TCVN **TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

TCVN 10187-4:2013
IEC/TR 62131-4:2011

Xuất bản lần 1

ĐIỀU KIỆN MÔI TRƯỜNG – RUNG VÀ XÓC CỦA THIẾT BỊ KỸ THUẬT ĐIỆN – PHẦN 4: THIẾT BỊ ĐƯỢC VẬN CHUYỂN BẰNG PHƯƠNG TIỆN ĐƯỜNG BỘ

Environmental conditions – Vibration and shock of electrotechnical equipment – Part 4: Equipment transported in road vehicles

HÀ NỘI – 2013

Mục lục

		Trang
Lời nói đầu		4
1	Phạm vi áp dụng	5
2	Tài liệu viện dẫn	5
3	Nguồn dữ liệu và chất lượng	6
4	So sánh nguồn dữ liệu nội bộ	13
5	So sánh các nguồn dữ liệu	16
6	Các mức khắc nghiệt thử nghiệm đã xác định	18
7	Mô tả môi trường	19
8	So sánh với IEC 60721 và IEC 60068	22
9	Khuyến cáo	28
Thư mục tài liệu tham khảo		70

Lời nói đầu

TCVN 10187-4:2013 hoàn toàn tương đương với IEC/TR 62131-4:2011

TCVN 10187-4:2013 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E3 *Thiết bị điện tử dân dụng* biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Điều kiện môi trường – Rung và xóc của thiết bị kỹ thuật điện Phần 4: Thiết bị được vận chuyển bằng phương tiện đường bộ

Environmental conditions – Vibration and shock of electrotechnical equipment – Part 4: Equipment transported in road vehicles

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này xem xét các dữ liệu động có sẵn liên quan đến thiết bị kỹ thuật điện được vận chuyển bằng các phương tiện đường bộ. Mục đích là toàn bộ dữ liệu có sẵn về mô tả môi trường và so sánh với mô tả môi trường được nêu trong IEC 60712 [25][1].

Tính nhất quán của từng môi trường trong số các nguồn đã được xác định chất lượng dữ liệu và đã được kiểm tra. Quá trình được sử dụng để thực hiện việc kiểm tra chất lượng dữ liệu này và quá trình được sử dụng tiến hành rà soát dùng để phân loại về bản chất các nguồn dữ liệu khác nhau thì không nêu trong IEC/TR 62131-1.

Tiêu chuẩn này trước tiên xử lý các dữ liệu lấy từ một số các nguồn khác nhau có độ tin cậy hợp lý về chất lượng và tính hiệu lực. Tiêu chuẩn giới thiệu các dữ liệu mà chất lượng và tính hiệu lực không thể kiểm tra được. Các dữ liệu này được đưa vào để tạo điều kiện dễ dàng cho việc xác nhận thông tin từ các nguồn khác. Tiêu chuẩn nêu rõ ràng khi sử dụng thông tin thuộc loại không dễ dàng kiểm để soát xét.

Tiêu chuẩn này xử lý các dữ liệu từ một số công trình thu thập dữ liệu. Số lượng và chất lượng dữ liệu trong các công trình này thay đổi đáng kể giống như phạm vi các điều kiện đường đi (và tuyến thử nghiệm). Đại đa số điều kiện đường đi là lấy ở Tây Âu. Tin chắc rằng một trong các nguồn dữ liệu đã xem xét được sử dụng để thiết lập các mức khắc nghiệt của bộ tiêu chuẩn IEC 60721. Tuy nhiên, rà soát dữ liệu đó cho thấy có một số các phương tiện đã quá cũ.

Tương đối ít dữ liệu rà soát được cung cấp dưới dạng điện tử. Để so sánh trong đánh giá này, một số lượng dữ liệu (không phải điện tử) gốc đã được số hóa bằng tay.

2 Tài liệu viện dẫn

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

[1] Các số trong ngoặc vuông xem thư mục tài liệu tham khảo.

TCVN 7921-3-2:2008 (IEC 60721-3-2:1997), *Phân loại điều kiện môi trường– Phần 3-2: Phân loại theo nhóm các tham số môi trường và độ khắc nghiệt – Vận chuyển.*

3 Nguồn dữ liệu và chất lượng

3.1 Đường SRETS và các phép đo tuyến thử nghiệm

Giảm nguồn công trình bằng cách nghiên cứu các quy trình thử nghiệm châu Âu (SRETS) ([1]), được tài trợ một phần bởi liên hiệp châu Âu EU, là một dự án liên danh hợp tác của 10 cơ quan và công ty châu Âu. Mục đích của nghiên cứu là thiết lập các mức khắc nghiệt thử nghiệm rung và xóc mới đối với thiết bị được vận chuyển bằng đường bộ. Các mức khắc nghiệt thử nghiệm này là để dùng cho quy trình thử nghiệm CEN và ISO mới dùng cho thiết bị được đóng gói. Công trình nghiên cứu ba năm đã hoàn tất trong năm 1999 và báo cáo sau cùng (xem [1]) đã được EU công bố.

Giai đoạn đo rung và xóc của công việc tập trung vào hai công trình riêng rẽ (xem Bảng 1).

Công trình thứ nhất, thực hiện ở vương quốc Anh, nhằm thiết lập rung và xóc trải nghiệm bởi các hàng hóa điển hình trong các điều kiện đường bộ thự c tế. Với mục đích này, các phép đo được thực hiện mà người lái không hề biết tại giao diện giữa tải trọng và phương tiện trong khi vận tải vẫn các hàng hóa đó qua (550 km) các tuyến tương tự trên 19 trường hợp khác nhau, sử dụng các phương tiện khác nhau của cùng một loại (của HVG khớp nối 38 tấn). Các phương tiện (các xe tải thương mại) và người điều khiển đã được cấp, người điều khiển là hoàn toàn không biết về công trình đó.

Ngược lại, trong công trình thứ hai, các phép đo thực hiện trong điều kiện người điều khiển biết đầy đủ, sử dụng hai phương tiện cụ thể trên các tuyến thử nghiệm ở Đức được kiểm soát, sử dụng những người điều khiển tuyến thử nghiệm chuyên nghiệp. Công trình thứ hai này nhằm mục đích so sánh các phương tiện, xe rơ moóc, tải trọng và mặt đường. Bộ các phép đo thứ hai áp dụng hai xe tải khác nhau trong ba cấu hình (một có rơ moóc) ở các tốc độ khác nhau trên các bề mặt đường khác nhau. Tóm tắt thông tin về các phương tiện và xe moóc khác nhau được thể hiện trong Bảng 2. Các vị trí phép đo sử dụng cho ba phương tiện được chỉ trên Hình 1.

Cả hai công trình đo đều sử dụng các bộ ghi kỹ thuật số bán dẫn. Trong khi công trình thứ hai tạo điều kiện dễ dàng cho việc sử dụng ghi liên tục, khoảng thời gian dài của công trình thứ nhất đòi hỏi sử dụng ghi gián đoạn. Ghi gián đoạn được chế độ "kích hoạt tín hiệu" (lưu 500 block 2048 điểm chứa các phép đo biên độ lớn nhất) và chế độ "kích hoạt thời gian" (lưu một block 2048 điểm mỗi 3 min). Tốc độ lấy mẫu bộ ghi là 5500 sps với một bộ lọc butterworth thông thấp chỉnh ở 1000 Hz. Mỗi block dữ liệu bao gồm 2048 điểm dữ liệu và thể hiện khoảng thời gian sự kiện 0,372 s.

Các phép đo đầu tiên áp dụng một bộ chuyển đổi ba trục đơn đặt ở đáy của khay rượu uytky đã đóng chai, đóng thùng. Phương tiện được chất tải tới dung lượng đầy đủ với 16 khay giống nhau. Các khay không được xếp chồng (chỉ độ cao một khay) trọng tải này lấp đầy thể tích của phương tiện cỡ khoảng 90 % dung lượng khối lượng tối đa. Sử dụng các phép đo thực hiện mà người điều khiển phương tiện không hề biết có lợi thế là có khả năng phản ảnh các điều kiện thực tế. Tuy nhiên nó cũng có nhược

điểm là giá trị của dữ liệu khó xác nhận. Báo cáo SRETS giải quyết cụ thể khía cạnh này bằng cách so sánh dữ liệu với chính nó (sử dụng 19 chuyến riêng rẽ) và với công việc đường thử nghiệm bằng cách sử dụng một số kỹ thuật như so sánh trung bình nhóm và sử dụng "phân tích sai lệch".

Nghiên cứu SRETS sử dụng nhiều qui trình phân tích dữ liệu khác nhau bao gồm mật độ phổ công suất (PSD), mật độ xác suất biên độ (APD) và phổ hư hỏng do mỏi (FDS). Tổng cộng, ba phương pháp khác nhau thiết lập các mức khắc nghiệt thử nghiệm rung và xóc đã được sử dụng. Các trình tự thử nghiệm kết quả được xác nhận bằng việc sử dụng chúng để thử nghiệm bốn sản phẩm khác nhau và so sánh hư hại gây ra với các hư hại gặp phải trong thế giới thực. Công trình này chứng minh rằng các thử nghiệm gây ra hư hỏng giống như xảy ra trong thực tế ở tốc độ hơi tăng tốc. Tuy nhiên, tỷ lệ hư hỏng xem ra có tính đại diện hơn so với một số thử nghiệm hiện có. Nghiên cứu SRETS cũng đã đề cập một số các giới hạn thử nghiệm thực tế và đề cập một số cơ chế thử nghiệm mới.

Các phép đo từ SRETS được lưu dạng kỹ thuật số; tuy nhiên, quyền sở hữu trí tuệ hạn chế mức độ dữ liệu này có thể được lưu hành. Thông tin tổng hợp được nêu trong tiêu chuẩn này từ Hình 2 đến Hình 17.

3.2 Các phép đo kiểu "vòng tròn" xe tải 10 tấn CEEES

Mặc dù dự án đo kiểu "vòng tròn" CEEES (xem [2]) không phải là một sự án đo lường nhưng nó chịu phân tích cùng một phép đo vận chuyển đường bộ thực tế theo một số các phương pháp khác nhau và bởi hàng loạt các cơ quan. Dữ liệu rung được dùng cho công việc của CEEES (Hình 18, Hình 19 và Hình 20) là một số phép đo rung được ghi lại liên tục trong 55 min. Các dữ liệu này được cấp cho khoảng 20 cơ quan khác nhau ở châu Âu để phân tích. Các thành viên tham gia này thực hiện phân tích độc lập dữ liệu (Hình 21, Hình 22 và Hình 23).

Dữ liệu đã dùng trong các phép đo của dự án CEEES chỉ là một phần trong một dự án đo lớn hơn, do Đại học Cranfield đảm nhiệm, phần chính của nó bao gồm các phép đo rung được ghi liên tục (xem [3]) trên một hành trình từ vùng trung tâm vương quốc Anh đến trung tâm nước Đức (Hình 24 và Hình 25). Dự án có bao hàm 12 kênh đo (cộng vận tốc phương tiện) trên hai tải trọng và một phép đo ba trục đơn tại sàn hàng. Phương tiện sử dụng là xe 10 tấn, thuộc thiết kế vào đầu nhưng năm 1970, có thể chạy trên đường bộ và ngoài đường bộ (có thể vận hành 4 x 4). Dù là phương tiện quân sự xe được thiết kế dựa trên một khung xe thương mại và bao gồm các sửa đổi thương mại (tích hợp một tời thủy lực). Ngoài phép đo liên tục, một số phép đo được thực hiện trên các con đường xuống cấp và chướng ngại vật (Hình 26 và Hình 27) ở tốc độ tối đa mà người lái xe cho là an toàn. Các phép đo liên tục và đường đi đã xuống cấp cơ sở thông tin môi trường trong tiêu chuẩn quốc phòng 00-35 của vương quốc Anh Phần 5 (xem [17]) cũng như việc góp phần vào tài liệu STANAG 4370 của NATO.

Phân tích thực hiện trên dữ liệu đã đo ở dạng PSD hay APD, từng đoạn hành trình 1 h và kết hợp lại thành hành trình đầy đủ. Ngoài ra phân tích APD được thực hiện trong phép đo vận tốc phương tiện để thiết lập một dạng sử dụng thực tế. Mặc dù có một số lợi ích, ứng dụng bị giới hạn cho công việc này bởi vì giới hạn tốc độ trên của phương tiện này có phần nhỏ hơn so với của các phương tiện thương mại.

Các phép đo được ghi lại trên một thiết bị ghi analog cùng với thiết bị hiệu chuẩn. Dải tần số phép đo lên tới 500 Hz. Phân tích PSD được thực hiện với một độ phân giải tần số 1Hz và phân tích APD với độ phân giải biên độ 0,002 g. Trong cả hai trường hợp, khoảng thời gian phân tích thường là các phân đoạn 1h với phân tích kết hợp bao phủ một khoảng thời gian trên 7 h. Như một hệ quả của khoảng thời gian trên 7 h này, APD từ phép đo kết hợp có độ chính xác thống kê tốt đến tận các mức xác suất rất thấp.

3.3 Phép đo phương tiện khác nhau của Hoppe và Gerock

Công trình của Hoppe và Gerock được thực hiện vào những năm đầu của thập liên 1970 và dữ liệu kết quả được sao chép trong một số các văn bản (xem [4] và [5]). Những dữ liệu này là nền tảng cho các mức khắc nghiệt trong một số tiêu chuẩn quốc gia và, trong phạm vi có thể xác định, có thể là nền tảng ban đầu với mức khắc nghiệt ở TCVN 7921-3-2 được trình bày hết sức hạn chế, phạm vi của dữ liệu xóc là đủ để chứng minh việc đưa nó vào tài liệu này.

Công trình của Hoppe và Gerock bao gồm 9 phương tiện và xe moóc; được liệt kê chi tiết trong Bảng 3. Các phương tiện hầu hết có thiết kế hệ thống tấm giảm xóc, phản ánh khoảng độ tuổi của phương tiện từ những năm 1946 và 1970. Tất cả các đoạn thử nghiệm đều được thực hiện trên đường khô ráo trên một tuyến vòng tròn 25 km bao gồm

- 70 % bê tông và nhựa đường,
- 18 % các con đường đã hỏng hoặc sửa chữa,
- 10 % đường thô không trải nhựa,
- 2 % đá sỏi.

Ngoài ra, tuyến bao gồm bốn ngã tư. Tốc độ của phương tiện thay đổi từ 35 km/h đến 45 km/h trong giới hạn thành phố và lên tới 70 km/h trên các con đường có tầm nhìn rộng. Trên phần gồ ghề của tuyến đường, tốc độ được giảm xuống từ 10 km/h đến 20 km/h. Các đoạn thử nghiệm được thực hiện với các phương tiện mang tải với các cấp độ khác nhau.

Ít dữ liệu rung được đưa ra trong phân tích tham khảo, thông tin chỉ giới hạn ở một phổ điển hình (Hình 28) và một đường bao các phép đo (Hình 29) được phân chia thành xe tải bán rơ moóc/xe tải rơ moóc hai đầu. Tuy nhiên, phần tham khảo bao gồm một số dữ liệu xóc hữu ích được sao chép trong Bảng 4, Bảng 5 và Hình 30.

Các phép đo gia tốc theo ba trục được thực hiện bên trên trục phía sau, thẳng đứng ở trung tâm nền tải trọng, thẳng đứng ở phía cạnh nền phía sau và thẳng đứng ở phía trước mặt nền tải trung tâm. Tất cả sáu phép đo được ghi đồng thời và liên tiếp trên bộ ghi FM analog. Dải tần số bao phủ từ 1 Hz đến 1250 Hz. Toàn bộ phân tích PSD được thực hiện bằng cách sử dụng độ phân giải tần số 3 Hz và khoảng thời gian ghi 32 s. Xóc được phân loại thành 8 mức biên độ và 16 khoảng tăng thời gian.

3.4 Phép đo Millbrook trên xe Landrover Defender

Dự án đo năm 1998 này (xem [6]) được thực hiện tại tuyến thử nghiệm Millbrook ở vương quốc Anh bởi các kỹ sư thử nghiệm Millbrook cho công ty Hunting Engineering Ltd. Các phép đo được thực hiện như một phần của dự án thử nghiệm thiết bị truyền thông lắp đặt trong xe Landrover Defender model LR10 (SVIC34/C112) biển đăng ký CD 70 AA. Như có thể thấy qua biển đăng ký, đây là một phương tiện đăng ký biển xe quân sự nhưng chỉ có các chỉnh sửa bên ngoài từ phiên bản thương mại.

Cấu hình phép đo là bốn gia tốc kế ba trục và một máy đo vận tốc quang học để xác định vận tốc phương tiện. Tất cả các phép đo được ghi lại trên thiết bị ghi băng analog do Millbrook cung cấp sử dụng thiết bị đã được kiểm chuẩn đầy đủ và có chia vạch. Ba trong số các vị trí phép đo là ở giá thiết bị và trên sàn phía sau của khu vực chở hàng. Việc ghi được thực hiện trên các tuyến đường sau đây tại Millbrook:

Thử nghiệm 1: đường vòng khép kín tốc độ cao ở 48 km/h (30 mph) và khoảng thời gian ghi 130 s;

Thử nghiệm 2: thử nghiệm đường đi gồ ghề ở 16 km/h (10 mph) và khoảng thời gian ghi 46 s;

Thử nghiệm 3: lát đá cứng ở 40 km/h (25 mph) và khoảng thời gian ghi 266 s;

Thử nghiệm 4: đường đồi ở tốc độ bình thường và khoảng thời gian ghi 366 s;

Thử nghiệm 5: đường nhấp nhô ngẫu nhiên và khoảng thời gian ghi 56 s;

Thử nghiệm 6: đường uốn lượn rất xấu ở 16 km/h (10 mph) và khoảng thời gian ghi 30 s;

Thử nghiệm 7: đường trong thôn ở tốc độ bình thường và khoảng thời gian ghi 673 s.

Tất cả các kết quả được trình bày trong [6]. Toàn bộ phân tích được thực hiện sử dụng cùng một phần mềm phân tích biểu diễn dữ liệu từ mỗi kênh theo cách nhất quán. Là thiết yếu đối với mỗi kênh và đường đo, một biểu đồ gia tốc điển hình thể hiện cùng với một APD và PSD. Tốc độ mẫu là 1024 sps tạo ra độ phân giải tần số khoảng 0,5 Hz. Các khoảng thời gian ghi thay đổi tùy theo bề mặt tuyến đường và được chỉ ra trong danh mục nêu ở trên. Dữ liệu được tổng hợp ở đây theo các thay đổi về rung hiệu dụng với bề mặt đường trên Hình 31 và thay đổi biên độ xóc trên Hình 32. Phổ đối với trục đứng được biểu diễn trên Hình 33.

3.5 Các phép đo Millbrook trên xe transit van Ford

Dự án đo năm 1996 này (xem [7]) được thực hiện tại tuyến thử nghiệm Millbrook ở vương quốc anh bởi các kỹ sư thử nghiệm Millbrook thực hiện cho công ty Hunting Engineering Ltd. Các phép đo được thực hiện như một phần của dự án thử nghiệm thiết bị tuyến đường lắp đặt trong xe ký Ford Transit Van biển đăng ký mới M639 BTL. Tải trọng trục trước là 1248 kg, trên trục phía sau là 969 kg, tải trọng tổng là 2217 kg.

Cấu hình đo là 3 máy đo gia tốc theo ba trục, 3 máy đo gia tốc theo một trục và một bộ chuyển đổi tốc độ phương tiện. Tất cả các phép đo được ghi trên một thiết bị ghi băng analog do Millbrook cung cấp được kiểm chuẩn đầy đủ và có thể chia vạch. Hầu hết các vị trí đo là ở trên giá thiết bị nhưng hai phép

đo theo ba trục là ở trên khu vực chở hàng (một máy đặt ở phía trên trục phía sau và một máy đặt ở trung tâm khu vực hàng). Các phép ghi được thực hiện trên các tuyến đường dưới đây tại Millbrook:

a) Rung

đường vòng khép kín tốc độ cao ở 85 km/h và khoảng thời gian ghi 376 s;

thử nghiệm đường sỏi ở 48 km/h (30 mph) và khoảng thời gian ghi 157 s;

đường cấp B (kể cả giao lộ đường bộ) ở 64 km/h (40 mph) và khoảng thời gian ghi 192 s;

b) Xóc

ổ gà "A" và "B" ở 16 km/h (10 mph);

các đèn phản quang "mắt mèo" Millbrook ở 48 km/h (30 mph);

giao lộ với đường sắt ở 32 km/h (20 mph).

Phân tích được thực hiện cho mỗi kênh đo và bề mặt đo với một biểu đồ gia tốc điển hình được thể hiện cùng với một APD và PSD. Tốc độ mẫu là 1024 sps tạo ra một độ phân giải tần số khoảng 0,5 Hz. Các khoảng thời gian ghi thay đổi theo bề mặt đường và được chỉ ra danh mục nêu trên. Dữ liệu được tổng hợp ở đây theo các thang vẽ độ rung hiệu dụng với bề mặt đường trên Hình 34, về giá trị phổ đỉnh trên Hình 35 và thang đổi biên độ xóc trên Hình 36. Phổ đối với trục đứng được biểu diễn trên Hình 40.

3.6 Các phép đo Millbrook trên xe Renault Magnum

Dự án đo năm 1996 (xem [8]) này được thực hiện tại tuyến thử nghiệm Millbrook ở vương quốc anh bởi các kỹ sư thử nghiệm Millbrook thực hiện cho công ty Hunting Engineering Ltd. Các phép đo là một phần của dự án thử nghiệm thiết bị truyền thông tin lắp đặt bán rơ-mooc Renault AE 385ti Magum (mới) với một thùng rơ-mooc được trang bị như trung tâm điều lệnh và truyền thông. Tải trọng trên trục phía trước là 5 764 kg, trên trục phía sau là 8 985 kg, tải trọng tổng là 14 749 kg.

Cấu hình đo là một gia tốc kế 3 trục, 4 gia tốc kế hai trục, 2 gia tốc kế một trục và một bộ chuyển đổi tốc độ phương tiện. Toàn bộ các phép đo được ghi trên một thiết bị ghi băng analog do Millbrook sử dụng thiết bị đã hiệu chuẩn đầy đủ và có chia vạch. Hầu hết các vị trí đo là trên các giá thiết bị cung cấp nhưng một số (2 phép đo hai trục) vị trí đo được lắp trực tiếp trên các hộp xe của rơ-mooc. Tất cả các vị trí còn lại có tuyến truyền rất ngắn tới các cạnh hộp xe của rơ-mooc. Việc đo được thực hiện trên các tuyến dưới đây tại Millbrook:

a) rung;

b) đường vòng khép kín cao tốc ở 85 km/h và khoảng thời gian đo 347 s;

c) thử nghiệm đường sỏi ở 32 và 48 km/h (20 và 30 mph) và khoảng thời gian ghi 197 s;

d) đường cấp B ở 48 và 64 km/h (30 và 40 mph) và khoảng thời gian ghi 254 s;

e) xóc;

f) hốc ổ gà Millbrook "A" và "B" ở 16 km/h (10 mph);

g) đèn phản quang "mắt mèo" Millbrook ở 48 km/h (30 mph);

h) giao lộ với đường sắt ở 32 km/h (20 mph).

Phân tích được thực hiện cho mỗi kênh đo và bề mặt đo, với một lịch sử thời gian điển hình được thể hiện cùng với một APD và PSD. Tốc độ mẫu là 1 024 sps, tạo ra độ phân giải tần số xấp xỉ 0,5 Hz. Các khoảng thời gian ghi thay đổi tùy theo bề mặt tuyến và được chỉ ra trong danh mục nêu trên. Dữ liệu được tổng hợp ở đây theo các thang đổi về độ rung giá trị hiệu dụng với bề mặt đường trên Hình 37, về giá trị phổ đỉnh trên Hình 38 và thay đổi biên độ xóc trên Hình 39. Phổ đối với trục thẳng đứng được biểu diễn trên Hình 40.

3.7 Dữ liệu bổ sung

Dự án thu thập dữ liệu thực hiện trước đánh giá này đã xác định một số bộ thông tin liên quan, từ các nguồn có uy tín, nhưng chất lượng dữ liệu không thể thỏa đáng được đầy đủ. Mặc dù, chúng cũng được đưa vào đây để tạo điều kiện dễ dàng cho việc xác nhận xác nhận dữ liệu từ các nguồn khác, cần thận trọng thực hiện khi sử dụng thông tin trong mục này[2].

Renault Trafic (1,9 tấn) và TRM 1000 (20 tấn). Thông tin chứa trong thông số kỹ thuật quân sự Pháp GAM EG 13 (xem [9]) từ hai phương tiện khác nhau. Xe Renault Trafic 4x2 mang tới một khối lượng tổng bằng 1950 kg và các phép đo gia tốc ba trục được thực hiện ở hai địa điểm được gọi là "mặt nền trung tâm" và ít cụ thể hơn "longeron ArG". Các phép đo gia tốc ba trục trên xe TRM 1000 được thực hiện trên khung xe. Các phép đo được thực hiện trên nhiều điều kiện đường thực và các bề mặt xác định (không nêu rõ đó là bề mặt đường thực hay là tuyến đường thử nghiệm). Toàn bộ dữ liệu được biểu diễn ở dạng PSD độ phân giải tần số 1 Hz (hoặc tốt hơn). Không nêu khoảng thời gian của các bản ghi sử dụng để phân tích và do đó không thể xác định sai số ngẫu nhiên phân tích. Bảng tổng hợp cho các biến đổi hiệu dụng với bề mặt đường và tốc độ phương tiện được biểu diễn trong Bảng 6 và Bảng 7 đối với xe Renault Trafic và xe TRM 1000 tương ứng. Phổ chồng đối với hai phương tiện cũng được biểu diễn trên Hình 41 và Hình 42.

Các phương tiện đường bộ ở Mỹ khoảng những năm 1970. Như một phần của một dự án, trong những năm đầu thập kỷ 1970, để xác thực các mức khắc nghiệt dùng cho thông số kỹ thuật quân sự Mỹ Mil Std 810, J.T. Foley (xem [10]) tại các phòng thử nghiệm Quốc gia Sandia của Mỹ đã thực hiện một dự án mở rộng nhằm thiết lập các yêu cầu vận chuyển trên một số các mặt nền bao gồm các

---

[2] Model Landrover Defender LR10 (SVIC 34/C112) đăng ký CD 70 AA, Ford Transit Van đăng ký M639 BTL, xe bán rơ-mooc Renault AE 385ti Magnum, Renault Trafic (1,9 tấn), Renault TRM 1000 (20 tấn), cũng như nhiều phương tiện đường bộ quân sự Mỹ tương ứng là các tên thương mại của các sản phẩm cung cấp bởi Renault, Ford và quân đội Mỹ. Thông tin này được đưa ra để thuận tiện cho người dùng tiêu chuẩn này và không mang tính một xác nhận bởi IEC các sản phẩm đã đặt tên.

phương tiện đường bộ. Trong khả năng xác định được, các phương tiện đã sử dụng các đường và điều kiện thực ở Mỹ. Các phương tiện bao gồm

a) máy kéo đã sử dụng tốt – xe moóc sàn phẳng với hệ thống treo lò xo lá,

b) máy kéo đã hồi phục – xe moóc sàn phẳng với hệ thống treo lò xo lá,

c) xe moóc van máy kéo đã sử dụng tốt với hệ thống giảm xóc không khí,

d) máy kéo mới – xe moóc van với hệ thống giảm xóc khí,

e) máy kéo lái cẩn thận – xe moóc xe tải với hệ thống lò xo lá,

f) xe tải sàn phẳng 2,5 tấn thiết kế thương mại thông thường,

g) xe tải van 2,5 tấn cải tiến để chở chất nổ.

Các phép đo bao gồm bẩy loại phương tiện đường bộ nhưng quá trình đã áp dụng không cho phép xác định được thông tin từ các phương tiện riêng lẻ. Hơn thế nữa, quá trình phân tích Foley đã sử dụng suốt công trình của mình là tương đối đặc biệt và không thể tương thích trực tiếp với các thông tin khác được trình bày trong đánh giá này. Foley đã tạo phổ thử nghiệm (hình 43) có thể được so sánh hữu ích với các phổ từ các phương pháp và nguồn khác.

Các phương tiện đường bộ ở Mỹ vào khoảng giữa những năm giữa 1980. Như một phần của một dự án, vào giữa những năm 1980, để xác thực các mức khắc nghiệt thử nghiệm dù cho thông số kỹ thuật quân sự Mỹ Mil Std 810, William Connon (xem [11]) ở mặt đất chứng minh quân đội Mỹ Aberdeen, thực hiện một sự án mở rộng để thiết lập các mức khắc nghiệt trên một số các mặt nền bao gồm một số phương tiện đường bộ. Các phép đo được thực hiện trọn vẹn trên các đường thử nghiệm đặc biệt ở khu thử nghiệm Aberdeen. Các phương tiện (chủ yếu là quân sự) bao gồm

(1) xe ván rơ moóc 12 tấn M127,

(2) xe tải 5 tấn M813,

(3) xe tải 5 tấn M814,

(4) xe tải 2,5 tấn M36,

(5) xe tải 1,5 tấn CUCV M1009,

(6) xe tải 1,25 tấn HMMWV M998,

(7) xe tải 10 tấn HEMTT M985,

(8) xe moóc 2 bánh 0,25 tấn M416,

(9) xe moóc 2 bánh xe 1,5 tấn M105A2.

Các phép đo bao gồm chín phương tiện khác nhau nhưng quá trình đã áp dụng không cho phép xác định được thông tin từ các phương tiện riêng lẻ. Hơn nữa, quá trình phân tích đã sử dụng suốt công trình là tương đối đặc biệt và không thể tương thích trực tiếp với các thông tin khác được trình bày

trong đánh giá này. Connon đã tạo phổ thử nghiệm (Hình 44) có thể được so sánh hữu ích với các phổ khác từ các phương pháp và nguồn khác.

Dữ liệu khác. Trong quá trình tìm kiếm dữ liệu đã xác định một số nguồn dữ liệu có thể có nhưng dữ liệu không thể truy dẫn ở mức độ hợp lý. Chúng được đưa vào đây cho sự đầy đủ bởi vì chúng có thể giúp hỗ trợ thông tin từ thêm các nguồn có tính truy dẫn hơn. Hầu hết các nguồn này là do tiến sĩ Ulrich Braunmiller và SRETS tặng. Các đáp ứng thẳng đứng từ một số bề mặt đường được trình bày trong ASTM D4728-91 (xem [12]) được nêu trên Hình 45. Các đáp ứng đa trục từ một xe moóc bắt nguồn từ ASTM D4728-95 (xem [13]) được nêu trên Hình 46 và đối với một nửa xe moóc trên Hình 49. Các rung thẳng đứng từ xe tải 15 tấn bắt nguồn từ EXACT DK 1-237 ([14]) được nêu trên Hình 47. Thông tin từ một xe moóc với lò xo lá ([15]) được biểu diễn trên Hình 48. Thông tin cuối cùng từ một nghiên cứu đa phương thức ([16]) được thể hiện trên Hình 50.

4 So sánh nguồn dữ liệu nội bộ

4.1 Nhận xét chung

Mục đích của các mục dưới đây là rà soát từng nguồn dữ liệu về tính nhất quán về nội dung. Quá trình đánh giá dữ liệu rung có tính đến các thay đổi phát sinh từ loại phương tiện, bề mặt đường, vận tốc phương tiện và tải của phương tiện. Mặc dù bằng chứng trước đây gợi ý rằng tất cả những điều này ảnh hưởng ở mức độ nào đó đến mức khắc nghiệt rung, nhưng cũng bằng chứng ấy gợi ý rằng ảnh hưởng lớn hơn có thể là cách phương tiện điều khiển.

4.2 Các phép đo đường SRETS và đường thử nghiệm

Công trình SRETS đặc biệt thực hiện việc so sánh trong nội bộ và giữa các nguồn dữ liệu nhằm xác định chất lượng của dữ liệu thu thập được. Đối với các thu thập thấy được công khai đã tiến hành so sánh các loại phương tiện (Hình 8), các kiểu đường (Hình 9) và tải phương tiện (không bao gồm). Các thông tin này cũng được tổng hợp trên Hình 5. Toàn bộ cơ sở đối với dữ liệu bí mật thu thập được là duy trì các phương tiện, tuyến đường và các điều kiện tải phương tiện trên thực tế là tương đồng. Mục đích thực là định lượng các biến đổi phát sinh từ bất cứ ảnh hưởng thực tế nào khác kể cả cách điều khiển phương tiện. Hình 2 và Hình 3 thể hiện các biến động từ 18 hành trình trong đó 16 (các hành trình từ 4 đến 19) giống về giá trị danh nghĩa.

Phương pháp phân tích phương sai (ANOVA) giữa các bộ dữ liệu khác nhau cho thấy các bộ dữ liệu bí mật và công khai khác nhau không đáng kể mức tin cậy 95 %, với điều kiện so sánh các dữ liệu thu thập được theo cách tương tự. Tức là với điều kiện so sánh các dữ liệu đường bộ thực và loại ra các dữ liệu đường thử nghiệm công khai (hình 6). Điều này xem ra hợp lý bởi vì các tính toán ANOVA giữa dữ liệu đường bộ thu được công khai đã có và dữ liệu đường thử nghiệm nhận được công khai khác nhau đáng kể. Sự chênh lệch khác được xác định là giữa dữ liệu "kích hoạt tín hiệu" với dữ liệu "kích hoạt thời gian" công khai. Sự khác biệt giữa hai chiến lược thu được này được chỉ trên Hình 10, Hình 11, Hình 12 và Hình 13. Các hình này cũng minh họa các khía cạnh khác của môi trường bí mật đã đo. Các nhân viên

SRETS đã nhận thấy sai lệch lớn hơn rõ nét giữa dữ liệu bí mật và dữ liệu tương tự thu thập công khai. Điều này có vẻ như ủng hộ việc sử dụng các phép đo bí mật.

Các xu hướng chỉ ra bởi đánh giá của SRETS được tổng hợp dưới đây:

Mức khắc nghiệt tương đối do kiểu đường đi. Đánh giá của SRETS cho thấy đường bộ thông thường tốt và đường cao tốc không khác nhau nhiều. Tuy nhiên, các tuyến đường thử nghiệm tạo ra rung lớn hơn khoảng 2 đến 3 lần các đường bộ thông thường.

Mức khắc nghiệt tương đối của các trục đo. Dữ liệu của SRETS thường cho thấy các kết quả đo phương nằm ngang (hai bên và trước/sau) theo thống kê là tương tự. Tuy nhiên, các kết quả đo theo phương đứng lớn hơn chút các kết quả đo phương ngang từ 10 % đến 40 %.

Mức khắc nghiệt tương đối do tải phương tiện. Đánh giá của SRETS cho thấy các mức khắc nghiệt tăng với tải trọng giảm đi tức là một phương tiện chở đầy tốt hơn là phương tiện trống rỗng.

Mức khắc nghiệt tương đối do loại phương tiện. Đánh giá của SRETS gợi ý rằng xe tải khắc nghiệt hơn chút ít so với xe rơ moóc, xe rơ moóc kém hơn so với xe bán rơ moóc. Tuy nhiên cần nói đó là sự khác biệt tương đối ít.

Mức khắc nghiệt tương đối của dữ liệu kích hoạt tín hiệu và kích hoạt thời gian. Khác biệt giữa dữ liệu kích hoạt tín hiệu và kích hoạt thời gian liên quan đến các chiến lược đo lường hiện đại thường sử dụng các bộ ghi kỹ thuật số kích hoạt tín hiệu. Về cơ bản dữ liệu kích hoạt tín hiệu dẫn đến kết quả là các đáp ứng biên độ lớn hơn một chút so với trường hợp dữ liệu kích hoạt thời gian. Tuy nhiên, các đặc tính của cả hai mật độ phổ và xác suất nói chung là tương tự nhau.

4.3 Các phép đo kiểu vòng tròn xe tải 10 tấn của CEEES

Dự án đo này bao gồm đo tốc độ phương tiện cho phép mối quan hệ mới với rung và xóc được định lượng cho phương tiện này. Ngoài ra, phép đo rất dài cho phép các mật độ xác suất, tới một mức xác suất rất thấp, được xác định với độ tin cậy thống kê.

Mức khắc nghiệt rung với tốc độ phương tiện. Phân tích cho thấy một mối quan hệ rõ ràng của tốc độ phương tiện với mức khắc nghiệt rung (Hình 19). Mối liên hệ đưa ra không tuyến tính, các biên độ rung tăng với tốc độ lớn hơn ở vận tốc cao hơn. Công trình sau của SRETS sau cũng cho thấy mối liên hệ với tốc độ phương tiện nhưng không thể định lượng nó.

Mức khắc nghiệt xóc với tốc độ phương tiện. Phân tích cho thấy mối quan hệ rõ ràng của tốc độ phương tiện với mức khắc nghiệt xóc (Hình 20). Các biên độ xóc dường như xảy ra trên một dải rộng tốc độ của phương tiện.

Mối quan hệ giữa rung và xóc. Phân tích APD mở rộng cho thấy xóc tạo ra một phân bố biên độ rõ ràng, mà khi có đủ dữ liệu về cơ bản giống như một phân bố Gaussian (Hình 25). Phân tích APD cũng cho thấy phân bố biên độ xóc là một mở rộng của phân bố rung. Thực vậy APD gợi ý rằng các phân

biệt giả định trước đó giữa rung và xóc có thể là chủ quan. Công trình sau của SRETS cũng đi đến kết luận tương tự.

4.4 Các phép đo phương tiện do Hoppe và Gerock thực hiện

Không đủ dữ liệu để cho phép so sánh phép đo nội bộ của dữ liệu rung Hoppe và Gerock. Thực vậy, thông tin thiếu để có thể khẳng định bất cứ cơ sở nào đối với các mức rung. Thông tin nhận được sâu hơn về xóc từ đó có thể xác định và so sánh các tác động của các phương tiện khác nhau. Do dữ liệu thiếu một hệ quả là thiếu khả năng truy nguyên Hoppe và Gerock không đáp ứng được các thử nghiệm xác nhận dữ liệu qui định đối với việc cân nhắc thông tin không báo trước trong đánh giá này. Việc tiếp tục đưa vào các phép đo Hoppe và Gerock chỉ là hệ quả của thực tế mà trở thành là nguồn gốc đối với các mức khắc nghiệt của IEC 60721 hiện tại.

4.5 Các phép đo Millbrook trên xe Landrover Defender, Ford Transit Van và Renault Magnum

Mặc dù chưa có được các kết quả công bố về việc so sánh phép đo nội bộ, các tổng hợp dữ liệu trình bày trong báo cáo này được biên soạn ban đầu để chứng tỏ dữ liệu đáng tin cậy. Mối quan tâm chính tại thời điểm đó là các mức khắc nghiệt dường như thấp hơn một chút so với dự đoán đặc biệt đối với xe Landrover là một phương tiện tương đối nhỏ. Tuy nhiên, tất cả các phương tiện đều cho thấy sự thay đổi tương đối nhất quán giữa các bề mặt đường, không có mặt đường đặc biệt xấu. Cả xe Ford Transit van và xe Renault Magnum cũng đều thể hiện các biên độ rung tương đối thấp nhưng cả hai đều là phương tiện hiện đại rõ ràng được thiết kế để có các đặc tính đi dễ chịu.

4.6 Renault Traffic (1,9 tấn) và TRM 1000 (20 tấn)

Dữ liệu GAM EG 13 này được trình bày duy nhất như các ô PSD với có vẻ như không có thêm đánh giá hay chứng nhận dữ liệu. Thông tin tổng hợp trình bày ở đây dường như cho thấy một mức độ nhất quán tốt hơn so với ban đầu từ tài liệu giới thiệu GAM EG 13. Mặc dù một hoặc hai phép đo từ TRM 1000 hơi không phù hợp với phần còn lại, các biến đổi không lớn hơn rõ ràng so với các biến đổi quan sát được ở dữ liệu khác. Dữ liệu từ phần bề mặt được thiết kế ở dạng các dải kim loại ở 23,5 km/h và các ổ gà nhỏ ở 13,5 km/h lớn hơn cái còn lại và có mật độ phổ (không bao gồm trong dữ liệu được trình bày) khác so với phần còn lại.

4.7 Các phương tiện đường bộ khác như ở Mỹ vào khoảng năm 1970 và khoảng giữa thập kỷ 1980

Mặc dù cả hai dự án ở Mỹ này khác nhau về bản chất, nhưng cả hai đều áp dụng một phương pháp "tự động" không dễ dàng cho phép so sánh trong nội bộ nguồn. Điều được biết đến là phương pháp Foley chỉ sử dụng cho 10 % dữ liệu cao nhất đo được (biên độ). Tuy nhiên, cách mà các phương tiện đóng góp cho các giá trị cuối cùng lại không rõ ràng. Tương tự phương pháp Connon áp dụng giá trị trung bình cộng với một độ lệch chuẩn có nghĩa là biên tập tự động dữ liệu đã được thực hiện. Như vậy có thể hiểu rằng tính toán sau cùng của giá trị trung bình cộng với một độ lệch chuẩn (giữa các loại phương tiện) chỉ được thực hiện khi Connon đã thoả mãn rằng việc đưa vào thông tin về phương tiện

đó sẽ không làm gián đoạn toàn thể dữ liệu. Trong cả hai trường hợp đều không thể thực hiện ở đây một so sánh dữ liệu nội bộ từ các thông tin nhận được hay bất cứ những sự so sánh nào đã công bố.

5 So sánh các nguồn dữ liệu

Nói chung, dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau cho thấy một mức độ nhất quán hợp lý về nội dung, ít nhất là giữa các đáp ứng rung. Tuy nhiên, rõ ràng là vẫn tồn tại một số khác biệt giữa các nguồn và rõ nét hơn bên trong phạm vi các dự án đo riêng lẻ. Điều này có thể là một chỉ báo về việc đưa vào các dữ liệu không nhất quán hoặc không có giá trị, nhưng, xem ra có nhiều khả năng hơn đó là hệ quả của các biến đổi phát sinh từ các đường bộ và người điều khiển thực tế. Tuy nhiên, một số các xu thế chung có thể được xác định trong phạm vi các nguồn dữ liệu và các xu thế chung về cơ bản phù hợp đối với tất cả các phương tiện đã đề cập.

Nói chung các biên độ đáp ứng rung cao nhất xuất hiện ở tần số thấp (thường 6 Hz đến 10 Hz) dường như do ảnh hưởng của bộ treo của phương tiện. Các biên độ cao nhất tiếp theo thường xảy ra trong miền 100 Hz đến 300 Hz và các đáp ứng này có vẻ như liên quan tới các đặc tính động của phương tiện. Trên các phương tiện có hệ thống treo tốt trên các đường bộ hợp lý biên độ của các tần số thấp và trung bình nói chung là như nhau. Tuy nhiên, trên các phương tiện có các hệ thống treo cũ hơn và/hoặc các đường bộ kém (và đặc biệt các tuyến thử nghiệm) các đáp ứng ở các chế độ treo tần thấp tăng lên rõ rệt về biên độ.

Khác với ở trên, thành phần phổ các rung từ một phương tiện cụ thể có vẻ nhất quán đáng kể. Như vậy, nhiều nhân viên đã giả định rằng các biến đổi về biên độ (do tốc độ, bề mặt đường đi) có thể định lượng chỉ dưới dạng các biến đổi trong r.m.s. tổng thể. Một số nhân viên đã mở rộng hơn nữa bằng việc giả định phổ với hình dạng tương đồng cũng xảy ra giữa các phương tiện khác nhau. Tuy nhiên về mặt này thành công chỉ hiển nhiên ở mức độ giới hạn.

Các nguồn dữ liệu chỉ ra rằng các đáp ứng theo trục đứng là lớn hơn so với hai trục nằm ngang. Dữ liệu nhận được không đủ để có thể xác định một xu hướng chung cuộc về vấn đề vị trí trong phương tiện. Công trình đã trình bày trong tiêu chuẩn quốc phòng Vương quốc Anh 00-35, (xem [17]), nhưng không được nêu lại ở đây, cho thấy điều kiện trường hợp xấu nhất tồn tại ở bên trên trục phía sau và (đối với nửa xe moóc) bên trên bánh xe thứ 5. Một số nhân viên mà dữ liệu của họ được trình bày ở đây dường như đã giả định điều này khi thiết lập các thực hành đo của họ.

Sau khi đã thiết lập một số xu hướng tiềm ẩn, họ sử dụng các xu hướng này để xác định liệu có cơ sở dữ liệu rung nào không nhất quán với các cơ sở dữ liệu khác. Nói chung các cơ sở dữ liệu rung hài hoà với nhau một cách hợp lý. Tuy nhiên, điều này không đúng đối với các phép đo bởi Hoppe và Gerock thực hiện về phổ cũng như về biên độ. Các phép đo của Hoppe và Gerock bao gồm một số các phương tiện khá cũ. Hơn thế nữa, dữ liệu có được không đủ để khẳng định liệu các kết quả của Hoppe và Gerock có bị chi phối bởi các phương tiện cụ thể hay không. Vì những lý do này đã có một số nghi ngờ về khả năng áp dụng của các kết quả của Hoppe và Gerock. Cũng quan sát thấy rằng cơ sở dữ liệu của khu thử nghiệm Aberdeen của quân đội Mỹ cung cấp cơ sở dữ liệu mặt đất dường như

cho một đáp ứng tần số rất thấp ở chế độ treo. Điều này không đúng với thông tin chạy trên đường thực và dường như có nhiều khả năng nảy sinh từ việc sử dụng duy nhất các tuyến thử nghiệm khắc nghiệt.

Một số khác biệt tồn tại trong cách nhận thức được các mức khắc nghiệt xóc và các khác biệt khác tồn tại trong cách mô tả và định lượng xóc. Về cơ bản, một số mức khắc nghiệt xóc nhận được bằng cách va chạm có chủ ý với các vật cản nghiêm trọng. Các đáp ứng xóc khác được định lượng từ các mức gia tốc đỉnh quan sát được trong thực tế trong khi chạy trên đường (thể hiện các ảnh hưởng của các vật cản trên đường thực tế). Thông tin lấy được từ phương pháp sau có lợi thế là tỷ lệ xảy ra xóc có thể định lượng được. Cũng vậy nếu có đủ thông tin được xử lý thì các giá trị cực trị của phương pháp sau (ít nhất là trên lý thuyết) sẽ tiếp cận các mức từ phương pháp tiếp cận trước (với điều kiện chọn hợp lý các tốc độ và vật cản).

Một cách khái quát, xóc từ hai phương pháp thu thập có xu hướng hội tụ. Hầu hết các ngoại lệ dường như bắt nguồn từ các vật cản thiếu thực tế (ví dụ đâm vào đá vỉa hè cao 300 mm) hoặc từ các điều kiện tuyến thử nghiệm khắc nghiệt. Một lần nữa, các phép đo bởi Hoppe và Gerock lại dường như đi chệch hướng với phần chính của dữ liệu được rà soát ở đây. Đặc biệt, các biên độ luôn lớn hơn nhiều so với các nguồn dữ liệu khác. Trong trường hợp này, đã có một phân tích hợp lý các dữ liệu có vẻ như gợi ý rằng do chính là việc đưa vào một số phương tiện khá cũ (và cũng là phương pháp thực hiện phép đo trên hầu hết các phương tiện trống). Thông tin giới hạn từ các phương tiện sử dụng hệ thống treo tự cân bằng "mới hơn" là tương tự với phần chính dữ liệu được rà soát ở đây. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng thậm chí các phương tiện "mới hơn" này cũng tương đối cũ.

Tất cả các nguồn dữ liệu, với một ngoại lệ, đều sử dụng mật độ phổ công suất gia tốc làm phương tiện phân tích dữ liệu rung. Phương pháp này dường như được sử dụng để phân tích rung do chúng có đặc tính băng rộng ngẫu nhiên. Tuy nhiên, cần thận trọng bởi vì rung từ các điều kiện đường bộ thực rõ ràng không cố định. Vì rằng phân tích mật độ phổ công suất về cơ bản là một quá trình lấy trung bình, nên các biên độ có thể thay đổi do riêng về phương diện này. Để giảm thiểu các rung về mặt này, một số nhân viên sử dụng đã áp dụng các giá trị "đỉnh" hoặc mật độ phổ công suất "trung bình cộng một độ lệch chuẩn" cần được theo dõi cũng như "trung bình" thông thường. Một chiến lược khác thường sử dụng có vẻ như bổ sung cho các mật độ phổ công suất bằng các giá trị mật độ xác xuất biên độ. Không có nhân viên nào mà có dữ liệu được giới thiệu trong báo cáo này chỉ định sử dụng kiểm tra cố định cụ thể nhưng về dự án đo kiểu "vòng tròn" của CEEES một số nhân viên đã làm như vậy.

Nhiều phương pháp khác nhau đã được sử dụng để xác định xóc. Một lý do cho điều này dường như là các điều kiện xóc đã tao ra được như thế nào. Các xóc xảy ra trong các điều kiện rung kéo dài xem ra khó có thể xác định bằng các phương pháp đơn giản (một lần nữa kiểu "vòng tròn" CEEES đã nhận thấy đây là một vấn đề). Các phương pháp quen thuộc nhất được áp dụng dựa trên các phương pháp mật độ xác xuất biên độ hoặc các phương pháp tiếp cận ở mức đơn giản (trên dữ liệu cũ hơn). Các dự án trong đo xóc được gây ra một cách có chủ ý bằng việc cho phương tiện va chạm với các vật cản cụ thể trong thực hành đo thường sử dụng phổ đáp ứng xóc.

6 Các mức khắc nghiệt thử nghiệm đã xác định

Ngoài các mô tả khác nhau về môi trường đông vận chuyển đường bộ, một số tài liệu trình bày phổ rung thử nghiệm. Một số tài liệu này đã được tiến sĩ Ulrich Braunmiller so sánh như một phần của công trình SRETS. Khảo sát của ông (xem [1]) cho thấy có sự khác biệt đáng kể trong các mức khắc nghiệt thử nghiệm hiện nay.

Bản thân công trình SRETS đã tạo ra bốn bộ phổ thử nghiệm khác nhau cùng với các khoảng thời gian khuyến cáo ứng dụng. Về cơ bản, phổ bắt nguồn từ bốn chiến lược khác nhau về biểu dữ liệu đo được thành các mức khắc nghiệt thử nghiệm. Hai trong số các bộ mức khắc nghiệt thử nghiệm sau đó đã được đưa ra do chúng tiêu biểu hơn cho các điều kiện thực tế.

Một bộ về mức khắc nghiệt đã được suy ra từ phân tích PSD. Phổ rung từ phương pháp này được trình bày trên Hình 51 và Hình 52 đối với các trục thẳng đứng và trục ngang. Các mức khắc nghiệt rung theo dụng ý sẽ đươc gia tăng bởi bộ chương trình thử nghiệm xóc trong Bảng 8. Sẽ cần lưu ý rằng các biên độ rung khác nhau được khuyến cáo cho các điều kiện đường bộ tốt, xấu và rất xấu.

Bộ mức khắc nghiệt thứ hai dựa trên PSD cũng như các thay đổi về APD và r.m.s quan sát thấy. Về cơ bản chúng được sử dụng để biểu diễn tốt hơn các biến đổi vẽ tốc độ phương tiện, các điều kiện mặt đường thực tế và người lái xe. Phổ suy ra nhằm bao quát các điều kiện xóc. Phổ thử nghiệm suy ra được trình bày trên Hình 53 và Hình 54 đối với các trục thẳng đứng và trục ngang. Các mức khắc nghiệt nhằm bao quát mọi điều kiện trừ các bề mặt đường quá xấu.

Như đã nêu ở trên công trình của Foley và Connon đã được sử dụng để tạo hai bộ mức khắc nghiệt khác nhau trong tiêu chuẩn quân sự Mil Std 810. Trong qui định kỹ thuật này các mức khắc nghiệt được gọi là "rung cơ bản" (Foley – Hình 43) và "rung tổng hợp" (Connon – Hình 44). Các mức khắc nghiệt Folye tương tự như một số mức khắc nghiệt thử nghiệm khác được trình bày ở đây. Các mức khắc nghiệt Connon khác đáng kể với hầu hết các mức khác. Điều này một phần bởi vì các mức khắc nghiệt Connon được dành cho các phương tiện quân sự sử dụng trong các điều kiện đường xấu và xuống cấp. Tuy nhiên, dường như đó cũng là hệ quả của việc chủ ý đưa vào các biên độ xuất hiện từ các kiểu giảm xóc tần số thấp. Chúng gây ra những chuyển vị khá lớn yêu cầu phải có cái gọi là bộ tạo rung "hành trình dài" và chúng không thể thực hiện được trên những bộ tạo rung thông thường.

Các mức khắc nghiệt thử nghiệm từ hai trên chuẩn quân sự còn lại (xem [17] và [18]) được trình bày trên Hình 55 và Hình 56. Cả hai đều giống nhau và giống với các mức khắc nghiệt Foley của trên chuẩn quân sự Mil Std 810. Tính tương đồng của mức khắc nghiệt cũng tồn tại với mức khắc nghiệt của qui định kỹ thuật Elektrotechnische Apparate (hoặc Electrotechnical Instruments) (xem [19]) trình bày trên Hình 58, cũng như với ETS 300-019-2-2 (xem [20]) trình bày trên Hình 60.

Phổ thử nghiệm từ ASTM D4728-95 (xem [13]) được trình bày trên Hình 57. Sau cùng, phổ do CEN TC 261 và ISO TC 122 được đề xuất biểu diễn trên Hình 59.

7 Mô tả môi trường

Lý tưởng mà nói mô tả môi trường cần định lượng tất cả các khía cạnh của điều kiện môi trường. Trên thực tế, thường chỉ cần định lượng các khía cạnh có thể gây hư hại và hư hỏng cho bất cứ thiết bị nào có thể chịu ảnh hưởng của chúng là đủ. Đối với một số môi trường điều này dễ dàng đạt được, đối với các môi trường khác điều này là khó khăn. Các điều kiện rung và xóc nảy sinh từ vận chuyển đường bộ chắc chắn thuộc thể loại thứ hai này. Trong quá khứ, các điều kiện xuất hiện trong khi vận chuyển đường bộ được xác định bằng một số không nhiều thử nghiệm (điển hình là rung, xóc và bật lên). Các thử nghiệm này dường như được thiết lập trong điều kiện không có nhiều phương tiện thử nghiệm (trong những năm 1950 và 1960), chứ không phải vì chúng có khả năng thực hiện tất cả các kiểu hư hỏng và thiệt hại thiết bị tiềm năng.

Việc xác định kém môi trường vận chuyển đường bộ càng trở lên khó khăn hơn bởi dải rất rộng các chiến lược được áp dụng nhằm bảo vệ (đóng gói) thiết bị trong khi vận chuyển. Điều này đã trở thành một vấn đề trong những năm gần đây khi mà các cân nhắc về tốc độ và chi phí nâng chuyển bao gói trở thành các vấn đề quan trọng. Các kiểu hư hỏng và hư hại thiết bị đã bao gói rất đa dạng, một yếu tố được minh họa trong nghiên cứu SRETS mới đây (xem [21])

Việc mô tả môi trường vận chuyển đường bộ gặp khó khăn bởi nhiều biến số ảnh hưởng tới nó. Không chỉ là các điều kiện như bề mặt đường và tốc độ phương tiện có ảnh hưởng tới môi trường, mà những tác động này còn bổ sung cho nhau. Trong trường hợp cụ thể này, mức độ chúng có quan hệ với nhau được kiểm soát hầu như hoàn toàn bộ bởi các hành động của yếu tố ảnh hưởng thứ ba – người điều khiển phương tiện.

Đặc điểm có ưu thế vượt trội nhất của môi trường rung là các đáp ứng tần thấp xảy ra ở các kiểu giảm xóc phương tiện. Các đáp ứng này thường xuyên gây ra các biên độ phổ gia tốc cao nhất cũng như các vận tốc và dịch chuyển cao nhất. Như có thể dự đoán từ một chế độ nẩy sinh từ hệ thống giảm xóc phương tiện, các biên độ đáp ứng bị ảnh hưởng bởi các xem xét như tốc độ phương tiện và bề mặt đường bộ. Theo thiết kế, hệ thống giảm xóc phương tiện nhằm hạn chế xóc khuếch đại động (nhờ tắt dần ở mức cao vừa phải) và giảm nhẹ đáng kể các điều kiện xóc và rung áp đặt lên phương tiện (bằng cách thiết lập tần số kiểu giảm xóc thấp và từ đó có tác dụng như một "bộ lọc" đối với các kích thích tần số cao). Các hệ thống giảm xóc khí hiện đại có khả năng đạt tới các mục tiêu thiết kế này tốt hơn các hệ thống giảm xóc lá nhíp cũ hơn vì chúng cho xác lập chế độ giảm xóc tần số thấp hơn hầu như độc lập với tải.

Tính vượt trội của một tần số (giảm xóc) duy nhất trong các đáp ứng rung khiến một số nhân viên thời kỳ đầu tin rằng các chuyển động rung chủ yếu là hình sin chiếm đa số. Tuy nhiên, sử dụng các kỹ thuật phân tích hiện đại đã chứng minh một cách rộng rãi rằng các chuyển động rung là ngẫu nhiên và chủ yếu tuân theo phân bổ Gauss khi xem xét đoạn đường thực tế đủ dài. Tuy nhiên, việc định lượng phân bố Gauss gặp khó khăn bởi các thay đổi về biên độ xuất hiện do tốc độ thay đổi. Các tác động của định lý giới hạn giữa là khi có đủ dữ liệu, phân bố kết quả của các phân bố Gauss cuối cùng cũng trở thành phân bổ Gauss. Một ảnh hưởng đôi khi được coi là hạn chế sự kiện này xảy ra là sự tồn tại của các đặc tính phi tuyến thường thấy trong hệ thống giảm xóc phương tiện.

Các giá trị PSD gia tốc tại tần số giảm xóc thường thường là giá trị lớn nhất gặp phải. Tuy nhiên, ảnh hưởng lực của gia tốc này lên thiết bị không chỉ là cách tiềm tàng duy nhất làm hư hỏng thiết bị. Các vận tốc và dịch chuyển gây ra bởi đáp ứng này cũng có tiềm năng gây hư hỏng cho những thiết bị nhất định. Từ đó có thể thấy, các vận tốc cao và độ dịch chuyển lớn được quan tâm với lý do khác. Đặc biệt, áp đặt các điều kiện như vậy trên các thiết bị không được rằng buộc hoàn hảo theo các chuyển động của phương tiện có thể nảy sinh một môi trường biến động khác biệt hoàn toàn cùng với nguy cơ gây hư hại của nó. Về cơ bản, trong các điều kiện như vậy thiết bị nâng lên khỏi phương tiện và sau đó, dưới tác động của trọng lực, sẽ va đập vào phương tiện. Động năng của thiết bị ngay trước khi va đập liên quan đến vận tốc mà phương tiện truyền cho thiết bị. Tuy nhiên, đây là đặc tính (chủ yếu là độ cứng) của các bề mặt tác động (thường là thiết bị và phương tiện) sẽ ảnh hưởng tới cách động năng biến thành năng lượng giảm xóc. Thông thường, việc động năng biến thành năng lượng gây lực càng nhanh thì các biên độ xóc gia tốc càng lớn. Điều kiện này thường được gọi là "nẩy" và có qui trình thử nghiệm riêng của nó trong IEC 60068-2-55 [24] không lên làm lẫn. Điều kiện xóc trải nghiệm bởi thiết bị do nẩy với xóc mà phương tiện truyền tới từ bề mặt đường. Hai điều kiện này được tạo bởi các cơ chế khác nhau và các mức khắc nghiệt bị ảnh hưởng bởi các yếu tố khác nhau.

Việc định lượng đường bao biên độ của kiểu giảm xóc tần thấp không hoàn toàn đơn giản. Vấn đề càng trở nên khó khăn hơn do độ phân giải tần số không phù hợp của phần lớn các phân tích rung đã thực hiện. Tuy nhiên, dường như biên độ 0,001 g^2/Hz sẽ bao gồm phần lớn rung xảy ra (ở chế độ giảm xóc phương tiện) từ các phương tiện hợp lý trên các đường bộ hợp lý. Trong các trường hợp khác, nhưng chỉ đối với các khoảng thời gian ngắn, biên độ có thể tăng lên được bao phủ bởi một đường bao 0,01 g^2/Hz. Trong các phương tiện kém hơn trên các đường bộ xấu giá trị đường bao đối với hầu hết các điều kiện sẽ là 0,01 g^2/Hz tăng lên tới điều kiện đường bao 0,1 g^2/Hz với các khoảng thời gian ngắn. Dựa hoàn toàn trên phổ tổng hợp các phương tiện có bánh theo tiêu chuẩn quân sự Mil Std 810 chưa được xác nhận, có thể chấp nhận trong các điều kiện đường bộ cực xấu, đường bao của đáp ứng kiểu giảm xóc có thể lên tới 0,7 g^2/Hz. Tất cả các con số trên chỉ liên quan đến trục thẳng đứng. Dải tần số điển hình đối với kiểu giảm xóc phương tiện chiếm ưu thế là 1 Hz (thường giảm xóc khí) đến hơn 10 Hz một chút. (thường là một phương tiện nhíp lá mang tải nhẹ). Các dịch chuyển của phương tiện tăng nảy sinh do hệ quả của kiểu giảm xóc có thể vượt quá 100 mm thậm chí đối với phương tiện hợp lý trên những con đường hợp lý.

Hiện tại các mức khắc nghiệt rung ngẫu nhiên của IEC 60068 [23] và IEC 60721 [25] có tần số thấp hơn là 5 Hz. Giá trị này chỉ thấp hơn một chút tần số kiểu giảm xóc thấp của các phương tiện có giảm xóc nhíp lá. Tuy nhiên, giá trị này thường cao hơn tần số kiểu giảm xóc của các phương tiện có giảm xóc khí. Lý do chọn tần số thấp hơn là 5 Hz là một hệ quả của các giới hạn dịch chuyển và vận tốc áp đặt bởi các bộ kích thích rung điện từ. Đa số chúng đều có hành trình giới hạn tới 25 mm một số khác có hành trình được giới hạn tới 50 mm. Lớn hơn mức dịch chuyển đó sử dụng các bộ tạo kích thích thủy lực thường cần thiết, điều này đem lại những vấn đề khác bởi vì các thiết bị như vậy có tần số kích thích trên bị giới hạn.

Các đáp ứng rung xuất hiện trên kiểu giảm xóc phương tiện, hầu hết xảy ra trong miền tần số 100 Hz đến 200 Hz. Những đáp ứng này dường như là kết quả của các đặc tính động của phương tiện cũng như các tác động và điều kiện của động cơ và hệ thống truyền lực. Biên độ của các đáp ứng này dường như ít bị ảnh hưởng bởi tốc độ phương tiện và điều kiện đường bộ hơn là các kiểu giảm xóc phương tiện. Hơn nữa, phân tích rung hầu như luôn đủ ở những tần số này. Nói chung, các điều kiện này nằm trong phạm vi biên độ 0,001 g^2/Hz với một số (rất ít) lần xuất hiện gần 0,01 g^2/Hz (xảy ra đối với các phương tiện với động cơ và hệ thống lực truyền chất lượng kém). Thường trên khoảng 200 Hz các đáp ứng giảm xuống (xấp xỉ) 6 db/octave. Hiện tượng tương tự có thể nhận thấy ở trên kiểu giảm xóc phương tiện lên tới gần 100 Hz. Phần lớn các giá trị hiệu dụng là dưới 0,2 g, một số trường hợp xảy ra trên 0,4 g và rất ít lên tới 1,0 g.

Đúng là có sai lệch về các mức khắc nghiệt của xóc xảy ra do phương tiện đi qua những đường đi thực tế. Như đã nêu ở trên đây một phần hệ quả của các phương pháp khác nhau sử dụng để định lượng xóc và một phần do các cách khác nhau sử dụng để lấy thông tin. Khả năng phân tích các bản ghi qua những khoảng thời gian rất dài chạy trên đường thực, đã cho thấy rằng xóc dường như xảy ra với một phân bố rõ nét mà theo logic chắc chắn sẽ có thể tới phân bố hướng Gaussian. Các đặc tính "xóc" dường như là đặc tính của các rung động thoảng qua hơn là của một xung xóc (xem Hình 16 và Hình 17). Điều này đã được chứng minh bởi một số quá độ SRETS phát sinh từ các tác động của va chạm tốc độ. Một va chạm tốc độ về cơ bản áp đặt một xung nửa hình sin dịch chuyển cố định lên các bánh xe. Trên sàn để hàng, các quá độ này giống như một loạt các quá độ tắt dần xếp chồng lên nhau. Việc định thời giữa các quá độ phát sinh như một hàm của khoảng cách giữ các bộ bánh xe và tốc độ của phương tiện. Phổ đáp ứng xóc của hầu như tất cả các xóc là rất giống phổ đáp ứng về rung ngẫu nhiên biên độ lớn.

Các biên độ xóc từ các điều kiện đường đi thực thu thập được công khai và từ các va chạm có chủ đích với các vật cản thực tế đều nằm trong phạm vi biên độ 2 g. Tuy nhiên, một số phép đo SRETS vượt quá giá trị này. Một vấn đề có ý nghĩa ở đây dường như là các biên độ cao hơn này là từ các phép bí mật. Điều này hỗ trợ việc phỏng đoán logic rằng người điều khiển xe có ảnh hưởng đáng kể tới biên độ xóc, việc va chạm các vật cản ở tốc độ cao hơn hơn là trường hợp công khai. Một lý do khác SRETS cao là các phép đo được thực hiện ngay lập tức dưới một palet rời. Trong hầu hết các điều kiện các palet này luôn tiếp xúc với nền tải trọng. Tuy nhiên, trong các dịch chuyển lớn các palet "nẩy lên". Nếu bỏ qua các điều xảy ra này thì xóc gây ra bởi phương tiện đều nằm trong pham vi biên độ 8 g.

Như đã chỉ ra ở trên, biên độ các xóc tăng lên từ nẩy hàng hóa chịu ảnh hưởng của các đặc tính (chủ yếu là độ cứng) của các bề mặt tác động (thiết bị và sàn chở hàng) hơn là từ bất cứ ảnh hưởng nào khác. Trong khi các phép đo SRETS cho thấy rằng nảy có thể xảy ra trong khi vận chuyển thương mại trên các đường đi thực, với tỉ lệ rất thấp (rõ ràng nhỏ hơn 0,0001 % khoảng thời gian vận chuyển). Tỷ lệ xảy ra này gần như chắc chắn thấp hơn nhiều so với trong khi vận quân sự trong các khu vực chiến đấu. Điều này hầu như chắc chắn tại sao việc mô phỏng điều kiện nảy là một yêu cầu chung đối với thiết bị bên ngoài đường bộ (quân sự) nhưng hiếm khi sử dụng đối với thiết bị thương mại trên đường

bộ (phi quốc phòng). Việc định lượng dải biên độ xóc đối với nảy sẽ yêu cầu xem xét dải rộng các thiết bị và phương tiện cũng như kết hợp. Điều đó nằm ngoài phạm vi của đánh giá này và của dự án thu thập dữ liệu. Tuy nhiên, các giá trị đã đặt ra trước đó có định lượng các điều kiện gây ra nẩy.

8 So sánh với IEC 60721 và IEC 60068

Các mức khắc nghiệt môi trường của TCVN 7921-3-2 (IEC 60721-3-2), Bảng 5, loại môi trường b) (rung ngẫu nhiên tĩnh tại), Bảng 5, loại môi trường a) (rung hình sin tĩnh tại) và Bảng 5, loại môi trường c) (rung không tĩnh tại bao gồm xóc), được minh họa trên Hình 61, Hình 63 và Hình 65 tương ứng. Các loại môi trường này được dành cho "vận chuyển" chung và không dành riêng cho vận chuyển đường bộ. Không qui định khoảng thời gian hoặc số lần ứng dụng.

Các qui trình thử nghiệm của IEC 60068-2 bao gồm các mức khắc nghiệt rung và xóc liên quan đến vận chuyển. Những điều kiện này khác với những điều kiện của IEC 60721-3. Các mức khắc nghiệt đối với rung ngẫu nhiên tĩnh tại, xóc và rung hình sin tĩnh tại, được minh họa trên Hình 62, Hình 64 và hình 66 tương ứng. Trong những trường hợp này khoảng thời gian thử nghiệm rung và số ứng dụng xóc được trích dẫn.

Do các biên độ của IEC 60721-3 khác với các biên độ của IEC 60068-2, việc hài hòa hai tài liệu được đưa nêu trong IEC 60721-4-2 [27]. Đối với hai điều kiện rung, IEC 60721-4-2 khuyến cáo các biên độ IEC 60068-2. Tuy nhiên, đối với xóc một tùy chọn thứ ba được khuyến cáo được minh họa trên Hình 67.

Ba loại "vận chuyển" đưa ra trong IEC 60721-3-2:1997 được ký hiệu là 2M1, 2M2 và 2M3. Chỉ một giải thích ngắn gọn được đưa ra cho các điều kiện mà chúng đại diện nhưng dường như cần thiết:

- 2M1 – các xe tải và xe moóc đệm khí;

- 2M2 – xe tải và xe moóc trên các hệ thống đường bộ phát triển tốt;

- 2M3 – các phương tiện đường bộ trong các khu vực không có hệ thống đường bộ phát triển tốt.

Trong khi các phổ từ IEC 60068 [23] và IEC 60721 [25] được rà soát theo các thông tin được khảo sát cho đánh giá này, một số các vấn đề đáng kể nảy sinh. Những vấn đề này được đề cập trong các đoạn sau đây.

Điều đặc biệt quản ngại là phổ IEC 60721 không có khả năng thực hiện tất cả các cơ chế hư hại có thể xảy ra tiềm tàng. Các khuyến cáo IEC 60721 được chia thành ba tiêu đề là rung ngẫu nhiên tĩnh tại, rung hình sin tĩnh tại và rung không tính tại bao gồm xóc; trên thực tế chúng là các qui trình thử nghiệm khác nhau của IEC 60068. Coi hai loại rung tĩnh tại (hình sin và ngẫu nhiên) là những loại rung thay thế. IEC 60721-3-2 không nhắc đến nẩy IEC 60068 mặc dù IEC 60721-4-2 sử dụng thử nghiệm nẩy IEC 60068 để thực hiện thử nghiệm xóc. Không có sẵn thông tin để xác định các giả định đã đưa ra trong việc phân chia ban đầu môi trường vận chuyển đường bộ động thành những loại thử nghiệm này. Tuy nhiên, một số suy diễn có thể được rút ra từ bài báo của Hoppe và Gerock. Những suy diễn này gợi ý rằng bóc tách thành các loại thử nghiệm dựa trên những hạn chế về thiết bị thử nghiệm sẵn có vòa cuối những năm

1960 và đầu những năm 1970 chứ không phải là do cố gắng tái tạo một cách chính xác các kết cấu gây hư hại. Như vậy, việc rà soát lại các loại thử nghiệm khác nhau được biện minh so với sự hiểu biết hiện tại về môi trường vận chuyển đường bộ biến động thực tế và các cơ sở thử nghiệm.

Rung ngẫu nhiên. Môi trường biến động chủ yếu là ngẫu nhiên theo phân bố Gauss và điều này là thực tế nhất trong hai mức khắc nghiệt rung. Tuy nhiên, tần số thấp nhất của phổ là ở đỉnh của dải trong đó các kiểu giảm xóc phương tiện thường xảy ra. Các biên độ ở tần số thấp nhất là như vậy mà các chuyển vị và vận tốc là rất thấp so với các chuyển vị và vận tốc có thể xảy ra trên thực tế. Như vậy, thử nghiệm không có khả năng thực hiện tất cả các kiểu hư hỏng có thể xảy ra gắn liền với sự dịch chuyển hay vận tốc. Khi phổ được suy ra ban đầu đã tồn tại khả năng đạt được các dịch chuyển và vận tốc lớn hơn những dịch chuyển và vận tốc đã chọn. Ngày nay thậm chí các dịch chuyển còn lớn hơn là có khả năng và một số tiêu chuẩn thử nghiệm sử dụng lợi thế của sự tăng lên này để tái tạo tốt hơn môi trường vận chuyển đường bộ biến động. Không rõ tại sao phổ rung ngẫu nhiên IEC 60721 đã mở rộng các kích thích lên tới 2 000 Hz giá trị này không được hỗ trợ nhiều bởi thông tin đã trình bày trong đánh giá này.

Xóc. Tất cả các định nghĩa về xóc vận chuyển theo IEC 60721 đều là các xung nửa hình sin. Chúng không đại diện cho các đáp ứng quá độ xảy ra thực tế. Điều được đánh giá cao là tại thời điểm các mức khắc nghiệt được lấy ban đầu chỉ một năng lực giới hạn tồn tại để thực hiện bất cứ điều gì chứ không phải thử nghiệm xóc xung cơ bản. Tuy nhiên, ngày nay có nhiều phương tiện thực hiện thử nghiệm rung quá độ trên cùng thiết bị kích thích như thử nghiệm rung. Những phương tiện này có khả năng tái tạo giống hơn các điều kiện thực tế, yêu cầu ít phương tiện hơn (không có máy thử nghiệm xóc riêng) và có thể có nghĩa là thử nghiệm kinh tế hơn (không trang bị lại thiết bị từ thử nghiệm rung sang thử nghiệm xóc). Một số ngành công nghiệp đã sử dụng máy tạo rung để tái tạo các xóc vận chuyển đường bộ thậm chí hơn nữa bằng việc áp dụng các rung ngẫu nhiên biên độ cao trong thời gian ngắn để tái tạo phân bố xóc quan sát thấy trong các điều kiện đường đi thực. Các ngành công nghiệp khác đã đưa các rung quá độ vào trong các rung tĩnh tại. Không may, IEC 60721 thất bại hoàn toàn trong việc kết hợp bất cứ mô phỏng các điều kiện thực tế nào chính xác hơn, và hiệu quả về giá thành này.

Rung hình sin. Mức khắc nghiệt rung hình sin hầu như chắc chắn có trước mức khắc nghiệt rung và dường như không có nỗ lực nào nhằm đảm bảo tính tương thích giữa hai mức khắc nghiệt này. Có nhiều khả năng là mức khắc nghiệt quét hình sin chỉ được giữ lại để cho phép tiếp tục sử dụng các phương tiện cũ. Tuy vậy, việc tiếp tục đưa vào mức khắc nghiệt quét hình sin khó có thể biện minh khi nó rất khác mức khắc nghiệt ngẫu nhiên. Các dải tần của hai mức khắc nghiệt này khác nhau hoàn toàn (ngẫu nhiên 5 Hz đến 2000 Hz và hình sin 1 Hz đến 500 Hz). Tần số thấp nhất của các kết quả quét hình sin trong các dịch chuyển và vận tốc khắc nghiệt hơn nhiều so với mức khắc nghiệt ngẫu nhiên. Nếu so sánh ảnh hưởng của hai mức khắc nghiệt bằng cách sử dụng các kỹ thuật như phổ đáp ứng tối đa (Hình 68 và Hình 69) và phổ hư hại do mới (Hình 70), có thể thấy rằng tiềm năng hư hại của hai mức khắc nghiệt là khác nhau đáng kể. Hai mức khắc nghiệt này chỉ cho các ảnh hưởng hư hại giống nhau đối với một dải rất hẹp các tần số cộng hưởng. Ngày nay dường như có nhiều khả năng là ít phương tiện thử nghiệm buộc phải quét hình sin. Như vậy dường như không có giải thích thực tế nào

cho việc giữ lại mức khắc nghiệt hình sin. Tuy nhiên, nếu tùy chọn là giữ lại nó thì ít nhất nó phải phù hợp với các nguy cơ tiềm tàng gây hư hại của mức khắc nghiệt ngẫu nhiên.

Nẩy (hàng không chằng buộc kỹ). Mặc dù hiện tại không được yêu cầu trong TCVN 7921-3-2 (IEC 60721-3-2), môi trường nẩy tức là hàng không chằng buộc là có liên quan và được đưa vào đây để đảm bảo tính chọn vẹn. Máy thử nghiệm nẩy hiện đã qui định trong IEC 60068-2 là một thiết bị cơ khí được thiết kế để tạo chuyển động hình sin 25 mm của bàn ở xấp xỉ 4,5 Hz. Bằng việc sử dụng hai đĩa lệch tâm quay ở những tần số khác nhau chút ít, có thể gây ra chuyển động nhấc lên cũng như ném ra. Thiết bị được đặt rời trên bàn và được cho phép nẩy lên. Vì chuyển động được cố định nên tham số khắc nghiệt duy nhất người dùng có thể điều chỉnh là khoảng thời gian thử nghiệm. Máy này tái tạo một cách chung kiểu giảm xóc phương tiện theo phương thẳng đứng. Tuy nhiên, điều đáng tranh luận là liệu số lượng lớn chuyển động ném gây bởi máy nảy có thực sự xuất hiện hay không. Một số thiết bị thử nghiệm thực hiện thử nghiệm nảy bằng cách sử dụng các máy tạo rung thủy lực hành trình dài, một số khác trên các máy rung điện động hành trình dài. Các máy phát này cho phép người dùng kiểm soát biên độ và tần số kích thích. Một số không nhiều phương tiện thực hiện thử nghiệm nảy và rung ngẫu nhiên kết hợp bằng cách không cố định thiết bị với bàn rung. Các phương pháp này không phải không có các vấn đề và không có qui trình thử nghiệm cụ thể và thích hợp trong IEC 60068-2.

Nói tóm lại, tiềm năng hư hại của môi trường vận chuyển đường bộ động được tái tạo một cách không đầy đủ bởi cách nó bị chia cắt hiện nay bởi IEC 60721 thành các qui trình thử nghiệm khác nhau của IEC 60068-2. Hơn nữa, các thông số kỹ thuật ngăn cản việc sử dụng các kỹ thuật nghiêm ngặt hơn và có thể hiệu quả hơn về giá thành. Các kỹ thuật ngày nay sẽ cho phép mô phỏng toàn bộ môi trường vận chuyển đường bộ biến động với một thử nghiệm duy nhất.

Các mức khắc nghiệt môi trường và thử nghiệm qui định trong IEC 60721 và IEC 60068 dường như không mang tính đại diện một cách cụ thể cho điều kiện thực tế và cũng không tái tạo tất cả các ảnh hưởng của môi trường gây ra các kiểu hư hại thiết bị có thể có. Vấn đề như đã được giải thích bao gồm toàn bộ dải các kiểu treo phương tiện. Chỉ một số lượng vừa phải thiết bị sẽ có các kiểu hư hỏng nhạy cảm với các điều kiện gây ra bởi kiểu giảm xóc phương tiện. Kiểu phổ biến nhất gây phải phát sinh khi các chuyển động đủ để gây ra va chạm giữa các phần của thiết bị. Trong các trường hợp như vậy mức khắc nghiệt của va chạm sẽ được đặc trưng bởi các vận tốc đã áp dụng. Như cho thấy hiện nay, các vận tốc nảy sinh từ các mức khắc nghiệt của IEC 60721 và IEC 60068 thấp hơn các điều kiện thực tế này.

Cần phải thừa nhận rằng không phải tất cả các thiết bị đều sẽ nhạy với các chuyển động gây bởi các kiểu giảm xóc. Tuy nhiên, người quyết định thiết bị có nhạy hay không là nhà sản xuất thiết bị chứ không phải là IEC 60721 và IEC 60068. Nhà sản xuất thiết bị cần quyết định yêu cầu áp dụng các mức khắc nghiệt để tái tạo các chuyển động của kiểu giảm xóc phương tiện và IEC 60721 cần cung cấp ý kiến tư vấn và hỗ trợ.

Thậm chí đối với thiết bị không nhạy với các chuyển động của giảm xóc phương tiện, các biên độ của các đáp ứng giảm xóc vẫn có ảnh hưởng. Đó là bởi vì kiểu giảm xóc là yếu tố ảnh hưởng chiếm ưu thế

lên các đáp ứng tới gần 100 Hz. Về cơ bản ở trên kiểu giảm xóc các đáp ứng "dịu lại" khoảng 6 db trên mỗi octave lên tới khoảng 100 Hz khi các đáp ứng của phương tiện và của bộ truyền lực trở thành chiếm ưu thế. Các mức khắc nghiệt thử nghiệm đặt trước đó là một biên độ không đổi trong miền tần số này và dường như đã được đặt dựa trên biên độ ở khoảng 10 Hz. Sự tham gia của điều này là các biên độ thử nghiệm đã rút ra rất nhạy với một số lượng đáng kể các biến số.

Các biên độ tần số trung gian dường như được thiết lập bởi động học của phương tiện và các đặc tính của bộ truyền lực. Các khác biệt dường như có quan hệ nhiều hơn tới điều kiện của động cơ và bộ truyền lực của phương tiện. Các biên độ là 0,001 g^2/Hz với một vài lần xuất hiện gần 0,01 g^2/Hz (có vẻ như xuất hiện tại các phương tiện có động cơ và bộ truyền lực chất lượng kém). Các biên độ IEC 60068 hiện tại rơi vào cùng miền tần số trung gian mặc dù các mức khắc nghiệt vẫn cao hơn các mức khắc nghiệt đang xảy ra.

Điều dễ nhận thấy là những sai khác đáng kể tồn tại ở tần số thử nghiệm bên trên được nhiều thông số kỹ thuật thử nghiệm khác nhau áp dụng. Sự khác biệt này tồn tại thậm chí trong IEC 60721 và IEC 60068 bởi vì các thử nghiệm ngẫu nhiên và hình sin sử dụng các dải tần khác nhau rõ rệt. Lý do điều này dường như là các phép đo chiếm ưu thế bởi kiểu giảm xóc dường như "tụt xuống" từ 10 Hz hoặc gần như vậy và do đó ở 500 Hz chúng có biên độ tương đối thấp. Ngược lại, nơi mà kiểu giảm xóc không phải là một đặc điểm quan trọng như vậy (các phương tiện và đường đi tốt) các đáp ứng tần số trung gian trở thành những tính chất chính. Trong trường hợp đó các đáp ứng chỉ bắt đầu "tụt xuống" lần nữa từ khoảng 200 Hz. Trong những trường hợp đó chỉ trên 1 000 Hz hoặc gần như vậy các mức độ trở thành thấp hơn đáng kể. Sự thay đổi này ở tần số bên trên có thể trở nên phức tạp hơn bởi việc đóng gói thiết bị thường có tác dụng bảo vệ tăng lên chống lại các tần số cao hơn. Sự lựa chọn một tần số thử nghiệm bên trên cao không cần thiết có thể hạn chế các thiết bị thử nghiệm (ví dụ như khiến việc sử dụng các bộ rung thủy lực trở nên không thực tế) và giảm độ phân giải kiểm soát ở tần số thấp. Đã vậy một số thiết bị có thể nhạy với các tần số cao hơn. Một lần nữa, cần nhận thức rằng nhà sản xuất thiết bị có nhiều điều kiện để đánh giá các tần số nhạy với hư hỏng thiết bị trên 500 Hz. Như vậy, việc quyết định liệu thiết bị có phải thử nghiệm ở tần số 500 Hz hay không là do nhà chế tạo quyết định chứ không phải theo IEC 60721 và IEC 60068. Tuy nhiên, IEC 60721 cần cung cấp sự tư vấn và hỗ trợ cho nhà sản xuất thiết bị về vấn đề này.

Giá trị hiệu dụng tổng thể của các mức khắc nghiệt rung ngẫu nhiên IEC 60721 và IEC 60068 cao hơn ít nhất 8 đến 10 lần so với các giá trị đo tương ứng. Một số là hệ quả của dải tần thử nghiệm mở rộng tới 2 000 Hz. Tuy nhiên, thậm chí không có việc mở rộng này thì lề giữa các điều kiện thực tế và thử nghiệm là lớn hơn định mức khoảng 2 điều này có thể được coi như một đường bao đáng kể quanh các điều kiện thực tế. Lý do chính vì sao giá trị hiệu dụng tổng của các mức khắc nghiệt rung ngẫu nhiên của IEC 60721 và IEC 60068 lớn hơn nhiều như vậy so với các giá trị đo tương ứng là hình dạng phổ không mang tính đại diện đặc biệt cho đa phần các phép đo thực. Một hình dạng phổ mang tính đại diện hơn mà sẽ cho một r.m.s. sát với các điều kiện thực tế đã được thảo luận trước đây trong báo cáo này.

Đã có bằng chứng đáng kể rằng môi trường động vận chuyển đường bộ thực tế thể hiện tính biến đổi đáng kể. Hiện tại tính biến đổi mở rộng này dường như được giải thích đơn giản bởi việc bao quát mọi điều kiện. Cách tiếp cận này ít có khả năng tạo một thử nghiệm có thể tin cậy được đối với đa số người sử dụng có hiểu biết. Nhiều thông số, được tạo gần đây hơn so với IEC 60721, đã sử dụng một số chiến lược đặc biệt để đối phó với tính biến đổi này. Hiện nay dường như không có một chiến lược duy nhất nào chiếm ưu thế. Tình trạng càng phức tạp hơn do thực tế người sử dụng cho thiết bị chịu thử nghiệm rung vận chuyển vì những lý do khác nhau. Không phải tất cả người dùng đều yêu cầu một thử nghiệm sẽ đảm bảo thiết bị tồn tại trong các điều kiện thực tế. Điều này là do sự tin cậy như vậy thường đi kèm với chi phí đáng kể về đóng gói và bảo vệ phải tính thêm vào. Khía cạnh sau này có thể khắc phục bằng việc sử dụng một mô tả về môi trường trong đó có nêu các xác xuất về biên độ. Điều này sẽ cho phép người dùng chọn một mức (hoặc nhiều mức) khắc nghiệt ở mức độ thích hợp về độ tin cậy đối với việc áp dụng và mục đích của chúng. Tuy nhiên, điều này sẽ yêu cầu một mô tả môi trường chính xác hơn đối với sự vận chuyển đường bộ để đưa vào IEC 60721.

Các biên độ xóc yêu cầu cân nhắc thêm và được đề cập trong các đoạn dưới đây. Như đã trình bày, thiết bị có thể phải chịu các xóc bắt nguồn từ bề mặt đường đi hoặc từ các va đập phương tiện/thiết bị tác động. Vì những xóc này bắt nguồn từ các nguồn khác nhau nên chúng được giải quyết riêng rẽ trong những đoạn sau đây. Hiện tại IEC 60721 dường như xử lý cả hai khía cạnh như một mô tả xóc đơn. Điều này dường như không thích hợp bởi vì hiện tượng nảy lên có thể được giảm nhẹ về thực chất bằng việc thiết kế thiết bị bao/gói tốt và các thử nghiệm hiện tại không thừa nhận điều đó về mặt mức khắc nghiệt.

Xóc đường đi. Các xóc hiện được qui định trong IEC 60721 và IEC 60068 dường như dựa trên các mức mà Hoppe và Gerock đã xác định. Hầu hết các mức đó không có vẻ tương thích với các điều kiện nảy sinh trong các phương tiện hiện đại. Các dự án SRETS và CEEES gợi ý rằng một phân bố các biên độ xóc xảy ra trên thực tế. Vì lý do đó, một mô tả môi trường tốt nhất là nên bao gồm các xác xuất biên độ cho phép người dùng lựa chọn một mức (hay nhiều) mức khắc nghiệt với một độ tin cậy thích hợp đối với việc áp dụng và mục đích của chúng. Đối với các phương tiện hiện tại, và chỉ đề cập các xóc đường bộ đã gợi ý rằng các mức 2M1 cần giảm xuống còn một nửa để bao quát tốt hơn các điều kiện thực tế. Các mức 2M2 nên lấy bằng 2M1 để phản ánh rằng giảm xóc không khí và các đặc tính lái phương tiện tốt bây giờ đã trở thành bình thường. Hiện chưa có đủ thông tin để đề xuất một giá trị cho các mức 2M3 với độ tin cậy nhưng chưa có bằng chứng thực tế rằng chúng vượt quá các mức 2M2 hiện tại. Thậm chí ở mức đó chúng đã bỏ xa mức của nhiều điều kiện tuyến thử nghiệm được rà soát ở đây. Để có ý kiến rằng các mức 2M3 hiện tại không có cơ sở vững chắc và thậm chí vượt quá các mức khắc nghiệt qui định đối với các điều kiện không có đường của ngành quân sự.

Nảy. Thử nghiệm nảy hiện tại dường như chủ yếu là để tái tạo các điều kiện quân sự, với lý do này không ngạc nhiên rằng thử nghiệm hiếm khi được sử dụng cho vận chuyển thương mại và hàng hóa. Bằng chứng cho thấy tác động xảy ra giữa sàn chở hàng hóa của phương tiện và thiết bị (hoặc thường thấy hơn là bao bì của thiết bị). Ngày nay nhiều hàng hóa thương mại được mang có hoặc không có

hạn chế theo phương thẳng đứng, và vì lý do này, trong một số trường hợp tác động giữa sàn chở hàng của phương tiện và thiết bị có thể xảy ra. Mặc dù các phép bí mật SRETS cho thấy những sự việc như vậy xảy ra, nhưng các phép đo cũng cho thấy chúng tương đối ít xảy ra (việc xảy ra có thể liên quan đến chất lượng người điều khiển). Biên độ xóc sẽ liên quan trước hết đến độ cứng và khối lượng của bao bì. Các phép đo SRETS đã được thực hiện trên một pallet mang tải tương đối cao và cứng vững. Điều này sẽ dẫn tới các xung xóc biên độ tương đối cao, khoảng thời gian ngắn, trong khi đó bao bì hàng mềm mang tải nhẹ sẽ tạo ra các xung xóc biên độ thấp hơn trong thời gian dài hơn nhiều. Nảy có thể xảy ra do các rung động y như các xóc có biện độ lớn nhất. Trong cả hai trường hợp, một môi trường bao gồm các xác suất về biên độ sẽ cho phép người dùng trọn mức (hoặc các mức) khắc nghiệt ở mức độ tin cậy phù hợp với áp dụng và mục đích của họ. Việc chuyển đổi các điều kiện này thành mức khắc nghiệt nảy cần sự cân nhắc độ cứng vững và khối lượng gói hàng. Vì các yếu tố này thay đổi đáng kể đối với các bao bì và thiết bị khác nhau nên sẽ hoàn toàn không thích hợp để đưa ra một giá trị chung. Thực tế điều tốt nhất mà IEC 60721 có thể đạt được là qui định các điều kiện có thể khiến sàn của phương tiện chở hàng và thiết bị va đập vào nhau.

Khi hoạt động SRETS bắt đầu, chưa có sự giải thích nào rõ ràng là tại sao nhiều biến đổi tồn tại giữa các thông số qui định thử nghiệm. Tuy nhiên, hoạt động SRETS cho thấy một thay đổi trong các phép đo không có sự khác biệt với sự thay đổi trong các mức khắc nghiệt thử nghiệm. Dữ liệu tập hợp cho báo cáo này cho thấy một phát hiện về cơ bản tương đồng với hoạt động SRETS. Một cân nhắc khác chưa được giải quyết triệt để đó là hầu hết các mức khắc nghiệt thử nghiệm đều bao gồm một yếu tố thận trọng thử nghiệm để tính các thay đổi phép đo,...v.v. Chỉ với một số ít các mức khắc nghiệt thử nghiệm trình bày ở đây cho biết thông tin về kích cỡ của các yếu tố đã đưa vào. Hơn nữa, thậm chí trong số ít các trường hợp đó, không có tính nhất quán thực sự của yếu tố hoặc thậm chí chiến lược.

Mặc dù không có hoạt động được mô tả cụ thể trong đánh giá này được thực hiện để thiết lập các khoảng thời gian thử nghiệm tương đương, một rà soát cơ bản cho thấy rằng các khoảng thời gian thử nghiệm nên ngắn hơn nhiều so với các điều kiện thực tế. Đây là hệ quả của các biến đổi tồn tại trong các điều kiện thực hơn là cứ cố gắng có chủ đích nào nhằm đẩy nhanh khoảng thời gian thử nghiệm. Hành động SRETS gợi ý rằng các khoảng thời gian rung đáng kể xảy ra không lớn hơn 8% thời gian. Hai hạng mục của phân tích dữ liệu được sử dụng để lượng hóa môi trường vận chuyển đường bộ, là đặc biệt hữu dụng trong việc thiết lập "các khoảng thời gian tương đương". Đầu tiên là phân tích mật độ xác xuất biên độ có thể sử dụng để định lượng một cách hiệu quả số lần các biên độ ở một biên độ cụ thể. Nếu phân tích APS bao quát một khoảng thời gian và tổ hợp đủ các điều kiện thực, thì khi đó một đánh giá tốt về khoảng thời gian tương đương có thể được thiết lập. Dạng phân tích kia là phổ hư hại do mới. Điều này cho phép thiết lập một khoảng thời gian thử nghiệm tương đương dựa trên hư hại do mới tương đương. Cả hai dự án SRETS và CEEES đều sử dụng cả hai phương pháp để suy ra các khoảng thời gian thử nghiệm.

9 Khuyến cáo

Dữ liệu tốt đã được xác định từ ba nguồn, với lượng thông tin đáng kể nhận được và tính xác thực của dữ liệu có thể thiết lập được. Ba nguồn này bao gồm bảy phương tiện phần lớn là hiện đại bao quát một dải khối lượng đáng kể. Thông tin từ ba nguồn này thu thập được trên các đường bộ công cộng cũng như các tuyến đường thử nghiệm và bao gồm các phép bí mật và công khai. Ba nguồn dữ liệu bổ sung đã được xác định lấy từ các nguồn có uy tín nhưng thông tin thu nhận được là chưa đủ về chất lượng dữ liệu cần phải xác minh một cách thỏa đáng. Cuối cùng thông tin đã được rà xoát lại từ một nguồn mà có lẽ là cơ sở cho các mức khắc nghiệt IEC 60721 hiện tại.

Phần lớn, dữ liệu từ các nguồn khác nhau không chỉ cho thấy một mức độ hợp lý về tính tự nhất quán trong nội dung mà còn một mức độ nhất quán tương đối tốt qua các nguồn khác nhau. Không có nguồn dữ liệu nào khác biệt mà còn một cách hiển nhiên so với phần còn lại tới mức độ mà giá trị của hành động đánh giá này được đặt thành vấn đề. Có thể thấy rõ từ thông tin đã rà soát rằng môi trường động vận chuyển đường bộ là phức tạp và nhạy cảm đối với một số lượng đáng kể các biến. Tuy nhiên, một số xu hướng chung là nhất quán đối với phần lớn các phương tiện được đề cập.

Các mức khắc nghiệt của TCVN 7921-3-2 (IEC 60721-3-2), Bảng 5, loại môi trường b) (rung ngẫu nhiên tĩnh tại) bao gồm nhiều điều kiện vận chuyển cũng như nhiều phương tiện vận tải đường bộ rất đa dạng. Tuy nhiên, dường như môi trường động nảy sinh từ vận chuyển đường bộ sẽ là điều kiện chính thiết lập các mức khắc nghiệt môi trường TCVN 7921-3-2 (IEC 60721-3-2), Bảng 5. Cơ sở của các mức khắc nghiệt của TCVN 7921-3-2 (IEC 60721-3-2), Bảng 5 loại môi trường a) (rung hình sin tĩnh tại) là không chắc chắn và trong mọi trường hợp không đại diện cho các điều kiện thực tế. Các xóc của TCVN 7921-3-2 (IEC 60721-3-2), Bảng 5, loại môi trường c) (rung không tính tại bao gồm xóc) cũng quát một sự đa dạng các điều kiện vận chuyển mặc dù dường như có nhiều khả năng là môi trường động nảy sinh từ vận chuyển đường bộ sẽ là điều kiện chính thiết lập các mức khắc nghiệt trong TCVN 7921-3-2 (IEC 60721-3-2), Bảng 5.

Việc sử dụng dữ liệu đã xác định trong đánh giá này đã tìm ra một số lượng đáng kể các thiếu sót trong các điều kiện IEC 60721 hiện tại và các mức khắc nghiệt IEC 60721 và IEC 60068. Hầu hết các thiếu sót đáng kể được kể ra dưới đây.

a) Các mức khắc nghiệt hiện tại trong IEC 60721 không mô tả đầy đủ môi trường vận chuyển động của đường bộ. Một mô tả môi trường vận chuyển động của đường bộ đầy đủ sẽ tương đối phức tạp nhưng sẽ cho phép người dùng thiết lập các mức khắc nghiệt có khả năng thực hiện tốt nhất các điều kiện hư hỏng tiềm tàng đối với thiết bị của họ.

b) Mô tả hiện tại trong IEC 60721 là không đầy đủ bởi vì nó không thể hiện tất cả tiềm năng gây hư hỏng của môi trường vận chuyển động của đường bộ. Mặc dù phải thừa nhận rằng không phải tất cả mọi người dùng sẽ cần thực hiện toàn bộ cơ chế hư hại tiềm tàng, nhưng IEC 60721 không nên giới hạn một cách không cần thiết phạm vi của thử nghiệm này. Điều này đặc biệt liên quan đến vận chuyển mà ở đó một phạm vi rộng lớn các yêu cầu về thiết bị đã đóng gói cần được bao quát.

c) Việc phân chia môi trường vận chuyển đường bộ động thành các thử nghiệm ngẫu nhiên và xóc dường như dựa trên năng lực của phương tiện thử nghiệm cũ và không đại diện cho phương tiện hiện đại. Không chỉ là bây giờ có thể tái tạo sát hơn các điều kiện thực tế, họ yêu cầu ít phương tiện hơn và có thể dẫn tới việc thử nghiệm kinh tế hơn. Tuy nhiên cần thực hiện những cải tiến như vậy sẽ cần phải rà soát lại về cơ bản chiến lược đằng sau IEC 60721.

d) Các mức khắc nghiệt trong TCVN 7921-3-2 (IEC 60721-3-2) và IEC 60721-4-2 dường như là đường bao của các trường hợp tuyệt đối xấu nhất. Với các biến đổi vốn có trong môi trường vận chuyển đường bộ động, nhiều người dùng coi một mức tin cậy cao đến như vậy là không cần thiết và tốn kém. Một số phổ vận chuyển đường bộ được suy ra mới đây có thể tính đến các biến đổi như vậy tốt hơn. Điều này cũng sẽ là khả thi ở đây nếu một mô tả môi trường đầy đủ được đưa vào.

Liên quan đến định nghĩa của các chủng loại trong TCVN 7921-3-2 (IEC 60721-3-2), chỉ chủng loại 2M1 áp dụng cho các phương tiện giảm xóc khí mà ngày nay tạo thành phần lớn đội ngũ vận chuyển. Ngày nay đa số các phương tiện là các xe tải và xe moóc có đệm khí hoặc bao gồm các phương tiện với các đặc tính lái tốt hơn nhiều so với các phương tiện cũ. Điều này làm giảm các tần số giảm xóc thường từ 7 Hz đến 8 Hz, phổ biến 30 đến 40 năm trước đây, xuống gần tới 2 Hz ngày nay.

Phổ rung ngẫu nhiên thiết lập trong TCVN 7921-3-2 (IEC 60721-3-2) và IEC 60721-4-2 khác rõ rệt so với đại đa số các điều kiện thực tế hiện nay và phần lớn phổ thử nghiệm tương ứng đã phát triển trong những năm gần đây. Phổ không bao gồm kiểu giảm xóc chiếm ưu thế (vì dải tần không xuống đủ thấp) và do đó tái tạo các vận tốc và dịch chuyển đầy đủ xảy ra trong các điều kiện thực. Ngược lại, giới hạn tần số trên cao là không cần thiết đối với phần lớn thiết bị. r.m.s tổng cao hơn nhiều so với các điều kiện thực tế và lớn hơn rõ rệt các giá trị tương ứng đối với nhiều phổ thử nghiệm vận chuyển đường bộ được phát triển gần đây. Cũng vậy dạng phổ thực tế và các mức không phản ánh thật tốt các điều kiện thực tế.

Hiện tại, IEC 60721 dường như đề cập về xóc như một mô tả xóc đơn lẻ. Tuy nhiên, thiết bị có thể phải chịu những xóc bắt nguồn từ bề mặt đường hoặc từ các va đập phương tiện/thiết bị. Vì các xóc này bắt nguồn từ những nguồn khác nhau nên chúng cần được xử lý riêng biệt từ với các va đập phương tiện/thiết bị; những xóc như vậy có thể được giảm nhẹ về bản chất nhờ thiết kế thiết bị/bao gói tốt và các thử nghiệm hiện tại không thừa nhận điều đó về tính khắc nghiệt.

(1) Các xóc bề mặt đường đi. Thông tin đã rà soát sẽ gợi ý rằng các xóc xuất hiện chỉ từ bề mặt đường là bằng khoảng một nửa các mức 2M1 hiện tại. Đã đề xuất rằng các mức 2M2 nên lấy bằng 2M1 để phản ánh các đặc tính giảm xóc khí và các đặc tính đi xe tốt bây giờ là chuyện bình thường. Các mức 2M3 dường như quá cao và vượt quá các điều kiện đã xem xét ở đây. Thật vậy, chúng thậm chí còn vượt quá các mức khắc nghiệt đã qui định đối với các điều kiện đường quân sự.

(2) Các va đập phương tiện/thiết bị. Trong khi các phép bí mật cho thấy rằng các sự kiện như vậy có xảy ra, các phép đo cũng chỉ thị rằng chúng tương đối ít xảy ra (sự xuất hiện có thể liên quan đến chất lượng người điều khiển). Việc thiết lập mức khắc nghiệt của các xóc này yêu cầu cân nhắc độ

cứng vững và khối lượng của bao bì. Vì những yếu tố này thay đổi đáng kể đối với các bao bì và thiết bị khác nhau nên đưa ra một giá trị chung sẽ là hoàn toàn không thích hợp đối với IEC 60721. Tuy nhiên, nó có thể định lượng một cách phù hợp các điều kiện gây ra các sự kiện và đưa ra hướng dẫn về cách để suy ra một mức khắc nghiệt.

Bảng 1 – Tóm tắt các hành trình SRETS

Hành trình	Phương pháp vận chuyển	Tổng khoảng cách xấp xỉ	Tổng số hành trình
Vương Quốc Anh Dumbarton tới Daventtry	Đường bộ	550 km	19 (6 lần kích hoạt)
Châu Âu			
Dumbarton/Greenock	Đường bộ		
Greenock/Bilbao	Đường biển	1 920 km	1
Bilbao/Madrid	Đường sắt	(400 km đường sắt)	
Madrid railhead/depot	Đường bộ		
Dumbarton/Dover	Đường bộ		
Dover/Calais	Đường biển	1 935 km	1
Calais/Madrid	Đường bộ		
Dumbarton/Dover	Đường bộ		
Dover/Calais	Đường biển	2 325 km	1
Calais/Lisbon	Đường bộ		

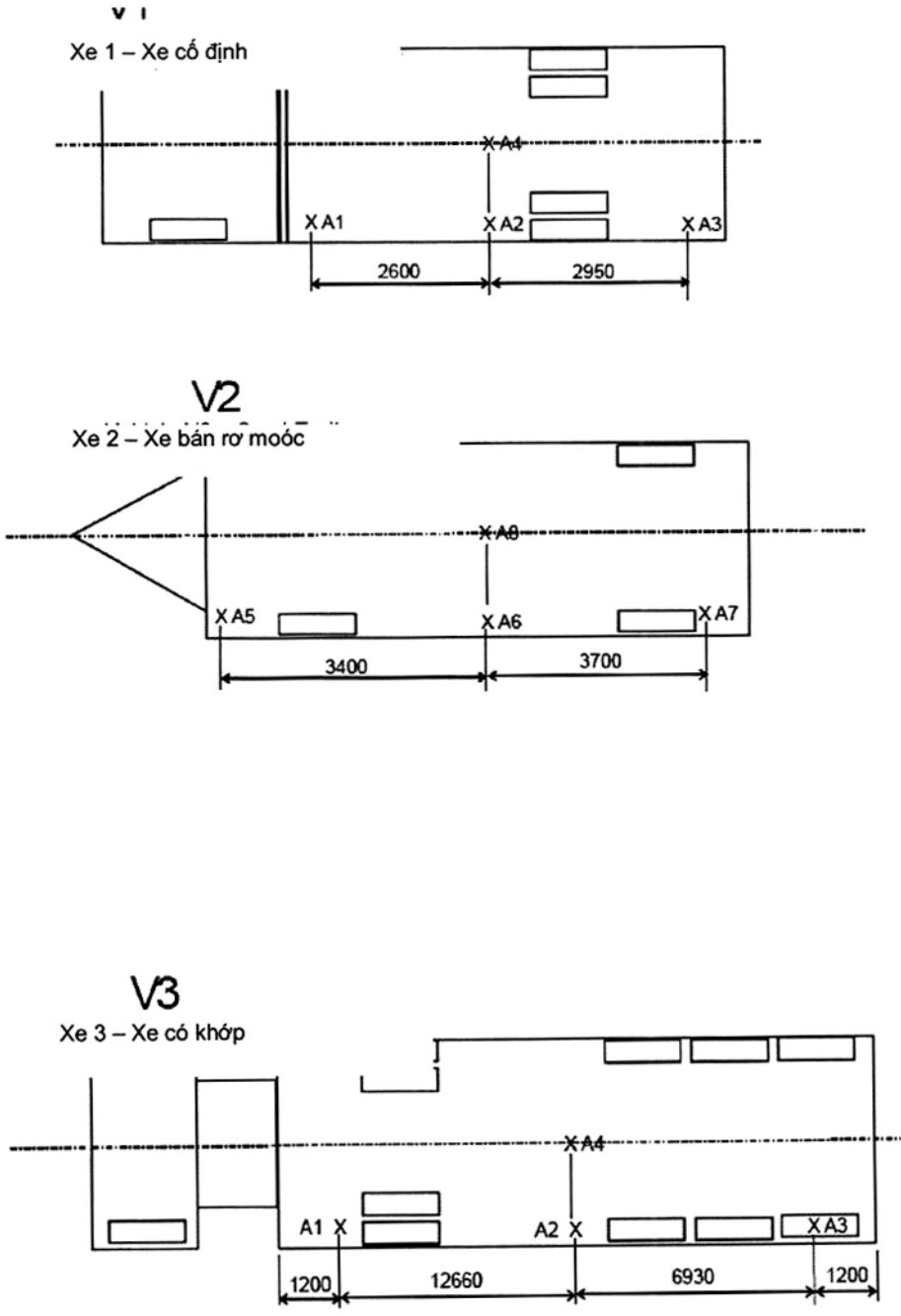
Bảng 2 – Tổng hợp các phép đo do Bosch thực hiện, sử dụng một số phương tiện trong các điều kiện thử nghiệm khác nhau

Loại đường bộ		Tốc độ Km/h	Xe 1 (V1) hệ số phụ tải		Xe 2 (V2) hệ số phụ tải	Xe 3 (V3) hệ số phụ tải	
			50 %	100 %	30 %	40 %	80 %
Tuyến thử nghiệm (đường gồ ghề)	R1	30	2 [a]	2 [a]	2	3	–
		50	2 [a, b]	2 [a, b]	2	3	3
Tuyến thử nghiệm (đường gồ ghề)	R2	30	2 [a]	2 [a]	2	2	5
		50	2 [a]	2 [a]	2	2	2
Đường bình thường	R3	50	1 [c]	–	1 [c]	1	–
		30	4 [c]	–	4 [c]	4	–
Xa lộ	R4	70	5 [c]	–	5 [c]	5	–

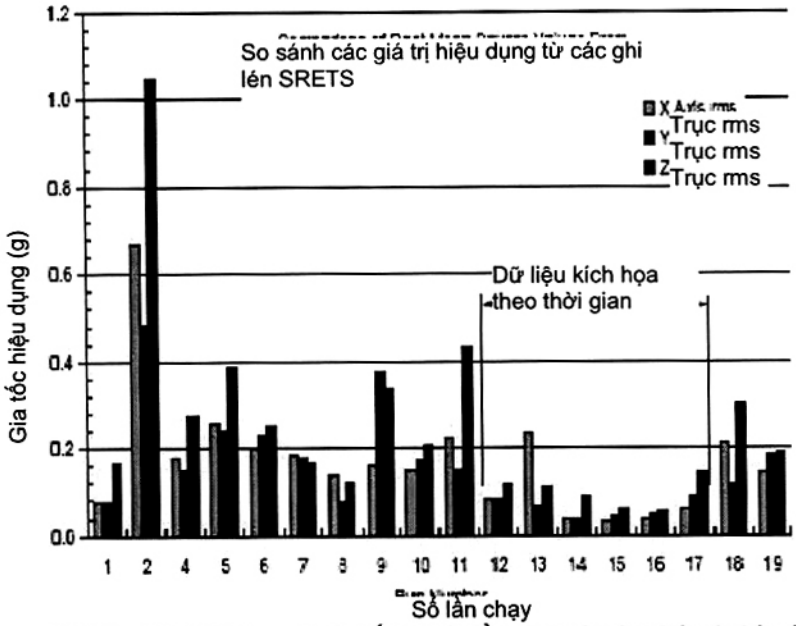
[a] xe tải không có rơ moóc.

[b] phép đo theo ba trục tại mọi điểm.

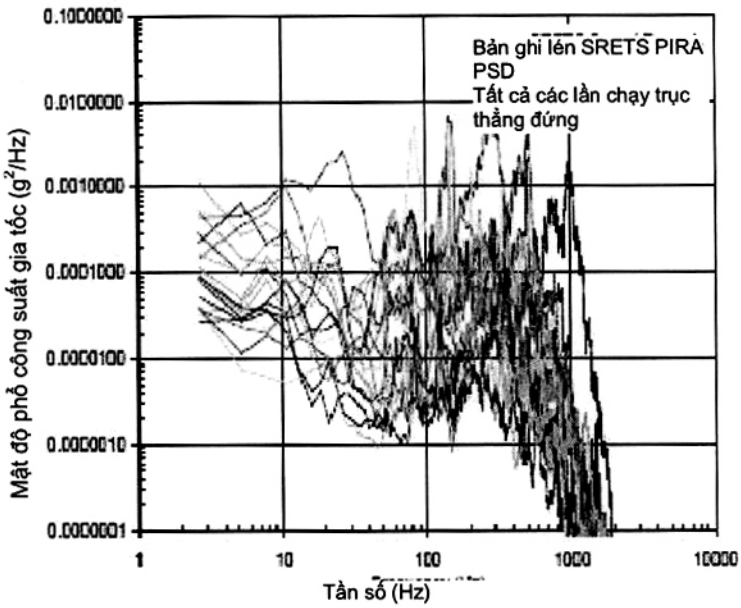
[c] xe tải có rơ moóc, chỉ thực hiện phép đo tại điểm M3.



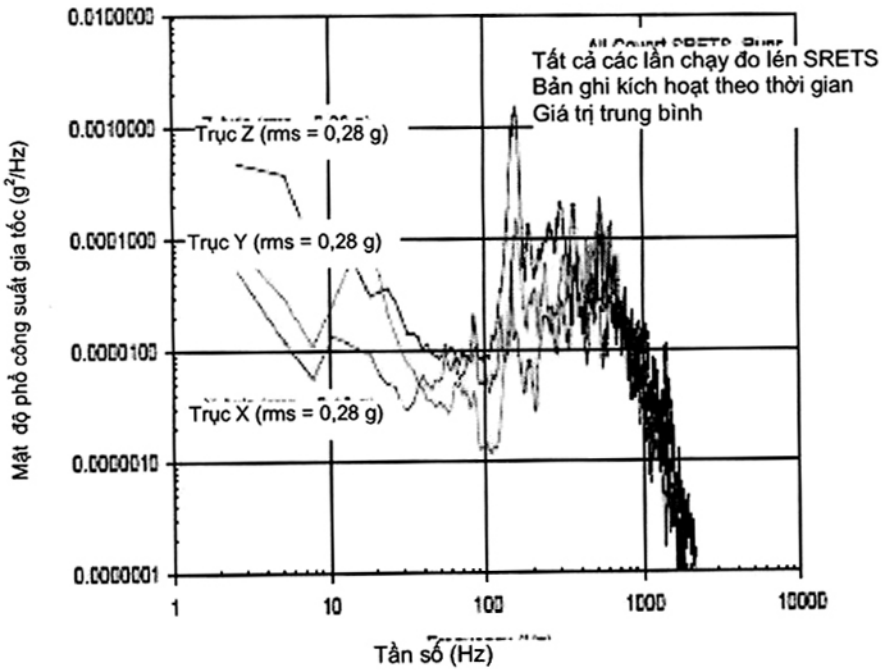
Hình 1 – Sơ đồ các phương tiện SRETS



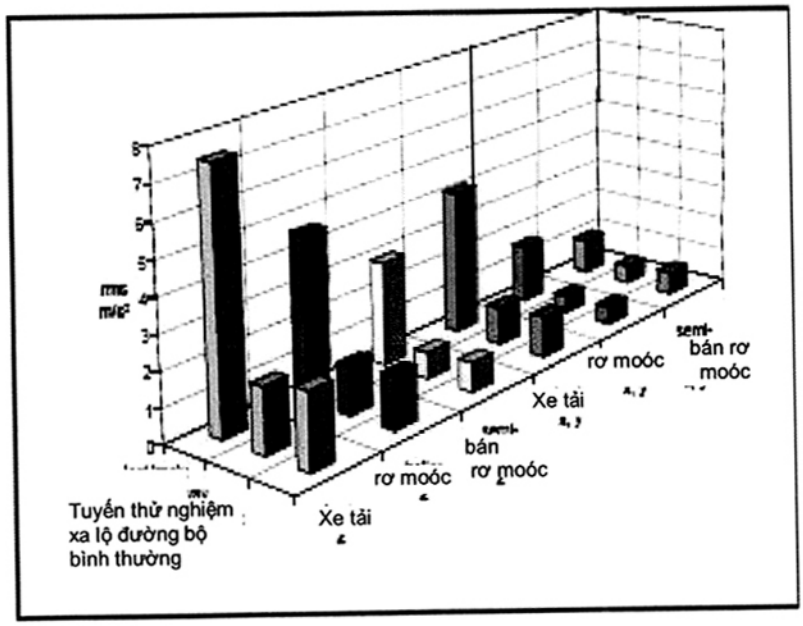
Hình 2 – Giá trị hiệu quả của tất cả các lần chạy từ các phép đo bí mật SRETS



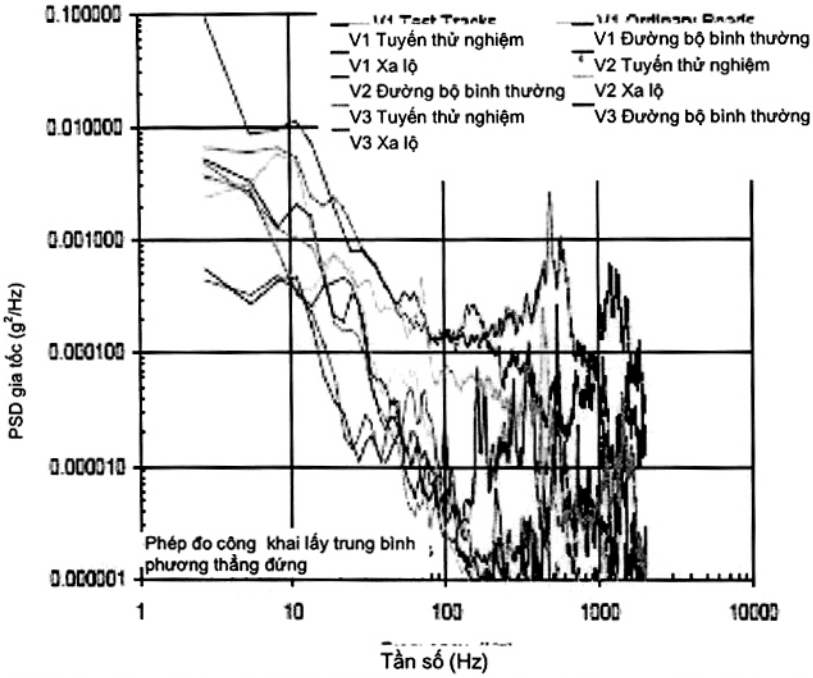
Hình 3 – Tất cả các phép bí mật SRETS dạng PSD



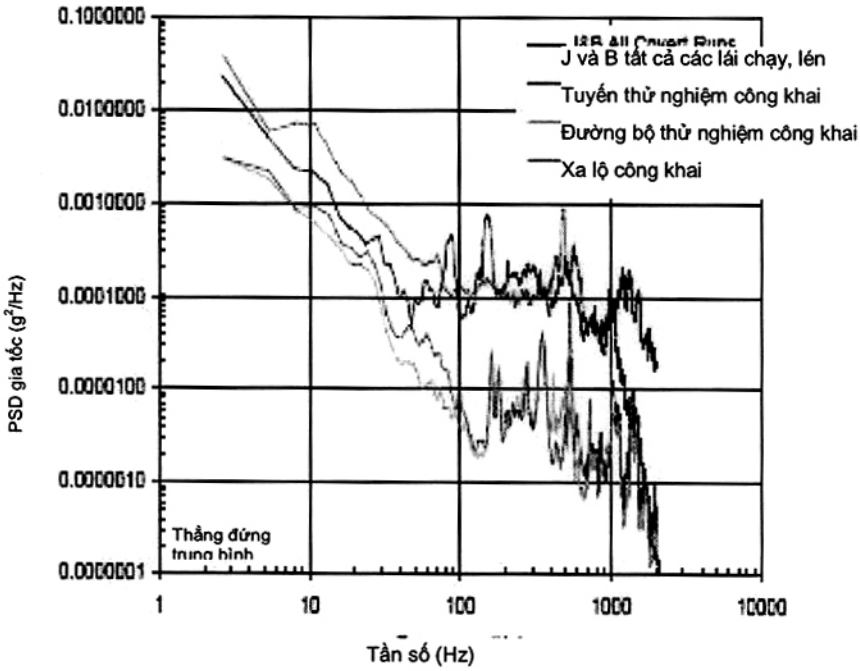
Hình 4 – So sánh các biên độ SRETS theo 3 trục



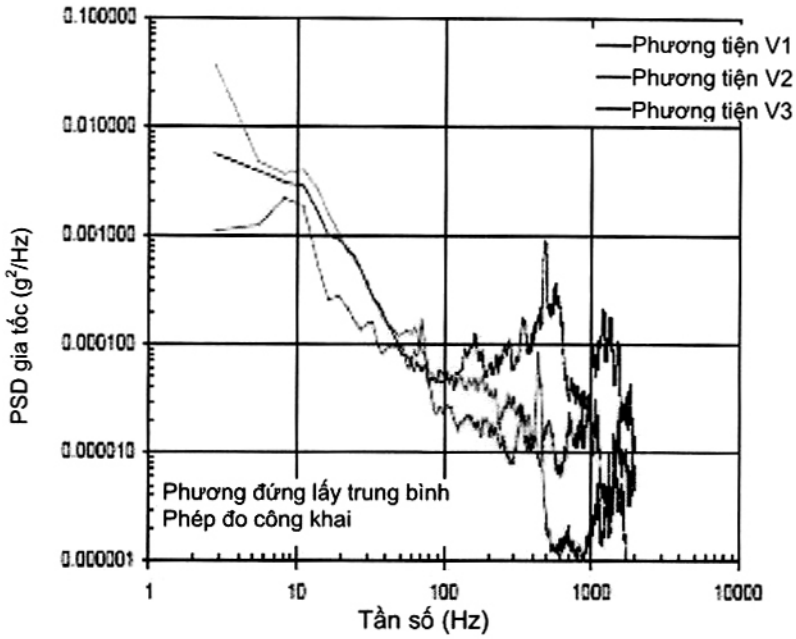
Hình 5 – So sánh các phép đo SRETS thực hiện với người lái phương tiện có biết



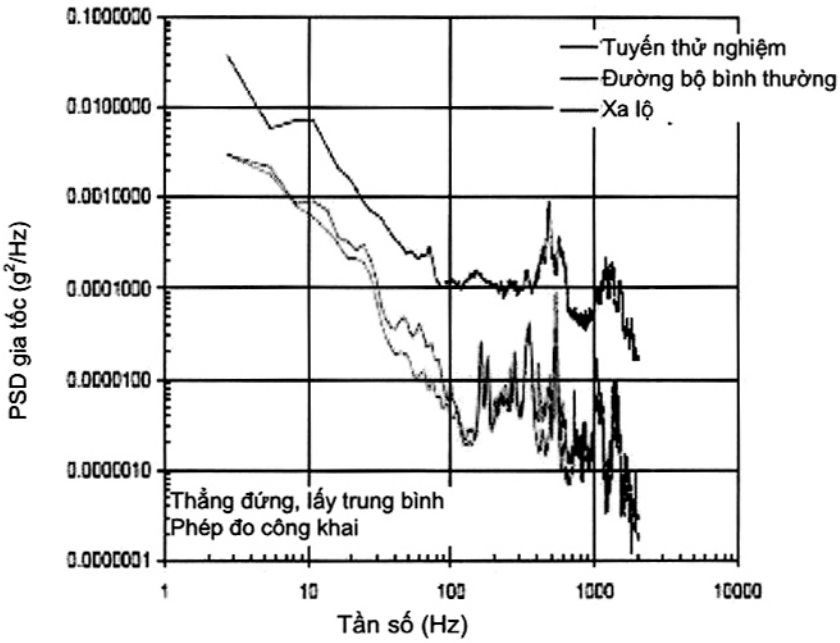
Hình 6 – So sánh các PSD SRETS của các loại phương tiện (v1, v2, v3) và loại đường bộ, người lái phương tiện có biết



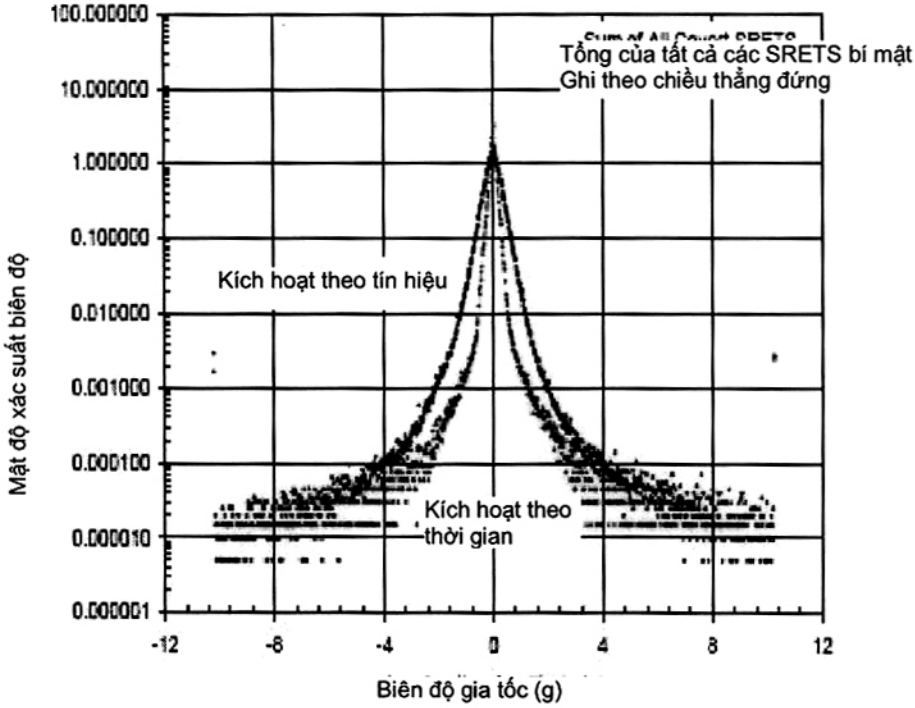
Hình 7 – So sánh các phép đo SRETS thực hiện mà người lái không biết (lén) và người lái có biết (công khai) trên các đường bộ khác nhau



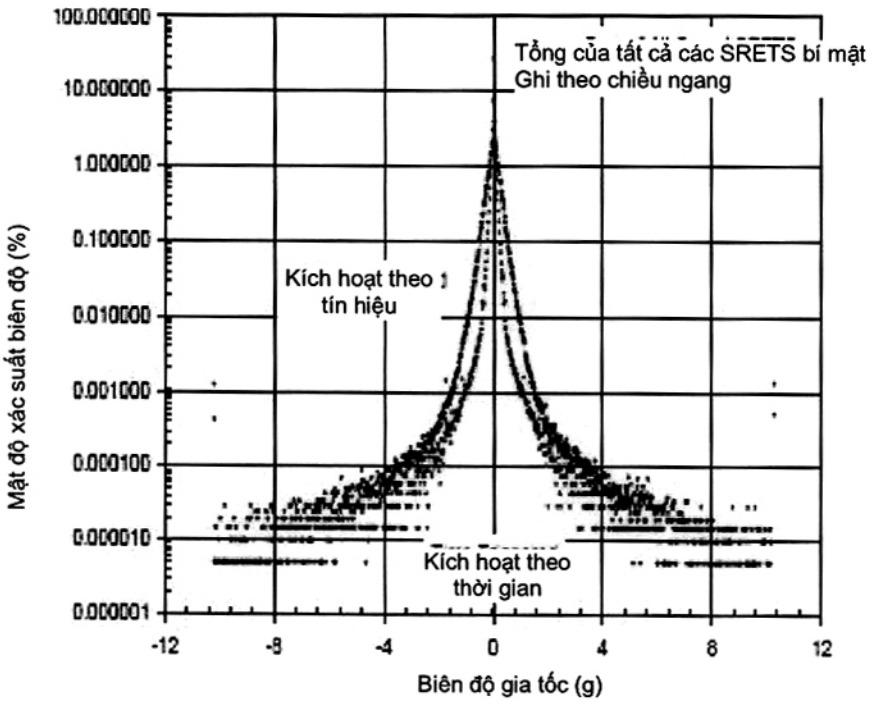
Hình 8 – So sánh các loại phương tiện SRETS khác nhau tại sàn phụ tải – Các phép thực hiện người lái có biết



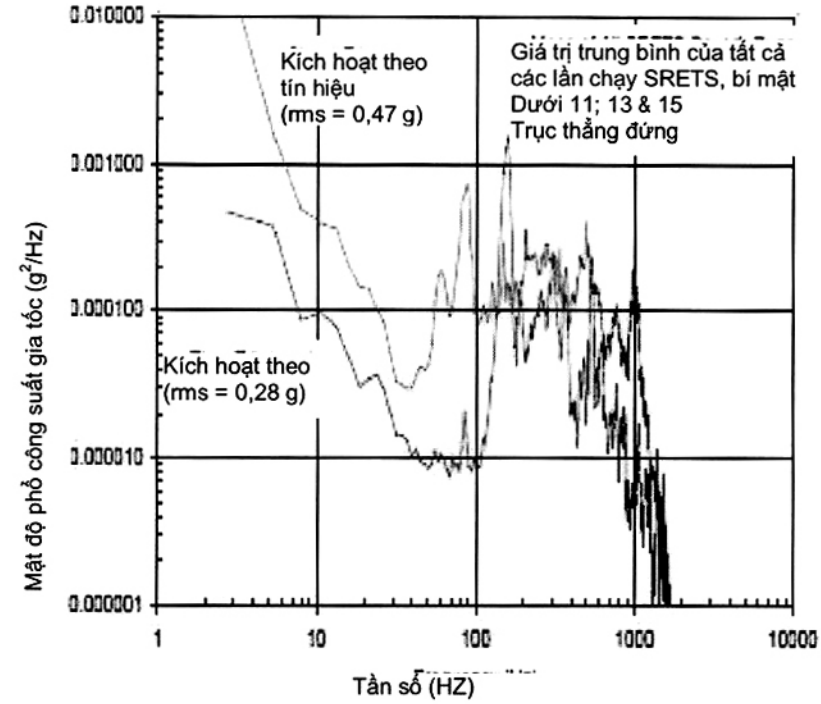
Hình 9 – So sánh các phép đo SRETS với các loại đường – Người lái xe có biết



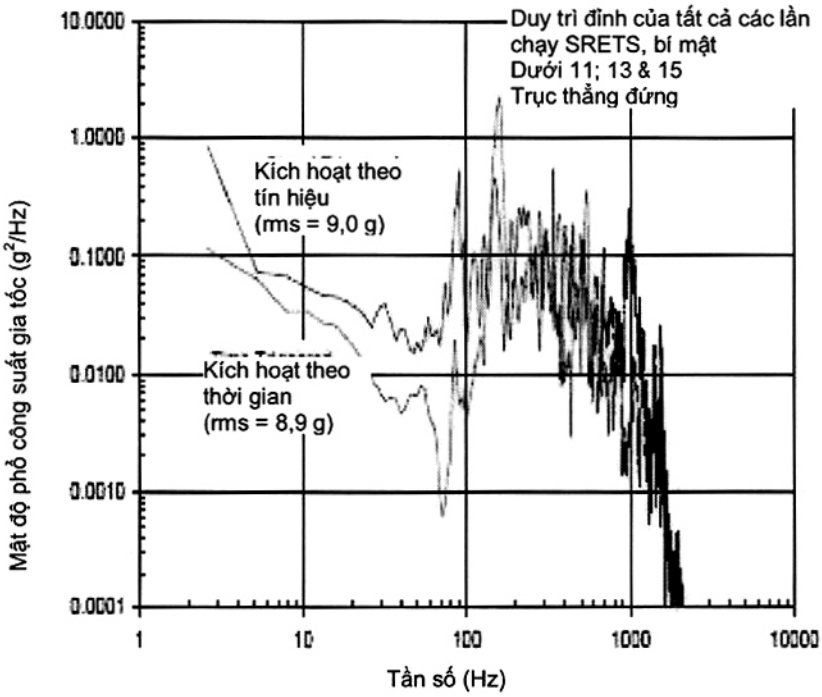
Hình 10 – So sánh các dữ liệu tín hiệu SRETS kích hoạt theo thời gian và theo tín hiệu, người lái xe không biết



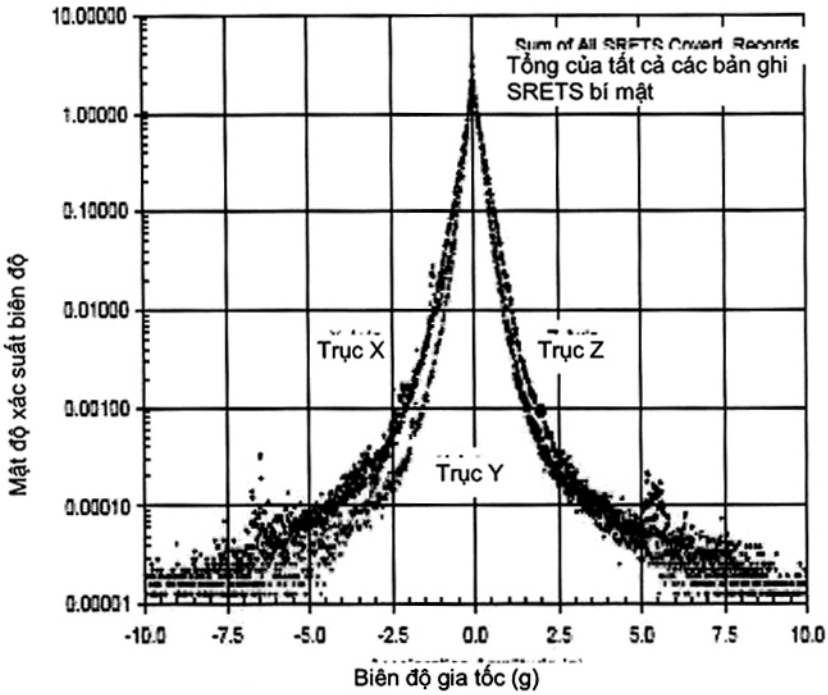
Hình 11 – So sánh các dữ liệu SRETS trước/sau kích hoạt theo thời gian và theo tín hiệu, người lái xe không biết



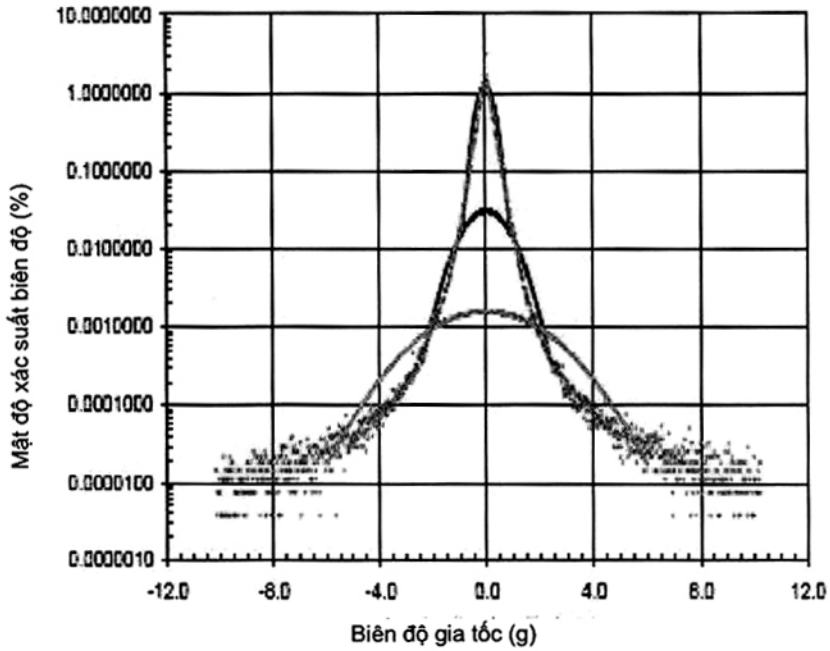
Hình 12 – Mật độ phổ công suất của các dữ liệu SRETS kích hoạt theo thời gian và theo tín hiệu, người lái xe không biết



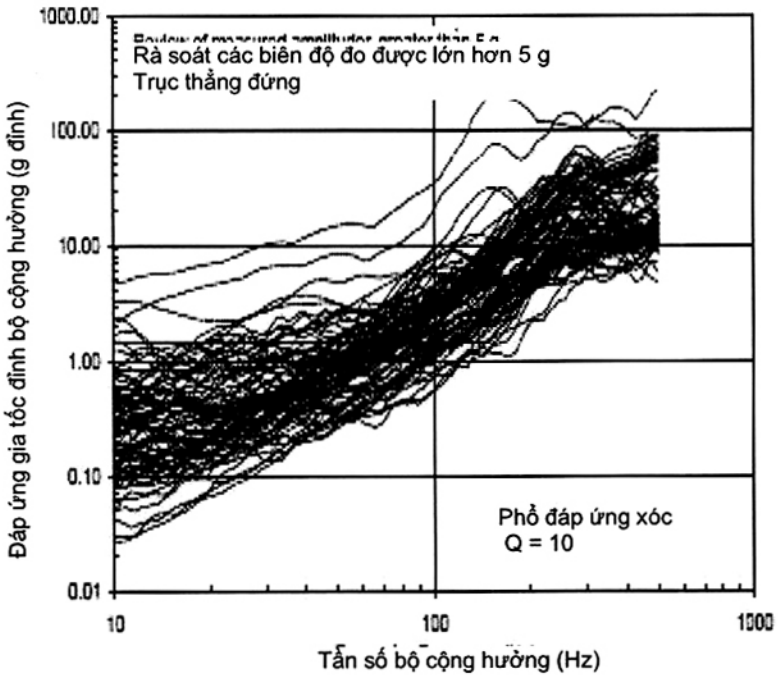
Hình 13 – Mật độ phổ duy trì đỉnh của các dữ liệu SRETS kích hoạt theo đỉnh và theo tín hiệu, người lái xe không biết



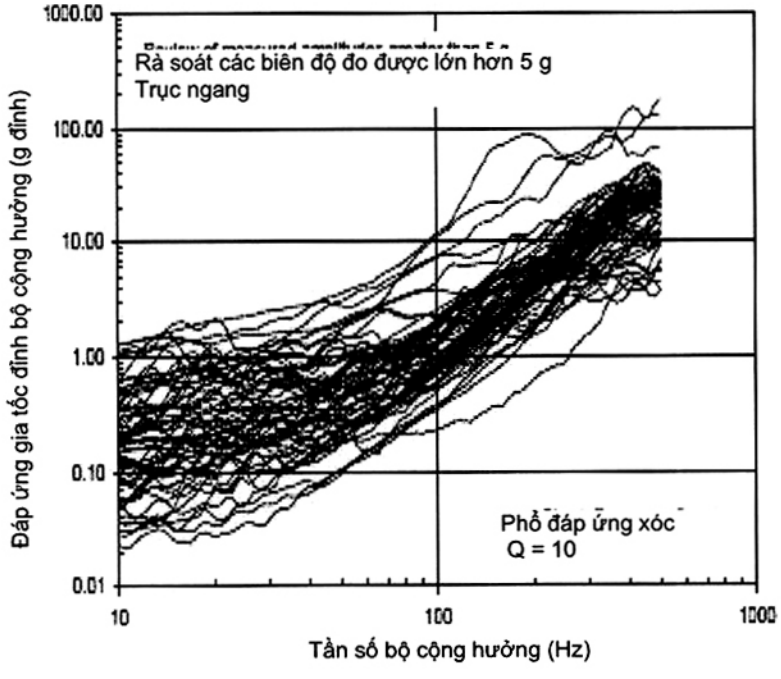
Hình 14 – APD Mật độ xác suất biên độ của các dữ liệu SRETS đo được, người lái không biết



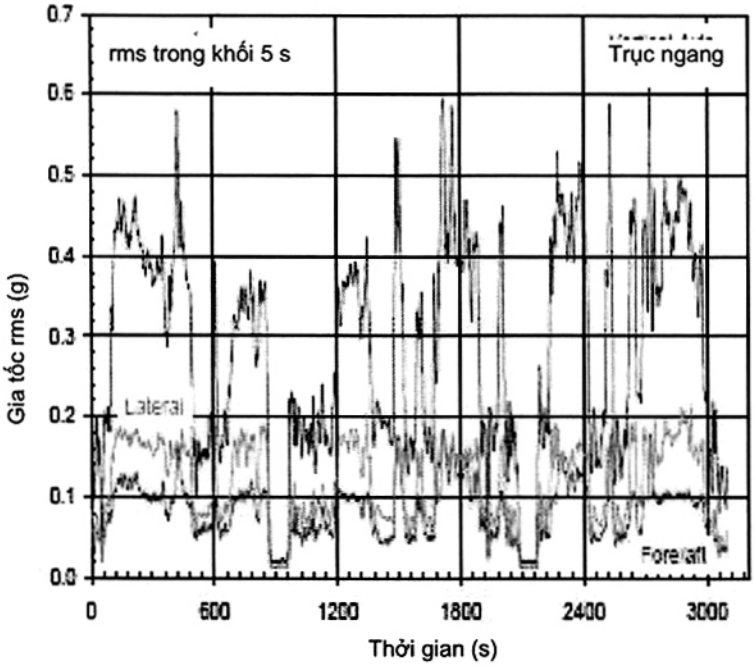
Hình 15 – Khớp mật độ xác suất biên độ với nhiều hàm phân bố Gauss



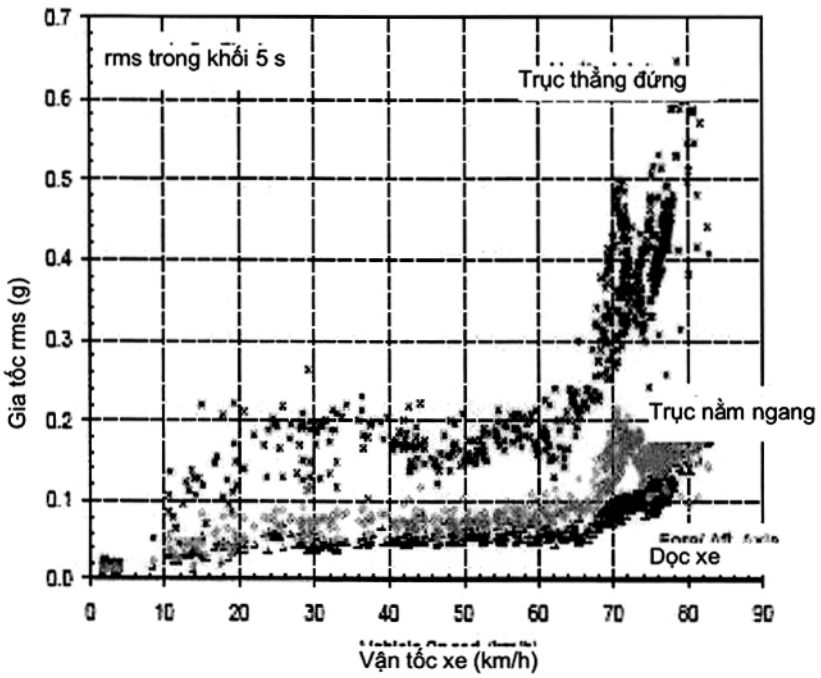
Hình 16 – Biên độ SRS thẳng đứng đo được của SRETS lớn hơn 5 g – Người lái không biết



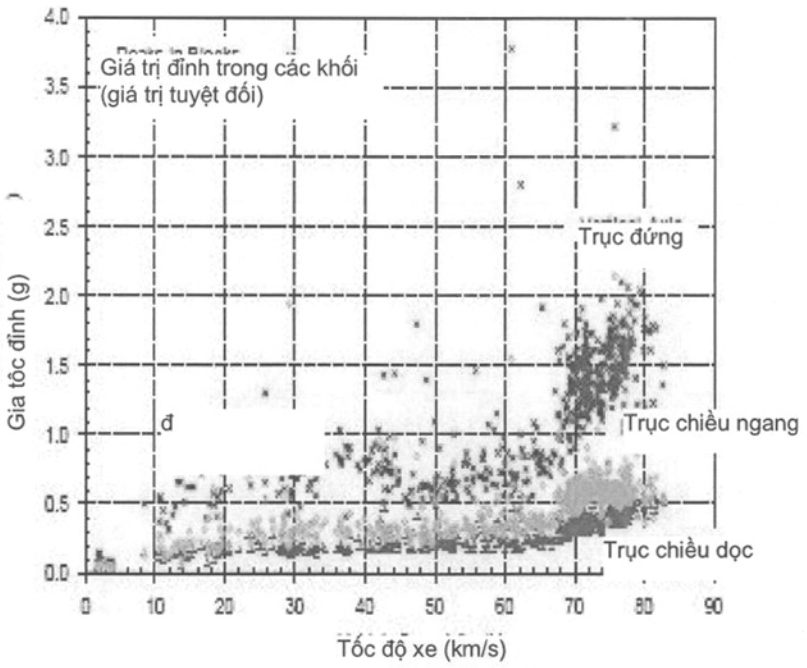
Hình 17 – Biên độ phổ đáp ứng xóc theo chiều ngang của SRETS đo được lớn hơn 5 g – Người lái không biết



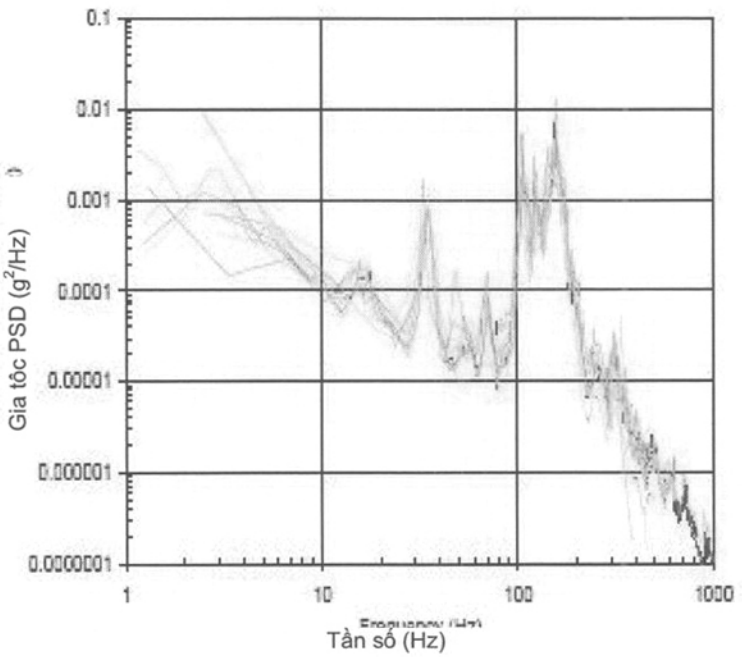
Hình 18 – Rung rms theo thời gian dùng cho phân tích CEEES



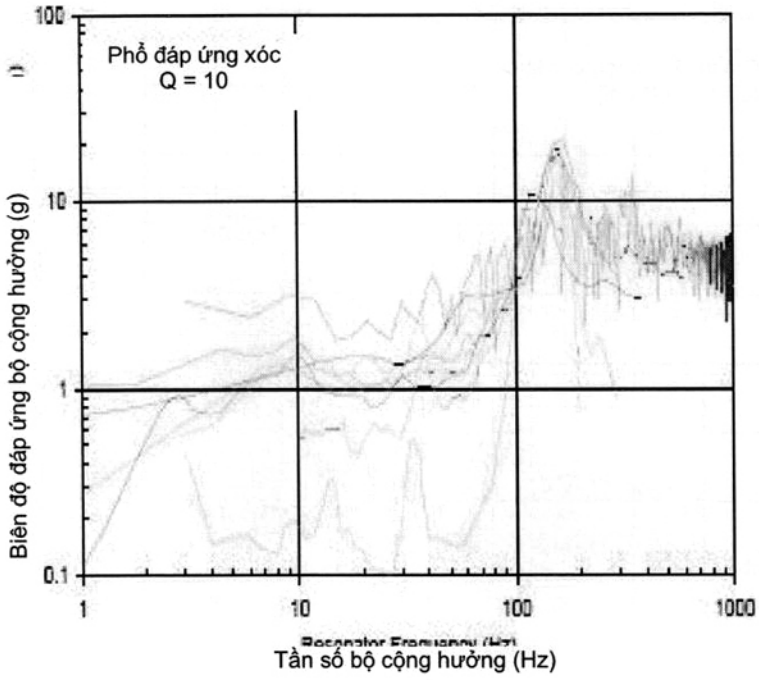
Hình 19 – Rung rms theo vận tốc phương tiện dùng cho phân tích CEEES



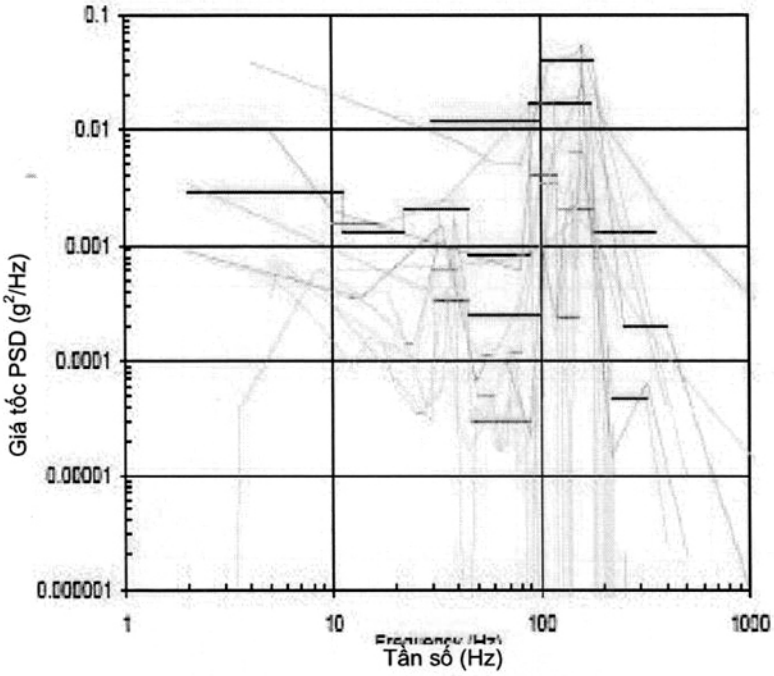
Hình 20 – Gia tốc đỉnh theo tốc độ xe dùng cho phân tích CEEES



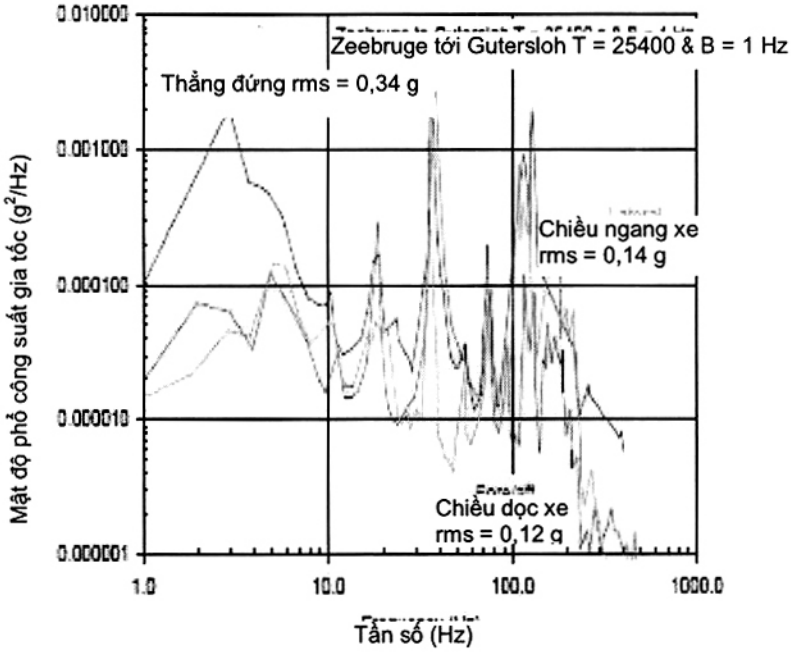
Hình 21 – Phân tích PSD từ dự án đo CEEES kiểu "vòng tròn"



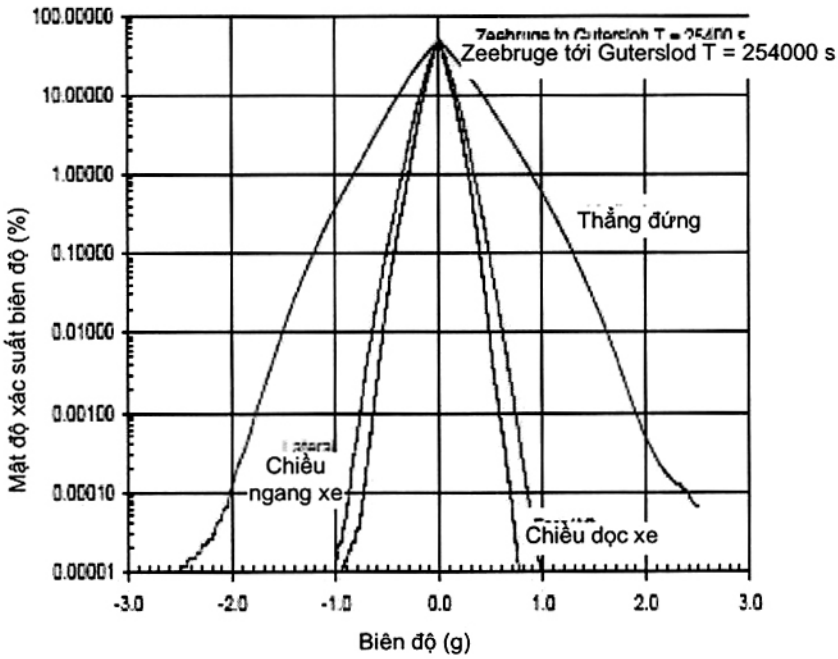
Hình 22 – Phân tích phổ đáp ứng xóc từ dự án đo CEEES kiểu "vòng tròn"



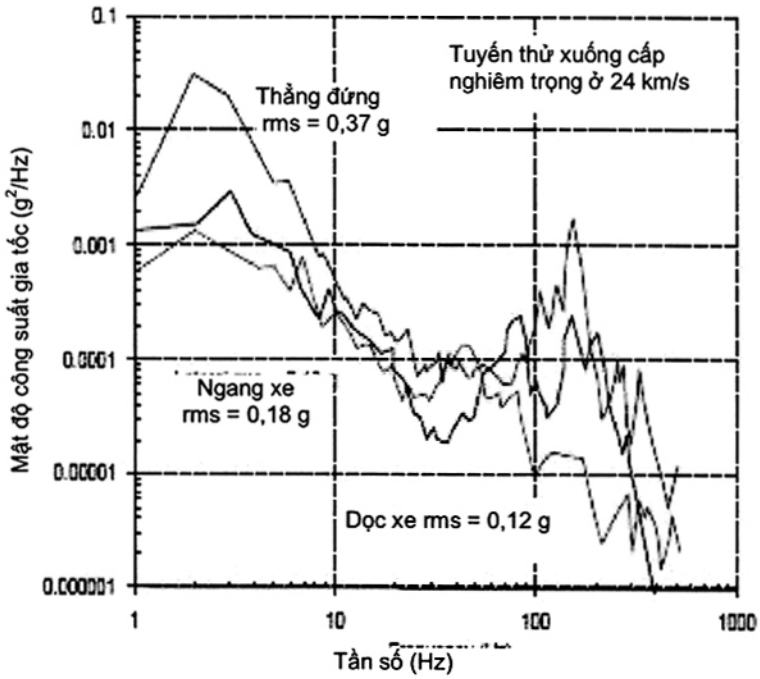
Hình 23 – Phân tích PSD từ dự án đo CEEES kiểu "vòng tròn"



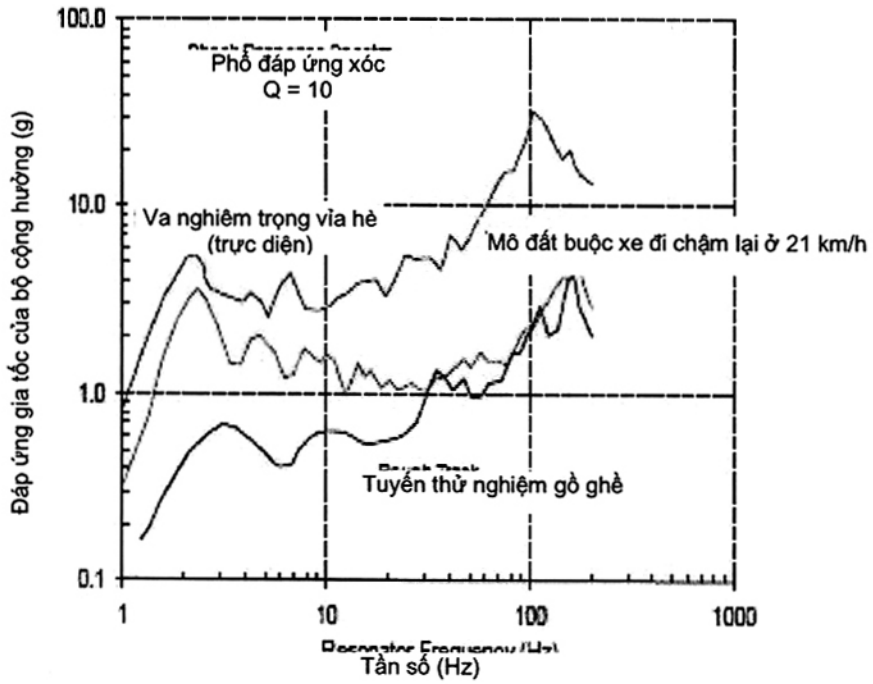
Hình 24 – Mật độ phổ công suất rung kết hợp của các phép đo CEEES



Hình 25 – Mật độ xác suất biên độ rung tổng hợp từ các phép đo CEEES



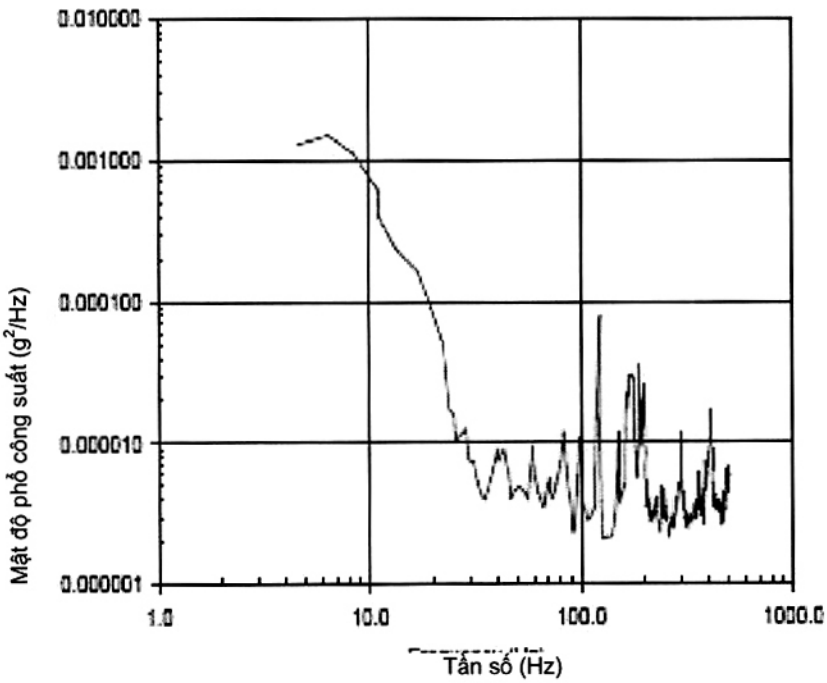
Hình 26 – Mật độ phổ công suất rung do đường xuống cấp lên các phép đo CEEES



Hình 27 – Xóc theo các phép đo CEEES

Bảng 3 – Phương tiện dùng cho các phép đo Hoppe và Gerock

Phương tiện	Nhà chế tạo	Kiểu	Vận hành từ năm	Khối lượng tổng lớn nhất Kg	Khối lượng không tải Kg	Platform Kích thước sàn mxm	Kiểu giảm xóc
Xe van nhỏ	VW		1970	2,2	1,25	1,6 x 1,5	Thanh xoắn
Xe tải 4 t	Daimler-Benz	L405	1964	3,9	1,9	3,0 x 2,0	Nhíp lá
Xe tải 10 t	MAN	520H	1962	10,2	4,5	5,5 x 2,2	Nhíp lá
Xe tải 22t	Daimler-Benz	LP2224 /Gr	1970	22	8,4	7,1 x 2,4	Nhíp lá
Moóc kéo 16 t	Moessbauer		1961	16	4,4	7,0 x 2,4	Nhíp lá
Moóc kéo 25 t	Kaessbohrer		1946	25	6,0	11,0 x 2,4	Nhíp lá
Đầu kéo bán moóc	Hensohel	520F/S R 1215F	1964	16	6,1		Nhíp lá
Xe tải 22 t	Buessing	BS22L	1971	22	5,0	7,1 x 2,4	Không khí
Moóc kéo 12 t	Ackermann		1970	16	3,7	7,1 x 2,4	Không khí



Hình 28 – Mật độ phổ công suất xung điển hình theo phép đo Hoppe và Gerock