

Mục lục

1	Phạm vi áp dụng.....	9
2	Tài liệu viện dẫn	9
3	Thuật ngữ và định nghĩa.....	10
4	Ký hiệu, đơn vị và viết tắt.....	12
5	Mô tả tổng quan.....	15
5.1	Tổng quan.....	15
5.2	Ảnh hưởng của rung động đến hành khách	16
5.3	Áp dụng.....	16
5.4	Các đặc tính của chuyển động phương tiện đường sắt.....	17
5.5	Độ thoải mái vận hành	18
5.6	Đo trực tiếp và gián tiếp	18
5.7	Bảng tổng hợp quy trình.....	18
5.8	Áp dụng các chỉ số Độ thoải mái	19
6	Độ thoải mái trung bình và Độ thoải mái liên tục.....	20
6.1	Tổng quan.....	20
6.2	Cơ sở của phương pháp.....	21
6.3	Phương pháp luận	21
6.4	Các điều kiện thử nghiệm	21
6.5	Các thông số cần đo	22
6.6	Xác định các đại lượng trung gian.....	24
6.6.1	Ký hiệu và chỉ số	24
6.6.2	Giá trị rms của các gia tốc đo được	26
6.6.3	Giá trị bách phân vị thứ 95 và 50.....	26
6.7	Xác định các chỉ số Độ thoải mái.....	27
6.7.1	Độ thoải mái liên tục	27
6.7.2	Độ thoải mái trung bình theo phương pháp tiêu chuẩn	27
6.7.3	Độ thoải mái trung bình theo phương pháp đầy đủ.....	27

TCVN 11806:2017

6.8 Báo cáo thử nghiệm 28

7 Độ thoải mái khi đi qua đường cong28

7.1 Tổng quan 28

7.2 Cơ sở của phương pháp 28

7.3 Phương pháp luận 29

7.4 Điều kiện thử 29

7.4.1 Tổng quan 29

7.4.2 Lựa chọn Đoạn thử 29

7.4.3 Tốc độ thử 29

7.4.4 Dạng hình học tiếp xúc bánh xe – ray 30

7.4.5 Trạng thái phương tiện 30

7.5 Các thông số được đo 30

7.5.1 Tổng quan 30

7.5.2 Vị trí của các điểm đo 30

7.5.3 Lọc 30

7.6 Xác định các đại lượng trung gian 30

7.6.1 Ký hiệu và các chỉ số 30

7.6.2 Quy trình trung bình hóa 31

7.6.3 Xác định các chu kỳ di chuyển 32

7.6.4 Các đại lượng trung gian 32

7.7 Xác định chỉ số Độ thoải mái P_{CT} 33

7.8 Báo cáo thử 33

7.9 Biểu đồ mẫu 33

8 Độ thoải mái tức thời35

8.1 Tổng quan 35

8.2 Cơ sở của phương pháp 35

8.3 Phương pháp 36

8.4 Các điều kiện thử 36

8.4.1 Tổng quan 36

8.4.2 Lựa chọn Đoạn thử 36

8.4.3 Tốc độ thử 36

8.4.4 Dạng hình học tiếp xúc giữa bánh xe – ray 36

8.4.5	Trạng thái phương tiện	37
8.5	Các thông số được đo đạc	37
8.5.1	Tổng quan	37
8.5.2	Vị trí của các điểm đo	37
8.5.3	Lọc	37
8.6	Xác định các đại lượng trung gian	37
8.6.1	Ký hiệu và chỉ số	37
8.6.2	Quy trình trung bình hóa	38
8.6.3	Các đại lượng trung gian	38
8.7	Xác định chỉ số Độ thoải mái P_{DE}	39
8.8	Báo cáo thử	39
8.9	Biểu đồ mẫu	39
9	Hướng dẫn diễn giải các kết quả (tham khảo)	39
9.1	Tổng quan	40
9.2	Độ thoải mái trung bình	40
9.3	Độ thoải mái liên tục	40
9.4.5	Tình trạng phương tiện	41
	Phụ lục A	43
	Phụ lục B	45
	Phụ lục C	49
	Phụ lục D	56
	Phụ lục E	65
	Phụ lục F	68
	Phụ lục G	69
	Phụ lục H	70

Lời nói đầu

TCVN 11806:2017 hoàn toàn tương đương với EN 12299:2009
Ứng dụng đường sắt-Độ thoải mái của hành khách - Đo lường
và đánh giá

TCVN 11806:2017 do Cục Đăng kiểm Việt Nam 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.

Ứng dụng đường sắt - Độ thoải mái của hành khách - Đo lường và đánh giá

Railway applications – Ride comfort for passengers – Measurement and evaluation

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các phương pháp để đo lường ảnh hưởng của chuyển động thân phương tiện đối với độ thoải mái của hành khách và đánh giá phương tiện về độ thoải mái. Ảnh hưởng được xem xét là:

- Độ không thoải mái liên quan đến gia tốc và vận tốc của các dao động tần số tương đối thấp.
- Tiêu chuẩn này không đề cập đến các ảnh hưởng về rủi ro sức khỏe liên quan đến các dao động tần số cao bao gồm: thiệt hại về thể chất và suy giảm sức khỏe tinh thần.

Tiêu chuẩn này áp dụng để đánh giá độ thoải mái của hành khách đi lại bằng các phương tiện giao thông đường sắt ở trên đường chính tuyến, đường nhánh và đường sắt ngoại ô. Các loại phương tiện giao thông đường sắt khác như đầu máy, tàu metro, tàu điện đường phố v.v. có thể tham khảo tiêu chuẩn này.

Việc đánh giá độ thoải mái trong tiêu chuẩn này được áp dụng đối với hành khách có sức khỏe bình thường.

Tiêu chuẩn này áp dụng để đo các chuyển động thực của đoàn tàu cũng như các chuyển động mô phỏng.

2 Tài liệu viện dẫn

Tiêu chuẩn này viện dẫn các tài liệu dưới đây. Đối với các viện dẫn có năm, chỉ áp dụng phiên bản được đề cập. Đối với các viện dẫn không đề năm thì áp dụng phiên bản mới nhất của tài liệu được viện dẫn (bao gồm mọi nội dung sửa đổi).

TCVN 11806:2017

EN 14363, Railway applications – Testing for the acceptance of running characteristics of railway vehicles – Testing of running behaviour and stationary tests (*Ứng dụng đường sắt – Thử nghiệm thu các đặc tính vận hành của phương tiện giao thông đường sắt – Thử tính năng vận hành và thử tĩnh*)

EN ISO 5353, Earth-moving machinery, and tractors and machinery for agriculture and forestry – Seat index point (ISO 5353:1995).

EN ISO 8041, Human response to vibration – Measuring instrumentation (ISO 8041:2005). (*Phản ứng của con người với rung động – Dụng cụ đo*)

ISO 2631-1, Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements (*Rung động và chấn động cơ giới – Đánh giá ảnh hưởng của con người với rung động toàn thân – Phần 1: Các yêu cầu chung*).

ISO 5348, Mechanical vibration and shock – Mechanical mounting of acclerometers (*Rung động và chấn động cơ giới – Lắp ráp các thiết bị đo gia tốc*).

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa dưới đây.

3.1 Hành khách (passengers)

Người đi lại bằng phương tiện giao thông đường sắt, không tham gia vào hoạt động vận tải.

3.2 Độ thoải mái vận hành (ride comfort)

Cảm giác phức hợp dưới tác động của dao động và/hoặc các lực quán tính lên toàn bộ cơ thể người, phát sinh do chuyển động của thân phương tiện.

3.3 Tương tác (interfaces)

Các bộ phận tiếp xúc giữa thân xe hoặc ghế ngồi và hành khách với chức năng ổn định, điều hướng và truyền khối lượng tương đương tới thân phương tiện, ví dụ: tương tác sàn-chân hành khách.

3.4 Độ thoải mái trung bình (Mean Comfort)

Mức độ thoải mái cảm nhận được, được điều chỉnh liên tục, xác định thông qua việc đo theo miền thời gian trong khoảng thời gian dài (ít nhất vài phút).

3.5 Độ thoải mái liên tục (Continous Comfort)

Mức độ các gia tốc, theo trọng số tần số ISO được xác định liên tục dưới dạng một tập hợp các giá trị rms (căn quân phương) theo phương đứng, ngang và dọc trong một khoảng thời gian ngắn (thường là 5 s).

3.6 Độ thoải mái trên đường cong (Comfort on Curve Transition)

Sự không thoải mái cảm nhận được khi di chuyển trên đường cong.

3.7 Độ thoải mái tức thời (Comfort on Discrete Event)

Sự không thoải mái cảm nhận được do dao động tức thời.

3.8 Truyền toàn thân (Whole-body transmission)

Sự truyền chuyển động tới toàn cơ thể thông qua các tương tác giữa thân phương tiện và hành khách.

3.9 Đo gián tiếp (Indirect measurement)

Việc đo lường điều kiện chuyển động thông qua các đại lượng chuyển động khác như gia tốc hoặc vận tốc.

3.10 Đo trực tiếp (Direct measurement)

Đo các phản ứng thực tế của hành khách, ví dụ: điều tra khảo sát bằng phiếu câu hỏi.

3.11 Đánh giá phương tiện về độ thoải mái vận hành (Vehicle assessment with respect to ride comfort)

Xác định các đặc tính của phương tiện ảnh hưởng đến độ thoải mái thông qua việc phân tích mối liên quan giữa độ thoải mái đo được với điều kiện của đường (hình học, tình trạng bất thường, các đường rẽ, cầu...) và điều kiện vận hành (tốc độ, độ thiếu hụt siêu cao v.v)

3.12 Đoạn thử (test section)

Một phần đường được sử dụng để thử nghiệm độ thoải mái.

3.13 Thời gian thử (test zone)

Khoảng thời gian 5 phút liên tục được sử dụng để đánh giá Độ thoải mái trung bình.

3.14 Chu kỳ 5 giây (five-second time period)

Khoảng lấy mẫu, có thời gian bằng 1/60 Thời gian thử

3.15 Hệ tọa độ (reference system)

Hệ tọa độ địa phương đối của thân phương tiện được xác định như sau:

Gốc tọa độ: trên sàn của thân xe, ở điểm giữa 2 tâm truyền lực thân xe – giá chuyển (tâm thực tế, hoặc tâm lý thuyết)

Trục:

- Trục x: phương dọc
- Trục y: phương ngang
- Trục z: phương đứng

Chuyển động quay (φ) được xác định là quay quanh trục x.

Đối với hệ tọa độ thân người, sử dụng hệ tọa độ tay phải với chiều thẳng đứng hướng lên trên.

Chi tiết xem Phụ lục A.

4 Ký hiệu, đơn vị và viết tắt

Bảng 1 quy định các ký hiệu, đơn vị và các chữ viết tắt được sử dụng trong tiêu chuẩn này.

Bảng 1 – Ký hiệu, đơn vị và viết tắt

Các thông số chung

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị
Thời gian	t	[s]
Chu kỳ	T	[s]
Biến tích phân	τ	[s]
Tốc độ phương tiện	V	[km/h]
Tần số	f	[Hz]
Tương tác sàn xe	P	[-]
Tương tác mặt ghế	A	[-]
Tương tác, lưng ghế	D	[-]
Đường cong trọng số tần số theo phương đứng	W_b	[-]

Đường cong trọng số tần số theo phương dọc (tựa lưng)	W_c	[-]	
Đường cong trọng số tần số theo phương ngang/dọc	W_d	[-]	
Bộ lọc tần số thấp	W_p	[-]	
Phân vị (n-tile)	k	[-]	
Phần tram	n	[%]	
Số lượng mẫu	N	[-]	
Phần ảo	i	[-]	
Giá trị căn quân phương	rms	[-]	
Thông số	Trục dọc	Trục ngang	Trục đứng
Gia tốc tịnh tiến ở bộ phận chạy [m/s²]			
Bộ trục bánh i	-	\ddot{y}_i	-
Gia tốc tịnh tiến ở thân phương tiện [m/s²]			
Ở đầu trước theo hướng chạy của khoang hành khách	-	\ddot{y}_{EI}^*	\ddot{z}_{EI}^*
Trên giá chuyển hướng trước	-	\ddot{y}_I^*	\ddot{z}_I^*
Trên trung tâm thân xe	\ddot{x}_M^*	\ddot{y}_M^*	\ddot{z}_M^*
Trên giá chuyển hướng sau	-	\ddot{y}_{II}^*	\ddot{z}_{II}^*
Đầu sau của khoang hành khách	-	\ddot{y}_{EI}^*	\ddot{z}_{EI}^*
Sàn xe, rms	a_{XP}	b_{XP}	c_{XP}
Trọng số gia tốc tịnh tiến [m/s²]			
Tại chỗ ngồi W_c, W_b	\ddot{x}_{D,W_c}^*		\ddot{z}_{A,W_b}^*
Thân phương tiện W_d, W_b	\ddot{x}_{P,W_d}^*	\ddot{y}_{P,W_d}^*	\ddot{z}_{P,W_b}^*
Thân phương tiện W_p	-	\ddot{y}_{P,W_p}^*	-
Chỗ ngồi W_c, W_d, W_b , rms	$a_{XD}^{W_c}$	$a_{YA}^{W_d}$	$a_{ZA}^{W_b}$

Sàn xe W_d, W_b, rms ,	$a_{XP}^{W_d}$	$a_{YP}^{W_d}$	$a_{ZP}^{W_b}$
Sàn xe W_d, W_b, rms bách phân vị thứ 50	$a_{XP50}^{W_d}$	$a_{YP50}^{W_d}$	$a_{ZP50}^{W_b}$
Chỗ ngồi W_d, W_b, rms bách phân vị thứ 95	$a_{XD95}^{W_c}$	$a_{YA95}^{W_d}$	$a_{ZA95}^{W_b}$
Sàn xe W_d, W_b, rms , bách phân vị thứ 95	$a_{XP95}^{W_d}$	$a_{YP95}^{W_d}$	$a_{ZP95}^{W_b}$
Trung bình 1 giây	-	$\ddot{y}_{1s}(t)$	-
Trung bình 2 giây	-	$\ddot{y}_{2s}(t)$	-
Giá trị giữa các đỉnh	-	$\ddot{y}_{pp}(t)$	-
Giá trị tuyệt đối lớn nhất của trung bình 1 giây,	-	$ \ddot{y}_{1s} _{\max}$	-
Giá trị tuyệt đối của trung bình 2 giây,	-	$ \ddot{y}_{2s}(t) $	-
Bước nhảy gia tốc chuyển động tịnh tiến trên thân phương tiện			
Trung bình 1 giây	-	$\ddot{y}_{1s}(t)$	-
Trung bình 1 giây, giá trị tuyệt đối lớn nhất	-	$ \ddot{y}_{1s} _{\max}$	-
Vận tốc góc trên thân phương tiện [rad/s]			
Thân xe	$\dot{\varphi}^*(t)$	-	-
Trọng số W_p	$\dot{\varphi}_{Wp}^*(t)$	-	-
Giá trị trung bình 1 giây	$\dot{\varphi}_{1s}(t)$	-	-
Giá trị tuyệt đối lớn nhất của giá trị trung bình 1 giây	$ \dot{\varphi}_{1s} _{\max}$	-	-
Chỉ số Độ thoải mái			
Phương pháp tiêu chuẩn Độ thoải mái trung bình	N_{MV}		
Phương pháp tiêu chuẩn Độ thoải mái trung bình, chỉ số thành phần	N_{MVx}	N_{MVy}	N_{MVz}
Phương pháp đầy đủ Độ thoải mái trung bình theo, hành khách khi ngồi	N_{VA}		

Phương pháp đầy đủ Độ thoải mái trung bình, hành khách khi đứng	N_{VD}		
Độ thoải mái liên tục	C_{Cx}	C_{Cy}	C_{Cz}
Độ thoải mái trên đường cong	P_{CT}		-
Độ thoải mái tức thời	-	P_{DE}	-
Các hằng số Độ thoải mái trên đường cong và Độ thoải mái tức thời			
Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	
Hằng số A thành phần gia tốc trên đường cong	A	[s ² /m]	
Hằng số B thành phần gia tốc trên đường cong	B	[s ³ /m]	
Hằng số C thành phần gia tốc trên đường cong	C	[-]	
Hằng số D thành phần vận tốc góc trên đường cong	D	[s/rad]	
Hằng số E thành phần vận tốc góc trên đường cong	E	[-]	
Hằng số a thành phần gia tốc tức thời	a	[s ² /m]	
Hằng số b thành phần gia tốc tức thời	b	[s ² /m]	
Hằng số c thành phần gia tốc tức thời	e	[-]	
Các hàm truyền			
Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	
Tần số góc $n=1,2,3,4,5,6$	f_n	[Hz]	
Hệ số giảm chấn $n=1,2,3,4$	Q_n	[-]	
Độ khuếch đại	K	[-]	
Hàm truyền tần số cao	$H_h(f)$	[-]	
Hàm truyền tần số thấp	$H_l(f)$	[-]	
Hàm truyền gia tốc vận tốc	$H_t(f)$	[-]	
Hàm truyền độ dốc tang	$H_s(f)$	[-]	

5 Mô tả tổng quan

5.1 Tổng quan

TCVN 11806:2017

Độ thoải mái của hành khách trên phương tiện giao thông đường sắt bị ảnh hưởng bởi một số các yếu tố khác nhau (nhiệt độ, độ ồn, rung động...). Tiêu chuẩn này chỉ xem xét Độ thoải mái bị ảnh hưởng bởi rung động và các chuyển động của phương tiện, được gọi là Độ thoải mái vận hành hoặc Độ thoải mái hành khách. Tiêu chuẩn này cũng có thể được sử dụng để đánh giá phương tiện về Độ thoải mái vận hành.

Tiêu chuẩn này quy định:

a) Phương pháp tiêu chuẩn để xác định Độ thoải mái trung bình, có xét đến các tác động của rung động được đo trên sàn xe của thân phương tiện.

Tiêu chuẩn này cũng quy định một số phương pháp cho các mục đích ứng dụng đặc biệt sau:

b) Xác định Độ thoải mái liên tục theo các hướng dọc, ngang và thẳng đứng, có xét đến các ảnh hưởng của rung động trong thời gian ngắn được đo trên sàn phương tiện;

c) Phương pháp đầy đủ để xác định Độ thoải mái trung bình, có xét đến các rung động ảnh hưởng đến Độ thoải mái vận hành được đo trên ghế hoặc các tương tác khác;

d) Xem xét các ảnh hưởng của Độ thoải mái tức thời và Độ thoải mái trên đường cong đến Độ thoải mái vận hành;

e) Xem xét rung động được đo trên sàn xe của thân phương tiện để đánh giá phương tiện về Độ thoải mái vận hành.

5.2 Ảnh hưởng của rung động đến hành khách

Vận tải bằng đường sắt làm cho hành khách bị ảnh hưởng bởi rung động liên quan tới các chuyển động động học của thân phương tiện.

Các chuyển động của thân phương tiện sẽ truyền các tác động của nó tới thân người thông qua các tương tác sau:

a) Ở vị trí đứng:

1) Sàn xe – chân.

b) Ở vị trí ngồi:

1) Tựa đầu – cổ

2) Tựa tay – cánh tay

3) Ghế ngồi – hông

4) Tựa lưng – lưng

5) Sàn xe – chân.

Loại truyền động là truyền toàn thân tác động lên toàn thân người qua các tương tác.

5.3 Áp dụng

Bảng 2 liệt kê các nội dung đề cập và không được đề cập trong tiêu chuẩn này:

Bảng 2 – Các nội dung quy định trong tiêu chuẩn

Đối tượng	Quy định	Không quy định
Các ảnh hưởng của rung động	- Đối với Độ thoải mái vận hành - Đối với đánh giá phương tiện về Độ thoải mái	- Lên sức khỏe - Lên các hoạt động - Lên sự mệt mỏi hoạt động
Truyền rung động	- Lên toàn bộ cơ thể thông qua các tương tác - Thông qua tương tác sàn xe	- Lên từng bộ phận cơ thể - Lên toàn bộ bề mặt
Quy trình thử nghiệm	- Các khái niệm - Hệ tọa độ - Các yêu cầu - Các quy tắc đo lường và đánh giá - Hướng dẫn lập báo cáo	- Các lưu ý hoặc các đặc tính liên quan tới chất lượng khai thác và/hoặc sự mong đợi của hành khách - Các giá trị giới hạn
Tư thế, vận động của hành khách	- Đứng - Ngồi	- Nằm - Thực hiện các hoạt động cụ thể (đọc, viết...)
Hình thức đo đạc	- Đo trực tiếp, ví dụ: đo chuyển động bằng các thông số chuyển động khác nhau	- Đo gián tiếp (bằng cách phỏng vấn) - Đo kết hợp

5.4 Các đặc tính của chuyển động phương tiện đường sắt

Các đặc tính chuyển động cơ bản phổ biến liên quan tới hình thức đo lường và đánh giá là:

- a) Các thông số khác nhau, phụ thuộc vào loại hình đánh giá:
 - 1) Giá trị tựa tĩnh (Độ thoải mái trung bình);
 - 2) Giá trị không tĩnh (Độ thoải mái trên đường cong và Độ thoải mái tức thời)
- b) Dải tần số dao động động dự định trên phương tiện giao thông đường sắt, theo phương ngang:
 - 1) Lên tới 15 Hz: do các đặc tính kỹ thuật của đường, các chuyển động lắc ngang và rần bò ở tần số thấp, các đặc tính kỹ thuật của hệ thống treo và các loại thân phương tiện ở các tần số cao hơn.
- c) Dải tần số dao động dự định trên phương tiện giao thông đường sắt, theo phương đứng:
 - 1) Lên tới 40 Hz: do các đặc tính kỹ thuật của đường, các đặc tính kỹ thuật của hệ thống treo, các khuyết tật của bánh xe, dạng chuyển động của thân phương tiện

TCVN 11806:2017

- d) Dải tần số từ 0 Hz (tựa tĩnh) đến 2 Hz đối với Độ thoải mái trên đường cong và Độ thoải mái tức thời.

5.5 Độ thoải mái vận hành

Độ thoải mái vận hành của hành khách là cảm giác phức hợp gây ra cho hành khách do tác động của chuyển động của thân phương tiện, được truyền tới toàn bộ cơ thể qua các tương tác.

Cảm giác này được phân loại thành:

- Cảm giác trung bình, dựa trên rung động tác dụng trên một khoảng thời gian cơ sở dài (vài phút);
- Gia tốc ngang tựa tĩnh trên đường cong;
- Cảm giác tức thời: sự thay đổi đột ngột cảm giác trung bình, do tình huống tức thời (sự thay đổi mức gia tốc ngang trung bình gây ra dao động, chuyển động lặn với tốc độ và bước nhảy gia tốc ngang tương đối lớn).

Loại cảm giác nêu tại khoản a sẽ được xét tới Khi đánh giá Độ thoải mái trung bình.

Loại cảm giác nêu tại khoản a và b sẽ được xét tới trong Độ thoải mái trên đường cong và Độ thoải mái tức thời.

5.6 Đo trực tiếp và gián tiếp

Việc định lượng Độ thoải mái hành khách được tiến hành thông qua các phép đo gián tiếp, ví dụ: đo và xử lý kết quả các đại lượng chuyển động liên quan. Các loại hình thử nghiệm và đánh giá khác, như thử nghiệm trực tiếp dựa trên việc đánh giá cảm nhận của hành khách và các thử nghiệm kết hợp bao gồm các thử nghiệm trực tiếp và gián tiếp không được qui định trong tiêu chuẩn này. Tuy nhiên, Phụ lục F có đưa ra một số hướng dẫn đối với các thử nghiệm trực tiếp.

5.7 Bảng tổng hợp quy trình

Tiêu chuẩn này xem xét đánh giá Độ thoải mái của hành khách qua:

- Quy trình định lượng chỉ số Độ thoải mái “Độ thoải mái trung bình” bằng Phương pháp tiêu chuẩn (N_{MV}), xem mục 6 và Phụ lục H;
- Quy trình định lượng chỉ số Độ thoải mái “Độ thoải mái trung bình” bằng phương pháp đầy đủ (N_{VA} , N_{VD}), xem mục 6 và Phụ lục H;
- Quy trình định lượng chỉ số Độ thoải mái “Độ thoải mái trên đường cong” (P_{CT}), xem mục 7 và Phụ lục H;
- Quy trình định lượng chỉ số Độ thoải mái “Độ thoải mái tức thời” (P_{DE}), xem mục 8 và Phụ lục H;
- Quy trình định lượng Độ thoải mái liên tục (C_{CX} , C_{CY} , C_{CZ}), xem mục 6 và Phụ lục H.

Tiêu chuẩn này cũng đưa ra các yêu cầu để đánh giá phương tiện về Độ thoải mái vận hành bằng Độ thoải mái liên tục và Phương pháp tiêu chuẩn (N_{MV}) với các sai lệch có thể chấp nhận được; xem Phụ lục E.

Các đại lượng chuyển động và vị trí đo đối với các chỉ số Độ thoải mái khác nhau được trình bày trong bảng 3.

Bảng 3 – Các đại lượng chuyển động và vị trí đo để ước lượng Độ thoải mái vận hành

	Phương pháp tiêu chuẩn cho Độ thoải mái trung bình	Phương pháp đầy đủ cho Độ thoải mái trung bình		Độ thoải mái liên tục	Độ thoải mái khi đi qua đường cong	Độ thoải mái tức thời
		N_{VD}	N_{VA}			
Chỉ số Độ thoải mái	N_{MV}	N_{VD}	N_{VA}	C_{CX}, C_{CY}, C_{CZ}	P_{CT}	P_{DE}
Các đại lượng chuyển động	Gia tốc theo 3 hướng	Gia tốc theo 3 hướng		Gia tốc theo 3 hướng	Gia tốc ngang, bước nhảy gia tốc ngang, vận tốc quay	Gia tốc ngang
Vị trí đo	Sàn xe	Sàn xe	Sàn xe và các tương tác	Sàn xe	Sàn xe	Sàn xe

5.8 Áp dụng các chỉ số Độ thoải mái

Các quy trình khác nhau để đánh giá Độ thoải mái vận hành và ứng dụng của các quy trình đó được tổng kết trong bảng 4.

Bảng 4 – Quy định về các chỉ số Độ thoải mái để đánh giá Độ thoải mái vận hành và đánh giá phương tiện về Độ thoải mái vận hành

	Phương pháp tiêu chuẩn cho Độ thoải mái trung bình	Phương pháp đầy đủ cho Độ thoải mái trung bình	Độ thoải mái liên tục	Độ thoải mái trên đường cong	Độ thoải mái tức thời
Chỉ số Độ thoải mái	N_{MV}	N_{VD}, N_{VA}	C_{CX}, C_{CY}, C_{CZ}	P_{CT}	P_{DE}
Độ thoải mái hành khách	✓	✓	✓	✓	✓
Đánh giá phương tiện	✓	✓	✓	✓ (phương tiện tự nghiêng)	✓

Tất cả các quy trình đã được chuẩn hóa. Phương pháp tiêu chuẩn cho Độ thoải mái trung bình là chuẩn áp dụng để đo lường Độ thoải mái trung bình. Nếu sử dụng Phương pháp đầy đủ cho Độ thoải mái trung bình, phải kết hợp cùng với Phương pháp tiêu chuẩn.

Một số trường hợp ứng dụng cụ thể có thể sử dụng các chỉ số Độ thoải mái khác nhau được nêu ra trong bảng 5

Bảng 5 – Hướng dẫn sử dụng các chỉ số Độ thoải mái cho các ứng dụng khác nhau

	Phương pháp tiêu chuẩn cho Độ thoải mái trung bình	Phương pháp đầy đủ cho Độ thoải mái trung bình	Độ thoải mái liên tục	Độ thoải mái trên đường cong	Độ thoải mái tức thời
Chỉ số Độ thoải mái	N_{MV}	N_{VD}, N_{VA}	C_{CX}, C_{CY}, C_{CZ}	P_{CT}	P_{DE}
Dạng hình học của đường				✓	
Bảo dưỡng đường	✓		✓		✓
Bảo dưỡng Phương tiện	✓		✓		

6 Độ thoải mái trung bình và Độ thoải mái liên tục

6.1 Tổng quan

Có hai phương pháp đánh giá Độ thoải mái vận hành trung bình; Phương pháp tiêu chuẩn tính tới rung động của các giao diện sàn xe và Phương pháp đầy đủ (khi đứng và ngồi) tính tới các rung động ở các tương tác ghế ngồi và/hoặc sàn xe.

Công thức của Phương pháp tiêu chuẩn là sự đơn giản hóa của Công thức đầy đủ; Công thức của Phương pháp đầy đủ tổng quan hơn nhưng phức tạp hơn. Phương pháp đầy đủ thể hiện kết quả gần với cảm nhận của hành khách về Độ thoải mái hơn là Phương pháp tiêu chuẩn.

Độ thoải mái liên tục là giá trị trung bình bình phương (rms) của các gia tốc theo trọng số tần số đo được để đánh giá Độ thoải mái trung bình.

Những phương pháp này có thể được áp dụng cho các tuyến đường thẳng và đường cong.

CHÚ THÍCH 1: Khi áp dụng những phương pháp này trên các đường cong cần tính đến các ảnh hưởng của gia tốc ngang tựa tĩnh bị loại bỏ bởi các bộ lọc trọng số tần số. Các phương pháp này áp dụng tốt trên các tuyến đường tương đối thẳng.

CHÚ THÍCH 2: Việc áp dụng phương pháp tiêu chuẩn bị ràng buộc bởi điều kiện các rung động dọc không tăng quá mức.

CHÚ THÍCH 3: Khi sử dụng phương pháp đầy đủ, nên áp dụng cả phương pháp tiêu chuẩn với mục đích tham chiếu.

Mục tiêu là để xác định:

- a) Các điều kiện thực hiện các thử nghiệm vận hành để đánh giá Độ thoải mái trung bình (theo Phương pháp tiêu chuẩn và Phương pháp đầy đủ) và Độ thoải mái liên tục;
- b) Các thông số được đo và phương pháp được sử dụng để lấy số liệu đánh giá.

Điều này của tiêu chuẩn quy định các nội dung áp dụng cho lĩnh vực đường sắt bao gồm đo lường, phân tích và đánh giá rung động, có xét đến các đặc tính riêng biệt về rung động cơ học của phương tiện giao thông đường sắt.

Việc áp dụng điều này trên cơ sở đo đạc các gia tốc nhất định sẽ đánh giá được Độ thoải mái trung bình và Độ thoải mái liên tục của một phương tiện cụ thể trong các điều kiện khai thác xác định.

Việc áp dụng những phương pháp này sẽ đưa ra các chỉ số Độ thoải mái hoặc các giá trị rms đối với hệ phương tiện-đường. Không thể đánh giá ảnh hưởng riêng biệt của phương tiện và đường mà không có các thông tin khác trên phương tiện và các đặc tính kỹ thuật của ghế, bố trí đường và chất lượng hình học của đường.

6.2 Cơ sở của phương pháp

Mỗi người khác nhau sẽ có cảm nhận khác nhau về Độ thoải mái. Do đó không thể quy định một hệ thống đánh giá duy nhất đúng cho tất cả mọi người.

Do vậy, việc đánh giá Độ thoải mái trung bình, được thực hiện trong tiêu chuẩn này dựa trên mối quan hệ giữa các gia tốc đo được ở trong phương tiện và các mức độ về Độ thoải mái trung bình của một nhóm hành khách đại diện trong các khoảng thời gian thử 5 phút.

CHÚ THÍCH: Các phương pháp tiêu chuẩn và đầy đủ được chứng minh và thẩm định trong các báo cáo của Ủy ban ERRI B153, cụ thể trong các báo cáo Rp10, Rp12, Rp13, Rp17 và DT 219 (B153) (chỉ có bản tiếng Pháp).

6.3 Phương pháp luận

Việc đánh giá Độ thoải mái trung bình và Độ thoải mái liên tục bao gồm:

- a) Đo các gia tốc trên sàn phương tiện và đối với phương pháp đầy đủ là trên các tương tác ghế ngồi;
- b) Số hóa với bộ lọc làm mịn (anti-aliasing) thích hợp.

Thực hiện tính toán thông qua:

- c) Trọng số tần số tín hiệu;
- d) Tính toán các giá trị rms trong các Chu kỳ 5 s, xác định Độ thoải mái liên tục;
- e) Tính toán giá trị bách phân vị thứ 95 và đối với Phương pháp đầy đủ là giá trị bách phân vị thứ 50 trong khoảng Thời gian thử 5 phút.
- f) Tính toán chỉ số Độ thoải mái trung bình cho từng điểm đo.

6.4 Các điều kiện thử nghiệm

6.4.1 Tổng quan

Mục này mô tả các điều kiện thử nghiệm tổng quan. Các quy định chi tiết có thể thay đổi tùy vào việc áp dụng và nên được xem xét trong quy định kỹ thuật của thử nghiệm. Các điều kiện thử nghiệm được sử dụng phải được nêu trong báo cáo thử nghiệm, xem 6.8. Phụ lục E mô tả chi tiết hơn về các điều kiện thử nghiệm đối với mục đích đánh giá phương tiện về Độ thoải mái vận hành.

6.4.2 Lựa chọn Đoạn thử

Việc lựa chọn Đoạn thử nên tính tới các điều kiện vận hành đặc trưng của phương tiện được thử như: dạng hình học và chất lượng của đường.

Khoảng thời gian đo lường để đánh giá độ thoải mái trung bình phải là bội số của 5 phút. Tối thiểu yêu cầu 4 lần Thời gian thử 5 phút. Các khoảng Thời gian thử này có thể tách biệt không liên tục, nhưng phải được trích xuất từ một bản ghi liên tục.

Tiêu chuẩn này khuyến nghị ghi lại vị trí của phương tiện trên đường trong quá trình chạy thử.

6.4.3 Tốc độ thử

Độ thoải mái của hành khách nên được đánh giá ở các tốc độ vận hành khác nhau của phương tiện trong thực tế khai thác hoặc được lập kế hoạch, đặc biệt là ở tốc độ vận hành lớn nhất.

Đối với đánh giá độ thoải mái trung bình, phải giữ tốc độ thử không đổi trong Thời gian thử 5 phút.

6.4.4 Dạng hình học tiếp xúc bánh xe – ray

Độ thoải mái có thể bị ảnh hưởng bởi dạng hình học tiếp xúc bánh xe – ray. Yếu tố này đặc biệt quan trọng khi đánh giá phương tiện, xem phụ lục E.

6.4.5 Trạng thái phương tiện

Độ thoải mái bị ảnh hưởng bởi đặc tính kỹ thuật của phương tiện (khối lượng, trọng tâm, quán tính, độ cứng, giảm chấn v.v.) và vị trí của phương tiện trong đoàn tàu được thử nghiệm. Khối lượng, trọng tâm v.v. phụ thuộc vào kiểu loại phương tiện, thiết bị được lắp lên phương tiện, tải trọng hành khách v.v.

Độ thoải mái cũng bị ảnh hưởng bởi đặc tính của hệ thống điều chỉnh độ nghiêng thân xe (nếu có).

Móc nối phải được liên kết chặt như khi vận dụng bình thường.

6.5 Các thông số cần đo

6.5.1 Tổng quan

Độ thoải mái trung bình và Độ thoải mái tiếp tục được tính toán dựa trên cơ sở các phép đo gia tốc. Việc đo được thực hiện ở các điểm khác nhau trên các tương tác sàn xe và/hoặc ghế ngồi.

Phụ lục B mô tả các kỹ thuật đo.

6.5.2 Vị trí các điểm đo

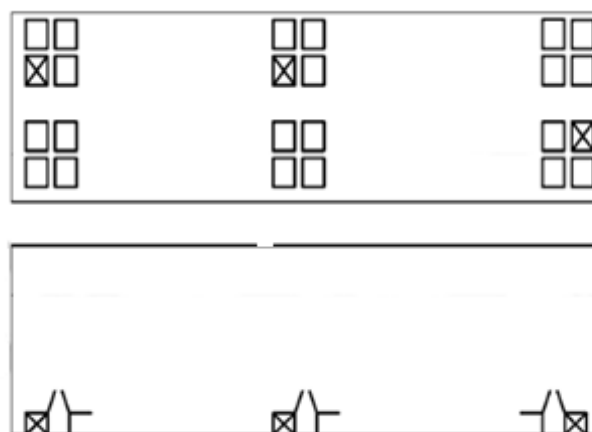
Các gia tốc ở các điểm nhất định trong phương tiện phụ thuộc rất lớn vào vị trí của điểm đó. Vì vậy, phải thực hiện các phép đo ở trung tâm thân xe và ở 2 đầu của khoang hành khách, ở các ghế được đặt gần với những vị trí này nhất. Hình 1 đưa ra ví dụ về việc đặt những điểm đo này trên sàn xe của một phương tiện thông thường; Hình 2 đưa ra vị trí tương tự trên một phương tiện 2 tầng.

Phụ thuộc vào phương pháp được sử dụng và loại phương tiện, phải tính tới các điểm đo sau:

- a) Các phương tiện 1 tầng;
 - 1) 1 điểm ở trung tâm và 1 điểm ở mỗi đầu khoang hành khách.
- b) Các phương tiện 2 tầng;
 - 1) 1 điểm ở trung tâm và 1 điểm ở mỗi đầu của tầng dưới khoang hành khách;
 - 2) 1 điểm ở trung tâm của tầng trên khoang hành khách.

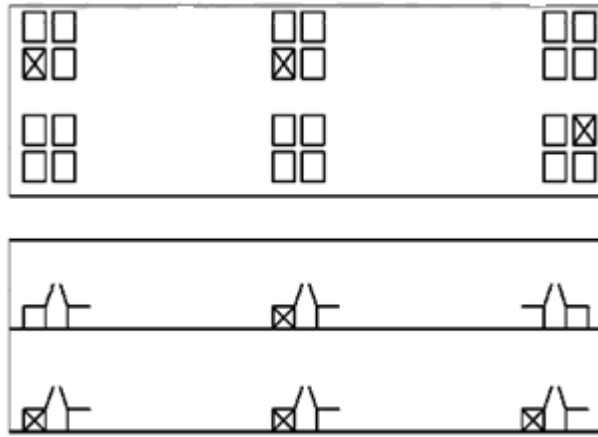
Phải cố định các thiết bị đo gia tốc sàn xe vào sàn gần nhất có thể của tấm vải bọc ghế theo hướng chiều đứng (ưu tiên nhỏ hơn 100 mm từ điểm này). Trong trường hợp nghiên cứu vị trí đứng trên các phương tiện vận tải đô thị, phải đặt máy đo gia tốc ở sàn hành lang sảnh.

Có thể sử dụng các điểm đo bổ sung phụ thuộc vào mục đích thử nghiệm, ví dụ: đo trên cối chuyển của giá chuyển hướng.



Hình 1 – Vị trí các điểm đo

Toa xe khách (thông thường hoặc được ghép)



Hình 2 – Vị trí các điểm đo phương tiện 2 tầng (thông thường hoặc được ghép lại)

6.5.3 Lọc số liệu

Các tín hiệu đo được phải được lọc bằng các đường cong trọng số với dung sai được quy định trong Phụ lục C.

6.6 Xác định các đại lượng trung gian

6.6.1 Ký hiệu và chỉ số

Ký hiệu

N = chỉ số Độ thoải mái

Ký hiệu tổng quát của các gia tốc quán phương rms theo trọng số tần số:

$a_{xj}^{W_i}(t)$ (theo phương dọc)

$a_{yj}^{W_i}(t)$ (theo phương ngang)

$a_{zj}^{W_i}(t)$ (theo phương đứng)

Trong đó:

a Các giá trị gia tốc quán phương rms, m/s^2 , lấy theo chu kỳ 5 s.

W_i Chỉ số phụ phía trên liên quan tới các giá trị trọng số tần số đo được phù hợp với đường cong trọng số i ($i=b, c, d$):

b: Phương đứng W_b

c: Phương dọc (tựa lưng), W_c

d: Phương ngang/dọc, W_d

- j Chỉ số phụ phía trên liên quan tới:
- j : vị trí đo
- P: Giao diện sàn xe
- A: Giao diện vải bọc ghế
- D: Giao diện lưng ghế

CHÚ THÍCH: đường cong trọng số W_b khác với W_k được quy định trong ISO 2631-1.

Ký hiệu tổng quát của giá trị bách phân vị được lấy từ biểu đồ phân phối gia tốc quân phương rms trọng số tần số:

$a_{xjk}^{W_i}(t)$ (theo phương dọc)

$a_{yjk}^{W_i}(t)$ (theo phương ngang)

$a_{zjk}^{W_i}(t)$ (theo phương đứng)

Trong đó:

a Giá trị phân phối gia tốc quân phương rms, m/s^2 .

W_i Chỉ số phụ phía trên liên quan tới các giá trị trọng số tần số đo được phù hợp với đường cong trọng số i ($i=b, c, d$):

b: Phương đứng W_b

c: Phương dọc (tựa lưng), W_c

d: Phương ngang/dọc, W_d

- j Chỉ số phụ phía trên liên quan tới:
- j : vị trí đo
- P: Giao diện sàn xe
- A: Giao diện vải bọc ghế
- D: Giao diện lưng ghế

k Chỉ số phụ phía trên thể hiện phần trăm sử dụng
($k=95$ đối với giá trị bách phân vị thứ 95)

6.6.2 Giá trị rms của các gia tốc đo được

Giá trị 5 giây của các gia tốc theo trọng số được tính toán bằng:

$$a_{x_j}^{w_i}(t) = \left[\frac{1}{T} \cdot \int_{t=T}^t (\ddot{x}_{w_i}^*(\tau))^2 d\tau \right]^{0,5} \quad (1)$$

$$a_{y_j}^{w_i}(t) = \left[\frac{1}{T} \cdot \int_{t=T}^t (\ddot{y}_{w_i}^*(\tau))^2 d\tau \right]^{0,5} \quad (2)$$

$$a_{z_j}^{w_i}(t) = \left[\frac{1}{T} \cdot \int_{t=T}^t (\ddot{z}_{w_i}^*(\tau))^2 d\tau \right]^{0,5} \quad (3)$$

Trong đó:

$$T = 5 \text{ s}, t \text{ là bội số của } 5 \text{ s.}$$

Sơ đồ dòng chảy tính toán tích phân số được trình bày trong Phụ lục G.

6.6.3 Giá trị bách phân vị thứ 95 và 50

Các giá trị bách phân vị thứ 95 của phân bố các giá trị rms chu kỳ 5 s trong khoảng thời gian 5 phút được ký hiệu như dưới đây:

$$a_{XP95}^{w_d}$$

$$a_{YP95}^{w_d}$$

$$a_{ZP95}^{w_d}$$

Các giá trị bách phân vị thứ 50 (trung vị) của phân bố các giá trị rms chu kỳ 5 s trong khoảng thời gian 5 phút được ký hiệu như dưới đây:

$$a_{XP50}^{w_d}$$

$$a_{YP50}^{w_d}$$

$$a_{ZP50}^{w_d}$$

CHÚ THÍCH: Giá trị phân vị thứ k trong tập n của mẫu N là giá trị tương ứng với tần số tích lũy của $N \cdot k/n$, và nếu $n=100$ thì được gọi là bách phân vị. Do đó, để thu thập được 60 mẫu (5 phút chứa các giá trị rms 5 giây), bách phân vị thứ 95 là giá trị thứ 57 và bách phân vị thứ 50 là giá trị thứ 30.

6.7 Xác định các chỉ số Độ thoải mái

6.7.1 Độ thoải mái liên tục

Trên mặt sàn, các giá trị rms của các gia tốc theo trọng số tần số được xác định như sau:

$$C_{C_x}(t) = a_{XP}^{W_d}(t) \quad (4)$$

$$C_{C_y}(t) = a_{YP}^{W_d}(t) \quad (5)$$

$$C_{C_z}(t) = a_{ZP}^{W_d}(t) \quad (6)$$

Các công thức tính Độ thoải mái liên tục là các hàm theo thời gian.

6.7.2 Độ thoải mái trung bình theo phương pháp tiêu chuẩn

Công thức Độ thoải mái:

$$N_{MV} = 6 \cdot \sqrt{(a_{XP95}^{W_d})^2 + (a_{YP95}^{W_d})^2 + (a_{ZP95}^{W_d})^2} \quad (7)$$

Nếu sử dụng công thức này cho các đo đạc được tiến hành ở nhiều hơn 1 điểm trên phương tiện, có thể lấy giá trị $a_{XP95}^{W_d}$ từ tâm phương tiện.

Tùy thuộc vào ứng dụng, có thể sử dụng các chỉ số thành phần theo các công thức sau:

$$N_{MV_x} = 6 \cdot a_{XP95}^{W_d} \quad (8)$$

$$N_{MV_y} = 6 \cdot a_{YP95}^{W_d} \quad (9)$$

$$N_{MV_z} = 6 \cdot a_{ZP95}^{W_d} \quad (10)$$

6.7.3 Độ thoải mái trung bình theo phương pháp đầy đủ

Công thức Độ thoải mái khi ngồi:

$$N_{VA} = 4 \cdot (a_{ZP95}^{W_b}) + 2 \cdot \sqrt{(a_{YA95}^{W_b})^2 + (a_{ZA95}^{W_b})^2} + 4 \cdot (a_{XD95}^{W_c}) \quad (11)$$

Công thức Độ thoải mái khi đứng:

$$N_{VD} = 3 \cdot \sqrt{16 \cdot (a_{XP50}^{W_d})^2 + 4 \cdot (a_{YP50}^{W_d})^2 + (a_{ZP50}^{W_b})^2} + 5 \cdot (a_{YP95}^{W_d}) \quad (12)$$

6.8 Báo cáo thử

Báo cáo thử phải được nêu chi tiết đầy đủ sao cho có thể hiểu được việc thực hiện thử Độ thoải mái và có thể xác định rõ các tình huống đặc biệt xảy ra. Mức độ chi tiết phụ thuộc vào mục đích thử. Phụ lục D đưa ra hướng dẫn về báo cáo thử.

7 Độ thoải mái trên đường cong

7.1 Tổng quan

Việc đánh giá Độ thoải mái của hành khách theo giá trị P_{CT} sẽ hiệu quả trong các tình huống mà di chuyển qua đường cong tác động lớn đến cảm nhận Độ thoải mái của hành khách. Đánh giá này sẽ đo Độ thoải mái của hành khách trong một đường cong đơn mà không đánh giá các tác động tích lũy dồn lại. Có thể áp dụng cho tất cả các phương tiện và ở mọi tốc độ.

Mục đích là để xác định:

- a) Các điều kiện thực hiện các thử nghiệm vận hành để đánh giá Độ thoải mái khi đi qua đường cong;
- b) Các thông số được đo và các phương pháp được sử dụng để thu được các giá trị đánh giá.

7.2 Cơ sở của phương pháp

Phương pháp được dựa trên báo cáo kỹ thuật BRR TR DOS 017, giả thiết việc tính toán và hướng dẫn thử nghiệm theo ERRI B176 được áp dụng ở Italy và Thụy Sĩ cho các thử nghiệm hệ thống tự nghiêng vào năm 1991 với một số chọn lọc.

Phương pháp quan tâm tới đo và đánh giá về Độ thoải mái trên đường cong cảm nhận tức thời như một thay đổi đột ngột về cảm giác Độ thoải mái thường gặp, do khả năng hoạt động ở tần số thấp khi đi vào, di chuyển lùi và các di chuyển có gia tốc ngang tăng lên trong phạm vi đường cong vênh. Loại cảm giác này được nhiều người khác nhau cảm nhận theo các cách khác nhau. Do đó không thể quy định một cách đánh giá duy nhất, đúng với tất cả mọi người dựa trên các thử nghiệm trực tiếp. Các đường cong chuyển tiếp có biên độ gia tốc ngang giảm dần rất nhỏ không gây ra sự không thoải mái cho hành khách.

Do vậy, việc đánh giá Độ thoải mái của hành khách ở các đường cong chuyển tiếp là dựa trên mối quan hệ giữa tỉ lệ % trung bình hành khách không thoải mái và độ lớn của gia tốc ngang, bước nhảy gia tốc ngang và vận tốc quay gần nhất với thân phương tiện.

Công thức được áp dụng đối với các dịch chuyển có biên độ gia tốc ngang tăng dần, khi độ cong và độ cao thay đổi tuyến tính tương ứng với khoảng cách dọc theo đường có thời gian ít nhất 2s. Tuy nhiên, không có công thức thay thế cho các đường cong chuyển tiếp và các thay đổi độ nghiêng ở các hình dạng khác của đường cong và độ nghiêng, và/hoặc các đường cong chuyển tiếp có thời gian di chuyển ngắn hơn 2s.

7.3 Phương pháp luận

Việc đánh giá Độ thoải mái khi đi qua các đường cong bao gồm:

- a) Đo gia tốc ngang (trên sàn, ở giữa khoang hành khách và ở đầu kéo của khoang hành khách) và vận tốc quay của thân phương tiện, từ khi bắt đầu đến khi kết thúc khoảng thời gian tương ứng, xem chú thích dưới đây;
- b) Xác định từng chu kỳ thời gian liên quan; và đối với mỗi chu kỳ, số hóa với bộ lọc chống sai số mẫu.
- c) Lọc băng thông thấp các tín hiệu;
- d) Phân tích theo dạng cửa sổ trượt và sau đó tính toán:
 - 1) Sự thay đổi gia tốc ngang của thân phương tiện từ khi bắt đầu đến khi kết thúc chu kỳ thời gian;
 - 2) Các giá trị lớn nhất (không nhất thiết phải xuất hiện đồng thời) của vận tốc quay và bước nhảy gia tốc ngang của thân phương tiện
 - 3) Tính toán chỉ số Độ thoải mái P_{CT} ở từng điểm đo được đưa ra ở trên

CHÚ THÍCH: Nếu có một giá chuyển được đặt dưới khoang hành khách, việc đo đạc ở đầu khoang hành khách có thể được thay thế bằng đo ở vị trí trên giá chuyển đó.

7.4 Điều kiện thử

7.4.1 Tổng quan

Mục này mô tả các điều kiện thử nghiệm tổng quát. Các điều kiện chi tiết có thể thay đổi phụ thuộc vào việc áp dụng và nên được xem xét trong quy định kỹ thuật của thử nghiệm. Các điều kiện thử nghiệm được sử dụng phải được đưa ra trong báo cáo thử nghiệm, xem 7.8.

7.4.2 Lựa chọn Đoạn thử

Việc lựa chọn các Đoạn thử phụ thuộc vào mục đích của việc thử. Có thể lựa chọn các điều kiện khai thác đặc trưng, hoặc lựa chọn các tình huống xấu nhất, tương ứng với dạng hình dọc của đường.

7.4.3 Tốc độ thử

TCVN 11806:2017

Việc lựa chọn tốc độ thử phụ thuộc vào mục đích của việc điều tra; tốc độ này có thể là tốc độ khai thác hoặc một tốc độ khác.

7.4.4 Dạng hình học tiếp xúc bánh xe – ray

Dạng hình học tiếp xúc giữa bánh xe – ray thường có rất ít ảnh hưởng tới Độ thoải mái khi đi qua đường cong được đánh giá bằng P_{CT} . Không cần các khuyến nghị cụ thể.

7.4.5 Trạng thái phương tiện

Độ thoải mái bị ảnh hưởng bởi đặc tính kỹ thuật của hệ thống nghiêng xe (nếu có). Tuy nhiên, Độ thoải mái cũng bị ảnh hưởng bởi đặc tính kỹ thuật của phương tiện (khối lượng, trọng tâm, mô men quán tính, độ cứng, giảm chấn...) và vị trí của phương tiện thử nghiệm trên đoàn tàu. Khối lượng, trọng tâm... phụ thuộc vào loại phương tiện, thiết bị được lắp lên phương tiện, tải trọng hành khách v.v.

Móc nối phải được liên kết chặt như khi khai thác thông thường

7.5 Các thông số được đo

7.5.1 Tổng quan

Độ thoải mái khi đi qua đường cong được tính toán trên cơ sở các đo đạc gia tốc và lực hồi vị. Những phép đo này được tiến hành ở các điểm khác nhau trên sàn xe.

Phụ lục B mô tả các kỹ thuật đo.

7.5.2 Vị trí của các điểm đo

Phải tiến hành các đo đạc sau đây:

- Gia tốc ngang $\ddot{y}_M^*(t)$ ở giữa sàn thân phương tiện và đầu kéo của khoang hành khách $\ddot{y}_{EI}^*(t)$;
- Vận tốc quay của thân phương tiện $\dot{\varphi}^*(t)$, ở điểm phù hợp trên thân phương tiện.

7.5.3 Lọc

Các tín hiệu đo được phải được lọc sử dụng bộ lọc băng thông thấp W_p với dải biên độ dung sai được quy định trong Phụ lục C. Các tín hiệu đo này sẽ tạo ra các gia tốc ngang được lọc $\ddot{y}_{P,W_p}^*(t)$, và vận tốc quay được lọc $\dot{\varphi}_{W_p}^*(t)$.

7.6 Xác định các đại lượng trung gian

7.6.1 Ký hiệu và các chỉ số

$ \ddot{y}_{1s} _{\max}$	Giá trị gia tốc ngang tuyệt đối lớn nhất trên thân phương tiện, trong khoảng thời gian từ khi bắt đầu vào đường cong và ra khỏi đường cong cộng thêm 1,5 s, tính bằng m/s ² (xem chú thích)
$ \ddot{y}_{1s} _{\max}$	Bước nhảy gia tốc ngang tuyệt đối lớn nhất trên đường cong, trong khoảng thời gian 1 s trước khi bắt đầu vào đường cong và khi ra khỏi đường cong, tính bằng m/s ²
$ \dot{\varphi}_{1s} _{\max}$	Giá trị vận tốc quay tuyệt đối lớn nhất, trong khoảng thời gian từ khi bắt đầu vào đường cong và khi ra khỏi đường cong, tính bằng rad/s
P_{CT}	Chỉ số Độ thoải mái khi đi qua đường cong, tính bằng công thức số (16), thể hiện % hành khách không thoải mái.

Đối với các di chuyển ngược chiều, giá trị lớn nhất $|\ddot{y}_{1s}|_{\max}$ phải tính từ khoảng thời gian bắt đầu điểm uốn cong có gia tốc ngang bằng 0 cho tới điểm cuối đường cong, cộng thêm 1,6s (xem chú thích)

CHÚ THÍCH: Khoảng thời gian có thể kéo dài nếu có bằng chứng về việc đạt được gia tốc đỉnh sau khi kết thúc cộng thêm 1,6s.

7.6.2 Quy trình trung bình hóa

Các tín hiệu phải được xử lý như sau:

- Gia tốc ngang của thân phương tiện đã được lọc $\ddot{y}_{wp}^*(t)$ được xử lý bằng thang trung bình hóa 1 giây, từ đó gia tốc ngang trung bình hóa 1 giây $\ddot{y}_{1s}(t)$ có bước nhảy thời gian lớn nhất 0,1 s (xem Hình 3);
- Vận tốc quay được lọc $\dot{\varphi}_{wp}^*(t)$, được xử lý bằng thang trung bình hóa 1 giây, nên vận tốc trung bình hóa 1 giây là $\dot{\varphi}_{1s}^*(t)$ (xem Hình 4);
- Bước nhảy gia tốc ngang được lọc $\ddot{y}_{1s}(t)$ lấy từ gia tốc ngang trung bình hóa 1 giây $\ddot{y}_{1s}(t)$

Việc trung bình hóa trong chu kỳ $T = 1$ s phải được thực hiện theo các công thức (13), công thức (14) và công thức (15), chú ý rằng tín hiệu phải thể hiện được điểm trung tâm của thang trung bình hóa.

$$\ddot{y}_{1s}(t) = \frac{1}{T} \int_{t-\frac{T}{2}}^{t+\frac{T}{2}} \ddot{y}_{wp}^*(\tau) d\tau \quad (13)$$

Trong đó

$T = 1 \text{ s}$

$$\dot{\varphi}_{1s}(t) = \frac{1}{T} \int_{t-\frac{T}{2}}^{t+\frac{T}{2}} \dot{\varphi}_{wp}^*(\tau) d\tau \quad (14)$$

Trong đó

$T = 1 \text{ s}$

$$\ddot{y}_{1s}(t) = \frac{1}{T} \cdot \left(\ddot{y}_{1s}\left(t + \frac{T}{2}\right) - \ddot{y}_{1s}\left(t - \frac{T}{2}\right) \right) \quad (15)$$

Trong đó $T = 1 \text{ s}$

7.6.3 Xác định các chu kỳ di chuyển

Đối với các di chuyển đi vào, di chuyển lùi và các di chuyển có gia tốc ngang tăng lên trong đoạn đường cong, các điểm bắt đầu và kết thúc sẽ được lựa chọn trên cơ sở dạng hình học danh nghĩa của đường. Xem Hình 5.

7.6.4 Các đại lượng trung gian

a) Trong khoảng thời gian bắt đầu cho tới khi kết thúc cộng thêm 1,6s (xem chú thích) của đoạn đường cong, giá trị tuyệt đối lớn nhất của gia tốc ngang $|\ddot{y}_{1s}|_{\max}$ phải lấy từ giá trị tuyệt đối lớn nhất của $\ddot{y}_{1s}(t)$;

b) Trong khoảng thời gian bắt đầu cho tới khi kết thúc cộng thêm 1,6s (xem chú thích) của đoạn đường cong, giá trị tuyệt đối lớn nhất của bước nhảy gia tốc ngang $|\dot{\ddot{y}}_{1s}|_{\max}$ phải lấy từ giá trị tuyệt đối lớn nhất của $\dot{\ddot{y}}_{1s}(t)$;

c) Trong khoảng thời gian bắt đầu cho tới khi kết thúc đoạn đường cong, giá trị tuyệt đối lớn nhất của vận tốc quay thân xe $|\dot{\varphi}_{1s}|_{\max}$ phải lấy từ giá trị tuyệt đối lớn nhất của $\dot{\varphi}_{1s}(t)$;

Đối với các di chuyển hồi vị, giá trị lớn nhất $|\ddot{y}_{1s}|_{\max}$ phải lấy từ khoảng thời gian bắt đầu từ điểm uốn cong có gia tốc ngang bằng 0 cho tới khi kết thúc cộng thêm 1,6 s (xem chú thích)

CHÚ THÍCH: Khoảng thời gian có thể kéo dài nếu có bằng chứng cho thấy việc đạt được gia tốc đỉnh sau khi kết thúc cộng thêm 1,6s.

7.7 Xác định chỉ số Độ thoải mái P_{CT}

Chỉ số Độ thoải mái P_{CT} được tính toán trên cơ sở của công thức số (16) với các hằng số theo Bảng 6.

$$P_{CT} = 100 \cdot \left\{ \max \left[(A \cdot |\ddot{y}_{1s}|_{\max} + B \cdot |\ddot{y}_{1s}|_{\max} - C); 0 \right] + (D \cdot |\dot{\phi}_{1s}|_{\max})^E \right\} \quad (16)$$

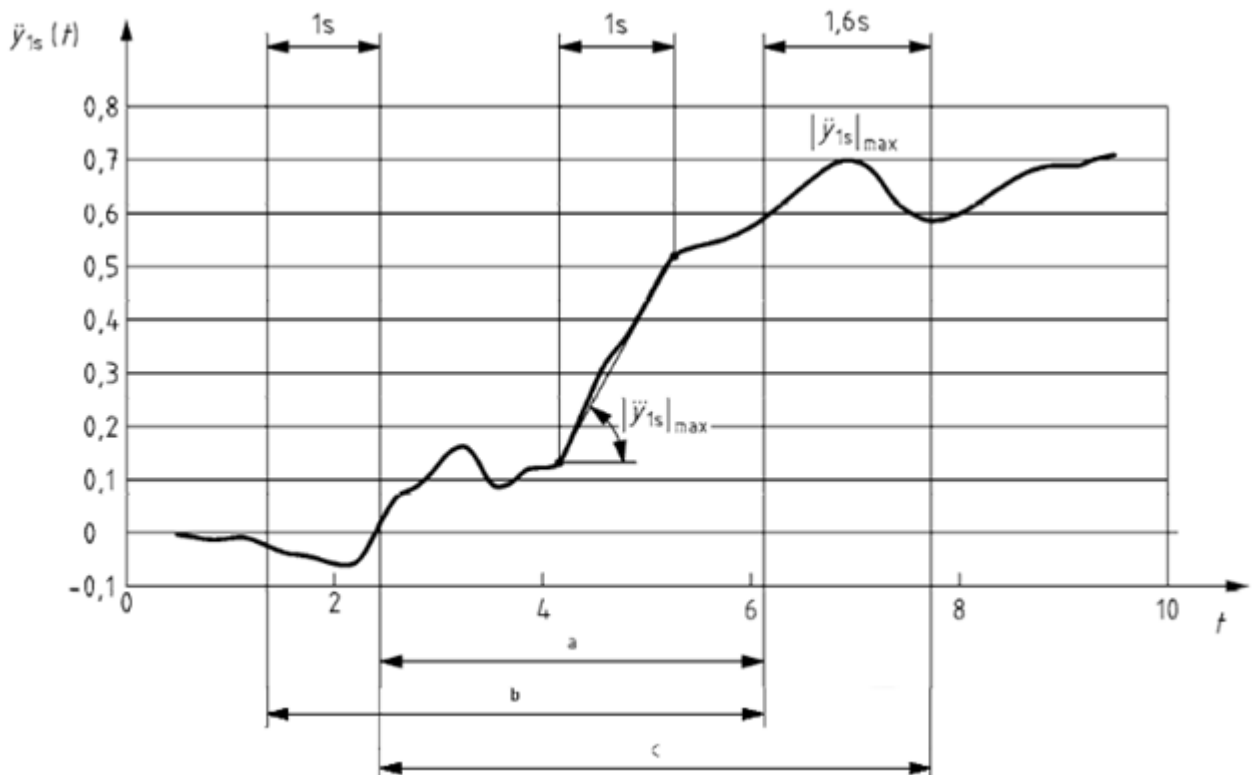
Bảng 6 – Các hằng số trong chỉ số Độ thoải mái

Trạng thái	A [s ² /m]	B [s ³ /m]	C [-]	D [s/rad]	E [-]
Nghỉ - Đứng	0,2854	0,2069	0,111	3,64	2,283
Nghỉ - Ngồi	0,0897	0,0968	0,059	0,916	1,626

7.8 Báo cáo thử

Báo cáo thử phải được trình bày đầy đủ chi tiết để có thể mô tả được tường minh quá trình thử và ghi nhận các kết quả đặc biệt. Mức độ chi tiết của báo cáo phụ thuộc vào mục đích thử nghiệm. Phụ lục D đưa ra hướng dẫn về báo cáo thử nghiệm.

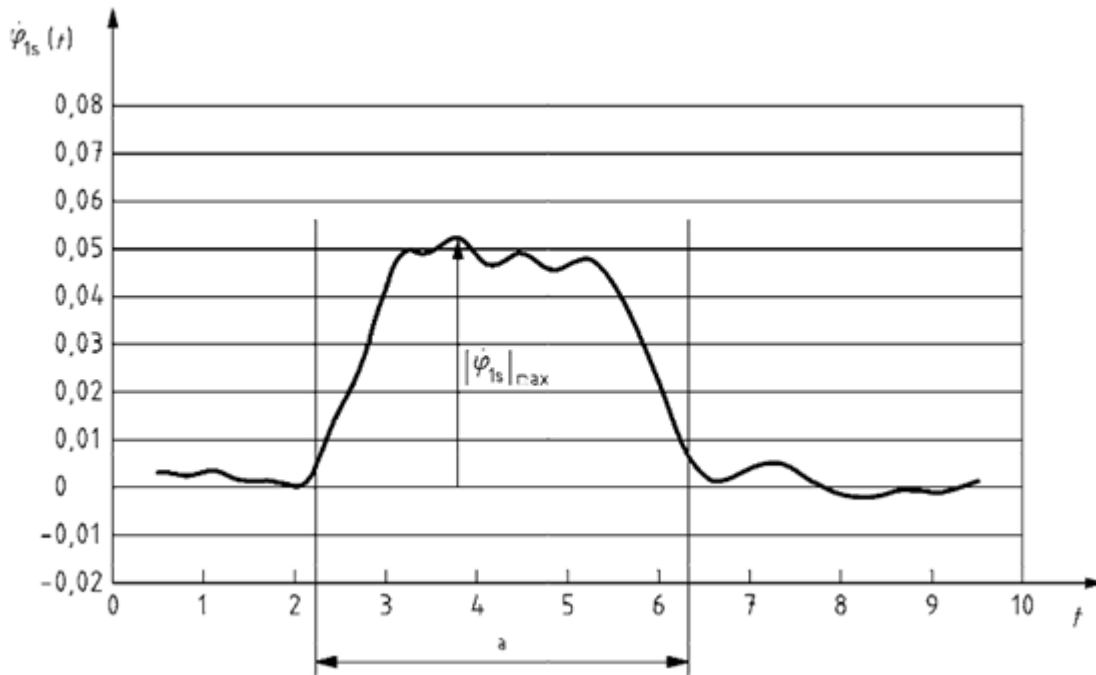
7.9 Biểu đồ mẫu



Trong đó

- a Di chuyển đi vào
- b Chu kỳ đánh giá $|\ddot{y}_{1s}|_{\max}$
- c Chu kỳ đánh giá $|\dot{y}_{1s}|_{\max}$

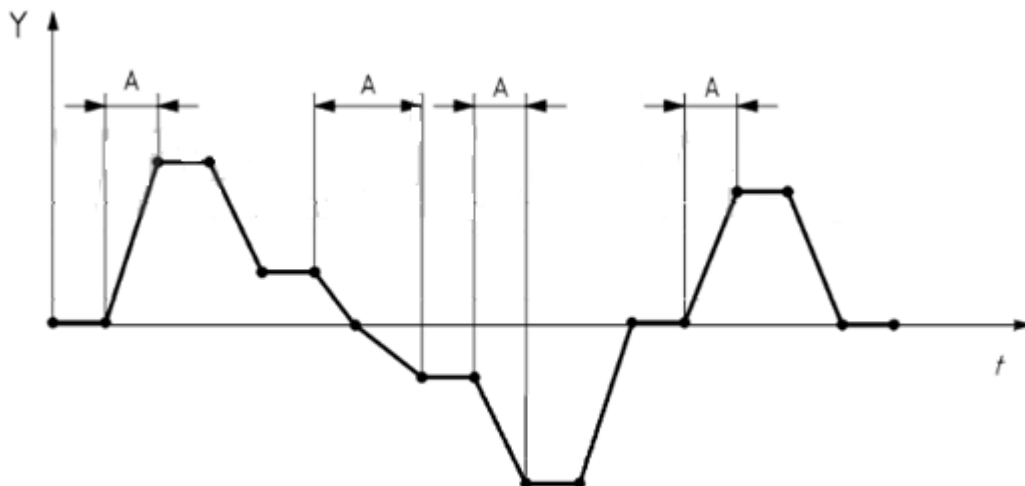
Hình 3 – Giải thích của các thuật ngữ, $|\ddot{y}_{1s}|_{\max}$ và $|\dot{y}_{1s}|_{\max}$ trong công thức P_{CT}



Trong đó

- a Khoảng thời gian đi vào và chu kỳ đánh giá $|\dot{\varphi}_{1s}|_{\max}$

Hình 4 – Giải thích thuật ngữ $|\dot{\varphi}_{1s}|_{\max}$ trong công thức P_{CT}



Hình 5 – Các khoản thời gian liên quan A_i trên đường cong

CHÚ THÍCH 1: Phương pháp được áp dụng đối với các di chuyển trên đường cong được chú thích A_i nếu khoản thời gian dài hơn 2s. Báo cáo thử nên làm rõ liệu có loại trừ hoặc tính tới các khoảng thời gian đi trên đường cong ngắn hơn 2s hay không trong phân tích.

CHÚ THÍCH 2: Đối với các trường hợp có đoạn đường thẳng giữa 2 đường cong trái chiều có khoảng cách rất ngắn, báo cáo nghiên cứu ban đầu từ Viện Nghiên cứu Đường sắt liên hiệp Anh (TR DOS 017) không đưa ra hướng dẫn nên xử lý các đường cong này như là 2 di chuyển tách biệt hoặc như một di chuyển liên tục. Do đó, P_{CT} có thể được tính toán sử dụng bước nhảy gia tốc ngang lớn nhất và vận tốc lớn nhất từ các đường cong di chuyển xung quanh đoạn đường thẳng ngắn này. Báo cáo thử nghiệm này nên làm rõ cách thức xác định khoảng thời gian này (Áp dụng tương tự với đoạn đường cong ngắn giữa 2 đường cong có bước nhảy gia tốc ngang cùng hướng).

8 Độ thoải mái tức thời

8.1 Tổng quan

Việc đánh giá Độ thoải mái của hành khách theo P_{DE} sẽ hiệu quả trong các tình huống nhận thức của hành khách về Độ thoải mái bị ảnh hưởng đáng kể bởi sự xuất hiện các tình huống tương ứng với gia tốc ngang. Việc này sẽ đo đạc Độ thoải mái tức thời của hành khách, không có đánh giá các tác động tích lũy. Có thể áp dụng cho tất cả các phương tiện, ở mọi tốc độ và mọi điều kiện đường.

Mục đích là để xác định:

- a) Các điều kiện tiến hành thử vận hành để đánh giá Độ thoải mái tức thời;
- b) Các thông số được đo và các phương pháp được sử dụng để tìm ra các giá trị đánh giá.

8.2 Cơ sở của phương pháp

Phương pháp dựa trên báo cáo kỹ thuật BRR TR DOS 017, sử dụng các phương tiện thông thường và các phương tiện tự động điều chỉnh độ nghiêng trên một dải rộng tốc độ và các gia tốc ngang không được bù giá trị, tính tới cả vận hành ở thông thường và tốc độ cao

Phương pháp bao gồm các đo đạc và đánh giá về Độ thoải mái tức thời, được hành khách cảm nhận tức thời như một thay đổi đột ngột về cảm giác thoải mái vận hành, do sự hoạt động động học của phương tiện ở những điểm không bình thường trên đường. Loại cảm giác này được nhiều người khác nhau cảm nhận theo những cách khác nhau. Do đó không thể quy định một cách đánh giá duy nhất, đúng với tất cả mọi người, dựa trên các thử nghiệm trực tiếp.

Do đó, việc đánh giá Độ thoải mái ở các tình huống đặc biệt sẽ dựa trên mối quan hệ giữa tỷ lệ % trung bình số hành khách không thoải mái và biên độ lớn nhất của các gia tốc ngang đỉnh đối đỉnh và các gia tốc ngang trung bình.

8.3 Phương pháp

Việc đánh giá Độ thoải mái tức thời bao gồm:

- a) Đo gia tốc ngang (trên sàn xe, ở giữa khoang hành khách và ở phía sau theo hướng chuyển động của khoang hành khách), xem chú thích 1;
- b) Xác định các khu đoạn liên quan đến việc đánh giá; việc chạy thử nghiệm toàn bộ hoặc một phần, xem chú thích 2;
- c) Thực hiện việc số hóa với bộ lọc chống sai số mẫu phù hợp;
- d) Bộ lọc tín hiệu băng thông thấp;
- e) Trên khung thời gian 2 s: đánh giá gia tốc ngang đỉnh đối đỉnh lớn nhất và giá trị gia tốc ngang trung bình;
- f) Trong trường hợp đánh giá riêng biệt một tình huống cụ thể, giá trị $P_{DE}(t)$ lớn nhất tại chỗ phải được xem là giá trị đặc trưng.

CHÚ THÍCH 1: Nếu ở dưới khoang hành khách có giá chuyển hướng, Có thể đo ở ngay trên giá chuyển thay cho đo ở đầu khoang hành khách.

CHÚ THÍCH 2: Việc tính toán thường được áp dụng cho toàn bộ quá trình chạy thử. Có thể áp dụng cho một phần quá trình, như trên cầu, chỗ nối ray, các đường cong. Trong trường hợp này, phương pháp có thể cần xác định các quá trình liên quan.

8.4 Các điều kiện thử

8.4.1 Tổng quan

Các điều kiện thử nghiệm chung được mô tả trong mục này. Các điều kiện chi tiết có thể thay đổi, dựa vào việc áp dụng và nên được xem xét cụ thể trong quy định kỹ thuật của thử nghiệm. Các điều kiện thử nghiệm sử dụng phải được đưa ra trong báo cáo thử nghiệm, xem 8.8.

8.4.2 Lựa chọn Đoạn thử

Việc lựa chọn các Đoạn thử sẽ phụ thuộc vào mục đích thử. Có thể lựa chọn các điều kiện khai thác đặc trưng, hoặc lựa chọn các tình huống xấu nhất, tương ứng với dạng hình học của đường.

8.4.3 Tốc độ thử

Việc lựa chọn tốc độ thử sẽ dựa vào mục đích của việc điều tra, có thể là tốc độ khai thác hoặc một tốc độ khác.

8.4.4 Dạng hình học tiếp xúc giữa bánh xe – ray

Độ thoải mái ở các tình huống đặc biệt có thể bị ảnh hưởng bởi dạng hình học tiếp xúc giữa bánh xe – ray.

8.4.5 Trạng thái phương tiện

Độ thoải mái bị ảnh hưởng bởi đặc tính kỹ thuật của phương tiện (khối lượng, trọng tâm, quán tính, độ cứng, giảm chấn v.v.) và vị trí của phương tiện thử nghiệm trong đoàn tàu. Khối lượng, trọng tâm v.v, phụ thuộc vào loại phương tiện, thiết bị được lắp lên phương tiện, tải trọng hành khách v.v.

Độ thoải mái cũng bị ảnh hưởng bởi các đặc tính kỹ thuật của hệ thống điều chỉnh độ nghiêng thân xe (nếu có).

Móc nối ở trạng thái liên kết chặt giống như trong khai thác bình thường.

8.5 Các thông số được đo đạc

8.5.1 Tổng quan

Độ thoải mái ở các tình huống đặc biệt sẽ được xác định trên cơ sở các đo đạc gia tốc. Các đo đạc này được thực hiện ở các điểm khác nhau trên sàn xe.

Phụ lục B mô tả các kỹ thuật đo.

8.5.2 Vị trí của các điểm đo

Phải tiến hành các đo đạc sau:

- Gia tốc ngang $\ddot{y}_M^*(t)$ ở giữa sàn thân phương tiện và ở đầu bị kéo của khoang hành khách $\ddot{y}_{EI}^*(t)$

8.5.3 Lọc

Các tín hiệu đo được phải được lọc sử dụng bộ lọc băng thông thấp W_p với dải dung sai được xác định trong Phụ lục C. Từ đó tìm ra các gia tốc ngang đã được lọc $\ddot{y}_{P,W_p}^*(t)$

8.6 Xác định các đại lượng trung gian

8.6.1 Ký hiệu và chỉ số

$ \ddot{y}_{2s}^*(t) $	Giá trị tuyệt đối của giá trị trung bình gia tốc ngang của thân phương tiện, tính bằng m/s ² .
$\ddot{y}_{pp}(t)$	Gia tốc ngang đỉnh đối đỉnh tương ứng lớn nhất, tính bằng m/s ² .
P_{DE}	Chỉ số Độ thoải mái ở các tình huống đặc biệt, được tính theo công thức (19), thể hiện số % hành khách không thoải mái.
a, b, c	Các hằng số được xác định theo Bảng 7.

Đối với từng giá trị tính toán được, trục hoành (theo thời gian hoặc không gian) được coi là gốc thời gian tính toán.

Công thức có thể được sử dụng cho tất cả các loại bố trí nằm ngang, bao gồm cả đường thẳng, với mục đích áp dụng dễ dàng hơn.

8.6.2 Quy trình trung bình hóa

Các tín hiệu phải được xử lý như sau:

- Gia tốc ngang được lọc của thân phương tiện $\ddot{y}_{p,w_p}^*(t)$ được xử lý bằng thang trung bình hóa 2 giây và lấy giá trị tuyệt đối, từ đó tính ra gia tốc tương ứng $|\ddot{y}_{2s}^*(t)|$ (Hình 6); bước nhảy khoảng thời gian lớn nhất là 0,1 s.

Việc trung bình hóa các tín hiệu trong chu kỳ $T = 2s$ phải được thực hiện theo Công thức (17), chú ý rằng tín hiệu mới phải tham chiếu tới vị trí trung tâm của ô trung bình hóa.

$$|\ddot{y}_{2s}^*(t)| = \frac{1}{T} \left| \int_{t-\frac{T}{2}}^{t+\frac{T}{2}} \ddot{y}_{p,w_p}(\tau) d\tau \right| \quad (17)$$

Trong đó

$$T = 2 \text{ s}$$

8.6.3 Các đại lượng trung gian

Thông thường sử dụng khu vực thử nghiệm hoàn chỉnh trong một bản ghi liên tục.

Phải thực hiện việc tính toán giá trị đỉnh đối đỉnh theo công thức (18), ví dụ: tín hiệu phải tham chiếu tới vị trí trung tâm của ô.

$$\ddot{y}_{pp}(t) = \max \left(\ddot{y}_{P, W_p}^*(\tau), \tau \in \left[t - \frac{T}{2}, t + \frac{T}{2} \right] \right) - \min \left(\ddot{y}_{P, W_p}^*(\tau), \tau \in \left[t - \frac{T}{2}, t + \frac{T}{2} \right] \right) \quad (18)$$

Trong đó $T = 2$ s.

8.7 Xác định chỉ số Độ thoải mái P_{DE}

Chỉ số Độ thoải mái P_{DE} được tính toán trên cơ sở công thức (19), với các hằng số theo Bảng 7

$$P_{DE}(t) = 100 \cdot \max \left[a \cdot \ddot{y}_{pp}(t) + b \cdot |\ddot{y}_{2s}(t)| - c; 0 \right] \quad (19)$$

Bảng 7 – Các hằng số trong chỉ số Độ thoải mái P_{DE}

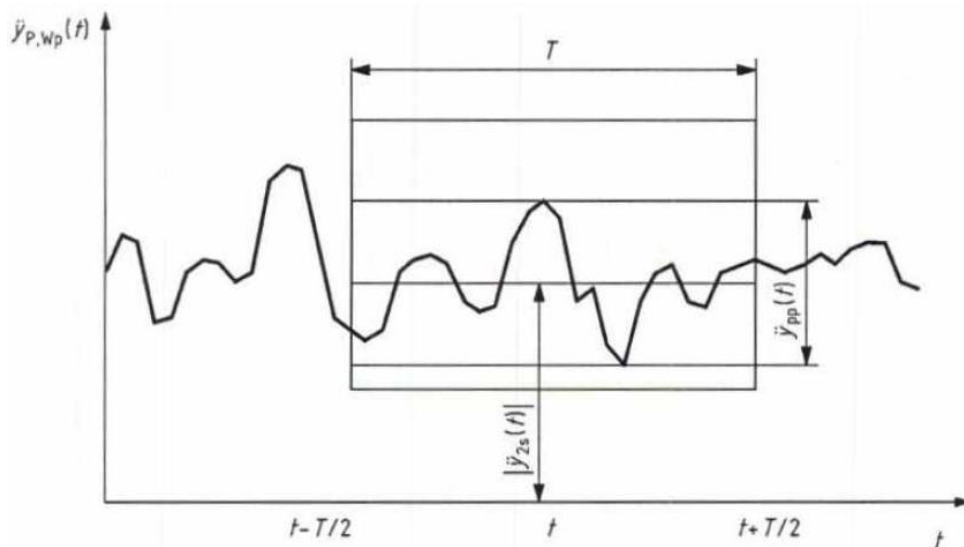
Trạng thái	a [s ² /m]	b [s ² /m]	c [-]
Ở trạng thái nghỉ - khi đứng	0,1662	0,2701	0,37
Ở trạng thái nghỉ - khi ngồi	0,0846	0,1305	0,217

Chỉ số Độ thoải mái $P_{DE}(t)$ là một tín hiệu liên tục theo một hàm thời gian và được ghi lại trong báo cáo. Đối với việc đánh giá một tình huống tại chỗ cụ thể, phải sử dụng giá trị $P_{(DE)}(t)$ lớn nhất tại vị trí đó.

8.8 Báo cáo thử

Báo cáo thử nghiệm phải được trình bày đầy đủ chi tiết để có thể mô tả được tường minh quá trình thử và ghi nhận các kết quả đặc biệt. Mức độ chi tiết của báo cáo phụ thuộc vào mục đích thử nghiệm. Phụ lục D đưa ra hướng dẫn về báo cáo thử nghiệm.

8.9 Biểu đồ mẫu



Hình 6 – Giải thích giá trị $|\ddot{y}_{2s}^*(t)|$ và $\ddot{y}_{pp}(t)$ để tính toán P_{DE}

9 Hướng dẫn diễn giải các kết quả (tham khảo)

9.1 Tổng quan

Các chỉ số sau thể hiện các đặc tính khác nhau của Độ thoải mái. Độ thoải mái cảm nhận được sẽ phụ thuộc vào mức độ mong đợi của hành khách cho một loại hình khai thác cụ thể (hành trình dài, liên tỉnh, tốc độ cao v.v.)

9.2 Độ thoải mái trung bình

Bảng 8 đưa ra biểu mức chỉ số Độ thoải mái N_{MV}

Bảng 8 – Thang chỉ số Độ thoải mái N_{MV}

$N_{MV} < 1,5$	Rất thoải mái
$1,5 \leq N_{MV} < 2,5$	Thoải mái
$2,5 \leq N_{MV} < 3,5$	Thoải mái trung bình
$3,5 \leq N_{MV} < 4,5$	Không thoải mái
$N_{MV} \geq 4,5$	Rất không thoải mái

Chỉ số nên được ghi lại trong báo cáo cho từng khoảng Thời gian thử cụ thể với một số thập phân sau dấu phẩy (ngưỡng độ nhạy cảm của hành khách). ERRI B153 không đưa ra thêm hướng dẫn nào cho việc kết hợp các giá trị chỉ số Độ thoải mái của từng khoản Thời gian thử cụ thể.

9.3 Độ thoải mái liên tục

Cần thiết phải có một thang đánh giá Độ thoải mái theo các hướng y và z cụ thể.

Bảng 9 thể hiện một thang đo sơ bộ, dựa trên các kinh nghiệm nhất định. Thang này phù hợp vừa với các giá trị N_{MV} cho các kết hợp gia tốc có thể theo các hướng x, y và z. Nên chú ý rằng thang cho các chỉ số một chiều $C_{Cy}(t)$ và $C_{Cz}(t)$ không thể phù hợp hoàn toàn với thang cho chỉ số N_{MV} đối với tất cả các liên quan giữa các gia tốc theo các hướng khác nhau có thể xuất hiện, do N_{MV} dựa trên các đo đạc theo cả 3 hướng.

Có thể đánh giá mức độ liên quan của thang sơ bộ thông qua các thử nghiệm hiện trường và các kinh nghiệm trong tương lai.

Bảng 9 – Thang sơ bộ cho các chỉ số $C_{Cy}(t)$ và $C_{Cz}(t)$

$C_{Cy}(t), C_{Cz}(t) < 0,20 \text{ m/s}^2$	Rất thoải mái
$0,20 \text{ m/s}^2 \leq C_{Cy}(t), C_{Cz}(t) < 0,30 \text{ m/s}^2$	Thoải mái
$0,30 \text{ m/s}^2 \leq C_{Cy}(t), C_{Cz}(t) < 0,40 \text{ m/s}^2$	Trung bình

0,40 m/s ² ≤ C _{Cy} (t), C _{Cz} (t)	Ít thoải mái
--	--------------

Chỉ số nên được ghi lại trong báo cáo với 2 số thập phân sau dấu phẩy.

9.4 Độ thoải mái trên đường cong

9.4.1 Tổng quan

Các giá trị P_{CT} thể hiện tỉ lệ phần trăm hành khách không hài lòng với mức độ thoải mái. Mức độ không hài lòng thường phụ thuộc vào mong đợi của hành khách đối với từng loại hình phương tiện cụ thể (tàu chạy hành trình dài, tàu đi lại hằng ngày, tàu cao tốc v.v). Tuy nhiên, đối với một loại hình cụ thể thì chỉ số P_{CT} cao sẽ thể hiện Độ thoải mái thấp. Theo lý thuyết, công thức P_{CT} có thể lấy các giá trị trên 100, nhưng các giá trị cao này thường nằm ngoài dải giá trị áp dụng phổ biến.

9.4.2 Lựa chọn Đoạn thử

Việc lựa chọn các Đoạn thử sẽ phụ thuộc vào mục đích thử. Có thể là lựa chọn các điều kiện khai thác đặc trưng, hoặc lựa chọn các tình huống xấu nhất, tương ứng với dạng hình học của đường.

9.4.3 Tốc độ thử

Việc lựa chọn tốc độ thử sẽ dựa vào mục đích của việc thử, có thể là tốc độ khai thác hoặc một tốc độ khác.

9.4.4 Dạng hình học tiếp xúc giữa bánh xe – ray

Độ thoải mái ở các tình huống đặc biệt có thể bị ảnh hưởng bởi dạng hình học tiếp xúc giữa bánh xe – ray.

9.4.5 Tình trạng phương tiện

Độ thoải mái bị ảnh hưởng bởi đặc tính kỹ thuật của phương tiện (khối lượng, trọng tâm, quán tính, độ cứng, giảm chấn...) và vị trí của phương tiện thử nghiệm trong đoàn tàu. Khối lượng, trọng tâm v.v, phụ thuộc vào loại phương tiện, thiết bị được lắp lên phương tiện, tải trọng hành khách v.v.

Độ thoải mái cũng bị ảnh hưởng bởi các đặc tính kỹ thuật của hệ thống điều chỉnh độ nghiêng thân xe (nếu có).

Móc nối ở trạng thái liên kết chặt giống như trong khai thác bình thường.

Độ thoải mái tức thời

Các giá trị P_{DE} thể hiện số % hành khách mà không thoải mái với thoải mái. Tuy nhiên, mức độ của sự không thoải mái sẽ phụ thuộc vào các mong đợi của hành khách cho loại hình khai thác cụ thể

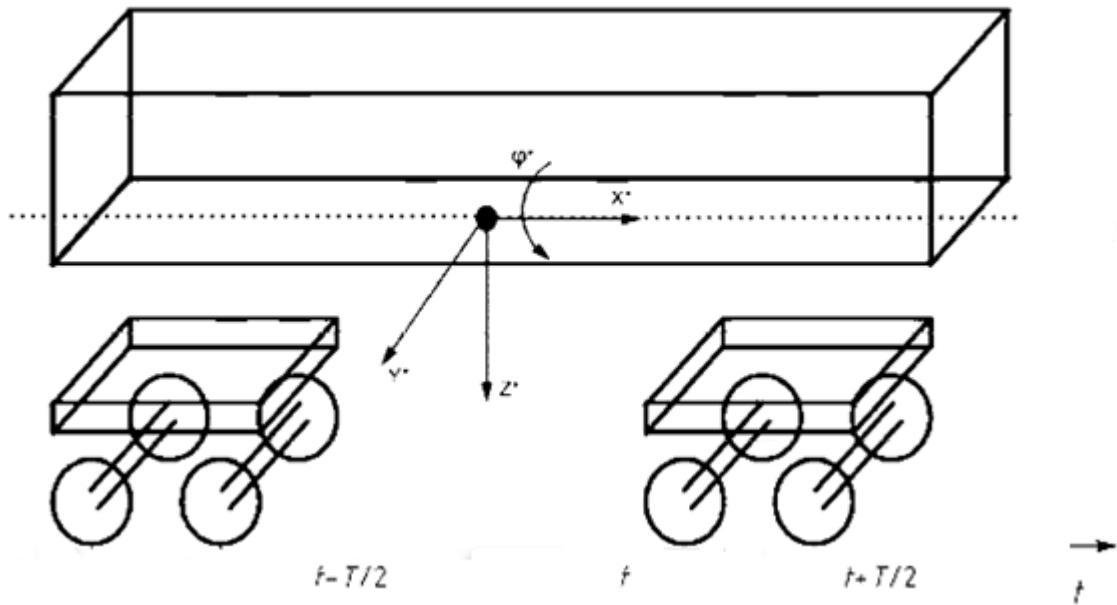
TCVN 11806:2017

(hành trình dài, đi lại hằng ngày, tốc độ cao...). Tuy nhiên, đối với một loại hình khai thác cụ thể, P_{DE} cao hơn sẽ luôn thể hiện Độ thoải mái hành khách kém hơn. Theo lý thuyết, công thức P_{DE} có thể lấy các giá trị trên 100, nhưng các giá trị cao này sẽ nằm ngoài dải giá trị áp dụng thông thường.

Khi di chuyển trên đường cong với gia tốc ngang lớn, giá trị trung bình của gia tốc ngang $|\dot{y}_{2s}^*(t)|$ có thể làm cho giá trị P_{DE} lớn hơn 0, kể cả khi các dao động ngang là nhỏ. Chấn động ngang $\ddot{y}_{pp}(t)$ cũng sẽ tạo ra gia tốc ngang đỉnh đối đỉnh trong ô thời gian 2 s, góp phần làm cho giá trị P_{DE} lớn hơn 0. Trong trường hợp này, giá trị tương ứng P_{CT} sẽ cao hơn và nên được xem xét việc tính toán tốt nhất cho việc mất cân bằng Độ thoải mái

Phụ lục A

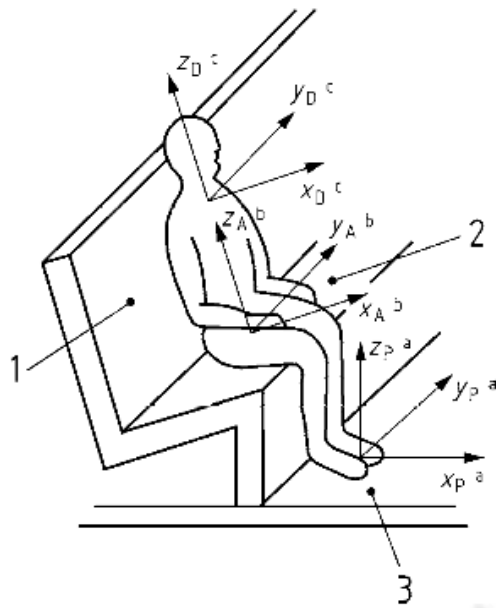
(Quy định)

Hệ tọa độ**Hình A.1 – Hệ tọa độ địa phương đối với thân xe**

Hệ tọa độ địa phương (xem Hình A.1) đối với thân xe được xác định thông qua:

- a) Góc tọa độ: trên sàn thân phương tiện, ở vị trí trung tâm giữa 2 tâm 2 cối chuyển thân xe (đã có hoặc được xác định tuyệt đối);
- b) Trục:
 - 1) Trục x: trục dọc, theo hướng di chuyển, trên mặt sàn;
 - 2) Trục y: trục ngang, hướng sang phải theo hướng di chuyển, trên mặt sàn;
 - 3) Trục z: trục đứng, hướng xuống dưới, vuông góc với mặt sàn;
- c) Chuyển động quay (φ) được xác định là chuyển động quay quanh trục x.

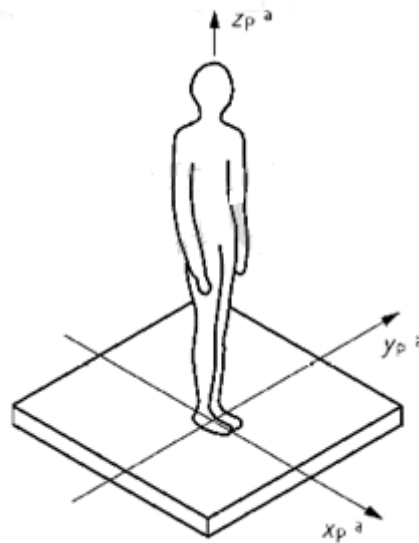
Hệ tọa độ địa phương đối với thân người được xác định trong Hình A.2 và Hình A.3:



Trong đó:

- 1 Mặt lưng ghế, D
- 2 Vải bọc ghế, A
- 3 Mặt sàn, P

Hình A.2 – Hệ tọa độ địa phương cho người ở vị trí ngồi



Trong đó

- 1 Mặt sàn, P

Hình A.3 – Hệ tọa độ địa phương cho người ở vị trí đứng

Phụ lục B

(Quy định)

Các kỹ thuật đo

B.1 Tổng quan

Các đại lượng vật lý được đo là các gia tốc di chuyển và các vận tốc quay.

Thuật ngữ “thiết bị đo” được sử dụng dưới đây đề cập tới tất cả các thiết bị cho phép đo và ghi lại các tín hiệu.

B.2 Thiết bị đo

B.2.1 Tổng quan

Thiết bị đo bao gồm những thiết bị dưới đây:

- Đầu đo (gia tốc kế, con lắc dao động);
- Bộ khuếch đại và bộ lọc xử lý;
- Thiết bị ghi;
- Máy tính để ghi lại dữ liệu, bao gồm cả phần mềm.

Tất cả thiết bị này sẽ kết hợp cùng nhau tạo thành một hệ thống đo đạc. Đặc tính của thiết bị đo phải thống nhất. Độ chính xác của thiết bị đo phải được xác định dựa theo đặc tính của từng tổng thành và đặc tính nhất định của cả hệ thống. Việc hiệu chỉnh thiết bị phải được xác nhận ở các chu kỳ thông thường phù hợp với các tiêu chuẩn có thể áp dụng.

B.2.2 Các gia tốc kế và các bộ khuếch đại xử lý

Thông thường, bộ chuyển đổi tín hiệu không tách rời khỏi bộ khuếch đại xử lý; các thành phần này sẽ được xem xét cùng nhau và phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- Chức năng chuyển đổi toàn cục phải đồng nhất trong phạm vi $\pm 0,5$ dB ở dải tần số có trong bảng B.1.

Bảng B.1 – Dải tần số cho các chức năng chuyển đổi toàn cục

Độ thoải mái trung bình	Độ thoải mái khi đi qua đường cong và Độ thoải mái tức thời
0,4 Hz đến 100 Hz	0 Hz đến 10 Hz

- Độ trễ với độ không tuyến tính: $\leq 0,3$ % toàn dải đo;
- Độ nhạy đồng mức: $\leq 0,05$ m/s²;
- Tác động của nhiệt độ:

TCVN 11806:2017

- 1) Ở mức 0: $\leq 0,3$ % toàn dải đo;
- 2) Ở độ nhạy: $\leq 5.10^{-4}$ toàn dải đo/ $^{\circ}\text{C}$;

B.2.3 Thiết bị ghi

Thiết bị ghi phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- a) Dải băng thông đồng nhất giữa 0 Hz và 100 Hz;
- b) Ở 100 Hz, độ suy giảm phải nhỏ hơn 1 dB.

Mức độ tín hiệu ghi lại phải đủ để có thể thực hiện được phân tích chuẩn và tự động.

B.2.4 Gắn bộ chuyển đổi tín hiệu vào sàn xe

Khi gắn bộ chuyển đổi tín hiệu vào sàn xe, phải chú ý:

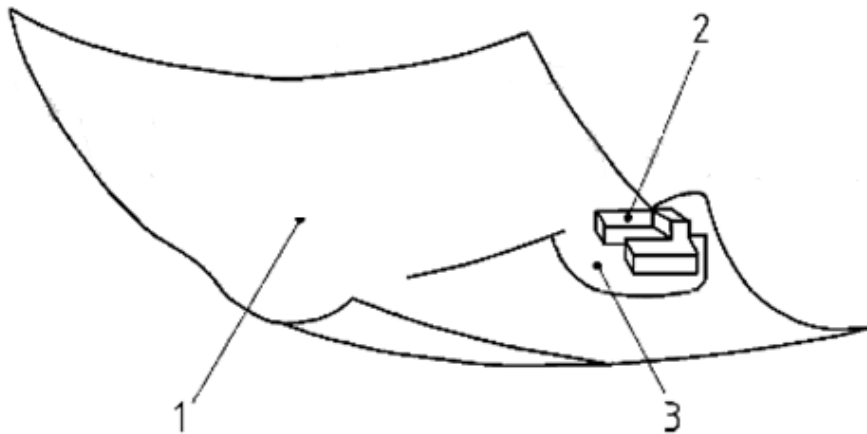
- a) Bộ chuyển đổi tín hiệu phải thực hiện cùng các chuyển động như bộ phận kết cấu được gắn cố định;
- b) Tín hiệu từ bộ chuyển đổi tín hiệu phải không bị thay đổi do vận hành quá gần với tần số cộng hưởng đầu tiên của bộ phận gắn vào, hoặc do kết quả của các chế độ hoạt động tại chỗ của bề mặt cố định. Do đó cần thiết phải đảm bảo việc lắp đặt gia tốc kế càng cứng vững càng tốt.

Các yêu cầu chi tiết có trong ISO 5348.

B.3 Thiết bị đo tại ghế ngồi và ứng dụng

Ví dụ về thiết bị đo tại ghế ngồi được đưa ra trong Hình B.1 đến Hình B.3.

CHÚ THÍCH: Có thể chấp nhận các vải bọc ghế ngồi theo tiêu chuẩn ISO cho những phép đo này.

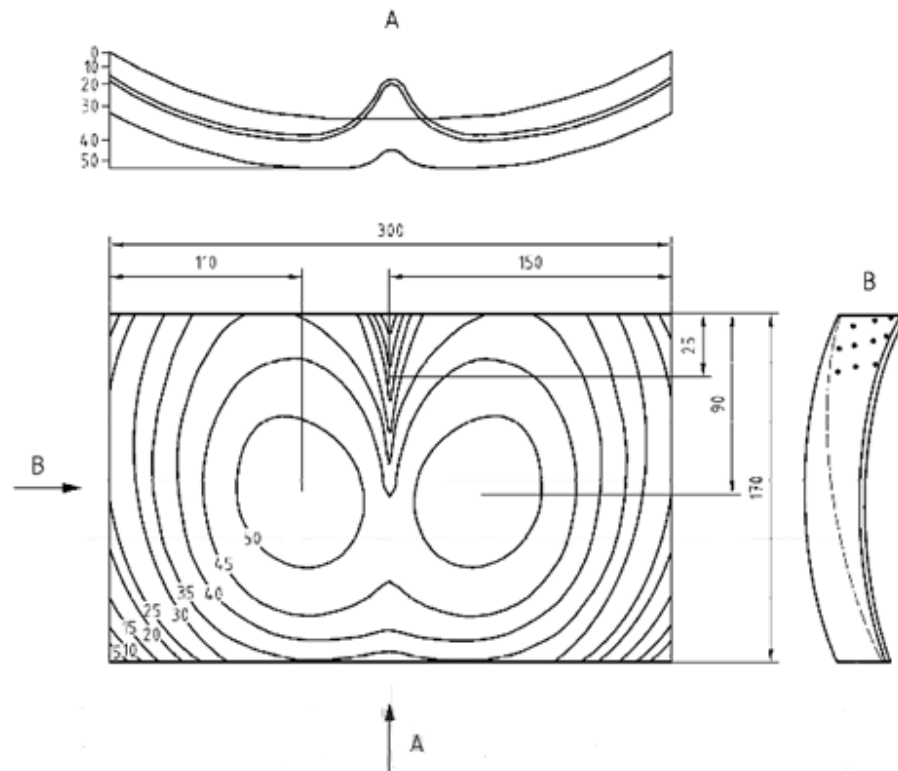


Trong đó

- 1 Tấm
- 2 Cản góc nghiêng
- 3 Bộ chuyển đổi tín hiệu

Hình B.1 – Thiết bị đo tại vải bọc ghế (theo phương y và z)

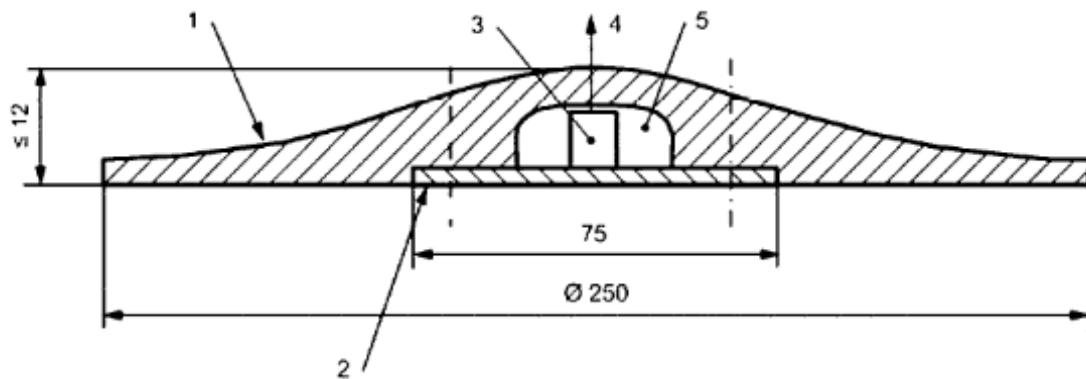
Các kích thước đo bằng mm



Xấp xỉ 1 lỗ khoan trên $1\text{mm}/\text{cm}^2$

Hình B.2 – Thiết bị đo tại vải bọc ghế

Các kích thước đo bằng mm



Trong đó

- 1 Vật liệu đàn hồi
- 2 Đĩa kim loại mỏng
- 3 Bộ chuyển đổi tín hiệu đơn hướng
- 4 Trục đo
- 5 Rãnh.

Hình B.3 – Thiết bị đo tại ghế ngồi

TCVN 11806:2017

Trước khi bắt đầu thử nghiệm nhưng sau khi có bất kỳ di chuyển nào của vật liệu ghế, phải điều chỉnh hướng của các trục để hợp với các trục y và z của từng di chuyển. Việc điều chỉnh này phải được xác nhận tại cuối thử nghiệm.

Vải bọc ghế phải được đặt trên bề mặt ghế sao cho đầu đo được đặt chính giữa mặt hông ngồi của người đang ngồi. Để thoải mái thì có thể chấp nhận tâm của đĩa được đặt nhẹ trước (khoảng cách lên tới 5 cm) mặt hông ngồi.

Gia tốc kế gián tiếp theo phương x phải được lắp đặt trên lưng ghế, ở mặt tương giao với người đo, tại điểm có áp suất lớn nhất giữa lưng người đo và lưng ghế. Vị trí phải được ghi lại trong báo cáo. Để phù hợp với thực tế, thường không thể sắp xếp chuẩn các gia tốc kế trong đĩa theo các hướng của hệ tọa độ trọng tâm. Trong dải dung sai $\pm 15^\circ$ theo các phương phù hợp, gia tốc kế có thể được xem như song song thẳng hàng với những phương này.

Cần thiết đảm bảo người đo vẫn duy trì vị trí giống như trước (được mô tả trong báo cáo) trong tất cả thời gian đo (chân ở trên đất, tay ở đùi và lưng áp vào mặt tựa lưng ghế).

Đối với một vài người đo, trạng thái này là khó thực hiện. Ví dụ: tài xế không duy trì lưng của họ ở tựa lưng trong suốt thời gian vận hành, do đó các đo đặc sẽ bao gồm tác động va chạm của tựa lưng không có áp lực. Trong trường hợp đó, vị trí của thiết bị đo lưng ghế phải ở vị trí thấp nhất trên vị trí lưng mà duy trì liên tục tiếp xúc với tựa lưng. Vị trí khuyến nghị của gia tốc kế là xấp xỉ 150 mm trên vị trí chỉ thị ghế (SIP) như quy định trong EN ISO 5353.

Phụ lục C

(Quy định)

Đường cong trọng số

C.1 Tổng quan

Để xét đến mức độ nhạy cảm khác nhau của từng cá nhân đối với tần số dao động, các đường cong trọng số được thiết lập theo các tín hiệu gia tốc thẳng đứng và nằm ngang. Các đường cong của W_c và W_d giống như trong ISO 2631-1 và EN ISO 8041. Tuy nhiên, nên chú ý đường cong cho W_b là không giống như trong ISO 2631-4.

Các đường cong được xác định cho các dao động hình sin và cũng áp dụng cho các dao động ổn định ở dải băng thông rộng.

Mặc dù từng đối tượng có riêng từng đường cong đo, các đường cong được lựa chọn là các đường cong tối ưu để đánh giá Độ thoải mái.

Các đường cong trọng số được tổng kết trong Bảng C.1 dưới đây.

Bảng C.1 – Các đường cong trọng số

Các đường cong trọng số	Áp dụng
W_b	Sàn Z, vải bọc ghế Z
W_c	Lưng ghế X
W_d	Sàn X, Sàn Y, vải bọc ghế Y
W_p	Sàn Y, sàn φ

C.2 Hàm lọc

C.2.1 Tổng quan

Các phép đo theo trọng số tần số được xác định bằng các thông số liệt kê trong Bảng C.2, bao gồm các phép đo giới hạn theo băng thông phù hợp và bằng các công thức (C.1) đến (C.4).

Bảng C.2 – Các thông số và các chức năng chuyển đổi của các đo đạc theo tần số

Trọng số	Giới hạn băng thông			Chuyển đổi a-v ^a			Bước nhảy tăng				Độ khuếch đại
	f_1	f_2	Q_1	f_3	f_4	Q_2	f_5	f_6	Q_3	Q_4	K
	[Hz]	[Hz]	[-]	[Hz]	[Hz]	[-]	[Hz]	[Hz]	[-]	[-]	[-]
W_b	0,4	100	$1/\sqrt{2}$	16	16	0,63	2,5	4	0,8	0,8	0,4
W_c	0,4	100	$1/\sqrt{2}$	8	8	0,63	-	-	-	-	1
W_d	0,4	100	$1/\sqrt{2}$	2	2	0,63	-	-	-	-	1
W_p	-	100	$1/\sqrt{2}$	2	2	0,63	-	-	-	-	1

^a Chuyển đổi a-v nghĩa là Chuyển đổi từ gia tốc sang vận tốc

Các tần số f_1, \dots, f_6 và các hệ số giảm chấn Q_1, \dots, Q_4 là các thông số của các hàm chuyển đổi xác định các gia tốc tổng hợp theo trọng số tần số. Hàm trọng số tần số tổng hợp là tích giới hạn băng thông, di chuyển a-v và cho các bộ lọc có bước nhảy tăng của W_b .

C.2.2 Bộ lọc giới hạn băng thông

Yếu tố giới hạn băng thông là sự kết hợp của các đặc tính bộ lọc Butterworth thông cao và thông thấp. Những yếu tố này được xác định bằng:

Thông cao:

$$H_h(f) = \frac{1}{1 - \left(\frac{f_1}{f}\right) - i \cdot \frac{f_1}{Q_1 f}} \tag{C.1}$$

Thông thấp:

$$H_l(f) = \frac{1}{1 - \left(\frac{f}{f_2}\right) - i \cdot \frac{f}{Q_1 f_2}} \tag{C.2}$$

Tích $H_h(f) \cdot H_l(f)$ thể hiện chức năng chuyển đổi giới hạn theo băng thông.

C.2.3 Chuyển đổi gia tốc vận tốc

Việc đo đạc tương ứng với gia tốc ở các tần số thấp hơn và với vận tốc ở các tần số cao hơn. Hàm chuyển đổi a-v được xác định bằng:

$$H_l(f) = \frac{\left(1 + i \cdot \frac{f}{3}\right)}{1 - \left(\frac{f}{f_4}\right) + i \cdot \frac{f}{Q_2 f_4}} \quad (\text{C.3})$$

C.2.4 Độ dốc tăng

Độ dốc hướng lên xấp xỉ 6 dB/octave và tỉ lệ với bước nhảy gia tốc:

$$H_s(f) = K \cdot \frac{1 - \left(\frac{f}{f_5}\right)^2 + i \cdot \frac{f}{Q_3 f_5}}{1 - \left(\frac{f}{f_6}\right) + i \cdot \frac{f}{Q_4 f_6}} \quad (\text{C.4})$$

C.2.5 Trọng số tần số tổng hợp

Đối với W_c , W_d và W_p :

$$H(f) = H_h(f) \cdot H_l(f) \cdot H_i(f) \quad (\text{C.5})$$

Đối với W_b :

$$H(f) = H_h(f) \cdot H_l(f) \cdot H_i(f) \cdot H_s(f) \quad (\text{C.6})$$

Biên độ của các hàm trọng số W_b , W_c , W_d và W_p được trình bày trong Hình C.5 đến Hình C.8.

C.2.6 Độ suy giảm giới hạn trên của dải tần số theo phương đứng

Giới hạn trên của dải tần số theo phương đứng có thể được giảm về 40 Hz nếu giới hạn này được xác định trước thử nghiệm, bằng bộ lọc băng thông thấp 2 cực với các đặc tính kỹ thuật Butterworth có hệ số tiệm cận là -12 dB/octave. Việc giảm bớt giới hạn tần số này có thể bù đắp cho việc lọc các tín hiệu bị ảnh hưởng bởi vật liệu xốp mềm khi đo gia tốc thẳng đứng trên sàn xe.

C.3 Dung sai

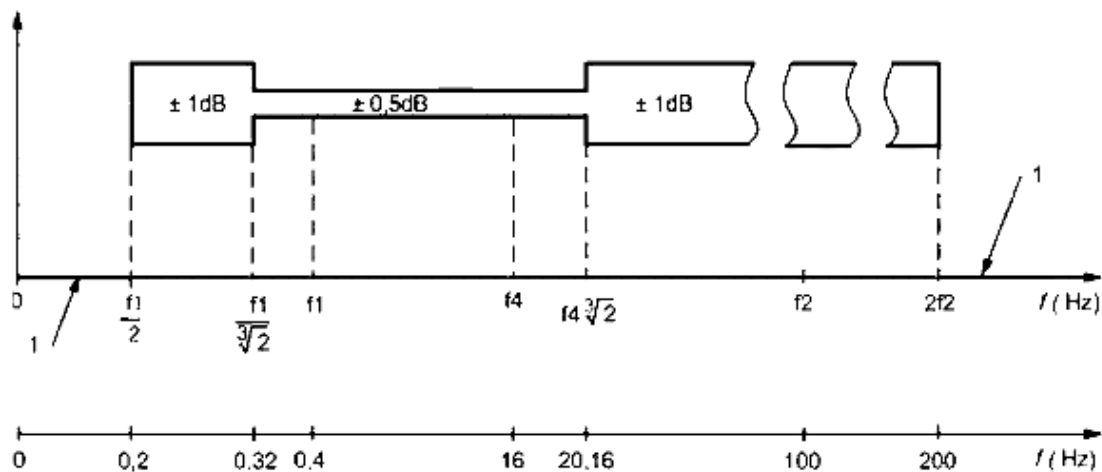
Các dung sai của các đường cong trọng số được đưa ra trong Bảng C.3, các dung sai này cũng được trình bày trong Hình C.1 đến Hình C.4.

Bảng C.3 – Dung sai trên các đường cong đo

1	Trong dải tần số danh nghĩa, dung sai tổng thể của các bộ lọc được sử dụng để xử lý trước các tín hiệu và của bộ lọc được sử dụng để đo tín hiệu phải lớn hơn $\pm 0,5$ dB.
2	Ngoài dải tần số này, dung sai phải nhỏ hơn $\pm 1/-\infty$ dB. Độ suy giảm phải không nhỏ hơn 12 dB/octave với mỗi octave nằm ngoài dải tần số danh nghĩa.

Dung sai $\pm 0,5$ dB tương ứng với sự không hoàn chỉnh của bộ lọc (đo theo tần số) và các giới hạn băng thông (độ suy giảm ở các tần số tới hạn). Đối với mỗi tần số, dung sai này thể hiện sai lệch tối đa giữa giá trị lý thuyết và giá trị thực tế đạt được.

Độ thoải mái trung bình đo theo phương đứng (sàn và vải bọc ghế)

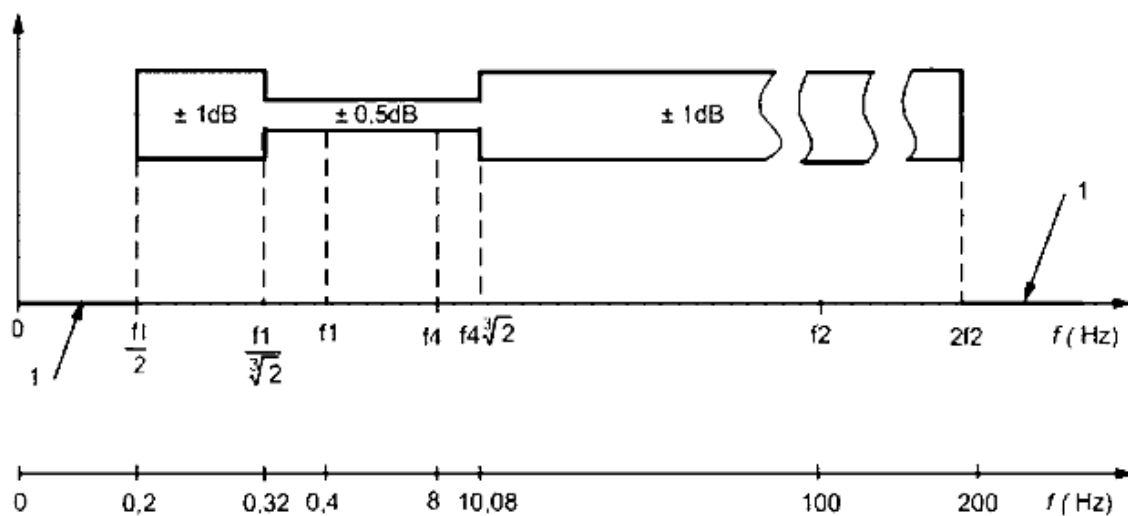


Trong đó

- 1 Độ suy giảm có thể tăng đến vô cùng

Hình C.1 – Dung sai cho W_b

Độ thoải mái trung bình đo theo phương dọc (lưng ghế)

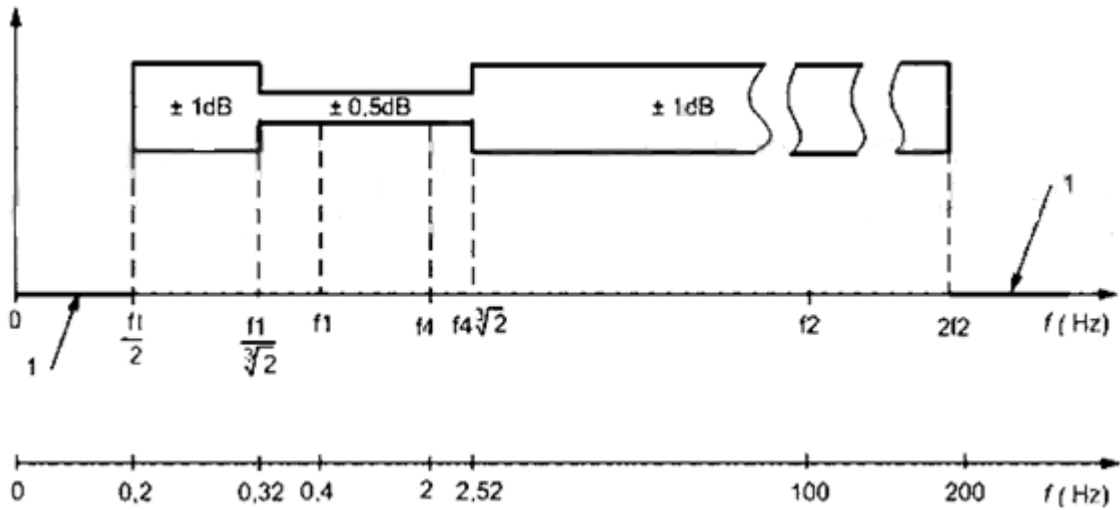


Trong đó

- 1 Độ suy giảm có thể tăng đến vô cùng

Hình C.2 – Dung sai cho W_c

Độ thoải mái trung bình trọng số theo phương ngang (sàn xe và vải bọc ghế)

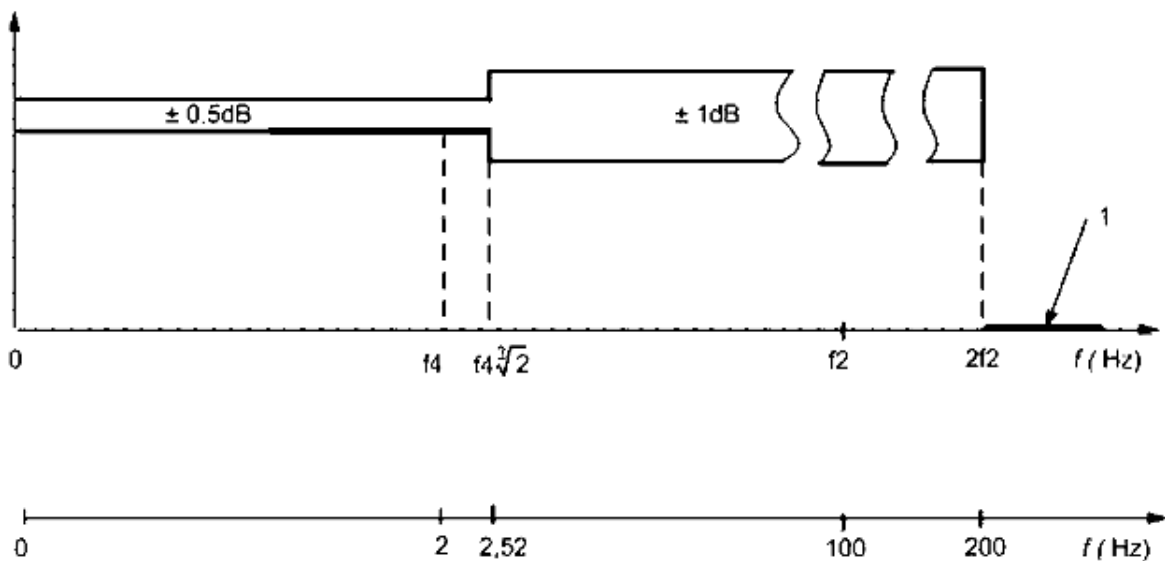


Trong đó

- 1 Độ suy giảm có thể tăng đến vô cùng

Hình C.3 – Dung sai cho W_d

Độ thoải mái trung bình trọng số theo phương ngang khi đi qua đường cong và Độ thoải mái tức thời (sàn xe)



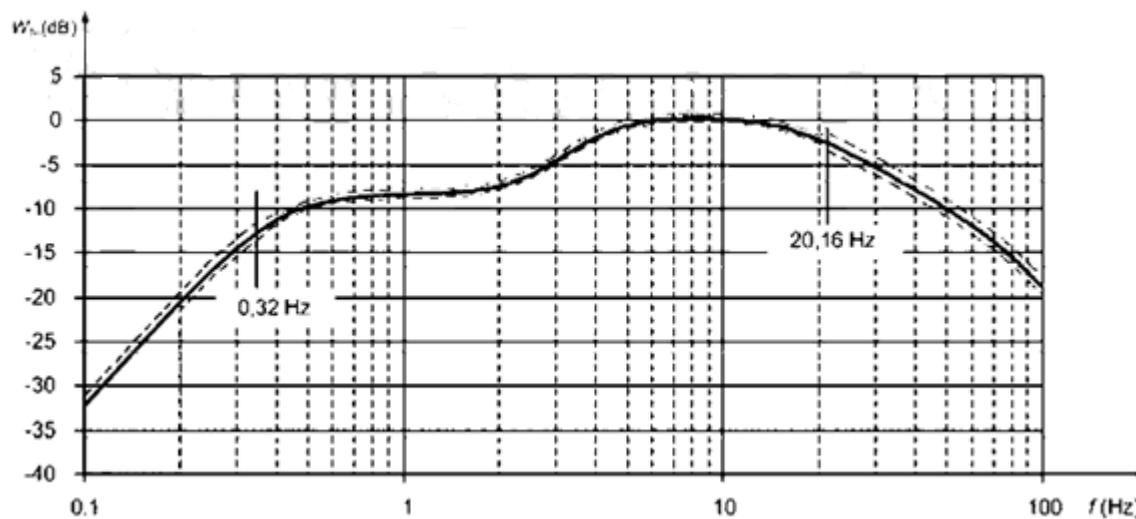
Trong đó

- 1 Độ suy giảm có thể tăng đến vô cùng

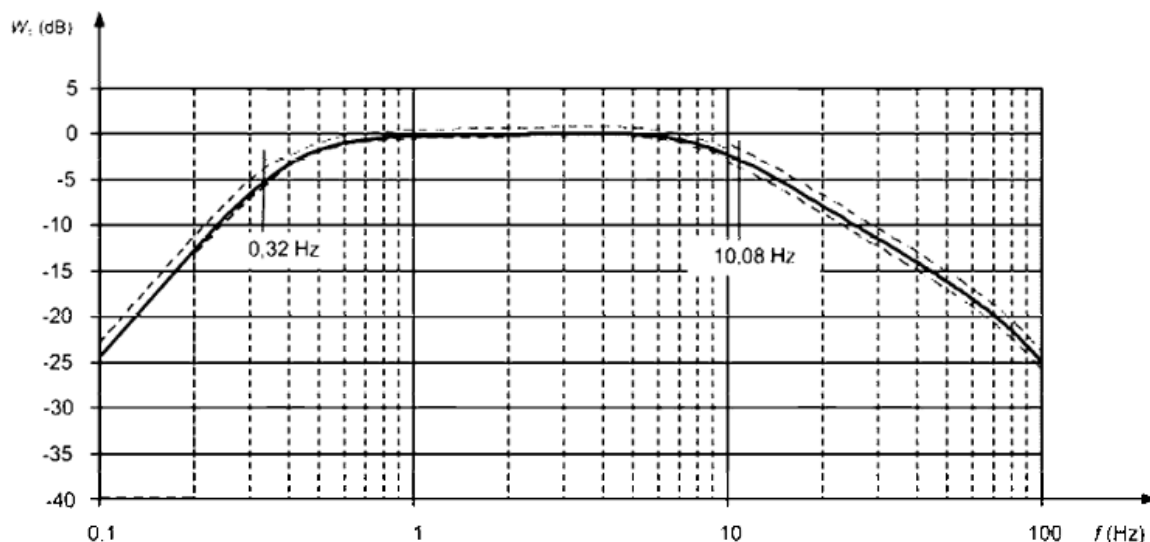
Hình C.4 – Dung sai cho W_p

C.4 Biểu đồ

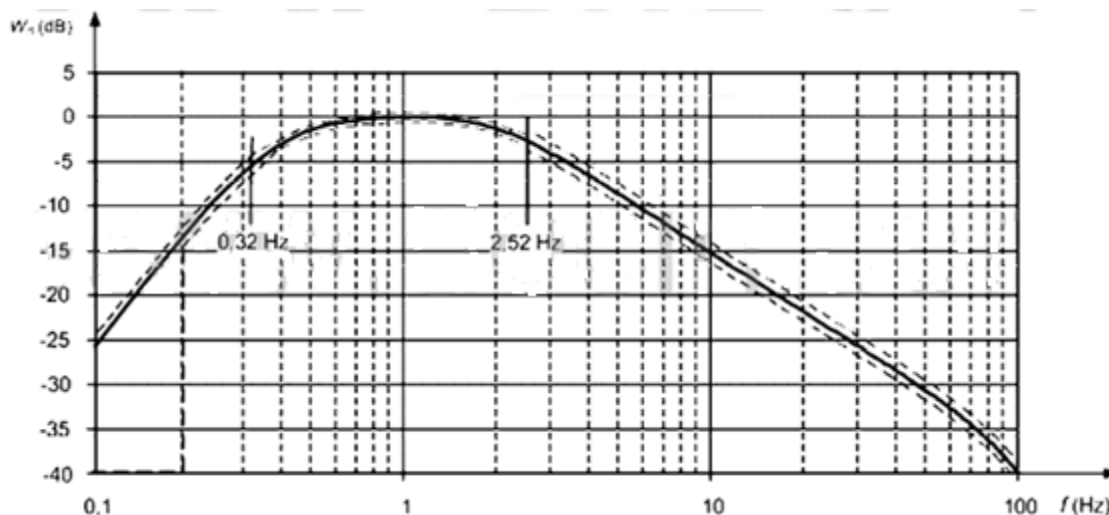
Biên độ của các hàm trọng số W_b , W_c , W_d và W_p , và các dung sai được đưa ra trong Hình C.5 đến Hình C.8.



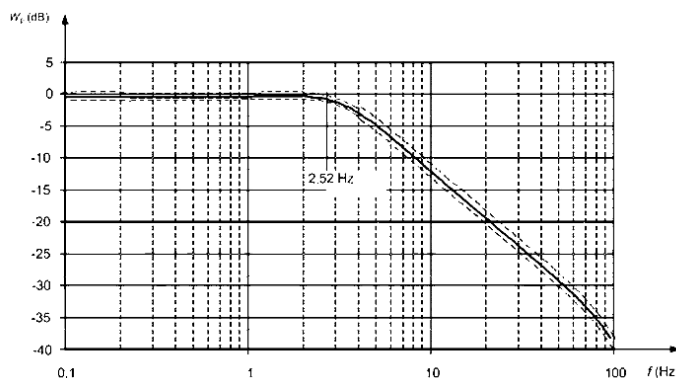
Hình C.5 – Biên độ của đường cong trọng số W_b của rung động thẳng đứng dọc theo trục z trên sàn xe và vải bọc ghế



Hình C.6 – Biên độ của W_c trọng số tần số của rung động ngang dọc theo trục x, đối với lưng ghế



Hình C.7 – Biên độ của W_d trọng số tần số của rung động ngang dọc theo trục x hoặc y trên sàn xe, hoặc dọc theo trục y trên vải bọc ghế



Hình C.8 – Biên độ W_p trọng số tần số đối với gia tốc ngang của P_{CT} và P_{DE} , và vận tốc quay khi đánh giá P_{CT}

Phụ lục D

(Tham khảo)

Trình bày báo cáo thử

D.1 Tổng quan

Báo cáo thử nên bao gồm quy định kỹ thuật của thử nghiệm, các đặc tính kỹ thuật của phương tiện được thử, các đặc tính kỹ thuật của đường và bản mô tả chính xác các điều kiện thử thực tế, bao gồm tất cả các đo đạc cần thiết. Thông tin chi tiết được đưa ra trong các mục dưới đây. Hệ thống đo nên được báo cáo theo các yêu cầu của ISO 8002.

D.2 Mục đích thử

D.3 Người thực hiện thử

Người thực hiện thử nghiệm nên được ghi vào trong báo cáo; công ty và trường bộ phận thử nghiệm.

D.4 Tham chiếu

Nên tham chiếu tới:

- a) Quy định kỹ thuật thử;
- b) Tài liệu về hệ thống đo;
- c) Các tiêu chuẩn áp dụng.

D.5 Các điều kiện thử

D.5.1 Thông tin tổng quan

Nên đưa ra thông tin tổng quan dưới đây trong báo cáo thử

- a) Ngày, giờ;
- b) Vị trí (đường thử);
- c) Điều kiện thời tiết địa phương (các ray ướt/khô).

D.5.2 Phương tiện

Các đặc tính phương tiện sau đây nên được mô tả trong báo cáo thử:

- a) Phương tiện (phương tiện thành phần, toa xe khách, đầu máy v.v.);
- b) Số nhận dạng (nhà sản xuất, model, số serial của tất cả các phương tiện);
- c) Các trạng thái tải trọng (rỗng, tải trọng thông thường v.v.);

- d) Kiểu loại (khoang khách, khoang kín v.v.);
- e) Các chi tiết về kết cấu (thép, aluminium, loại hệ thống treo, loại giá chuyển hướng v.v.);
- f) Biên dạng bánh xe và độ côn tương đương, hoặc nếu không có sẵn thì là quãng đường chạy kể từ lần cuối tiện lại biên dạng;
- g) Các yếu tố liên quan khác (loại giá chuyển hướng, hệ thống treo và các đại lượng giảm va đập v.v.);
- h) Số vận hành của phương tiện.

D.5.3 Ghế ngồi (đối với Độ thoải mái trung bình theo phương pháp đầy đủ)

- a) Số nhận dạng (nhà sản xuất, kiểu loại v.v.);
- b) Kiểu loại (ghế cứng, ghế mềm, khoang kín v.v.);
- c) Hiệu chỉnh (độ nghiêng, độ cứng, giảm chấn v.v.).

D.5.4 Người ngồi (đối với Độ thoải mái trung bình theo phương pháp đầy đủ)

- Kích thước, cân nặng, tư thế.

D.5.5 Đường

Các đặc tính kỹ thuật về đường dưới đây nên được mô tả trong báo cáo thử nghiệm.

- a) Chiều dài và vị trí của khu vực thử nghiệm;
- b) Dạng hình học được thiết kế bằng bảng hoặc bản vẽ địa hình;
- c) Loại đường và mã nhận dạng loại đường: khổ đường danh nghĩa, loại tà vẹt, loại ray, độ nghiêng ray;
- d) Độ nhấp nhô của đường hoặc chất lượng đường;
- e) Vị trí và nhận dạng các đặc tính của đường (bao gồm các ghi, đường ngang v.v.).

Khuyến nghị báo cáo vị trí dọc của phương tiện theo từng Chu kỳ 5 s.

Xem mục D.8 đối với Độ thoải mái khi di chuyển theo đường cong.

D.5.6 Biểu đồ tốc độ

Biểu đồ tốc độ thử được lên kế hoạch và biểu đồ tốc độ được xác định nên được báo cáo cho từng thử.

D.5.7 Các cấu hình thử

Các cấu hình khác nhau trong quá trình thử (các kết hợp trạng thái thử) nên được xác định và báo cáo lại.

D.6 Đo lường và xử lý số liệu

D.6.1 Đo lường

Thông tin về kỹ thuật đo phải được ghi chép lại

- a) Các điểm đo (tên, ký hiệu, đơn vị, vị trí, bố trí, ảnh);
- b) Đầu đo (loại, vị trí, trục, ảnh);
- c) Thu tín hiệu (loại, bộ lọc)

Số nhận dạng của thiết bị được sử dụng cùng với thông tin kiểm tra hoạt động và hiệu chỉnh nên được lưu lại.

D.6.2 Xử lý

Các kỹ thuật xử lý nên được báo cáo lại:

- a) Quá trình xử lý được áp dụng (các chỉ số Độ thoải mái và các chỉ số khác);
- b) Phần mềm xử lý được sử dụng (tên, phiên bản...).

D.7 Báo cáo về Độ thoải mái trung bình và Độ thoải mái liên tục

D.7.1 Tổng quan

Tiêu chuẩn này khuyến nghị mô tả rung động bằng các phân tích phổ và các kết quả thống kê. Phân tích phổ có thể giúp cho việc giải thích sự ảnh hưởng của phương tiện và đường đối với Độ thoải mái.

D.7.2 Chuỗi thời gian

Nên đưa ra thông tin sau:

- a) Chuỗi thời gian của các giá trị rms C_{Cx} , C_{Cy} , C_{Cz} ;
- b) Thông tin liên quan khác, như biểu đồ tốc độ thực tế, gia tốc ngang không được bù trừ v.v.

Các ví dụ được đưa ra trong Hình D.1.

D.7.3 Các kết quả thống kê

Nên đưa ra các thông tin thống kê dưới đây, được tính toán trên cơ sở các giá trị rms:

- a) Hàm phân phối;
- b) Hàm tần số tích lũy;

c) Các thông số thống kê được đánh giá có thể được thể hiện (sai lệch trung bình, tiêu chuẩn, tối đa v.v.)

Số lượng và độ rộng của các cấp biểu đồ tần số hàm phân bố nên được báo cáo lại.

Các loại biểu đồ khác nhau của các giá trị rms đo được tính toán theo mỗi chu kỳ có thể được lập và bách phân vị thứ 95 có thể được xác định; các giá trị này cần thiết để tính toán chỉ số Độ thoải mái N_{MV} . Các ví dụ được đưa ra trong Hình D.2, trong đó bách phân vị thứ 50 và 95 được tính toán. Hình D.2 cũng bao gồm chuỗi thời gian đối với đơn vị thực tế 5 phút.

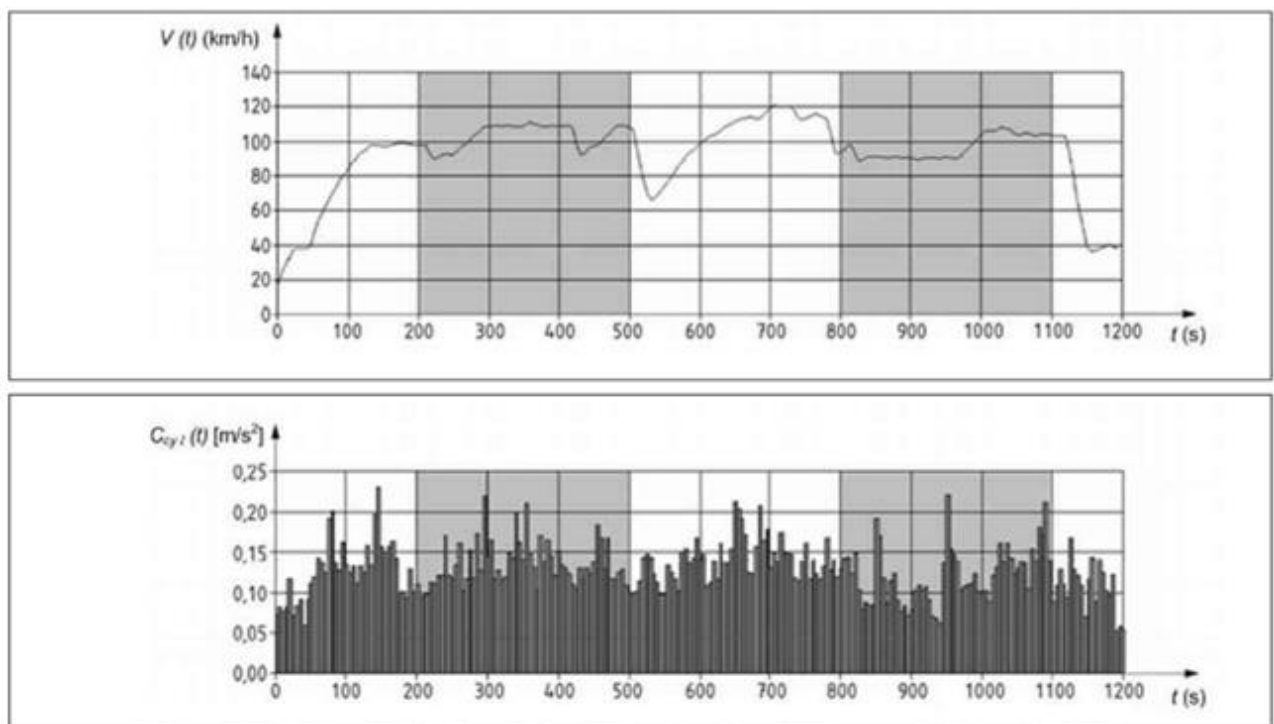
D.7.4 Đánh giá Độ thoải mái

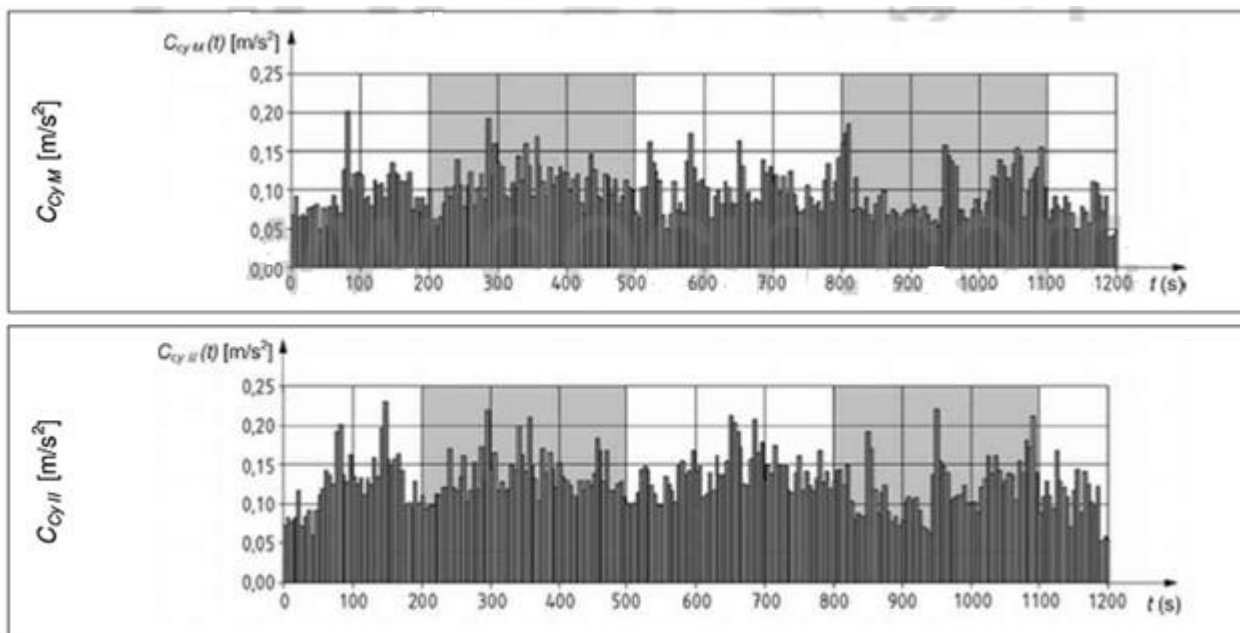
Các chỉ số Độ thoải mái thu được và mọi thông số có thể đưa ra thông tin hữu ích nên được ghi chép lại.

D.7.5 Phân tích phổ

Phổ trung bình đại diện của các rung động trên sàn xe trong khoảng thời gian đơn vị 5 phút nên được ghi lại trong báo cáo. Ví dụ về phổ rung động được thể hiện trong hình D.3, có tham chiếu tới các kết quả đo Độ thoải mái trung bình, trong đó các gia tốc dọc, ngang và đứng ở sàn xe được đưa ra như mật độ phổ nguồn, theo trọng số và không theo trọng số phù hợp với các đường cong đo của Phụ lục C.

D.7.6 Ví dụ về các biểu đồ





Hình D.1–Độ thoải mái liên tục–Tập hợp các khoảng thời gian 5 phút (các khoảng lựa chọn màu xám)

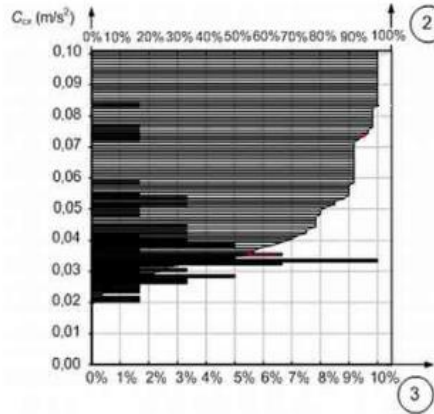
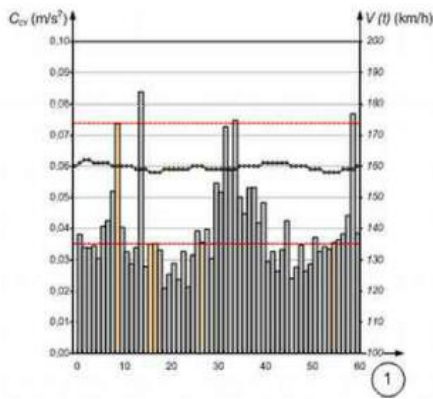
Độ thoải mái liên tục

Tần số phân bố và tích lũy

Dữ liệu

X

Giá trị trọng số rms gia tốc chu kỳ 5s (m/s^2)



Số lượng mẫu: 60

Giá trị tối thiểu: 0,021 m/s^2

Giá trị tối đa: 0,084 m/s^2

Sai lệch chuẩn: 0,014 m/s^2

Chiều rộng lớp: 0,001 m/s^2

Bách phân vị thứ 50: 0,035 m/s^2

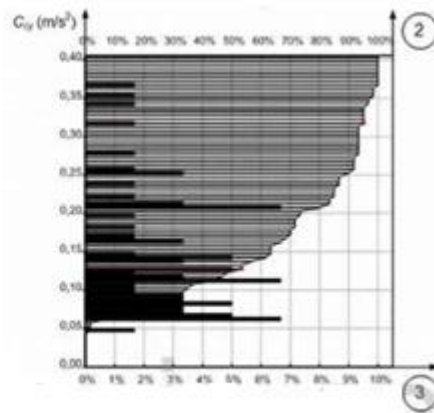
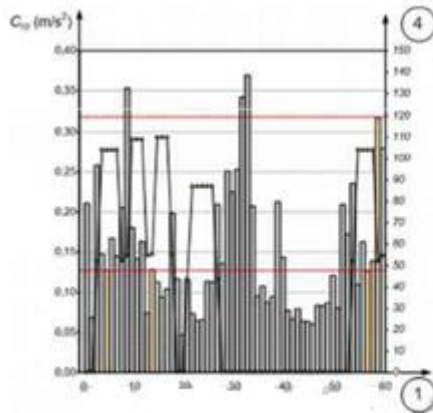
Bách phân vị thứ 95: 0,074 m/s^2

$N_{MVx} = 0,4$

$N_{MV} = 3,8$

Y

Giá trị trọng số rms gia tốc chu kỳ 5s (m/s^2)



Số lượng mẫu: 60

Giá trị tối thiểu: 0,047 m/s^2

Giá trị tối đa: 0,369 m/s^2

Sai lệch chuẩn: 0,079 m/s^2

Chiều rộng lớp: 0,005 m/s^2

Bách phân vị thứ 50: 0,127 m/s^2

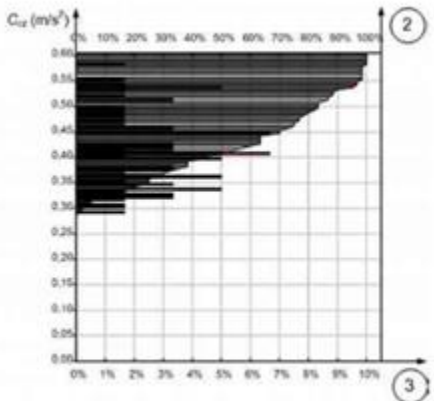
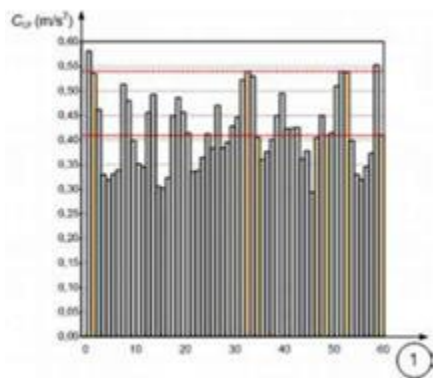
Bách phân vị thứ 95: 0,319 m/s^2

$N_{MVx} = 1,9$

$N_{MV} = 3,8$

Z

Giá trị trọng số rms gia tốc chu kỳ 5s (m/s^2)



Số lượng mẫu: 60

Giá trị tối thiểu: 0,294 m/s^2

Giá trị tối đa: 0,581 m/s^2

Sai lệch chuẩn: 0,073 m/s^2

Chiều rộng lớp: 0,005 m/s^2

Bách phân vị thứ 50: 0,410 m/s^2

Bách phân vị thứ 95: 0,540 m/s^2

$N_{MVx} = 3,2$

$N_{MV} = 3,8$

Trong đó

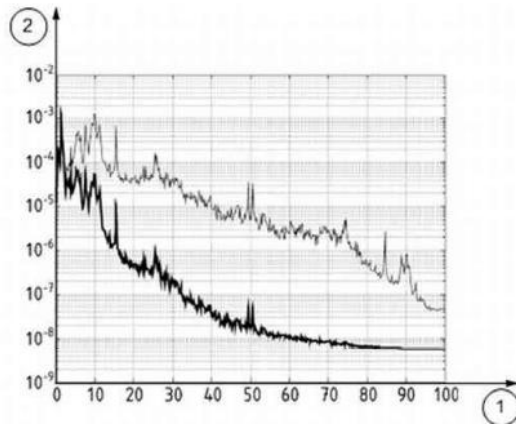
- 1 Số mẫu
- 2 Hàm tần số tích lũy
- 3 Biểu đồ hàm phân bố (% của tình huống)
- 4 Độ thiếu hụt siêu cao

Hình D.2 – Ví dụ về Độ thoải mái liên tục và phân bố thống kê trong khoảng thời gian 5 phút

Phương X

$$a_{XP} = 0,112 \text{ m/s}^2$$

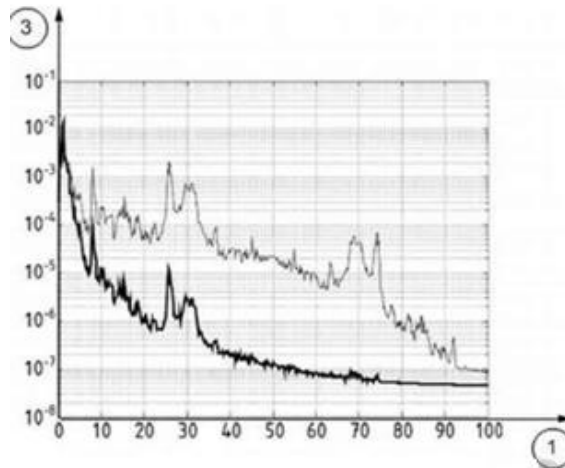
$$a_{XP}^{W_d} = 0,042 \text{ m/s}^2$$



Phương Y

$$a_{YP} = 0,213 \text{ m/s}^2$$

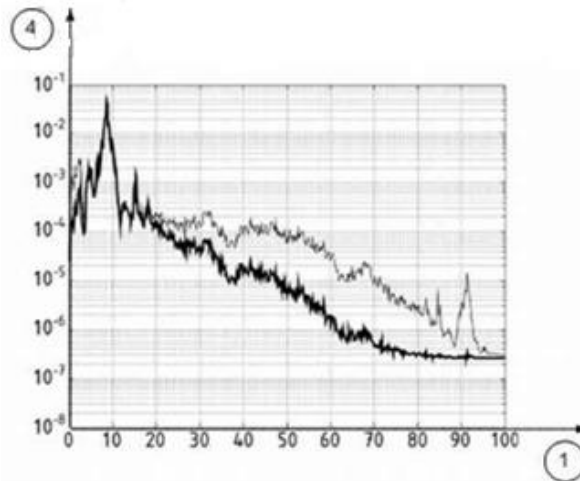
$$a_{YP}^{W_d} = 0,172 \text{ m/s}^2$$



Phương Z

$$a_{ZP} = 0,712 \text{ m/s}^2$$

$$a_{ZP}^{W_d} = 0,423 \text{ m/s}^2$$



Trong đó

- 1 Tần số f (Hz)
- 2 Mật độ phổ công suất của gia tốc dọc $((\text{m/s}^2)^2/\text{Hz})$
- 3 Mật độ phổ công suất của gia tốc ngang $((\text{m/s}^2)^2/\text{Hz})$
- 4 Mật độ phổ công suất của gia tốc đứng $((\text{m/s}^2)^2/\text{Hz})$

Hình D.3 – Ví dụ về mật độ phổ công suất đo (đường đậm) và không đo (đường mảnh) của gia tốc mặt sàn xe theo các phương x, y và z (Thời gian: 307,2 s/ tỷ lệ lấy mẫu: 400 Hz/FFT: 2048 điểm)

D.8 Báo cáo về Độ thoải mái trên đường cong

Thông tin sau được đưa ra theo từng di chuyển được phân tích:

- a) $|\ddot{y}_{1s}|_{\max}$;
- b) $|\ddot{y}_{1s}|_{\max}$;
- c) $|\dot{\phi}_{1s}|_{\max}$;
- d) P_{CT} đối với các hành khách ngồi;
- e) P_{CT} đối với các hành khách đứng;
- f) Các đặc tính hình học chi tiết: bán kính và độ cao (trên các đường cong tròn), chiều dài và dạng đường cong và / hoặc di chuyển có độ nghiêng;
- g) Tốc độ thử nghiệm theo kế hoạch và tốc độ thực tế.

Nên ghi lại trong báo cáo phương pháp để xác định các điểm tiếp xúc và các đường cong di chuyển liên quan theo mục 7.6.3.

Báo cáo phải trình bày rõ có đưa vào phân tích các di chuyển trên đường cong có biên độ gia tốc ngang tăng dần và trong khoảng thời gian ngắn hơn 2 s vào hay không. Báo cáo phải nêu rõ việc đánh giá gia tốc ngang được có tính thêm khoảng 1,6s sau khi đi vào đường cong tròn (xem 7.6.4).

D.9 Báo cáo về Độ thoải mái tức thời

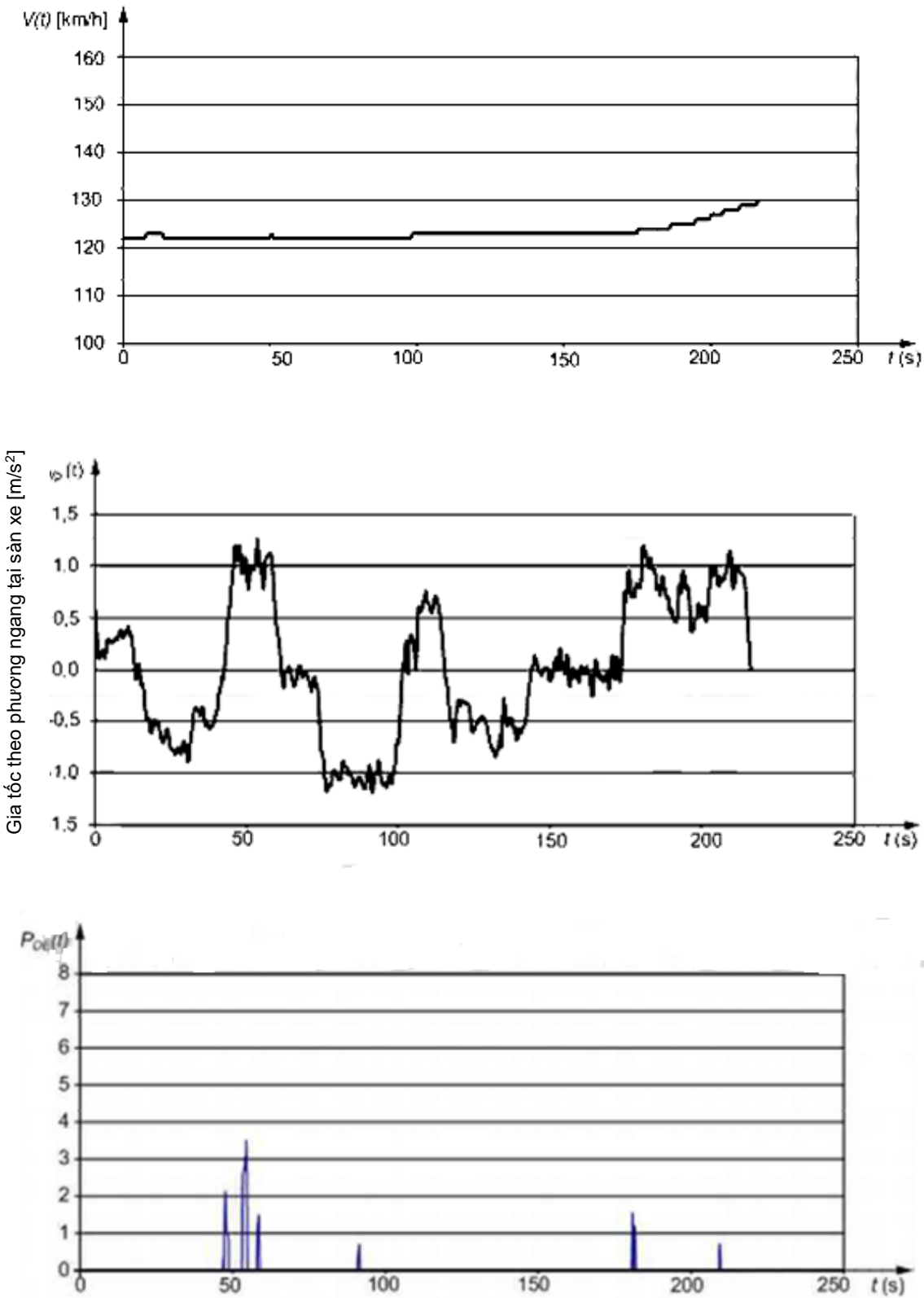
Tiêu chuẩn này khuyến nghị mô tả đặc tính các chuyển động trên các tình huống đặc biệt theo biểu đồ thời gian. Biểu đồ theo thời gian của các gia tốc ngang trung bình 2 giây và chỉ số Độ thoải mái P_{DE} nên được ghi lại trong báo cáo. Ví dụ về biểu đồ thời gian được thể hiện trong Hình D.4.

Nếu giá trị tối đa cục bộ P_{DE} được thể hiện trong bảng, khuyến nghị báo cáo các đại lượng sau cho từng tình huống:

- a) $|\ddot{y}_{2s}(t)|$;
- b) $|\ddot{y}_{pp}(t)|$;
- c) P_{CT} đối với các hành khách ngồi;
- d) P_{CT} đối với các hành khách đứng;
- e) Vị trí của tình huống đặc biệt;
- f) Tốc độ thử nghiệm theo kế hoạch và tốc độ thực tế.

CHÚ THÍCH: Khi di chuyển trên đường cong với gia tốc ngang lớn, gia tốc ngang trung bình $|\ddot{y}_{2s}(t)|$ có thể tạo ra P_{DE} lớn hơn 0, kể cả khi các dao động ngang là nhỏ. Chấn động ngang cũng sẽ tạo ra gia tốc ngang

đỉnh đối đỉnh trong khung thời gian 2 giây, $\ddot{y}_{pp}(t)$, từ đó tạo ra P_{DE} có giá trị lớn hơn 0. Trong trường hợp này, giá trị tương ứng P_{CT} sẽ lớn hơn và nên được xem xét giá trị tốt nhất của hàm phân bố Độ thoải mái. Các tình huống xuất hiện này nên được chú ý trong báo cáo thử nghiệm



Hình D.4 – Ví dụ về biểu đồ thời gian đánh giá P_{DE}

Phụ lục E

(Quy định áp dụng)

Đánh giá Độ thoải mái phương tiện theo phương pháp tiêu chuẩn

E.1 Tổng quan

Để đánh giá Độ thoải mái vận hành của phương tiện, phụ lục này xác định các yêu cầu và các thay đổi có thể chấp nhận được đối với Độ thoải mái trung bình theo phương pháp tiêu chuẩn.

Việc đánh giá Độ thoải mái vận hành của phương tiện là quá trình xác định sự ảnh hưởng của phương tiện đối với Độ thoải mái được trải nghiệm theo các mức độ rung động gây ra. Các phương pháp để đánh giá Độ thoải mái trung bình được xác định trong tiêu chuẩn này tập trung vào các mức độ gia tốc lớn nhất, do các thử nghiệm trực tiếp cho thấy các gia tốc này gây ra mức Độ thoải mái trải nghiệm. Các giá trị gia tốc có liên quan chặt chẽ đến các đặc tính của đường và chất lượng đường, nghĩa là chỉ một ít sự phân bố cục bộ, như đi qua ghi hoặc đường ngang mới có thể tạo ra chỉ số Độ thoải mái lớn hơn.

E.2 Dạng hình học của đường

Để xác định tốt hơn sự ảnh hưởng của phương tiện vào Độ thoải mái trung bình, phải ghi lại trong báo cáo sự mô tả có thể chi tiết nhất về dạng hình học của đường

Không tồn tại quy trình được hiệu chỉnh đồng nhất để xác định dạng hình học của đường, do các doanh nghiệp đường sắt khác nhau có các quy trình khác nhau và các phương tiện đo đạc trên đường khác nhau.

Một phương pháp được đưa ra trong EN 14363. Tuy nhiên, để đánh giá Độ thoải mái, phương pháp này có một số nhược điểm đáng chú ý:

- a) Chiều dài bước sóng dài hơn sẽ không được xem xét. Các mô tả tiêu chuẩn về chiều dài bước sóng dài hơn nên được tính tới ở các tốc độ vượt quá 200 km/h trên đường, nhưng vẫn chưa xác định các chiều dài bước sóng hoặc các giá trị giới hạn. Chú ý rằng các chiều dài bước sóng dài hơn có thể ảnh hưởng tới Độ thoải mái vận hành ở tốc độ nhỏ hơn 200 km/h;
- b) Độ xoắn vặn của đường, khổ đường và độ lồi lõm không phải là dạng hình học của đường;
- c) Không xem xét đến thiết kế đường không đồng nhất (như cầu, ghi, đường ngang).

E.3 Các điều kiện thử

E.3.1 Lựa chọn Đoạn thử và Thời gian thử

Đoạn thử phải được lựa chọn sao cho tính đến các điều kiện vận hành đặc trưng của phương tiện được thử, ví dụ: đường tốc độ cao, đường tốc độ thông thường, có đường cong bán kính nhỏ. Phải lựa chọn các Đoạn thử sao cho chất lượng đường tương ứng với chất lượng được quy định để đạt tốc độ được yêu cầu.

TCVN 11806:2017

Trong Đoạn thử, các khoảng Thời gian thử 5 phút có thể được xác định sao cho không có bất kỳ tình huống không đặc trưng nào (bố trí đo, đi qua các đường ngang, cầu v.v.).

Các đặc tính kỹ thuật khác của đường phải tương ứng với loại đường và đặc điểm nhận dạng của loại đường được phân cấp; khổ đường danh nghĩa, loại tà vẹt, loại ray và độ nghiêng ray.

Các đặc tính kỹ thuật của đường trong khoảng Thời gian thử phải được quy định trong báo cáo thử nghiệm để nhằm mục đích đánh giá Độ thoải mái vận hành của phương tiện.

E.3.2 Tốc độ thử

Độ thoải mái phải được đánh giá ở các tốc độ vận hành khác nhau thực sự xuất hiện hoặc được dự đoán trước trong khai thác và đặc biệt ở tốc độ cho phép đổi đa của phương tiện.

Tốc độ thử phải được duy trì không đổi trong khoảng thử nghiệm 5 phút.

E.3.3 Dạng tiếp xúc giữa bánh xe – ray

Tính năng hoạt động của phương tiện bị ảnh hưởng bởi dạng tiếp xúc giữa bánh xe – ray. Đối với các ứng dụng cần đến sự đánh giá ảnh hưởng riêng biệt tới phương tiện, phải xác định các thông số tiếp xúc bánh xe – ray.

Để xác định các giá trị số học của độ côn tương đương, biên dạng bánh xe thực tế của phương tiện thử được kết hợp cùng với biên dạng ray lý thuyết được sử dụng trong Thời gian thử (bao gồm độ nghiêng và khổ đường).

Để làm rõ hơn các kết quả, có thể xác định độ côn tương đương, tính đến các biên dạng ray thực tế của khoảng thử nghiệm có các giá trị độ côn cao và côn thấp.

Dài giá trị độ côn ở các đường thẳng và đường cong được đề xuất trong EN 14363.

E.3.4 Trạng thái của phương tiện

Trạng thái của phương tiện phải được quy định trước thử nghiệm, tính tới các yếu tố cụ thể có thể ảnh hưởng đến Độ thoải mái của hành khách, như thiết bị được lắp lên phương tiện, độ không đồng đều của bánh xe v.v. Các yếu tố này cũng bao gồm các dữ liệu chính được tham chiếu tới các đặc tính cơ giới, thủy lực, điện và điện tử của hệ thống nghiêng xe (nếu có).

Danh sách các đặc tính kỹ thuật được lên kế hoạch thẩm tra phải được quy định trước khi tiến hành thử.

Phương tiện thử phải ở trạng thái vận hành bình thường. Về tải trọng, phương tiện phải được thử trong trạng thái rỗng. Cũng có thể thử với các trạng thái tải trọng khác.

Đối với phương tiện đa thành phần, hoặc được ghép hoặc không, quy định kỹ thuật của thử nghiệm phải mô phỏng loại phương tiện và vị trí của nó trong phương tiện được sử dụng để đo lường Độ thoải mái (ví dụ: phương tiện đầu và cuối chở khách, phương tiện quan trọng nhất tiềm ẩn rủi ro, phương tiện đặc trưng v.v.)

E.4 Các thay đổi có thể chấp nhận được của phương pháp đánh giá Độ thoải mái trung bình

Để nhằm đánh giá phương tiện về Độ thoải mái, có thể thực hiện các thay đổi dưới đây đối với Độ thoải mái trung bình theo phương pháp tiêu chuẩn:

a) Vị trí của gia tốc kế có thể ở trên cối chuyển thay vì ở đầu khoang hành khách;

Nếu phương tiện được đánh giá theo các chỉ số Độ thoải mái tức thời, thì cũng có thể thực hiện các thay đổi sau:

b) Các giá trị gia tốc quân phương rms có thể được tính toán trên các khu đoạn đường được mô tả như trong EN 14363 (bố trí đường được chỉ định và chiều dài), thay vì các chu kỳ 5 giây;

c) Có thể lấy các mẫu từ các đo đạc không liên tục, ví dụ: nhóm các mẫu theo khoảng thử nghiệm như mô tả trong EN 14363 (đường thẳng, các đường cong có bán kính lớn, đường cong bán kính nhỏ, đường cong có bán kính rất nhỏ).

E.5 Báo cáo thử

Báo cáo thử nghiệm phải nêu chi tiết đầy đủ sao cho việc thực hiện thử nghiệm Độ thoải mái là hoàn chỉnh và có thể xác định các tình huống xuất hiện đặc biệt. Do mục đích của thử nghiệm là để đánh giá phương tiện về mặt Độ thoải mái, việc phân tách (càng rõ ràng càng tốt) sự ảnh hưởng của phương tiện đến Độ thoải mái với các yếu tố khác (như đường và các điều kiện vận hành) là rất quan trọng. Do đó, khuyến nghị báo cáo thử nghiệm tuân theo các hướng dẫn trong Phụ lục D.

Chú ý rằng các đặc tính kỹ thuật của đường và dạng tiếp xúc bánh xe – ray là yếu tố đặc biệt quan trọng để đánh giá phương tiện về mặt Độ thoải mái.

Mọi thay đổi theo mục E.4 đều phải ghi lại trong báo cáo và phải có lý do rõ ràng.

Phụ lục F

(Tham khảo)

Hướng dẫn áp dụng thử trực tiếp

Các thử nghiệm trực tiếp về phản ứng thực tế của hành khách có giá trị trong các tình huống cụ thể nhưng độ thay đổi của các kết quả từ một tập hợp các thử nghiệm đến tập hợp khác sẽ yêu cầu sự nhận thức rõ ràng về những gì có thể và không thể làm được bằng phương pháp này.

Các khó khăn chính liên quan đến việc thử nghiệm trực tiếp là các cá nhân khác nhau sẽ có sự mong đợi khác nhau về sự vận hành thoải mái, và các cá nhân bị tác động chắc chắn bởi các yếu tố khác của môi trường (nhiệt độ, độ ẩm, ngoại cảnh, các trạng trí nội thất...) cũng như theo sự vận hành của phương tiện và trong tình huống cùng cá nhân có thể cảm nhận không thống nhất theo ngày và theo phương tiện.

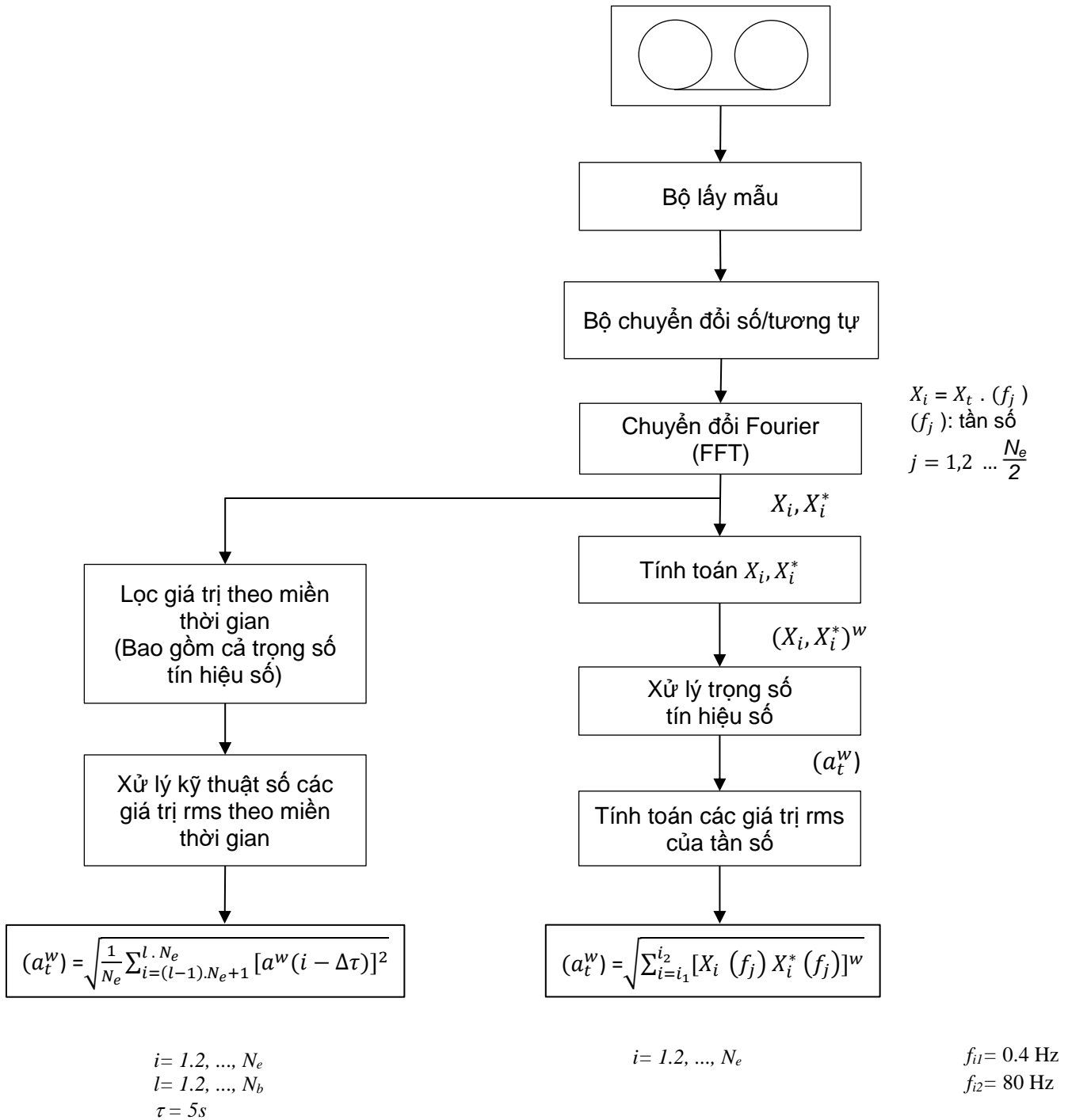
Ngoài việc chú ý các ý kiến ở trên, có thể sử dụng các thử nghiệm trực tiếp để so sánh 2 phương tiện khác nhau trên cùng đoàn tàu, miễn là sử dụng cùng các cá nhân phù hợp (tối thiểu 10 người trên mỗi phương tiện) và số lượng phù hợp các khoảng thử nghiệm được sử dụng (ít nhất 4 khoảng thử nghiệm 5 phút). Các nhóm hành khách do đó phải được hoán đổi giữa các phương tiện và các thử nghiệm được lặp lại với cùng số lượng giống nhau và dải khoảng thử nghiệm. Việc này sẽ đảm bảo 2 mẫu đối tượng sẽ có cùng phản ứng giống nhau. Nếu 2 phương tiện đang được so sánh có lắp đặt nội thất hoặc thiết bị khác nhau, việc này có thể ảnh hưởng tới phản ứng của hành khách. Đôi khi, phản ứng này có thể được sử dụng để tạo thuận lợi trong thử nghiệm phản ứng của hành khách đối với môi trường tổng thể nhưng việc này nằm ngoài phạm vi của “Độ thoải mái” đơn thuần.

Các thử nghiệm trực tiếp có thể hữu ích trong việc đánh giá sự mong đợi của hành khách ở các loại môi trường khác nhau. Ví dụ: sự vận hành được mong chờ của phương tiện nội đô sẽ khác với sự vận hành được mong chờ ở phương tiện ngoại ô và có thể đo đạc sự khác nhau từ các thử nghiệm trực tiếp.

Phụ lục G

(Tham khảo)

Sơ đồ dòng chảy tính toán tích phân số



Phụ lục H

(Tham khảo)

Xác định các đại lượng

Bảng H.1 – Xác định các đại lượng của Độ thoải mái trung bình

Cảm biến	Vị trí	Đại lượng đánh giá	Loại Đường cong trọng số	Xử lý thống kê theo Đoạn thử			Xử lý thống kê theo Thời gian thử		Độ thoải mái trung bình			
				Chu kỳ lấy mẫu	Giá trị thống kê	Đại lượng trung gian trong Độ thoải mái liên tục	Nhóm dữ liệu		Phương pháp tiêu chuẩn	Phương pháp đầy đủ		
							Số chu kỳ lấy mẫu	Bách phân vị sử dụng		N_{MV}^c	N_{VA}^d	N_{VD}^e
Gia tốc (m/s ²)	Sàn xe Phương dọc	\ddot{x}	W_d	5 s	Giá trị rms	$C_{Cx}(t) = a_{XP}^{W_d}(t)$	60 (Các khoảng 5 s)	$F_0 = 50 \%$ $F_1 = 95 \%$	$a_{XP95}^{W_d}$	-	$a_{XP50}^{W_d}$	-
	Ghế ngồi Tựa lưng		W_d			-			-	$a_{XD95}^{W_c}$		$a_{YP95}^{W_d}$
	Sàn xe Phương ngang	\ddot{y}	W_d			$C_{Cy}(t) = a_{YP}^{W_d}(t)$			$a_{YP95}^{W_d}$	-	$a_{YP50}^{W_d}$	-
	Ghế ngồi Phương dọc		W_d			-			-	$a_{YA95}^{W_d}$	-	-
	Sàn xe Phương đứng	\ddot{z}	W_d			$C_{Cz}(t) = a_{ZP}^{W_b}(t)$			$a_{ZP95}^{W_b}$	$a_{ZP95}^{W_b}$	$a_{ZP50}^{W_b}$	-
	Ghế ngồi Phương đứng		W_d			-			-	$a_{ZA95}^{W_b}$	-	-

^a Các điểm đo ở giữa thân phương tiện và 2 đầu của khoang hành khách

^b Các đường cong đo theo Phụ lục C

$$N_{MV} = 6 \cdot \sqrt{(a_{XP95}^{W_d})^2 + (a_{YP95}^{W_d})^2 + (a_{ZP95}^{W_d})^2}, \text{ và khi đánh giá theo 1 phương: } N_{MVx} = 6 \cdot a_{XP95}^{W_d}, N_{MVy} = 6 \cdot a_{YP95}^{W_d}, N_{MVz} = 6 \cdot a_{ZP95}^{W_d}$$

$$N_{VA} = 4 \cdot (a_{ZP95}^{W_b}) + 2 \cdot \sqrt{(a_{YA95}^{W_b})^2 + (a_{ZA95}^{W_b})^2} + 4 \cdot (a_{XD95}^{W_c})$$

$$N_{VD} = 3 \cdot \sqrt{16 \cdot (a_{XP50}^{W_d})^2 + 4 \cdot (a_{YP50}^{W_d})^2 + (a_{ZP50}^{W_b})^2} + 5 \cdot (a_{YP95}^{W_d})$$

Bảng H.2 – Xác định các đại lượng Độ thoải mái khi đi qua đường cong và Độ thoải mái tức thời

Cảm biến	Vị trí	Đại lượng đánh giá ^a	Loại Đường cong đo ^b	Xử lý thống kê theo Đoạn thử			Xử lý thống kê theo Thời gian thử	Độ thoải mái hành khách	
				Thang trung bình hóa ^c	Giá trị tuyệt đối	Giá trị thống kê	Nhóm dữ liệu ^e	Trên đường cong	Tức thời
								P _{CT} ^f	P _{DE} ^g
Vận tốc lăn	Sàn xe	$\dot{\phi}$	W _p	1s	Có	Lớn nhất	Bắt đầu đến khi kết thúc di chuyển	$ \dot{\phi}_{1s} _{\max}$	- $a_{XP50}^{W_d}$ -
				1s	Có	Lớn nhất	Bắt đầu đến khi kết thúc di chuyển cộng thêm 1,6 s	$ \ddot{y}_{1s} _{\max}$	-
Gia tốc	Sàn xe Phương ngang	\ddot{y}		2 s	Có	Trung bình	Chạy vận hành	$a_{YP95}^{W_d}$	$ \ddot{y}_{2s}(t) $
					Không	Đỉnh đối đỉnh	Chạy vận hành		$ \ddot{y}_{pp}(t) $
Chấn động	Sàn xe Phương ngang	\ddot{y}		d	Có	Lớn nhất	1 s trước khi kết thúc di chuyển	$ \ddot{y}_{1s} _{\max}$	

^a Các điểm đo ở giữa thân phương tiện và 2 đầu của khoang hành khách

^b Các đường cong đo theo Phụ lục C

^c Các cửa sổ trượt trung bình hóa có bước nhảy chu kỳ lớn nhất 0,1 s

^d Chấn động ngang được tính toán bằng sai lệch trong khoảng thời gian 1 s của gia tốc ngang được trung bình hóa trong 1 s

^e Xem hình 3 đến hình 5 để đánh giá P_{CT} và hình 6 để đánh giá P_{DE}

^f $P_{CT} = 100 \cdot \left\{ \max \left[(A \cdot |\ddot{y}_{1s}|_{\max} + B \cdot |\ddot{y}_{1s}|_{\max} - C); 0 \right] + (D \cdot |\dot{\phi}_{1s}|_{\max})^E \right\}$ là hằng số đối với hành khách ở cả vị trí đứng và ngồi theo Bảng 6.

$P_{DE}(t) = 100 \cdot \max \left[a \cdot \ddot{y}_{pp}(t) + b \cdot |\ddot{y}_{2s}(t)| - c; 0 \right]$ là hằng số đối với hành khách ở cả vị trí đứng và ngồi theo Bảng 7.