

Mục lục

Lời nói đầu.....	5
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và chữ viết tắt.....	8
3.1 Thuật ngữ và định nghĩa.....	8
3.2 Ký hiệu và chữ viết tắt.....	16
4 Nguyên tắc thiết kế.....	16
4.1 Hệ thống hãm.....	16
4.2 Hệ số tải trọng.....	17
4.3 Các vấn đề cơ bản về hãm.....	18
4.4 Các yêu cầu vận dụng.....	19
4.5 Các yêu cầu về hoạt động.....	19
4.6 Tác động của hư hỏng hệ thống hãm.....	20
4.7 Các hệ thống hãm được điều khiển tự động.....	21
4.8 Kết cấu hệ thống hãm.....	22
5 Các yêu cầu đối với hệ thống hãm trên đoàn tàu đường sắt nhẹ.....	23
5.1 Các đặc tính của đoàn tàu đường sắt nhẹ.....	23
5.2 Các giá trị tính năng hãm.....	24
5.3 Mức tải trọng.....	26
5.4 Phương pháp hãm.....	26
6 Các yêu cầu đối với hệ thống hãm trên đoàn tàu đường sắt đô thị metro.....	27
6.1 Các đặc tính của đường sắt đô thị metro.....	27
6.2 Các giá trị tính năng hãm.....	28

TCVN 11805 : 2017

6.4	Phương pháp hãm.....	30
7	Các yêu cầu đối với hệ thống hãm trên đoàn tàu khách chạy điện giữa các đô thị.....	31
7.1	Các đặc tính của các đoàn tàu khách chạy điện giữa các đô thị.....	31
7.2	Các giá trị tính năng hãm.....	31
7.3	Mức tải trọng.....	33
7.4	Phương pháp hãm.....	33
8	Các yêu cầu thử nghiệm hệ thống hãm đường sắt đô thị.....	34
8.1	Tổng quan.....	34
8.2	Các yêu cầu thử nghiệm kiểu loại.....	35
8.3	Các yêu cầu thử nghiệm thông thường.....	39
8.4	Tài liệu.....	41
9	Phương pháp thử nghiệm.....	43
9.1	Thử nghiệm hãm khẩn/hãm an toàn/hãm thường.....	43
9.2	Thử nghiệm hãm đỗ.....	44
9.3	Thử nghiệm hãm giữ.....	45
9.4	Thử nghiệm trên đường dưới các điều kiện bám dính bị suy giảm.....	45
9.5	Thử nghiệm mô phỏng dưới các điều kiện bám dính bị suy giảm.....	46

Lời nói đầu

TCVN 11805 : 2017 được xây dựng trên cơ sở tham khảo tiêu chuẩn châu Âu EN 13452-1:2003 và EN 13452-2:2003

TCVN 11805 : 2017 do Cục Đăng kiểm Việt Nam biên soạn, Bộ Giao thông vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn – Đo lường – Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Đường sắt đô thị – Hệ thống hãm – Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử

Urban railway – Brake system – Technical requirements and testing methods

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu về tính năng hoạt động và phương pháp thử đối với hệ thống hãm của phương tiện đường sắt đô thị, chạy bằng bánh sắt và được dẫn hướng bằng ray thép hoặc các phương thức khác tương đương.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các phương tiện vận hành trên:

- Đường sắt nhẹ;
- Đường sắt metro;
- Đường sắt chạy điện chở khách giữa các đô thị;

Tiêu chuẩn này không áp dụng cho các hệ thống vận tải đặc biệt, ví dụ: đường sắt một ray kiểu treo, các đường kiểu rãnh và bánh răng, các khai thác riêng biệt như đường sắt tham quan, các phương tiện có nhiệm vụ đặc biệt...

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 11805 : 2017

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.

3 Thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và chữ viết tắt

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

3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

3.1.1 Đoàn tàu (train)

Một phương tiện hoặc một số phương tiện/phương tiện ghép được móc nối với nhau vận hành trên hệ thống đường sắt đô thị (xem Bảng 1).

Bảng 1 – Xác định dạng lập tàu

Chung giá chuyển hướng	Không chung giá chuyển hướng
Phương tiện / phương tiện ghép – Dạng vận hành tối thiểu của các toa xe chung giá chuyển hướng	Phương tiện – Mọi toa xe độc lập chạy bằng bộ phận chạy của nó Phương tiện ghép – Dạng vận hành tối thiểu bao gồm một hoặc nhiều phương tiện không chung giá chuyển hướng được nối với nhau
Đoàn tàu – Mọi dạng lập tàu vận hành trong khai thác, có thể bao gồm một hoặc nhiều phương tiện ghép được móc nối với nhau	Đoàn tàu – Mọi dạng lập tàu có thể vận hành trong khai thác, có thể là một phương tiện đơn lẻ hoặc một hoặc nhiều phương tiện ghép được móc nối với nhau

3.1.2 Lái tàu (driver)

Người điều khiển thủ công việc vận hành của đoàn tàu.

3.1.3 Sự giảm tốc (retardation)

Kết quả do lực tác động ngược với chiều chuyển động làm giảm tốc độ của đoàn tàu.

3.1.4 Lực giảm tốc (retarding force)

Tổng của tất cả các lực tham gia vào việc giảm tốc của đoàn tàu, bao gồm cả lực cản đoàn tàu.

3.1.5 Quá trình hãm (braking)

Quá trình tạo ra lực để ngăn cản sự di chuyển của đoàn tàu đang chạy hoặc để ngăn cản sự phát sinh di chuyển của đoàn tàu đang đứng yên.

3.1.6 Thiết bị hãm (brake equipment)

Thiết bị có chức năng chính là tạo ra quá trình hãm.

3.1.7 Hệ thống hãm (brake system)

Sự kết hợp của các phương thức (phần cứng và phần mềm) để đạt được các yêu cầu hãm của đoàn tàu ở một mức độ an toàn đã chọn.

CHÚ THÍCH: Hệ thống hãm bao gồm thiết bị điều khiển, cơ cấu thực hiện và thiết bị tiêu tán năng lượng.

3.1.8 Các chức năng hãm**3.1.8.1 Hãm thường** (service braking)

Hãm thường được sử dụng dưới sự điều khiển của lái tàu và/hoặc thiết bị lái tàu tự động để kiểm soát tốc độ đoàn tàu.

3.1.8.2 Hãm thường hoàn toàn (full service braking)

Mức độ tối đa có thể của hãm thường.

3.1.8.3 Hãm khẩn (emergency braking)

Quá trình hãm với quãng đường hãm ngắn nhất và đảm bảo tối đa an toàn của hành khách, nhân viên và những người không tham gia giao thông đường sắt.

CHÚ THÍCH 1: Hệ thống hãm khẩn có khả năng đưa đoàn tàu theo mối quan hệ tốc độ - khoảng cách hãm xác định ở các mức độ giảm tốc và chấn động quy định tương ứng với an toàn của cộng đồng và nhân viên.

Các chế độ hãm khẩn khác nhau được xác định tương ứng với hành động bắt đầu như dưới đây. Tính năng hãm đạt được cho từng chế độ hãm khẩn này không nhất thiết cần phải khác nhau. Có thể chấp nhận nhóm 2 hoặc nhiều chế độ cùng nhau khi quy định kỹ thuật cho hệ thống hãm khẩn đối với một đoàn tàu cụ thể.

Chế độ	Phương pháp chính bắt đầu xử lý
Hãm khẩn cấp 1	Cảnh báo lái tàu, hoặc ATO
Hãm khẩn cấp 2	Báo động hành khách
Hãm khẩn cấp 3	Lái tàu tác dụng thông qua vị trí được chỉ định trên tay hãm, hoặc hệ thống ATP
Hãm khẩn cấp 4	Người có thẩm quyền điều khiển thông qua tay hãm riêng

3.1.8.4 Hãm an toàn (security braking)

TCVN 11805 : 2017

Hãm nhằm đạt được mức độ tích hợp hệ thống cao hơn hãm thường và hãm khẩn (đảm bảo thêm tác dụng hãm); tính năng hãm có thể ở mức độ thấp hơn mức độ trong hãm khẩn hoặc hãm thường.

CHÚ THÍCH: Có thể được đơn vị vận hành yêu cầu cụ thể

3.1.8.5 Hãm điều chỉnh tốc độ (drag braking)

Hãm được sử dụng để kiểm soát tốc độ đoàn tàu trên dốc ở giá trị không đổi.

3.1.8.6 Hãm duy trì (irrevocable braking)

Hãm được duy trì cho tới khi đoàn tàu được dừng lại.

3.1.8.7 Hãm cố định (immobilisation braking)

Hãm được sử dụng để không cho đoàn tàu đang đứng yên di chuyển được dưới các điều kiện quy định.

3.1.8.8 Hãm giữ (holding brake)

Hãm để giữ đoàn tàu có tải trọng nhất định đứng yên trong một thời gian.

3.1.8.9 Hãm đỗ (parking brake)

Hãm để giữ đoàn tàu với tải trọng nhất định lâu dài trên độ dốc nhất định

3.1.9 Phương pháp hãm

Các phương pháp hãm sau là các cách đạt được chức năng hãm được yêu cầu.

3.1.9.1 Hãm động năng (dynamic braking)

Thuật ngữ chung nói về phương pháp hãm chỉ có tác dụng khi đoàn tàu đang di chuyển.

3.1.9.2 Hãm điện động (Electro-dynamic brake)

Hãm động năng với động cơ điện kéo được sử dụng như máy phát điện:

- Khi dòng điện sinh ra được cấp vào điện trở, được gọi là hãm điện trở;
- Khi dòng điện sinh ra quay về nguồn cấp điện, được gọi là hãm tái sinh.

3.1.9.3 Hãm ma sát (friction braking)

Hãm bằng cách tác dụng block hãm hoặc guốc vào mặt lăn bánh xe hoặc đĩa hãm hoặc bằng cách ép má hãm vào đĩa hãm.

CHÚ THÍCH: Trong tất cả các trường hợp, lực kẹp phanh ma sát có thể bằng lực đàn hồi tác dụng của block phanh hoặc má phanh. Nhà phanh sau đó bằng khí nén, điện hoặc thủy lực.

3.1.9.4 Phanh khí nén (pneumatic brake)

Lực phanh ma sát và việc điều khiển thực hiện được bằng khí nén.

3.1.9.5 Phanh điện khí nén (Electropneumatic brake)

Lực ma sát tác dụng bằng khí nén và việc điều khiển thực hiện bằng điện.

3.1.9.6 Phanh điện cơ (Electromechanical brake)

Lực phanh ma sát tác dụng bằng lực điện từ và việc điều khiển được thực hiện bằng điện.

3.1.9.7 Phanh ray từ trường (magnetic track brake)

Phanh sử dụng ma sát giữa guốc từ và ray.

CHÚ THÍCH: Phanh này bao gồm cả phanh điện từ và phanh đường ray nam châm vĩnh cửu, trong đó phanh đường ray nam châm vĩnh cửu là phương thức phanh bằng lực từ trường ngược chiều di chuyển của phương tiện, phát sinh trên một tấm dẫn điện di chuyển lắp trên phương tiện khi tấm này ở giữa các miếng nam châm vĩnh cửu bố trí dưới đường.

3.1.9.8 Phanh dòng xoáy (eddy current brake)

Phanh sử dụng dòng Fuco để tạo ra lực phanh mà không tiếp xúc với đĩa, bánh xe hoặc ray.

3.1.9.9 Chống trượt bánh xe (wheelslide protection)

Hệ thống tối ưu hóa tính năng hoạt động phanh và để bảo vệ chống lại hư hại cho bộ trục bánh trong quá trình phanh ở các điều kiện bám dính kém giữa bánh/ray.

3.1.9.10 Phối hợp phanh (brake blending)

Tương tác giữa hai (hoặc nhiều) phương thức phanh để đạt được mức độ giảm tốc theo yêu cầu.

3.1.10 Kiểm soát tải trọng (load control)

Việc điều chỉnh lực phanh trong hệ thống phanh phù hợp với tải trọng, với mục đích là duy trì sự giảm tốc không đổi với bất kỳ tải trọng nào.

3.1.11 Đặc tính phanh (Braking response)

Đồ thị thay đổi lực phanh theo hàm thời gian từ thời điểm vận hành thiết bị điều khiển phanh tới thời điểm đạt được lực phanh có tác dụng ở một giá trị quy định.

3.1.12 Độ ổn định tự nhiên (*Natural stability*) (cho một dải tốc độ quy định)

Đặc tính của hệ thống hãm có lực hãm tăng lên hoặc gần như không đổi khi tốc độ tăng lên mà không cần thiết phải điều chỉnh hoặc sử dụng thiết bị tự động.

3.1.13 Cơ chế hãm (*mechanics of braking*)

3.1.13.1 Lực hãm (*brake force*)

Lực tác dụng bởi bất kỳ phương pháp hãm nào (ma sát, động lực, đường ray) để giảm tốc cho đoàn tàu.

3.1.13.2 Khối lượng tĩnh (*static mass*)

Khối lượng đoàn tàu ở trạng thái đứng yên.

3.1.13.3 Khối lượng quay (*rotational mass*)

Khối lượng tương đương với khối lượng có mô men quán tính của bộ trục bánh và các bộ phận quay được liên kết với nhau của đoàn tàu.

3.1.13.4 Khối lượng động (*dynamic mass*)

Tổng của khối lượng tĩnh và khối lượng quay.

3.1.13.5 Khối lượng vận hành (*operating mass*)

Khối lượng tĩnh của đoàn tàu khi được trang bị đầy đủ để vận hành khai thác hành khách, nhưng chưa có hành khách trên tàu (tương đương với T R – không tải)

CHÚ THÍCH: Thực tế, thuật ngữ tải trọng vận hành thường được sử dụng thay cho khối lượng vận hành.

3.1.13.6 Tải trọng chuyên chở (*pay load*)

Khối lượng của hành khách và hành lý chở trên tàu.

3.1.13.7 Bám dính (*adhesion*)

Hiện tượng tương tác vật lý truyền lực tiếp tuyến ở bề mặt tiếp xúc giữa bánh xe/ray hoặc bánh xe/đường.

3.1.13.8 Hệ số bám (*coefficient of adhesion*)

Giá trị mối quan hệ giữa lực tiếp tuyến và áp lực tại bề mặt tiếp xúc giữa bánh xe/ray hoặc bánh xe/đường.

3.1.13.9 Hãm do bám dính (*adhesion dependent braking*)

Hãm có lực giảm tốc được hỗ trợ bởi bám dính.

3.1.13.10 Hãm không do bám dính (adhesion independent braking)

Hãm có lực giảm tốc không được hỗ trợ bởi bám dính.

3.1.14 Động lực học hãm (dynamics of braking)

Các thuật ngữ và định nghĩa theo thời gian dưới đây giả thiết là thời gian trễ tại thời điểm thay đổi tín hiệu điều khiển hãm. Thời điểm này đoàn tàu ở trạng thái nhả hãm hoàn toàn.

CHÚ THÍCH: Xem điều 9 về các phương pháp đo đạc hoặc ước lượng những giá trị này.

3.1.14.1 Thời gian trễ (delay time)

Khoảng thời gian tính từ khi bắt đầu hiệu lệnh hãm (chủ động hoặc bị động) và kết thúc khi đạt được 10 % gia tốc giảm quy định.

3.1.14.2 Thời gian tác dụng hãm (build-up time)

Khoảng thời gian tính từ khi kết thúc thời gian trễ và kết thúc khi đạt được 90 % gia tốc giảm được quy định.

3.1.14.3 Thời gian phản hồi (response time)

Khoảng thời gian trễ khi thay đổi hiệu lệnh hãm (chủ động hoặc bị động) và kết thúc khi đạt được 90 % gia tốc giảm được quy định. Thời gian phản hồi tương ứng với thời gian trễ cộng với thời gian tác dụng hãm.

3.1.14.4 Thời gian phản hồi tương đương (equivalent response time)

Thời gian phản hồi theo lý thuyết được sử dụng để tính toán khoảng cách dừng; trong khoảng thời gian này, gia tốc giảm theo lý thuyết bằng 0; sau thời gian này, gia tốc giảm là a_e . Thời gian này gọi là t_e .

CHÚ THÍCH: Trong thực tế, thời gian này có thể được tính toán từ đặc tính hãm thực tế như mô tả trong Hình 1

3.1.14.5 Khoảng cách dừng (stopping distance)

Khoảng cách từ khi bắt đầu tác dụng hãm cho tới khi dừng đoàn tàu.

3.1.14.6 Khoảng cách hãm (braking distance)

Khoảng cách theo lý thuyết sau thời gian t_e được tính toán sử dụng phương pháp mô tả trong 5.5.1.

3.1.15 Chấn động (jerk)

TCVN 11805 : 2017

3.1.15.1 Chấn động tức thời (instantaneous jerk)

Đạo hàm cấp 1 của gia tốc giảm theo thời gian.

3.1.15.2 Chấn động trung bình (average jerk)

Biến thiên gia tốc hoặc gia tốc giảm tương ứng với khoảng thời gian xác định.

3.1.16 Gia tốc giảm (decelerations)

3.1.16.1 Gia tốc giảm tức thời (Instantaneous decelerations)

Giá trị tuyệt đối của đạo hàm cấp 1 tốc độ theo thời gian (trong quá trình hãm)

3.1.16.2 Gia tốc giảm tương đương (equivalent decelerations)

Giá trị lý thuyết không đổi được sử dụng để tính toán khoảng cách hãm. Gọi là a_e

CHÚ THÍCH:: Thực tế, gia tốc giảm này có thể được tính toán từ hoạt động hãm thực tế và tốc độ bắt đầu hãm.

3.1.16.3 Gia tốc giảm danh nghĩa (nominal deceleration)

Gia tốc giảm được đơn vị vận hành phương tiện yêu cầu trong các điều kiện:

- Trên đường đồng mức và đường thẳng;
- Ứng với tải trọng xác định;
- Hệ thống hãm được bảo trì tốt và đầy đủ chức năng;
- Hệ số bám đầy đủ;
- Với các tốc độ xác định

3.1.17 Thử nghiệm (Test)

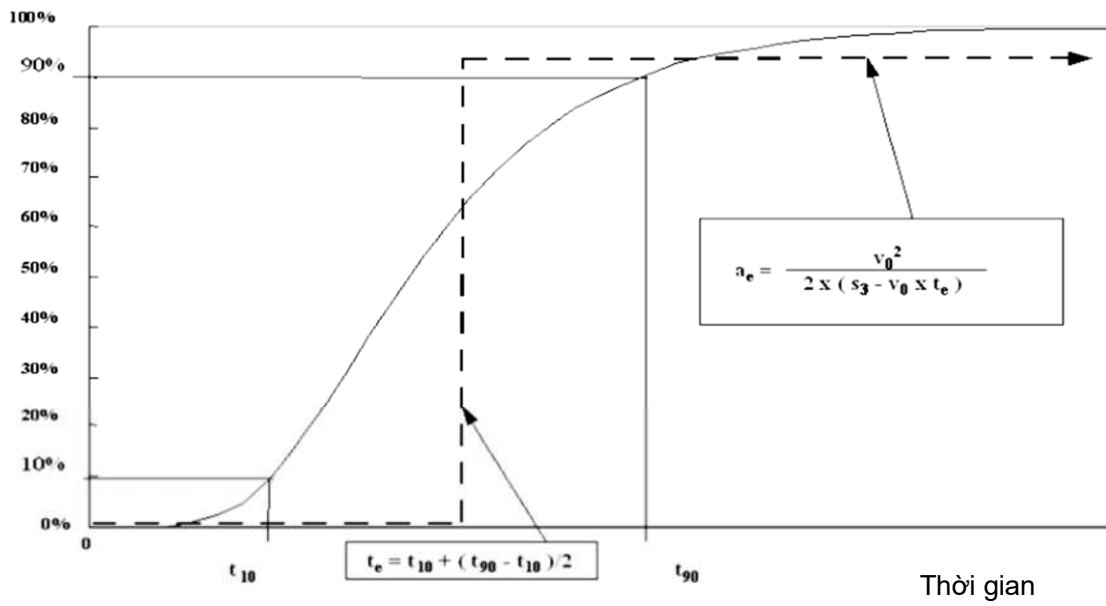
3.1.17.1 Thử nghiệm kiểu loại (Type test)

Thử nghiệm hệ thống hãm trên một phương tiện ghép hoặc một đoàn tàu để kiểm tra thiết kế, và quá trình chế tạo có đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật và tiêu chuẩn liên quan.

3.1.17.2 Thử nghiệm thông thường (Routine test)

Thử nghiệm hệ thống hãm trên từng phương tiện ghép hoặc đoàn tàu sau khi chế tạo để xác nhận liệu nó có phù hợp với chỉ tiêu được quy định.

Gia tốc giảm

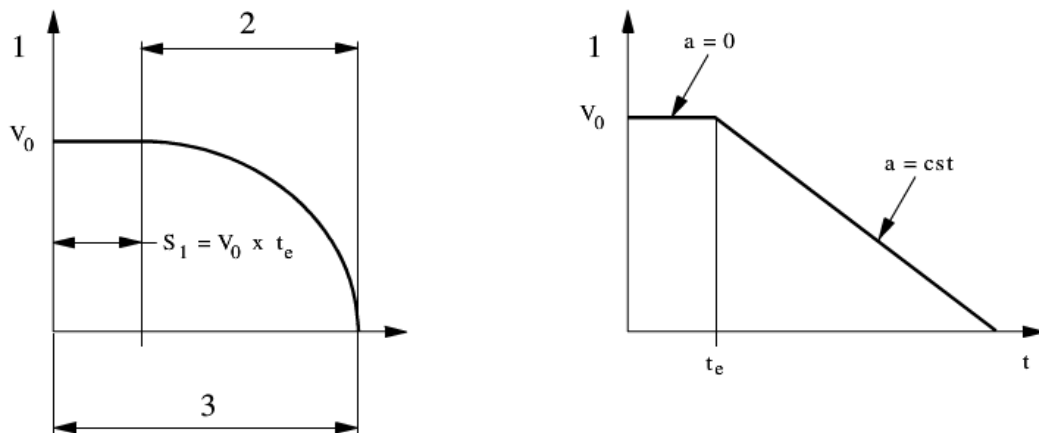


Chú dẫn:

t_{10} Thời gian trễ (s)

t_{90} Thời gian tác dụng (s)

Hình 1 – Phương pháp tính toán t_e và a_e



Trong đó:

- 1 Tốc độ
- 2 Khoảng cách hãm = $S_3 - S_1$
- 3 Khoảng cách dừng = S_3

Hình 2 – Lý thuyết hãm

3.1.17.3 Thử nghiệm điều tra (bất thường) (Investigation test)

Thử nghiệm được yêu cầu để thu thập các thông tin bổ sung.

3.1.17.4 Thử nghiệm bổ sung (Supplementary test)

Thử nghiệm được yêu cầu trong các điều kiện cụ thể (hoặc đặc biệt) hiện có.

3.2 Ký hiệu và chữ viết tắt

a	Gia tốc giảm (m/s^2)
a_e	Gia tốc giảm tương đương (m/s^2)
s	Khoảng cách (m)
s_1	Khoảng cách lý thuyết không có giảm tốc (m) (được biết tới là khoảng cách chạy không)
s_2	Khoảng cách hãm (m)
s_3	Khoảng cách dừng (m)
t	Thời gian (s)
t_e	Thời gian phản hồi tương đương (s)
t_{10}	Thời gian trễ, từ khi có lệnh hãm cho tới khi đạt được 10 % gia tốc giảm quy định (xem Hình 1) (s)
t_{90}	Thời gian phản hồi, từ khi có lệnh hãm cho tới khi đạt được 90 % gia tốc giảm quy định (xem Hình 1) (s)
v	Tốc độ (m/s)
v_0	Tốc độ ban đầu (m/s)

4 Nguyên tắc thiết kế

4.1 Hệ thống hãm

4.1.1 Tổng quan

Hệ thống hãm phải đạt được các mục tiêu sau:

- Để giảm tốc hoặc dừng đoàn tàu đang di chuyển;
- Để giữ một đoàn tàu đứng yên;
- Kiểm soát tốc độ của đoàn tàu đang trên dốc;

Hệ thống hãm phải được thiết kế và chế tạo sao cho:

- Phương tiện và đoàn tàu có thể dừng lại mà không có rủi ro cho hành khách và nhân viên liên quan với mức độ chấn động có thể chấp nhận được (hãm thường);
- Không có độ bám dính quá mức hoặc không thực tế;
- Tỷ lệ (công suất) hãm phù hợp với độ dốc hiện có và các điều kiện vận hành cụ thể.

Để đạt được các mục tiêu trên, phải yêu cầu một số các chức năng được mô tả dưới đây. Phương thức để đạt được chức năng này phải phù hợp với các yêu cầu được xác định trong các điều khoản tương ứng về loại phương tiện. Khi không thể thực hiện được những chức năng này sẽ ảnh hưởng trực tiếp tới an toàn của hành khách, nhân viên, cộng đồng và ngành đường sắt.

4.1.2 Phải trang bị hãm thường và phải đạt được mức độ hoạt động quy định. Hệ thống hãm này phải được thiết kế để lái tàu sử dụng thường xuyên trong việc điều khiển đoàn tàu. Phải thiết lập các thông số hãm để tính tới sự êm dịu của hành khách.

Do sử dụng thường xuyên, các phương pháp được sử dụng để hãm thường phải đảm bảo giảm thiểu tối đa các tác động có hại tới môi trường.

4.1.3 Phải trang bị hãm khẩn đạt được mức độ hoạt động quy định.

Bất cứ khi nào sử dụng thuật ngữ “hãm khẩn”, phải xác định loại hình hãm khẩn được yêu cầu phù hợp với mục 3.1.8.3.

4.1.4 Hãm an toàn là một hình thức hãm cụ thể có thể được quy định. Hãm này phải có tính năng toàn vẹn cao nhưng không cần phải có hiệu năng hoạt động cao.

4.1.5 Hãm giữ có thể được trang bị thành một tính năng riêng biệt nếu được quy định. Hình thức hãm này là hãm trong thời gian ngắn, được sử dụng để đảm bảo an toàn không cho đoàn tàu di chuyển khi đã đứng yên. Tải trọng (xem bảng 2), độ dốc và thời gian mà hãm giữ có hiệu quả phải được xác định.

4.1.6 Hãm đỗ được sử dụng khi đoàn tàu đang ở trạng thái đứng yên. Hãm này phải có mức độ hoạt động được quy định và mức độ toàn vẹn cao. Hãm đỗ phải có khả năng giữ một tải trọng nhất định, trên một độ dốc nhất định trong một khoảng thời gian lâu dài. Do các đặc tính khác nhau của các hệ thống vận tải khác nhau, tải trọng xác định có thể là mọi giá trị giữa giá trị rỗng và tối đa. Hãm đỗ phải được thiết kế để đảm bảo hình thức hãm này tự động giữ đoàn tàu trong trường hợp mất hãm khẩn hoặc hãm thường. Lực hãm đỗ phải không suy giảm theo thời gian để đáp ứng tính năng hoạt động được quy định. Trên các đoàn tàu được thiết kế mới, hãm đỗ phải tác dụng tự động để đảm bảo an toàn không cho đoàn tàu di chuyển. Ngoài ra có thể trang bị điều khiển thủ công hãm đỗ.

4.1.7 Khi yêu cầu hệ thống chống trượt bánh xe, hệ thống này phải được trang bị để tối ưu hóa tính năng hãm và để bảo vệ chống lại hư hại cho bánh xe và đường ray, ví dụ: trong quá trình hãm ở các điều kiện bám dính kém. Các hệ thống phải được thiết kế tính năng bảo vệ này, việc giảm lực hãm sẽ được giảm thiểu tối đa sao cho đạt được khoảng cách dừng thực tế tối thiểu. Việc thiết kế hệ thống chống trượt bánh xe (WSP) nên giảm thiểu sự tiêu hao năng lượng hãm đã dự trữ trong quá trình vận dụng.

4.2 Hệ số tải trọng

TCVN 11805 : 2017

Khi quy định đặc tính kỹ thuật của hệ thống hãm, một trong những thông số quyết định là tải trọng chuyên chở để đạt được tính năng hoạt động hãm. Phải xác định các mức cụ thể, dựa trên các đặc tính của chính hệ thống cụ thể đó.

Bảng 2 đưa ra các hệ số tải trọng áp dụng.

CHÚ THÍCH: Những tải trọng này dựa trên khối lượng trung bình của mỗi hành khách (bao gồm cả hành lý) 75 kg, nếu không có quy định khác.

Bảng 2 – Tải trọng

Tải trọng	Mô tả
T R	Đoàn tàu được chỉnh bị đầy đủ để vận hành khai thác nhưng không có hành khách trên tàu
T G	T R + tất cả các ghế ngồi được lắp đặt
T GT	T R + tất cả các ghế có người ngồi (bộ phận cố định, giá đỡ trên cao, cơ cấu ngả ghế)
T X	T G + hành khách đứng với mật độ X/m ² Ví dụ: T 6 – 6 hành khách đứng trên 1 m ² T 6.67- tương đương với tải trọng 500 kg/m ² Chú ý 1: Mật độ của hành khách đứng thường cao hơn nhiều trên các đoàn tàu hành trình dài và có thể thay đổi đáng kể giữa các hệ thống vận tải khác nhau. Vì lý do này nên tất cả các mức tải trọng được đưa ra trong tiêu chuẩn này được coi là mức khuyến nghị tối thiểu khi tính toán Chú ý 2: T = Tải R = Rỗng G = Ghế (cố định) GT = các ghế ngả X = số hành khách đứng trên 1 m ² CHÚ THÍCH: 3: Khối lượng T R bao gồm tất cả các khoang có đủ tải và lái tàu

4.3 Các vấn đề cơ bản về hãm

4.3.1 Bám dính

Một trong số các yếu tố chính liên quan đến việc đạt được đầy đủ tính năng hãm là mức độ bám dính giữa bánh xe và ray. Thông số này thay đổi không chỉ giữa các loại hình hệ thống vận tải khác nhau, mà còn giữa các điều kiện môi trường. Độ bám dính hoàn toàn có thể bị giảm 1/10 trong các điều kiện bất

lợi. Có thể cần các biện pháp phòng vệ để giảm thiểu rủi ro của việc bám dính kém và các tác động của nó trong quá trình hãm để đảm bảo mức độ đầy đủ hãm.

4.3.2 Khoảng cách dừng

Tiêu chuẩn này đưa ra hạn mức gia tốc giảm tạo ra tính năng hãm phù hợp. Tuy nhiên, đối với nhiều đối tượng áp dụng, có thể quy định hệ số tính năng hãm bổ sung, dựa trên các yêu cầu pháp lý cụ thể hoặc các yêu cầu của hệ thống tín hiệu liên quan. Hệ số này được tính ở trong công thức khoảng cách dừng theo tốc độ. Phải chú ý các khoảng cách dừng được đưa ra bao gồm cả khoảng cách chạy trong thời gian phản hồi hãm khi thiết kế các hệ thống hãm thỏa mãn các yêu cầu này.

4.3.3 Tải trọng

Đối với các loại đoàn tàu trong phạm vi của tiêu chuẩn này, tải trọng được chuyên chở có tỷ lệ % cao so với khối lượng đoàn tàu rỗng. Thiết kế của hệ thống hãm phải đề cập đến vấn đề này để sử dụng hiệu quả khả năng bám.

4.4 Các yêu cầu vận dụng

4.4.1 Phân tách đoàn tàu

Trong trường hợp phân tách các đoàn tàu ngoài ý muốn, tất cả các phương tiện thành phần của đoàn tàu phải được hãm lại tự động cho tới khi dừng, theo đặc tính hãm không thấp hơn đặc tính tối thiểu được đưa ra trong Bảng 3, 7, 11 đối với hãm an toàn.

4.4.2 Báo động khẩn cấp hành khách

Các đoàn tàu chở khách phải được trang bị thiết bị cho phép hành khách thực hiện tác dụng hãm khẩn chế độ 2 hoặc báo động, phải quy định các hướng dẫn xử lý kèm theo.

4.4.3 Sự chiếm quyền lái tàu

Phải trang bị cho các đoàn tàu có lái tàu điều khiển thủ công các thiết bị cảnh báo hoặc chống ngủ gật có thể tạo ra tác động hãm tự động trong tình huống lái tàu không còn khả năng điều khiển. Phải quy định sự hoạt động cần thiết của các thiết bị này theo các tình huống cụ thể của thiết bị.

4.4.4 Bảo vệ đoàn tàu

Có thể trang bị các thiết bị an toàn để bảo vệ đoàn tàu. Các thiết bị này có thể kích hoạt tác động hãm theo quy định (ví dụ: vượt quá tốc độ giới hạn cho phép, các tín hiệu cấm, cửa mở...).

4.5 Các yêu cầu về hoạt động

4.5.1 Khoảng cách dừng

TCVN 11805 : 2017

Đối với mọi đoàn tàu và các tốc độ bắt đầu hãm, khoảng cách dừng danh nghĩa có thể được tính toán như sau:

- Các điều kiện tham chiếu là:
 - Đường đồng mức
 - Đường thẳng
 - Hệ số bám trên các ray khô sạch
- Trong thời gian được gọi là thời gian phản hồi tương đương (t_e), không có sự giảm tốc nào được truyền dẫn trong đoàn tàu.
- Sau thời gian này, gia tốc giảm là không đổi (a_e) cho tới khi đoàn tàu được dừng lại.

Theo lý thuyết hãm, đối với mọi tốc độ bắt đầu hãm (v_0), khoảng cách dừng (s) phải được tính theo công thức:

$$s = v_0 \times t_e + \frac{v_0^2}{2a_e}$$

Trong đó

s	Khoảng cách (m)
v_0	Tốc độ bắt đầu hãm (m/s);
t_e	Thời gian phản ứng tương đương (s);
a_e	Gia tốc giảm tương đương (m/s).

4.5.2 Các yêu cầu tính năng vận hành

Các tính năng vận hành cần thiết cho đoàn tàu được thể hiện như sau: đối với mọi tốc độ ban đầu, khoảng cách dừng phải nhỏ hơn hoặc bằng khoảng cách tính toán lý thuyết được xác định theo các đại lượng a_e và t_e theo 3.1.16.2 và 3.1.16.3 và theo các bảng 3, 7 và 11.

4.5.3 Tính năng êm dịu

Đối với mỗi loại phương tiện, tính năng êm dịu phải gắn liền với tính năng vận hành: các tính năng êm dịu này được thể hiện bằng giá trị tối đa khi giảm tốc và chấn động theo các Bảng 4, 8, 12 và 16.

4.6 Tác động của hư hỏng hệ thống hãm

4.6.1 Nguyên tắc thiết kế

Các hệ thống hãm khẩn cấp, hãm an toàn, hãm thường và hãm đỗ nên được thiết kế và đánh giá phù hợp với các nguyên tắc quản lý an toàn quy định trong TCVN 10935-1.

Hệ thống hãm phải được thiết kế để đảm bảo tính năng hoạt động sau khi xuất hiện bất kỳ hư hỏng độc lập nào sẽ không được thấp hơn tính năng được yêu cầu. Tính năng hoạt động này phải được đánh giá qua việc sử dụng các phân tích nguy hiểm và an toàn đã biết.

Môi trường mà phương tiện vận hành sẽ ảnh hưởng bổ sung tới các yêu cầu thiết kế về mặt toàn vẹn hệ thống và dự phòng. Ví dụ: các đoàn tàu vận hành ngầm có thể yêu cầu thêm các tính năng bổ sung để giảm thiểu tối đa rủi ro đoàn tàu bị tê liệt giữa các ga.

4.6.2 Hãm thường và hãm khẩn

Phải xác định các tính năng hoạt động cần thiết khi hãm thường và hãm khẩn dưới các điều kiện hư hỏng. Phải xem xét sự hoạt động bị suy giảm do hư hỏng theo xác suất xuất hiện của nó và phải quy định các yêu cầu tương ứng.

4.6.3 Hãm an toàn, hãm đỗ và hãm giữ

Phải không để hư hỏng độc lập nào có thể ngăn cản tính năng hoạt động theo quy định đối với các quá trình hãm giữ, hãm đỗ hoặc hãm an toàn. Đơn vị vận hành đường sắt có thể quy định chỉ tiêu nghiêm ngặt hơn.

4.6.4 Các thiết bị phụ và giám sát

Các thiết bị liên quan có thể được trang bị để hỗ trợ cho việc vận hành đoàn tàu bằng cách lắp đặt các hệ thống giám sát và khôi phục. Chi tiết của các hệ thống này phải được quy định cho từng tình huống, nếu được yêu cầu. Ví dụ: khuyến nghị việc tác dụng hãm và nhả hãm được giám sát và có trang thiết bị để thử tính năng này thường xuyên.

4.6.5 Mất hãm động năng

Nếu được trang bị hãm động năng (ví dụ: sử dụng thiết bị động lực kéo), khi đó trong tình huống thiết bị bị hư hỏng, phải có phương thức hãm dự phòng để thay thế nó và có tối thiểu khả năng dừng khẩn cấp độc lập. Việc thay thế này nên diễn ra tự động.

4.7 Các hệ thống hãm được điều khiển tự động

Các hệ thống hãm này vận hành dưới sự điều khiển của một hệ thống tự động trong khi đoàn tàu được điều khiển thủ công. Phải xác định các giá trị tính năng hãm cần thiết theo hệ thống điều khiển. Đối với một hệ thống hãm tự động hoàn toàn mới, những giá trị tính năng hãm phải thỏa mãn tiêu chuẩn này. Đối với hệ thống hãm đang được thiết kế để vận hành trên mạng lưới được điều khiển tự động sẵn có, cơ quan có thẩm quyền phải xác định tính năng hãm cần thiết này.

4.8 Kết cấu hệ thống hãm

4.8.1 Tổng quan

Mọi hệ thống hãm được lắp đặt phải đạt được các chức năng cụ thể và phải có mức độ an toàn cần thiết. Các yêu cầu dưới đây được đưa ra để hỗ trợ cho việc xác định các hệ thống phù hợp.

Khi một đoàn tàu bao gồm một số phương tiện, hãm trên tất cả các phương tiện của đoàn tàu phải được điều khiển sao cho đoàn tàu đạt được tính năng hãm theo quy định.

Đối với mọi hệ thống hãm, có 2 chức năng chính:

- Tạo ra lệnh hãm và truyền lệnh hãm tới tất cả phương tiện (hệ thống điều khiển hãm đoàn tàu);
- Chuyển đổi lệnh đó thành lực hãm trên mỗi phương tiện (hệ thống tác dụng hãm).

4.8.2 Hệ thống điều khiển hãm đoàn tàu

Chức năng của hệ thống điều khiển hãm đoàn tàu là tạo ra và truyền tín hiệu lệnh hãm từ thiết bị điều khiển trên đoàn tàu đến tất cả các phương tiện trong đoàn tàu đó.

Đối với hãm khẩn/hãm an toàn, hệ thống điều khiển hãm đoàn tàu phải có tính toàn vẹn cao và được bảo vệ chống lại các rủi ro về sai lệch. Phải sử dụng các phân tích về an toàn và nguy hiểm để chứng minh việc đạt được yêu cầu này.

Việc điều khiển hãm khẩn phải sao cho khi bị mất tín hiệu điều khiển sẽ gây ra tác dụng hãm trên tất cả các phương tiện, trừ khi có quy định khác của cơ quan có thẩm quyền.

4.8.3 Hệ thống tác dụng hãm

Chức năng của hệ thống tác dụng hãm là chuyển đổi tín hiệu lệnh hãm (đoàn tàu) thành lệnh tác dụng hãm tại mọi vị trí hãm phù hợp và tạo ra lực hãm cần thiết.

Đối với hãm khẩn/hãm an toàn, hệ thống phải có dự trữ dung năng đủ để đảm bảo tác dụng hãm, đối với từng hệ thống tác dụng hãm, kể cả trong tình huống đoàn tàu bị phân tách.

4.8.4 Các tổng thành hãm

Các tổng thành được trang bị cho hãm khẩn/hãm an toàn cũng có thể được sử dụng cho các chức năng hãm khác, miễn là các tổng thành này không làm suy giảm tính toàn vẹn của quá trình hãm khẩn/hãm an toàn.

4.8.5 Giám sát

Để xác định các hư hỏng có thể ảnh hưởng tới an toàn, khả năng vận hành hoặc tính năng hoạt động của hệ thống hãm, phải có sự giám sát để phát hiện ra các hư hỏng và để cảnh báo cho lái tàu. Phải đưa ra các chỉ thị sau:

- Tình trạng của hệ thống điều khiển hãm khẩn;
- Tính năng hoạt động hãm bị suy giảm;
- Không thể nhả hãm (bó hãm).

4.8.6 Thử nghiệm thường xuyên

Nên trang bị các thiết bị thử nghiệm để cho phép:

- Có thể thử nghiệm vận hành hệ thống hãm khẩn từ vị trí lái tàu vận hành;
- Có thể kiểm tra tính hãm ma sát được tác dụng và/hoặc tạo ra lực giảm tốc.

CHÚ THÍCH: Doanh nghiệp đường sắt có thể quy định tiến hành thử nghiệm hãm trước khi đoàn tàu được đưa ra khai thác vận hành.

4.8.7 Các thiết bị cô lập

Nên đưa ra các biện pháp để khắc phục các hư hỏng khai thác với độ chậm trễ nhỏ nhất. Nếu có thể, thực hiện được các biện pháp này mà không cần giảm đáng kể năng lực hoạt động của hệ thống hãm.

5 Các yêu cầu đối với hệ thống hãm trên đoàn tàu đường sắt nhẹ

5.1 Các đặc tính của đoàn tàu đường sắt nhẹ

5.1.1 Các thông số chủ yếu

Các thông số chủ yếu như sau:

- Khoảng cách dừng/ga là 0,3 km đến 1,5 km;
- Tải trọng tối đa là 60 % đến 70 % T R;
- Tần suất tác dụng hãm là 0,5 đến 2 phút;
- Độ dốc tối đa là 1:12 đến 1:10 (8 đến 10%);
- Khu gian ngầm (nếu có) dài từ 8 đến 10 % tổng chiều dài tuyến;
- Đoàn tàu có các khu gian ngầm cảnh hoặc trên phố.

5.1.2 Thiết bị hãm

5.1.2.1 Phải trang bị các phương tiện có ít nhất 2 hệ thống hãm độc lập với nhau, sao cho hư hỏng hoặc nếu mất một trong các hệ thống này sẽ không ảnh hưởng tới việc vận hành các hệ thống khác.

TCVN 11805 : 2017

Ngoài ra, một trong những hệ thống này phải tiếp tục vận hành trong trường hợp có hư hỏng của nguồn cấp điện kéo.

5.1.2.2 Một trong các hệ thống hãm này phải tự có khả năng không cho phương tiện đầy tải tụt dốc trên độ dốc hiện tại (hãm giữ).

5.1.2.3 Một trong các hệ thống hãm này phải tự có khả năng không cho đoàn tàu rỗng tải tụt dốc trên độ dốc hiện tại (hãm đỗ). Hệ thống hãm này phải hoạt động theo các nguyên tắc tác dụng lò xo hoặc tương đương và phải phát sinh và truyền lực hãm riêng bằng phương thức cơ học.

5.1.2.4 Phải có một hệ thống hãm không bị phụ thuộc vào khả năng bám giữa bánh xe và ray và không bị tác động bởi hư hỏng nguồn cấp động lực kéo.

5.1.2.5 Gia tốc giảm đạt được tương ứng với chế độ hãm phải phù hợp với Bảng 3.

5.1.2.6 Để đạt được các tính năng được yêu cầu trong Chế độ hãm khẩn cấp 3, phải tăng cường độ bám dính bằng cát hoặc các biện pháp tương đương. Những biện pháp này được thiết kế để vận hành tin cậy dưới các điều kiện thời tiết không thuận lợi khắc nghiệt. Đối với phương thức phun cát, số lượng cát và loại cát phải được xác định bằng thử nghiệm hoặc theo kinh nghiệm so sánh, để từ đó có thể tăng độ tin cậy bám dính.

5.1.2.7 Thiết bị phun cát hoặc thiết bị tương đương phải được kích hoạt làm việc tự động khi chế độ hãm khẩn cấp 3 được tác động hoặc theo các quy định bổ sung của cơ quan có thẩm quyền.

5.2 Các giá trị tính năng hãm

5.2.1 Tổng quan

Các tính năng sau được xác định là các yêu cầu tối thiểu. Đơn vị vận hành có thể xác định các chỉ tiêu khác phù hợp để thỏa mãn các yêu cầu cụ thể. Các phương tiện đường sắt nhẹ vận hành trên đường có tín hiệu riêng (ở trong điều kiện đường metro) và ở các tốc độ lớn hơn tốc độ được sử dụng cho các điều kiện chạy đường phố thì có thể sử dụng các tính năng vận hành áp dụng cho Metro bánh sắt cho khu đoạn vận hành riêng đó.

5.2.2 Các tính năng hoạt động

Để thỏa mãn mục 4.5, khoảng cách dừng tối đa dưới các điều kiện bình thường (ví dụ: đầy đủ tất cả các hệ thống hãm) phải là khoảng cách dừng được tính toán theo các chỉ tiêu sau. Tính năng hãm dưới các điều kiện hư hỏng phải phù hợp với mục 4.6.

Bảng 3 – Các đặc tính vận hành lý thuyết

	Hãm thường	Hãm khẩn cấp 1	Hãm khẩn cấp 2	Hãm khẩn cấp 3	Hãm khẩn cấp 4	Hãm an toàn
Gia tốc giảm tối thiểu a_e (m/s ²)	Thay đổi từ 0 – 1,2	1,2	1,2	2,8	2,8	1
t_e lớn nhất (s)	1,5	1,5	2	0,85	0,85	2

5.2.3 Tính năng êm dịu

Các giá trị giảm tốc là tức thời trong quá trình dừng. Chấn động được đưa ra trong bảng 4 là giá trị trung bình được tính toán từ thời gian trễ đo được (theo quy định trong 3.1.14.1). Trong quá trình thay đổi lệnh hãm, chấn động tức thời tối đa chấp nhận được và phương pháp đánh giá giá trị này phải được cơ quan có thẩm quyền quy định.

CHÚ THÍCH: Các giá trị đưa ra trong Bảng 4 có thể bị vượt quá ở trường hợp khi phương tiện đang trong quá trình dừng lại.

Bảng 4 – Gia tốc giảm và các mức chấn động

	Hãm thường	Hãm khẩn cấp 1	Hãm khẩn cấp 2	Hãm khẩn cấp 3	Hãm khẩn cấp 4	Hãm an toàn
Gia tốc giảm tức thời tối đa (m/s ²)	2	2,5	2,5	5	4	4
Chấn động (trung bình) lớn nhất (m/s ³)	1,5	4	4	8	8	4

(Xem mục 3.1.16.1 để xác định gia tốc giảm tức thời)

5.2.4 Tính năng hoạt động tĩnh

5.2.4.1 Hãm giữ

Hãm giữ phải duy trì đoàn tàu tại vị trí dưới các điều kiện sau, trừ khi có các quy định khác:

- T 6;
- Độ dốc 8%;
- 1 h.

5.2.4.2 Hãm đỗ

TCVN 11805 : 2017

Hãm đỗ phải duy trì đoàn tàu tại vị trí dưới các điều kiện tối thiểu sau, trừ khi có các quy định khác:

- T 4;
- Độ dốc 4%;
- Lâu dài.

5.3 Mức tải trọng

Các mức tải trọng dưới đây phải được xem như các yêu cầu tối thiểu sử dụng khi quy định các yêu cầu về tính năng hoạt động hãm. Đơn vị vận hành có thể quy định thêm các chỉ tiêu nghiêm ngặt để thỏa mãn các yêu cầu cụ thể này.

Bảng 5 – Các mức tải trọng

Chức năng	Mức tải trọng
Hãm khẩn (khẩn cấp 1, 2, 3 và 4)	T R đến T 4
Hãm thường	T R đến T 4
Hãm đỗ	T R
Hãm giữ	T R đến T 6
Tính năng hãm an toàn	T R đến T 4

5.4 Phương pháp hãm

Các phương pháp dưới đây là các biện pháp đã được xác định để đạt được tính năng hãm cần thiết cho loại phương tiện này. Khi sử dụng thuật ngữ “lựa chọn” trong bảng dưới đây, đơn vị vận hành sẽ quyết định phải thực hiện lựa chọn nào

Bảng 6 – Các phương pháp hãm / hệ thống hãm chính

	Hãm động năng	Hãm ma sát	Bảo vệ trượt bánh xe	Cân tải trọng	Phun cát hoặc tương đương	Hãm từ trường đường ray
Hãm thường	Có	Tùy chọn	Có	Tùy chọn	Tùy chọn	Không
Hãm khẩn cấp 1	Có	Tùy chọn	Có	Tùy chọn	Tùy chọn	Tùy chọn
Hãm khẩn cấp 2	Tùy chọn	Có	Tùy chọn	Tùy chọn	Tùy chọn	Tùy chọn
Hãm khẩn cấp 3	Có	Có	Tùy chọn	Tùy chọn	Có	Có
Hãm khẩn cấp 4	Có	Có	Tùy chọn	Tùy chọn	Có	Có
Hãm an toàn	Không	Có	Tùy chọn	Tùy chọn	Tùy chọn	Tùy chọn ^b
Hãm giữ	Không	Có ^a	Không	Tùy chọn	Không	Tùy chọn ^b
Hãm đỗ	Không	Có ^a	Không	Tùy chọn	Không	Tùy chọn ^b
<p>a) Nếu sử dụng hãm đường ray loại nam châm vĩnh cửu (xem cột cuối), có thể chấp nhận không sử dụng hãm ma sát cho chức năng này.</p> <p>b) Chỉ đối với hãm đường ray loại nam châm vĩnh cửu.</p>						

6 Các yêu cầu đối với hệ thống hãm trên đoàn tàu đường sắt đô thị metro

6.1 Các đặc tính của đường sắt đô thị metro

6.1.1 Các thông số chính

Các thông số chính như sau:

- Khoảng cách giữa các ga là 0,5 đến 2 km;
- Tải trọng tối đa là 60 đến 100% T R;
- Tần suất tác dụng hãm là từ 1 đến 2 phút;
- Độ dốc tối đa: 1:20 (5%);
- Phân đoạn của đường sắt: 15 đến 100% là ở dưới ngầm;

TCVN 11805 : 2017

- Các đoàn tàu vận hành trên các đường riêng biệt với giao thông đường bộ.

6.1.2 Thiết bị hãm

6.1.2.1 Không nhất thiết phải trang bị tất cả các loại hình hãm khẩn và hãm an toàn khác nhau.

6.1.2.2 Hệ thống điều khiển hãm đoàn tàu (như quy định trong 4.8.2) phải được thiết kế sao cho không để hư hỏng nào có thể ngăn không cho vận hành tất cả hệ thống tác dụng hãm (như quy định trong 4.8.3).

Phải có các hệ thống điều khiển hãm đoàn tàu đầy đủ để đáp ứng mức toàn vẹn cần thiết của cơ quan có thẩm quyền.

Mỗi đoàn tàu và mỗi phương tiện phải có ít nhất 2 hệ thống tác dụng hãm riêng biệt giống nhau hoặc khác loại, sao cho khi hư hỏng của một trong các hệ thống này thì hệ thống còn lại vẫn duy trì tác động đầy đủ.

6.2 Các giá trị tính năng hãm

6.2.1 Tổng quan

Các tính năng sau được quy định là các yêu cầu tối thiểu. Đơn vị vận hành có thể xác định chỉ tiêu phù hợp khác để thỏa mãn các yêu cầu cụ thể.

6.2.2 Tính năng vận hành

Để phù hợp với 4.5, khoảng cách dừng tối đa dưới các điều kiện bình thường (ví dụ: đầy đủ tất cả các hệ thống hãm) những khoảng cách này phải được tính toán với các chỉ tiêu dưới đây. Các tính năng hoạt động ở các điều kiện hư hỏng phải phù hợp với mục 4.6.

Bảng 7 – Các tính năng vận hành lý thuyết

	Hãm thường	Hãm khẩn cấp 1	Hãm khẩn cấp 2	Hãm khẩn cấp 3	Hãm khẩn cấp 4	Hãm an toàn
Gia tốc giảm tối thiểu a_e (m/s ²)	Thay đổi từ 0 – 1	1	1	1	1	0,7
t_e lớn nhất (s)	1,5	1,5	1	1	1	2

6.2.3 Tính năng êm dịu

Các giá trị giảm tốc là tức thời trong quá trình dừng. Chấn động được đề cập trong Bảng 8 là giá trị trung bình được tính toán từ thời gian trễ đo được (như quy định trong 3.1.14.1). Trong quá trình thay đổi lệnh

hãm, chấn động tức thời tối đa chấp nhận được và phương pháp đánh giá giá trị này phải được cơ quan có thẩm quyền quy định.

CHÚ THÍCH: Các giá trị đưa ra trong Bảng 8 có thể bị vượt quá ở trường hợp khi phương tiện đang trong quá trình dừng lại.

Bảng 8 – Gia tốc giảm và các mức chấn động

	Hãm thường	Hãm khẩn cấp 1	Hãm khẩn cấp 2	Hãm khẩn cấp 3	Hãm khẩn cấp 4	Hãm an toàn
Gia tốc giảm tức thời tối đa (m/s ²)	2	2	2	2,5	2,5	2,5
Chấn động (trung bình) lớn nhất (m/s ³)	1,5	2	2	4	4	4

(Xem mục 3.1.16.1 để xác định gia tốc giảm tức thời)

6.2.4 Tính năng hoạt động tĩnh

6.2.4.1 Hãm dừng

Hãm giữ phải duy trì đoàn tàu tại vị trí dưới các điều kiện sau, trừ khi có các quy định khác:

- T 6;
- Độ dốc 4%;
- 1 h.

6.2.4.2 Hãm đỗ

Hãm đỗ phải duy trì đoàn tàu tại vị trí dưới các điều kiện sau, trừ khi có các quy định khác:

- T R;
- Độ dốc 4%;
- Lâu dài.

6.3 Mức tải trọng

Các mức tải trọng dưới đây phải được xem như các yêu cầu tối thiểu sử dụng khi quy định các yêu cầu về tính năng hoạt động hãm. Có thể quy định thêm các chỉ tiêu nghiêm ngặt để thỏa mãn các yêu cầu cụ thể này.

Bảng 9 – Các mức tải trọng

Chức năng	Mức tải trọng
Hãm khẩn (khẩn cấp 1, 2, 3 và 4)	T R đến T 6
Hãm thường	T R đến T 6
Hãm đỗ	T R
Hãm giữ	T R đến T 6
Tính năng hãm an toàn	T R đến T 4

6.4 Phương pháp hãm

Các phương pháp dưới đây là các biện pháp đã được xác định để đạt được tính năng hãm cần thiết cho loại phương tiện này. Khi sử dụng thuật ngữ “lựa chọn” trong bảng dưới đây, đơn vị vận hành phải quyết định phải thực hiện lựa chọn nào

Bảng 10 – Các phương pháp hãm / hệ thống hãm chính

	Hãm động năng	Hãm ma sát	Bảo vệ trượt bánh xe	Cân tải trọng	Phun cát hoặc tương đương	Hãm từ trường đường ray
Hãm thường	Có	Tùy chọn	Tùy chọn	Có	Tùy chọn	Không
Hãm khẩn cấp 1	Có	Tùy chọn	Tùy chọn	Có	Tùy chọn	Tùy chọn
Hãm khẩn cấp 2	Tùy chọn	Có	Tùy chọn	Có	Tùy chọn	Tùy chọn
Hãm khẩn cấp 3	Tùy chọn	Có	Tùy chọn	Có	Tùy chọn	Tùy chọn
Hãm khẩn cấp 4	Tùy chọn	Có	Tùy chọn	Có	Tùy chọn	Tùy chọn
Hãm an toàn	Không	Có	Tùy chọn	Tùy chọn	Tùy chọn	Tùy chọn
Hãm giữ	Không	Có ^a	Không	Tùy chọn	Không	Tùy chọn ^b
Hãm đỗ	Không	Có ^a	Không	Tùy chọn	Không	Tùy chọn ^b

a) Nếu sử dụng hãm đường ray loại nam châm vĩnh cửu (xem cột cuối), có thể chấp nhận không sử dụng hãm ma sát cho chức năng này.

b) Chỉ đối với hãm đường ray loại nam châm vĩnh cửu

7 Các yêu cầu đối với hệ thống hãm trên đoàn tàu khách chạy điện giữa các đô thị

7.1 Các đặc tính của các đoàn tàu khách chạy điện giữa các đô thị

7.1.1 Các thông số chính

Các thông số chính như sau:

- Khoảng cách giữa các ga là 2 đến 15 km;
- Tải trọng tối đa là 60 đến 100% T R;
- Tần suất tác dụng hãm là từ 2 đến 10 phút;
- Độ dốc tối đa: 1:25 (4%);
- Các đoàn tàu vận hành trên các đường có thể không cần tách biệt với đường sắt quốc gia

7.1.2 Thiết bị hãm

7.1.2.1 Không nhất thiết phải trang bị tất cả các loại hình hãm khẩn và hãm an toàn khác nhau.

7.1.2.2 Hệ thống điều khiển hãm đoàn tàu (như quy định trong 4.8.2) phải được thiết kế sao cho không để hư hỏng nào có thể ngăn không cho vận hành tất cả hệ thống tác dụng hãm (như quy định trong 4.8.3).

Phải có các hệ thống điều khiển hãm đoàn tàu đầy đủ để đáp ứng mức độ tích hợp cần thiết.

Mỗi đoàn tàu và mỗi phương tiện ghép phải có ít nhất 2 hệ thống tác dụng hãm riêng biệt giống nhau hoặc khác loại, sao cho khi hư hỏng của một trong các hệ thống này thì hệ thống còn lại vẫn duy trì tác động đầy đủ.

7.2 Các giá trị tính năng hãm

7.2.1 Tổng quan

Các tính năng sau được quy định là các yêu cầu tối thiểu. Đơn vị vận hành có thể xác định chỉ tiêu khác để thỏa mãn các yêu cầu cụ thể.

7.2.2 Tính năng vận hành

Để phù hợp với 4.5, khoảng cách dừng tối đa dưới các điều kiện bình thường (ví dụ: đầy đủ tất cả các hệ thống hãm) những khoảng cách này phải được tính toán với các chỉ tiêu dưới đây. Các tính năng hoạt động ở các điều kiện hư hỏng phải phù hợp với mục 4.6.

Bảng 11 – Các tính năng vận hành lý thuyết

	Hãm thường	Hãm khẩn cấp 1	Hãm khẩn cấp 2	Hãm khẩn cấp 3	Hãm khẩn cấp 4	Hãm an toàn
Gia tốc giảm tối thiểu a_e (m/s ²)	Thay đổi từ 0 – 1	1	1	1	1	0,7
t_e lớn nhất (s)	2,5	2,5	2	2	2	2

7.2.3 Tính năng êm dịu

Các giá trị giảm tốc là tức thời trong quá trình dừng. Chấn động được đề cập trong Bảng 12 là giá trị trung bình được tính toán từ thời gian trễ đo được (như quy định trong 3.1.14.1). Trong quá trình thay đổi lệnh hãm, chấn động tức thời tối đa chấp nhận được và phương pháp đánh giá giá trị này phải được cơ quan có thẩm quyền quy định.

CHÚ THÍCH: Các giá trị đưa ra trong Bảng 12 có thể vượt quá các trường hợp như khi phương tiện đang dừng.

Bảng 12 – Gia tốc giảm và các mức chấn động

	Hãm thường	Hãm khẩn cấp 1	Hãm khẩn cấp 2	Hãm khẩn cấp 3	Hãm khẩn cấp 4	Hãm an toàn
Gia tốc giảm tức thời tối đa (m/s ²)	2	2	2	2,5	2,5	2,5
Chấn động (trung bình) lớn nhất (m/s ³)	1	2	2	4	4	4

(Xem mục 3.1.16.1 để xác định gia tốc giảm tức thời)

7.2.4 Tính năng hoạt động tĩnh

7.2.4.1 Hãm giữ

Hãm giữ phải duy trì đoàn tàu giữ nguyên vị trí dưới các điều kiện sau, trừ khi có các quy định khác:

- T 6;
- Độ dốc 4%;
- 1 h.

7.2.4.2 Hãm đỗ

Hãm đỗ phải duy trì đoàn tàu giữ nguyên vị trí dưới các điều kiện sau, trừ khi có các quy định khác:

- T R;
- Độ dốc 4%;
- Lâu dài.

7.3 Mức tải trọng

Các mức tải trọng dưới đây phải được xem như các yêu cầu tối thiểu sử dụng khi quy định các yêu cầu về tính năng hoạt động hãm. Có thể quy định thêm các chỉ tiêu nghiêm ngặt để thỏa mãn các yêu cầu cụ thể này.

Bảng 13 – Các mức tải trọng

Chức năng	Chỉ tiêu tải trọng
Hãm khẩn (hãm khẩn cấp 1, 2, 3 và 4)	T R đến T 6*
Hãm thường	T R đến T 6
Hãm đỗ	T R
Hãm giữ	T R đến T 6
Tính năng hãm an toàn	T R đến T 4
* Chỉ tiêu tải trọng có thể được hạ thấp về T 4 đối với các đoàn tàu địa phương với sự đồng ý của Cơ quan quản lý an toàn	

7.4 Phương pháp hãm

Các phương pháp dưới đây là các biện pháp đã được xác định để đạt được tính năng hãm cần thiết cho loại phương tiện này. Khi sử dụng thuật ngữ “lựa chọn” trong bảng dưới đây, đơn vị vận hành phải quyết định phải thực hiện lựa chọn nào

Bảng 14 – Các phương pháp hãm / hệ thống hãm chính

	Hãm động năng	Hãm ma sát	Bảo vệ trượt bánh xe	Cân tải trọng	Phun cát hoặc tương đương	Hãm từ trường đường ray
Hãm thường	Có	Tùy chọn	Tùy chọn	Có	Tùy chọn	Không
Hãm khẩn cấp 1	Tùy chọn	Có	Tùy chọn	Có	Tùy chọn	Tùy chọn
Hãm khẩn cấp 2	Không	Có	Tùy chọn	Có	Tùy chọn	Tùy chọn
Hãm khẩn cấp 3	Không	Có	Tùy chọn	Có	Tùy chọn	Tùy chọn
Hãm khẩn cấp 4	Không	Có	Tùy chọn	Có	Tùy chọn	Tùy chọn
Hãm an toàn	Không	Có	Tùy chọn	Tùy chọn	Tùy chọn	Tùy chọn
Hãm giữ	Không	Có ^b	Không	Tùy chọn	Không	Tùy chọn ^b
Hãm đỗ	Không	Có ^b	Không	Tùy chọn	Không	Tùy chọn ^b
<p>a) Nếu sử dụng hãm đường ray loại nam châm vĩnh cửu (xem cột cuối), có thể chấp nhận không sử dụng hãm ma sát cho chức năng này</p> <p>b) Chỉ đối với hãm đường ray loại nam châm vĩnh cửu</p>						

8 Các yêu cầu thử nghiệm hệ thống hãm đường sắt đô thị

8.1 Tổng quan

Thử nghiệm phương tiện giao thông đường sắt mới bao gồm 2 giai đoạn riêng biệt, được gọi là thử nghiệm kiểu loại và thử nghiệm thông thường. Nội dung của cả thử nghiệm kiểu loại và thử nghiệm thông thường phải được cơ quan có thẩm quyền phê duyệt.

Mục này quy định các yêu cầu cho cả 2 loại thử nghiệm phải được thực hiện trên hệ thống hãm.

Thử nghiệm kiểu loại phải được tiến hành trên một phương tiện ghép được chế tạo ban đầu hoặc trên đoàn tàu trước khi đoàn tàu có phương tiện đó được đưa vào khai thác và các thử nghiệm này phải là cơ sở để chấp nhận thiết kế hệ thống hãm và quá trình chế tạo nó. Thử nghiệm kiểu loại của phương tiện hoán cải phải được thực hiện nếu hệ thống hãm được sửa đổi hoặc nếu tải trọng đoàn tàu và/hoặc khối lượng hành khách bị thay đổi đáng kể (xem Điều 1).

Nội dung của thử nghiệm kiểu loại đối với phương tiện hoán cải phải được cơ quan có thẩm quyền chấp thuận theo các thay đổi được thực hiện. Thử nghiệm thông thường phải được thực hiện trên từng phương tiện được sản xuất hoặc trên đoàn tàu trước khi đoàn tàu đưa vào khai thác.

8.2 Các yêu cầu thử nghiệm kiểu loại

8.2.1 Thử nghiệm kiểu loại tĩnh

Trước mọi thử nghiệm tĩnh, phải hoàn thiện tất cả các thử nghiệm tích hợp hệ thống và các thử nghiệm kết cấu cần thiết.

Mục tiêu chính của những thử nghiệm kiểu loại tĩnh này là để xác nhận thiết bị hãm của đoàn tàu phù hợp với quy định kỹ thuật và thiết lập các giá trị của tất cả các thông số liên quan để tham chiếu khi đánh giá tính năng động lực học.

Phải hoàn thành một thử nghiệm tính năng đầy đủ, bao gồm tất cả các thiết bị an toàn trước khi bắt đầu thử nghiệm động.

Thử nghiệm kiểu loại tĩnh hệ thống hãm có thể bao gồm các thử nghiệm trên bàn thử và trên đoàn tàu. Phạm vi của thử nghiệm kiểu loại tĩnh phải bao gồm tối thiểu các vấn đề dưới đây (nếu có thể áp dụng hoặc tương đương phụ thuộc vào loại thiết bị hãm);

- Áp suất xi lanh hãm (hoặc tương đương);
- Giá trị cân tải trọng (ví dụ: áp suất);
- Lực hãm ma sát (lực block hãm hoặc lực kẹp má hãm);
- Quá trình tác dụng hãm và hành trình;
- Các thiết lập van hãm (ví dụ: áp suất đóng/mở);
- Thời gian tác dụng hãm;
- Thời gian nhả hãm;
- Độ chính xác thiết bị giám sát;
- Các chức năng, ví dụ: sự hoạt động chính xác của tất cả các điều khiển và thiết bị cô lập ở mức độ đoàn tàu/phương tiện; tổng thành;
- Vận hành khóa dẫn (ví dụ: cấm phát sinh lực kéo khi hãm khẩn);
- Dung năng hãm dự trữ (ví dụ: dung tích thùng gió hãm);
- Thử rò rỉ;
- Thiết bị bảo vệ được trang bị để giảm thiểu tối đa tác động của hư hỏng (ví dụ: các van khóa, van kiểm tra);
- Tác dụng trượt lết bánh xe WSP / thời gian nhả hãm;
- Quá trình vận hành hệ thống xả cát.

Trong trường hợp không thể thử nghiệm các thông số cụ thể trên các phương tiện nhất định (ví dụ: thời gian tác dụng hãm và nhả hãm) thì những thử nghiệm này có thể được tiến hành như các thử nghiệm trên bàn thử nếu được cơ quan có thẩm quyền đồng ý.

Thử nghiệm tĩnh chính xác được thực hiện sẽ phụ thuộc vào thiết kế cụ thể của phương tiện.

TCVN 11805 : 2017

Nếu sử dụng nhiều hơn một phương thức hãm ở bất kỳ chế độ hãm nào (ví dụ: hãm ma sát và hãm đường ray), thì khi đó phải tiến hành thử nghiệm đối với từng phương thức riêng biệt để xác định được chức năng và phản hồi của từng hệ thống.

8.2.2 Thử nghiệm kiểu loại động

8.2.2.1 Tổng quan

Trước mọi thử nghiệm động, phải hoàn thành thử nghiệm tĩnh được quy định ở trên. Ngoài ra phải hoàn thành mọi thử nghiệm mô phỏng và/hoặc thử nghiệm trên bàn thử được quy định (ví dụ: cảnh báo nhiệt độ, đánh giá bảo vệ trượt lết bánh xe WSP).

Mục đích của thử nghiệm hãm động là để chứng minh tính năng hoạt động của đoàn tàu thỏa mãn tối thiểu các yêu cầu liên quan có trong các điều 6, 7 và 8.

CHÚ THÍCH:: Các tính năng hoạt động vận hành được xác định trong các điều 6, 7, 8 được dựa trên các giá trị lý thuyết. Để chứng minh sự phù hợp với các yêu cầu được quy định các mục trên, khuyến nghị thực hiện các thử nghiệm và từ các kết quả thử nghiệm này, chứng minh các giá trị thực tế đạt được nằm trong các giới hạn quy định.

Đối với mọi tốc độ bắt đầu hãm, theo mục 4.5.1, khoảng cách dừng cho từng thử nghiệm phải nhỏ hơn hoặc bằng giá trị được tính toán lý thuyết như được quy định với các giá trị a_e và t_e được quy định trong mục 3.1.16.2 và 3.1.16.3 và phù hợp với các bảng 3, 7, 11.

Ngoài ra, các giá trị giới hạn độ êm dịu được quy định trong các bảng tương ứng 4, 8, 12 phải không bị vượt quá trong mọi thử nghiệm.

Phải tiến hành các thử nghiệm bổ sung để chứng minh sự phù hợp với tính năng hoạt động hãm được quy định dưới các điều kiện hư hỏng hãm (xem mục 4.6). Khuyến nghị xem xét các điều kiện hư hỏng gây bất lợi của một hệ thống tác dụng hãm (ví dụ: thiết bị không kích hoạt hoặc bị cô lập) và sự có mặt của các tổng thành không phân tách (tổng thành khối) (ví dụ: các block hãm hoặc má hãm).

Phải thực hiện các thử nghiệm bổ sung để thiết lập được tính năng hoạt động dưới các điều kiện môi trường suy giảm theo quy định (ví dụ: các đường ướt). Phải xác định những điều kiện này và chỉ tiêu chấp nhận cho những thử nghiệm này.

Cơ quan có thẩm quyền có thể yêu cầu các thử nghiệm mang tính điều tra để đưa ra các tính năng hoạt động dưới các điều kiện giới hạn (ví dụ: các điều kiện môi trường xung quanh, nhiệt độ tổng thành, tải trọng hành khách, độ bám dính kém, hướng gió bất lợi).

Để chứng minh tính năng hoạt động thống nhất và để đảm bảo các kết quả là điển hình, phải tiến hành đầy đủ một số lần thử nghiệm.

Tính năng hoạt động từ các thử nghiệm khác nhau đạt được dưới các điều kiện danh nghĩa giống nhau phải không khác quá một giá trị nhất định so với tính năng hoạt động trung bình cho các điều kiện thử nghiệm này (ví dụ: cùng tốc độ, tải trọng, vị trí...), đơn vị vận hành phải xác định các giá trị này (dung sai hoặc dải biên độ). Khuyến nghị các giá trị này không vượt quá $\pm 10\%$ giá trị đối với điều kiện ray khô. Ngoài ra, phải đánh giá sự thống nhất các đặc tính hoạt động giữa các thử nghiệm dưới các điều kiện khác nhau.

Phải tiến hành các thử nghiệm để tránh rủi ro nhiệt độ bị vượt quá do mọi tác động, ngoại trừ các điều kiện vận hành khác nghiệt nhất được cơ quan có thẩm quyền quy định. Giữa các thử nghiệm này, phải có thời gian nghỉ hoặc khoảng cách tối thiểu để đảm bảo so sánh được các điều kiện ban đầu.

8.2.2.2 Hãm khẩn – Thử nghiệm kiểu loại

Thử nghiệm hãm khẩn phải được thực hiện có kết hợp tải trọng và tốc độ xác định. Nếu sử dụng nhiều hơn một phương thức hãm khi hãm khẩn, thì phải tiến hành các thử nghiệm này cho tất cả các kết hợp yếu tố trên, bỏ qua các hư hỏng có thể hoặc khả năng không có sẵn sàng 2 phương thức này.

Số lần tối thiểu thử nghiệm kiểu loại tại từng điều kiện tải trọng phải ở 1 trong 2 trường hợp sau:

- 3 thử nghiệm tại 3 tốc độ khác nhau (tổng 9 thử nghiệm). Các tốc độ thử nghiệm phải được phân chia đều trên dải tốc độ hoặc được quy định khác, hoặc
- 9 thử nghiệm được phân chia đều trên dải tốc độ (một thử nghiệm cho một tốc độ trong 9 tốc độ khác nhau).

Các thử nghiệm phải được thực hiện hoàn chỉnh cho tối thiểu 2 trạng thái tải trọng có các giá trị được quy định trong các mục 5.3, 6.3, 7.3, nếu phù hợp. Nếu không được quy định, các tải trọng phải là T R và T 4 (các đoàn tàu đường sắt nhẹ và đoàn tàu chạy điện giữa các đô thị) hoặc T 6 (tất cả các trường hợp khác).

8.2.2.3 Hãm an toàn – Thử nghiệm kiểu loại

Thử nghiệm hãm an toàn phải được thực hiện để chứng minh đặc tính dừng đoàn tàu ở các kết hợp tải trọng và tốc độ quy định. Nếu được quy định, các điều kiện tải trọng phải là T R và T 4. Thử nghiệm hãm an toàn phải được thực hiện ở các tốc độ được xác định trước đó đối với thử nghiệm hãm khẩn.

8.2.2.4 Hãm thường – Thử nghiệm kiểu loại

Thử nghiệm hãm thường phải được tiến hành với các kết hợp giữa tải trọng và tốc độ được xác định dưới đây. Nếu sử dụng nhiều hơn một phương thức hãm (ví dụ: hãm ma sát và hãm điện động) khi hãm thường, thì những thử nghiệm này phải được tiến hành ở tất cả các kết hợp về tải trọng và tốc độ, bỏ qua các hư hỏng có thể hoặc khi không có sẵn 2 yếu tố này.

TCVN 11805 : 2017

Tính năng hoạt động hãm khi kết hợp những hệ thống hãm này phải được đánh giá trong những thử nghiệm này để kiểm tra xem việc chuyển đổi xuất hiện sẽ không gây ra chấn động đáng kể, hãm dưới mức hoặc hãm quá mức. Trong quá trình kết hợp, gia tốc giảm tức thời phải không thay đổi nhiều hơn $\pm 10\%$ giá trị được yêu cầu.

Khuyến nghị thực hiện ít nhất 3 thử nghiệm loại này. Tối thiểu, tùy theo sự đồng ý của cơ quan có thẩm quyền, phải tiến hành 2 thử nghiệm ở từng điều kiện tải trọng và tốc độ. Mức độ thử nghiệm này phải áp dụng cho từng phương thức hãm thường (ví dụ: hãm ma sát và hãm điện động).

Các tốc độ phải được phân chia đều trên toàn bộ dải tốc độ. Nếu không được quy định, tốc độ được lựa chọn phải là 1/3, 2/3 và 3/3 tốc độ tối đa.

Các thử nghiệm phải được thực hiện hoàn chỉnh cho tối thiểu 2 trạng thái tải trọng, có các giá trị được quy định trong các mục 5.3, 6.3, 7.3. Nếu không được cơ quan có thẩm quyền quy định, các tải trọng được lựa chọn phải là T R và T 4 (các đoàn tàu đường sắt nhẹ và địa phương) hoặc T 6 (tất cả các trường hợp khác).

Phải đánh giá phản hồi của hệ thống hãm thường theo các thay đổi của yêu cầu hãm trong những thử nghiệm này tương ứng với sự thay đổi về gia tốc giảm, chấn động và thời gian phản hồi.

Thử nghiệm hãm thường có thể bao gồm thử nghiệm ở các điều kiện vận hành đặc trưng khai thác phổ biến nhất, ví dụ: đánh giá nhiệt độ của các tổng thành hãm ma sát. Chi tiết của những thử nghiệm này phải được cơ quan có thẩm quyền quy định (ví dụ: tuyến, tải trọng, biểu đồ tốc độ, số lần tác dụng hãm, chỉ tiêu chấp nhận).

Nếu được yêu cầu, các thử nghiệm có thể được tiến hành để xác định được các tác động của các điều kiện quan trọng ban đầu (ví dụ: sự thay đổi nhiệt độ đĩa hãm) đến tính năng hoạt động.

8.2.2.5 Thử nghiệm kiểu loại ở các điều kiện bám dính bị suy giảm

Các thử nghiệm này có thể nằm trong thử nghiệm hãm khẩn và/hoặc thử nghiệm hãm thường. Các thử nghiệm được tiến hành dưới các điều kiện môi trường bị suy giảm phải là thử nghiệm chứng minh được tính năng hoạt động của WSP và/hoặc bộ phun cát. Nếu trang bị thiết bị phun cát, nên tiến hành các thử nghiệm này với trường hợp khi thiết bị phun cát hoạt động và khi không hoạt động.

Cơ quan có thẩm quyền phải xác định các điều kiện thử nghiệm được sử dụng. Hướng dẫn được đưa ra trong mục 9.4 và 9.5 về các phương thức có thể để tạo ra các điều kiện bám dính kém hoặc thấp.

8.2.2.6 Đo đặc dữ liệu – Thử nghiệm kiểu loại

Phải ghi lại đường kính bánh xe ở đoàn tàu đang thực hiện thử nghiệm kiểu loại để có thể đánh giá được tác động của yếu tố này đối với các kết quả.

Trong quá trình thử nghiệm động, phải ghi lại các thông số sau để chứng minh sự phù hợp:

- Tốc độ - giá trị ban đầu;
- Tốc độ - giá trị liên tục;
- Gia tốc giảm;
- Thời gian;
- Khoảng cách dừng;
- Lệnh hãm.

Ngoài ra, có thể ghi lại các thông số sau để hỗ trợ cho việc xác định chính xác hơn đặc tính hoạt động của đoàn tàu dưới các điều kiện khác nhau:

- | | |
|---|--|
| - Tốc độ bộ trục bánh hoặc bánh xe | Để xác định có xuất hiện trượt lết; |
| - Các áp suất hoặc thông số tương đương | Để giám sát phản hồi của hãm ma sát; |
| - Nhiệt độ (thiết bị) | Để kiểm tra nhiệt độ tối đa phát sinh; |
| - Điện áp đường dây | Nếu sử dụng hãm động năng ở chế độ tái sinh; |
| - Các tín hiệu tương giao (ví dụ: các tín hiệu kết hợp) | Nếu sử dụng hãm động năng; |
| - Điện áp ắc quy | Nếu sử dụng hãm đường ray. |

8.2.3 Hãm giữ - Thử nghiệm kiểu loại

Nếu được trang bị, phải tiến hành thử nghiệm kiểu loại để xác định khả năng của hãm giữ khi giữ đoàn tàu ở tải trọng được yêu cầu trên một độ dốc nhất định trong một khoảng thời gian quy định dưới các điều kiện xác định (xem các Điều 6, 7, 8, nếu phù hợp).

8.2.4 Hãm đỗ - Thử nghiệm kiểu loại

8.2.4.1 Thử giữ

Phải thực hiện một thử nghiệm để chứng minh khả năng của hãm giữ khi giữ đoàn tàu ở tải trọng được yêu cầu trên một độ dốc nhất định dưới các điều kiện xác định (xem mục 6, 7, 8, nếu phù hợp).

8.2.4.2 Thử đẩy

Nếu được quy định, phải tiến hành thử nghiệm kiểu loại để chứng minh nếu một đoàn tàu có tải trọng T R bị di chuyển khi đang tác dụng hãm đỗ, bánh xe sẽ vẫn quay chứ không trượt.

8.3 Các yêu cầu thử nghiệm thông thường

8.3.1 Tổng quan

Phải thực hiện hoàn chỉnh tất cả các thử nghiệm thông thường trước khi đưa đoàn tàu vào khai thác.

8.3.2 Thử nghiệm thông thường tĩnh

Trước mọi thử nghiệm tĩnh, phải thực hiện hoàn chỉnh tất cả các thử nghiệm tích hợp hệ thống và các thử nghiệm kết cấu. Mục tiêu chính của các thử nghiệm thông thường tĩnh là để xác nhận thiết bị hãm của từng đoàn tàu hoạt động thống nhất với thiết bị hãm của đoàn tàu được thử nghiệm kiểu loại.

Phải thực hiện hoàn chỉnh một thử nghiệm tính năng đầy đủ phù hợp, bao gồm tất cả các thiết bị an toàn trước khi bắt đầu các thử nghiệm động.

Thử nghiệm thông thường tĩnh phải bao gồm tối thiểu các vấn đề sau đây:

- Áp suất xi lanh hãm (hoặc tương đương);
- Các giá trị cân tải trọng (ví dụ: áp suất);
- Các thiết lập van hãm (ví dụ: áp suất đóng/mở);
- Thời gian tác dụng hãm;
- Thời gian nhả hãm;
- Chức năng thiết bị giám sát;
- Chức năng vận hành chính xác của tất cả các điều khiển ở mức độ tổng thành, đoàn tàu / phương tiện;
- Vận hành hệ thống phun cát.

Thử nghiệm tĩnh chính xác được thực hiện sẽ phụ thuộc vào thiết kế cụ thể của phương tiện.

Nếu sử dụng nhiều hơn một phương thức hãm (ví dụ: hãm ma sát và hãm đường ray) trong mọi chế độ hãm, thì phải thực hiện những thử nghiệm này để kiểm tra chức năng của từng hệ thống.

8.3.3 Các thử nghiệm thông thường động

8.3.3.1 Tổng quan

Trước mọi thử nghiệm động, phải hoàn thành các thử nghiệm tĩnh được quy định ở trên.

Mục đích của thử nghiệm thông thường động là để xác nhận tính năng hoạt động của từng đoàn tàu phù hợp với tính năng đã được thiết lập và được chấp nhận trong khi thử nghiệm kiểu loại. Có thể tiến hành các thử nghiệm bổ sung theo yêu cầu để xác nhận sự vận hành đúng của các hệ thống con cụ thể.

8.3.3.2 Hãm khẩn – Thử nghiệm thông thường

Phải tạo ra tối thiểu 2 điểm dừng từ 2 tốc độ khác nhau ở mức tải trọng T R.

8.3.3.3 Hãm an toàn – Thử nghiệm thông thường

Phải tạo ra tối thiểu 2 điểm dừng từ 2 tốc độ khác nhau ở mức tải trọng T R.

8.3.3.4 Hãm thường – Thử nghiệm thông thường

Phải tạo tối thiểu 2 điểm dừng từ 2 tốc độ khác nhau ở mức tải trọng T R. Trong những thử nghiệm này hoặc các thử nghiệm bổ sung, phải xác nhận sự vận hành đúng của từng phương thức hãm.

8.3.3.5 Thử nghiệm thông thường dưới các điều kiện bám dính bị suy giảm

Không yêu cầu thêm thử nghiệm động nào để bổ sung cho thử nghiệm chức năng tĩnh .

8.3.3.6 Đo đặc dữ liệu – Thử nghiệm thông thường

Trong khi thử nghiệm động, phải ghi lại các thông số sau đây để chứng minh sự phù hợp:

- Tốc độ - ban đầu;
- Khoảng cách dừng;
- Lệnh hãm.

8.3.4 Hãm giữ - Thử nghiệm thông thường

Không yêu cầu thêm thử nghiệm bổ sung về tính năng và tích hợp đã được tiến hành ở trạng thái tĩnh.

8.3.5 Hãm đỗ - Thử nghiệm thông thường**8.3.5.1 Thử giữ**

Không yêu cầu thêm thử nghiệm bổ sung về tính năng và tích hợp đã được thực hiện ở trạng thái tĩnh trừ khi hãm đỗ sử dụng thiết bị riêng (ví dụ: thiết bị tác dụng hãm đỗ riêng biệt). Ở trong những trường hợp này, phải tiến hành thử nghiệm ở trạng thái T R.

8.3.5.2 Thử đẩy

Không yêu cầu thử nghiệm.

8.4 Tài liệu**8.4.1 Tổng quan**

Phải ghi lại đầy đủ việc xác nhận tính năng hãm theo các yêu cầu được quy định.

Việc ghi chép từng thử nghiệm này phải bao gồm:

- Quy trình thử nghiệm;
- Báo cáo thử nghiệm.

8.4.2 Quy trình thử nghiệm

TCVN 11805 : 2017

Quy trình thử nghiệm phải xác định phương thức thực hiện thử nghiệm, bao gồm chỉ tiêu chấp nhận và thông tin được ghi lại trong báo cáo thử nghiệm liên quan.

Trình tự của quy trình phải như sau:

- Mục đích của việc thử nghiệm;
- Tham chiếu và đưa ra các tính toán tính năng hoạt động liên quan;
- Thử nghiệm kiểu loại và thường xuyên được tiến hành trên phương tiện trước những thử nghiệm này;
- Tham chiếu của mọi quy trình thử nghiệm liên quan;

CHÚ THÍCH:: Có thể có một số quy trình đề cập tới toàn bộ mức độ thử nghiệm được yêu cầu:

- Cấu hình đoàn tàu, ví dụ: việc bố trí và kiểu loại phương tiện khi định hình thử nghiệm;
- Các trạng thái tải trọng thực hiện các thử nghiệm;
- Các điều kiện môi trường thực hiện thử nghiệm;
- Các điều kiện hiện trường thực hiện thử nghiệm, ví dụ: đường ray (bán kính đường cong nhỏ nhất và độ dốc lớn nhất), hầm hoặc khoảng không gian mở;
- Thiết bị thử nghiệm. Thiết bị thử nghiệm được yêu cầu để tiến hành thử nghiệm phải được xác định, ví dụ: các thiết bị đo, kích hoạt hãm. Phải xác định các dụng cụ thiết lập các thông số, ví dụ: thời gian phản hồi, bộ lọc, dải đo;
- Năng lực người thử nghiệm. Phải xác định các kỹ năng cá nhân được yêu cầu thực hiện thử nghiệm.
- Mô tả thử nghiệm. Phải nêu chi tiết quá trình thử nghiệm, bao gồm các thông số phải được ghi lại như quy định trong 8.2 và 8.3.
- Chỉ tiêu chấp nhận thể hiện bằng các giá trị nhỏ nhất hoặc lớn nhất, phù hợp với các Điều 6, 7, 8 phải được xác định;
- Số tham chiếu tài liệu quy trình thử nghiệm, ví dụ: số, phiên bản, ngày, phê duyệt...

8.4.3 Báo cáo thử nghiệm

Báo cáo thử nghiệm phải bao gồm tất cả các thông tin được yêu cầu theo quy trình thử nghiệm cùng với các kết quả của những thử nghiệm. Phải xác định mọi sai khác với quy trình thử nghiệm. Báo cáo phải có một kết luận rõ ràng liệu thử nghiệm có đạt hay không.

Cấu trúc của báo cáo thử nghiệm phải thể hiện theo đúng bố cục quy trình thử nghiệm được đưa ra trong 8.4.2. Phải có đầy đủ thông tin trong báo cáo để tránh sự cần thiết phải tham chiếu liên tục quy trình thử nghiệm.

Ngoài ra, báo cáo phải bao gồm các tham chiếu cụ thể đối với các phương tiện được sử dụng trong thử nghiệm và tình trạng của tổng thành và phần mềm ảnh hưởng tới đặc tính hãm của đoàn tàu, ví dụ: vấn đề về phần mềm, mức độ thay đổi tổng thành.

Phải đưa ra số tham chiếu tài liệu báo cáo thử nghiệm, ví dụ: số, phiên bản, ngày, phê duyệt.

Đối với từng thử nghiệm hoặc series các thử nghiệm, báo cáo phải ghi lại tối thiểu:

- Số phương tiện;
- Các quy định tham chiếu tới tiêu chuẩn này;
- Ngày (thử nghiệm);
- Vị trí (địa điểm thử nghiệm);
- Các điều kiện thời tiết;
- Các kết quả;
- Tất cả các biểu đồ liên quan cần thiết để chứng minh sự phù hợp với tiêu chuẩn này;
- Chỉ tiêu chấp nhận;
- Tên và chức năng của người viết báo cáo trong quá trình thử nghiệm.

9 Phương pháp thử nghiệm

9.1 Thử nghiệm hãm khẩn/hãm an toàn/hãm thường

Phương pháp khuyến nghị khi thử nghiệm động là tiến hành các thử nghiệm này trên đường khô, thẳng, độ dốc danh nghĩa không đổi (đường lý tưởng). Nếu không thể thực hiện được thử nghiệm trên đường đồng mức, nên đánh giá tác động của độ dốc hiện có (ở từng khu vực thử nghiệm). Việc đánh giá này có thể được thực hiện:

- Bằng tính toán tác động của độ dốc với tính năng được yêu cầu; hoặc
- Bằng thử nghiệm trên cả 2 chiều và tính toán giá trị trung bình của khoảng cách dừng (từ cùng một tốc độ).

Khuyến nghị độ dốc lớn nhất cho phép ở các khu vực thử nghiệm này không lớn hơn 5 ‰ (1 trên 200).

Tốc độ bắt đầu (chạy không), đo tại thời điểm tác dụng hãm, không nên sai lệch với tốc độ dự định ± 3 km/h.

Khi tốc độ bắt đầu (v_0) khác với tốc độ dự định (tốc độ cuối) (v_t) và/hoặc đường không đồng mức, có thể sử dụng công thức dưới đây để hiệu chỉnh khoảng cách hãm đo được. Công thức này có thể sử dụng cho các độ dốc lên tới 10 ‰.

$$s_r = \frac{v_r^2 (s_0 - v_0 \times t_e)}{v_0^2 - 2 \times \left(\frac{M_s}{M_d} \right) \times g \times i \times (s_0 - v_0 \times t_e)} + v_r \times t_e \quad (1)$$

- s_r Khoảng cách đã được hiệu chỉnh (m);
- s_0 Khoảng cách đo được (m);
- v_r Tốc độ dự định (m/s);
- v_0 Tốc độ đo được khi tác dụng hãm (m/s);
- t_e Thời gian phản hồi tương đương đo được trong khi thử nghiệm tĩnh (s);
- M_s Khối lượng tĩnh (t);
- M_d Khối lượng động (t);
- g Gia tốc trọng trường (m/s²);
- i Độ dốc, m/s: giá trị dương là lên dốc (ví dụ: đối với độ dốc 5 ‰=0,005 m/m).

Trước khi bắt đầu thử nghiệm tĩnh, người thử nghiệm nên kiểm tra thiết bị hãm liên quan có đang vận hành đúng và có đủ độ bám dính giữa bánh và ray.

CHÚ THÍCH:: Việc này có thể được thực hiện bằng cách tạo ra tác dụng hãm trên khu vực thử nghiệm và kiểm tra:

- Sự trượt bánh xe;
- Sự thay đổi của khoảng cách dừng.

Khi chất tải phương tiện để mô phỏng các điều kiện mang tải, khối lượng nên được phân chia trong phương tiện phù hợp với kế hoạch tải trọng xác định cho khối lượng thử nghiệm.

Nếu có các điều kiện thời tiết cụ thể (đặc biệt tốc độ gió hiện tại) có thể ảnh hưởng tới đặc tính hãm, thì nên tiến hành các thử nghiệm theo cả 2 hướng để xác định tác động.

Khuyến nghị hãm khẩn được kích hoạt bằng thiết bị tự động. Nếu không thể thực hiện được việc này, thì nên đánh giá tác động của các dung sai trong phương pháp kích hoạt đối với các kết quả.

Để đánh giá tính năng hoạt động của hãm thường, nên sử dụng cùng phương pháp thử nghiệm như phương pháp được sử dụng cho thử nghiệm hãm khẩn.

Trong quá trình đánh giá các chế độ hãm thường khác nhau, khuyến nghị nên đặc biệt chú ý việc đảm bảo đạt được tính năng đồng nhất để tránh các khó khăn trong vận hành.

Nếu các khu đoạn quan trọng của mạng lưới đường sắt có các độ dốc lớn, thì nên kiểm tra đặc tính hãm dưới các điều kiện này.

9.2 Thử nghiệm hãm đỗ

9.2.1 Thử giữ

Thử nghiệm này có thể được thực hiện bằng cách:

- Đưa một đoàn tàu hoặc một phương tiện ghép có tải trọng nhất định trên một độ dốc xác định;
- Đưa một đoàn tàu hoặc một phương tiện ghép có tải trọng nhất định trên một độ dốc nhất định, được cô lập thiết bị hãm để mô phỏng điều kiện cần thiết;
- Đo lực cần để di chuyển đoàn tàu hoặc phương tiện ghép (có tải trọng nhất định) chống lại hãm để trên đường tiếp tuyến đồng mức (ví dụ: bằng kéo tời hoặc nguồn sức kéo).

9.2.2 Thử đẩy

Thử nghiệm này có thể được thực hiện bằng cách di chuyển một phương tiện, phương tiện ghép hoặc đoàn tàu rỗng có hãm để được tác dụng lực đầy đủ trên một khoảng cách nhất định và giám sát liệu bánh xe bị tác động có quay hay không. Việc này có thể thực hiện được bằng cách kích hoạt một hoặc nhiều hệ thống tác dụng hãm để.

Hãm để nên duy trì tính năng giữ hãm ngay sau khi hoàn thành thử nghiệm di chuyển này.

CHÚ THÍCH:: Nên thử nghiệm sau đó để chứng minh hãm giữ vẫn giữ được phương tiện.

9.3 Thử nghiệm hãm giữ

Thử nghiệm này có thể được thực hiện sử dụng cùng phương pháp được xác định cho hãm để với tải trọng nhất định phù hợp.

9.4 Thử nghiệm trên đường dưới các điều kiện bám dính bị suy giảm

Nếu yêu cầu thực hiện thử nghiệm dưới các điều kiện bám dính bị suy giảm, có thể sử dụng các phương pháp sau đây để tạo ra độ bám dính kém hoặc thấp.

- Để đánh giá các tính năng có độ bám dính từ 0,13 đến 0,06, có thể sử dụng các kỹ thuật phun, như phun nước hoặc chất tương tự như được quy định trong UIC 541-05. Kỹ thuật cụ thể sẽ phụ thuộc vào mức độ bám dính dự định. (Điều chỉnh nồng độ dung dịch nước để đạt được các mức độ bám dính theo yêu cầu của cơ quan có thẩm quyền).

- Để đánh giá các tính năng hoạt động với độ bám dính rất thấp dưới 0,06, có thể sử dụng 3 phương pháp:

- 1) Phun nước xà phòng vào mặt tiếp xúc bánh xe/ray trong khi hãm;
- 2) Đặt cố định dải băng giấy vào ray trên toàn khoảng cách hãm, làm ướt nhẹ bằng cách phun nước từ đoàn tàu;
- 3) Phun dầu colza vào ray trên toàn khoảng cách hãm.

CHÚ THÍCH: 1: sử dụng dầu quá mức có thể gây hại tới môi trường và chỉ nên sử dụng dưới các điều kiện được kiểm soát

TCVN 11805 : 2017

CHÚ THÍCH: 2: sử dụng bất kỳ kỹ thuật nào ở trên có thể gây ảnh hưởng tới đặc tính ma sát của block hãm/má hãm. Những thiết bị do đó nên được thay thế (hoặc xử lý nếu có thể thực hiện được) khi hoàn thành các thử nghiệm này.

Đối với các đoàn tàu được trang bị hệ thống tăng cường bám dính – như phun cát tự động – vận hành tự động, nên xác định tác động khi hệ thống này bị cô lập. Các thử nghiệm nên được tiến hành với các hệ thống khi vận hành và lặp lại khi hệ thống đó bị cô lập để đảm bảo đánh giá được sự thay đổi đặc tính hoạt động.

9.5 Thử nghiệm mô phỏng dưới các điều kiện bám dính bị suy giảm

Có thể sử dụng các thử nghiệm trên thiết bị mô phỏng để thẩm định các thay đổi về WSP và đặc tính hoạt động trên một phạm vi rộng các loại phương tiện và điều kiện vận hành. Các thử nghiệm thiết bị mô phỏng sẽ đặc biệt có giá trị khi yêu cầu các thay đổi để điều chỉnh các thông số WSP phù hợp với thiết kế đa dạng của phương tiện.
