

**TCVN**

**TIÊU CHUẨN QUỐC GIA**

**ỨNG DỤNG ĐƯỜNG SẮT – HỆ THỐNG HÃM – BẢO VỆ  
CHỐNG TRƯỢT BÁNH XE**

*Railway applications – Braking – Wheel slide protection*

HÀ NỘI - 2021

## Mục lục

Lời nói đầu .....	4
1 Phạm vi áp dụng .....	5
2 Tài liệu viện dẫn .....	5
3 Thuật ngữ và định nghĩa .....	7
4 Ký hiệu và từ viết tắt .....	11
5 Các yêu cầu .....	12
6 Phạm vi thử nghiệm.....	23
7 Phương pháp thử .....	42
8 Đánh giá thử nghiệm .....	49
9 Hồ sơ lưu trữ thử nghiệm.....	62
10 Kiểm tra và thử nghiệm định kỳ.....	64
11 Ký hiệu, nhận dạng và ghi nhãn.....	64
Phụ lục A (Quy định) - Bảng kết nối các yêu cầu WSP/WRM với các thử nghiệm và tiêu chí thử nghiệm.....	66
Phụ lục B (Quy định) - Các yêu cầu tối thiểu đối với thiết bị mô phỏng WSP .....	90
Phụ lục C (Tham khảo) - Ví dụ về các thử nghiệm trên thiết bị mô phỏng cụ thể .....	105
Phụ lục D (Tham khảo) - Các thử nghiệm tùy chọn .....	112
Phụ lục E (Tham khảo) - Sơ đồ thử nghiệm WSP thực tế điển hình .....	115
Phụ lục F (Tham khảo) - Giám sát trong khai thác.....	116
Phụ lục G (Tham khảo) - Các cấu hình hãm .....	117
Thư mục tài liệu tham khảo.....	118



## Lời nói đầu

TCVN 13264:2021 được xây dựng trên cơ sở tham khảo tiêu chuẩn EN 15595:2018.

TCVN 13264:2021 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 – Hệ thống hãm – Bảo vệ chống trượt bánh xe

*Railway applications – Braking – Wheel slide protection*

### 1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các tiêu chí để nghiệm thu và phê duyệt kiểu loại mới hệ thống bảo vệ chống trượt bánh xe (WSP) khi sử dụng trên phương tiện giao thông đường sắt. Tiêu chuẩn này cũng quy định các tiêu chí về tính năng hoạt động của hệ thống bảo vệ chống trượt bánh xe khi sử dụng trên một phương tiện cụ thể và trong các điều kiện vận hành cụ thể cũng như các yêu cầu đối với việc giám sát vòng quay bánh xe (WRM). Tiêu chuẩn này bao gồm các nội dung về đánh giá thiết kế, thử nghiệm và chất lượng của hệ thống WSP, WRM và các bộ phận cấu thành hệ thống WSP, WRM.

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho các loại phương tiện bánh xe lốp cao su hoặc các loại phương tiện được trang bị hệ thống hãm thủy lực.

### 2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên 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 bổ sung nếu có.

TCVN 12090-3-2:2017 (EN 50121-3-2:2015), Ứng dụng đường sắt - Tương thích điện từ - Phần 3-2: Phương tiện giao thông đường sắt - Tổng thành thiết bị (*Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-2: Rolling stock - Apparatus*).

TCVN 10935-1:2015 (EN 50126-1:1999), Ứng dụng đường sắt - Quy định và chứng minh độ tin cậy, tính sẵn sàng, khả năng bảo dưỡng và độ an toàn (RAMS) - Phần 1: Các yêu cầu cơ bản và quy trình chung (*Railway Applications - The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) - Part 1: Basic requirements and generic process*).

TCVN 11391:2016 (EN 50128:2011), Ứng dụng đường sắt - Hệ thống xử lý và thông tin, tín hiệu -

## TCVN 13264:2021

Phần mềm cho các hệ thống phòng vệ và điều khiển đường sắt (*Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Software for railway control and protection systems*).

TCVN 12580:2019 (EN 50129:2003), Ứng dụng đường sắt - Hệ thống thông tin liên lạc, tín hiệu và xử lý - Các hệ thống tín hiệu điện tử liên quan đến an toàn (*Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Safety related electronic systems for signalling*).

TCVN 12089:2017 (EN 50155:2007), Ứng dụng đường sắt - Thiết bị điện tử sử dụng trên phương tiện giao thông đường sắt (*Railway applications - Electronic equipment used on rolling stock*).

TCVN 4255:2008 (IEC 60529:2001), Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài (Mã IP) (*Degrees of protection provided by enclosures*).

TCVN 12699:2019 (IEC 61373:2010), Ứng dụng đường sắt - Thiết bị trên phương tiện giao thông đường sắt - Các thử nghiệm va đập và rung động (*Railway applications - Rolling stock equipment - Shock and vibration tests*).

TCVN 8887-2:2011 (ISO 228-2:1987), Ren ống cho mối nối kín áp không được chế tạo bằng ren - Phần 2: Kiểm tra xác nhận bằng calip giới hạn (*Pipe threads where pressure-tight joints are not made on the threads - Part 2: Verification by means of limit gauges*).

TCVN ISO/IEC 17025:2017, Yêu cầu chung về năng lực của phòng thử nghiệm và hiệu chuẩn (*General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*).

TCVN 11256-1:2015 (ISO 8573-1:2010), Không khí nén - Phần 1: Chất gây nhiễm bẩn và cấp độ sạch (*Compressed air - Part 1: Contaminants and purity classes*).

EN 14478:2017, Railway applications - Braking - Generic vocabulary (*Ứng dụng đường sắt - Hệ thống hãm - Thuật ngữ chung*)

EN 15663, Railway applications - Definition of vehicle reference masses (*Ứng dụng đường sắt - Định nghĩa khối lượng tham chiếu của phương tiện*).

EN 16834:-1, Railway applications - Braking - Brake performance (*Ứng dụng đường sắt - Hệ thống hãm - Hiệu năng hãm*).

EN 45545 (all parts), Railway applications - Fire protection on railway vehicles (*Ứng dụng đường sắt - Phòng cháy trên phương tiện giao thông đường sắt*).

EN 50125-1, Railway applications - Environmental conditions for equipment - Part 1: Rolling stock and on-board equipment (*Ứng dụng đường sắt - Điều kiện môi trường đối với thiết bị - Phần 1: Phương tiện giao thông đường sắt và thiết bị trên phương tiện*).

### 3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ trong tiêu chuẩn EN 14478:2017 và các thuật ngữ, định nghĩa sau:

#### 3.1

##### **Đặc tính bám (adhesion profile)**

Bộ dữ liệu đã được xác định trước thể hiện các đặc tính bám của một khu gian trên tuyến đường vận hành.

#### 3.2

##### **Mức tiêu thụ khí nén tương đối (relative air consumption)**

Tỉ lệ giữa tổng khối lượng khí nén được sử dụng trong quá trình hãm dừng tàu khi có sự tác động của WSP với tổng khối lượng khí nén sử dụng trong quá trình hãm dừng tàu khi không có sự tác động của WSP.

#### 3.3

##### **Bình chịu áp lực bổ sung (supplementary reservoir)**

Bình chịu áp lực được sử dụng để tính toán xác định mức tiêu thụ khí nén tương đối trong quá trình thử nghiệm WSP.

#### 3.4

##### **Quá tải (crush laden)**

Điều kiện tải của phương tiện trên cơ sở khối lượng thiết kế dưới tác dụng của tải bất thường (quá tải) phù hợp với EN 15663.

#### 3.5

##### **Đường ray khô ráo (dry rail)**

Điều kiện của đường ray mà tại đó 100 % lực hãm của phương tiện đều có tác dụng và không có trục nào bị trượt với tỉ lệ lớn hơn 2 %.

#### 3.6

##### **Khoảng cách hãm trên đường ray khô ráo (dry rail stopping distance)**

## TCVN 13264:2021

Là khoảng cách hãm thực tế đo được trong điều kiện đường ray khô ráo.

### 3.7

#### Độ bám thấp (low adhesion)

Độ bám giữa bánh xe và đường ray với hệ số bám nằm trong khoảng từ 0,05 đến 0,08.

### 3.8

#### Độ bám rất thấp (very low adhesion)

Độ bám giữa bánh xe và đường ray với hệ số bám nằm trong khoảng từ 0,03 đến 0,05.

### 3.9

#### Độ bám cực thấp (extremely low adhesion)

Độ bám giữa bánh xe và đường ray với hệ số bám nhỏ hơn 0,03.

### 3.10

#### Vận tốc tham chiếu (reference speed)

Tin hiệu tốc độ được tạo ra và thường được WSP hoặc WRM sử dụng để tính toán xác định ra một giá trị xấp xỉ với vận tốc tàu thực.

### 3.11

#### Vận tốc tàu ban đầu danh nghĩa (nominal initial train speed)

Vận tốc quy định khi bắt đầu hãm trong quá trình thử nghiệm hãm.

Chú thích 1: Vận tốc tàu thực có thể có sai lệch nhỏ.

Chú thích 2: Vận tốc này có thể được coi là vận tốc mục tiêu.

### 3.12

#### Thử nghiệm ngắt kết nối (uncoupled test)

Phương pháp thử hãm trong đó phương tiện (hoặc đơn nguyên độc lập) đang thử nghiệm được tách rời hoàn toàn khỏi đầu của tàu thử nghiệm và tiến hành hãm độc lập, còn được coi là thử nghiệm trượt.

### 3.13

**Thử nghiệm hãm dừng (brake to stop test)**

Thử nghiệm hãm bắt đầu từ vận tốc ban đầu danh nghĩa đến lúc dừng lại, được thực hiện trên một phương tiện độc lập (đầu máy, toa xe khách) hoặc trên một đoàn tàu được chế tạo để thử nghiệm.

**3.14****Trượt bánh xe tuyệt đối (absolute wheel slide)**

Sai lệch giữa vận tốc tàu thực và vận tốc dài của bánh xe.

**3.15****Trượt bánh xe tương đối (relative wheel slide)**

Trượt bánh xe tuyệt đối chia cho vận tốc tàu thực.

**3.16****Suy giảm lực hãm không mong muốn (undesired brake force reduction)**

Sự suy giảm lực hãm không phải do tương tác của các bộ trục bánh xe.

**3.17****Đường cong phối hợp hãm (brake blending curve)**

Đường cong mô tả các đặc tính phối hợp giữa hãm khí nén và hãm động năng theo hàm vận tốc.

**3.18****Bộ điều khiển WSP (WSP controller)**

Thiết bị có phần cứng và phần mềm để nhận các tín hiệu từ các cảm biến tốc độ và cung cấp các đầu ra cho các thiết bị điều khiển hãm WSP, ví dụ: các van xả có khả năng điều chỉnh lực hãm.

**3.19****Cơ cấu chấp hành WSP (WSP actuator)**

Là cơ cấu chịu sự điều khiển của bộ điều khiển WSP để điều khiển lực hãm.

**3.20****Van xả WSP (WSP dump valve)**

## **TCVN 13264:2021**

Thiết bị được sử dụng để kiểm soát áp suất trong xi lanh hãm.

### **3.21**

#### **Cảm biến tốc độ (speed sensor)**

Thiết bị được sử dụng để thu nhận tín hiệu tốc độ bánh xe hoặc tín hiệu tốc độ bộ trục bánh xe và cung cấp tín hiệu này cho bộ điều khiển WSP.

### **3.22**

#### **Giao diện vận hành (service interface)**

Nơi truy cập thông tin chẩn đoán và kiểm tra công tác bảo trì.

### **3.23**

#### **Thẩm định (validation)**

Quá trình phân tích để đưa ra kết luận dựa trên bằng chứng để xác định xem một hạng mục (ví dụ: quy trình, tài liệu, phần mềm hoặc ứng dụng) có phù hợp với yêu cầu của người sử dụng hay không, đặc biệt là về an toàn, chất lượng và nhấn mạnh vào sự phù hợp của hoạt động với mục đích của hạng mục đó trong môi trường dự định.

### **3.24**

#### **Thẩm tra (verification)**

Quá trình kiểm tra để đưa ra kết luận dựa trên bằng chứng về các hạng mục đầu ra (quy trình, tài liệu, phần mềm hoặc ứng dụng) của một giai đoạn phát triển cụ thể đáp ứng các yêu cầu của giai đoạn đó về tính đầy đủ, chính xác và thống nhất.

Chú thích: Việc thẩm tra chủ yếu dựa trên việc đánh giá tài liệu (tài liệu thiết kế, thi công và thử nghiệm, ...).

### **3.25**

#### **Giá tốc giảm thiết kế (designed deceleration)**

Mức giảm tốc lớn nhất được xác định thông qua tính toán mà hệ thống hãm trên phương tiện tạo ra, theo phương thức thông thường trên đường thẳng, phẳng.

### **3.26**

#### **Thử nghiệm trượt (slide test)**

Thử nghiệm được thực hiện trong các điều kiện độ bám bị suy giảm.

### 3.27

#### Thử nghiệm trên đường ray khô ráo (dry rail test)

Thử nghiệm được thực hiện tại vị trí mà các điều kiện về độ bám sẽ hỗ trợ để tạo ra lực hãm lớn nhất.

### 3.28

#### Thử nghiệm kéo (drag test)

Thử nghiệm để mô phỏng hãm khi xuống dốc, được thực hiện bằng một thiết bị kéo hỗ trợ để đạt được tốc độ không đổi khi tác dụng hãm không đổi.

### 3.29

#### Thử nghiệm hãm (brake test)

Thử nghiệm tác dụng của hệ thống hãm để đạt được mức giảm tốc quy định.

### 3.30

#### Tự trọng (tare laden)

Điều kiện tải của phương tiện trên cơ sở khối lượng thiết kế theo thứ tự làm việc phù hợp với EN 15663.

Chú thích: Tải này có thể phải bao gồm cả con người và thiết bị thử nghiệm bổ sung được sử dụng.

## 4 Ký hiệu và từ viết tắt

Trong tiêu chuẩn này, có những ký hiệu và từ viết tắt sau:

$g$	Gia tốc trọng trường, tính bằng $m/s^2$
$v_{nom}$	Vận tốc tàu ban đầu danh nghĩa, tính bằng $km/h$
$v_{ref}$	Vận tốc tham chiếu của phương tiện có WSP, tính bằng $km/h$
$v_t$	Vận tốc tàu thực, tính bằng $km/h$
$\mu$	Hệ số bám
$\rho$	Hệ số quán tính của khối lượng quay



**TCVN 13264:2021**

$\tau$	Hệ số bám ban đầu
AR	Bình chịu áp lực (auxiliary reservoir)
BP	Ống hãm (brake pipe)
BSR	Bình chịu áp lực cung cấp cho hệ thống hãm; cũng có thể được gọi là bình chịu áp lực (brake supply reservoir)
EB	Hãm khẩn cấp (emergency brake)
ER	Tình huống đã được dự báo trước - sử dụng trong phân tích an toàn (événement redouté)
MMI	Giao diện người máy (Man Machine Interface)
MTB	Hãm từ ray (magnetic track brake)
NI	Thể tích chuẩn, tính bằng NI (normal litre)
RAMS	Độ tin cậy, tính sẵn sàng, khả năng bảo trì và độ an toàn (reliability, availability, maintainability and safety)
VIT	Thử nghiệm tính năng hoạt động trên phương tiện (Vehicle Implementation Test)
WRM	Hệ thống giám sát vòng quay bánh xe (còn được gọi là DNRA, phát hiện trục không quay) (wheel rotation monitoring system)
WSP	Bảo vệ chống trượt bánh xe (wheel slide protection)

**5 Các yêu cầu**

**5.1 Yêu cầu chức năng**

**5.1.1 Mục tiêu của bảo vệ chống trượt bánh xe**

Mục tiêu của việc lắp hệ thống WSP cho tàu là để hỗ trợ đạt được những mục đích sau:

- Rút ngắn tối đa khoảng cách hãm chênh lệch so với khoảng cách hãm trên đường ray khô ráo (điều kiện bám tốt);
- Giảm thiểu mức độ hư hỏng bộ trục bánh xe do hiện tượng trượt bánh xe hoặc bó hãm bánh xe;
- Giảm thiểu mức độ hư hỏng đường ray;

- Đối với hệ thống hãm khí nén, giảm thiểu tối đa mức tiêu thụ khí nén so với khi hãm dừng trên đường ray khô ráo mà WSP không hoạt động.

Thứ tự ưu tiên cụ thể của các mục tiêu trên có thể khác nhau đối với các loại ứng dụng khác nhau hoặc ngay cả với một ứng dụng cụ thể.

Các mục tiêu trên được coi là đáp ứng, nếu thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

### 5.1.2 Yêu cầu chức năng chung

Một hệ thống WSP/WRM độc lập phải điều khiển không quá tám trục bánh xe.

Trong trường hợp các đơn nguyên kéo có khả năng vận hành độc lập, mọi sự cố đơn lẻ của hệ thống WSP phải không gây ra suy giảm lực hãm quá 50 % trên các trục được hãm. Điều này có thể đạt được bằng cách sử dụng nhiều hệ thống WSP hoặc sử dụng một hệ thống hãm độc lập mà không bị ảnh hưởng bởi WSP.

Vận tốc dài của các bộ trục bánh xe được tính toán trên cơ sở lấy thông tin từ các cảm biến tốc độ và vận tốc này sẽ được giám sát bởi các bộ điều chỉnh hoặc hệ thống điều khiển tự động (bộ điều khiển WSP).

Bộ điều khiển WSP có thể sử dụng các thông tin bổ sung (ví dụ: tín hiệu từ cảm biến áp suất) về trạng thái của tàu để điều khiển WSP.

Bộ điều khiển WSP truyền các lệnh điều khiển đến các cơ cấu chấp hành WSP (ví dụ: các van xả WSP) để giảm, giữ hoặc khôi phục toàn bộ hoặc một phần lực hãm.

Trong ngưỡng vận tốc thấp, WSP phải không được làm suy giảm lực hãm. Ngưỡng vận tốc thấp này không được cao hơn 5 km/h và không thấp hơn 0,5 km/h. Nếu lực hãm suy giảm khi tốc độ tàu giảm xuống ngưỡng vận tốc thấp thì hệ thống WSP phải khôi phục lực hãm về giá trị yêu cầu.

Khi khởi động tàu, WSP phải sẵn sàng hoạt động trước khi vận tốc tàu đạt 6 km/h. Đối với tàu hàng, nếu không cung cấp điện ở vận tốc thấp thì ngưỡng vận tốc thấp có thể được tăng lên tới 15 km/h.

Hệ thống WSP phải duy trì hoạt động trong khi có lực hãm (cho đến khi lực hãm được nhả hoàn toàn).

WSP không được làm tăng lực hãm lên trên mức mà hệ thống hãm yêu cầu. WSP không được thay đổi lực hãm yêu cầu khi tàu ở trạng thái dừng ngoại trừ trong quá trình thử nghiệm hệ thống.

Tất cả các ngưỡng vận tốc được quy định trong tiêu chuẩn này phải gắn liền với đường kính bánh xe trung bình danh nghĩa nếu chưa biết trị số đường kính bánh xe thực tế.

### 5.1.3 Điều khiển lực hãm

## **TCVN 13264:2021**

### **5.1.3.1 Yêu cầu đối với hãm ma sát bằng khí nén**

Cơ cấu chấp hành WSP (ví dụ: van xả WSP hoặc các thiết bị điều khiển khí nén khác - van hãm tích hợp) được sử dụng để điều chỉnh lực hãm.

Hệ thống WSP không cho phép kết nối trực tiếp giữa nguồn cung cấp khí nén và nguồn xả.

### **5.1.3.2 Hãm động năng**

Hãm động năng phải có bộ điều khiển WSP theo tiêu chuẩn này hoặc phải có các thiết bị để tắt hãm động năng trong trường hợp bị trượt.

Nếu hãm động năng được sử dụng đối với ứng dụng hãm khẩn cấp thì phải có bộ điều khiển WSP cho hãm động năng.

Nếu hãm động năng được điều khiển bởi một lệnh điều khiển độc lập, tách biệt với lệnh điều khiển toàn bộ tàu thông thường, các tiêu chí trượt lớn nhất, như được quy định trong 5.4.3.1, tối thiểu phải thỏa mãn.

Hãm động năng có thể được trang bị WSP riêng biệt. Miễn là hãm ma sát không được kích hoạt, hiện tượng trượt có thể được kiểm soát chỉ bằng WSP của hãm động năng.

WSP phải được áp dụng cho cả hai hệ thống hãm nếu hãm động năng và hãm ma sát được điều khiển bởi chức năng phối hợp hãm hoặc được vận hành độc lập để đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn này.

### **5.1.4 Bộ giám sát thời gian bảo vệ chống trượt bánh xe (bộ đếm thời gian an toàn)**

Vì lý do an toàn, hệ thống phải có chức năng giám sát để tránh lực hãm bị giảm quá lớn.

Chức năng giám sát thời gian bảo vệ chống trượt bánh xe phải được đưa vào trong các hệ thống WSP để có khả năng tác động trong quá trình hãm khẩn cấp và chức năng này phải độc lập với thuật toán điều khiển WSP và vi xử lý điều khiển WSP.

Thời gian nhà hãm liên tục theo yêu cầu của WSP phải không được vượt quá 10 giây. Sau thời gian này, bộ giám sát thời gian WSP phải loại bỏ sự can thiệp của WSP.

Bộ giám sát thời gian WSP phải loại bỏ sự can thiệp của WSP trong trường hợp lực hãm được duy trì không đổi hoặc giảm liên tục dưới mức yêu cầu mà không tăng lực hãm trong một khoảng thời gian không quá 15 giây. Chức năng giám sát thời gian phải luôn được kích hoạt trong các thử nghiệm WSP, để khôi phục lực hãm theo quy định nếu nhà hãm giai đoạn được duy trì hoặc lực hãm bị giảm do hoạt động của WSP. Việc kích hoạt chức năng này trong quá trình thử nghiệm phải được thể hiện và ghi lại.

Nếu chức năng giám sát thời gian được kích hoạt thì chức năng này chỉ được tái lập sau khi bộ điều

khiến WSP dừng ra lệnh giảm lực hãm.

#### 5.1.5 Cung cấp khí nén

WSP nên có khả năng bị loại trừ nếu áp suất bình chịu áp lực giảm xuống dưới giá trị quy định.

Đối với các hệ thống một đường ống cấp khí nén, hệ thống WSP phải đảm bảo rằng hoạt động của WSP phải bị loại trừ nếu áp suất bình chịu áp lực nhỏ hơn 300 mbar so với áp suất tác dụng hãm cao nhất.

WSP phải có khả năng tự động làm việc lại khi tín hiệu cưỡng bức được loại bỏ.

#### 5.1.6 Chênh lệch đường kính bánh xe

Khi tính toán tốc độ của một phương tiện cụ thể, hệ thống WSP và WRM phải chấp nhận sự chênh lệch cho phép của đường kính bánh xe, trong dải từ bánh xe mới đến bánh xe bị mòn, để không gây ra kích hoạt WSP hoặc WRM hoạt động do sự chênh lệch này.

#### 5.1.7 Giám sát vòng quay bánh xe (WRM)

##### 5.1.7.1 Tổng quan

Các đặc tính giám sát vòng quay bánh xe bổ sung cho các yêu cầu về chức năng từ 5.1.1 đến 5.1.6 đối với thiết bị WSP được thiết kế cho các dải tốc độ cao. Khi được trang bị, WRM bổ sung thêm cho thiết bị WSP chức năng giám sát vòng quay để giám sát liên tục vòng quay của bộ trục bánh xe và phát hiện ra sự bất thường của vòng quay.

##### 5.1.7.2 Các đặc tính chức năng

Nếu một bộ trục bánh xe bị bó hãm khi tàu khởi động, chức năng giám sát vòng quay phải xuất ra một hiển thị phát hiện được trục bị bó hãm trong khoảng thời gian không quá 10 s sau khi tàu đạt được tốc độ 50 km/h.

Trong quá trình chạy, chức năng giám sát vòng quay xuất ra một tín hiệu phát hiện sự sai khác bất thường về vận tốc của các bộ trục bánh xe trong khoảng thời gian lớn hơn 10 s. Sự sai khác được coi là bất thường nếu sai khác ít nhất là  $X \text{ km/h} + Y \cdot v_{ref}$ . Các tham số X và Y được xác định theo từng trường hợp, nhưng không vượt quá  $50 \text{ km/h} + 0,3 \cdot v_{ref}$ .

##### 5.1.7.3 Các yêu cầu hệ thống

Chức năng giám sát vòng quay được thực thi trong bộ WRM và có thể được thực thi bổ sung trong bộ điều khiển WSP.

Nếu các đoàn tàu được yêu cầu trang bị các hệ thống giám sát vòng quay độc lập thì cả hai hệ thống

## TCVN 13264:2021

(WSP và WRM) đều có thể đưa ra thông tin trực bị bó hãm cho hệ thống tàu.

Đối với từng bộ trục bánh xe được giám sát, hệ thống WRM phải bao gồm ít nhất một mạch cảm biến tốc độ độc lập về điện với WSP. WSP và WRM có thể trao đổi dữ liệu đối với mục đích chẩn đoán.

Các mạch điện/điện tử trong WSP và WRM bao gồm mạch cung cấp nguồn điện tử ắc quy và các mạch bảo vệ phải hoạt động độc lập với nhau. Các giao diện về điện phải được thiết kế sao cho hư hỏng của một hệ thống không làm suy yếu đến các hệ thống khác, ví dụ: cách điện galvanic (galvanic isolation).

Hệ thống WSP có thể đóng vai trò như là hệ thống WRM đối với các trục khác hơn là đối với trục mà WSP trực tiếp điều khiển.

### 5.1.7.4 Các tính năng được đề xuất

Khuyến nghị rằng WRM cũng có chức năng loại bỏ lực hãm đối với bộ trục bánh xe có liên quan (bao gồm hãm động năng của các trục có động cơ điện kéo) nếu phát hiện thấy sự sai khác bất thường về vận tốc dài của bộ trục bánh xe. Nếu WRM cũng có chức năng xả khí nén như WSP thì các yêu cầu của WSP về bộ đếm thời gian an toàn, các van xả và các tính năng về chẩn đoán để giảm lực hãm cũng phải được áp dụng cho WRM.

WRM cũng có thể đảm nhận các chức năng chính của WSP nếu hệ thống này bị sự cố. Trong trường hợp này, WRM phải tuân thủ các yêu cầu của WSP.

## 5.1.8 Chẩn đoán

### 5.1.8.1 Tự chẩn đoán cố định

Khi hệ thống WSP hoặc WRM hoạt động, phải kiểm tra được tình sẵn sàng và việc hoạt động chính xác của các cảm biến tốc độ.

Phải phát hiện được các trạng thái hở mạch và ngắn mạch của các cảm biến tốc độ.

Nếu các cảm biến tốc độ cho các tín hiệu bổ sung được sử dụng trong hệ thống WSP thì việc chẩn đoán các cảm biến tốc độ này cũng phải được thực hiện.

Tình sẵn sàng của các mạch điện của các cơ cấu chấp hành WSP (các van xả), các trạng thái hở mạch và ngắn mạch, phải được phát hiện khi các lệnh điều khiển được bộ điều khiển gửi đến cơ cấu chấp hành WSP (van xả) thích hợp.

Các chức năng chẩn đoán cố định bổ sung, được sử dụng phổ biến trong công nghệ về hệ thống điện tử, phải được thực hiện để giám sát sự hoạt động chính xác và tình sẵn sàng của WSP. Các chức năng này được điều chỉnh và xác định trên cơ sở cấu tạo cụ thể của từng WSP.

Việc giám sát chẩn đoán không được làm suy giảm các chức năng hãm trong quá trình vận hành của phương tiện.

Thông tin thu thập phải được cung cấp cho hệ thống tàu để có thể phát hiện ra sự cố đồng thời của cả WSP và cả WRM trên tất cả các trục.

#### 5.1.8.2 Thử kích hoạt thủ công

Phải có thể thử kích hoạt thủ công WSP đối với phương tiện ở trạng thái dừng. Việc kích hoạt từ xa hoặc kích hoạt tự động phép thử này cũng có thể được cho phép, miễn là thỏa mãn tất cả các yêu cầu về kích hoạt thủ công.

Thử kích hoạt thủ công WSP phải bị hủy khi WSP phát hiện chuyển động của phương tiện trước khi phương tiện đạt tới 3 km/h.

Thử kích hoạt thủ công WSP bao gồm các phép thử đối với các sự cố không hoạt động có thể được phát hiện khi phương tiện ở trạng thái dừng.

Thử kích hoạt thủ công WSP phải bao gồm các phép thử đối với chức năng giám sát thời gian WSP.

Thử kích hoạt thủ công WSP phải bao gồm các phép thử đối với từng cơ cấu chấp hành WSP. Trong trường hợp có nhiều hơn một cơ cấu chấp hành WSP trong từng hệ thống WSP thì phép thử này phải được thực hiện tuần tự trên các cơ cấu chấp hành WSP này.

Tất cả các trạng thái của cơ cấu chấp hành WSP phải được thử bao gồm việc nhả hoàn toàn lực hãm. Chức năng của các cơ cấu chấp hành WSP có thể được kiểm tra thông qua âm thanh của khí nén phát ra, thông qua kiểm tra trực quan hoặc các phương thức kiểm tra khác.

Nếu có thể, việc thử kích hoạt thủ công WSP phải tuần tự nhả các cơ cấu chấp hành WSP để không gây nguy hiểm cho việc bảo vệ tàu khi tàu dừng.

Thử kích hoạt thủ công WSP phải cung cấp các mã báo sự cố và thông tin về tính sẵn sàng có thể được truy cập qua giao diện vận hành của hệ thống WSP.

Thử kích hoạt thủ công WSP không được có tác động bất lợi đến các chức năng khác mà sử dụng các tín hiệu đầu ra do WSP cung cấp.

#### 5.1.8.3 Thử kích hoạt tự động

WSP phải tự kích hoạt thử tự động khi hệ thống bắt đầu hoạt động để đảm bảo tối thiểu thiết bị điều khiển điện tử và các thiết bị ngoại vi đã sẵn sàng làm việc.

Ngoài ra, một phần hoặc toàn bộ quy trình thử có thể được kích hoạt tự động ở các thời điểm khác

TCVN 13264:2021

nhau, ví dụ: khi tàu dừng.

Thủ kích hoạt tự động không được làm suy yếu đến các chức năng hãm.

#### 5.1.8.4 Quản lý sự cố

Bất kỳ sự cố nào được phát hiện đều phải được hiển thị trên giao diện vận hành dưới dạng mã báo sự cố và được lưu trữ trong bộ nhớ sự cố của hệ thống WSP và/hoặc hệ thống chẩn đoán trên phương tiện.

Công nghệ lưu trữ sự cố phải được lựa chọn để đảm bảo thông tin sự cố vẫn được lưu trữ trong bộ nhớ trong ít nhất 3 tháng kể cả khi không có nguồn điện.

Mã báo sự cố và quy trình bảo trì phải được thiết kế sao cho có thể nhận diện được thiết bị bị sự cố dù là nhỏ nhất.

#### 5.1.8.5 Giao diện vận hành

Giao diện vận hành phải là MMI cục bộ và/hoặc kết nối với máy tính chẩn đoán hoặc hệ thống chẩn đoán.

Giao diện vận hành phải cung cấp tối thiểu các thông tin về trạng thái sẵn sàng của WSP, dưới dạng các hiển thị "Sự cố" và "Tốt".

Giao diện vận hành phải cung cấp quyền truy cập vào mã báo sự cố và thông tin chẩn đoán được lưu trữ nội bộ.

Giao diện vận hành phải có các phương thức để có thể thực hiện các phép thử kích hoạt thủ công phù hợp với 5.1.8.2.

## 5.2 Các yêu cầu thiết kế

### 5.2.1 Thông số kỹ thuật về môi trường

Hệ thống WSP/WRM phải chịu được các điều kiện môi trường như được quy định trong EN 50125-1, tùy thuộc vào vị trí của các bộ phận được lắp trên phương tiện và điều kiện vận hành.

Liên quan đến các yêu cầu về nhiệt độ môi trường của thiết bị điện tử, cũng có thể áp dụng TCVN 12089:2017 (EN 50155:2007).

Thiết bị điều khiển WSP phải hoạt động trong phạm vi các yêu cầu của TCVN 12090-3-2:2017 (EN 50121-3-2:2015).

Các bộ phận tiếp xúc trực tiếp với môi trường bên ngoài phải đạt cấp IP65 phù hợp với TCVN

4255:2008 (IEC 60529:2001).

## 5.2.2 Chống cháy

Yêu cầu tối thiểu đối với hệ thống WSP/WRM là phải phù hợp với bộ tiêu chuẩn EN 45545.

## 5.2.3 RAMS

### 5.2.3.1 Độ tin cậy

Đánh giá về độ tin cậy phải được thực hiện đối với hệ thống WSP/WRM phù hợp với TCVN 10935-1:2015 (EN 50126-1:1999) (trong giai đoạn thử nghiệm thiết kế).

### 5.2.3.2 An toàn

WSP/WRM phải được thực hiện phân tích an toàn đối với các tình huống có thể dự đoán sau (ER):

- ER1: Việc suy giảm hoặc duy trì lực hãm ngoài ý muốn trên một kênh điều khiển trong một khoảng thời gian vượt quá quy định trong 5.1.4;
- ER2: Hư hỏng của bất kỳ đầu ra tốc độ nào được sử dụng trong chức năng an toàn chính (tác dụng lực hãm phụ thuộc vào tốc độ, hãm từ ray);
- ER3: Suy giảm hoặc mất "chức năng giám sát vòng quay bánh xe" nếu có.

Xác suất tính theo giờ của các tình huống đã được dự đoán sẽ xảy ra phải thỏa mãn các giá trị dưới đây.

- ER1  $\leq 10^{-6}$  /giờ;
- ER2  $\leq 10^{-5}$  /giờ với vận tốc danh nghĩa  $V_{nom} \leq 200$  km/h;  
 $\leq 10^{-6}$  /giờ đối với thiết bị được phê duyệt vận tốc danh nghĩa  $V_{nom} > 200$  km/h.
- ER3  $\leq 10^{-5}$  /giờ.

### 5.2.3.3 Khả năng bảo trì

WSP/WRM nên được chế tạo theo thiết kế mô-đun và các mô-đun có cùng chức năng nên có tính lắp lẫn. Các mô-đun điện tử không có tính lắp lẫn về chức năng thì không thể cắm được vào vị trí không chính xác (không cắm được vào với nhau vì đầu dắc cắm có hình dạng khác nhau).

### 5.2.3.4 Điều kiện chế độ suy giảm

Một sự cố của cảm biến tốc độ lắp trên trục khi được phát hiện ra không được tác động bất lợi đến việc



## **TCVN 13264:2021**

điều khiển các trục khác.

Trong trường hợp này, tín hiệu tốc độ từ các thiết bị, trục khác có liên quan đến WSP có thể được sử dụng để điều khiển trục bị sự cố này. Tín hiệu này có thể là từ WRM, từ bộ điều khiển lực kéo, từ trục bên cạnh trên cùng một giá chuyển hoặc từ trục khác gần nhất, ..., phụ thuộc vào cấu hình của phương tiện.

### **5.2.4 Kết cấu cơ khí**

Các bộ phận của hệ thống và (các) đặc nổi của chúng phải chịu được môi trường như được quy định trong TCVN 12699:2019 (IEC 61373:2010) tùy thuộc vào vị trí lắp đặt.

Việc tuân thủ có thể được chứng minh qua thiết kế và hồ sơ thử nghiệm.

### **5.2.5 Quản lý điện năng**

Hệ thống WSP/WRM phải được thiết kế để hoạt động chính xác trong dải dao động điện áp như được quy định trong TCVN 12089:2017 (EN 50155:2007) trừ khi hệ thống WSP tự tạo ra năng lượng riêng của nó.

Nếu dao động điện áp vượt quá giới hạn này, WSP/WRM phải hoạt động bình thường hoặc ở trạng thái tắt nếu tín hiệu xác định trước được đưa ra cho tất cả các hệ thống kết nối (chẳng hạn như hệ thống hãm, điều khiển cửa, ...).

Thiết bị WSP có thể có tùy chọn chế độ chờ đi kèm. Nếu WSP có tùy chọn chế độ chờ, nguồn điện cung cấp cho WSP/WRM phải được thiết kế để đảm bảo rằng WSP sẽ được cấp điện muộn nhất khi cần chức năng đó. Được phép sử dụng lệnh nhả hãm để thoát khỏi chế độ chờ mà không trực tiếp phát hiện việc chuyển động của phương tiện.

### **5.2.6 Phần mềm**

Phần mềm được sử dụng trong WSP/WRM phải được phát triển phù hợp với TCVN 11391:2016 (EN 50128:2011).

### **5.2.7 Bộ điều khiển điện tử Đầu vào/Đầu ra (I/O)**

Trong trường hợp có các yêu cầu đối với hệ thống WSP hoặc WRM để giao tiếp với các chức năng khác của phương tiện (cửa, hãm từ ray, ...), các giao diện này phải được thiết kế phù hợp với TCVN 12580:2019 (EN 50129:2003).

Tín hiệu I/O được tạo ra trong giao diện với các chức năng khác của phương tiện phải tuân thủ theo các mức toàn vẹn an toàn được yêu cầu bởi chức năng đó đối với các tín hiệu đó.

Các giao diện giữa WSP hoặc WRM và các chức năng khác của phương tiện phải đảm bảo rằng không xảy ra hiện tượng làm việc sai chức năng của WSP hoặc WRM do các sự cố hoặc ngắn mạch trong các tín hiệu giao diện đó.

#### **5.2.8 Cảm biến - thu thập vận tốc trục**

Các cảm biến tốc độ phải được xem là một phần không thể thiếu của hệ thống WSP hoặc WRM.

Cảm biến này phải dễ dàng ngắt kết nối để bảo trì giá chuyển hướng hoặc bộ trục bánh xe.

#### **5.2.9 Cơ cấu chấp hành - điều chỉnh lực hãm**

##### **5.2.9.1 Yêu cầu chung**

Các cơ cấu chấp hành WSP được sử dụng để điều chỉnh lực hãm phải được xem là một phần không thể thiếu của hệ thống WSP và WRM nếu trong hệ thống WRM có chức năng lựa chọn điều chỉnh lực hãm.

##### **5.2.9.2 Các hệ thống khí nén**

###### **5.2.9.2.1 Lưu giữ khí nén**

Van xả hoặc các thiết bị điều khiển khác không được giữ lại quá 0,1 bar trong xi lanh hãm khi được ngắt nguồn điện trong điều kiện vận hành và nhà hãm.

###### **5.2.9.2.2 Chất lượng khí nén**

Nhà sản xuất phải quy định các yêu cầu về chất lượng khí nén dùng cho hệ thống WSP phù hợp với TCVN 11256-1:2015 (ISO 8573-1:2010).

###### **5.2.9.2.3 Giao diện khí nén**

Giao diện khí nén với đường ống trên phương tiện nên được thông qua một ống dẫn để cho phép tháo van xả mà không làm ảnh hưởng đến hoạt động của đường ống. Các đầu nối ống phải phù hợp với mối ghép ống theo TCVN 8887-2:2011 (ISO 228-2:1987). Cuộn cảm (van điều tiết) nên được đặt trong ống dẫn của van xả.

###### **5.2.9.2.4 Rò khí**

Van xả WSP phải ngăn chặn mọi sự suy giảm áp suất khí nén vượt quá mức cho phép trong xi lanh hãm ra ngoài. Trong khoảng từ - 25 °C đến + 70 °C, van xả WSP không được rò rỉ với tốc độ lớn hơn 0,01 NI/min khi được thử nghiệm ở áp suất làm việc danh nghĩa.

Trong khoảng từ - 40 °C đến - 25 °C, van xả WSP có tốc độ rò rỉ không lớn hơn 0,1 NI/min khi được

## **TCVN 13264:2021**

thử nghiệm ở áp suất làm việc danh nghĩa.

Thử nghiệm rò khí này được thực hiện phù hợp với 6.2.3.2.2.

### **5.2.9.3 Kết nối điện**

Kết nối điện phải được thiết kế để ngăn bụi và nước xâm nhập.

Kết nối này phải được chứng minh nếu kết nối cho cơ cấu chấp hành WSP được xếp hạng cấp IPXX phù hợp với TCVN 4255:2008 (IEC 60529:2001). Nếu kết nối được xếp hạng cấp IP67, thì nó phải dành cho các ứng dụng đa năng và cấp IP65/IP67 này phải phù hợp với TCVN 4255:2008 (IEC 60529:2001).

## **5.3 Khuyến nghị lắp đặt**

### **5.3.1 Yêu cầu lắp đặt chung**

Việc thiết kế và tích hợp WSP/WRM phải đảm bảo rằng các hệ thống hoặc các chức năng khác của phương tiện không làm thay đổi việc hoạt động chính xác của WSP/WRM.

Các yêu cầu về lắp đặt của nhà sản xuất phải được cung cấp khi cần thiết để đảm bảo rằng hệ thống được lắp đặt duy trì tuân thủ các yêu cầu thiết kế đã được thử nghiệm kiểu loại.

Các yêu cầu về hoạt động của hệ thống WSP/WRM và các bộ phận của nó trên phương tiện chẳng hạn như hệ thống WSP/WRM và hoạt động của nó (ở tất cả các chế độ) không được có tác động bất lợi đến các bộ phận cấu thành của phương tiện, giá chuyển hướng, tàu hoặc đường ray.

Nếu tín hiệu vận tốc tham chiếu được sử dụng bởi các chức năng khác, ngoài thiết bị WSP/WRM, các chức năng khác này phải không ảnh hưởng đến tính toàn vẹn của tín hiệu tham chiếu hoặc thiết bị WSP/WRM.

Các bộ phận của hệ thống WSP/WRM nên được lắp đặt sao cho giảm thiểu rủi ro cho những người sẽ làm việc trên phương tiện (ví dụ chấn thương do các cạnh sắc nhọn gây ra).

Các cảm biến tốc độ nên kết nối vào một hộp đấu nối hoặc nên được trang bị dắc cắm.

### **5.3.2 Hệ thống khí nén**

#### **5.3.2.1 Cung cấp khí nén**

Thiết bị khí nén trên phương tiện (đặc biệt là kích thước của bình chịu áp lực) nên được tính toán kích thước sao cho mức tiêu thụ khí nén của WSP không làm suy giảm hiệu năng của hầm khí nén.

#### **5.3.2.2 Đường ống và bố trí**

Các khuyến nghị đối với việc lắp đặt hệ thống đường ống khí nén trên phương tiện:

- Nếu được, các ống nên có kích thước bằng nhau và giống nhau trên từng trục;
- Đường kính ống nên được điều chỉnh theo đường kính lỗ danh nghĩa của các van xả;
- Nếu được, van xả WSP nên được lắp đặt gần với xi lanh hãm;
- Việc lắp đặt van xả nên bố trí ở vị trí để bảo vệ các lỗ thông khí luôn thông suốt.

### 5.3.3 Cung cấp điện và hệ thống điện

#### 5.3.3.1 Bảo vệ

Việc cung cấp điện cho WRM nên được bảo vệ bởi một thiết bị ngắt mạch riêng để đảm bảo độc lập với WSP trong việc giám sát các trục tương tự.

Việc lắp đặt WSP cho hệ thống hãm ma sát nên có mạch điện được bảo vệ riêng trừ khi nó là một phần tích hợp của bộ điều khiển hãm.

Việc lắp đặt WSP trên phương tiện kéo theo (không có động lực), mà không phải là một phần của tàu nhiều đơn nguyên có cấu hình cố định thì nên có mạch bảo vệ riêng.

Các cầu chì hoặc thiết bị ngắt mạch cho WSP/WRM nên được nhận diện rõ ràng để chúng không bị nhầm lẫn hoặc vận hành giống nhau.

#### 5.3.3.2 Điều khiển

WSP/WRM luôn được cung cấp điện bất cứ khi nào có nguồn điện.

Chỉ cho phép tự động ngắt nguồn cung cấp điện trong trường hợp ở chế độ chờ hoặc để bảo vệ ắc quy vì lý do an toàn cho ắc quy (tình trạng ắc quy bị suy giảm hoặc điện áp thấp do thiếu nguồn cấp điện trong thời gian dài).

Sau khi bị tắt do biến động điện áp, WSP/WRM phải tự động hoạt động bình thường trở lại sau khi điện áp cung cấp ổn định trong dải điện áp quy định.

## 5.4 Yêu cầu về hiệu năng đối với WSP

### 5.4.1 Hiệu năng

Hiệu năng của hệ thống WSP là khả năng đạt được các mục tiêu trong 5.1.1 khi một phương tiện được hãm trong các điều kiện bám suy giảm.

Đối với thử nghiệm hoạt động trên phương tiện và thử nghiệm kiểu loại, hiệu năng của hệ thống WSP

## TCVN 13264:2021

phải được thẩm định thông qua các thử nghiệm trên đường hoặc các thử nghiệm trên thiết bị mô phỏng. Các yêu cầu tối thiểu đối với thiết bị mô phỏng được quy định trong Phụ lục B.

Mọi đánh giá về hiệu năng của hệ thống WSP về khả năng đạt được các mục tiêu quy định trong mọi thử nghiệm được đưa ra đều phải xem xét tới các tiêu chí sau:

- Độ bám (thấp, rất thấp, cực thấp);
- Tốc độ hãm của phương tiện trong các điều kiện khô ráo;
- Bản chất của chất gây ô nhiễm đường ray;
- Tốc độ của phương tiện khi bắt đầu hãm;
- Thành phần đoàn tàu mà phương tiện được thử nghiệm;
- Cấu hình, gồm phần cơ khí và khí nén, của hệ thống hãm trên phương tiện;
- Hệ thống cung cấp khí nén hoặc lưu trữ khí nén trên phương tiện.

Các tiêu chí về hiệu năng chung được đưa ra sẽ giả thiết WSP được trang bị trên phương tiện có bộ điều khiển WSP trên từng trục và nguồn cung cấp khí nén được bổ sung liên tục. Nếu không rơi vào trường hợp này, việc giảm hiệu năng được hiển thị ở các vị trí thích hợp hoặc được mô tả trong Phụ lục G.

Các yêu cầu về hiệu năng đã nêu phải được thực hiện đối với riêng hệ thống WSP khi nó không bị ảnh hưởng bởi các hệ thống khác như hệ thống kéo và hãm động năng.

Khi các phương tiện có nhiều hơn một hệ thống WSP và/hoặc nhiều hơn một hệ thống hãm cùng hoạt động thì phải có một giao diện thống nhất về sự tương hỗ giữa chúng để tạo ra hiệu năng cần thiết trong tất cả các chế độ vận hành của phương tiện.

WSP phải làm việc từ tốc độ lớn nhất của phương tiện như tốc độ tác dụng hãm, tuy nhiên, WSP phải làm việc chính xác ở mọi tốc độ ban đầu thấp hơn.

Cuối cùng, trạng thái đạt/không đạt của hệ thống WSP liên quan đến mọi yêu cầu về hiệu năng phải được tính toán xác định có tham chiếu đến các quy trình thử nghiệm cụ thể được áp dụng, các điều kiện thử nghiệm và việc phân tích kết quả thử nghiệm.

### 5.4.2 Khoảng cách hãm và cải thiện độ bám

#### 5.4.2.1 Độ bám thấp

Trong điều kiện độ bám thấp, thông thường có thể cải thiện độ bám sẵn có bằng việc kiểm soát trượt

chẳng hạn như hiệu quả về khoảng cách hãm được cải thiện so với khi không có thiết bị WSP.

Việc cải thiện này có thể đạt được bằng cách kiểm soát trượt bánh xe theo phương thức làm sạch đường ray bị nhiễm bẩn và do đó độ bám sẽ tăng lên. WSP phải được xem xét để đáp ứng hoàn toàn mục tiêu đầu tiên từ mục 5.1.1 nếu được thử nghiệm phù hợp với tiêu chuẩn này. Tuy nhiên, việc kéo dài khoảng cách hãm là không thể dự đoán đối với tất cả các chất gây ô nhiễm hoặc các điều kiện về môi trường.

#### **5.4.2.2 Độ bám rất thấp**

Trong điều kiện độ bám rất thấp, việc cải thiện giá trị độ bám có thể không đạt được bằng việc kiểm soát trượt.

Trong điều kiện độ bám rất thấp, WSP phải tiếp tục hoạt động một cách bình thường, nhưng tiêu chí khoảng cách hãm do độ bám rất thấp có thể không đạt được, tiêu chí này phụ thuộc vào chất ô nhiễm gây ra độ bám rất thấp.

Các biện pháp thay thế để kiểm soát trượt trong các điều kiện này có thể được áp dụng nếu độ bám vẫn duy trì ở mức rất thấp này.

#### **5.4.2.3 Độ bám cực thấp**

Trong điều kiện độ bám cực thấp, việc cải thiện giá trị độ bám thường không thể đạt được bằng việc kiểm soát trượt.

Trong điều kiện độ bám cực thấp, WSP phải tiếp tục hoạt động một cách bình thường, nhưng không thể xác định khoảng cách hãm.

Trong các điều kiện này, nếu độ bám vẫn duy trì ở mức cực thấp, các biện pháp thay thế để điều khiển WSP có thể được áp dụng. Ví dụ: điều khiển các trục ở các mức độ trượt khác nhau hoặc cho phép các bộ trục bánh xe bị bó hãm.

### **5.4.3 Giới hạn trượt của bộ trục bánh xe**

#### **5.4.3.1 Giới hạn trượt của bộ trục bánh xe có độ bám thấp**

Trong bất kỳ khoảng thời gian 3 giây nào, phải không có trượt tuyệt đối lớn hơn 30 km/h ở tốc độ từ 30 km/h đến 120 km/h, lớn hơn 25% tốc độ phương tiện từ 120 km/h đến 160 km/h và lớn hơn 40 km/h ở tốc độ lớn hơn 160 km/h.

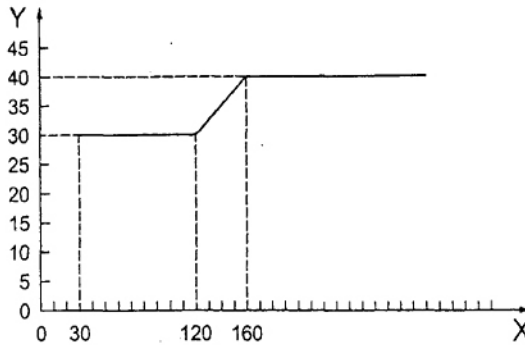
Ở tốc độ lớn hơn 200 km/h, phải không có trượt tuyệt đối lớn hơn 40 km/h trong bất kỳ khoảng thời gian 5 giây nào.

**TCVN 13264:2021**

Nếu khoảng thời gian trượt tuyệt đối cao bắt đầu ở tốc độ lớn hơn 200 km/h, khoảng thời gian 5 giây phải được áp dụng ngay cả khi tốc độ giảm xuống dưới 200 km/h trong khi trượt.

Trong quá trình thử nghiệm, không có bất kỳ bộ trục bánh xe nào bị bó hãm khi tốc độ tàu thực tế trên 30 km/h.

Bánh xe bị bó hãm ở tốc độ tàu thực tế dưới 30 km/h và trên 5 km/h không được kéo dài quá 0,4 s.



Trong đó:

X Vận tốc phương tiện, km/h

Y Trượt bánh xe, km/h

**Hình 1 - Giới hạn trượt tuyệt đối**

**5.4.3.2 Giới hạn trượt của bộ trục bánh xe có độ bám rất thấp và cực thấp**

Trượt tuyệt đối trong các điều kiện có độ bám rất thấp và cực thấp có thể lớn hơn so với trong điều kiện có độ bám thấp, nhưng phải có bằng chứng về hoạt động của WSP để cố gắng khôi phục một hoặc nhiều bộ trục bánh xe về tốc độ của phương tiện trong những khoảng thời gian có tốc độ sai lệch lớn.

Bó hãm bánh xe chỉ nên tác dụng đối với các khoảng thời gian theo công thức (1).

$$t = \frac{W}{v \cdot \mu \cdot \frac{m}{2} \cdot g} \quad (1)$$

Trong đó:

$\mu$  Độ bám thực tế;

W = 26 kJ, năng lượng sinh ra tại mỗi điểm tiếp xúc;

m Tải trọng trục;

v Vận tốc phương tiện, m/s.

#### 5.4.4 Hư hỏng về đường

Giảm thiểu hư hỏng về đường được giả thiết nếu thỏa mãn các tiêu chí kiểm soát trượt bánh xe.

#### 5.4.5 Giảm tốc lớn nhất

WSP phải có khả năng thích ứng với các mức giảm tốc cao hơn so với mức giảm tốc thiết kế, do các tác động từ bên ngoài.

Mức giảm tốc lên đến biên độ  $0,3 \text{ m/s}^2$  cao hơn so với mức giảm tốc thiết kế phải không làm suy giảm lực hãm không mong muốn.

Đối với biên độ cao hơn  $0,3 \text{ m/s}^2$  so với mức giảm tốc thiết kế phải không gây ra nhả hoàn toàn lực hãm của phương tiện trong thời gian dài hơn 2 giây.

#### 5.4.6 Mức tiêu thụ khí nén

WSP nên được thiết kế để giảm thiểu mức tiêu thụ khí nén bổ sung do hoạt động của WSP.

Mức tiêu thụ khí nén tương đối của WSP như được tính toán trong 8.3.4 không được vượt quá các giá trị sau (xem Bảng 1).

**Bảng 1 - Tốc độ và mức tiêu thụ khí nén tương đối**

Vận tốc, km/h	Mức tiêu thụ khí nén tương đối
120	< 3,5
160	< 7,0
Chú thích 1: Đây không phải là thông số kỹ thuật để quy định thể tích của thùng chứa khí nén. Chú thích 2: Mức tiêu thụ khí nén ở các điều kiện bám khác có thể cao hơn nhiều. Chú thích 3: Các giá trị về tỷ số khí nén có thể không đạt được trong điều kiện có độ bám rất thấp và cực thấp.	

Khí nén được tiêu thụ bổ sung bởi hoạt động của WSP không được làm cản trở việc dừng tàu trong khoảng cách quy định trong điều kiện độ bám thấp.

Không yêu cầu áp dụng mức tiêu thụ khí nén trong điều kiện độ bám rất thấp và cực thấp.

Tuy nhiên, nên xem xét các tùy chọn trong mục 5.1.5 đối với việc loại bỏ WSP.



#### 5.4.7 Đầu ra dựa trên thông tin vận tốc do WSP cung cấp

Vận tốc tham chiếu được tính toán bởi WSP có thể sai lệch so với vận tốc tàu thực do sự thay đổi đường kính bánh xe giữa bánh xe mới và bánh xe bị mòn và dẫn đến bánh xe bị trượt trong các điều kiện độ bám thấp.

Nếu hệ thống WSP cung cấp các tín hiệu dựa trên vận tốc tham chiếu của nó để phục vụ cho các chức năng khác thì sai lệch do các bánh xe trượt trong các điều kiện độ bám thấp phải không vượt quá các giá trị được đưa ra trong Bảng 2 dưới đây.

**Bảng 2 - Dung sai đầu ra vận tốc**

Vận tốc	Dung sai
$0 \leq v_t \leq 100 \text{ km/h}$	+ 5 km/h - 10 km/h
$v_t > 100 \text{ km/h}$	+ 5 km/h - 10 %

Các phép đo vận tốc phải trên cơ sở đường kính bánh xe trung bình nếu không đưa ra được đường kính bánh xe thực tế có sẵn như được nêu trong 5.1.2.

Nếu các tín hiệu đầu ra là các tín hiệu đầu ra kỹ thuật số thì độ chính xác cần thiết phải được đáp ứng trong phạm vi ngưỡng chuyển đổi.

Các sai lệch trong khoảng thời gian ngắn về thông tin tốc độ nằm ngoài các giá trị giới hạn về thông tin tốc độ có thể được chấp nhận nếu thời gian sai lệch này không vượt quá 5 giây.

## 6 Phạm vi thử nghiệm

### 6.1 Tổng quan

#### 6.1.1 Phân loại thử nghiệm

Mục tiêu của thử nghiệm là để xác định tính năng hoạt động và hiệu năng của hệ thống WSP hoặc WRM so với thông số kỹ thuật thử nghiệm và các tiêu chuẩn phù hợp, đặc biệt là các tiêu chuẩn liên quan đến an toàn.

Việc thử nghiệm phải được thực hiện bởi một tổ chức được công nhận theo TCVN ISO/IEC 17025:2017.

Việc thử nghiệm các yêu cầu được chia thành thử nghiệm kiểu loại và thử nghiệm hoạt động trên phương tiện (VIT). Tất cả các yêu cầu thử nghiệm được tóm tắt trong Bảng A.1, Phụ lục A. Bảng này cho thấy thử nghiệm nào phải thực hiện thử nghiệm kiểu loại hoặc thử nghiệm hoạt động trên phương

tiện.

Thực hiện thử nghiệm kiểu loại đối với các yêu cầu về hiệu năng, các yêu cầu thiết kế và các yêu cầu chức năng cốt lõi để phê duyệt hệ thống WSP hoặc WRM.

Thực hiện thử nghiệm hoạt động trên phương tiện để chứng minh chức năng và hiệu năng của hệ thống WSP hoặc WRM khi được lắp đặt cho một cấu hình phương tiện cụ thể.

Không cần thiết phải thực hiện các thử nghiệm để chứng minh sự phù hợp cho một chức năng mà chức năng này đã thực sự được thử nghiệm.

Các thử nghiệm phải có khả năng thực hiện lại, nếu cần, được thực hiện bằng các phương thức tự động.

### 6.1.2 Đánh giá viên

Đánh giá viên phải là người được chỉ định bởi đơn vị cung cấp, khách hàng hoặc Cơ quan quản lý an toàn khi thử nghiệm kiểu loại và thử nghiệm hoạt động trên phương tiện trong trường hợp WSP có các chức năng liên quan đến an toàn bổ sung không thể thử nghiệm được trong thử nghiệm kiểu loại theo quy định của Tiêu chuẩn này.

Việc đánh giá là không bắt buộc đối với một số bộ phận của hệ thống nếu đã có báo cáo đánh giá từ một đánh giá viên khác đối với bộ phận đó. Đánh giá viên phải kiểm tra xem đánh giá trước có áp dụng cho mục đích sử dụng bộ phận đó trong môi trường dự định và phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn thích hợp hay không.

## 6.2 Thử nghiệm kiểu loại

### 6.2.1 Tổng quan

Thử nghiệm kiểu loại là thử nghiệm tổng quát để đảm bảo rằng một hệ thống thỏa mãn các yêu cầu cơ bản. Thử nghiệm có thể được thực hiện trên bộ thử hoặc trên một phương tiện dùng để thử nghiệm hoặc có thể kết hợp cả hai.

Phương tiện thử nghiệm hoặc thiết bị thử nghiệm đã được thẩm tra, thẩm định phải có hệ thống hãm tiêu biểu sử dụng hệ thống WSP, hệ thống WSP được thiết kế để sử dụng đối với hệ thống hãm đĩa và/hoặc hãm mặt lăn và/hoặc hãm động năng.

### 6.2.2 Yêu cầu thử nghiệm

Danh mục các yêu cầu thử nghiệm có thể được tìm thấy trong Phụ lục A.

Các thử nghiệm cụ thể, bao gồm các thử nghiệm bổ sung, được yêu cầu đối với thử nghiệm kiểu loại

## TCVN 13264:2021

được quy định trong các bảng tại mục 6.4. Các thử nghiệm được đánh dấu bằng chữ "T" trong các bảng là thử nghiệm kiểu loại.

### 6.2.3 Thử nghiệm kiểu loại các bộ phận độc lập

#### 6.2.3.1 Bộ điều khiển bảo vệ chống trượt bánh xe

Thử nghiệm kiểu loại bộ điều khiển WSP phải cho thấy sự phù hợp với các yêu cầu trong mục 5.1 và 5.2 như được nêu trong Phụ lục A. Thiết bị này phải được thử nghiệm phù hợp với các yêu cầu tương ứng trong EN 50125-1, TCVN 12089:2017 (EN 50155:2007) và TCVN 12090-3-2:2017 (EN 50121-3-2:2015).

#### 6.2.3.2 Thử nghiệm các bộ phận ngoại vi

##### 6.2.3.2.1 Tổng quan

Các bộ phận ngoại vi cần thiết đối với chức năng WSP như các cảm biến tốc độ và các van xả có thể phải tuân thủ theo các thử nghiệm kiểu loại độc lập như được nêu trong Phụ lục A.

##### 6.2.3.2.2 Thử nghiệm rò khí

Van xả WSP phải được thử nghiệm rò khí theo yêu cầu thiết kế với áp suất nguồn cấp khí nén 4 bar. Thử nghiệm được tiến hành ở ba trạng thái, khi ngắt điện hoàn toàn (4 bar ở đầu ra), khi van ở vị trí giữ 0,5 bar và 3 bar ở đầu ra.

Các thử nghiệm phải được thực hiện ở nhiệt độ  $(70 \pm 5)^\circ\text{C}$ ,  $(-25 \pm 1)^\circ\text{C}$  và  $(-40 \pm 1)^\circ\text{C}$ .

Tiêu chí đạt/không đạt: Không rò khí lớn hơn quy định trong Bảng 3.

**Bảng 3 - Tốc độ rò khí**

Nhiệt độ °C	Áp suất đầu ra bar	Trạng thái van	Rò khí cho phép lớn nhất Nl/min
+ 70 ( $\pm 5$ )	4,0	Van bị ngắt điện	0,01
	3,0	Van ở vị trí giữ	
	0,5		
- 25 ( $\pm 1$ )	4,0	Van bị ngắt điện	0,01
	3,0	Van ở vị trí giữ	
	0,5		
- 40 ( $\pm 1$ )	4,0	Van bị ngắt điện	0,1
	3,0	Van ở vị trí giữ	
	0,5		

### 6.3 Thử nghiệm hoạt động trên phương tiện

#### 6.3.1 Tổng quan

Thử nghiệm hoạt động trên phương tiện phải chứng minh rằng hệ thống được thử nghiệm bao gồm các thông số chính xác cụ thể của phương tiện thỏa mãn các yêu cầu trong các điều kiện thực tế hoặc điều kiện giả định. Thử nghiệm này phải tập trung vào các yêu cầu chưa được thử nghiệm trong thử nghiệm kiểu loại hoặc các yêu cầu có thể tạo ra các tính năng hoạt động khác khi lắp lên phương tiện.

Thử nghiệm mô phỏng hoạt động trên một phương tiện cụ thể có thể được tiến hành để hạn chế khối lượng thử nghiệm trên đường và để đánh giá hiệu năng của hệ thống trong các điều kiện có thể khó đạt được khi thử nghiệm thực tế ở trên đường.

Thử nghiệm hoạt động trên phương tiện (nếu có):

- a) Các chức năng WSP bao gồm kéo dài khoảng cách hãm;
- b) Khả năng tương thích với các hệ thống khác trên phương tiện;
- c) Các chức năng khai thác, hiển thị và chẩn đoán trên hệ thống hoặc trên MMI trung tâm;
- d) Hệ thống WRM;
- e) Sự tương hỗ của các hệ thống WSP và WRM;
- f) Truyền thông tin từ các cảm biến tốc độ;
- g) Kích hoạt các van WSP từ hệ thống WRM;
- h) Giao tiếp hệ thống.

#### 6.3.2 Yêu cầu thử nghiệm

Danh mục các yêu cầu thử nghiệm có thể được tìm thấy trong Phụ lục A.

Các thử nghiệm cụ thể, bao gồm các thử nghiệm bổ sung, được yêu cầu đối với thử nghiệm hoạt động trên phương tiện được quy định trong các bảng tại mục 6.4. Các thử nghiệm được đánh dấu chữ "I" trong các bảng là thử nghiệm hoạt động trên phương tiện.

Các thử nghiệm hoạt động trên phương tiện có thể được thực hiện ở trạng thái không tải (dưới tải trọng của phương tiện), nhưng nếu tỷ lệ tải so với không tải cao hơn tỷ lệ 2 : 1 thì các thử nghiệm phải được thực hiện ở trạng thái không tải và các thử nghiệm số 2, 6 và 13 ở Bảng 4 phải được thực hiện ở trạng thái quá tải. Nếu hiệu năng của WSP thay đổi đáng kể so với các thử nghiệm tương tự được thực hiện trong điều kiện không tải thì tất cả các thử nghiệm phải được thực hiện ở chế độ quá tải.

## **TCVN 13264:2021**

Đối với toa xe hàng, tất cả các thử nghiệm (trong phạm vi áp dụng) phải được thực hiện trong điều kiện có tải, (tải trọng trục 18 tấn). Các thử nghiệm số 1, 2, 3 và 5 trong Bảng 4 phải được thực hiện trong các điều kiện không tải và có tải.

### **6.3.3 Sự phù hợp của các thử nghiệm trên phương tiện trước đây**

Thử nghiệm hoạt động trên phương tiện phải được thực hiện đối với từng kiểu loại phương tiện, trừ trường hợp chứng minh được kiểu loại phương tiện đã thực hiện thử nghiệm hoạt động là phù hợp.

Trong trường hợp thử nghiệm hoạt động trên phương tiện đã được thực hiện trên một kiểu loại phương tiện khác, các chức năng đã được thử nghiệm trên phương tiện trước đó không cần phải thử nghiệm lặp lại. Các thử nghiệm duy nhất được yêu cầu là những thử nghiệm để chứng minh rằng những thay đổi về chức năng giữa các phương tiện không ảnh hưởng đến hiệu năng của hệ thống WSP.

Tối thiểu các thử nghiệm khoảng cách hãm gồm thử nghiệm số 2, 4, 5 và 6 trong Bảng 4 phải được thực hiện.

## **6.4 Danh mục các thử nghiệm**

### **6.4.1 Các thử nghiệm tiêu chuẩn**

Đối với các hệ thống hãm và/hoặc hệ thống WSP kết hợp hoặc hỗn hợp, trong đó có nhiều hơn một bộ điều khiển WSP có thể ảnh hưởng đến lực hãm tác dụng lên các trục, các thử nghiệm phải được thực hiện để thẩm định hoạt động của toàn bộ hệ thống đối với tất cả các cấu hình và tương tác có thể của các bộ điều khiển trong phạm vi hệ thống đó.

Nếu vận tốc lớn nhất của phương tiện thấp hơn  $v_{nom}$  quy định để thử nghiệm thì thử nghiệm đó phải được thực hiện bằng cách sử dụng vận tốc lớn nhất của phương tiện làm  $v_{nom}$ .

Chú thích: Tất cả các thử nghiệm kiểu loại có thể được thực hiện trên một thiết bị mô phỏng.

### **6.4.2 Thử nghiệm kéo**

Đối với hệ thống hãm ma sát hoặc hệ thống hãm hỗn hợp, tác dụng hãm thường hoàn toàn phải được duy trì trong một khoảng thời gian 30 s với độ bám giảm đến mức mà tất cả các bộ trục bánh xe có hãm đều bị trượt.

Trong trường hợp chỉ có thể điều khiển hãm động năng bằng lệnh điều khiển độc lập, không phải lệnh điều khiển từ tàu thì tác dụng hãm thường hoàn toàn bằng hãm động năng phải được duy trì trong một khoảng thời gian 120 s với độ bám giảm đến mức mà tất cả các bộ trục bánh xe có hãm đều bị trượt.

### **6.4.3 Phương pháp thử đối với vận tốc từ 160 đến 200 km/h**

Sự phù hợp của WSP ở vận tốc 200 km/h có thể được chứng minh trong các thử nghiệm ngắt kết nối, trong các thử nghiệm với cả đoàn tàu (phương tiện thử nghiệm có thiết bị phun được đặt ở phía trước tàu) hoặc trong các thử nghiệm trên thiết bị mô phỏng đã được phê duyệt sử dụng các cảm biến tốc độ WSP kết nối với các động cơ điện kéo. Trong trường hợp thiết bị không sử dụng các cảm biến tốc độ WSP, thì khả năng tương thích của thiết bị sau với các hệ thống điện tử ở tốc độ 200 km/h phải được chứng minh bằng các thử nghiệm thích hợp.

#### 6.4.4 Phương pháp thử đối với vận tốc lớn hơn 200 km/h

Nếu các thử nghiệm này được thực hiện dưới dạng thử nghiệm trên đường, chúng phải được thực hiện trên một đoàn tàu. Các đầu máy được thử nghiệm kết nối với các toa xe khách phù hợp với các yêu cầu vận hành.

Chức năng giám sát vòng quay bánh xe được mô tả trong mục 5.1.7 phải được thử nghiệm như mô tả trong mục 6.4.8.

#### 6.4.5 Thử nghiệm mức giảm tốc bổ sung cao hơn

Nếu hệ thống WSP được thiết kế để quản lý các mức giảm tốc cao hơn, các thử nghiệm bổ sung phải được thực hiện. Mức giảm tốc cao hơn có thể xảy ra do tác động từ bên ngoài (Bảng 5) hoặc được biểu thị bằng tín hiệu (xem Bảng 6).

Các ví dụ về nguyên nhân gây ra mức giảm tốc cao hơn có thể là:

- a) Trên đầu máy với tàu được hãm từ ray;
- b) Một tín hiệu hãm từ ray sự cố trên toa xe khách;
- c) Toa xe khách có vấn đề về van điều chỉnh tải.

#### 6.4.6 Các thử nghiệm phê duyệt bổ sung đối với hệ thống WSP hoạt động trên phương tiện có hệ thống hãm không sử dụng độ bám

Đối với các cấu trúc hệ thống hãm bao gồm các hệ thống hãm không sử dụng độ bám (ví dụ: hãm từ ray), các thử nghiệm phải được thực hiện để chứng minh rằng hệ thống WSP hoạt động chính xác ở các mức giảm tốc cao hơn do hệ thống hãm không sử dụng độ bám gây ra. Cụ thể, WSP không làm thay đổi lực hãm trong điều kiện đường ray khô ráo mà không xảy ra trượt bánh xe và các chức năng hoạt động chính xác phù hợp với các yêu cầu trong mục 5.1 khi đường ray được phun chất lỏng theo quy định trong mục 7.3.2.1.

Thử nghiệm tác dụng hãm khẩn, được thực hiện ở vận tốc ban đầu 160 km/h với hệ thống hãm không sử dụng độ bám.

#### 6.4.7 Các thử nghiệm phê duyệt bổ sung liên quan đến các đơn nguyên kéo và tàu có hãm động năng

Để các đơn nguyên kéo và tàu được phê duyệt thì phải chứng minh hệ thống WSP phải thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn này khi được lắp đặt trên đơn nguyên kéo có hãm động năng kết hợp hãm khí nén.

Với độ bám bị suy giảm như được quy định trong mục 7.3.2.1, tác dụng hãm khẩn hoặc hãm thường (tốc độ hãm lớn nhất khi kích hoạt cả hãm động năng và hãm khí nén) phải được thực hiện từ vận tốc lớn nhất của đơn nguyên kéo/đoàn tàu đến trạng thái dừng, trong các điều kiện sau:

- Kết hợp hãm động năng và hãm khí nén;
- Chỉ có hãm khí nén (nếu chưa được thử nghiệm đầy đủ ở thử nghiệm kiểu loại trước đó);
- Hư hỏng của hãm động năng sau khi tạo ra lực hãm hoàn toàn;
- Tác dụng hãm khẩn cấp sau tác dụng hãm hoàn toàn.

Các tiêu chí từ mục 7.1 phải được áp dụng để đánh giá các kết quả thử nghiệm. Thử nghiệm được coi là hợp lệ nếu tiêu chí độ bám ban đầu trong mục 8.3.3.2 thỏa mãn.

Các điều kiện và phạm vi chung của các thử nghiệm phải được áp dụng ở tốc độ hãm lớn nhất của đơn nguyên kéo.

Các tiêu chí về hiệu năng trong mục 5.4.3.1, 5.4.6 và 5.4.7 phải được áp dụng.

Nếu bộ điều khiển WSP của hãm động năng hoạt động độc lập với bộ điều khiển WSP của hãm khí nén và chưa được thử nghiệm kiểu loại trong phạm vi thử nghiệm tại mục 6.2.2, các thử nghiệm còn lại phải được thực hiện như một phần việc của thử nghiệm hoạt động trên phương tiện.

#### 6.4.8 Thử nghiệm giám sát vòng quay bánh xe (WRM)

Việc thử nghiệm chức năng giám sát vòng quay bánh xe phải được thực hiện trên bộ thử hoặc trên phương tiện thông qua mô phỏng trực bị bó hãm bằng cách làm sai lệch tín hiệu cảm biến tốc độ WRM. Các thử nghiệm WRM có thể được thực hiện thông qua thiết bị thử nghiệm mô phỏng, có tính đến việc không cần sử dụng đặc tính bám, ví dụ: mô phỏng vòng lặp mở.

Chức năng giám sát vòng quay được mô tả trong mục 5.1.7 có thể được thẩm tra với phương tiện đứng yên còn việc tăng vận tốc bộ trục bánh xe được mô phỏng ở đầu vào thiết bị giám sát với tốc độ của một bộ trục bánh xe duy trì ở mức 0. Ngoài ra, chức năng này có thể được thẩm tra với phương tiện đang chuyển động mà một cảm biến không tạo ra vận tốc đầu vào. Thiết bị giám sát vòng quay phải thỏa mãn các tiêu chí đối với WRM (xem mục 5.1.7.2).

Vận tốc lớn nhất của bộ trục bánh xe phải được mô phỏng ở đầu vào của thiết bị giám sát vòng quay. Sau đó vận tốc của một bộ trục bánh xe phải được giảm phù hợp với công thức sau:

$$\Delta v = X + Y.v \quad (2)$$

Trong đó:

X và Y Tham khảo mục 5.1.7.2.

Tín hiệu phải thỏa mãn các tiêu chí đối với WRM (xem mục 5.1.7.2). Thử nghiệm này phải được lặp lại ở vận tốc bằng 50% vận tốc lớn nhất.

Nếu hệ thống giám sát vòng quay có các tính năng được khuyến nghị ở mục 5.1.7.4 thì áp suất trong xy lanh hãm của bộ trục bánh xe bị giảm tốc độ phải được khôi phục trong quá trình thử nghiệm trước đó không quá 10 giây sau khi cấp khí nén.



Bảng 4 - Chương trình thử nghiệm đối với chức năng "kiểm soát trượt bánh xe" của hệ thống phanh sử dụng độ bám

STT	Cấp bám	Điều kiện đường	Mức giảm tốc (chế độ phanh) <sup>a</sup>	Phương pháp thử	V <sub>nom</sub> km/h	Mục đích thử nghiệm	Tiêu chí đạt / không đạt WSP	Tiêu chí khoảng cách phanh	T/I <sup>b</sup>	Số lần thử - đánh giá
1	Đường khô ráo	Đường khô ráo	Lớn nhất (Khẩn cấp)	Đến dừng	120	Thẩm tra hiệu năng phanh	Không xảy ra giảm lực phanh không mong muốn	Tham khảo tính toán phanh <sup>c</sup>	T	4 (8.1.1)
2	Đường khô ráo	Đường khô ráo	Lớn nhất (Khẩn cấp)	Đến dừng	160	Thẩm tra hiệu năng phanh	Không xảy ra giảm lực phanh không mong muốn	Tham khảo tính toán phanh <sup>c</sup>	T, I	4 (8.1.1)
3	Đường khô ráo	Đường khô ráo	Lớn nhất (Hãm thường hoàn toàn)	Đến dừng	120	Thẩm tra hiệu năng phanh	Không xảy ra giảm lực phanh không mong muốn	Tham khảo tính toán phanh <sup>c</sup>	T	4 (8.1.1)
4	Đường khô ráo	Đường khô ráo	Từng nấc hãm hoặc nấc giảm tốc lớn nhất	Đến dừng	120	Thẩm tra hiệu năng phanh	Không xảy ra giảm lực phanh không mong muốn	Tham khảo tính toán phanh <sup>c</sup>	I	4 (8.1.1)
5	Thấp	Đường ray được phun	Lớn nhất (Khẩn cấp)	Đến dừng	120	Thẩm tra hiệu năng WSP	Tất cả các thử nghiệm phải thỏa mãn tiêu chí khoảng cách phanh, mức tiêu thụ khí nén, 5.4.6 và đầu ra tốc độ, 5.4.7	8.3.2	T, I	4 (8.1.3.2.4)
6	Thấp	Đường ray được phun	Lớn nhất (Khẩn cấp)	Đến dừng	160	Thẩm tra hiệu năng WSP	Tất cả các thử nghiệm phải thỏa mãn tiêu chí khoảng cách phanh, mức tiêu thụ khí nén, 5.4.6 và đầu ra tốc độ, 5.4.7	8.3.2	T, I	4 (8.1.3.2.4)
7	Thấp	Đường ray được phun	Lớn nhất (Hãm thường hoàn toàn)	Đến dừng	120	Thẩm tra hiệu năng WSP	Tất cả các thử nghiệm phải thỏa mãn tiêu chí khoảng cách phanh, mức tiêu thụ khí nén, 5.4.6 và đầu ra tốc độ, 5.4.7	8.3.2	T, I	4 (8.1.3.2.4)
8	Thấp	Đường ray được phun	Từng nấc hãm hoặc nấc giảm tốc lớn nhất	Đến dừng	120	Thẩm tra hiệu năng WSP	Tất cả các thử nghiệm phải thỏa mãn tiêu chí khoảng cách phanh, mức tiêu thụ khí nén, 5.4.6 và đầu ra tốc độ, 5.4.7	8.3.2	I	4 (8.1.3.2.4)
9 <sup>d</sup>	Thấp	Đường ray được phun	Lớn nhất, hãm động năng phải hoạt	Đến dừng	120 <sup>e</sup>	Thẩm tra hiệu năng WSP với hãm động năng	Không xảy ra giảm lực phanh không mong muốn, mức tiêu thụ khí nén,	N/A	I	1

STT	Cấp bám	Điều kiện đường	Mức giảm tốc (chế độ hãm) <sup>a</sup>	Phương pháp thử	V <sub>nom</sub> km/h	Mục đích thử nghiệm	Tiêu chí đạt / không đạt WSP	Tiêu chí khoảng cách hãm	T/I <sup>b</sup>	Số lần thử - đánh giá
			động				5.4.6 và đầu ra tốc độ, 5.4.7			
10	Thay đổi	Phun gián cách. Việc phun được thực hiện 3 lần trong quá trình thử nghiệm	Lớn nhất (Khẩn cấp)	Đến dừng	160	Thăm tra hiệu năng WSP khi cấp bám thay đổi	Trượt lớn nhất phải phù hợp với 5.4.3.1, mức tiêu thụ khí nén và đầu ra tốc độ, 5.4.7	N/A	T	2
11	Thay đổi	Phun gián cách. Thử nghiệm trên 1 km (đối với hãm động năng cần phải tăng thêm chiều dài quãng đường phun), việc phun được thực hiện 3 lần trong quá trình thử nghiệm	Tốc độ không đổi (Hãm thường hoàn toàn)	Thử nghiệm kéo	100	Thăm tra hiệu năng WSP khi cấp bám thay đổi	Trượt lớn nhất phải phù hợp với 5.4.3.1 và đầu ra tốc độ, 5.4.7	N/A	T	1
12	Rất thấp	Ray được phun nước xả phòng đặc	Tốc độ không đổi (Hãm thường hoàn toàn)	Thử nghiệm kéo	100	Thử nghiệm trượt tất cả các trục ở điều kiện độ bám rất thấp	Trượt lớn nhất phải phù hợp với 5.4.3.2	N/A	T	1
13	Rất thấp	Độ bám rất thấp. Phun nước xả phòng đặc, bắt đầu phun trước khi hãm và phun trong khoảng 10 giây sau khi lực hãm lớn nhất được tạo ra theo thời gian	Lớn nhất (Khẩn cấp)	Đến dừng	40	Thử nghiệm làm việc ở tốc độ thấp trong điều kiện độ bám rất thấp	Thăm tra tiêu chí bó hãm bánh xe 5.4.3.2	N/A	T, I	1
14	Rất thấp và cực thấp	Độ bám rất thấp và cực thấp trong khoảng 20 m. 1 giây một thì phun nước xả phòng đặc hoặc 1 kg xả phòng đặc phun đều trên 20 m đường. Lực hãm phải được tác dụng 200 m trước khi điều kiện bám của ray bị giảm	Lớn nhất (Khẩn cấp)	Đến dừng	120	Thử nghiệm phản ứng với thay đổi đột ngột về điều kiện bám	Thăm tra tiêu chí bó hãm bánh xe 5.4.3.2	N/A	T	1

STT	Cấp bám	Điều kiện đường	Mức giảm tốc (chế độ hãm) <sup>a</sup>	Phương pháp thử	$v_{nom}$ km/h	Mục đích thử nghiệm	Tiêu chí đạt / không đạt WSP	Tiêu chí khoảng cách hãm	T/I <sup>b</sup>	Số lần thử - đánh giá
15	Cực thấp	Độ bám cực thấp trong khoảng 500 m. Áp dụng (phun hoặc tác dụng trực tiếp) dầu nhớt hoặc xà phòng hoặc chất sinh học phù hợp	Lớn nhất (Khả cấp)	Đến dừng	100	Thử nghiệm hoạt động trong điều kiện bám cực thấp	Thẩm tra tiêu chí bó hãm bánh xe 5.4.3.2	N/A	T	1
<p>Đối với các phương tiện có vận tốc lớn nhất lớn hơn 160 km/h thì các thử nghiệm số 2, 6 và 10 phải được thực hiện bổ sung ở vận tốc <math>v_{max}</math> và có thể được thực hiện trên thiết bị mô phỏng. Nếu các thử nghiệm này được thực hiện khi thử nghiệm trên đường ở vận tốc &gt; 200 km/h thì những thử nghiệm này phải được tiến hành trên một đoàn tàu. Các đầu máy được kết nối với các toa xe khách phù hợp với các yêu cầu vận hành.</p> <p>Thử nghiệm kéo là thử nghiệm với phương tiện được kéo, phải được tiến hành ở vận tốc ổn định để mô phỏng tác dụng hãm giữ được kích hoạt phù hợp với độ dốc, và đặc biệt để thẩm tra khả năng hiệu chỉnh của WSP.</p> <p>Tiêu chí bó hãm bánh xe ở các điều kiện bám thấp phải được kiểm tra theo quy định trong mục 5.4.3.1.</p> <p>Nếu vận tốc lớn nhất nhỏ hơn vận tốc quy định ở trong các bảng trên thì sử dụng vận tốc lớn nhất đó.</p> <p>Đối với các thử nghiệm kiểu loại, điều kiện thử phải là không tải, trừ khi cấu hình hệ thống hãm hoặc phương tiện yêu cầu có trạng thái tải bổ sung.</p> <p><b>Trong quá trình thử nghiệm từ thử nghiệm số 1 đến thử nghiệm số 15 các hệ thống hãm từ ray phải không được kích hoạt.</b></p> <p><sup>a</sup> Đối với các thử nghiệm kiểu loại, nếu không khả thi trong việc thiết lập các chế độ hãm (hãm khẩn, hãm thường hoàn toàn, ...) mà không hoạt động trên phương tiện dự định thì thử nghiệm nên được thực hiện dựa trên các mức giảm tốc dành cho hệ thống WSP được thiết kế.</p> <p><sup>b</sup> Thử nghiệm kiểu loại (T) và/hoặc thử nghiệm hoạt động trên phương tiện VIT (I). Các thử nghiệm ở chế độ bám thấp và trên đường ray khô ráo được yêu cầu để thỏa mãn tiêu chí khoảng cách hãm phải được thực hiện đối với từng phương tiện ngoại trừ chứng minh được các kết quả của các thử nghiệm kiểu loại hoặc các thử nghiệm trước đó trên phương tiện tương tự đã chứng minh khả năng của hệ thống WSP thỏa mãn các yêu cầu này.</p> <p><sup>c</sup> Đối với thử nghiệm trên đường ray khô ráo nếu tiêu chí đạt/không đạt của WSP thỏa mãn (không xảy ra giảm lực hãm không mong muốn), việc không thỏa mãn khoảng cách hãm tính toán có thể hiển thị dưới dạng các sự cố trong bộ cài đặt hãm của phương tiện, chứ không phải là hư hỏng hệ thống WSP khi thử nghiệm.</p> <p><sup>d</sup> Chỉ áp dụng cho các hệ thống có hãm khí nén và hãm động năng kết hợp, và chỉ yêu cầu thực hiện nếu chưa thực hiện các thử nghiệm số 5, 6 hoặc 7 để chứng minh.</p> <p><sup>e</sup> Tốc độ phải cao hơn, nếu cần thiết phải thử nghiệm chức năng.</p>										

Bảng 5 - Thử nghiệm kiểu loại trong trường hợp mức giảm tốc cao hơn do các tác động từ bên ngoài

STT	Cấp bám	Điều kiện đường	Mức giảm tốc (chế độ hãm)*	Phương pháp thử	$v_{nom}$ km/h	Mục đích thử nghiệm	Tiêu chí đạt / không đạt WSP	Tiêu chí khoảng cách hãm	T/I <sup>b</sup>	Số lần thử - đánh giá
16	Đường khô ráo	Đường khô ráo	Cao hơn 0,3 m/s <sup>2</sup> so với mức giảm tốc thiết kế lớn nhất	Đến dừng	160	Thử nghiệm hiệu năng mà không có tín hiệu giảm tốc cao	Không xảy ra giảm lực hãm không mong muốn	N/A	T	1
17	Đường khô ráo	Đường khô ráo	Cao hơn 0,5 m/s <sup>2</sup> hoặc cao hơn 20 % so với mức giảm tốc thiết kế lớn nhất	Đến dừng	160	Thử nghiệm hiệu năng mà không có tín hiệu giảm tốc cao	Không xảy ra đồng thời nhà hãm hoàn toàn tắt cả các trục được điều khiển bởi hệ thống WSP trong khoảng thời gian lớn hơn 2 s và không cường bức thiết bị giám sát thời gian an toàn	N/A	T	1

Đối với các phương tiện có vận tốc lớn nhất lớn hơn 160 km/h thì thử nghiệm số 16 và 17 phải được thực hiện bổ sung ở vận tốc  $v_{max}$  và có thể được thực hiện trên thiết bị mô phỏng.

Nếu vận tốc lớn nhất nhỏ hơn vận tốc quy định ở trong các bảng trên thì sử dụng vận tốc lớn nhất đó.

Đối với các thử nghiệm kiểu loại, điều kiện thử phải là không tải, trừ khi cấu hình hệ thống hãm hoặc phương tiện yêu cầu có trạng thái tải bổ sung.

Thử nghiệm số 16 và 17 có thể được thực hiện trên thiết bị thử nghiệm mô phỏng, có tính tới việc không cần có đặc tính bám, ví dụ mô phỏng vòng lặp mở.

Bảng 6 - Thử nghiệm kiểu loại trong trường hợp mức giảm tốc cao hơn trên cơ sở các hệ thống hãm không sử dụng độ bám (ví dụ: hãm từ ray, hãm bằng dòng điện xoáy)

STT	Cấp bám	Điều kiện đường	Mức giảm tốc (chế độ hãm) <sup>a</sup>	Phương pháp thử	$v_{nom}$ km/h	Mục đích thử nghiệm	Tiêu chí đạt / không đạt WSP	Tiêu chí khoảng cách hãm	T/I <sup>a</sup>	Số lần thử - đánh giá
18	Đường khô ráo	Đường khô ráo	Theo thiết kế hệ thống hãm bổ sung	Đến dừng	160	Thử nghiệm với mức giảm tốc tăng do các hệ thống hãm không sử dụng độ bám	Không xảy ra giảm lực hãm không mong muốn	Tham khảo tính toán hãm	T, I	4
19	Đường khô ráo	Đường khô ráo	Theo thiết kế hệ thống hãm bổ sung	Đến dừng	160	Thử nghiệm độ bám thấp với mức giảm tốc tăng do các hệ thống hãm không sử dụng độ bám	Tất cả các thử nghiệm phải thỏa mãn tiêu chí khoảng cách hãm, mức tiêu thụ khí nén, 5.4.6 và đầu ra tốc độ, 5.4.7	8.3.2	T, I	4
<p>Đối với các phương tiện có vận tốc lớn nhất lớn hơn 160 km/h thì thử nghiệm số 18 và 19 phải được thực hiện bổ sung ở vận tốc <math>v_{max}</math> và có thể được thực hiện trên thiết bị mô phỏng.</p> <p>Tiêu chí bó hãm bánh xe ở các điều kiện bám thấp phải được kiểm tra theo quy định trong mục 5.4.3.1.</p> <p>Nếu vận tốc lớn nhất nhỏ hơn vận tốc quy định ở trong các bảng trên thì sử dụng vận tốc lớn nhất đó.</p> <p>Đối với các thử nghiệm kiểu loại, điều kiện thử phải là không tải, trừ khi cấu hình hệ thống hãm hoặc phương tiện yêu cầu có trạng thái tải bổ sung.</p> <p>Thử nghiệm số 18 có thể được thực hiện bằng thiết bị thử nghiệm mô phỏng, có tính tới việc không cần có đặc tính bám, ví dụ mô phỏng vòng lặp mở.</p> <p><sup>a</sup> Thử nghiệm kiểu loại (T) và/hoặc thử nghiệm hoạt động trên phương tiện VIT (I). Các thử nghiệm ở chế độ bám thấp và trên đường ray khô ráo được yêu cầu để thỏa mãn tiêu chí khoảng cách hãm phải được thực hiện đối với từng phương tiện ngoại trừ chứng minh được các kết quả của các thử nghiệm kiểu loại hoặc các thử nghiệm trước đó trên phương tiện tương tự đã chứng minh khả năng của hệ thống WSP thỏa mãn các yêu cầu này.</p>										

## 6.5 Thử nghiệm lại

### 6.5.1 Tổng quan

Nếu một hệ thống đã phê duyệt được sửa đổi, nâng cấp thì hệ thống đó phải được thử nghiệm lại hoặc thẩm định lại khi có bất kỳ nội dung nào dưới đây thay đổi:

- Phần mềm (xem 6.5.3);
- Cảm biến tốc độ;
- Van xả;
- Phần cứng điện tử.

### 6.5.2 Phần cứng

Việc thử nghiệm lại hoặc thẩm định lại được yêu cầu đối với việc sửa đổi, nâng cấp phần cứng của hệ thống WSP phải được đánh giá thông qua đánh giá rủi ro. Nếu các rủi ro liên quan đến an toàn có thể được tạo ra trong hệ thống khi sửa đổi, nâng cấp thì các rủi ro này đều phải được đánh giá.

Mức độ thử nghiệm cần thiết được quy định trong Bảng 7.

**Bảng 7 - Các yêu cầu thử nghiệm đối với các hạng mục sửa đổi, nâng cấp**

Hạng mục sửa đổi	Thử nghiệm/thẩm định yêu cầu	Góp ý
Cảm biến tốc độ	Thẩm định qua hồ sơ lưu trữ hoặc trên bộ thử trong phạm vi thử nghiệm kiểu loại đối với việc thu thập dữ liệu, xử lý tín hiệu và giám sát cảm biến	Hồ sơ lưu trữ bao gồm đầy đủ các giao diện về tín hiệu, việc ảnh hưởng đến quá trình xử lý tín hiệu và giám sát cảm biến tốc độ
Van xả	Thẩm định qua hồ sơ lưu trữ hoặc trên bộ thử về hiệu năng của van xả và giám sát van xả	Hồ sơ lưu trữ bao gồm bản so sánh đầy đủ các đặc tính dòng khí, các giao diện về tín hiệu, việc ảnh hưởng đến quá trình vận hành của van xả và giám sát van xả
Mạch điện - thay đổi lớn	Thử nghiệm kiểu loại trên bộ thử về chức năng WSP do sự tác động của việc thay đổi mạch điện	Thẩm tra độc lập chức năng WSP bị ảnh hưởng
Phần cứng điện tử - thay thế một hoặc nhiều linh phụ kiện (linh kiện điện tử, đặc nổi)	Thử nghiệm trên bộ thử về chức năng WSP do sự tác động của việc thay đổi mạch điện	Hồ sơ lưu trữ của các thử nghiệm trên bộ thử
Phần cứng điện tử - thay đổi	Thử nghiệm trên bộ thử chức	Hồ sơ lưu trữ của các thử

các thiết bị điện tử không liên quan đến điều khiển WSP (thêm dữ liệu đầu vào và đầu ra, ...)	năng WSP do sự tác động của việc thay đổi mạch điện	thử nghiệm trên bộ thử
Phản cứng điện tử Thay đổi việc bố trí thiết bị điện tử	Thử nghiệm trên bộ thử chức năng WSP do sự tác động của việc thay đổi mạch điện	Hồ sơ lưu trữ của các thử nghiệm trên bộ thử
Phản cứng Thay đổi các thiết bị điện tử liên quan đến điều khiển WSP	Thử nghiệm kiểu loại đầy đủ đối với phản cứng điện tử	Số nhận dạng mới/tên của hệ thống WSP

### 6.5.3 Phần mềm

Đánh giá tác động được thực hiện đối với tất cả các thay đổi về phần mềm, việc thẩm định và thử nghiệm lại phải được thực hiện theo TCVN 11391:2016 (EN 50128:2011).

## 7 Phương pháp thử

### 7.1 Tổng quan

Hiệu năng hãm trên đường ray khô ráo phải được tính toán xác định phù hợp với chỉ dẫn kỹ thuật. Hiệu năng hãm cần thiết trong điều kiện khô ráo (không có tác động của WSP), ở các vị trí hãm khác nhau, được quy định trong mục 6.2.2.

Đối với các thử nghiệm về khoảng cách hãm, toa xe khách và đoàn tàu phải được thử nghiệm không tải. Tọa xe hàng phải được thử nghiệm trong điều kiện có tải (càng lớn càng tốt), với các thử nghiệm số 1, 2, 3 và 5 trong Bảng 4 được thực hiện trong điều kiện có tải và không tải.

Mức tiêu thụ khí nén tương đối của WSP phải được tính toán đối với từng thử nghiệm và phải được ghi lại trong báo cáo thử nghiệm. Phương pháp tính toán có thể phù hợp với phương pháp được mô tả trong mục 8.3.4 hoặc có thể sử dụng phương pháp tính toán trực tiếp về quá trình tăng áp suất xi lanh hãm trong quá trình hãm; xem Hình 5 (trong trường hợp này không cần thiết phải cung cấp khí nén từ bình chịu áp lực bổ sung vì khóa ngắt khí nén mở).

Nếu phương tiện thử nghiệm được trang bị các hệ thống hãm không sử dụng độ bám của bánh xe và đường ray thì các hệ thống hãm này phải được cô lập. Đối với một số thử nghiệm cụ thể, các hệ thống hãm này phải được kích hoạt và WSP phải hoạt động chính xác.

Nếu phương tiện được trang bị thiết bị xả cát được kích hoạt bởi WSP thì thiết bị này phải tắt. Đối với một số thử nghiệm cụ thể, thiết bị xả cát phải được kích hoạt và WSP phải hoạt động chính xác.

### 7.2 Phép đo

Nếu WSP cung cấp bổ sung các tín hiệu chuyển mạch cho các chức năng phụ thì các chức năng này phải được giám sát trong quá trình thử nghiệm phun và không phun chất lỏng để thực hiện các thử nghiệm trên đường ray được phun và đường ray khô ráo.

Khuyến nghị nên ghi lại tín hiệu đo theo cách cho phép tính toán xác định ra các quãng đường tàu chạy.

Phụ lục E đưa ra một sơ đồ điển hình thể hiện các giai đoạn khác nhau trong quá trình thử nghiệm hãm.

Tác động của hệ thống hãm không sử dụng độ bám (lực hãm) phải được ghi lại trong các thử nghiệm dưới dạng thành phần năng lượng hoặc nếu không thể đo được lực hãm thì ghi lại dưới dạng tín hiệu số hoặc tín hiệu analogue (ví dụ: dòng kích thích).

Các điều kiện trong mục 6.4.6, 6.4.7 và 7.3 phải được áp dụng đối với các phương tiện có hệ thống hãm không sử dụng độ bám và các phương tiện được trang bị hãm động năng. Một biến số tỷ lệ thuận với lực hãm động năng (ví dụ: dòng điện của động cơ điện kéo) phải được ghi lại trong các thử nghiệm này.

Tối thiểu những nội dung sau phải được đo/ghi/đánh giá trong quá trình thử nghiệm hệ thống WSP và nếu cần chúng phải được ghi lại liên tục trong toàn bộ thời gian thử nghiệm:

- a) Điều kiện môi trường/thời tiết;
- b) Các thông số thử nghiệm được xác định từ thông tin thử nghiệm trong Bảng 4, 5 và 6;
- c) Vận tốc tàu thực  $v_i$ ;
- d) Mức giảm tốc của phương tiện;
- e) Ngày giờ;
- f) Thời điểm bắt đầu hãm;
- g) Vận tốc bắt đầu hãm;
- h) Khoảng cách hãm;
- i) Thời gian dừng;
- j) Vận tốc tham chiếu  $v_{ref}$ , nếu được sử dụng cho hệ thống điều chỉnh WSP hoặc các hệ thống bên ngoài;
- k) Việc kích hoạt các van xả, các van điều khiển (và tín hiệu điều khiển tương đương đối với các



**TCVN 13264:2021**

loại hệ thống hãm khác);

- l) Áp suất xi lanh hãm/lực được đo từ đầu ra của các van WSP và lực hãm của hãm động năng;
- m) Dự trữ năng lượng hãm (ví dụ, đối với hãm khí nén - áp suất bình chịu áp lực/áp suất bình chịu áp lực BSR) và tại thời điểm bắt đầu và kết thúc tác dụng hãm (các thử nghiệm ngắt kết nối);
- n) Áp suất của nguồn cung cấp khí nén chính; (và tương đương đối với các hệ thống hãm khác);
- o) Độ dốc của đường;
- p) Các biện pháp xử lý đường ray để tạo ra độ bám suy giảm;
- q) Vận tốc dài của tất cả các bộ trục bánh xe trên một phương tiện độc lập. Trong đoàn tàu, vận tốc dài của tất cả các bộ trục bánh xe tùy thuộc vào thiết kế của WSP;
- r) Lệnh hãm;
- s) Các tín hiệu đầu vào (tính sẵn sàng của hãm động năng, thông tin khác về trạng thái phương tiện, ...);
- t) Các tín hiệu đầu ra (cửa, hãm từ ray, xả cát, cường bức hãm động năng, ...);
- u) Hư hỏng bánh xe (bánh xe không quay).

Các thông số sau phải được đo ở trạng thái dừng sau khi thử nghiệm:

- v) Nhiệt độ đường ray (thử nghiệm trên đường) và
- w) Nhiệt độ môi trường.

Đối với thử nghiệm ở vận tốc lớn hơn 200 km/h, tối thiểu, các thông số sau phải được ghi lại trong quá trình thử nghiệm:

- Vận tốc dài của bốn bộ trục bánh xe dẫn hướng đầu tiên;
- Vận tốc dài của bốn bộ trục bánh xe kéo theo đầu tiên;
- Các giá trị được quy định trong mục 7.1;

Và nếu được trang bị:

- Lực hãm động năng nếu có.

Tham khảo Phụ lục E thể hiện cách ghi lại các tín hiệu.

Các điều kiện về thời tiết và khoảng cách hãm là hàm thời gian đối với mỗi thử nghiệm phải được thể hiện trong báo cáo thử nghiệm.

### 7.3 Thử nghiệm trên phương tiện

#### 7.3.1 Tổng quan

Trước mỗi loạt thử nghiệm (tối đa 10 thử nghiệm liên tiếp) và nếu vận tốc hãm ban đầu lớn hơn 100 km/h, thì các bánh xe của phương tiện thử nghiệm phải có thời gian phục hồi lại bằng cách cho chạy thông qua 1 khu gian ngắn nhất là 20 km, để thiết lập lại trạng thái vận hành bình thường của bánh xe khi hãm được kích hoạt.

Một loạt các thử nghiệm khác phải được thực hiện trên các khu gian khác nhau của tuyến, nếu có thể. Nếu các thử nghiệm được thực hiện trên cùng một khu gian, thì phải sắp xếp sao cho các điều kiện bám danh nghĩa có thể được khôi phục trong một khoảng thời gian tạm thời do tàu di chuyển trên khu gian đó (hoặc các phương thức khác).

Trong quá trình thử nghiệm ngắt kết nối, phải có một bình chịu áp lực bổ sung để ngăn áp suất trong bình chịu áp lực giảm xuống dưới giá trị tương ứng với áp suất xi lanh lớn nhất ở vị trí hãm tương ứng trong các thử nghiệm cần có sự bổ sung khí nén.

#### 7.3.2 Tạo độ bám suy giảm

##### 7.3.2.1 Tạo độ bám thấp

Để tạo độ bám thấp, đường ray phải được phun bằng dung dịch lỏng.

Chất lỏng được sử dụng để làm giảm độ bám phải là dung dịch nước có chứa chất tẩy rửa gốc axit béo hoặc chất kiềm với nồng độ dưới 15 % và không có chất khoáng. Chất tẩy rửa phải có khả năng phân hủy sinh học, dễ dàng tan vào nước và an toàn khi xả trên đường ray.

Nồng độ của chất tẩy rửa nên tạo ra mức độ bám  $\tau_a$  trong khoảng từ 0,05 đến 0,08 ở giai đoạn bắt đầu hãm. Kinh nghiệm cho thấy nồng độ tối thiểu của hỗn hợp là 100 lít nước phối trộn với ít nhất 1 lít chất tẩy rửa.

Dung dịch này phải được xả ở phía trước từng bánh xe của bộ trục bánh xe đầu tiên với vận tốc chảy được tạo ra bởi áp suất nước từ 0,1 bar đến 0,2 bar tương ứng với 0,12 l/s đến 0,19 l/s trong từng ống cấp có đường kính 8 mm đặt dọc theo trục dọc của đường ray, tưới tối đa trên bề mặt cả đường ray và bánh xe từ 70 mm.

Kinh nghiệm cho thấy thể tích chất lỏng nên được tăng gấp đôi đối các thử nghiệm ở tốc độ > 160 km/h bằng cách thêm một vòi thứ hai trước mỗi bánh xe của bộ trục bánh xe đầu tiên. Ở tốc độ 160 km/h, nên tắt vòi thứ hai.

## **TCVN 13264:2021**

Nhiều thiết bị phun có thể được sử dụng như được mô tả trong mục 5.4.2.1.

Việc thay đổi hệ số bám được tạo ra bằng cách bật và tắt thiết bị phun không liên tục.

Phương pháp đánh giá mức độ bám thử nghiệm được mô tả trong mục 8.3.3.2 và Hình 2, bao gồm việc đánh giá các thử nghiệm ngắt kết nối.

Trong quá trình thử nghiệm, đường ray phải được phun tối thiểu bằng chiều dài tàu trước điểm bắt đầu tác dụng hãm và trên toàn bộ chiều dài của khoảng cách hãm.

### **7.3.2.2 Tạo độ bám rất thấp hoặc cực thấp**

Các điều kiện về nắm ray đối với thử nghiệm trên đường có thể được mô phỏng bằng cách áp dụng (phun hoặc bôi trực tiếp) dầu nhớt hoặc xà phòng thay cho dung dịch lỏng, hoặc chất thay thế phù hợp có khả năng phân hủy sinh học (ví dụ, băng giấy trơn dán trên đường ray); hoặc các điều kiện có thể được mô phỏng trên bề thử.

### **7.3.2.3 Phun giãn cách**

Việc phun giãn cách nhằm làm cho các trục bị trượt và để phục hồi tốc độ tàu. Nên lựa chọn việc phun giãn cách và không phun giãn cách đối với một mô hình phương tiện cụ thể để đạt được độ trượt và sự phục hồi quy định.

## **7.3.3 Điều kiện môi trường**

### **7.3.3.1 Tổng quan**

Các thử nghiệm WSP trên phương tiện phải được thực hiện ở nhiệt độ môi trường trung bình (từ 5 °C đến 25 °C) và không được thực hiện trong điều kiện có tuyết. Nhiệt độ trên bề mặt đường ray phải được ghi lại sau mỗi lần thử và phải nằm trong khoảng từ 5 °C đến 35 °C.

Hiệu năng của WSP phải được đánh giá thông qua một loạt các thử nghiệm hãm trên đường thẳng phẳng. Đường có thể được xem là phẳng nếu giá trị độ dốc trung bình lớn nhất là  $\pm 3 \text{ ‰}$  với giá trị độ dốc lớn nhất là  $\pm 5 \text{ ‰}$ . Đường có thể được xem là thẳng nếu bán kính đường cong lớn hơn 5 000 m.

### **7.3.3.2 Thử nghiệm ngắt kết nối**

Thử nghiệm ngắt kết nối có thể được thực hiện để cho phép thiết bị WSP được thử nghiệm trên một phương tiện độc lập.

### **7.3.3.3 Thử nghiệm kéo**

Các điều kiện chung đối với thử nghiệm này cũng giống như các điều kiện đối với các thử nghiệm ngắt kết nối.

#### 7.3.3.4 Cung cấp khí nén

Để đảm bảo sự liên tục của áp suất hãm, phải có biện pháp để đảm bảo rằng bình chịu áp lực cung cấp đủ khí nén cho quá trình thử sao cho áp suất trong các xi lanh hãm luôn là lớn nhất khi tiến hành tất cả các thử nghiệm (đối với thử nghiệm số 2 và 4, Bảng 4) ở tất cả các vị trí hãm để đạt mức áp suất tính toán.

Để đảm bảo sự liên tục của áp suất hãm, khi thực hiện các thử nghiệm phải có các biện pháp để đảm bảo rằng bình chịu áp lực cung cấp đủ khí nén cho quá trình thử sao cho áp suất trong các xi lanh hãm luôn là lớn nhất ở tất cả các vị trí hãm trong điều kiện khô ráo.

### 7.4 Thử nghiệm trong môi trường mô phỏng

#### 7.4.1 Tổng quan

Nếu có thể về mặt kỹ thuật, các thiết bị thử nghiệm mô phỏng nên được sử dụng trong quá trình thử nghiệm kiểu loại, cũng như trong quá trình thẩm định sau khi sửa đổi, nâng cấp các hệ thống hiện có. Một thiết bị thử nghiệm mô phỏng phải thể hiện trung thực độ dốc của đường, các điều kiện bám, các thông số của phương tiện, ... và phải được thẩm định trên cơ sở kết quả thử nghiệm thực tế. Các yêu cầu thiết kế đối với các thiết bị mô phỏng được quy định trong Phụ lục B. Phòng thử nghiệm nơi đặt thiết bị thử nghiệm phải được vận hành phù hợp với TCVN ISO/IEC 17025:2017 và phải thỏa mãn đầy đủ các yêu cầu như được quy định trong Phụ lục B.

#### 7.4.2 Thử nghiệm trên thiết bị mô phỏng

##### 7.4.2.1 Kiểm tra tính hợp lệ của việc mô phỏng đối với mô hình phương tiện cụ thể

Trước khi bắt đầu chương trình thử nghiệm, độ chính xác của việc mô phỏng mô hình phương tiện phải được thẩm định bằng cách so sánh hiệu năng hãm được dự báo bởi mô hình trên máy tính với dữ liệu thử nghiệm thực tế trên đường đối với kiểu loại phương tiện cụ thể đó.

Việc thẩm định sẽ bao gồm thẩm định khả năng mô phỏng để phát hiện những tính năng hoạt động mà tiềm ẩn có thể xảy ra nếu các thiết bị WSP trong một đoàn tàu giao tiếp với nhau; các chức năng như vậy phải được thử nghiệm khi thực hiện thử nghiệm hoạt động trên phương tiện trừ khi thiết bị mô phỏng có thể mô phỏng được các bộ phận của tàu liên quan đến việc điều khiển WSP.

Kiểm tra tính hợp lệ của việc mô phỏng phải được thực hiện trên một đặc tính bám đại diện cho mức độ bám lớn hơn mức độ bám sẽ duy trì tốc độ hãm lớn nhất của phương tiện (tương đương với điều kiện đường ray khô ráo). Nếu số liệu thử nghiệm trên đường không có sẵn (ví dụ: đối với phương tiện mới), có thể sử dụng khoảng cách hãm trong điều kiện đường ray khô ráo dự báo/tính toán được cung cấp bởi đơn vị thiết kế/đơn vị cung cấp hệ thống hãm cho tàu trong quá trình thẩm định.

## TCVN 13264:2021

Các thử nghiệm phải được thực hiện một lần trong các điều kiện không tải và một lần trong các điều kiện quá tải như được quy định trong EN 15663 đối với từng kiểu loại phương tiện, từ tốc độ hãm dựa trên dữ liệu tính toán hoặc các dữ liệu đo khi thử nghiệm trên đường. Thử nghiệm này phải được thực hiện ở vận tốc vận hành lớn nhất của tàu. Việc mô phỏng mô hình phương tiện được xem là chấp nhận được với điều kiện (các) khoảng cách hãm dự báo đồng thời nằm trong khoảng  $\pm 5\%$  so với khoảng cách hãm đạt được ở trạng thái đường ray khô ráo khi thử nghiệm trên đường hoặc qua số liệu tính toán của đơn vị cung cấp thiết bị hãm.

### 7.4.2.2 Thử nghiệm trên thiết bị mô phỏng

Đặc tính bám phải mô tả được hệ số ma sát của nắm ray theo chiều dọc tuyến đường vận hành. Đặc tính bám này sẽ thay đổi phù hợp với mức độ trượt bánh xe. Để thẩm tra việc mô phỏng đầy đủ về vật liệu ma sát theo tốc độ và lực tiếp xúc, thử nghiệm hãm nhẹ cũng phải được tiến hành và đánh giá dựa trên dữ liệu tính toán hoặc dữ liệu thử nghiệm trên đường.

Khi các bánh xe trên phương tiện thử nghiệm bị trượt, phải điều chỉnh mức độ bám giữa bánh xe và đường ray, do đó cần thiết phải tạo ra tác dụng điều chỉnh này.

Để thử nghiệm mô phỏng, yêu cầu thiết bị thử phải có khả năng tạo lại được các đặc tính sau:

- a) Độ bám thấp (xem 7.3.2.1);
- b) Độ bám rất thấp (xem 7.3.2.2);
- c) Độ bám cực thấp (xem 7.3.2.2);
- d) Phun giãn cách (xem 7.3.2.3).

### 7.4.3 Thử nghiệm bổ sung trên thiết bị mô phỏng

Ngoài các thử nghiệm bắt buộc, có thể cần phải thực hiện một số thử nghiệm bổ sung để tối ưu hóa hiệu năng WSP phù hợp với các yêu cầu cụ thể của (các) tuyến đường mà WSP dự định sẽ được sử dụng.

Chú thích 1: Các đơn vị quản lý hạ tầng có thể muốn quy định các tiêu chí về truy cập mạng lưới bắt buộc. Phải thấy rằng có một số điều kiện về đường ở một số quốc gia thành viên nơi cách tiếp cận trên cơ sở đường tiêu chuẩn để tối ưu hóa WSP, không đưa ra được đủ các cấp độ bảo vệ chống lại hư hỏng bánh xe trong quá trình khai thác.

Có thể yêu cầu thực hiện một số thử nghiệm cụ thể bằng cách mô phỏng dựa trên điều kiện thực tế về độ bám thay đổi và không đổi. Các thử nghiệm này nhằm đánh giá hiệu năng của hệ thống WSP trong điều kiện độ bám rất thấp và cực thấp.

Chú thích 2: Thông tin thử nghiệm cụ thể theo từng quốc gia trong Phụ lục C được đưa ra như là một ví dụ về thông lệ của Vương quốc Anh.

Trong các đoàn tàu được lắp đặt hệ thống WSP, hệ thống WSP có thể được sử dụng để điều khiển các thiết bị bên ngoài, ví dụ hệ thống cửa. Sẽ rất hữu ích khi xem xét việc điều khiển WSP của các thiết bị này trong một số thử nghiệm riêng biệt. Ngoài ra còn có các thiết bị cụ thể như hệ thống xả cát tương tác trực tiếp với hoạt động của WSP và rất hữu ích để thử nghiệm ảnh hưởng của các hệ thống này đối với hiệu năng của WSP. Các thử nghiệm tùy chọn được đưa ra trong Phụ lục D.

#### 7.4.4 Thử nghiệm tùy chọn

Có một số các thử nghiệm tùy chọn có thể được thực hiện trên hệ thống WSP đối với các hệ thống xả cát, tương tác với hãm động năng và thiết bị ngoại vi được quy định trong Phụ lục D.

## 8 Đánh giá thử nghiệm

### 8.1 Hiệu chỉnh khoảng cách hãm

Khoảng cách hãm đạt được trong thử nghiệm  $j$  phải được hiệu chỉnh phù hợp với quy định tại mục 6.7.1 trong EN 16834.

Trong trường hợp không xác định được chính xác giá trị hệ số mô men quán tính khối lượng quay ( $\rho$ ) thì các giá trị sau phải được sử dụng:  $\rho = 1,15$  đối với các trục của đầu máy,  $\rho = 1,08$  đối với các trục có động cơ điện kéo của đoàn tàu nhiều đơn nguyên và  $\rho = 1,04$  đối với các trục của toa xe khách và các trục không có động cơ điện kéo.

### 8.2 Số lượng và tính hợp lệ của các thử nghiệm trên đường ray khô ráo

Khoảng cách hãm trung bình phải được tính toán xác định bằng phương pháp quy định tại mục 6.7.2 trong EN 16834.

### 8.3 Đánh giá thử nghiệm trượt

#### 8.3.1 Tổng quan

Trong các thử nghiệm ở vận tốc ban đầu là 120 km/h và 160 km/h trên đường ray được phun, phần kéo dài của khoảng cách hãm không được vượt quá các giá trị được quy định trong Bảng 8. Các thử nghiệm phải được đánh giá phù hợp với phương pháp được quy định trong mục 8.3.2.

Các tiêu chí trượt tuyệt đối được quy định trong mục 5.4.3.1 phải thỏa mãn.

#### 8.3.2 Đánh giá hiệu năng dừng

Điều 7 của tiêu chuẩn này quy định các điều kiện cụ thể để thử nghiệm WSP. Khoảng cách hãm được

**TCVN 13264:2021**

quy định ở đây chỉ dành cho việc đánh giá kết quả thử nghiệm WSP. Chúng không được sử dụng để tính toán xác định hiệu năng dừng của tàu được trang bị WSP trong các điều kiện vận hành.

Kết quả thử nghiệm hiệu năng dừng ở trạng thái đường ray khô ráo phải được sử dụng để thiết lập yêu cầu về độ bám cao nhất cho tất cả các trục độc lập theo phương pháp quy định trong EN 16834: Phụ lục H và Phụ lục K, và kết quả này được sử dụng để thiết lập phần kéo dài lớn nhất của khoảng cách hãm ở Bảng 8. Số lượng trục được sử dụng trong bảng này là tổng số trục trên phương tiện/tàu tạo ra lực hãm trong khoảng thời gian hãm trên đường ray khô ráo. Các trục không có hãm không được tính hoặc được xem là trục có độ bám thấp hoặc đã được bao gồm trong tổng số trục. Bảng 8 thể hiện phần kéo dài lớn nhất của khoảng cách hãm cho phép được tính theo phần trăm của khoảng cách hãm trên đường ray khô ráo.

**Bảng 8 - Phần kéo dài lớn nhất của khoảng cách hãm**

Số lượng trục	Yêu cầu độ bám lớn nhất giữa bánh xe/ray trên đường ray khô ráo		
	$\mu_{khô}$		
	$\mu_{khô} \leq 0,13$	$0,13 < \mu_{khô} \leq 0,15$	$0,15 < \mu_{khô} \leq 0,17$
	Khoảng cách hãm kéo dài		
	%		
2 đến 7	25	30	35
8 đến 15	20	25	30
$\geq 16$	15	20	25

Chú thích 1: Trên đường ray khô ráo, nếu khoảng cách hãm khi hãm thường hoàn toàn lớn hơn khoảng cách hãm khi hãm khẩn cấp thì trong điều kiện độ bám suy giảm, phần trăm khoảng cách hãm kéo dài khi hãm thường hoàn toàn được tính từ lúc hãm khẩn cấp bất kể các yêu cầu về độ bám trên từng trục riêng lẻ do phối hợp hãm.

Trên đường ray khô ráo, nếu khoảng cách hãm khi hãm thường hoàn toàn nhỏ hơn khoảng cách hãm khi hãm khẩn cấp thì trong điều kiện độ bám suy giảm, khoảng cách hãm khi hãm thường hoàn toàn cho phép bằng với khoảng cách hãm khi hãm khẩn cấp trong điều kiện độ bám suy giảm bất kể các yêu cầu về độ bám trên từng trục riêng lẻ do phối hợp hãm.

Chú thích 2: Đối với các toa xe khách, được thử nghiệm trên một phương tiện độc lập, phần kéo dài cho phép lớn nhất là 50 %.

Chú thích 3: Có thể chấp nhận thử nghiệm EMU/DMU 4 trục khi được ghép để thử nghiệm chứng nhận WSP.

Chú thích 4: Các chỉ số trên được lấy trên cơ sở tài liệu CEN/TR 17315 [6].

Bảng 8 có thể áp dụng đối với tác dụng hãm khẩn cấp và tác dụng hãm thường hoàn toàn với các giá trị giới hạn được mô tả trong chú thích 1 và chú thích 3. WSP phải hoạt động chính xác ở bất kỳ mức giảm tốc nào khi hãm thường và hãm khẩn cấp.

Các giá trị trong Bảng 8 chỉ có hiệu lực đối với một thiết bị phun được lắp phía trước của bộ trục bánh xe dẫn đầu.

Nếu có nhiều thiết bị phun, các chỉ số trong bảng áp dụng theo số lượng trục giữa từng thiết bị phun

hoặc thiết bị lắp ở phía đầu và cuối tàu. Phần kéo dài của khoảng cách hãm khi có nhiều thiết bị phun là giá trị trung bình của phần kéo dài của khoảng cách hãm đối với số lượng trục có thể áp dụng công thức (3):

$$s_w = \frac{A_1 \times e_1 + A_n \times e_n}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (3)$$

Trong đó:

- $S_w$  Phần kéo dài của khoảng cách hãm mở rộng, %;
- $A_1$  Số lượng trục có hãm phía sau thiết bị phun 1;
- $A_n$  Số lượng trục có hãm phía sau thiết bị phun n;
- $e_1$  Phần kéo dài do thiết bị phun 1, %;
- $e_n$  Phần kéo dài do thiết bị phun n, %;
- $n$  Tổng số thiết bị phun.

### 8.3.3 Đánh giá tính hợp lệ của thử nghiệm

#### 8.3.3.1 Tổng quan

Trong quá trình thử nghiệm trên đường ray được phun, phương pháp được sử dụng để đánh giá các thử nghiệm phải cho phép kiểm tra được sự phù hợp của điều kiện bám so với các thông số kỹ thuật tại Điều 7.

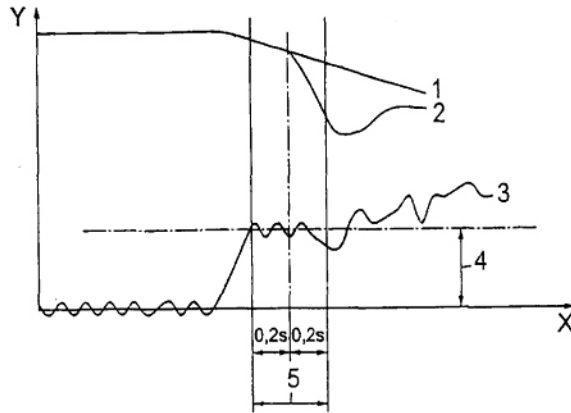
Phương pháp này có tính đến: độ bám ban đầu, độ trượt tối thiểu của các bánh xe và khoảng cách hãm quy định.

#### 8.3.3.2 Đánh giá độ bám ban đầu

##### 8.3.3.2.1 Đánh giá độ bám ban đầu dựa trên mức giảm tốc

Quy trình sau đây phải được áp dụng cho mọi thử nghiệm ngắt kết nối được thực hiện ở vận tốc bắt đầu hãm danh nghĩa là 120 km/h hoặc 160 km/h.





Trong đó:

- 1 Vận tốc của phương tiện;
- 2 Vận tốc của bộ trục bánh xe thứ nhất trượt;
- 3 Mức giảm tốc của phương tiện;
- 4 Giá trị giảm tốc trung bình số học trong khoảng thời gian thứ nhất;
- 5 Khoảng thời gian thứ nhất;
- X Thời gian;
- Y Vận tốc, mức giảm tốc.

Hình 2 - Đánh giá độ bám ban đầu

$$\tau = \frac{\ddot{x}}{g \cdot \varepsilon} \quad (4)$$

Trong đó:

$\tau$  Hệ số bám ban đầu;

$\ddot{x}$  là giá trị giảm tốc trong khoảng thời gian thứ nhất,  $m/s^2$

$$\varepsilon = \frac{mB}{mT} \quad (5)$$

Trong đó:

$mB$  là tải trọng trục có hãm;

$mT$  là tổng tải trọng trục.

Công thức này chỉ có giá trị nếu các trục không có hãm hoặc độ bám cần thiết đối với từng trục có hãm cao hơn độ bám ban đầu. Mặt khác, nếu tốc độ hãm sai lệch giữa các bộ trục bánh xe của phương tiện thì công thức đã cho phải được điều chỉnh.

Việc đánh giá độ bám ban đầu  $\tau$  phải tính đến bốn bộ trục bánh xe có hãm đầu tiên sau thiết bị phun. Độ bám ban đầu chỉ có thể được tính toán nếu bộ trục bánh xe đầu tiên bị trượt trong quá trình tạo ra lực hãm, nếu không thì tiêu chí này không thỏa mãn.

### 8.3.3.2.2 Đánh giá độ bám ban đầu dựa trên áp suất xi lanh hãm

Phương pháp sau có thể được sử dụng đối với các phương tiện độc lập hoặc cả đoàn tàu.

Phương pháp này phải được đánh giá trên cơ sở lực hãm phù hợp với công thức (6):

$$\tau = \frac{F}{(m_d \times g)} \quad (6)$$

Trong đó:

F Tổng lực hãm, N;

$m_d$  Khối lượng động (tải trọng trục cộng với khối lượng quay), kg.

Trong đó F là tổng lực hãm tác dụng lên trục và  $m_d$  là khối lượng động tính toán tác dụng lên trục.

Một phần lực hãm ma sát F được tính toán xác định từ áp suất xi lanh hãm đo được và hệ số ma sát trung bình danh nghĩa giữa guốc hãm và mặt lăn bánh xe hoặc giữa má hãm và đĩa hãm, được tính toán xác định từ thử nghiệm trên đường ray khô ráo.

Việc đánh giá độ bám ban đầu  $\tau$  phải tính đến bốn bộ trục bánh xe đầu tiên có hãm sau khi thiết bị phun và độ bám ban đầu trên cơ sở bộ trục bánh xe đầu tiên bị trượt. Độ bám ban đầu chỉ có thể được tính toán nếu bộ trục bánh xe đầu tiên bị trượt trong quá trình tạo ra lực hãm, nếu không thì tiêu chí này không thỏa mãn.

### 8.3.3.3 Tiêu chí trượt nhỏ nhất

#### 8.3.3.3.1 Tính toán tiêu chí trượt nhỏ nhất

Giá trị GM(n) phải được tính toán đối với các bộ trục bánh xe đầu tiên có hãm lên đến sáu trục, sau khi phun:

$$GM(n) = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{T} \quad (7)$$

Trong đó:

GM (n) Giá trị trượt nhỏ nhất của trục n;

TCVN 13264:2021

n Số trục;

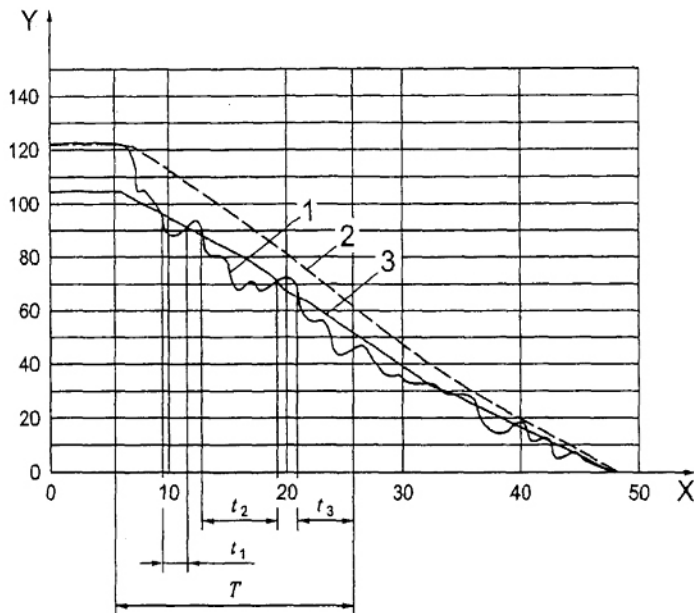
m Số khoảng thời gian;

$t_i$  Khoảng thời gian thành phần, s;

T Thời gian từ lúc bắt đầu hãm đến thời điểm mà phương tiện đạt vận tốc 60 km/h, s;

$\sum_{i=1}^m t_i$  Tổng thời gian trong khoảng thời gian T, trong đó bộ trục bánh xe có độ trượt tương đối lớn hơn p %, s.

Một ví dụ về phép tính được áp dụng cho một bộ trục bánh xe được quy định trong Hình 3.



Trong đó:

- 1 Vận tốc của bộ trục bánh xe;
- 2 Vận tốc của phương tiện;
- 3 Trượt tương đối p % (không theo tỷ lệ);
- X Thời gian, s;
- Y Vận tốc, km/h.

Hình 3 - Ví dụ về việc áp dụng tính toán cho một bộ trục bánh xe

$t_1 + t_2 + t_3$  là tổng thời gian trong khoảng thời gian từ khi bắt đầu hãm đến điểm phương tiện đạt vận tốc 60 km/h (T), trong đó bộ trục bánh xe có độ trượt tương đối lớn hơn p %.

#### 8.3.3.3.2 Tiêu chí trượt nhỏ nhất 1

$p = 10\%$

Giá trị GM (n) phải được tính đối với các bộ trục bánh xe đầu tiên có hãm lên đến sáu trục, sau khi phun.

Tiêu chí "trượt nhỏ nhất 1" thỏa mãn khi có ít nhất một nửa trong số bộ trục bánh xe có giá trị GM (n) là:

- > 35 % đối với các thử nghiệm ở vận tốc 120 km/h và;
- > 20 % đối với các thử nghiệm ở vận tốc 160 km/h.

#### 8.3.3.3.3 Tiêu chí trượt nhỏ nhất 2

$p = 5\%$

Giá trị GM (n) phải được tính đối với các bộ trục bánh xe đầu tiên có hãm lên đến sáu trục, sau khi phun.

Tiêu chí "trượt nhỏ nhất 2" thỏa mãn khi có ít nhất 75% trong số bộ trục bánh xe có giá trị GM (n) là:

- > 35 % đối với các thử nghiệm ở vận tốc 120 km/h và
- > 20 % đối với các thử nghiệm ở vận tốc 160 km/h.

#### 8.3.3.4 Đánh giá thử nghiệm trượt

Các tiêu chí độ bám ban đầu phải thỏa mãn đầy đủ trước khi tiếp tục đánh giá thử nghiệm với sự kết hợp của tiêu chí trượt nhỏ nhất và khoảng cách hãm cho các thử nghiệm số 5 và 6 trong Bảng 4.

Việc đánh giá kết hợp giữa tiêu chí trượt nhỏ nhất và khoảng cách hãm dẫn đến một trong ba giải pháp sau:

- Thử nghiệm không hợp lệ do tiêu chí bám không chính xác;
- WSP yêu cầu cần phải được tối ưu hóa;
- Thử nghiệm hợp lệ để tiến hành đánh giá thiết bị WSP.

Phương pháp đánh giá được trình bày dưới dạng sơ đồ trong Hình 4 và dẫn đến một trong các giải

pháp sau:

- **A.1. Thử nghiệm hợp lệ, WSP không đạt yêu cầu**

Tiêu chí "trượt nhỏ nhất" 1 không thỏa mãn;

Tiêu chí "khoảng cách hãm" không thỏa mãn;

"Tiêu chí về độ bám cực thấp" (xem 8.3.3.5.2) không thỏa mãn;

"Tiêu chí dung sai" (xem 8.3.3.5.3) không thỏa mãn.

- **A.2. Thử nghiệm hợp lệ, WSP không đạt yêu cầu**

Tiêu chí "trượt nhỏ nhất" 1 thỏa mãn;

Tiêu chí "khoảng cách hãm" không thỏa mãn;

"Tiêu chí về độ bám cực thấp" (xem 8.3.3.5.2) không thỏa mãn;

"Tiêu chí dung sai" (xem 8.3.3.5.3) không thỏa mãn.

- **B.1. Thử nghiệm không hợp lệ**

(Lặp lại thử nghiệm kiểm tra nồng độ xà phòng trong dung dịch phun)

Tiêu chí "trượt nhỏ nhất" 1 không thỏa mãn;

Tiêu chí "khoảng cách hãm" không thỏa mãn;

"Tiêu chí về độ bám cực thấp" (xem 8.3.3.5.2) thỏa mãn;

- **B.2. Thử nghiệm không hợp lệ**

(Lặp lại thử nghiệm kiểm tra nồng độ xà phòng trong dung dịch phun)

Tiêu chí "trượt nhỏ nhất" 1 không thỏa mãn;

Tiêu chí "khoảng cách hãm" không thỏa mãn;

"Tiêu chí về độ bám cực thấp" (xem 8.3.3.5.2) không thỏa mãn;

"Tiêu chí dung sai" (xem 8.3.3.5.3) thỏa mãn;

$\tau < 0,05$ .

- **B.3. Thử nghiệm không hợp lệ**

(Lặp lại thử nghiệm kiểm tra nồng độ xà phòng trong dung dịch phun)

Tiêu chí "trượt nhỏ nhất" 1 không thỏa mãn;

Tiêu chí "khoảng cách hãm" thỏa mãn;

- **B.4. Thử nghiệm không hợp lệ**

(Lặp lại thử nghiệm kiểm tra nồng độ xà phòng trong dung dịch phun)

Tiêu chí "trượt nhỏ nhất" 1 thỏa mãn;

Tiêu chí "khoảng cách hãm" không thỏa mãn;

"Tiêu chí về độ bám cực thấp" (xem 8.3.3.5.2) thỏa mãn;

- **B.5. Thử nghiệm không hợp lệ**

(Lặp lại thử nghiệm kiểm tra nồng độ xà phòng trong dung dịch phun)

Tiêu chí "trượt nhỏ nhất" 1 thỏa mãn;

Tiêu chí "khoảng cách hãm" không thỏa mãn;

"Tiêu chí về độ bám cực thấp" (xem 8.3.3.5.2) không thỏa mãn;

"Tiêu chí dung sai" (xem 8.3.3.5.3) thỏa mãn;

$\tau < 0,05$ .

- **C.1. Thử nghiệm không hợp lệ**

(Thẩm tra các điều kiện thử nghiệm và thử nghiệm lặp lại)

Tiêu chí "trượt nhỏ nhất" 1 không thỏa mãn;

Tiêu chí "khoảng cách hãm" không thỏa mãn;

"Tiêu chí về độ bám cực thấp" (xem 8.3.3.5.2) không thỏa mãn;

"Tiêu chí dung sai" (xem 8.3.3.5.3) thỏa mãn;

$\tau \geq 0,05$ .

- **C.2. Thử nghiệm không hợp lệ**

(Thẩm tra các điều kiện thử nghiệm và thử nghiệm lặp lại)

**TCVN 13264:2021**

Tiêu chí "trượt nhỏ nhất" 1 thỏa mãn;

Tiêu chí "khoảng cách hãm" không thỏa mãn;

"Tiêu chí về độ bám cực thấp" (xem 8.3.3.5.2) không thỏa mãn;

"Tiêu chí dung sai" (xem 8.3.3.5.3) thỏa mãn;

$$\tau \geq 0,05.$$

Các thử nghiệm "C" được đánh giá là không hợp lệ, vì thiết bị WSP không cải thiện độ bám, nhưng nó có thể được thực hiện lại vì các tiêu chí về độ bám và dung sai trong 8.3.3.5.2 và 8.3.3.5.3 thỏa mãn.

Giới hạn tối đa 3 thử nghiệm "C" được phép trong mỗi loạt thử nghiệm yêu cầu có 4 thử nghiệm "D" hợp lệ. Đối với mỗi thử nghiệm "C" được ghi lại, yêu cầu có hai thử nghiệm "D" bổ sung (xem Bảng 9).

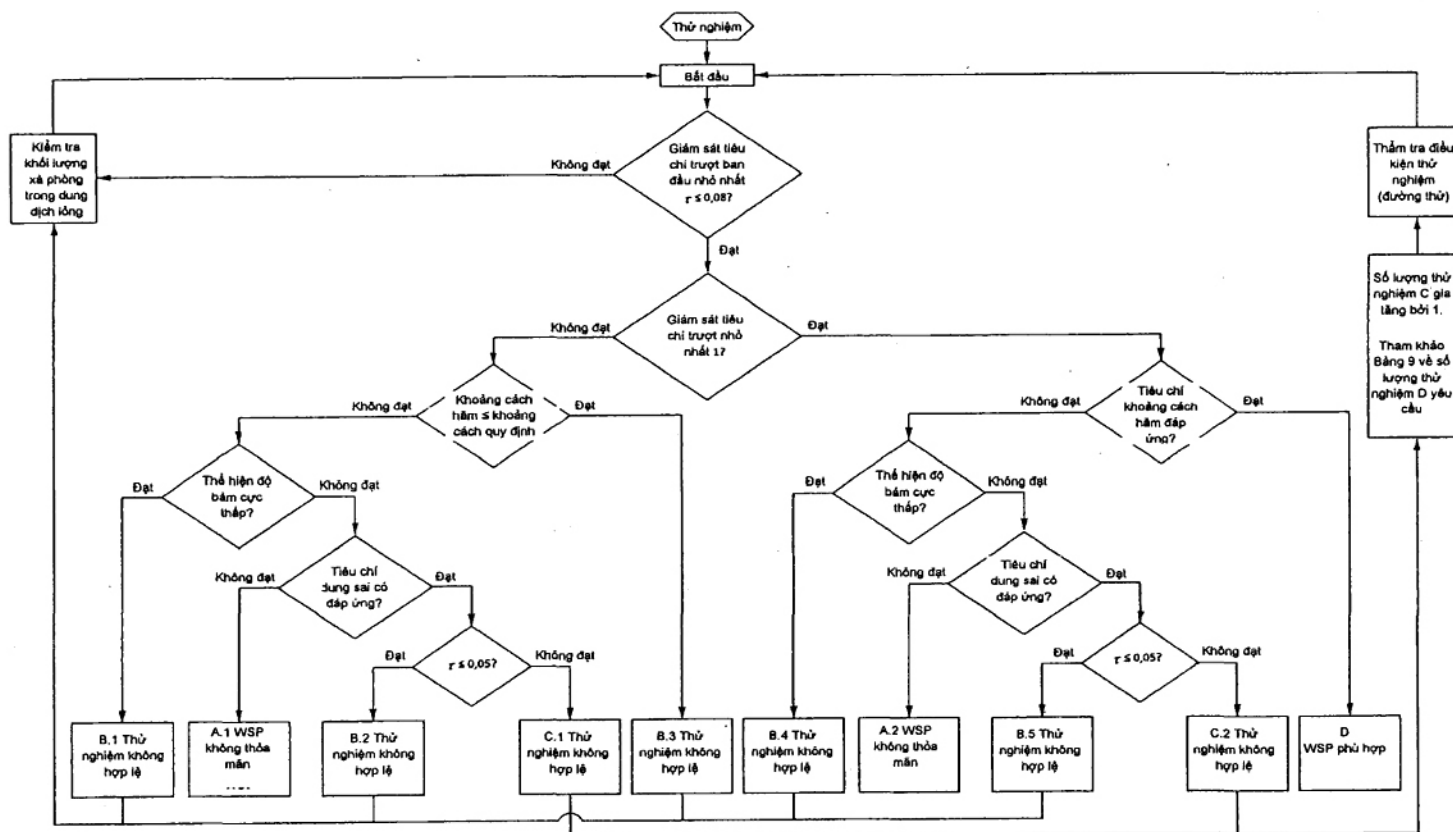
**Bảng 9 - Tỷ lệ định lượng của các thử nghiệm "C.1" hoặc "C.2" và "D"**

Số lượng thử nghiệm C	Số lượng thử nghiệm D
0	4
1	6
2	8
3	10
4	WSP không thỏa mãn

**- D. Thử nghiệm hợp lệ**

Tiêu chí "trượt nhỏ nhất" 1 thỏa mãn;

Tiêu chí "khoảng cách hãm" thỏa mãn;



Chú thích: Khoảng cách hàm lớn nhất quy định được tính toán từ Bảng 8.

Hình 4 - Sơ đồ biểu diễn phương pháp đánh giá



TCVN 13264:2021

### 8.3.3.5 Tiêu chí đánh giá thử nghiệm

#### 8.3.3.5.1 Tiêu chí khoảng cách hãm

Tiêu chí khoảng cách hãm đạt nếu:

- Khoảng cách hãm đo được  $\leq$  khoảng cách hãm kéo dài được tính toán khi sử dụng Bảng 8.

#### 8.3.3.5.2 Tiêu chí độ bám cực thấp

Tiêu chí độ bám cực thấp đạt nếu:

- Độ bám ban đầu  $< 0,03$ , hoặc
- Mức giảm tốc của phương tiện lớn hơn  $0,3 \text{ m/s}^2$  trong thời gian lớn hơn 4 s (nếu giá trị giảm tốc dao động ở biên độ  $0,2 \text{ m/s}^2$  thì mức giảm tốc phải được xem là không đổi).

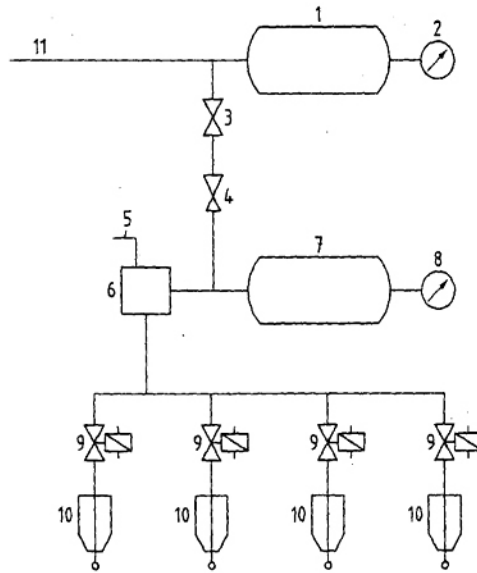
#### 8.3.3.5.3 Tiêu chí dung sai

Tiêu chí dung sai đạt nếu:

- Khoảng cách hãm đo được  $\leq$  khoảng cách hãm kéo dài được tính toán khi sử dụng Bảng 8 + 10 % khoảng cách hãm trong điều kiện đường ray khô ráo, hoặc
- Tiêu chí trượt nhỏ nhất 2 được giám sát.

### 8.3.4 Đánh giá mức tiêu thụ khí nén tương đối

Hình 5 thể hiện sơ đồ nguyên lý để tính toán mức tiêu thụ khí nén tương đối.



Trong đó

- 1 Bình chịu áp lực bổ sung  $V_p$
- 2 Đồng hồ áp suất  $P_p$
- 3 Khóa ngắt khí nén
- 4 Van giảm áp
- 5 Ống hãm
- 6 Van phân phối
- 7 Bình chịu áp lực BSR  $V_{ra}$
- 8 Đồng hồ áp suất  $P_{ra}$
- 9 Van WSP
- 10 Xi lanh hãm
- 11 Đường ống vào bình chịu áp lực chính

Cần phải có phương thức cô lập bình chịu áp lực cung cấp khí nén cho hệ thống hãm khỏi nguồn cung cấp khí nén để tiến hành thử nghiệm này.

Hình 5 - Sơ đồ tính toán mức tiêu thụ khí nén tương đối

TCVN 13264:2021

Mức tiêu thụ khí nén tương đối mà không cần bổ sung:

$$C_r = (P_{ra1} - P_{ra2}) / (P_{ra1} - P_{ra3}) \quad (8)$$

Khóa ngắt khí nén đóng

$P_{ra1}$ : Áp suất ban đầu trước khi hãm;

$P_{ra2}$ : Áp suất còn lại ở trạng thái dừng với độ bám thấp;

$P_{ra3}$ : Áp suất còn lại ở trạng thái dừng trong điều kiện khô ráo.

Mức tiêu thụ khí nén tương đối có bổ sung:

$$C_r = (P_{rp1} - P_{rp2}) / (P_{rp1} - P_{rp3}) \quad (9)$$

Khóa ngắt khí nén mở

$P_{rp1}$ : Áp suất ban đầu trước khi hãm;

$P_{rp2}$ : Áp suất còn lại ở trạng thái dừng với độ bám thấp;

$P_{rp3}$ : Áp suất còn lại ở trạng thái dừng trong điều kiện khô ráo.

Xác nhận rằng áp suất  $P_{ra}$  là hằng số không đổi.

## 9 Hồ sơ lưu trữ thử nghiệm

### 9.1 Thông số kỹ thuật thử nghiệm

Thông số kỹ thuật thử nghiệm phải được đưa ra trên cơ sở các yêu cầu đối với hệ thống WSP và WRM được quy định trong tiêu chuẩn này.

Thông số kỹ thuật thử nghiệm bao gồm:

- Mục tiêu thử nghiệm;
- Các trường hợp thử nghiệm (phạm vi và sự kết hợp của các thông số của phương tiện bao gồm tốc độ hãm/gia tốc hãm), dữ liệu thử nghiệm và các kết quả dự kiến;
- Các thử nghiệm kiểu loại được thực hiện;
- Môi trường, các công cụ, cấu hình và các chương trình thử nghiệm;
- Tiêu chí thử nghiệm;

- Các tiêu chí và mức độ thử nghiệm đạt được;
- Vai trò và trách nhiệm của cá nhân tham gia vào quá trình thử nghiệm;
- Các yêu cầu có trong thông số kỹ thuật thử nghiệm;
- Việc lựa chọn và sử dụng các thiết bị thử nghiệm;
- Địa điểm và chứng nhận (nếu có) của (các) cơ sở thử nghiệm.

## 9.2 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải được đưa ra trên cơ sở thông số kỹ thuật thử nghiệm.

Báo cáo thử nghiệm phải bao gồm:

- Báo cáo thử nghiệm phải đề cập đến tên, vai trò và trách nhiệm của đơn vị thử nghiệm;
- Việc nhận diện và cấu hình tất cả các hạng mục liên quan (phần cứng được sử dụng, phần mềm được sử dụng, thiết bị được sử dụng, thiết bị hiệu chuẩn, cũng như bản sửa đổi về thông số kỹ thuật thử nghiệm) phải được ghi lại;
- Công bố kết quả thử nghiệm và liệt kê các mục tiêu thử nghiệm và tiêu chí thử nghiệm về thông số kỹ thuật thử nghiệm có thỏa mãn;
- Các sự cố, hư hỏng phải được ghi lại và tổng hợp;
- Đưa ra đánh giá về phạm vi thử nghiệm, mức độ hoàn thành thử nghiệm và mọi sai lệch phải được ghi lại.

Báo cáo thử nghiệm tổng thể phải có ít nhất các dữ liệu sau:

- a) Thông số kỹ thuật của các bộ phận và hệ thống WSP/WRM được thử nghiệm;
- b) Hồ sơ chương trình thử nghiệm đã được thông qua;
- c) Các thử nghiệm hãm phải bao gồm các thông tin sau:
  - 1) Vận tốc bắt đầu hãm;
  - 2) Ngày giờ;
  - 3) Nhiệt độ đường ray;
  - 4) Nhiệt độ môi trường;

## TCVN 13264:2021

- 5) Áp suất trong bình chịu áp lực (hoặc BSR) tại thời điểm bắt đầu và kết thúc tác dụng hãm;
  - 6) Khoảng cách hãm;
  - 7) Điều kiện môi trường/thời tiết;
  - 8) Đường kính bánh xe;
- d) Đồ họa của thử nghiệm số 1 trên từng tuyến theo Bảng 7, gồm:
- 1) Vận tốc tàu  $v_i$ ;
  - 2) Vận tốc quay của các bộ trục bánh xe;
  - 3) Vận tốc tham chiếu  $v_{ref}$  (nếu có);
  - 4) Mức giảm tốc của phương tiện  $a_i$ ;
  - 5) Áp suất trong các xi lanh hãm tại đầu ra của các van WSP và lực hãm động năng;
  - 6) Áp suất trong bình chịu áp lực (hoặc BSR);
  - 7) Thời điểm bắt đầu hãm;
  - 8) Các tín hiệu ra lệnh cho tất cả các van WSP (nếu có thể truy cập) và các tín hiệu đến hãm động năng;
  - 9) Các tín hiệu đầu vào bổ sung của WSP (ví dụ kéo/hãm);
  - 10) Các tín hiệu đầu ra bổ sung của WSP (ví dụ  $v_5$ ,  $v_{45}$ );
  - 11) Lệnh hãm hoặc áp suất xi lanh hãm tại đầu vào của van xả và tín hiệu đến hãm động năng.

## 10 Kiểm tra và thử nghiệm định kỳ

Mọi hệ thống WSP/WRM hoặc các bộ phận cấu thành phải tuân thủ việc thử nghiệm định kỳ của nhà sản xuất, để kiểm tra các thông số đã quy định và các tín hiệu ra lệnh đóng/ngắt bổ sung.

## 11 Ký hiệu, nhận dạng và ghi nhãn

Hệ thống WSP/WRM và tất cả các bộ phận cấu thành phải được nhận dạng theo mã cụ thể của nhà sản xuất về:

- a) Phần cứng;

- b) Phần mềm;
- c) Tình trạng bổ sung, sửa đổi.

Số nhận dạng phải có thể đọc được trong suốt vòng đời của sản phẩm.

Tất cả các bộ phận của hệ thống phải được ghi nhãn sê-ri duy nhất và không thể tẩy xóa, việc ghi nhãn phải được duy trì với các thiết bị thay thế tương tự và với các mô đun của bộ điều khiển trong toàn bộ vòng đời của chúng.

Các loại hình ghi nhãn khác có thể cung cấp thông tin về người dùng cụ thể.

## Phụ lục A

(Quy định)

## Bảng kết nối các yêu cầu WSP/WRM với các thử nghiệm và tiêu chí thử nghiệm

Bảng A.1 - Các yêu cầu đối với các thử nghiệm (thử nghiệm kiểu loại, thử nghiệm hoạt động trên phương tiện)

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
1	Một hệ thống WSP/WRM độc lập phải điều khiển không quá tám trục	5.1.2	Giới hạn số trục bị tác động trong trường hợp hư hỏng hệ thống WSP						M	Kiểm tra trên phương tiện	
2	Trong trường hợp các đơn nguyên kéo có khả năng vận hành độc lập, mọi sự cố đơn lẻ của hệ thống WSP phải không gây ra suy giảm lực hãm quá 50 % trên các trục được hãm. Điều này có thể đạt được bằng cách sử dụng nhiều hệ thống WSP hoặc sử dụng một hệ thống hãm độc lập mà không thể bị ảnh hưởng bởi WSP	5.1.2	Giới hạn việc suy giảm lực hãm trong trường hợp hư hỏng hệ thống WSP	A	A				M	Đưa vào các sự cố đơn lẻ trong một hệ thống WSP	Không giảm quá 50 % lực hãm
3	Trong ngưỡng vận tốc thấp, WSP phải không được làm suy giảm lực hãm. Ngưỡng vận tốc thấp này không được cao hơn 5 km/h và không thấp hơn 0,5 km/h. Nếu lực hãm suy giảm khi	5.1.2	Tránh nhả hãm do việc tính toán tốc độ bị sai sót	A	A					Tất cả các thử nghiệm đều thực hiện hãm đến dừng	Không làm giảm lực hãm khi tốc độ tàu giảm xuống ngưỡng vận tốc thấp trong các thử nghiệm hãm đến dừng. Việc khôi

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí	
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ				
	tốc độ tàu giảm xuống ngưỡng vận tốc thấp thì hệ thống WSP phải khôi phục lực hãm về giá trị yêu cầu										phục lại lực hãm trong trường hợp này phải được kiểm tra trong các thử nghiệm hãm đến dừng hoặc phải được minh chứng trên bộ thử	
4	Khi khởi động tàu, WSP phải sẵn sàng hoạt động trước khi vận tốc tàu đạt 6 km/h. Đối với tàu hàng, nếu không cung cấp điện được ở vận tốc thấp thì ngưỡng vận tốc thấp có thể được tăng lên tới 15 km/h	5.1.2	WSP phải làm việc ngay sau khi thoát khỏi chế độ chờ	A	N					<ul style="list-style-type: none"> <li>- Để WSP ở chế độ chờ</li> <li>- Gia tốc lên vận tốc trên 6 km/h (hoặc 15 km/h)</li> <li>- Tác dụng hãm ở điều kiện độ bám thấp</li> </ul>	WSP phải kích hoạt	
5	Hệ thống WSP phải duy trì hoạt động trong khi có lực hãm (ví dụ: cho đến khi các hệ thống hãm được nhả hoàn toàn)	5.1.2	WSP phải duy trì hoạt động trong khi có khả năng xảy ra trượt bánh xe	A	A					Quan sát hoạt động của WSP ở điều kiện bám cực thấp khi các hệ thống hãm được nhả	WSP phải kích hoạt	
6	WSP không được làm tăng lực hãm lên trên mức mà hệ thống hãm yêu cầu	5.1.2	WSP là để giảm lực hãm	A	A				A	M	Tất cả các thử nghiệm và hồ sơ	Phải không được xảy ra trong mọi thử nghiệm
7	WSP không được làm thay đổi lực hãm yêu cầu khi tàu ở trạng thái dừng ngoại trừ trong quá trình thử nghiệm hệ thống	5.1.2	Tránh nhả hãm giữ	M	M					M	Tất cả các thử nghiệm	Phải không được xảy ra trong mọi thử nghiệm
8	Tất cả các ngưỡng vận tốc được quy định trong tiêu chuẩn này phải gắn liền với đường	5.1.2	Thẩm tra các ngưỡng tốc độ	A					A		Tất cả các thử nghiệm đối với các đầu ra tốc độ	



TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
	kính bánh xe trung bình danh nghĩa nếu chưa biết trị số đường kính bánh xe thực tế										
9	Hệ thống WSP phải không cho phép kết nối trực tiếp giữa nguồn cung cấp khí nén và nguồn xả	5.1.3.1	Cấp đồng thời khí nén vào đường thông sẽ gây ra suy giảm áp suất khí nén	A	A			A	M	Tất cả các thử nghiệm	Phải không được xảy ra trong mọi thử nghiệm và/hoặc chứng minh việc này không thể xảy ra
10	Hãm động năng phải có bộ điều khiển WSP theo tiêu chuẩn này hoặc phải có các thiết bị để tắt hãm động năng trong trường hợp bị trượt	5.1.3.2	Tất cả các hệ thống hãm động năng phải được điều khiển thích hợp để tạo ra hiệu năng hãm thực tế tối ưu và giảm thiểu rủi ro hư hỏng bộ trục bánh xe	M	M				M	Trường hợp 1: Nếu hãm động năng có bộ điều khiển WSP thì bộ điều khiển này phải được thử nghiệm như đối với WSP của hãm khí nén  Trường hợp 2: Nếu hãm động năng được tắt trong trường hợp xảy ra trượt thì việc tắt này phải được chứng minh qua thử nghiệm số 3, 4, 7 và 11 ở Bảng 4	Trường hợp 1: Theo quy định liên quan đến thử nghiệm cụ thể này;  Trường hợp 2: Thời gian ngắt hãm động năng phải đủ nhanh, tiêu chí trượt lớn nhất phải thỏa mãn, suy giảm lực hãm do thay đổi hệ thống hãm kích hoạt phải không lớn hơn 0,2 s
11	Nếu hãm động năng được sử dụng đối với ứng dụng hãm khẩn cấp thì phải có bộ điều khiển WSP cho hãm động năng	5.1.3.2	Tất cả các hệ thống hãm động năng mà được kích hoạt khi hãm khẩn cấp phải được điều khiển thích hợp	Tất cả các thử nghiệm có thể áp dụng						Tất cả các thử nghiệm	Theo quy định liên quan đến thử nghiệm cụ thể này

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
			đề tạo ra hiệu năng hãm thực tế tối ưu và giảm thiểu rủi ro hư hỏng bộ trục bánh xe								
12	Nếu hãm động năng được điều khiển bởi một lệnh điều khiển độc lập, tách biệt với lệnh điều khiển toàn bộ tàu thông thường, các tiêu chí trượt lớn nhất, như được quy định trong 5.4.3.1, ít nhất phải thỏa mãn	5.1.3.2			A				A	Bộ điều khiển này phải được thử nghiệm như đối với WSP của hãm khí nén, thử nghiệm số 11, 12 Bảng 4	Xem Bảng 4
13	WSP phải được áp dụng cho cả hai hệ thống hãm nếu hãm động năng và hãm ma sát được điều khiển bởi chức năng phối hợp hãm hoặc được vận hành độc lập để đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn này	5.1.3.2	Sự tương hỗ giữa 2 hệ thống hãm có sử dụng WSP phải được quy định					M	M	Xem xét tài liệu và tất cả các thử nghiệm hãm	
14	Chức năng giám sát thời gian bảo vệ chống trượt bánh xe phải được đưa vào trong các hệ thống WSP để có khả năng tác động trong quá trình hãm khẩn cấp và chức năng này phải độc lập với thuật toán điều khiển WSP và vi xử lý điều khiển WSP	5.1.4	Để phòng ngừa lỗi làm việc sai chức năng trong WSP mà sẽ gây ra suy giảm lực hãm					M		Xem xét tài liệu	
15	Thời gian nhả hãm liên tục theo yêu cầu của WSP phải không được vượt quá 10 giây. Sau thời gian này, bộ giám sát thời gian WSP phải loại bỏ sự can	5.1.4	Để phòng ngừa lỗi làm việc sai chức năng trong WSP mà sẽ gây ra suy	A				A		Tất cả các thử nghiệm	Việc xả khí nén lớn hơn 10 s mà không kích hoạt bộ giám sát thời gian không được xảy ra trong

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
	thiếp của WSP		giảm lực hãm							mọi thử nghiệm	
16	Bộ giám sát thời gian WSP phải loại bỏ sự can thiệp của WSP trong trường hợp lực hãm được duy trì không đổi hoặc giảm liên tục dưới mức yêu cầu mà không tăng lực hãm trong một khoảng thời gian không quá 15 giây	5.1.4	Để phòng ngừa lỗi làm việc sai chức năng trong WSP mà sẽ gây ra suy giảm lực hãm	A			A			Tất cả các thử nghiệm, đặc biệt tất cả các thử nghiệm này đều ở điều kiện độ bám rất thấp và cực thấp	
17	Chức năng giám sát thời gian phải luôn được kích hoạt trong các thử nghiệm WSP, để khôi phục lực hãm theo quy định nếu nhà hãm giai đoạn được duy trì hoặc lực hãm bị giảm do hoạt động của WSP	5.1.4	Để phòng ngừa lỗi làm việc sai chức năng trong WSP mà sẽ gây ra suy giảm lực hãm					M		Hồ sơ	
18	Việc kích hoạt chức năng này trong quá trình thử nghiệm phải được thể hiện và ghi lại	5.1.4	Để phòng ngừa lỗi làm việc sai chức năng trong WSP mà sẽ gây ra suy giảm lực hãm	A			A			Thử nghiệm bộ giám sát thời gian	
19	Nếu chức năng giám sát thời gian được kích hoạt thì chức năng này chỉ được tái lập sau khi bộ điều khiển WSP dừng ra lệnh giảm lực hãm	5.1.4	Để phòng ngừa lặp lại việc nhà hãm trong quá trình hãm	A			A			Thử nghiệm bộ giám sát thời gian	
20	Đối với các hệ thống một đường ống cấp khí nén, hệ thống WSP phải đảm bảo rằng hoạt động của WSP phải bị loại trừ nếu áp suất bình chịu áp lực nhỏ hơn 300 mbar so với áp	5.1.5	Để đảm bảo lực hãm thích hợp luôn được duy trì sẵn sàng	A	A		A			Trường hợp 1: Thử nghiệm cảm biến tốc độ gắn trên đầu trục bánh xe và mô phỏng mức giảm tốc trực	Trường hợp 1: WSP phải phản ứng lại Trường hợp 2: WSP không hoạt động

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
	suất tác dụng hãm cao nhất									cao Trường hợp 2: Tương tự với trường hợp áp suất bình chịu áp lực giảm	
21	WSP phải có khả năng tự động làm việc lại khi tín hiệu cường bức được loại bỏ	5.1.5	Sau khi bị cường bức do áp suất trong bình chịu áp lực thấp, WSP phải có khả năng tự động làm việc trở lại	A	A					Chỉ cần thiết nếu WSP có khả năng bị cường bức: - WSP bị bắt buộc cường bức khi có tín hiệu cường bức (ví dụ: mô phỏng tín hiệu từ công tác áp suất hoặc làm giảm áp suất bình chịu áp lực xuống dưới mức quy định) - Thực hiện tác dụng hãm ở điều kiện độ bám thấp khi tín hiệu cường bức được loại bỏ	WSP phải được kích hoạt trong thời gian không quá 5 s sau khi tín hiệu cường bức được loại bỏ
22	Khi tính toán tốc độ của một phương tiện cụ thể, hệ thống WSP và WRM phải chấp nhận sự chênh lệch cho phép của đường kính bánh xe, trong dải từ bánh xe mới đến bánh xe bị mòn, để không gây ra kích hoạt WSP hoặc WRM hoạt động do sự chênh lệch này	5.1.6	Trong thực tế sử dụng, đường kính bánh xe thường không bằng nhau. WSP phải xử lý được các dung sai này	A			A	A		Thực hiện các thử nghiệm trên đường ray khô ráo với dải đường kính bánh xe cho phép trên các bộ trục bánh xe khác nhau	Không gây ra kích hoạt WSP hoặc WRM do các sai lệch này

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
23	Nếu một bộ trục bánh xe bị bó hãm khi tàu khởi động, chức năng giám sát vòng quay phải xuất ra một hiển thị phát hiện được trục bị bó hãm trong thời gian không quá 10 giây sau khi tàu đạt được tốc độ 50 km/h	5.1.7.2	Hiển thị bánh xe bị bó hãm cho lái tàu và phòng ngừa các hư hỏng nghiêm trọng	A			A			Tạo bó hãm bộ trục bánh xe và gia tốc phương tiện lên trên 50 km/h trong khoảng thời gian lớn hơn 10 s	Đầu ra của bộ trục bánh xe bị bó hãm phải được thể hiện
24	Trong quá trình chạy, chức năng giám sát vòng quay xuất ra một tín hiệu phát hiện sự sai khác bất thường về vận tốc của các bộ trục bánh xe trong khoảng thời gian lớn hơn 10 giây. Sự sai khác được coi là bất thường nếu sai khác ít nhất là $X \text{ km/h} + Y \cdot v_{ref}$ . Các tham số X và Y được xác định theo từng trường hợp, nhưng không vượt quá $50 \text{ km/h} + 0,3 \cdot v_{ref}$	5.1.7.2	Hiển thị bánh xe bị bó hãm cho lái tàu và phòng ngừa các hư hỏng nghiêm trọng	A			A			Tạo trượt quá mức lớn hơn so với công thức tính toán và duy trì dài hơn 10 s	Đầu ra của bộ trục bánh xe bị bó hãm phải được thể hiện
25	Đối với từng bộ trục bánh xe được giám sát, hệ thống WRM phải bao gồm ít nhất một mạch cảm biến tốc độ độc lập về điện với WSP	5.1.7.3	Duy trì tính độc lập của các hệ thống					M	Hồ sơ		
26	Các mạch điện/điện tử trong WSP và WRM bao gồm mạch cung cấp nguồn điện từ ắc quy và các mạch bảo vệ phải hoạt động độc lập với nhau	5.1.7.3	Duy trì tính độc lập của các hệ thống					M	Hồ sơ		
27	Các giao diện về điện phải được thiết kế sao cho hư hỏng của một hệ thống không làm suy yếu đến các hệ thống khác	5.1.7.3	Duy trì tính độc lập của các hệ thống					M	Hồ sơ		

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
28	Khuyến nghị rằng WRM cũng có chức năng loại bỏ lực hãm đối với bộ trục bánh xe có liên quan (bao gồm hãm động năng của các trục có động cơ điện kéo) nếu phát hiện thấy sự sai khác bất thường về tốc độ quay. Nếu WRM cũng có chức năng xả khí nén như WSP thì các yêu cầu của WSP về bộ đếm thời gian an toàn, các van xả và các tính năng về chặn đoán để giảm lực hãm cũng phải được áp dụng cho WRM	5.1.7.4	Đảm bảo rằng việc giảm lực hãm sẽ không bị kéo dài do hư hỏng của hệ thống điều khiển WRM		A	A	A			Các thử nghiệm như đối với thử nghiệm các chức năng hoạt động của WSP	Nếu WRM có chức năng xả khí nén như WSP
29	WRM cũng có thể đảm nhận các chức năng chính của WSP nếu hệ thống này bị sự cố. Trong trường hợp này, WRM phải tuân thủ các yêu cầu của WSP	5.1.7.4	Để có sự dự phòng cho hệ thống WSP	Xem các thử nghiệm đối với riêng WSP						Tất cả các thử nghiệm WSP	Nếu WRM có chức năng như WSP
30	Khi hệ thống WSP hoặc WRM hoạt động, phải kiểm tra được tính sẵn sàng và việc hoạt động chính xác của các cảm biến tốc độ	5.1.8.1	Đảm bảo rằng các sự cố, hư hỏng của cảm biến tốc độ đều được phát hiện	A	A					Ngắt cảm biến tốc độ và thiết lập để cảm biến này được kiểm tra và nhận diện	Các sự cố, hư hỏng đều phải được báo cáo
31	Trạng thái hồ mạch và ngắn mạch của cảm biến tốc độ phải được phát hiện	5.1.8.1	Vì là bộ phận liên quan đến an toàn nên WSP cần phải có các chức năng chặn đoán cố định	A			A	M	M	Các chức năng chặn đoán phải được kiểm tra về cơ bản qua xem xét hồ sơ. Ngoài ra một số hạng mục kiểm tra ngẫu nhiên đối với các chức năng chặn	VIT để thể hiện các chặn đoán sẽ chỉ báo cáo cho hệ thống tàu nếu có hệ thống thông tin trên tàu

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
										đoán cứng phải được thực hiện	
32	Nếu các cảm biến tốc độ cho các tín hiệu bổ sung được sử dụng trong hệ thống WSP thì việc chẩn đoán các cảm biến tốc độ này cũng phải được thực hiện	5.1.8.1	VI là bộ phận liên quan đến an toàn nên WSP cần phải có các chức năng chẩn đoán cố định	A			A	M	M	Các chức năng chẩn đoán phải được kiểm tra về cơ bản qua xem xét hồ sơ. Ngoài ra một số hạng mục kiểm tra ngẫu nhiên đối với các chức năng chẩn đoán cũng phải được thực hiện	VIT để thể hiện các chẩn đoán sẽ chỉ báo cáo cho hệ thống tàu nếu có hệ thống thông tin trên tàu
33	Tính sẵn sàng của các mạch điện của các cơ cấu chấp hành WSP (các van xả), các trạng thái hở mạch và ngắn mạch, phải được phát hiện khi các lệnh điều khiển được bộ điều khiển gửi đến cơ cấu chấp hành WSP (van xả) thích hợp	5.1.8.1	VI là bộ phận liên quan đến an toàn nên WSP cần phải có các chức năng chẩn đoán cố định	A			A	M	M	Các chức năng chẩn đoán phải được kiểm tra về cơ bản qua xem xét hồ sơ. Ngoài ra một số hạng mục kiểm tra ngẫu nhiên đối với các chức năng chẩn đoán cũng phải được thực hiện	VIT để thể hiện các chẩn đoán sẽ chỉ báo cáo cho hệ thống thông tin trên tàu
34	Các chức năng chẩn đoán cố định bổ sung, được sử dụng phổ biến trong công nghệ về hệ thống điện tử, phải được thực hiện để giám sát sự hoạt động chính xác và tính sẵn sàng của WSP. Các chức năng này được điều chỉnh và xác định trên cơ sở cấu tạo cụ thể của từng WSP	5.1.8.1	VI là bộ phận liên quan đến an toàn nên WSP cần phải có các chức năng chẩn đoán cố định	A			A	M	M	Các chức năng chẩn đoán phải được kiểm tra về cơ bản qua xem xét hồ sơ. Ngoài ra một số hạng mục kiểm tra ngẫu nhiên đối với các chức năng chẩn đoán cũng phải	VIT để thể hiện các chẩn đoán sẽ chỉ báo cáo cho hệ thống tàu nếu có hệ thống thông tin trên tàu

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
										được thực hiện	
35	Việc giám sát chẩn đoán không được làm suy giảm chức năng hãm trong quá trình vận hành của phương tiện	5.1.8.1	Vi là bộ phận liên quan đến an toàn nên WSP cần phải có các chức năng chẩn đoán cố định					M	M	Tất cả các thử nghiệm	
36	Thông tin thu thập phải được cung cấp cho hệ thống tàu để có thể phát hiện sự cố đồng thời của cả WSP và cả WRM trên tất cả các trục	5.1.8.1	Vi là bộ phận liên quan đến an toàn nên WSP cần phải có các chức năng chẩn đoán cố định					M	M	Hồ sơ và thử nghiệm trên phương tiện	
37	Phải có thể thử kích hoạt thử công WSP đối với phương tiện ở trạng thái dừng	5.1.8.2	Đảm bảo chức năng làm việc của WSP và các bộ phận cấu thành						M	Phép thử: kích hoạt thử công WSP	
38	Thử kích hoạt thử công WSP phải bị hủy khi WSP phát hiện chuyển động của phương tiện trước khi phương tiện đạt tới 3 km/h	5.1.8.2	Để đảm bảo WSP bị kích hoạt khi phương tiện di chuyển						M	Phép thử: - Kích hoạt thử công WSP - Gia tốc cho phương tiện	Phép thử WSP phải bị hủy khi WSP phát hiện chuyển động của phương tiện trước khi phương tiện đạt tới 3 km/h
39	Thử kích hoạt thử công WSP phải bao gồm các phép thử đối với chức năng giám sát thời gian WSP	5.1.8.2	Thử chức năng giám sát thời gian	A	A					Thử thử công	
40	Thử kích hoạt thử công WSP phải bao gồm các phép thử đối	5.1.8.2	Thử cơ cấu chấp hành WSP	A	A					Thử thử công	



TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
	với từng cơ cấu chấp hành WSP. Trong trường hợp có nhiều hơn một cơ cấu chấp hành WSP trong từng hệ thống WSP thì phép thử phải được thực hiện tuần tự trên các cơ cấu chấp hành WSP này										
41	Tất cả các trạng thái của cơ cấu chấp hành WSP phải được thử bao gồm việc nhả hoàn toàn lực hãm. Chức năng của các cơ cấu chấp hành WSP có thể được kiểm tra thông qua âm thanh của khí nén phát ra, thông qua kiểm tra bằng mắt hoặc các phương thức kiểm tra khác	5.1.8.2	Thử cơ cấu chấp hành WSP	A	A					Thử thủ công	
42	Nếu có thể, việc thử kích hoạt thủ công WSP phải tuân tự nhà các cơ cấu chấp hành WSP để không gây nguy hiểm cho việc bảo vệ tàu khi tàu dừng	5.1.8.2	Đảm bảo an toàn cho tàu/phương tiện						M	Thử thủ công	
43	Thử kích hoạt thủ công WSP phải cung cấp các mã báo sự cố và thông tin về tình sẵn sàng có thể được truy cập qua giao diện vận hành của hệ thống WSP	5.1.8.2	Thể hiện tất cả các sự cố	A	A		A			Thử thủ công	
44	Thử kích hoạt thủ công WSP không được có tác động bất lợi đến các chức năng khác mà sử dụng các tín hiệu đầu ra do WSP cung cấp	5.1.8.2	Phòng ngừa thử kích hoạt thủ công WSP vận hành các chức năng khác, ví dụ:						M	Thử thủ công	Chỉ áp dụng đối với các đầu ra từ hệ thống WSP

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
			cửa, xả cát, ...								
45	WSP phải tự kích hoạt thử tự động khi nó bắt đầu hoạt động để đảm bảo tối thiểu thiết bị điều khiển điện tử và các thiết bị ngoại vi đã sẵn sàng làm việc	5.1.8.3	Đảm bảo WSP hoạt động	A	A		A			Bật WSP	Không tự thử hoàn toàn
46	Thử kích hoạt tự động không được làm suy yếu đến các chức năng hãm	5.1.8.3	Để phòng ngừa phương tiện di chuyển	A	A		A			Bật WSP	Hãm không bị tác động
47	Bất kỳ sự cố nào được phát hiện đều phải được hiển thị trên giao diện vận hành dưới dạng mã báo sự cố và được lưu trữ trong bộ nhớ sự cố của hệ thống WSP và/hoặc hệ thống chẩn đoán trên phương tiện	5.1.8.4	Thể hiện tất cả các sự cố	A	A		A			Xem xét việc giám sát trên giao diện vận hành	
48	Công nghệ lưu trữ sự cố phải được lựa chọn để đảm bảo thông tin sự cố vẫn được lưu trữ trong bộ nhớ trong ít nhất 3 tháng kể cả khi không có nguồn điện	5.1.8.4	Lưu trữ thông tin sự cố để phục vụ công tác điều tra trong tương lai					M		Hồ sơ	
49	Giao diện vận hành phải là MMI cục bộ và/hoặc kết nối với máy tính chẩn đoán hoặc hệ thống chẩn đoán	5.1.8.5	Để thu được thông tin sự cố, ... từ bên ngoài thiết bị	A			A		A	Thăm vấn hệ thống	Giao diện với hệ thống chẩn đoán tàu chỉ đối với VIT
50	Giao diện vận hành phải cung cấp quyền truy cập vào mã báo sự cố và thông tin chẩn đoán được lưu trữ nội bộ	5.1.8.5	Để thu được thông tin sự cố, ... từ bên ngoài thiết bị	A			A			Thăm vấn hệ thống	
51	Giao diện vận hành phải có các phương thức để có thể thực	5.1.8.5	Để thử nghiệm hệ thống bên	A			A			Minh chứng của	

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
	hiện các thử nghiệm được kích hoạt thử công phù hợp với 5.1.8.2		ngoài thiết bị							tự thử nghiệm	
52	Hệ thống WSP/WRM phải chịu được các điều kiện môi trường như được quy định trong EN 50125-1, tùy thuộc vào vị trí của các bộ phận được lắp trên phương tiện và điều kiện vận hành	5.2.1	Các bộ phận cấu thành phải chịu được tác động về cơ khí và tác động về điện			A		A		Hồ sơ	
53	Thiết bị điều khiển WSP phải hoạt động trong phạm vi các yêu cầu của TCVN 12090-3-2:2017 (EN 50121-3-2:2015)	5.2.1	Các bộ phận cấu thành phải chịu được tác động về cơ khí và tác động về điện			A		A		Hồ sơ	
54	Các bộ phận tiếp xúc trực tiếp với môi trường bên ngoài phải đạt cấp IP65 phù hợp với TCVN 4255:2008 (IEC 60529:2001)	5.2.1	Các bộ phận cấu thành phải chịu được tác động về cơ khí và tác động về điện			A		A		Hồ sơ	
55	Yêu cầu tối thiểu đối với hệ thống WSP/WRM là phải tuân thủ bộ tiêu chuẩn EN 45545	5.2.2	Các bộ phận cấu thành phải thỏa mãn đầy đủ các yêu cầu về an toàn phòng cháy quy định			A		A		Hồ sơ	
56	Đánh giá về độ tin cậy phải được thực hiện đối với hệ thống WSP/WRM phù hợp với TCVN 10935-1:2015 (EN 50126-	5.2.3.1	Chứng minh độ tin cậy kỳ vọng của hệ thống					x		Không thử nghiệm; hồ sơ	

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
	1:1999)										
57	<p>WSP/WRM phải được thực hiện phân tích an toàn đối với các tình huống có thể dự đoán sau (ER):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ER1: Việc suy giảm hoặc duy trì lực hãm ngoài ý muốn trên một kênh điều khiển trong một khoảng thời gian vượt quá quy định trong 5.1.4</li> <li>- ER2: Hư hỏng của bất kỳ đầu ra tốc độ nào được sử dụng trong chức năng an toàn chính (tác dụng lực hãm phụ thuộc vào tốc độ, hãm từ ray)</li> <li>- ER3: Suy giảm hoặc mất "chức năng giám sát vòng quay bánh xe" nếu có</li> </ul>	5.2.3.2	Chứng minh độ tin cậy kỳ vọng của hệ thống						M	Hồ sơ	
58	<p>Xác suất tính theo giờ của các tình huống đã được dự đoán sẽ xảy ra phải thỏa mãn các giá trị dưới đây</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ER1 <math>\leq 10^{-6}</math> /giờ</li> <li>- ER2 <math>\leq 10^{-5}</math> /giờ với vận tốc danh nghĩa <math>V_{nom} \leq 200</math> km/h <math>\leq 10^{-6}</math> /giờ đối với thiết bị được phê duyệt vận tốc danh nghĩa <math>V_{nom} &gt; 200</math> km/h</li> <li>- ER3 <math>\leq 10^{-5}</math> /giờ</li> </ul>	5.2.3.2	Chứng minh độ tin cậy kỳ vọng của hệ thống						M	Hồ sơ	
59	WSP/WRM nên được chế tạo theo thiết kế mô-đun và các mô-đun có cùng chức năng nên có	5.2.3.3	Để phòng ngừa việc lắp đặt các mô-đun không						M	Hồ sơ	

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
	tính lắp lẫn. Các mô-đun điện tử không có tính lắp lẫn về chức năng thì không thể cắm được vào vị trí không chính xác (không cắm được vào với nhau vì đầu dắc cắm có hình dạng khác nhau)		chính xác								
60	Một sự cố của cảm biến tốc độ lắp trên trục khi được phát hiện ra không được tác động bất lợi đến việc điều khiển các trục khác	5.2.3.4	Duy trì chức năng làm việc cao nhất của WSP	A			A			Hồ sơ	
61	Các bộ phận của hệ thống và (các) đặc nổi của chúng phải chịu được môi trường như được quy định trong TCVN 12699:2019 (IEC 61373:2010) tùy thuộc vào vị trí lắp đặt	5.2.4	Các bộ phận cấu thành phải chịu được tác động về cơ khí và tác động về điện			A		A		Hồ sơ	
62	Hệ thống WSP/WRM phải được thiết kế để hoạt động chính xác trong dải dao động điện áp như được quy định trong TCVN 12089:2017 (EN 50155:2007) trừ khi hệ thống WSP tạo ra năng lượng riêng của nó	5.2.5	Các bộ phận cấu thành phải chịu được tác động về cơ khí và tác động về điện			A		A		Hồ sơ	
63	Nếu dao động điện áp vượt quá giới hạn này, WSP/WRM phải hoạt động bình thường hoặc ở trạng thái tắt nếu tín hiệu được xác định trước được đưa ra cho tất cả các hệ thống kết nối (chẳng hạn như hệ thống hãm, điều khiển cửa, ...)	5.2.5	Các bộ phận cấu thành phải chịu được tác động về cơ khí và tác động về điện			A		A	A	Hồ sơ	VIT phụ thuộc vào cấu hình hệ thống tàu

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
64	Thiết bị WSP có thể có tùy chọn chế độ chờ đi kèm. Nếu WSP có tùy chọn chế độ chờ, nguồn điện cung cấp cho WSP/WRM phải được thiết kế để đảm bảo rằng WSP sẽ được cấp điện muộn nhất khi cần chức năng đó. Được phép sử dụng lệnh nhả hãm để thoát khỏi chế độ chờ mà không trực tiếp phát hiện việc chuyển động của phương tiện	5.2.5	Phải đảm bảo, hệ thống WSP được kích hoạt trong ngưỡng quy định tại 5.1.2	A	A		A			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Để WSP ở chế độ chờ</li> <li>- Gia tốc lên vận tốc trên 6 km/h (hoặc 15 km/h)</li> <li>- Tác dụng hãm ở điều kiện độ bám thấp</li> </ul>	
65	Phần mềm được sử dụng trong WSP/WRM phải được phát triển phù hợp với TCVN 11391:2016 (EN 50128:2011)	5.2.6	Chứng minh phần mềm được phát triển				M			Hồ sơ	
66	Trong trường hợp có các yêu cầu đối với hệ thống WSP hoặc WRM để giao tiếp với các chức năng khác của phương tiện (cửa, hãm từ ray, ...), các giao diện này phải được thiết kế phù hợp với TCVN 12580:2019 (EN 50129:2003)	5.2.7	WSP không ảnh hưởng đến SIL của các hệ thống khác					M		Hồ sơ về SIL của giao diện	
67	Tín hiệu I/O được tạo ra trong giao diện với chức năng khác của phương tiện phải tuân thủ theo các mức toàn vẹn an toàn được yêu cầu bởi chức năng đó đối với các tín hiệu đó	5.2.7	WSP không ảnh hưởng đến SIL của các hệ thống khác					Mx		Hồ sơ về SIL của giao diện	
68	Các giao diện giữa WSP hoặc WRM và các chức năng khác của phương tiện phải đảm bảo	5.2.7	Đảm bảo WSP/WRM không bị ảnh					M		Hồ sơ	

## TCVN 13264:2021

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
	rằng không xảy ra hiện tượng làm việc sai chức năng của WSP hoặc WRM do các sự cố hoặc ngắn mạch trong các tín hiệu giao diện đó		hường bởi vấn đề của tín hiệu I/O bên ngoài								
69	Các cảm biến tốc độ phải được xem là một phần không thể thiếu của hệ thống WSP hoặc WRM	5.2.8	Đảm bảo tính toàn vẹn của hệ thống	A					A	Hồ sơ	
70	Các cơ cấu chấp hành WSP được sử dụng để điều chỉnh lực hãm phải được xem là một phần không thể thiếu của hệ thống WSP và WRM nếu lựa chọn điều chỉnh lực hãm được bao gồm trong hệ thống WRM	5.2.9.1	Đảm bảo tính toàn vẹn của hệ thống	A					A	Hồ sơ	
71	Van xả hoặc các thiết bị điều khiển khác không được giữ lại quá 0,1 bar trong xi lanh hãm khi được ngắt nguồn điện trong điều kiện vận hành và nhả hãm	5.2.9.2.1	Hãm phải nhả hoàn toàn nếu có yêu cầu để tránh hư hỏng vật liệu ma sát	A	A				A	Tất cả các thử nghiệm	Không được xảy ra, xi lanh hãm không được thông khí hoàn toàn
72	Nhà sản xuất phải quy định các yêu cầu về chất lượng khí nén dùng cho hệ thống WSP phù hợp với TCVN 11256-1:2015 (ISO 8573-1:2010)	5.2.9.2.2	Chất lượng không khí yêu cầu phải được biết, để quy định các yêu cầu đối với các bộ lọc						M	Hồ sơ	
73	Các đầu nối ống phải phù hợp với mỗi ghép ống theo TCVN 8887-2:2011 (ISO 228-2:1987)	5.2.9.2.3	Giao diện tiêu chuẩn						M	Hồ sơ	
74	Van xả WSP phải ngăn chặn	5.2.9.2.4	Sự rò khí của			M					

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
	mọi sự suy giảm áp suất khí nén vượt quá mức cho phép trong xi lanh hãm ra ngoài. Trong khoảng từ - 25 °C đến + 70 °C, van xả WSP không được rò rỉ với tốc độ lớn hơn 0,01 NI/min khi được thử nghiệm ở áp suất làm việc danh nghĩa		van WSP có thể làm cho áp suất xi lanh hãm không ổn định và/hoặc mức tiêu thụ khí nén nhiều hơn								
75	Van xả WSP phải ngăn chặn mọi sự suy giảm áp suất khí nén vượt quá mức cho phép trong xi lanh hãm ra ngoài. Trong khoảng từ - 40 °C đến - 25 °C, van xả WSP có tốc độ rò rỉ không lớn hơn 0,1 NI/min khi được thử nghiệm ở áp suất làm việc danh nghĩa	5.2.9.2.4	Sự rò khí của van WSP có thể làm cho áp suất xi lanh hãm không ổn định và/hoặc mức tiêu thụ khí nén nhiều hơn			M					
76	Kết nối điện phải được thiết kế để ngăn bụi và nước xâm nhập. Kết nối này phải được chứng minh nếu kết nối cho cơ cấu chấp hành WSP được xếp hạng cấp IPXX phù hợp với TCVN 4255:2008 (IEC 60529:2001). Nếu kết nối được xếp hạng cấp IP67, thì nó phải dành cho ứng dụng đa năng và cấp IP65/IP67 này phải phù hợp với TCVN 4255:2008 (IEC 60529:2001)	5.2.9.3	Các bộ phận cấu thành phải chịu được tác động về cơ khí và tác động về điện			M					
77	Các yêu cầu về lắp đặt của nhà sản xuất phải được cung cấp khi cần thiết để đảm bảo rằng hệ thống được lắp đặt duy trì tuân thủ các yêu cầu thiết kế đã	5.3.1	Lắp đặt chính xác					M	Hồ sơ		



TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
	được thử nghiệm kiểu loại										
78	Nếu tín hiệu vận tốc tham chiếu được sử dụng bởi các chức năng khác, ngoài thiết bị WSP/WRM, các chức năng khác này phải không ảnh hưởng đến tính toàn vẹn của tín hiệu tham chiếu hoặc thiết bị WSP/WRM	5.3.1	Việc đánh giá đúng tốc độ phương tiện là rất quan trọng đối với hoạt động của WSP	A	A	A			A	Hồ sơ	
79	Đối với thử nghiệm hoạt động trên phương tiện và thử nghiệm kiểu loại, hiệu năng của hệ thống WSP phải được thẩm định thông qua các thử nghiệm trên đường hoặc các thử nghiệm trên thiết bị mô phỏng	5.4.1	Thẩm định hiệu năng WSP	A	A				A	Tất cả các thử nghiệm	
80	Mọi đánh giá về hiệu năng của hệ thống WSP về khả năng đạt được các mục tiêu quy định trong mọi thử nghiệm được đưa ra đều phải xem xét tới các tiêu chí sau: - Mức độ bám (thấp, rất thấp, cực thấp) - Tốc độ hãm của phương tiện trong điều kiện khô ráo - Bản chất của chất gây ô nhiễm đường ray - Tốc độ của phương tiện khi bắt đầu hãm - Thành phần đoàn tàu mà phương tiện được thử nghiệm	5.4.1	Đánh giá hiệu năng WSP							Tất cả các thử nghiệm	

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
	- Cấu hình, gồm phần cơ khí và khí nén, của hệ thống hãm trên phương tiện - Hệ thống cung cấp khí nén hoặc lưu trữ khí nén trên phương tiện										
81	Các yêu cầu về hiệu năng đã nêu phải được thực hiện đối với riêng hệ thống WSP khi nó không bị ảnh hưởng bởi các hệ thống khác như hệ thống kéo và hãm động năng	5.4.1	Để đạt được hiệu năng chỉ đối với hệ thống WSP							Tất cả các thử nghiệm	
82	Khi các phương tiện có nhiều hơn một hệ thống WSP và/hoặc nhiều hơn một hệ thống hãm cùng hoạt động thì phải có một giao diện thống nhất về sự tương hỗ giữa chúng để tạo ra hiệu năng cần thiết trong tất cả các chế độ vận hành của phương tiện	5.4.1	Để đảm bảo tối ưu hóa hiệu năng WSP và không xung đột với các bản chỉ dẫn							Tất cả các thử nghiệm về hiệu năng Thử nghiệm hiệu năng sự tương hỗ giữa các hệ thống	
83	WSP phải làm việc từ tốc độ lớn nhất của phương tiện như tốc độ tác dụng hãm, tuy nhiên, WSP phải làm việc chính xác ở mọi tốc độ ban đầu thấp hơn	5.4.1	Làm việc chính xác ở tốc độ thấp hơn	A	A			A	M	Bảng 4: thử nghiệm số 5, 7 ở tốc độ hãm ban đầu thấp hơn Xem Bảng 4	
84	WSP phải được xem xét để đáp ứng hoàn toàn mục tiêu đầu tiên từ mục 5.1.1 nếu được thử nghiệm phù hợp với tiêu chuẩn này	5.4.2.1	Rút ngắn khoảng cách hãm; giảm thiểu hư hỏng bánh xe; giảm mức tiêu thụ khí nén	A	A					Bảng 4: thử nghiệm số (4 và 2), 5, 6, 7, 8; Bảng 6 - thử nghiệm số 18 Xem Bảng 4	

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
85	Trong điều kiện độ bám rất thấp, WSP phải tiếp tục hoạt động một cách bình thường, nhưng tiêu chí khoảng cách hãm do độ bám rất thấp có thể không đạt được, tiêu chí này phụ thuộc vào chất ô nhiễm gây ra độ bám rất thấp	5.4.2.2	Tránh mòn vẹt bánh xe, giảm mức tiêu thụ khí nén, tránh suy giảm lực hãm, ...						M	Bảng 4: thử nghiệm số 12 và 13	Xem Bảng 4
86	Trong điều kiện độ bám cực thấp, WSP phải tiếp tục hoạt động một cách bình thường	5.4.2.3	Tránh mòn vẹt bánh xe, giảm mức tiêu thụ khí nén, tránh suy giảm lực hãm, ...	A	A					Bảng 4: thử nghiệm số 14	Xem Bảng 4
87	Trong bất kỳ khoảng thời gian 3 giây nào, phải không có trượt tuyết đối lớn hơn 30 km/h ở tốc độ từ 30 km/h đến 120 km/h, lớn hơn 25 % tốc độ phương tiện từ 120 km/h đến 160 km/h và lớn hơn 40 km/h ở tốc độ lớn hơn 160 km/h	5.4.3.1	Tránh hư hỏng bánh xe	A	A					Bảng 4: thử nghiệm số 5, 6, 7 và 9	Xem Bảng 4
88	Ở tốc độ lớn hơn 200 km/h, phải không có trượt tuyết đối lớn hơn 40 km/h trong bất kỳ khoảng thời gian 5 giây nào	5.4.3.1	Tránh hư hỏng bánh xe	A	A					Bảng 4: thử nghiệm số 5, 6, 7 và 9	Xem Bảng 4
89	Nếu khoảng thời gian trượt tuyết đối cao bắt đầu ở tốc độ lớn hơn 200 km/h, khoảng thời gian 5 giây phải được áp dụng ngay cả khi tốc độ giảm xuống dưới 200 km/h trong khi trượt	5.4.3.1	Tránh hư hỏng bánh xe	A	A					Bảng 4: thử nghiệm số 5, 6, 7 và 9	Xem Bảng 4

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
90	Đối với độ bám thấp: Trong quá trình thử nghiệm, không có bất kỳ bộ trục bánh xe nào bị bó hãm khi tốc độ tàu thực tế trên 30 km/h	5.4.3.1	Tránh hư hỏng bánh xe	A	A					Bảng 4: thử nghiệm số 5, 6, 7 và 9	Xem Bảng 4
91	Đối với độ bám thấp: Bánh xe bị bó hãm ở tốc độ tàu thực tế dưới 30 km/h và trên 5 km/h không được kéo dài quá 0,4 s	5.4.3.1	Tránh hư hỏng bánh xe	A	A					Bảng 4: thử nghiệm số 5, 6, 7 và 9	Xem Bảng 4
92	Trượt tuyết đối trong các điều kiện có độ bám rất thấp và cực thấp có thể lớn hơn so với trong điều kiện có độ bám thấp, nhưng phải có bằng chứng về hoạt động của WSP để cố gắng khôi phục một hoặc nhiều bộ trục bánh xe về tốc độ của phương tiện trong những khoảng thời gian có tốc độ sai lệch lớn	5.4.3.2	Tránh hư hỏng bánh xe	A	A					Bảng 4: thử nghiệm số 12, 13, 14 và 15	Bảng chứng về việc kích hoạt WSP
93	WSP phải có khả năng thích ứng với các mức giảm tốc cao hơn so với mức giảm tốc thiết kế, do các tác động từ bên ngoài	5.4.5	Trong trường hợp hãm trên đường dốc	A	N					Bảng 5 và 6	Xem Bảng 5 và 6
94	Lên đến biên độ 0,3 m/s <sup>2</sup> cao hơn so với mức giảm tốc thiết kế không làm suy giảm lực hãm không mong muốn	5.4.5	Trong trường hợp hãm trên đường dốc	A	N					Bảng 5 và 6	Xem Bảng 5 và 6
95	Đối với biên độ cao hơn 0,3 m/s <sup>2</sup> so với mức giảm tốc thiết kế, không gây ra nhà hoàn toàn lực hãm của phương tiện trong	5.4.5	Trong trường hợp hãm trên đường dốc	A	N					Bảng 5 và 6	Xem Bảng 5 và 6

## TCVN 13264:2021

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
	thời gian dài hơn 2 giây										
96	Mức tiêu thụ khí nén tương đối của WSP như được tính toán trong 8.3.3 không được vượt quá các giá trị quy định trong Bảng 1	5.4.6	Giảm thiểu mức tiêu thụ khí nén	A	A					Bảng 4: thử nghiệm số 5, 6, 7 và 9	Xem Bảng 4
97	Nếu hệ thống WSP cung cấp các tín hiệu dựa trên vận tốc tham chiếu của nó để phục vụ cho các chức năng khác thì sai lệch do các bánh xe trượt trong các điều kiện độ bám thấp phải không vượt quá các giá trị được quy định trong Bảng 2	5.4.7	Đầu ra phải tin cậy	A	A					Bảng 4: thử nghiệm số 5, 6, 7 8. Bảng 6: Thử nghiệm số 18	Xem Bảng 4 và 6
98	Các phép đo vận tốc phải trên cơ sở đường kính bánh xe trung bình nếu không đưa ra được đường kính bánh xe thực tế có sẵn như được nêu trong 5.1.2	5.4.7	Đảm bảo đầu ra tốc độ tiêu chuẩn	A				A		Hồ sơ	
99	Nếu các tín hiệu đầu ra là các tín hiệu đầu ra kỹ thuật số thì độ chính xác cần thiết phải được đáp ứng trong phạm vi ngưỡng chuyển đổi	5.4.7	Đảm bảo độ chính xác của đầu ra	A				A		Hồ sơ	
100	Mọi hệ thống WSP/WRM hoặc các bộ phận cấu thành phải tuân thủ việc thử nghiệm định kỳ của nhà sản xuất, thử nghiệm các thông số đã quy định và thử nghiệm các tín hiệu ra lệnh/ngắt mạch bổ sung	10	Đảm bảo sản phẩm hoạt động sau khi sản xuất					M		Hồ sơ	

TT	Yêu cầu	Tham chiếu	Mục tiêu	Thử nghiệm kiểu loại					VIT	Mô tả thử nghiệm	Tiêu chí
				Mô phỏng	Phương tiện	Tổng thành	Phòng thí nghiệm	Hồ sơ			
101	Hệ thống WSP/WRM và tất cả các bộ phận cấu thành phải được nhận diện theo các mã cụ thể của nhà sản xuất (xem điểm a, b, c trong Điều 11)	11	Để có thể truy xuất					M		Hồ sơ	
102	Tất cả các bộ phận của hệ thống phải được ghi nhãn sê-ri duy nhất và không thể tẩy xóa, việc ghi nhãn phải được duy trì với các thiết bị thay thế tương tự và với các mô đun của bộ điều khiển trong toàn bộ vòng đời của chúng	11	Để có thể truy xuất					M		Kiểm tra ghi nhãn/dán nhãn	

M = Thử nghiệm bắt buộc.  
A = Thử nghiệm thay thế - một trong các thử nghiệm này phải được thực hiện.  
N = Thử nghiệm thay thế không ưu tiên.

## Phụ lục B

(Quy định)

### Các yêu cầu tối thiểu đối với thiết bị mô phỏng WSP

#### B.1 Tổng quan

##### B.1.1 Quy định chung

Các thử nghiệm trên thiết bị mô phỏng nhằm làm giảm số lượng các thử nghiệm trên đường cần phải thực hiện và đặc biệt có giá trị đối với các yêu cầu:

- Tối ưu hóa hệ thống WSP trước khi thực hiện các thử nghiệm trên đường;
- Thay thế cho các thử nghiệm trên đường do gặp nhiều khó khăn trong vận hành, ví dụ, thử nghiệm ở vận tốc cao hoặc các hạn chế khi đi vào tuyến đường đang vận hành;
- Để điều chỉnh các thông số của WSP khi cần thay đổi cho phù hợp với sự thay đổi về thiết kế phương tiện, ví dụ như khi có thay đổi lớn về mô men quán tính của bộ trục bánh xe giữa phương tiện kéo theo và phương tiện động lực có cùng kiểu loại thiết bị cơ bản tương tự;
- Để điều chỉnh các thông số của WSP khi WSP được sử dụng trên một kiểu loại phương tiện khác với loại đã được phê duyệt ban đầu;
- Để đánh giá ảnh hưởng của việc xả cát hoặc hoạt động của các hệ thống khác có thể ảnh hưởng đến hiệu năng của WSP;
- Như là một phần của công việc điều tra sự cố trước đó.

Thiết bị mô phỏng WSP được yêu cầu để chứng minh sự tuân thủ các yêu cầu thử nghiệm bắt buộc của tiêu chuẩn này và phải được sử dụng để giảm thiểu hoặc thay thế số lượng các hạng mục cần phải thực hiện thử nghiệm trên đường.

Thiết bị mô phỏng thử nghiệm phải sử dụng nguyên tắc "mô phỏng thời gian thực sử dụng phần cứng để mô phỏng vòng điều khiển" (Hardware in the loop - HIL) và hệ thống WSP thực tế phải được thử nghiệm để chứng minh hiệu năng của nó trên thiết bị mô phỏng này.

Thiết kế của thiết bị mô phỏng phải sử dụng kết hợp các mô đun phần mềm và phần cứng để mô hình hóa hệ thống phương tiện và điều kiện về đường.

Việc lựa chọn các mô đun phần cứng và phần mềm phải sao cho có thể tạo ra được mô hình tiếp cận vừa thực tế nhất và vừa nằm trong khả năng chi trả và linh hoạt trong việc sử dụng.

Thiết bị mô phỏng phải mô hình hóa được các yếu tố sau:

- Các kiểu loại bám;
- Các chỉ số về hiệu năng và thử nghiệm;
- Tính năng động lực học của phương tiện (mô hình hiệu năng của phương tiện);
- Tính năng hoạt động theo chức năng của phương tiện.

Yêu cầu tối thiểu khi tiến hành thử nghiệm WSP là phải giả thiết mô hình phương tiện độc lập.

#### **B.1.2 Sử dụng mô hình mô phỏng**

Nguyên tắc HIL có thể dựa trên các cấp độ khác nhau. Tùy thuộc vào từng cấp độ, các bằng chứng khác nhau có thể được lấy ra từ các kết quả thử nghiệm. Các loại bộ thử nghiệm như vậy được thể hiện trong Bảng B.1.



Bảng B.1 - Phạm vi mô phỏng HIL

Thiết bị được sử dụng trên bộ thử	Thiết bị điều khiển điện tử WSP		Thiết bị điều khiển lực hãm động năng		Các cảm biến tốc độ <sup>a</sup>		Các van xả khí nén <sup>b</sup>		Các mô hình độ bám tiêu chuẩn: đường khô, đường phun chất tẩy rửa và dán giấy trơn	Các mô hình độ bám khác (dầu nhớt, mỡ chì, nhiên liệu/chất bẩn)	Độ bám thay đổi xảy ra tự nhiên	Mô hình động học bánh xe	Mô hình động học đoàn tàu	Mô hình động lực học thân xe/giá chuyển hướng/ bánh xe	Mô hình trạng thái bánh xe	Mô hình trạng thái đường ray	Mô hình lực hãm động năng	Mô hình lực hãm độc lập với độ bám	
	Phản cứng (H) hoặc phần mềm (S)																		
Sử dụng bộ thử	H	S	H	S	H	S	H	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Thẩm định thuật toán	R	M					R		M	M	R	R	M	M		R	R		
Thử nghiệm kiểu loại trên phương tiện độc lập (thử nghiệm ngắt kết nối)	M				M	M	R	M	M			M	M		M	R			
Thử nghiệm kiểu loại trên đoàn tàu	M				R	M	R	M	M			M	M	R	M	M			
Thử nghiệm kéo	M				R	M		M	M			M	M		R	R			
Các thử nghiệm phê duyệt bổ sung đối với WSP hoạt động trên các phương tiện có hệ thống hãm độc lập với độ bám	M				R	M	R	M	M			M	M	R	M	M			M
Các thử nghiệm phê duyệt bổ sung ở điều kiện độ bám thấp	M				R	M	R	M	M			M	M	R	M	M			
Các thử nghiệm ở vận tốc lên tới 200 km/h	M				R	M	R	M	M			M	M	R	M	M			
Thử nghiệm phê duyệt bổ sung gồm các đơn nguyên kéo và các đoàn tàu mà không có chức	M		R	M	R	M	R	M	M			M	M	R	M	M	M		

Thiết bị được sử dụng trên bộ thử	Thiết bị điều khiển điện tử WSP		Thiết bị điều khiển lực hãm động năng		Các cảm biến tốc độ <sup>a</sup>		Các van xả khí nén <sup>b</sup>		Các mô hình độ bám tiêu chuẩn: đường khô, đường phun chất tẩy rửa và dán giấy trơn	Các mô hình độ bám khác (dầu nhớt, mỡ chì, nhiên liệu/chất bẩn)	Độ bám thay đổi xảy ra tự nhiên	Mô hình độ học bánh xe	Mô hình độ học đoàn tàu	Mô hình độ học thân xe/giá chuyển hướng/ bánh xe	Mô hình trạng thái bánh xe	Mô hình trạng thái đường ray	Mô hình lực hãm động năng	Mô hình lực hãm độc lập với độ bám
	Phản cứng (H) hoặc phản mềm (S)																	
Sử dụng bộ thử	H	S	H	S	H	S	H	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
năng WSP trong đơn nguyên kéo																		
Thử nghiệm phê duyệt bổ sung gồm các đơn nguyên kéo và các đoàn tàu có chức năng WSP trong đơn nguyên kéo	M		M <sup>c</sup>		R	M	R	M	M			M	M	R	M	M	M	
Thử nghiệm bổ sung trên đường dốc	M				R	M	R	M	M			M	M	R	M	M		
Phân tích sự cố cảm biến tốc độ	M				M	M	R	M	R			M	R		R			
Phân tích sự cố, hư hỏng mạch điện van xả	M				R	M	M	M	R			R	R		R			
Phân tích thiết bị giám sát thời gian	M				R	M	R	M	R			R	R		R			
Không thử nghiệm hồi quy sau khi điều chỉnh mà không tương hỗ với WSP	M				R	M			M			M	R					
Không thử nghiệm hồi quy sau khi điều chỉnh có tương hỗ với WSP	M				R	M	R	M	M			M	M	R	M	M		
Giải pháp phản cứng luôn vượt trội so với mô hình phản mềm: nếu mô hình phản mềm là bắt buộc thì giải pháp phản cứng là mở.																		

Thiết bị được sử dụng trên bộ thử	Thiết bị điều khiển điện tử WSP		Thiết bị điều khiển lực hãm động năng		Các cảm biến tốc độ <sup>a</sup>		Các van xả khí nén <sup>b</sup>		Các mô hình độ bám tiêu chuẩn: đường khô, đường phun chất tẩy rửa và dán giấy trơn	Các mô hình độ bám khác (dầu nhớt, mỡ chi, nhiên liệu/chất bẩn)	Độ bám thay đổi xảy ra tự nhiên	Mô hình động học bánh xe	Mô hình động học đoàn tàu	Mô hình động học thân xe/giá chuyển hướng/ bánh xe	Mô hình trạng thái bánh xe	Mô hình trạng thái đường ray	Mô hình lực hãm động năng	Mô hình lực hãm được lập với độ bám
	Phần cứng (H) hoặc phần mềm (S)																	
Sử dụng bộ thử	H	S	H	S	H	S	H	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
R Khuyến nghị M Bắt buộc																		
<p><sup>a</sup> Việc mô phỏng cảm biến tốc độ phải tạo ra dạng sóng tương đương như cảm biến tốc độ thực tế, giao diện về điện của bộ điều khiển WSP phải không được sửa đổi.</p> <p><sup>b</sup> Việc mô phỏng van xả và nguồn cấp khí nén phải được thẩm định qua các thử nghiệm trên thiết bị thực tế:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Độ trễ phản hồi tương đương của van;</li> <li>- Thời gian phản hồi tương đương;</li> <li>- Mức tiêu thụ khí nén tương đương trên cơ sở kích hoạt các van xả điển hình.</li> </ul> <p><sup>c</sup> Trong trường hợp này, phần cứng bị giới hạn đối với thiết bị điều khiển điện tử, bộ điều khiển kéo, động cơ điện kéo và việc truyền dẫn vẫn sẽ duy trì mô phỏng.</p>																		

## **B.2 Mô hình bám**

### **B.2.1 Tổng quan**

Mô hình mô phỏng độ bám phải thể hiện được các điều kiện chuẩn của đường và các điều kiện bất lợi khác.

Các đặc tính bám được tạo ra có thể dựa trên các mô hình lý thuyết hoặc dữ liệu đo đường thực tế.

Các đặc tính bám phải thể hiện được sự thay đổi của cấp độ bám lớn nhất với sự thay đổi khi trượt bánh xe. Trong khả năng có thể, độ phân giải không gian của đặc tính bám dính nên là các công thức tính toán riêng đối với độ bám có sẵn cho từng bộ trục bánh xe.

Việc mô phỏng độ bám phải mô hình hóa được các yếu tố làm thay đổi mức độ bám ở vùng tiếp xúc giữa đường ray và bánh xe.

### **B.2.2 Điều kiện bám không đổi**

#### **B.2.2.1 Điều kiện đường ray khô ráo**

Mô hình mô phỏng độ bám phải bao gồm các đặc tính bám thể hiện các mức bám mà cho phép tạo ra mức hiệu năng hãm danh nghĩa (không có sự can thiệp của WSP). Các đặc tính bám này phải được xây dựng từ dữ liệu trí tuệ nhân tạo hoặc từ dữ liệu đo đường.

#### **B.2.2.2 Điều kiện bám thấp được duy trì**

Mô hình mô phỏng độ bám phải bao gồm các đặc tính bám thể hiện các mức bám cực đại liên tục thay đổi theo các đặc tính trượt của các chất gây ô nhiễm đường ray thực tế. Các đặc tính bám lại này phải được xây dựng bằng cách sử dụng các mẫu dữ liệu đo đường kết hợp sử dụng trí tuệ nhân tạo để tạo ra một đặc tính bám cực đại liên tục.

### **B.2.3 Điều kiện bám thay đổi**

#### **B.2.3.1 Chất gây ô nhiễm nhân tạo**

Mô hình mô phỏng độ bám phải bao gồm các đặc tính bám thể hiện các chất gây ô nhiễm nhân tạo được sử dụng trong quá trình thử nghiệm trên đường. Những đặc tính bám này phải được xây dựng từ dữ liệu trí tuệ nhân tạo hoặc từ dữ liệu đo đường.

#### **B.2.3.2 Độ bám biến đổi xảy ra tự nhiên**

Mô hình mô phỏng độ bám phải bao gồm các đặc tính bám thể hiện các mức bám cực đại thay đổi theo các đặc tính trượt của các chất gây ô nhiễm đường ray xảy ra tự nhiên. Những đặc tính bám này phải được xây dựng bằng cách sử dụng dữ liệu từ đo đường.

## TCVN 13264:2021

Những chất này bao gồm:

- Dầu nhớt;
- Mỡ chì;
- Nhiên liệu;
- Bùn than;
- Lá cây;
- Ô nhiễm nước/rỉ sét.

### B.2.4 Các yếu tố điều chỉnh độ bám

#### B.2.4.1 Mối quan hệ giữa tốc độ và độ bám

Mô hình mô phỏng độ bám phải cho phép thay đổi độ bám cực đại của đặc tính bám theo tốc độ bắt đầu hãm của mô hình phương tiện thử nghiệm.

#### B.2.4.2 Bánh xe (tự) điều chỉnh

Mô hình mô phỏng độ bám phải có hệ số điều chỉnh tính toán được sự cải thiện độ bám tại một bộ trục bánh xe cụ thể phát sinh từ việc tự điều chỉnh bánh xe khi trượt. Hệ số này phải được tính riêng cho từng bộ trục bánh xe.

#### B.2.4.3 Điều chỉnh ray

Mô hình mô phỏng độ bám có hệ số điều chỉnh tính toán được sự cải thiện độ bám ở mỗi bộ trục bánh xe phát sinh từ tác dụng điều chỉnh áp dụng cho đường ray bằng cách điều chỉnh bộ trục bánh xe kế tiếp.

Trong một mô hình mô phỏng nhiều phương tiện, hệ số này phải được tính toán cho các bộ trục bánh xe tiếp theo.

### B.3 Mô hình mô phỏng thử nghiệm và hiệu năng

#### B.3.1 Tổng quan

Mô hình mô phỏng thử nghiệm và hiệu năng phải tính toán ra được hiệu năng của WSP liên quan đến đặc tính của phương tiện và đặc tính bám được sử dụng để thử nghiệm.

Mô hình mô phỏng thử nghiệm và hiệu năng phải thể hiện định dạng các kết quả mà có thể được sử dụng để xây dựng hiệu năng của WSP trong ứng dụng này.

**B.3.2 Hiệu năng mô phỏng**

Mô hình mô phỏng thử nghiệm và hiệu năng:

- a) Nên có một chu kỳ thời gian cho tất cả các tính toán của mô hình mà không lớn hơn một nửa chu kỳ thời gian của WSP;
- b) Phải báo cáo các sự cố trong mô hình cho toán tử mô phỏng nếu xảy ra.

**B.3.3 Yêu cầu thử nghiệm**

Mô hình mô phỏng thử nghiệm và hiệu năng phải:

- Cho phép mô hình hóa các độ dốc tăng và giảm;
- Bao gồm giai đoạn tăng tốc, duy trì và hãm trong quá trình thử nghiệm;
- Có các thiết bị điều khiển để điều chỉnh các tham số của từng giai đoạn thử nghiệm. Có thể bao gồm khoảng thời gian, tốc độ tăng tốc lớn nhất, tốc độ bắt đầu thử nghiệm hãm và tốc độ kết thúc.

**B.3.4 Hiệu năng dừng**

Mô hình mô phỏng thử nghiệm và hiệu năng phải bao gồm các yếu tố sau liên quan đến hiệu năng dừng:

- Khoảng cách hãm tuyệt đối (trên một phương tiện độc lập);
- Tỷ số khoảng cách hãm tuyệt đối so với khoảng cách hãm trên đường ray khô ráo (điều kiện về phương tiện như nhau).

Ngoài ra, mô hình mô phỏng thử nghiệm và hiệu năng phải bao gồm các yếu tố sau:

- Khoảng cách hãm tàu tuyệt đối;
- Tỷ số khoảng cách hãm tuyệt đối so với khoảng cách hãm sử dụng độ bám cực đại của đặc tính bám quy định.

**B.3.5 Hư hỏng bánh xe**

Mô hình mô phỏng thử nghiệm và hiệu năng phải bao gồm các yếu tố sau liên quan đến hư hỏng bánh xe:

- a) Nhận diện các bánh xe bị bó hãm trong quá trình thử nghiệm;
- b) Khoảng thời gian bánh xe bị bó hãm.

## TCVN 13264:2021

Ngoài ra, mô hình mô phỏng thử nghiệm và hiệu năng nên bao gồm:

- c) Dự báo hư hỏng phát sinh do trượt bánh xe quá mức mà không gây ra bó hãm.

### B.3.6 Hệ thống khí nén

Mô hình mô phỏng thử nghiệm và hiệu năng phải tính toán xác định các yếu tố sau đối với hệ thống khí nén:

- Tỷ lệ mức khí nén thực tế tiêu thụ trong quá trình thử nghiệm so với thử nghiệm trên đường ray khô ráo;
- Khoảng thời gian (giây) mà áp suất trong bình chịu áp lực giảm xuống dưới áp suất ra lệnh hãm.

Ngoài ra, mô hình mô phỏng thử nghiệm và hiệu năng cần tính toán xác định:

- Tổng thể tích khí nén mà hệ thống WSP tiêu thụ đối với phương tiện được mô hình hóa;
- Tốc độ dòng chảy trung bình (lít/phút) đối với phương tiện được mô hình hóa;
- Tốc độ dòng chảy lớn nhất (lít/phút) đối với phương tiện được mô hình hóa;
- Áp suất bình chịu áp lực chính và áp suất bình chịu áp lực trong quá trình thử nghiệm.

### B.3.7 Giới hạn đạt/không đạt

Mô hình mô phỏng thử nghiệm và hiệu năng nên:

- a) Thể hiện kết quả nếu thử nghiệm đã được thực hiện đạt/không đạt được xác định trong phạm vi các yêu cầu thử nghiệm bắt buộc trong tiêu chuẩn này;
- b) Cho phép đưa ra các giới hạn quy định cho người sử dụng nếu thử nghiệm không bắt buộc được yêu cầu.

### B.3.8 Trạng thái sự cố

Mô hình mô phỏng thử nghiệm và hiệu năng phải đưa ra các chế độ hư hỏng của WSP để phân tích trong quá trình thử nghiệm kiểu loại. Các hư hỏng bao gồm:

- Hở mạch cảm biến;
- Ngắn mạch cảm biến;
- Hở mạch van xả;

- Ngắn mạch van xả;
- Hoạt động của bộ đếm thời gian;
- Đầu ra của công tơ mét.

#### **B.3.9 Đầu ra của WSP**

Mô hình mô phỏng thử nghiệm và hiệu năng nên ghi lại:

- a) Các hiển thị sự cố của WSP;
- b) Hoạt động của van xả WSP;
- c) Vận tốc tham chiếu WSP.

### **B.4 Mô hình hiệu năng phương tiện**

#### **B.4.1 Tổng quan**

Mô hình hiệu năng phương tiện được sử dụng để thể hiện tính năng hoạt động của phương tiện liên quan đến hoạt động của WSP và tác động của nó đến hiệu năng dừng phương tiện/tàu nói chung. Trong mô hình hiệu năng phương tiện sẽ có những nội dung sau.

#### **B.4.2 Vật liệu ma sát**

Mô hình mô phỏng hiệu năng phương tiện bao gồm:

- a) Hệ số ma sát trung bình của vật liệu hãm;
- b) Sự thay đổi của giá trị hệ số ma sát theo vận tốc tàu ban đầu;
- c) Sự thay đổi của giá trị hệ số ma sát theo vận tốc bánh xe tức thời;
- d) Sự thay đổi của giá trị hệ số ma sát theo lực tiếp xúc;
- e) Đường kính hãm hiệu dụng.

#### **B.4.3 Lệnh hãm / lệnh thực thi hãm khí nén**

Mô hình mô phỏng hiệu năng phương tiện bao gồm:

- a) Tính toán xác định lực hãm so với áp suất yêu cầu;
- b) Độ trễ trong đường cong lực hãm tăng/giảm;



## TCVN 13264:2021

- c) Sự thay đổi lệnh hãm theo vận tốc (vận hành tốc độ cao);
- d) Mức nhu cầu hãm có thể xác định bởi người dùng.

### B.4.4 Động lực học bánh xe/giá chuyển hướng/thân xe

Mô hình mô phỏng hiệu năng phương tiện bao gồm:

- a) Các tác động do sự thay đổi đường kính bánh xe đến mô men quán tính bánh xe;
- b) Các sai lệch giữa các mô men quán tính bánh xe kéo theo và bánh xe có động cơ điện kéo;
- c) Các tác động do tải động và thoát tải của các bộ trục bánh xe;
- d) Các tác động do việc chuyển đổi trọng lượng thân xe thành hiệu năng hãm;

Việc mô phỏng hiệu năng phương tiện nên bao gồm:

- e) Các tác động của các lực giữa các phương tiện với nhau tác động đến hiệu suất hãm của tàu.

## B.5 Mô hình chức năng phương tiện

### B.5.1 Tổng quan

Mô hình chức năng phương tiện nên được sử dụng để mô phỏng các tín hiệu điều khiển phương tiện được WSP sử dụng để xác định trạng thái của WSP. Nhìn chung, các tín hiệu này không được ảnh hưởng đến kết quả thử nghiệm và được sử dụng chủ yếu để giao tiếp với WSP trở nên đơn giản hơn.

### B.5.2 Đầu vào chức năng

Mô hình mô phỏng chức năng phương tiện nên bao gồm:

- Chế độ hãm;
- Chế độ kéo (nếu khác với hãm);
- Lựa chọn chế độ (động cơ điện kéo/kéo theo/khác);
- Chế độ hãm khẩn cấp.

## B.6 Thảm định thiết bị mô phỏng

### B.6.1 Tổng quan

Yêu cầu chính đối với thiết bị mô phỏng là có thể thực hiện thử nghiệm kiểu loại và thực hiện các thử nghiệm ứng dụng của hệ thống WSP. Phương pháp truyền thống khi thực hiện thử nghiệm kiểu loại và

thử nghiệm hoạt động trên phương tiện là dựa trên các thử nghiệm trên đường có sử dụng chất tẩy rửa trong dung dịch.

Nguyên tắc chung đằng sau việc thẩm định thiết bị mô phỏng là tái tạo lại các phép đo đạt được khi các thử nghiệm được thực hiện trên đường đối với thử nghiệm kiểu loại và thử nghiệm hoạt động trên phương tiện. Chúng bao gồm:

- Các thử nghiệm trên đường ray khô ráo (hiệu năng hãm danh nghĩa);
- Các thử nghiệm trong điều kiện độ bám thấp (có chất tẩy rửa).

## **B.6.2 Thẩm định các bộ thử**

### **B.6.2.1 Tổng quan**

Để đánh giá WSP, bộ thử phải tái tạo lại được hoạt động thực tế của WSP trong quá trình hãm có độ bám thấp.

Để thẩm định bộ thử, độ tin cậy của việc tái tạo lại hoạt động thực tế phải được chứng minh. Đặc tính cơ bản của hãm có độ bám thấp là:

- a) Khoảng cách hãm;
- b) Thời gian hãm;
- c) Độ bám ban đầu;
- d) Giá trị trượt tương đối trung bình.

Để được thẩm định, bộ thử phải mô phỏng một thử nghiệm thực tế mà đã được thực hiện trên các tuyến đường. Tất cả các đặc tính được đề cập ở trên phải được thẩm tra đối với từng thử nghiệm.

### **B.6.2.2 Độ chính xác**

Thử nghiệm này phải được lựa chọn bằng cách lấy mẫu ngẫu nhiên từ các thử nghiệm được thực hiện phù hợp với tiêu chuẩn này.

Hệ thống WSP tương tự được sử dụng trong các thử nghiệm trên đường phải được lắp đặt trên bộ thử.

Việc mô phỏng phải được thực hiện bằng mô hình toán học có tính đến các đặc tính cơ học của phương tiện được sử dụng trong thử nghiệm trên đường.

Việc hiệu chuẩn của các thông số của mô hình bám có thể được tinh chỉnh để có được mô phỏng

TCVN 13264:2021

chính xác nhất của thử nghiệm đã chọn.

Độ chính xác mô phỏng được định nghĩa là tỷ lệ phần trăm sự cố giữa các giá trị cụ thể của thử nghiệm mô phỏng và các giá trị lấy từ thử nghiệm trên đường.

$$\text{Độ chính xác} = \left| \frac{\text{Giá trị mô phỏng}}{\text{Giá trị thực tế}} \times 100 - 100 \right| \quad (B.1)$$

Độ chính xác phải được tính toán đối với các giá trị cụ thể sau:

- a) Khoảng cách hãm: khoảng cách đo được từ khi bắt đầu hãm đến dừng;
- b) Thời gian hãm: thời gian đo được từ khi bắt đầu hãm đến dừng;
- c) Độ bám ban đầu được tính theo quy định trong mục 8.3.3.2;
- d) Giá trị trượt tương đối trung bình của tất cả các trục như được quy định trong mục 8.3.3.3.

Đối với từng giá trị mô phỏng cụ thể, độ chính xác phải nằm trong giới hạn được quy định trong Bảng B.2.

Bảng B.2

Tiêu chí	Độ chính xác %
Khoảng cách hãm m	5
Thời gian hãm s	5
Độ bám ban đầu	5
Giá trị trượt trung bình (Trung bình của tất cả các trục) %	6

B.6.2.3 Độ lặp lại

Bộ thử mô phỏng phải chứng minh rằng nó có thể tái tạo lại các điều kiện thực tế trong phạm vi sai lệch của các thử nghiệm trên đường.

Giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của từng giá trị cụ thể được sử dụng để tính toán độ chính xác của thiết bị mô phỏng phải được tính toán bằng cách sử dụng kết quả của bốn thử nghiệm trên đường ở điều kiện độ bám thấp hợp lệ. Các thử nghiệm này phải được thực hiện trên cùng một phương tiện

như được sử dụng để tính toán độ chính xác của thiết bị mô phỏng.

Thử nghiệm tương tự phải được lặp lại 10 lần trên bộ thử bằng cách dùng các thông số của phương tiện được sử dụng để tính toán độ chính xác của thiết bị mô phỏng và bộ thông số độ bám tiêu chuẩn. Giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của từng giá trị cụ thể được sử dụng để tính toán độ chính xác của thiết bị mô phỏng cũng phải được tính cho 10 thử nghiệm đó.

Đối với mỗi giá trị mô phỏng cụ thể, giá trị trung bình phải nằm trong phạm vi dải giá trị trung bình của các thử nghiệm trên đường  $\pm$  độ lệch chuẩn:

$$\text{Giá trị trung bình}_{\text{trên đường}} - \sigma_{\text{trên đường}} < \text{Giá trị trung bình}_{\text{mô phỏng}} < \text{Giá trị trung bình}_{\text{trên đường}} + \sigma_{\text{trên đường}} \quad (B.2)$$

Trong đó:

Giá trị trung bình<sub>trên đường</sub>      Giá trị trung bình của các thử nghiệm trên đường cho từng giá trị cụ thể;

$\sigma_{\text{trên đường}}$                       Độ lệch chuẩn của các thử nghiệm trên đường cho từng giá trị cụ thể;

Giá trị trung bình<sub>mô phỏng</sub>      Giá trị trung bình của các thử nghiệm mô phỏng cho từng giá trị cụ thể.

Với:

$$\sigma_{\text{trên đường}} = \sqrt{\frac{\sum |s_i - \bar{s}|^2}{n}} \quad (B.3)$$

Trong đó:

$s_i$               Là khoảng cách hãm đo được trong thử nghiệm  $i$ , sau khi hiệu chỉnh;

$\bar{s}$               Là khoảng cách hãm trung bình;

$n$               Là số lượng các thử nghiệm.

Đối với từng giá trị mô phỏng cụ thể, độ lặp lại phải nằm trong giới hạn của bảng bên dưới, trong đó độ lặp lại được xác định theo công thức:

$$\text{Độ lặp lại} = \left| \frac{\text{std}}{\text{Giá trị trung bình}} \times 100 - 100 \right| \quad (B.4)$$

Trong đó:

std            Là độ lệch chuẩn

Bảng B.3 – Độ lặp lại

Tiêu chí	Độ lặp lại %
Khoảng cách hãm m	94
Thời gian hãm s	94
Độ bám ban đầu	90
Giá trị trượt trung bình (Trung bình của tất cả các trục) %	75

Quy trình này phải được thực hiện đối với từng bộ thông số độ bám tiêu chuẩn.

Các mô hình phương tiện thay thế:

Đối với các mô hình phương tiện trước đây không được sử dụng trên thiết bị mô phỏng, tối thiểu, khoảng cách hãm trên đường ray khô ráo phải được sử dụng để thẩm định mô hình. Những khoảng cách này có thể lấy từ các thử nghiệm trên đường hoặc từ các công thức tính toán hãm theo một dải các tốc độ hãm.

### B.6.3 Quản lý

Thiết bị mô phỏng WSP phải đáp ứng các yêu cầu của TCVN ISO/IEC 17025:2017. Các hồ sơ cụ thể phải được lưu giữ:

- Phương pháp thẩm định và kết quả;
- Các thử nghiệm được thực hiện đối với các đơn vị vận hành đường sắt hoặc các tổ chức khác;
- Các thử nghiệm an toàn định kỳ;
- Hiệu chuẩn trang thiết bị.

## Phụ lục C

(Tham khảo)

### Ví dụ về các thử nghiệm trên thiết bị mô phỏng cụ thể

#### C.1 Thử nghiệm độ bám biến đổi xảy ra tự nhiên

##### C.1.1 Tổng quan

Các thử nghiệm này cung cấp một loạt các đặc tính bám thể hiện sát nhất các điều kiện có thể xảy ra trong quá trình khai thác. Các đặc tính bám được chọn thể hiện một phạm vi rộng hệ số bám ở các điều kiện bình thường (trên 0,1), thấp (0,05 đến 0,1) và rất thấp (dưới 0,05) thay đổi liên tục theo vị trí của đường. Để đảm bảo thử nghiệm WSP được thực nghiệm ngặt nhất có thể, một số đặc tính bám nên bắt đầu thử nghiệm ở độ bám thấp hoặc rất thấp và thay đổi thành độ bám cao hơn trong suốt chiều dài đặc tính bám còn các đặc tính bám khác thì phải được cấu hình ngược lại. Tốc độ thay đổi độ bám theo vị trí của đường phải phản ánh được tốc độ thay đổi độ bám thực tế xảy ra trong quá trình khai thác, ví dụ: khi tàu di chuyển từ khu vực cỏ lá rụng ẩm ướt đến khu vực có đường ray khô.

Vì các đặc tính bám thể hiện các điều kiện bám thay đổi nên không thể phân loại chúng theo một giá trị bám duy nhất. Tốt nhất nên phân loại theo mức độ nghiêm trọng và tần suất xảy ra và có thể được chia thành ba nhóm như sau:

- Loại 1: thường xuyên nhất nhưng ít nghiêm trọng nhất, khoảng cách hãm dưới 1 545 m;
- Loại 2: ít thường xuyên hơn nhưng nghiêm trọng hơn, khoảng cách hãm trong khoảng 1 545 - 1 745 m;
- Loại 3: ít thường xuyên nhất nhưng nghiêm trọng nhất, khoảng cách hãm vượt quá 1 745 m.

Mỗi bộ dữ liệu được phân loại theo khoảng cách hãm đạt được bằng cách sử dụng mô hình phương tiện 4 trục đơn giản vận hành có hệ thống WSP chuẩn làm việc ở độ trượt không đổi 5 % khi hãm từ vận tốc 145 km/h đến dừng.

Các đặc tính bám của đường đã chọn được sử dụng để thiết lập nếu thiết bị WSP:

- Sử dụng hiệu quả độ bám có sẵn (phần kéo dài khoảng cách hãm nhỏ nhất);
- Giảm thiểu hư hỏng bánh xe (không bị bó hãm bánh xe/hư hỏng bánh xe martensitic nhỏ nhất do trượt bánh xe);
- Sử dụng hiệu quả nguồn khí nén được lắp đặt (mức khí nén tiêu thụ nhỏ nhất);

**TCVN 13264:2021**

- Chứng minh việc quy định tham chiếu tốc độ WSP nội bộ là chuẩn (ngăn chặn sự thông khí không cần thiết).

Các thử nghiệm độ bám biến thiên xảy ra tự nhiên bao gồm đánh giá hệ thống WSP liên quan đến khả năng rút ngắn khoảng cách hãm, giảm thiểu hư hỏng bánh xe và mức tiêu thụ khí nén khi được thử nghiệm ở các độ bám đo được thay đổi từ 0,0 đến 0,1.

**C.1.2 Trình tự**

Hiệu năng WSP phải được đánh giá đối với từng kiểu loại phương tiện khác nhau đáng kể theo các cấu hình được quy định trong Bảng C.1 như sau.

**Bảng C.1 - Các cấu hình để đánh giá hiệu năng WSP**

Vận tốc	Tốc độ hãm	Tải	Kích thước bánh xe	Đặc tính bám
Thấp/cao	Khẩn cấp/thường hoàn toàn	Quá tải/tự nặng	Mới/đã mòn	Từ 1 đến n <sup>a</sup>

<sup>a</sup> n = tổng số bộ dữ liệu độ bám thấp (tối thiểu là 5)

Để thử nghiệm WSP theo các điều kiện thực tế, các thử nghiệm nên bao gồm các tác động tự nhiên của việc điều chỉnh độ bám do làm sạch mặt tiếp xúc giữa bánh xe và đường ray và độ bám so với tốc độ, nhưng nên bỏ qua các sự can thiệp trực tiếp của các đầu vào từ việc xả cát hoặc sự hoạt động các hệ thống khác.

Trình tự thử nghiệm này nên được cấu hình để đảm bảo rằng WSP được thử nghiệm đối với từng đặc tính bám kết hợp và các thông số kỹ thuật của phương tiện. Một bảng trình tự mẫu được thể hiện trong Bảng C.2.

**Bảng C.2 - Bảng ví dụ đối với trình tự thử nghiệm**

Vận tốc	Tốc độ hãm	Tải	Kích thước bánh xe	Đặc tính bám
Thấp <sup>a</sup>	Khẩn cấp	Quá tải	Mới	Tất cả
			Mòn hoàn toàn <sup>c</sup>	Tất cả
		Không tải	Mới	Tất cả
			Mòn hoàn toàn <sup>c</sup>	Tất cả
	Thường hoàn toàn	Quá tải	Mới	Tất cả
			Mòn hoàn toàn <sup>c</sup>	Tất cả
Không tải	Mới	Tất cả		
	Mòn hoàn toàn <sup>c</sup>	Tất cả		
Cao <sup>b</sup>	Khẩn cấp	Quá tải	Mới	Tất cả
			Mòn hoàn toàn <sup>c</sup>	Tất cả

Vận tốc	Tốc độ hãm	Tải	Kích thước bánh xe	Đặc tính bám
		Không tải	Mới	Tất cả
			Mòn hoàn toàn <sup>c</sup>	Tất cả
	Thường hoàn toàn	Quá tải	Mới	Tất cả
			Mòn hoàn toàn <sup>c</sup>	Tất cả
		Không tải	Mới	Tất cả
			Mòn hoàn toàn <sup>c</sup>	Tất cả

Khi vận tốc vận hành lớn nhất của phương tiện lớn hơn 160 km/h, số lần hãm dừng bổ sung hạn chế nên được thực hiện từ vận tốc lớn nhất của phương tiện, như được quy định trong B.3.1.

<sup>a</sup> Vận tốc thấp = 11,1 m/s (40 km/h)

<sup>b</sup> Vận tốc cao = 44,4 m/s (160 km/h) hoặc vận tốc phương tiện lớn nhất nếu khả thi.

<sup>c</sup> Mòn hoàn toàn = đường kính mòn hết.

### C.1.3 Đo và tiêu chí đạt/không đạt

#### C.1.3.1 Khoảng cách hãm

Hai giá trị sau phải được ghi lại đối với khoảng cách hãm:

- Tỷ lệ khoảng cách hãm đo được trên một đặc tính bám thử nghiệm so với điểm dừng lý tưởng dựa trên giá trị lớn nhất của độ bám có sẵn cho cùng một đặc tính bám thử nghiệm (Mô hình tìm kiếm độ bám cực đại) hoặc giới hạn trượt khác để so sánh khoảng cách hãm;
- Giá trị trung bình bằng số của từng giá trị trên đối với một bộ đặc tính bám thử nghiệm đầy đủ.

Các giá trị này được biểu diễn theo các công thức dưới đây:

$$\text{Phản kéo dài độc lập \%} = \frac{\text{Khoảng cách hãm thực tế, m (số đặc tính bám)}}{\text{Khoảng cách hãm lý thuyết, m (đỉnh của đặc tính bám bám tương tự)}}$$

Phản kéo dài trung bình, % = Trung bình của phản kéo dài độc lập (%) (trọn bộ đặc tính bám đầy đủ từ 1 đến n)

Các giới hạn phản kéo dài khoảng cách hãm độc lập được đưa ra trong Bảng C.3.

**Bảng C.3 - Các giới hạn phản kéo dài khoảng cách hãm độc lập**

Vận tốc bắt đầu hãm m/s (km/h)	Phản kéo dài khoảng cách hãm lớn nhất qua Mô hình tìm kiếm độ bám cực đại (PASM) %
11,1 (40)	90



TCVN 13264:2021

22,2 (80)	50
33,3 (120)	35
44,4 (160)	30

Phần kéo dài khoảng cách hãm trung bình được đưa ra trong Bảng C.4.

**Bảng C.4 - Phần kéo dài khoảng cách hãm trung bình**

Vận tốc bắt đầu hãm m/s (km/h)	Phần kéo dài khoảng cách hãm trung bình qua Mô hình tìm kiếm độ bám cực đại (PASM)
	%
11,1 (40)	27
22,2 (80)	13
33,3 (120)	7
44,4 (160)	4

#### C.1.3.2 Mức tiêu thụ khí nén

Mức tiêu thụ khí nén cho từng thử nghiệm đặc tính bám độc lập nên được đo phù hợp với 8.2.2.2, được thể hiện như sau:

$$\text{Tỉ số mức tiêu thụ khí nén} = \frac{\text{Mức khí nén được tiêu thụ bởi WSP trong thử nghiệm 1}}{\text{Mức khí nén được tiêu thụ bởi WSP trong thử nghiệm 1 trên đường khô ráo}} \quad (\text{tất cả các van đều thông})$$

Áp suất có sẵn trong bình chịu áp lực phục vụ hãm không nên được dự báo giảm xuống dưới áp suất hãm yêu cầu hoặc dưới mức áp suất yêu cầu của mọi bộ điều khiển tại bất kỳ thời điểm nào trong quá trình dừng hãm.

Giới hạn về mức tiêu thụ khí nén tương đối được đưa ra trong Bảng C.5.

**Bảng C.5 - Giới hạn mức tiêu thụ khí nén tương đối**

Vận tốc bắt đầu hãm m/s (km/h)	Tỉ số mức tiêu thụ khí nén lớn nhất %
11,1 (40)	15
22,2 (80)	20
33,3 (120)	25
44,4 (160)	30

#### C.1.3.3 Bó hãm bánh xe

Đối với mỗi điểm dừng mô phỏng, không nên tạo bó hãm bánh xe ở vận tốc trên 2,8 m/s (10 km/h).

Thiết bị mô phỏng phải có khả năng nhận diện tất cả các điều kiện trong quá trình thử nghiệm có thể dẫn đến hư hỏng nghiêm trọng mặt lăn bánh xe của một hoặc nhiều trục.

## C.2 Thử nghiệm điều kiện đường có độ bám thấp được duy trì (SLAC)

### C.2.1 Trình tự

Hiệu năng WSP nên được đánh giá đối với từng kiểu loại phương tiện khác nhau đáng kể về hiệu năng WSP (ví dụ hiệu năng hãm, tải trọng trục, khối lượng quay) trong các cấu hình như được thể hiện trong Bảng C.6.

**Bảng C.6 - Đánh giá hiệu năng WSP đối với kiểu loại phương tiện khác nhau đáng kể**

Vận tốc	Tốc độ hãm	Tải	Kích thước bánh xe	Đặc tính bám
Trung bình <sup>a</sup>	Khẩn cấp/thường nhẹ nhất	Quá tải/tự nặng	Mới/đã mòn	Từ 1 đến n <sup>b</sup>
<sup>a</sup> Vận tốc trung bình = 33,3 m/s (tương đương 120 km/h) <sup>b</sup> n = tổng số bộ dữ liệu độ bám thấp.				

Các đặc tính bám thử nghiệm đề xuất được đưa ra trong Bảng C.7.

**Bảng C.7 - Đặc tính bám thử nghiệm đề xuất**

Đặc tính bám	Mô tả
SLAC 6	Hệ số bám cực đại 0,06
SLAC 5	Hệ số bám cực đại 0,05
SLAC 4	Hệ số bám cực đại 0,04
SLAC 3	Hệ số bám cực đại 0,03
SLAC 2	Hệ số bám cực đại 0,02

### C.2.2 Đo và tiêu chí đạt/không đạt

#### C.2.2.1 Khoảng cách hãm

Không áp dụng cho thử nghiệm ở điều kiện đường có độ bám thấp được duy trì đối với thử nghiệm phương tiện trên chính tuyến.

#### C.2.2.2 Mức tiêu thụ khí nén

Mức tiêu thụ khí nén tương đối không áp dụng cho thử nghiệm ở điều kiện đường có độ bám thấp được duy trì.

Áp suất có sẵn trong bình chịu áp lực phục vụ hãm không nên được dự báo giảm xuống dưới áp suất hãm yêu cầu hoặc dưới mức áp suất yêu cầu của mọi bộ điều khiển tại bất kỳ thời điểm nào trong quá

## TCVN 13264:2021

trình hãm dừng.

Khoảng cách hãm và mức tiêu thụ khí nén không nên được ghi lại vì mức độ nghiêm trọng của thử nghiệm. Trong các điều kiện thử nghiệm, các tham số này không đại diện cho các giá trị khai thác.

### C.2.2.3 Bó hãm bánh xe

Đối với mỗi điểm dừng mô phỏng, không nên tạo bó hãm bánh xe ở vận tốc trên 2,8 m/s (10 km/h). Thiết bị mô phỏng phải có khả năng nhận diện tất cả các điều kiện trong quá trình thử nghiệm có thể dẫn đến hư hỏng nghiêm trọng mặt lăn bánh xe.

### C.2.3 Vận tốc tham chiếu WSP ( $v_{ref}$ )

Nếu được áp dụng, vận tốc tham chiếu WSP ( $v_{ref}$ ) không được vượt quá vận tốc thực tế ( $v_t$ ) của tàu tại bất kỳ thời điểm nào trong khi hãm dừng và nên duy trì lớn hơn 75 %  $v_t$  mọi lúc. Tuy nhiên, các khoảng thời gian ngắn mà  $v_{ref}$  lớn hơn  $v_t$  có thể được chấp nhận nếu khoảng thời gian đó không vượt quá 5 giây và không có van xả nào làm việc sai chức năng (chức năng giữ hãm hoặc chức năng thông khí) vì khoảng thời gian này.

## C.3 Vận tốc vận hành trên 160 km/h

### C.3.1 Tiêu chí

Khi tốc độ vận hành lớn nhất của phương tiện lớn hơn 160 km/h, một số thử nghiệm hãm dừng bổ sung hạn chế nên được thực hiện từ tốc độ vận hành lớn nhất của phương tiện. Những thử nghiệm hãm dừng này có thể được thực hiện bằng cách:

- a) Sử dụng bộ đặc tính bám biến thiên xảy ra tự nhiên tiêu chuẩn trong phạm vi tốc độ giới hạn từ tốc độ vận hành lớn nhất của phương tiện đến dừng;
- b) Sử dụng đặc tính bám nhân tạo (có thể bao gồm độ bám biến thiên xảy ra tự nhiên + đường cong có độ bám cao không đổi) có thể áp dụng cho toàn dải tốc độ của hệ thống khi thử nghiệm.

Các điều kiện phương tiện sau nên được thử nghiệm cho từng kiểu loại phương tiện khác nhau đáng kể:

- c) Bánh xe bị mòn (đường kính mòn);
- d) Quá tải;
- e) Tốc độ hãm có sẵn lớn nhất.

Với các tàu có khả năng hãm ở tốc độ trên 200 km/h, có thể yêu cầu tốc độ hãm khác ở tốc độ cao hơn. Các thử nghiệm trên thiết bị mô phỏng nên tính tới cả tốc độ hãm sai khác hoặc chia thử nghiệm

thành hai thử nghiệm riêng biệt.

### C.3.2 Trình tự

Hiệu năng WSP phải được đánh giá cho từng kiểu loại phương tiện khác nhau đáng kể theo các cấu hình như được nêu trong Bảng C.8.

**Bảng C.8 - Đánh giá hiệu năng WSP cho kiểu loại phương tiện khác nhau đáng kể**

Vận tốc	Tốc độ hãm	Tải	Kích thước bánh xe	Đặc tính bám
Lớn nhất	Khẩn cấp	Quá tải	Mới/đã mòn	Từ 1 đến n <sup>a</sup>
<sup>a</sup> n = tổng số bộ dữ liệu độ bám thấp.				

### C.3.3 Đo và tiêu chí đạt/không đạt

#### C.3.3.1 Khoảng cách hãm

Không yêu cầu phê duyệt nhưng nên được ghi lại.

#### C.3.3.2 Mức tiêu thụ khí nén

Không yêu cầu phê duyệt nhưng nên được ghi lại.

#### C.3.3.3 Bó hãm bánh xe

Đối với từng thử nghiệm hãm dừng được mô phỏng, không nên tạo bó hãm bánh xe ở vận tốc trên 2,8 m/s (10 km/h). Thiết bị mô phỏng phải có khả năng nhận diện tất cả các điều kiện trong quá trình thử nghiệm có thể dẫn đến hư hỏng nghiêm trọng mặt lăn bánh xe.

#### C.3.3.4 Vận tốc tham chiếu WSP ( $v_{ref}$ )

Vận tốc tham chiếu WSP ( $v_{ref}$ ) không được vượt quá vận tốc thực tế ( $v_t$ ) của tàu tại bất kỳ thời điểm nào trong khi hãm dừng và nên duy trì lớn hơn 75%  $v_t$  mọi lúc. Tuy nhiên, các khoảng thời gian ngắn mà  $v_{ref}$  lớn hơn  $v_t$  có thể được chấp nhận nếu khoảng thời gian đó không vượt quá 5 giây và không có van xả nào làm việc sai chức năng (chức năng giữ hãm hoặc chức năng thông khí) vì khoảng thời gian này.

## Phụ lục D

(Tham khảo)

### Các thử nghiệm tùy chọn

#### D.1 Các thử nghiệm hệ thống xả cát - Tiêu chí

Nếu hệ thống WSP được cấu hình để cung cấp bộ kích hoạt hệ thống xả cát từ bên ngoài thì nên thực hiện một số lần hãm dừng bổ sung để thiết lập các đặc tính hoạt động xả cát từ bộ điều khiển hệ thống WSP. Các thử nghiệm này nên xem xét tới tác động của sự thay đổi độ bám đối với việc kiểm soát thường xuyên thuật toán WSP, đặc biệt khi tất cả các trục không được hưởng lợi từ tác dụng xả cát (ví dụ: các trục không được xả cát dẫn đầu). Để đánh giá tác động tiềm ẩn đối với hiệu năng hãm của tàu, yêu cầu thuật toán điều chỉnh độ bám khi xả cát phải nằm trong phạm vi của thiết bị mô phỏng. Việc mô phỏng nên tính đến việc trục nào sẽ nhận cát và, nếu có thể, trục nào sẽ có lợi khi làm sạch nắm ray lầy tiến đối với các trục tiếp theo.

Các thử nghiệm hãm dừng này nên được thực hiện bằng cách sử dụng bộ đặc tính bám tiêu chuẩn ở điều kiện đường có độ bám thấp được duy trì và từ tốc độ bắt đầu hãm cao 160 km/h (44,7 m/s) hoặc tốc độ vận hành lớn nhất của phương tiện mà nhỏ hơn 160 km/h. Các thử nghiệm này nên được thực hiện trong các điều kiện sau đây và nên được lặp lại đối với từng kiểu loại phương tiện khác nhau đáng kể:

- a) Đối với mô hình quá tải có bánh xe bị mòn (đường kính mòn);
- b) Khi có lệnh hãm khẩn cấp, hãm thường hoàn toàn và hãm nhẹ;

Đối với mỗi thử nghiệm trên, tín hiệu kích hoạt xả cát WSP nên được ghi lại:

- c) Vận tốc tàu và vận tốc tham chiếu WSP;
- d) Các vận tốc của từng bộ bánh xe độc lập;
- e) Các giá trị áp suất trong xi lanh hãm.

Một đánh giá về tính ổn định của bộ điều khiển WSP nên được thực hiện từ các kết quả thử nghiệm này cùng với đánh giá về sự phù hợp của tín hiệu kích hoạt xả cát của WSP. Một tiêu chí thường được sử dụng là thiết bị xả cát được kích hoạt khi có bất kỳ bộ trục bánh xe nào trên phương tiện đang chịu một mức trượt đáng kể do độ bám thấp khi hãm.

Ví dụ: Trong trường hợp này, một mức trượt đáng kể thường được ghi nhận là một bộ trục bánh xe có trượt tương đối lớn hơn 5 %.

Thử nghiệm nên được tiến hành ở các tốc độ hãm thường danh nghĩa (trung gian) trên các đặc tính bám tiêu chuẩn được sử dụng để thử nghiệm WSP.

Đánh giá thử nghiệm nên bao gồm đánh giá tác động của việc xả cát đến vận tốc tham chiếu WSP.

Cũng nên có một số đánh giá tác động của việc xả cát đến hiệu năng hãm có độ bám thấp.

Đánh giá tác động của việc vận hành thiết bị xả cát có thể được thực hiện bằng cách giám sát hoạt động của WSP ở các thử nghiệm trên đường cùng với việc vận hành thiết bị xả cát lên đường ray để xử lý khi có độ bám thấp.

## D.2 Các thử nghiệm hệ thống hãm động năng - Tiêu chí

Nếu hệ thống WSP được cấu hình để tạo ra giao diện với bộ điều khiển được điều chỉnh từ hệ thống hãm động năng, thì nên thực hiện một số lần thử nghiệm hãm dừng bổ sung hạn chế để thiết lập các đặc tính hãm động năng khi điều khiển hệ thống WSP. Để đánh giá tác động tiềm ẩn của hệ thống hãm động năng đối với sự điều khiển thường xuyên của WSP và đối với hiệu năng hãm của tàu, thì yêu cầu đường cong phối hợp hãm phải được đưa vào thiết bị mô phỏng. Bản chất của đường cong phối hợp hãm đơn giản là sẽ thay đổi phù hợp với phản ứng hệ thống của thiết bị kéo và thuật toán thiết bị kéo có liên quan. Dữ liệu này cần được cung cấp bởi đơn vị cung cấp thiết bị kéo. Cách tiếp cận này giả thiết rằng đường cong phối hợp hãm có tác dụng loại bỏ lực hãm động năng trong điều kiện trượt bánh xe. Thay vào đó, hãm động năng tiếp tục điều chỉnh việc điều khiển hãm như là một phần của điều khiển WSP, thì nó sẽ yêu cầu hoạt động của hãm động năng phải được mô phỏng tinh vi hơn để hoạt động cùng với thiết bị WSP.

Các thử nghiệm hãm dừng này phải được thực hiện bằng cách sử dụng bộ đặc tính bám tiêu chuẩn và ở tốc độ bắt đầu hãm cao 160 km/h (44,4 m/s) hoặc tốc độ vận hành lớn nhất của phương tiện với loại phương tiện có tốc độ dưới 160 km/h. Nên được thực hiện trong các điều kiện phương tiện sau đây và nên được lặp lại cho từng kiểu loại phương tiện khác nhau đáng kể:

- a) Đối với mô hình quá tải có bánh xe bị mòn (đường kính mòn);
- b) Khi có lệnh hãm khẩn cấp, hãm thường hoàn toàn;
- c) Khi có lệnh hãm khẩn cấp, hãm nhẹ nhất;

Đối với mỗi thử nghiệm trên, tín hiệu kích hoạt hãm động năng WSP phải được ghi lại liên quan đến:

- d) Vận tốc tàu và vận tốc tham chiếu WSP;
- e) Các vận tốc của từng bộ trục bánh xe độc lập;
- f) Các áp suất trong xi lanh hãm.

## TCVN 13264:2021

Các thông số thử nghiệm ở trên là dựa trên giả thiết sử dụng hãm động năng loại đơn giản với đường cong phối hợp hãm cố định. Nếu sử dụng mô phỏng hãm động năng chủ động, nên thực hiện một bộ đặc tính bám đầy đủ các độ bám biến thiên xảy ra tự nhiên và các thử nghiệm ở điều kiện đường có độ bám thấp được duy trì.

Việc đánh giá hoạt động của hãm động năng có thể được thực hiện bằng cách giám sát hoạt động của WSP ở các thử nghiệm trên đường bằng thiết bị xả cát lên đường ray được xử lý với các giải pháp độ bám thấp.

### D.3 Các thử nghiệm đầu ra ngoại vi - Tiêu chí

Nếu một hệ thống WSP có thể được sử dụng để giao tiếp với một hệ thống chính khác của tàu, khuyến nghị nếu cần, các tín hiệu điều khiển hệ thống này từ WSP (và ngược lại) nên được ghi lại cùng với hoạt động WSP. Để thiết lập các đặc tính của các đầu vào này, dữ liệu này có thể được ghi lại trong khi thực hiện các thử nghiệm độ bám biến thiên xảy ra tự nhiên khác hoặc thay thế như một bộ các thử nghiệm riêng biệt.

Các tiêu chí để thử nghiệm và các trình tự thường phải được phát triển riêng cho các thiết bị bên ngoài liên quan. Tối thiểu, các thử nghiệm hãm dừng nên được thực hiện bằng cách sử dụng một bộ đặc tính bám biến thiên xảy ra tự nhiên tiêu chuẩn và ở vận tốc hãm ban đầu cao 160 km/h (44,7 m/s) hoặc vận tốc vận hành lớn nhất của phương tiện đối với phương tiện có vận tốc lớn nhất nhỏ hơn 160 km/h. Chúng nên được thực hiện đối với các điều kiện phương tiện sau đây và nên được lặp lại cho từng kiểu loại phương tiện khác nhau đáng kể:

- a) Đối với mô hình quá tải có bánh xe bị mòn (đường kính mòn);
- b) Khi có lệnh hãm khẩn cấp, hãm thường hoàn toàn, hãm nhẹ nhất;

Đối với mỗi thử nghiệm trên, đầu ra hoạt động WSP phải được ghi lại sao cho các thay đổi về trạng thái tín hiệu đầu ra có thể dễ dàng liên quan đến đầu ra đồ họa từ thiết bị mô phỏng thể hiện:

- c) Vận tốc tàu và vận tốc tham chiếu WSP;
- d) Các vận tốc của từng bộ trục bánh xe độc lập;
- e) Các áp suất trong xi lanh hãm.

Sau đó giao diện đầu vào/đầu ra có thể được đánh giá.

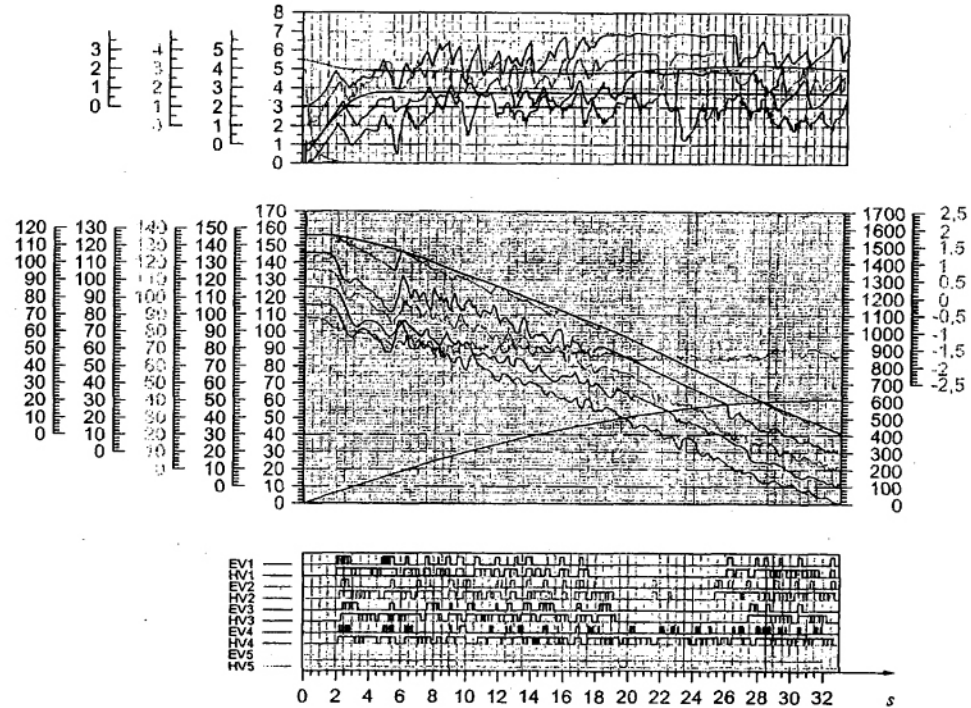
Phụ lục E

(Tham khảo)

Sơ đồ thử nghiệm WSP thực tế điển hình

Sơ đồ điển hình của thử nghiệm hãm WSP thực tế được thể hiện trên hình E.1.

- |                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| Áp suất<br>bar  | — Ống hãm chính       |
|                 | — Van phân phối       |
|                 | — Xi lanh 1           |
|                 | — Xi lanh 2           |
|                 | — Xi lanh 3           |
|                 | — Xi lanh 4           |
|                 | — Bình chịu áp lực    |
|                 | — Áp suất F           |
| Vận tốc<br>km/h | — Vận tốc phương tiện |
|                 | — Vận tốc tham chiếu  |
|                 | — Bộ trục bánh 1      |
|                 | — Bộ trục bánh 2      |
|                 | — Bộ trục bánh 3      |
|                 | — Bộ trục bánh 4      |
|                 | — Khoảng cách hãm     |
|                 | — Gia tốc giảm tốc    |



Trong đó:  
EV Van xả  
HN Van giữ

Hình E.1 - Sơ đồ thử nghiệm WSP thực tế điển hình



## Phụ lục F

(Tham khảo)

### Giám sát trong khai thác

Trong trường hợp các thử nghiệm tùy chọn được yêu cầu bởi đơn vị vận hành đường sắt hoặc đơn vị sản xuất phương tiện, việc giám sát trong khai thác về việc thỏa mãn hiệu năng của hệ thống yêu cầu được thực hiện trên ít nhất 5 phương tiện trong khoảng thời gian một năm.

Giám sát trong khai thác chỉ được áp dụng một phần đối với thử nghiệm kiểu loại thiết bị và không bắt buộc nếu thiết bị đã được thử nghiệm thành công trong thử nghiệm khai thác với một đơn vị khai thác đường sắt khác. Chỉ áp dụng đối với các thiết bị mới cũng như các hệ thống mới.

Các thông số cần giám sát bao gồm:

- Nghiệm thu trực quan;
- Hở mạch/ngắn mạch van xả và cảm biến tốc độ;
- Hư hỏng bộ giám sát thời gian Watchdog;
- Các điều kiện áp suất khí nén thấp và khoảng cách hãm bị vượt;
- Chất lượng chẩn đoán.

Trong trường hợp việc giám sát trong khai thác được yêu cầu, việc thiếu chức năng giám sát không ngăn cản việc phê duyệt thiết bị đó.

Tiêu chí đạt/không đạt: hiệu năng và độ tin cậy của (các) bộ phận/hệ thống phải thỏa mãn, bao gồm không có hư hỏng bánh xe mà có thể làm cho hiệu năng WSP bị suy giảm.

**Phụ lục G**

(Tham khảo)

**Các cấu hình hệ thống hãm****G.1 Điều khiển từng giá chuyển hướng**

Đối với các thử nghiệm hiệu năng của hệ thống WSP điều khiển từng giá chuyển hướng trên một phương tiện độc lập, mọi sự cải thiện về độ bám đạt được bởi trục dẫn đầu sẽ không có lợi cho các trục khác trên giá chuyển hướng đó. Do đó, trong điều kiện độ bám thấp, việc giảm hiệu năng dừng được kỳ vọng hơn so với việc điều khiển từng trục.

**G.2 Điều khiển từng toa xe hàng**

Đối với các thử nghiệm hiệu năng của hệ thống WSP điều khiển từng giá chuyển hướng trên một toa xe hàng độc lập, mọi sự cải thiện về độ bám đạt được bởi các trục dẫn đầu sẽ không có lợi cho các trục khác trên toa xe đó. Do đó, trong điều kiện độ bám thấp, việc giảm hiệu năng dừng sẽ được kỳ vọng hơn. Phần kéo dài khoảng cách hãm so với khoảng cách hãm trên đường ray khô ráo trong chế độ điều khiển từng toa xe hàng có thể gấp bốn lần so với việc điều khiển từng trục.

Nhìn chung, lợi ích của việc lắp WSP cho hệ thống điều khiển trên từng toa xe hàng là để giảm hư hỏng bánh xe và có thể không phù hợp với các hệ thống mà hiệu năng dừng là yêu cầu chính.

**Thư mục tài liệu tham khảo**

- [1] EN 13452-1, Railway applications - Braking - Mass transit brake systems - Part 1: Performance requirements (Ứng dụng đường sắt - Hệ thống hãm - Hệ thống hãm của phương tiện vận tải khối lượng lớn - Phần 1: Các yêu cầu về hiệu năng).
- [2] EN 13452-2, Railway applications - Braking - Mass transit brake systems - Part 2: Methods of test (Ứng dụng đường sắt - Hệ thống hãm - Hệ thống hãm của phương tiện vận tải khối lượng lớn - Phần 2: Phương pháp thử).
- [3] EN 15355, Railway applications - Braking - Distributor valves and distributor-isolating devices (Ứng dụng đường sắt - Hệ thống hãm - Van phân phối và thiết bị cô lập van phân phối).
- [4] EN 50121-3-1, Railway applications - Electromagnetic compatibility - Part 3-1: Rolling stock - Train and complete vehicle (Ứng dụng đường sắt - Tương thích điện từ - Phần 3-1 - Phương tiện giao thông đường sắt - Tàu và phương tiện hoàn chỉnh).
- [5] GM/GN 2695, Guidance on Testing of Wheel Slide Protection Systems fitted on Rail Vehicles (Hướng dẫn thử nghiệm hệ thống bảo vệ trượt bánh xe được lắp trên phương tiện giao thông đường sắt).
- [6] CEN/TR 17315, Railway applications - Braking - Stopping distance calculations for Wheel Slide Protection (Ứng dụng đường sắt - Hệ thống hãm - Tính toán khoảng cách hãm đối với thiết bị bảo vệ trượt bánh xe).
- [7] EN 15595:2018, Railway applications - Braking - Wheel slide protection (Ứng dụng đường sắt - Hệ thống hãm - Bảo vệ chống trượt bánh xe).
-