

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 11522:2016

Xuất bản lần 1

**ĐỘ RUNG DỌC HAI BÊN ĐƯỜNG SẮT PHÁT SINH
DO HOẠT ĐỘNG CHẠY TÀU - YÊU CẦU VÀ
PHƯƠNG PHÁP ĐO**

*Vibration alongside railway lines emitted by railway operation -
Specifications and method of measurement*

HÀ NỘI - 2016

Mục lục

Lời nói đầu.....	4
1 Phạm vi áp dụng.....	5
2 Thuật ngữ và định nghĩa.....	5
3 Giá trị giới hạn độ rung.....	8
4 Phương pháp đo.....	8
5 Báo cáo kết quả đo.....	12
Phụ lục A.....	13
Phụ lục B.....	14
Phụ lục C.....	15

Lời nói đầu

TCVN 11522: 2016 được biên soạn trên cơ sở tham khảo GB 10070-88 và TB/T 3152 – 2007.

TCVN 11522: 2016 do Cục Đường sắt Việt Nam chủ trì biên soạn, Bộ Giao thông vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Độ rung dọc hai bên đường sắt phát sinh do hoạt động chạy tàu - Yêu cầu và Phương pháp đo

Vibration alongside railway lines emitted by railway operation - Specifications and Method of Measurement

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định giá trị giới hạn cho phép (tính theo gia tốc) và phương pháp đo mức rung phát sinh do hoạt động chạy tàu dọc hai bên đường sắt.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho các tuyến đường sắt đi ngầm, đường sắt qua hầm.

2 Thuật ngữ và định nghĩa

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

2.1 Rung đường sắt (Vibration railway)

Là mức gia tốc rung phát sinh do hoạt động chạy tàu.

2.2 Khu gian (Section)

Là đoạn đường sắt nối hai ga liền kề, được tính từ cột tín hiệu vào ga của ga phía bên này đến cột tín hiệu vào ga gần nhất của ga phía bên kia.

2.3 Hai bên đường sắt (Boundary alongside railway line)

Là chỉ những khu dân cư nằm cách hai bên đường sắt 15 m.

2.4 Ban ngày (Day - time)

Là thời gian được xác định từ 6h đến 21h.

2.5 Ban đêm (Night - time)

Là thời gian được xác định từ 21h hôm trước đến 6h hôm sau.

2.6 Đối tượng bị ảnh hưởng (Subjects affected)

Là khu vực dọc hai bên đường sắt có con người sinh sống, hoạt động và làm việc.

2.7 Điểm đo cơ bản (Base measurement point)

Là điểm đo nằm trên đường ranh giới cách mép ray ngoài cùng trở ra 15 m.

2.8 Điểm đo suy giảm (Attenuation measurement point)

Là các điểm đo để xác định mức rung suy giảm, nằm trên đường lan truyền rung động tính từ điểm đo cơ bản trở ra, nối tiếp và cách đều nhau một khoảng nhất định (1 m, 3 m hoặc 5 m... tùy thuộc vào yêu cầu).

2.9 Hiệu chỉnh (Adjustment)

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

2.10 Mức đánh giá (Rating level)

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

CHÚ THÍCH 1: 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 rung.

2.11 Khoảng thời gian đo (Measurement time interval)

Khoảng thời gian trong đó chỉ một phép đo được thực hiện.

2.12 Khoảng thời gian quan sát (Observation time interval)

Khoảng thời gian trong đó một loạt các phép đo được thực hiện.

2.13 Độ không đảm bảo đo (Measurement uncertainty)

Độ không đảm bảo đo là một thông số gắn liền với kết quả đo, đặc trưng cho sự phân tán của các giá trị có thể quy cho đại lượng đo một cách hợp lý.

Trong đó, các thành phần của độ không đảm bảo đo bao gồm:

- Chuẩn đo lường;
- Thiết bị và phương pháp thử
- Nhân viên thử nghiệm
- Điều kiện môi trường.

2.14 Giá trị hiệu dụng (r.m.s) (Effective value r.m.s)

Là giá trị trung bình bình phương được đo trực tiếp trên máy hoặc xác định theo công thức:

$$a_{r.m.s} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt} \quad (3)$$

Trong đó:

$a_{r.m.s}$ là giá trị hiệu dụng của gia tốc rung r.m.s, tính bằng mét trên giây bình phương;

$a(t)$ là gia tốc rung, tính bằng mét trên giây bình phương;

T là khoảng thời gian đo, tính bằng giây.

2.15 Giá trị đỉnh tương đương (EQ peak) (Weighted peak value)

Là giá trị trung bình các giá trị cực đại của gia tốc rung trong một khoảng thời gian.

2.16 Gia tốc rung A (A - Vibration acceleration)

Là đạo hàm theo thời gian của vận tốc rung.

2.17 Mức gia tốc rung (VAL) (Vibration Acceleration level)

Mức gia tốc rung, đơn vị tính bằng dexiben (dB), được xác định bằng công thức:

$$VAL = 20 \lg(A/A_0) \quad (1)$$

Trong đó:

A: giá trị gia tốc rung, đơn vị m/s^2 được đo trực tiếp trên máy theo giá trị hiệu dụng r.m.s hoặc tính theo công thức.

$$A = [\sum A_n^2 \times 10^{an/10}]^{1/2} \quad (2)$$

A_n : là giá trị gia tốc rung hiệu dụng ở tần số n, Hz; tính bằng mét trên giây bình phương (m/s^2).

a_n : là hệ số theo dải tần số n, Hz, lấy theo Phụ lục A.

A_0 : giá trị gia tốc rung tuyệt đối, $A_0 = 10^{-6} m/s^2$.

2.18 Mức gia tốc rung tương đương (VLw) (Weighted vibration acceleration level)

Là mức gia tốc rung sau khi đã hiệu chỉnh các nhân tố ảnh hưởng theo từng dải tần số.

2.19 Mức gia tốc rung tương đương tích phân (VL_{eq}) (Equivalent continuous weighted vibration acceleration level)

Mức gia tốc rung tương đương tích phân hay còn gọi là mức rung. Là giá trị trung bình của mức gia tốc rung tương đương trong một khoảng thời gian xác định.

Mức rung được đo trực tiếp trên máy đo tích phân hoặc được xác định theo công thức:

$$VL_{eq} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \int_0^T 10^{0.1VL_w(t)} dt \right) \quad (4)$$

Trong đó:

VLw (t): Là mức gia tốc rung tương đương trong khoảng thời gian đo xác định, đơn vị decibel (dB);

T: Khoảng thời gian đo.

2.20 Mức gia tốc rung tương đương tích phân lớn nhất (VL_{max}) (Maximum weighted vibration acceleration level)

Mức gia tốc rung tương đương tích phân lớn nhất còn gọi là mức rung lớn nhất. Là giá trị lớn nhất của mức rung tương đương trong một khoảng thời gian xác định.

2.21 Mức gia tốc rung phân trăm (Cumulative percent weighted vibration acceleration level)

Trong khoảng thời gian T xác định, có N% thời gian mà mức rung vượt quá một mức giá trị (VL) thì giá trị này gọi là mức rung n phần trăm, ký hiệu là VL_n .

CHÚ THÍCH 2: Mức vượt N % tính bằng decibel (dB).

CHÚ THÍCH 3: Trong đo đặc mức rung nền, mức rung tích phân phần trăm xác định khi n là 10, tương ứng với nó là VL_{10} .

2.22 Mức rung nền (Background vibration)

Là mức rung đo được khi không có hoạt động chạy tàu tại khu vực đánh giá.

3 Giá trị giới hạn độ rung**3.1 Mức rung giới hạn**

Mức rung (theo gia tốc) phát sinh do hoạt động chạy tàu dọc hai bên đường sắt không được vượt quá mức cho phép nêu trong bảng 1.

Bảng 1 – Giá trị giới hạn cho phép về mức rung dọc hai bên đường sắt

Đơn vị, dB

TT	Thời gian	Giới hạn cho phép	
		Tuyến cũ	Tuyến xây mới
1	Ban ngày	75	70
2	Ban đêm	75	70

3.2 Giá trị chuyển đổi

Khi chuyển đổi giá trị mức gia tốc rung tính theo dB và gia tốc rung tính theo mét trên giây bình phương m/s^2 sử dụng Bảng 2, như sau:

Bảng 2 – Giá trị chuyển đổi mức gia tốc rung theo dB và m/s^2

Mức gia tốc rung, dB	55	60	65	70	75
Gia tốc rung, m/s^2	0,006	0,010	0,018	0,032	0,056

4 Phương pháp đo**4.1 Thiết bị đo**

a) Phải dùng các thiết bị đo chuyên dụng ít nhất là có các đặc tính kỹ thuật cần thiết như nêu trong Khoản d) mục này và các đặc tính đó phải tương thích giữa các bộ phận với nhau. Các thiết bị đo phải được hiệu chuẩn theo hướng dẫn của hãng sản xuất.

b) Hệ thống thiết bị đo phải được kiểm định định kỳ theo quy định, và thiết bị chỉ được sử dụng trong thời gian kiểm định,

c) Hệ thống đo ít nhất phải gồm các thiết bị sau:

- Đầu đo

- Thiết bị chuyển đổi tín hiệu;

- Thiết bị đọc và ghi kết quả đo.

d) Thiết bị đo phải có các đặc tính kỹ thuật tối thiểu như sau:

- Dải tần số đo: 1Hz – 300Hz (độ không tuyến tính $\leq 10\%$).

- Dải gia tốc đo: 0,005m/s² – 200 m/s²

- Dải vận tốc đo: 0,01 mm/s - 500 mm/s

- Dải biên độ đo: 0,001 mm - 5,0 mm

- Tần suất lấy mẫu lưu: 100 ms hay 1 s, chọn được

- Đại lượng đo được: Giá trị đỉnh tương đương (EQ peak)

Giá trị hiệu dụng (r.m.s) [xem TCVN 6964-1:2001 (ISO 2631-1:1997)]

Giá trị mức gia tốc rung L_{va} ; Mức rung L_v , Giá trị mức gia tốc rung trung bình L_{aeq} ; Giá trị lớn nhất, nhỏ nhất của mức gia tốc rung; Các giá trị mức gia tốc rung phần trăm ($L_5, L_{10}, L_{50}, L_{90}, L_{95}$).

4.2. Nội dung và thông số đo

Mỗi phép đo cần thiết phải tiến hành xác định đồng thời tối thiểu các giá trị mức rung lớn nhất ($V_{L_{max}}$); mức rung tương đương ($V_{L_{aeq}}$); và mức rung phần trăm ($V_{L_{10}}$) cho mỗi đoàn tàu khi qua điểm đo.

4.3 Xác định điểm đo

4.3.1 Nguyên tắc lựa chọn điểm đo

Vị trí đo (đặt đầu đo) được xác định tại điểm đo cơ bản có tính đại diện chung, cho phép các kết quả đo chính xác và phản ánh đúng tình trạng rung của đoạn đường sắt. Mỗi khu vực nhạy cảm với rung do hoạt động chạy tàu có thể lựa chọn từ 1 đến 3 điểm đo.

Điểm quan trắc phải cách xa đường bộ, các nhà máy, công trường đang xây dựng và các nguồn rung động không liên quan đến tuyến đường sắt. Khi không thể tránh các ảnh hưởng của nguồn rung động khác thì phải lựa chọn thời gian đo để loại bỏ các tác động không phải do hoạt động chạy tàu gây nên.

Lưu ý: Trường hợp muốn xác định phạm vi bị ảnh hưởng dùng cho mục đích nghiên cứu, đánh giá thì bổ sung đo đạc tại các điểm đo suy giảm. Số lượng điểm đo suy giảm cần thiết tại một khu vực do người đo tự quyết định theo thực tế tại hiện trường tùy theo yêu cầu, mục đích của cuộc đánh giá. Điểm đo suy giảm xa nhất tính từ mép ngoài ray đường sắt không lớn hơn 100 m.

4.3.2. Hoạch định khu vực có tính đại diện và vị trí của điểm đại diện

Khi hoạch định khu vực có tính điển hình và vị trí của điểm đại diện, phải xem xét các yếu tố sau:

- Các yếu tố liên quan đến sự thay đổi đến nguồn rung động như tốc độ tàu, loại đường, móng, cầu, khu chuyển làn, vị trí đường cong và điều kiện địa chất;
- Tình trạng phân bố của các khu vực nhạy cảm và các điểm nhạy cảm;
- Địa hình, địa mạo dọc theo hai bên của tuyến đường sắt;
- Tình trạng các loại công trình xây dựng hai bên tuyến đường sắt;
- Các yêu cầu đặc biệt khác.

Đối với các vị trí mà nguồn rung phát sinh do hoạt động chạy tàu có nhiều thay đổi như: qua cầu đường sắt, đường giao nhau, nhóm ray chuyển làn... có thể lựa chọn một (01) vị trí đo đại diện chung cho từng loại.

4.4 Cách gắn đầu đo

Đầu đo phải được gắn cố định, chắc chắn và tiếp xúc tốt với đối tượng đo bằng sử dụng vít cấy. Cũng có thể sử dụng nam châm hay băng keo gắn vào đầu đo. Không gắn đầu đo trên nền có phủ các loại thảm, các loại chiếu, không đặt trực tiếp trên mặt đất mềm như cỏ, cát hoặc các bề mặt khác có tính đàn hồi.

Khi đo rung trên nền đất, đầu đo được gắn trên một cọc sắt có đường kính tương đương $\phi \geq 16$ mm, đóng sâu xuống đất từ 20 cm đến 40 cm. Đầu cọc sắt này không được nhô cao hơn mặt đất quá 2 cm. Hoặc có thể gắn đầu đo lên một tấm phẳng cứng với tỷ lệ khối lượng m/pr^2 không lớn hơn 2; trong đó m là khối lượng của đầu đo và tấm phẳng, r là bán kính tương đương của tấm phẳng, p là khối lượng riêng của đất và có giá trị từ 1500 kg/m³ đến 2600 kg/m³.

Cảm biến rung động hướng nên phù hợp với hướng quan trắc nguồn rung động.

Khi một công trình xây dựng cần phải được quan trắc tình trạng rung động, cảm biến rung nên được đặt tại tâm bên trong của công trình xây dựng

4.5 Điều kiện đo

- Đối với nhiều điểm đo trên cùng một khu vực có tuyến đường sắt, phương pháp đo từng điểm phải tương đồng với nhau.
- Khi đo đạc phải tránh tác động của các nguồn rung động khác ngoài đường sắt, như từ trường, gió mạnh, động đất hoặc các nguồn khác.

4.6 Phương pháp xác định mức rung

4.6.1 Xác định mức rung đường sắt

Khi đo mức rung đường sắt phát sinh do hoạt động chạy tàu cần sử dụng thiết bị đo tích phân để xác định đồng thời giá trị mức rung lớn nhất ($V_{L_{max}}$) và giá trị mức rung trung bình ($V_{L_{eq}}$) cho mỗi đoàn tàu ở điểm đo cơ bản. Thời gian của phép đo để xác định mức rung được tính từ thời điểm đầu tàu đến và kết thúc khi đuôi tàu qua vị trí vuông góc với vị trí đo xác định. Mức rung đường sắt là giá trị trung bình số học ($V_{L_{eq}}$) của ít nhất năm (05) lần đo cho ban ngày hoặc ban đêm. Đồng thời với quá trình đo mức rung, sẽ tiến hành xác định tốc độ đoàn tàu. Trong khoảng thời gian đo, tốc độ của đoàn tàu phải bằng hoặc lớn hơn 75 % so với vận tốc thiết kế cao nhất cho phép, hoặc bằng vận tốc lớn nhất của khu gian. Sai số về tốc độ chạy tàu phải nằm trong khoảng $\pm 5\%$.

4.6.2 Xác định mức rung nền

Mức rung nền được xác định là giá trị ($V_{L_{10}}$) của phép đo khi không có hoạt động chạy tàu tại khu vực đánh giá.

Khi tiến hành xác định mức rung nền thời gian mỗi phép đo không ít hơn 1000 giây. Để tránh ảnh hưởng đến kết quả đo, có thể thực hiện nhiều phép đo gián đoạn nhưng tổng thời gian các phép đo không ít hơn 1000 giây.

Khi mức rung do đường sắt và mức rung nền chênh lệch nhau ít hơn 10 dB, kết quả đo phải được hiệu chỉnh theo Bảng 3. Trường hợp mức rung nền là ít hơn 5 dB so với giá trị của các kết quả đo thì lấy làm giá trị tham khảo.

Bảng 3 - Giá trị hiệu chỉnh mức rung nền

Đơn vị, dB

Chênh lệch giữa mức rung nền với mức rung đường sắt	Giá trị hiệu chỉnh
≥ 10	0
6 - 9	-1
5	-2

4.7 Nội dung ghi nhật ký đo

Nội dung của nhật ký quan trắc bao gồm ít nhất các nội dung ghi định dạng trong Phụ lục B:

- Dụng cụ đo lường: tên, model, số serial, mức độ chính xác, ngày kiểm định.
- Dữ liệu quan trắc: Thời gian, mức rung lớn nhất ($V_{L_{max}}$); mức rung tương đương ($V_{L_{eq}}$); mức rung nền; tốc độ và số lượng đoàn tàu chạy qua.
- Các điều kiện của đoàn tàu: loại đầu kéo, tốc độ.

TCVN 11522: 2016

- d) Đặc tính của đường ray: đường ray, tà vẹt, loại nền đất và móng.
- đ) Vị trí điểm quan trắc (có thể được gắn vào phác thảo và chụp ảnh).
- e) Nếu rõ quá trình đo các yếu tố có thể ảnh hưởng đến kết quả.
- f) Người thực hiện quan trắc (ký tên), phụ trách kiểm tra (ký tên).
- g) Các đơn vị, ngày tháng.

5 Báo cáo kết quả đo

5.1 Phần chung

- Mô tả mục đích của phép đo
- Mô tả nguồn rung và đặc tính của chúng.
- Mô tả khái quát đối tượng đo (địa điểm, vị trí, sơ họa và các đặc điểm khác).
- Nơi đo.
- Ngày đo.
- Người đo.
- Người xử lý kết quả đo và đánh giá.

5.2 Phần kỹ thuật

- Kiểu/ loại đầu đo và thiết bị đọc ghi tín hiệu (tên, model, số serial, độ chính xác, ngày hiệu chuẩn);
- Vị trí điểm đo và cách thức gắn đầu đo (điều kiện mặt bằng điểm đo, tình trạng bề mặt đất từ vị trí ray đến điểm đo, vẽ sơ đồ điểm nhảy cảm để mở rộng quy mô, số lượt đo lần đầu, hình ảnh phải bao gồm các điểm nhảy cảm phân phối và điểm đo, các khu vực nhảy cảm; cách thức gắn đầu đo);
- Tiêu chuẩn được áp dụng để đo và đánh giá (ghi rõ số hiệu của tiêu chuẩn này).

5.3 Các kết quả đo đã thu được

Các kết quả đo phải được trình bày dưới dạng bảng số liệu và có thể đính kèm theo các biểu đồ hoặc bảng số liệu đo thu được trong quá trình đo nếu sử dụng máy ghi rung.

Phụ lục A

(Quy định)

Các giá trị của hệ số a_n trong công thức tính A

Dải 1/3 octa, Hz	a_n
0,2	0,0629
0,25	0,0994
0,315	0,156
0,4	0,243
0,5	0,368
0,63	0,530
0,8	0,700
1	0,833
1,25	0,907
1,6	0,934
2	0,932
2,5	0,910
3,15	0,872
4	0,818
5	0,750
6,3	0,669
8	0,582
10	0,494
12,5	0,411
16	0,337
20	0,274
25	0,220
31,5	0,176
40	0,140
50	0,109
63	0,0834
80	0,0604
100	0,0401
125	0,0241
160	0,0133
200	0,00694
250	0,00354
315	0,00179
400	0,000899

Phụ lục B
(Tham khảo)
Mẫu ghi nhật ký đo

Vị trí							Thời gian	
Thiết bị quan trắc								
Tên máy	Số hiệu		Mã số		Cấp độ		Thời gian hiệu chuẩn	
Đặc trưng đường sắt	Chủng loại tà vẹt			Đặc điểm nền đường		Loại hình ray	Có hàn, không hàn, 50kg/m, 60kg/m	
Các công trình	Tà vẹt bê tông, tà vẹt gỗ ...			Đá ba lát, không đá ba lát				
Loại công trình xây dựng				Tình trạng bề mặt đất				
STT	Thời gian đo	Loại đầu kéo	Loại đoàn tàu (Tàu hách, hàng)	Các hoạt động khác trên mặt đất	Mức rung, dB		Chú ý	
					$V_{L_{max}}$	$V_{L_{eq}}$		
Mức rung trung bình	$V_{L_{max}}$		$V_{L_{eq}}$		Giá trị mức rung nền/ $V_{L_{10}}$			
Sơ đồ								
Thuyết minh								

Phụ lục C
(Tham khảo)
Bảng kết quả đo

1. Ngày đo
2. Địa điểm đo
3. Điều kiện ngoại cảnh
4. Điều kiện thời tiết
5. Số đường ray
6. Mật độ tàu
7. Vị trí đặt đầu đo (khoảng cách tới đường ray)
8. Thiết bị đo
9. Kết quả đo:

TT	Thời gian	Độ rung	Mật độ tàu
1...			

Tên người đo:.....

THƯ MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] ISO 2631-1: 1985 *Đánh giá tác động rung động nên toàn thân – Phần 1: Yêu cầu chung.*
- [2] TCVN 6964-1: 2001 *Rung động và chấn động cơ học. Đánh giá sự tiếp xúc của con người với rung động toàn thân. Phần 1: Yêu cầu chung.*
- [3] TCVN 8629: 2010 *Rung động và chấn động - Hướng dẫn đánh giá phản ứng của cư dân trong các công trình cố định, đặc biệt những công trình nhà cao tầng và công trình biển chịu chuyển động lắc ngang tần số thấp (từ 0,063Hz đến 1 Hz).*
- [4] TCVN 6964-2: 2008 *Rung động cơ học và chấn động. Đánh giá sự tiếp xúc của con người với rung động toàn thân. Phần 2: Rung động trong công trình xây dựng (từ 1 Hz đến 80 Hz).*
- [5] HJ 453- 2008 *Hướng dẫn kỹ thuật đánh giá môi trường giao thông đường sắt.*
- [6] TCVN 7210: 2002 *Rung động và va chạm. Rung động do phương tiện giao thông đường bộ. Giới hạn cho phép đối với môi trường khu công cộng và khu dân cư.*
- [7] TCVN 6963: 2001 *Rung động và chấn động. Rung động do các hoạt động xây dựng và sản xuất công nghiệp. Phương pháp đo.*
- [8] TCVN 6964-1: 2001 (ISO 2631-1:1997) *Rung động và chấn động cơ học - Đánh giá sự tiếp xúc của con người với rung toàn thân - Phần 1: Yêu cầu chung.*
- [9] TB/T3152-2007 *Tiêu chuẩn kỹ thuật đường sắt của Nước cộng hòa nhân dân Trung Hoa – Hướng dẫn quan trắc đo rung đường sắt.*
- [10] GB10070-88 *Tiêu chuẩn quốc gia về rung môi trường khu vực thành thị (Cộng hòa Nhân dân Trung Hoa).*
- [11] RIVAS: *Railway – Induced Vibration Abatement Solutions Collaborative project – Review of existing standards, regulations and guidelines, as well as laboratory and field studies concerning human exposure to vibration Deliverable D1.4 – (12/01/2011).*