General method of calculation*

Impulsive sounds

- [13] ISO 10843, *Acoustics — Methods for the description and physical measurement of single impulses or series of impulses.*
- [14] BERRY B.F. and BISPING R. CEC joint project on impulse noise: Physical quantification methods. *Proc. 5th Intl. Congress on Noise as a Public Health Problem*, 1988, pp. 153-158
- [15] BUCHTA E. Annoyance caused by shooting noise — Determination of the penalty for various weapon calibers. *InterNoise 96, Liverpool, UK*, 1996, pp. 2495-2500
- [16] BUCHTA E. and VOS J. A field survey on the annoyance caused by sounds from large firearms and road traffic. *J. Acoust. Soc. Am.*, **104**(5), 1998, pp. 2890-2902
- [17] *Assessment of community response to high-energy impulsive sounds.* Report of Working Group 84, Committee on Hearing, Bioacoustics and Biomechanics (CHABA), National Research Council, (National Academy of Science, Washington, DC, 1981) (NTIS ADA110100)

- [18] *Community response to high-energy impulsive sounds: An assessment of the field since 1981*. Committee on Hearing, Bioacoustics and Biomechanics (CHABA), National Research Council, (National Academy of Science, Washington, DC, 1996) (NTIS PB 97-124044)
- ISO 1996-1:2003(E) 26 & ISO 2003 — All rights reserved
- [19] SCHOMER P.D. New descriptor for high-energy impulsive sounds. *Noise Control Eng. J.*, **42**(5), 1994, pp. 179-191
- [20] SCHOMER P.D., SIAS J.W. and MAGLIERI D. A comparative study of human response, indoors, to blast noise and sonic booms. *Noise Control Eng. J.*, **45**(4), 1997, pp. 169-182
- [21] VOS J. A review of research on the annoyance caused by impulse sounds produced by small firearms. *Proc. INTER-NOISE 95, Newport Beach, CA9*, Vol. 2, pp. 875-878
- [22] VOS J. Comments on a procedure for rating high-energy impulse sounds: Analyses of previous and new data sets, and suggestions for a revision. *Noise Vib. Worldwide*, **31**(1), 2000, pp. 18-29
- [23] VOS J. On the annoyance caused by impulse sounds produced by small, medium-large, and large firearms. *J. Acoust. Soc. Am.*, **109**(1), 2001, pp. 244-253
- Tone corrections**
- [24] KRYTER K.D. *Effects of Noise on Man*. 2nd edn., Academic Press, New York, 1985
- [25] SCHARF B., HELLMAN R. and BAUER J. *Comparison of various methods for predicting the loudness and acceptability of noise*. Office of Noise Abatement and Control (US Environmental Protection Agency, Washington DC, August 1977) (NTIS PB81-243826)
- [26] SCHARF B. and HELLMAN R. *Comparison of various methods for predicting the loudness and acceptability of noise: Part II, Effects of spectral pattern and tonal components*. Office of Noise Abatement and Control (US Environmental Protection Agency, Washington DC, November 1979) (NTIS PB82-138702)
- Sounds with strong low-frequency content**
- [27] ISO 226, *Acoustics — Normal equal-loudness level contours*
- [28] ANSI S12.9-4:1996, *American National Standard Quantities and Procedures for Description and Measurement of Environmental Sound — Part 4: Noise Assessment and Prediction of Long-Term Community Response*. Acoustical Society of America, New York, NY
- [29] DIN 45680:1997, *Measurement and evaluation of low frequency noise in the neighbourhood: Supplement 1, Measurement and evaluation of low frequency noise in the neighbourhood — Guidelines for the assessment for industrial plants* (in German)
- [30] BRONER N. and LEVENTHALL H.G. Low frequency noise annoyance assessment by low frequency noise rating (LFNR) curves. *J. Low Frequency Noise Vib.*, **2**(1), 1983, pp. 20-28
- [31] BRONER N. and LEVENTHALL H.G. Annoyance loudness and unacceptability of higher level low frequency noise. *J. Low Frequency Noise Vib.*, **4**(1), 1985, pp. 1-11
- [32] GOTTLÖB D.P.A. German standard for rating low-frequency noise immissions. *InterNoise 98, Christchurch, New Zealand*, 1998

TCVN 7878-1 : 2008

- [33] JAKOBSEN J. Measurement and assessment of environmental low frequency noise and infrasound. *Proc. InterNoise 98; Christchurch, New Zealand, 1998*, pp. 1199-1202
 - [34] MIROWSKA M. Results of measurements and limits proposal for low frequency noise in the living environment. *J. Low Frequency Noise Vib.*, 14,1995, pp. 135-141
 - [35] PIORR D. and WIETLAKE K.H. Assessment of low frequency noise in the vicinity of industrial noise sources. *J. Low Frequency Noise Vib.*, 9, 1990,116
 - [36] VERCAMMEN M.L.S. Low-frequency noise limits. *J. Low Frequency Noise Vib.*, 11,1992, pp. 7-12
-