

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 13937-1:2024

Xuất bản lần 1

**ỨNG DỤNG ĐƯỜNG SẮT –
HỆ THỐNG ĐƯỜNG RAY KHÔNG ĐÁ BA LÁT –
PHẦN 1: YÊU CẦU CHUNG**

*Railway Applications – Ballastless Track Systems –
Part 1: General Requirements*

HÀ NỘI – 2024

MỤC LỤC

Lời nói đầu.....5

1 Phạm vi áp dụng.....7

2 Tài liệu viện dẫn7

3 Thuật ngữ và định nghĩa8

4 Kí hiệu và từ viết tắt.....10

 4.1 Kí hiệu10

 4.2 Từ viết tắt10

5 Yếu tố tác động bên ngoài10

 5.1 Tải trọng phương tiện đường sắt.....10

 5.1.1 Quy định chung.....10

 5.1.2 Tải trọng thẳng đứng11

 5.1.3 Tải trọng ngang.....12

 5.1.4 Tải trọng theo phương dọc.....12

 5.2 Kết cấu dưới14

 5.2.1 Quy định chung.....14

 5.2.2 Công trình trên đất.....14

 5.2.3 Cầu.....15

 5.2.4 Hàm.....16

 5.2.5 Đoạn chuyển tiếp16

 5.3 Tác động môi trường16

 5.3.1 Quy định chung.....16

 5.3.2 Nước.....17

 5.3.3 Nhiệt độ.....17

 5.3.4 Động đất18

 5.3.5 Tiếp xúc hóa chất, tiếp xúc tia cực tím và ô nhiễm18

6 Yêu cầu hệ thống18

 6.1 Hình học thiết kế của đường ray18

 6.2 Độ ổn định đường ray.....18

 6.3 Khở giới hạn tiếp giáp kiến trúc18

 6.4 Tuổi thọ thiết kế.....19

 6.5 Khả năng bảo trì.....19

 6.6 Tính bền vững.....19

 6.7 Tiếng ồn và rung động19

 6.8 Trật bánh.....19

 6.9 Giao diện điện19

 6.9.1 Quy định chung.....19

 6.9.2 Cách điện ray với ray.....20

6.9.3 Giao diện điện với hệ thống nguồn điện sức kéo.....20

6.9.4 Giao diện điện với hệ thống tín hiệu.....20

6.9.5 Mạch điện đường ray.....20

6.9.6 Khả năng tương thích điện từ với hệ thống tín hiệu.....21

6.10 Cố định thiết bị.....21

Phụ lục A23

(Tham khảo)23

Tăng nhiệt độ của ray bằng cách sử dụng hãm bằng dòng điện xoay.....23

 A.1 Xác định độ tăng nhiệt độ của ray sử dụng biểu đồ Hình A.1.....23

 A.2 Xác định độ tăng nhiệt độ của ray sử dụng hàm số tăng nhiệt và giảm nhiệt của ray24

 A.2.1 Quy định chung24

 A.2.2 Sự tăng nhiệt của ray24

 A.2.3 Sự giảm nhiệt của ray24

 A.2.4 Ví dụ tính toán24

Phụ lục B27

(Tham khảo)27

Ví dụ về vùng không vòng lặp và vùng có hàm lượng kim loại hạn chế để đảm bảo khả năng tương thích điện từ.....27

 B.1 Nối ghép mạch điện đường ray.....27

 B.2 Mạch dò tìm hoặc mạch truyền27

 B.3 Thiết bị nhận diện đoàn tàu28

 B.4 Cảm biến bánh xe.....28

Phụ lục C29

(Tham khảo)29

Ví dụ về hệ thống gắn thiết bị nhận diện đoàn tàu.....29

Thư mục tài liệu tham khảo.....30

Lời nói đầu

TCVN 13937-1:2024 được xây dựng trên cơ sở tham khảo tiêu chuẩn BS EN 16432-1:2017.

TCVN 13937-1:2024 do Viện Khoa học và Công nghệ GTVT 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.

Bộ TCVN 13937:2024 *Ứng dụng đường sắt - Hệ thống đường ray không đá ba lát*, gồm ba phần:

- *Phần 1: Yêu cầu chung*
- *Phần 2: Thiết kế hệ thống, các hệ thống con và các thành phần*
- *Phần 3: Nghiệm thu*

Ứng dụng đường sắt – Hệ thống đường ray không đá ba lát – Phần 1: Yêu cầu chung

*Railway Applications – Ballastless Track Systems –
Part 1: General Requirements*

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này xác định các yêu cầu chung liên quan đến thiết kế hệ thống đường ray không đá ba lát.

Tiêu chuẩn này không bao gồm các yêu cầu đối với kiểm tra, bảo trì, sửa chữa và thay thế hệ thống đường ray không đá ba lát trong quá trình khai thác.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho tất cả các đường sắt có tải trọng trục đến 250 kN.

Các yêu cầu của tiêu chuẩn này áp dụng cho:

- Đường ray thông thường, ghi và giao cắt, và khe co giãn ray;
- Các kết cấu dưới khác nhau như đường đắp và đường đào, hầm, cầu hoặc kết cấu tương tự, có hoặc không có các tấm nổi;
- Đoạn chuyển tiếp giữa các kết cấu dưới khác nhau;
- Đoạn chuyển tiếp giữa các hệ thống đường ray không đá ba lát khác nhau;
- Đoạn chuyển tiếp giữa hệ thống đường ray có đá ba lát và đường ray không đá ba lát.

CHÚ THÍCH: Các yêu cầu về đặc điểm của các kết cấu dưới liệt kê ở trên được bao gồm trong tiêu chuẩn này. Việc thiết kế các kết cấu dưới được đề cập trong các tiêu chuẩn châu Âu khác, ví dụ như EN 1992-2, EN 1997-1,...

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau là cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với tài liệu viện dẫn ghi năm công bố, áp dụng phiên bản được nêu. Đối với tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố, áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 13594-1:2022, *Thiết kế cầu đường sắt khổ 1435 mm, vận tốc đến 350 km/h – Phần 1: Yêu cầu chung*

TCVN 13594-3:2022, *Thiết kế cầu đường sắt khổ 1435 mm, vận tốc đến 350 km/h – Phần 3: Tải trọng và tác động*

TCVN 13937-2:2024, *Ứng dụng đường sắt – Hệ thống đường ray không đá ba lát - Phần 2: Thiết kế hệ thống, các hệ thống con và các thành phần*

EN 1997-1, *Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules (Eurocode 7: Thiết kế địa kỹ thuật - Phần 1: Quy tắc chung)*

EN 50122 (series), *Railway applications - Fixed installations - Electrical safety, earthing and return circuit (Ứng dụng đường sắt - Lắp đặt cố định - An toàn điện, tiếp địa và mạch hồi lưu)*

EN 13481-5, *Railway applications - Track - Performance requirements for fastening systems - Part 5: Fastening systems for slab track with rail on the surface or rail embedded in a channel*

(Ứng dụng đường sắt - Đường ray - Yêu cầu tính năng đối với phụ kiện liên kết - Phần 5: Phụ kiện liên kết đối với đường ray tấm bê tông có ray đặt trên bề mặt hoặc ray đặt chìm trong rãnh)

EN 13848-5, *Railway applications - Track - Track geometry quality - Part 5: Geometric quality levels - Plain line, switches and crossings* (Ứng dụng đường sắt - Đường ray - Chất lượng hình học đường ray - Phần 5: Mức chất lượng hình học - Đường ray thông thường, ghi và giao cắt)

EN 13848-6, *Railway applications - Track - Track geometry quality - Part 6: Characterisation of track quality* (Ứng dụng đường sắt - Đường ray - Chất lượng hình học đường ray - Phần 6: Đặc trưng chất lượng đường ray)

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

EN 15273-3, *Railway applications - Gauges - Part 3: Structure gauges* (Ứng dụng đường sắt - Khổ giới hạn - Phần 3: Khổ giới hạn tiếp giáp kiến trúc)

EN 15528, *Railway applications - Line categories for managing the interface between load limits of vehicles and infrastructure* (Ứng dụng đường sắt - Phân loại đường để quản lý giao diện giữa giới hạn tải trọng phương tiện và cơ sở hạ tầng)

EN 16207, *Railway applications - Braking - Functional and performance criteria of Magnetic Track Brake system for use in railway rolling stock* (Ứng dụng đường sắt - Hãm phanh - Tiêu chí chức năng và tính năng của hệ thống hãm đường ray bằng từ trường để sử dụng trong đầu máy toa xe đường sắt)

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau.

3.1

Tuổi thọ thiết kế (design life)

Thời gian giả định mà hệ thống đường ray không đá ba lát, hoặc một phần của nó, được sử dụng cho mục đích dự kiến và được bảo trì theo kế hoạch nhưng không cần sửa chữa lớn.

3.2

Khả năng tương thích điện từ (electromagnetic compatibility)

EMC

Khả năng của thiết bị hoặc hệ thống hoạt động tốt trong môi trường điện từ của nó mà không gây ra nhiễu điện từ quá mức cho bất kỳ vật gì trong môi trường đó.

3.3

Tấm nổi (floating slab)

Hệ thống đường ray trong đó độ đàn hồi thiết kế được đưa vào giữa hệ thống đường ray không đá ba lát và kết cấu dưới.

Ví DỤ: Để giảm thiểu độ rung.

3.4

Kết cấu dưới (substructure)

Công trình trên đất (đường đắp, đường đào hoặc đường không đào đắp) hoặc cầu (hoặc kết cấu tương tự) hoặc nền đường hầm nằm dưới hệ thống đường ray không đá ba lát.

3.5**Tác động tĩnh (static action)**

Tác động không gây ra gia tốc đáng kể cho kết cấu hoặc bộ phận kết cấu.

3.6**Tác động giả tĩnh (quasi-static action)**

Tác động động được biểu thị bằng tác động tĩnh tương đương trong mô hình tĩnh.

3.7**Tác động động (dynamic action)**

Tác động gây ra gia tốc đáng kể của kết cấu hoặc các bộ phận kết cấu.

3.8**Tải trọng đặc biệt (exceptional load)**

Tải trọng không thường xuyên, vượt quá giới hạn đối với các điều kiện vận hành liên quan.

3.9**Độ ổn định đường ray (track stability)**

Sức kháng của đường ray đối với sự mất ổn định.

3.10**Độ cứng đường ray (track stiffness)**

Sức kháng của toàn bộ kết cấu đường ray đối với biến dạng liên quan đến lực tác dụng.

3.11**Hệ thống đường ray không đá ba lát (ballastless track system)**

Toàn bộ cấu trúc của đường ray không đá ba lát từ ray đến vị trí tiếp xúc với kết cấu dưới.

CHÚ THÍCH 1: Xem Hình 1 của TCVN 13937-2:2024.

3.12**Hệ thống con (subsystem)**

Một hệ thống chứa trong hệ thống lớn hơn.

VÍ DỤ: Ray, ghi và giao cắt, phụ kiện liên kết, cấu kiện đúc sẵn, lớp trung gian, lớp mặt đường là các hệ thống con của hệ thống đường ray không đá ba lát.

3.13**Thành phần (component)**

Một bộ phận hoặc cấu kiện của một tổng thể lớn hơn (ví dụ một hệ thống con).

VÍ DỤ: Tà vẹt, khối đỡ, tấm, tấm dạng khung là các thành phần của hệ thống con cấu kiện đúc sẵn.

3.14**Lớp mặt đường (pavement)**

Kết cấu liên tục, phân lớp, tạo thành bề mặt cứng và bền vững. Lớp mặt đường được thiết kế để cung cấp khả năng chịu lực.

4 Kí hiệu và từ viết tắt

4.1 Kí hiệu

Kí hiệu	Định nghĩa	Đơn vị tính
E_{v2}	Mô đun biến dạng thu được ở lần chất tải thứ 2 trong thí nghiệm tấm ép cứng	N/mm ²
k_d	Hệ số tải trọng động	-
k_q	Hệ số làm tăng tải trọng bánh xe tĩnh do tải trọng thẳng đứng bổ sung (tải trọng bánh xe giả tĩnh bổ sung tác động trên ray lưng dọc theo đường cong)	-
Q	Tải trọng tĩnh thẳng đứng của bánh xe	kN
Y_1	Tổng lực dẫn hướng ngang tác dụng lên đầu ray	kN

4.2 Từ viết tắt

Tiêu chuẩn này sử dụng các từ viết tắt sau.

Viết tắt	Tiếng Anh	Tiếng Việt
CWR	Continuous Welded Rail	Ray hàn liền
ECB	Eddy Current Brake	Bộ hãm bằng dòng điện xoáy
EMC	Electromagnetic Compatibility	Khả năng tương thích điện từ
UV	Ultraviolet (radiation)	Tia cực tím (bức xạ)

5 Yếu tố tác động bên ngoài

5.1 Tải trọng phương tiện đường sắt

5.1.1 Quy định chung

Chức năng chính của đường ray là dẫn hướng an toàn cho phương tiện và phân bổ tải trọng thông qua hệ thống đường ray không đá ba lát đến kết cấu dưới.

Hệ thống đường ray không đá ba lát phải chịu tải trọng phương tiện đường sắt trong suốt tuổi thọ thiết kế trong giới hạn vận hành và an toàn quy định.

Các tải trọng được tạo ra bởi:

- Tác động tĩnh hoặc giả tĩnh;
- Tác động động;
- Tác động đặc biệt.

Các tải trọng khác liên quan đến việc thi công, bảo trì và tiếp cận trong trường hợp khẩn cấp phải được xem xét khi cần thiết.

Điều 5.1 của tiêu chuẩn này mô tả các yêu cầu về tải trọng phương tiện đường sắt chạy trên các ray của hệ thống đường ray không đá ba lát.

CHÚ THÍCH: Các phương tiện khác chạy trong quá trình thi công, bảo trì hoặc trong trường hợp khẩn cấp hoặc chạy tại các đường ngang trên bề mặt đường ray bên cạnh các ray, không thuộc phạm vi áp dụng của tiêu chuẩn này.

5.1.2 Tải trọng thẳng đứng

5.1.2.1 Quy định chung

Nếu không có thông tin cụ thể về tải trọng thẳng đứng thì mô hình tải trọng LM71 sẽ được áp dụng làm tải trọng tĩnh thẳng đứng cho phương tiện giao thông đường sắt để thiết kế kết cấu đỡ ray.

Nếu được quy định, hệ thống đường ray không đá ba lát cũng có thể được thiết kế cho các tải trọng thẳng đứng tác động trong ngắn hạn hoặc chỉ được tác động không thường xuyên trong tuổi thọ thiết kế tùy theo loại đường.

Ngoài ra, các mô hình tải trọng đại diện cho các phương tiện thực tế cũng có thể được sử dụng.

5.1.2.2 Mô hình tải trọng LM71

Giao thông đường sắt được bao phủ bởi mô hình tải trọng LM71 theo 11.4.3.2 của TCVN 13594-3:2022 hoặc 6.3.2 của EN 1991-2:2003, đại diện cho tất cả các loại phương tiện và giao thông đường sắt tiêu chuẩn châu Âu có tải trọng trục đến 250 kN.

5.1.2.3 Mô hình tải trọng theo loại đường

Khi có quy định, các mô hình tải trọng thẳng đứng theo các loại đường trong EN 15528 phải được áp dụng để thiết kế hệ thống đường ray không đá ba lát.

5.1.2.4 Mô hình tải trọng phương tiện thực tế

Khi có quy định, phải sử dụng mô hình tải trọng phương tiện thực tế đại diện cho các điều kiện vận hành giao thông của tuyến đường (ví dụ, đối với đầu máy toa xe chuyên dụng đặc biệt chạy trên hệ thống đường sắt khép kín có lưu lượng giao thông đồng đều và hạn chế sự thay đổi về loại phương tiện trong suốt tuổi thọ thiết kế) để thiết kế hệ thống đường ray không đá ba lát.

5.1.2.5 Tải trọng thẳng đứng bổ sung

Tải trọng tĩnh thẳng đứng tác động không đều trên ray bụng và ray lưng do ảnh hưởng của lực ly tâm trong đường cong hoặc do sự phân bố tải trọng không đồng đều.

Các ảnh hưởng như vậy phải được xác định trên cơ sở mô hình phương tiện được áp dụng, có tính đến các thông số hướng tuyến của đường như siêu cao và siêu cao thiếu.

Nếu không quy định các thông số hướng tuyến của đường, thì phân bố tải trọng giữa bánh xe bên trong và bên ngoài tối đa là $\pm 25\%$, tương đương hệ số $k_q = 1,25$ (là $\pm 20\%$, tương đương hệ số $k_q = 1,20$, nếu loại trừ phương tiện tự nghiêng).

CHÚ THÍCH 1: (k_q) là hệ số làm tăng tải trọng bánh xe tĩnh do tải trọng thẳng đứng bổ sung (tải trọng bánh xe giả tĩnh bổ sung tác động lên ray lưng dọc theo đường cong).

CHÚ THÍCH 2: Để biết thêm thông tin, xem Phụ lục A của TCVN 13937-2:2024.

5.1.2.6 Tải trọng động thẳng đứng

Tải trọng động thẳng đứng phụ thuộc vào tốc độ phương tiện, tình trạng của phương tiện và chất lượng đường ray, xem EN 13848-5 và EN 13848-6.

Tải trọng động thẳng đứng thu được bằng cách nhân tải trọng tĩnh từ mô hình tải trọng áp dụng và hệ số, ví dụ, (k_d) \times mô hình tải trọng LM 71.

Trừ khi được quy định khác, phải áp dụng hệ số $k_d = 1,5$ cho tất cả các tải trọng tĩnh và giả tĩnh, xem 5.1.2.2, 5.1.2.3 và 5.1.2.4.

CHÚ THÍCH 2: Hệ số 1,5 cũng được thiết lập theo giới hạn an toàn tối đa của gia tốc thân xe thẳng đứng trong EN 14363 là $5,0 \text{ m/s}^2$.

Các mô hình thay thế để xác định tải trọng động hoặc hệ số động (k_d) là:

- Chất lượng đường ray được đặc trưng bởi phân bố chuẩn bằng cách sử dụng độ lệch so với mặt cắt thẳng đứng dự kiến của đường ray chịu tải trong các giới hạn sau:
 - a) Hệ số biến đổi phải được giới hạn ở mức 10 %;
 - b) Trừ khi được quy định khác, độ tin cậy là 99,7 %;
- Hàm mật độ phổ công suất mô tả đáp ứng của phương tiện (ví dụ bằng mô phỏng hệ nhiều vật) theo các giới hạn quy định;
- Các mô hình khác mô tả tương tác giữa phương tiện - đường ray - kết cấu dưới, kết hợp với các tiêu chí chấp nhận.

5.1.2.7 Tải trọng đặc biệt thẳng đứng

Các tải trọng đặc biệt phải được kiểm tra có tính đến tần suất xuất hiện thấp.

5.1.3 Tải trọng ngang

5.1.3.1 Quy định chung

Tải trọng ngang luôn tác động kết hợp với tải trọng thẳng đứng tương ứng, xem 5.1.2.

5.1.3.2 Tải trọng dẫn hướng tàu tĩnh và giả tĩnh

Trừ khi được quy định khác, phải áp dụng tổng lực dẫn hướng ngang (bao gồm cả lực ly tâm) theo giới hạn an toàn ($\Sigma Y_{\max, \lim}$) của EN 14363.

$$Y_t = k_1 \times \left(10 + 2 \times \frac{Q}{3} \right) \quad (1)$$

Trong đó:

Y_t Tổng lực dẫn hướng ngang tác dụng lên đầu ray, (kN);

k_1 = 1,0 đối với tất cả các loại phương tiện trên đường ray không đá ba lát;

Q Tải trọng tĩnh thẳng đứng của bánh xe, (kN).

Khi có quy định, phải áp dụng các mô hình thay thế để xác định tải trọng ngang tĩnh và giả tĩnh.

5.1.3.3 Tải trọng đặc biệt theo phương ngang

Hệ thống đường ray phải có khả năng chịu tải trọng đặc biệt theo phương ngang tại bất kỳ điểm nào.

Không nên sử dụng tải trọng này cùng với tải trọng ngang giả tĩnh.

Tải trọng đặc biệt theo phương ngang phải lấy là $Y_b = 1,2 \times Q$, theo EN 14363, tác động lên một bánh xe.

5.1.4 Tải trọng theo phương dọc

5.1.4.1 Hãm phanh và gia tốc

Tải trọng theo phương dọc gây ra bởi hãm phanh và gia tốc phải được xem là tương đương với lực sinh ra do gia tốc ít nhất là $2,5 \text{ m/s}^2$ kết hợp với tải trọng thẳng đứng tương ứng.

Khi có quy định, gia tốc cao hơn theo 11.4.5.3 của TCVN 13594-3:2022 hoặc 6.5.3 của EN 1991-2:2003 phải được xem xét.

5.1.4.2 Hãm bằng dòng điện xoáy

Khi áp dụng, phải xem xét các tác động do hãm bằng dòng điện xoáy.

Tác động của hệ thống hãm bằng dòng điện xoáy, nếu sử dụng cho hoạt động hãm thường xuyên sẽ phụ thuộc vào lực hãm được kích hoạt và trình tự chạy tàu.

Tác động được kích hoạt bởi hãm khẩn cấp là cao hơn đáng kể và phải được xử lý như tải trọng đặc biệt, theo 5.1.2.7 và 5.1.4.3 đối với bộ hãm ray từ tính.

Tác động của hệ thống hãm bằng dòng điện xoáy xét về mặt tải trọng của đường ray vận hành là:

- Lực hút thẳng đứng giữa bộ hãm và bộ phận nhiệm từ của hệ thống đường ray không đá ba lát và thiết bị đường ray;
 - a) Lực hút thẳng đứng lớn nhất được kích hoạt bởi nam châm phải được xác định và được quy định từ đầu máy toa xe.
Lực hút tác động vào các thành phần đường ray có thể di chuyển, ví dụ tại ghi là sự nâng lên của ray lưới ghi, và thiết bị đường ray.
 - b) Lực hút giữa hệ thống hãm và ray hàn liền là không đáng kể xét về mặt tải trọng của hệ thống đường ray không đá ba lát, trừ khi lực vượt quá 40 kN trên mỗi giá chuyển hướng và trên mỗi ray do hãm khẩn cấp;
- Lực dọc trục của ray bằng với lực hãm tác dụng;
- Sự tăng nhiệt của ray:
 - a) Ảnh hưởng này phải được tính bằng cách tăng nhiệt độ lớn nhất của ray.
Ảnh hưởng này cũng phải được xem xét khi xác định nhiệt độ trung hòa của ray để chế tạo ray hàn liền;
 - b) Nhiệt độ quyết định của ray tương đương với nhiệt độ chung của mặt cắt ray, không phải là nhiệt độ bề mặt;
 - c) Độ tăng nhiệt độ do hãm bằng dòng điện xoáy phải được xác định dựa trên tính năng quy định của việc thiết lập và cấu hình bộ hãm, ví dụ như khoảng hở giữa ray và bộ hãm.
Cũng phải tính đến sự đóng góp tối đa của bộ hãm bằng dòng điện xoáy vào việc giảm tốc độ vận hành và trình tự chạy tàu.
Trừ khi được quy định khác, nên áp dụng quy trình theo Phụ lục A để tính độ tăng nhiệt độ của ray do bộ hãm bằng dòng điện xoáy;
 - d) Ngoài ra, phải quy định độ tăng nhiệt độ tối đa cho phép của ray do hãm bằng dòng điện xoáy.
Điều này đòi hỏi một hệ thống kiểm soát nhiệt độ ray dựa trên phương tiện hoặc đường ray để chấp nhận bộ hãm bằng dòng điện xoáy làm hệ thống hãm vận hành.

5.1.4.3 Tải trọng đặc biệt theo phương dọc

Bộ hãm đường ray bằng từ trường thường được sử dụng như hệ thống hãm khẩn cấp chứ không phải là hệ thống hãm vận hành.

Do đó, tác động do nhiệt và tải trọng theo phương dọc phải được xem là tải trọng đặc biệt trên đường ray.

Miền là độ tăng nhiệt độ của ray do hãm khẩn cấp không vượt quá 6 độ Kelvin (K), trường hợp này được bao phủ bởi biên an toàn áp dụng cho quy trình thiết kế đường ray và không cần tính toán thêm.

Trường hợp sử dụng bộ hãm đường ray bằng từ trường làm hệ thống hãm vận hành, thì phải áp dụng các yêu cầu theo EN 16207.

5.2 Kết cấu dưới

5.2.1 Quy định chung

Điều này quy định các yêu cầu chung đối với hệ thống đường ray không đá ba lát theo các đặc điểm của kết cấu dưới.

Các đặc điểm cần thiết của kết cấu dưới được quy định riêng trong điều này đối với công trình trên đất (đường đắp, đường đào hoặc đường không đào đắp), kết cấu cầu và hầm.

Kết cấu dưới cũng bao gồm đoạn chuyển tiếp giữa các loại kết cấu dưới khác nhau này.

5.2.2 Công trình trên đất

5.2.2.1 Quy định chung

Công trình trên đất (đường đắp, đường đào hoặc đường không đào đắp), đỡ hệ thống đường ray không đá ba lát, phải có khả năng truyền tải trọng thẳng đứng và tải trọng ngang từ hệ thống đường ray không đá ba lát đến nền đất, mà không làm hỏng khả năng chống đỡ hoặc biến dạng quá mức của đất nền.

Thiết kế hệ thống đường ray không đá ba lát phải tương thích với đặc điểm và tính năng của công trình trên đất như quy định trong EN 1997-1.

Đối với hệ thống đường ray không đá ba lát, cần phải hạn chế các biến dạng lâu dài (lún hoặc trương nở) cũng như biến dạng đàn hồi do tải trọng thay đổi.

Giới hạn thiết kế đối với các thông số này phải được xác định để thiết kế hệ thống đường ray không đá ba lát, và để xác định các thông số kỹ thuật cho thiết kế và thi công công trình trên đất.

Trong quá trình thi công, phải tiến hành các thử nghiệm thích hợp để đảm bảo đạt được đáp ứng biến dạng theo thiết kế đối với tải trọng trong nền đường.

CHÚ THÍCH: EN 1997-2 cung cấp các thử nghiệm tiêu chuẩn phù hợp để đo các thông số của công trình trên đất cần thiết đối với độ chặt, độ ổn định, khả năng chịu lực, thoát nước và độ nhạy cảm với sự ngưng kết.

5.2.2.2 Độ cứng

Phải xác định độ cứng của kết cấu dưới để thiết kế hệ thống đường ray không đá ba lát.

Nếu áp dụng mô đun biến dạng (E_{v2}) ở cao độ nền công trình trên đất, thì giá trị (E_{v2}) ít nhất phải là 60 N/mm².

5.2.2.3 Khả năng chịu lực

Phải quy định ứng suất giới hạn áp dụng cho hệ thống đường ray không đá ba lát.

Trừ khi được quy định khác, ứng suất thẳng đứng gây ra bởi tải trọng phương tiện đường sắt đang vận hành không được vượt quá 0,05 N/mm².

5.2.2.4 Biến dạng lâu dài

Hệ thống đường ray không đá ba lát thường không chịu được biến dạng lâu dài đáng kể của kết cấu dưới, mà có thể ảnh hưởng bất lợi đến tốc độ thiết kế hoặc chất lượng đi tàu đối với giao thông đường sắt.

Phải quy định giới hạn biến dạng lâu dài, ví dụ như do lún hoặc trương nở.

Phải đảm bảo rằng tốc độ biến dạng không lớn hơn giới hạn được tính đến khi thiết kế ứng suất sinh ra trong các bộ phận kết cấu đường ray.

Do đó, điều quan trọng là mọi biến dạng của kết cấu dưới phải gần như kết thúc trước khi bắt đầu lắp đặt hệ thống đường ray không đá ba lát.

5.2.2.5 Đóng băng và tan băng trên mặt đất

Tính năng của kết cấu dưới do chu kỳ đóng băng/ tan băng trên mặt đất phải không ảnh hưởng xấu đến tính năng của hệ thống đường ray không đá ba lát, tốc độ thiết kế và chất lượng đi tàu của giao thông đường sắt.

5.2.3 Cầu

5.2.3.1 Quy định chung

Cầu và hệ thống đường ray không đá ba lát có ảnh hưởng lẫn nhau.

Do đó, phải tính đến tương tác giữa cầu và đường ray trong thiết kế tích hợp.

CHÚ THÍCH: Hướng dẫn về đáp ứng kết hợp của kết cấu và đường ray đối với các tác động thay đổi được cung cấp trong 11.4.5.4.2 của TCVN 13594-3:2022 hoặc 6.5.4 của EN 1991-2:2003.

Khi thích hợp, cần thực hiện thiết kế tích hợp giữa cầu và đường ray.

Tuy nhiên, nếu cầu và đường ray được thiết kế riêng, thì phải xác minh các đặc tính cần thiết của hệ thống đường ray không đá ba lát có tương thích với thiết kế cầu không.

Nếu chứng minh được khả năng tương thích, thì không cần kiểm tra thêm đối với thiết kế cầu.

Nếu không chứng minh được khả năng tương thích, thì phải điều chỉnh thiết kế hệ thống đường ray không đá ba lát hoặc thiết kế cầu để đạt được khả năng tương thích.

Phải có biện pháp dự phòng đối với lực nâng ở vị trí đặt ray do biến dạng của cầu, đặc biệt là do chuyển động xoay ở đầu mặt cầu.

5.2.3.2 Biến dạng lâu dài của cầu

Dự phòng cho biến dạng lâu dài (đơn lẻ hoặc lặp đi lặp lại) của mặt cầu sau khi lắp đặt hệ thống đường ray không đá ba lát (ví dụ như tải trọng lâu dài, biến dạng do nhiệt độ theo mùa, và ảnh hưởng của từ biến và co ngót) phải được đưa vào thiết kế hệ thống đường ray không đá ba lát, trong trường hợp tỷ lệ giữa biến dạng (f) và chiều dài biến dạng (L) vượt quá giá trị $\frac{f}{L} = \frac{1}{5000}$.

5.2.3.3 Dịch chuyển của cầu do các tải trọng/ tác động trên cầu

Phải dự phòng đối với các tác động do tải trọng phương tiện đường sắt và tải trọng môi trường tác động lên cầu, và ảnh hưởng của chúng đến thiết kế hệ thống đường ray không đá ba lát trong các trường hợp sau:

- Nếu góc xoay của các mặt cầu liên kế vượt quá $\frac{1}{1000}$ tại các gối đỡ trung gian, hoặc vượt quá $\frac{2}{1000}$ tại các gối đỡ ở đầu;
- Nếu có chênh lệch chuyển vị ngang đáng kể giữa các mặt cầu liên kế tại các trụ và giữa mặt cầu và mố.
Việc tính toán các dịch chuyển phải tính đến điều kiện gối cầu (ví dụ như sự vận hành bên trong và biến dạng của gối cầu);
- Nếu có sự chênh lệch độ võng đáng kể tại khe co giãn của cầu;
- Đối với hệ thống đường ray không đá ba lát sử dụng các cầu kiện đúc sẵn được đỡ bởi lớp mặt đường (ví dụ như các tà vẹt đặt trên lớp mặt đường nhựa), nếu độ võng do tải trọng phương tiện giao thông vượt quá $\frac{f}{L} = \frac{1}{10600}$ đối với đường đôi, và vượt quá $\frac{f}{L} = \frac{1}{6400}$ đối với đường đơn.

5.2.4 Hàm

5.2.4.1 Quy định chung

Lắp đặt hệ thống đường ray không đá ba lát trong hàm thường dựa trên các xem xét liên quan đến diện tích mặt cắt ngang sẵn có của hàm, các yêu cầu vận hành an toàn và công tác bảo trì đường ray.

5.2.4.2 Khí động học

Thiết kế hệ thống đường ray không đá ba lát không được ảnh hưởng xấu đến hiệu ứng khí động học từ đoàn tàu hoặc lên đoàn tàu chạy qua hàm, bao gồm cả lối vào và lối ra của hàm theo C.3 của EN 14067-5:2006+A1:2010.

5.2.4.3 Mối nối thi công hàm

Giá trị dự tính về chênh lệch chuyển vị giữa các đoạn hàm liên kề phải được xác định như là thông số đầu vào để thiết kế hệ thống đường ray không đá ba lát.

Phải xem xét sự chênh lệch chuyển vị do ảnh hưởng của nhiệt độ và co ngót.

CHÚ THÍCH: Sự chênh lệch đáng kể về chuyển vị thẳng đứng thường không xảy ra do các kết nối chống cắt thường được bố trí giữa các đoạn hàm liên kề.

5.2.5 Đoạn chuyển tiếp

Đoạn chuyển tiếp giữa công trình trên đất, cầu và hàm phải đảm bảo sự chuyển tiếp dần dần về hình học và độ cứng đường ray.

Phải thiết kế hệ thống đường ray không đá ba lát có tính đến sự biến đổi lâu dài về hình học đường ray do độ lún và sự thay đổi về độ cứng của kết cấu dưới.

Phải cung cấp khả năng điều chỉnh hình học đường ray để giảm thiểu đáp ứng động của các phương tiện.

Chiều dài khu vực chuyển tiếp sẽ phụ thuộc vào tốc độ thiết kế của tuyến đường và sự chênh lệch về độ lún và đặc trưng độ cứng của kết cấu và kết cấu dưới liên kề.

Do đó, phải đưa ra các quy định để hạn chế chênh lệch độ lún tại đoạn chuyển tiếp giữa cầu và công trình trên đất của đường sắt ở mức tương thích với các yêu cầu vận hành.

5.3 Tác động môi trường

5.3.1 Quy định chung

Hệ thống đường ray không đá ba lát phải tiếp tục hoạt động như dự định khi chịu các điều kiện môi trường đại diện và có liên quan.

Các điều kiện này được chia thành các tác động vật lý và hóa học đại diện.

Điều này xác định các yêu cầu đối với hệ thống đường ray không đá ba lát chịu các tác động môi trường và ảnh hưởng do con người gây ra tác động lên hệ thống, do:

- Nước bao gồm cả tuyết và băng;
- Nhiệt độ;
- Động đất;
- Bức xạ tia cực tím;
- Tiếp xúc hóa chất;

- Tiếp xúc tia cực tím và ô nhiễm.

5.3.2 Nước

Tiếp xúc với nước phải được xem xét trong suốt tuổi thọ thiết kế của hệ thống đường ray không đá ba lát.

Trong giai đoạn thiết kế, phải xem xét các điều kiện tiếp xúc với nước sau đây:

- Nước mưa, nước rò rỉ trong hầm, nước ngầm, tuyết (tan), băng và mưa đá, độ ẩm không khí;
- Nước có áp, nước ngầm hoặc nước lũ;
- Nước đóng băng và tan băng lặp đi lặp lại (khi có yêu cầu của cấp có thẩm quyền);
- Nước trong trường hợp chữa cháy.

Đối với nước có chứa các chất hóa học hòa tan, ví dụ như muối, kim loại, oxit, xem 5.3.5.

Đối với ảnh hưởng của nước đến khả năng tương thích điện từ, xem 6.9.6.

Hệ thống đường ray không đá ba lát phải có hệ thống thoát nước đủ công suất, độ bền và độ ổn định để chống lại áp lực nước ngầm và cho phép thoát nhanh lượng nước dư thừa, và dễ dàng bảo trì.

Hệ thống đường ray không đá ba lát phải có đủ khả năng chịu được tuyết và tạo điều kiện cho thiết bị dọn tuyết tiếp cận, ví dụ như máy cào tuyết.

Yêu cầu đối với hệ thống thoát nước của kết cấu dưới phải tương thích với hệ thống thoát nước của hệ thống đường ray không đá ba lát.

Nếu áp lực nước ngầm xảy ra ở mặt tiếp xúc giữa kết cấu dưới và hệ thống đường ray không đá ba lát thì phải tính đến ảnh hưởng của nước trong thiết kế.

5.3.3 Nhiệt độ

Tiếp xúc với nhiệt độ và sự thay đổi nhiệt độ phải được xem xét trong suốt tuổi thọ thiết kế của hệ thống đường ray không đá ba lát.

Trong giai đoạn thiết kế, phải xem xét các khía cạnh khác nhau của tiếp xúc với nhiệt độ.

Phải xem xét các hạng mục sau đây:

- Tiếp xúc với nhiệt độ không khí và ảnh hưởng của bức xạ mặt trời;
- Ảnh hưởng của biến thiên nhiệt độ trong chu kỳ tăng nhiệt và giảm nhiệt;
- Ảnh hưởng của chênh lệch nhiệt độ;
- Ảnh hưởng nhiệt do hoạt động của tải trọng đầu máy toa xe, ví dụ như hãm bằng dòng điện xoáy, theo 5.1.4.2.
- Ảnh hưởng nhiệt do công tác thi công và bảo trì;
- Ảnh hưởng của tiếp xúc với nhiệt độ lên kết cấu dưới và bất kỳ tấm nổi nào, theo 5.2.

Hệ thống đường ray không đá ba lát phải có khả năng thực hiện chức năng thiết kế của nó, trong khi vẫn duy trì độ bền và độ an toàn trong phạm vi nhiệt độ vận hành theo quy định.

Phải xem xét ảnh hưởng nhiệt trong quá trình lắp đặt, bảo trì và vận hành.

Cần đặc biệt chú ý đến ảnh hưởng của nhiệt độ đóng góp vào các chuyển vị theo phương ngang và phương đứng, tương tác với kết cấu dưới và tương tác với các hệ thống đường ray khác như là đường ray có đá ba lát và đường ray tấm nổi.

5.3.4 Động đất

Độ nhạy cảm với động đất của kết cấu dưới phải được xem xét, khi thích hợp, trong suốt tuổi thọ thiết kế của hệ thống đường ray không đá ba lát.

Các yêu cầu đối với thiết kế hệ thống đường ray không đá ba lát để chống động đất phải được xác định trên cơ sở các yêu cầu trong TCVN 13594-1:2022 và EN 1998-1.

5.3.5 Tiếp xúc hóa chất, tiếp xúc tia cực tím và ô nhiễm

Tiếp xúc với hóa chất, tia cực tím và ô nhiễm phải được xem xét trong suốt tuổi thọ thiết kế của hệ thống đường ray không đá ba lát.

Trong giai đoạn thiết kế, phải xem xét các tiếp xúc sau đây:

- Hóa chất trong nước ngầm (tự nhiên hoặc do rửa trôi);
- Hóa chất trong nước mưa và không khí, ví dụ như ô nhiễm không khí công nghiệp hoặc nước muối;
- Tia cực tím và/ hoặc khí ozon;
- Hóa chất từ đầu máy toa xe và hóa chất vận chuyển bằng đầu máy toa xe;
- Hóa chất được sử dụng trên đường ray hoặc gần đường ray, ví dụ như chất lỏng làm tan băng (nếu sử dụng);
- Hóa chất được sử dụng trong các thiết bị đường ray, ví dụ như bôi trơn và/ hoặc dầu mỡ.

Rủi ro tiếp xúc với hóa chất phải được xem xét trong thiết kế, thi công và bảo trì hệ thống đường ray không đá ba lát, bao gồm các phương án để giảm thiểu rủi ro.

6 Yêu cầu hệ thống

6.1 Hình học thiết kế của đường ray

Đường ray phải cung cấp hình học chính xác và bền vững.

Có thể quy định các giới hạn nghiêm ngặt hơn đối với hệ thống đường ray không đá ba lát so với hệ thống đường ray có đá ba lát.

Những điều này có thể đạt được thông qua các phương pháp lắp đặt hiện đại và mang lại các ưu điểm trong thiết kế, xem 5.1.2.6, ví dụ như độ chắc chắn, tiếng ồn, khoảng thời gian bảo trì và chất lượng đi tàu.

CHÚ THÍCH: Yêu cầu về chất lượng hình học đường ray trong quá trình vận hành được nêu trong EN 13848-6. Giới hạn an toàn đối với mỗi thông số được nêu trong EN 13848-5. Đặc trưng chất lượng hình học đường ray được xác định trong EN 13848-1.

6.2 Độ ổn định đường ray

Đường ray phải được thiết kế để có khả năng chống lại mất ổn định uốn dọc do các lực dọc trong kết cấu đường ray, đặc biệt là do tác động nhiệt.

Nó phải được chứng minh bằng tính toán, bao gồm cả mô men quán tính của hệ thống đường ray không đá ba lát, thông thường bằng việc sử dụng các thiết bị cố định giữa các hệ thống con theo 6.5 của TCVN 13937-2:2024.

Ngoài ra, phải quy định sức kháng tối thiểu theo phương dọc và phương ngang của đường ray.

6.3 Khở giới hạn tiếp giáp kiến trúc

Thiết kế biên dạng bề mặt cho hệ thống đường ray không đá ba lát phải tuân theo EN 15273-3.

6.4 Tuổi thọ thiết kế

Trừ khi được quy định khác, hệ thống đường ray không đá ba lát phải có tuổi thọ thiết kế ít nhất là 50 năm.

Các hệ thống con và các thành phần có tuổi thọ thiết kế ngắn hơn do mài mòn hoặc do môi, ví dụ ray, phải có dự phòng để thay thế.

6.5 Khả năng bảo trì

Các yêu cầu về bảo trì hệ thống đường ray không đá ba lát phải được xem xét trong giai đoạn thiết kế.

Điều này phải bao gồm việc kiểm tra, sửa chữa và thay thế các thành phần, hệ thống con, hoặc toàn bộ hệ thống đường ray không đá ba lát cũng như hầu hết các hoạt động bảo trì thông thường, ví dụ như tạo ứng suất của ray hàn liền, khuyết tật của ray, điều chỉnh hình học đường ray, mài ray.

6.6 Tính bền vững

Tính bền vững của hệ thống đường ray không đá ba lát chủ yếu liên quan đến tác động sinh thái.

Các thông số chính về đặc tính sinh thái là:

- Tiêu thụ năng lượng;
- Phát thải khí CO₂;
- Khả năng tái chế;
- Tác động sinh thái, ví dụ như tính thẩm mỹ và môi trường.

Khi cần thiết, phải tiến hành đánh giá về tính năng bền vững.

6.7 Tiếng ồn và rung động

Có thể áp dụng các yêu cầu về tiếng ồn và rung động môi trường.

Để đáp ứng các yêu cầu về tiếng ồn, các đặc tính cụ thể để kiểm soát tiếng ồn có thể được đưa vào hệ thống đường ray không đá ba lát.

Các yêu cầu về rung động có thể đòi hỏi phải điều chỉnh các đặc tính kết cấu của hệ thống đường ray để đáp ứng tính năng quy định.

Do đó, độ cứng đường ray có thể bị chi phối bởi các yêu cầu về rung động.

6.8 Trật bánh

Thiết kế hệ thống đường ray không đá ba lát phải xem xét ảnh hưởng của các tác động do bánh xe của phương tiện bị trật bánh cũng như khả năng xảy ra và hậu quả của việc tàu bị trật bánh gây ra.

Phải xem xét nhu cầu về các biện pháp bảo vệ tàu khỏi bị trật bánh, có tính đến tầm quan trọng của hậu quả do trật bánh tại một vị trí cụ thể, cũng như khả năng có thể xảy ra trật bánh.

6.9 Giao diện điện

6.9.1 Quy định chung

Điều này mô tả các yêu cầu chung đối với hệ thống đường ray không đá ba lát liên quan đến các giao diện điện và cơ học với:

- Hệ thống nguồn điện sức kéo;

- Hệ thống tín hiệu;
- Thiết bị đường ray khác.

6.9.2 Cách điện ray với ray

Cả hệ thống nguồn điện sức kéo và hệ thống tín hiệu đều có yêu cầu đối với cách điện ray với ray. Do vậy, phải cung cấp cách điện tối thiểu ray với ray.

Những yêu cầu này được thể hiện dưới dạng điện trở của phụ kiện liên kết, tính bằng (k Ω).

Giá trị này được nhân với khoảng cách giữa các phụ kiện liên kết hoặc nhân với chiều dài mẫu để có được điện trở ray với ray trên mỗi chiều dài đường ray, tính bằng (Ω .km).

6.9.3 Giao diện điện với hệ thống nguồn điện sức kéo

Đối với đường sắt điện khí hóa, các ray chạy tàu là một phần của mạch hồi lưu, trừ trường hợp đặc biệt.

Các tính chất về kết cấu và điện của hệ thống đường ray không đá ba lát phải được kết hợp với các yêu cầu liên quan đến an toàn điện, tiếp địa, liên kết và mạch hồi lưu như xác định trong các phần của EN 50122.

Các mục cần chú ý bao gồm:

- Cách điện của ray với các kết cấu và mặt đất;
- Rủi ro từ hồ quang điện và các loại tiếp xúc điện ngoài ý muốn khác giữa dây dẫn điện và cốt thép của kết cấu bê tông;
- Cung cấp các ống chứa cáp và không gian để kết nối điện với các ray;
- Điện trở dọc của các ray chạy tàu, giá trị này rất quan trọng đối với đường sắt điện khí hóa bằng dòng điện một chiều. Nó là kết quả của diện tích mặt cắt ngang của ray và loại thép ray.

CHÚ THÍCH 1: Cần thiết kế điện của mạch hồi lưu và hệ thống tiếp địa của nó để hoàn thiện thiết kế lắp đặt hệ thống đường ray không đá ba lát.

CHÚ THÍCH 2: Các yêu cầu bổ sung về điện phát sinh từ nhu cầu của hệ thống tín hiệu, xem 6.9.4, 6.9.5 và 6.9.6.

Các lắp đặt ray dẫn điện phải tuân theo EN 50122-1.

Phải đặc biệt chú ý đến:

- Nguy cơ bị điện giật do tiếp xúc trực tiếp giữa người và ray dẫn điện;
- Phương pháp cố định các cách điện của ray dẫn điện vào đường ray làm giảm thiểu khả năng các vật lạ như rác có tính dẫn điện sẽ kết nối ray dẫn điện với các phần dẫn điện của đường ray.

6.9.4 Giao diện điện với hệ thống tín hiệu

Thiết kế hệ thống đường ray không đá ba lát phải xem xét các ràng buộc của hệ thống tín hiệu.

6.9.5 Mạch điện đường ray

Ray chạy tàu là một phần của hệ thống tín hiệu.

Để tạo thành mạch điện đường ray, ray chạy tàu phải có đủ khả năng dẫn điện.

Mạch điện đường ray sử dụng cách điện ray với ray để phát hiện sự có mặt của phương tiện đường sắt.

Nguyên tắc phát hiện dựa trên thực tế là các bánh xe của đầu máy toa xe làm ngắn mạch hai ray.

Yêu cầu cách điện tối thiểu ray với ray phải theo EN 13481-5.

6.9.6 Khả năng tương thích điện từ với hệ thống tín hiệu

6.9.6.1 Quy định chung

Thiết kế hệ thống đường ray không đá ba lát phải xem xét các hạn chế về khả năng tương thích điện từ giữa các thiết bị khác nhau, ví dụ như phương tiện/ tín hiệu và tín hiệu/ tín hiệu.

Điều này bao gồm kết cấu bê tông trong đó nên tránh các mạch điện kín của cốt thép hoặc kim loại.

Các yêu cầu đối với vùng không vòng lặp và các yêu cầu đối với vùng có hàm lượng kim loại hạn chế phải được phân biệt và được thống nhất giữa người thiết kế tín hiệu và đường ray.

Các vùng không vòng lặp có thể được thực hiện bằng cách sử dụng vật liệu cách điện giữa các cốt thép giao nhau hoặc sử dụng cốt thép bằng kim loại màu.

Kỹ sư tín hiệu đường sắt cung cấp các kích thước hình học (x, y, z), trong đó cần có cốt thép không vòng lặp hoặc vật liệu có hàm lượng kim loại hạn chế để kiểm soát tác động của nhiễu điện từ.

Các kích thước này phải càng nhỏ càng tốt để hạn chế các tác động về mặt kết cấu.

6.9.6.2 Nối ghép mạch điện đường ray

Phải hạn chế sự suy giảm của dòng điện xoay chiều tần số âm thanh của mạch điện đường ray do các mạch điện cốt thép.

Kích thước hình học (x, y, z) đối với vùng không vòng lặp do kỹ sư tín hiệu đường sắt quy định, xem B.1.

6.9.6.3 Mạch dò tìm hoặc mạch truyền

Phải hạn chế sự suy giảm của tín hiệu điện xoay chiều của mạch dò tìm hoặc của mạch truyền do các mạch điện cốt thép.

Kích thước hình học (x, y, z) đối với vùng không vòng lặp của cốt thép do kỹ sư tín hiệu đường sắt quy định, xem B.2.

6.9.6.4 Các thành phần điện rời rạc

Phải hạn chế sự suy giảm từ trường của các thành phần điện rời rạc, ví dụ như thiết bị nhận diện đoàn tàu (bộ phát đáp), cảm biến bánh xe, đầu đếm trục xe, nam châm đường ray,...

Kích thước hình học (x, y, z) đối với các khu vực có hàm lượng kim loại hạn chế do kỹ sư tín hiệu đường sắt quy định, xem B.3 và B.4.

6.10 Cố định thiết bị

Thiết kế hệ thống đường ray không đá ba lát phải kết hợp tất cả các thiết bị khi có yêu cầu, ví dụ như các mạch điện, thiết bị nhận diện đoàn tàu, bộ đếm trục xe, mạch điện đường ray, tấm hấp thụ tiếng ồn, đường ngang, ray phòng hộ, ray hộ bánh và các kết nối của chúng với đường ray.

Các thay đổi cục bộ trong mặt cắt đường ray phải được điều chỉnh trong thiết kế đường ray.

Nếu quy định các kích thước hình học (x, y, z) của hệ thống gắn thiết bị đường ray, thì thiết kế hệ thống đường ray không đá ba lát phải tính đến điều này.

VÍ DỤ: Hệ thống gắn thiết bị nhận diện đoàn tàu được thể hiện trong Hình C.1.

Tất cả các tải trọng phát sinh do việc cố định các thiết bị phải được tính đến, ví dụ như thiết bị nhận diện đoàn tàu, thiết bị tiếp địa.

Phải xem xét tải trọng tác dụng lên ray phòng hộ và ray hộ bánh cũng như ảnh hưởng khí động học tác động đến thiết bị khác của đường ray không đá ba lát.

Phụ lục A

(Tham khảo)

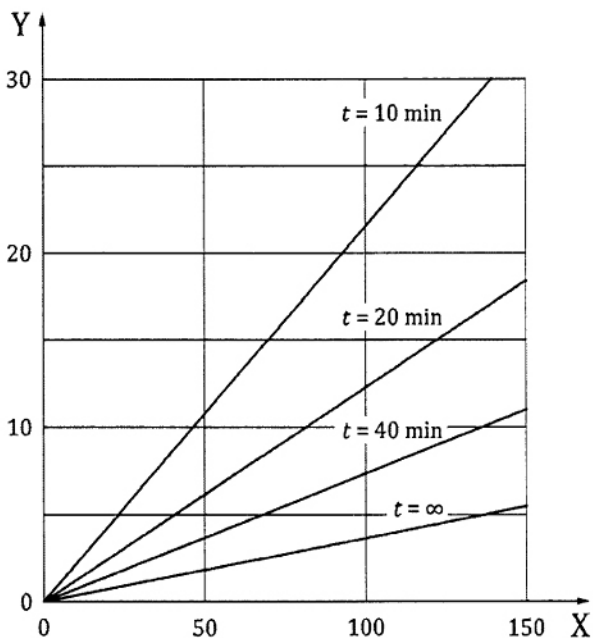
Tăng nhiệt độ của ray bằng cách sử dụng hãm bằng dòng điện xoáy

A.1 Xác định độ tăng nhiệt độ của ray sử dụng biểu đồ Hình A.1

Lực hãm được tạo ra bởi bộ hãm bằng dòng điện xoáy phụ thuộc vào trọng lượng của đoàn tàu và đóng góp của bộ hãm bằng dòng điện xoáy vào sự giảm gia tốc chung của tàu (ví dụ $0,3 \text{ m/s}^2$), ví dụ đối với đoàn tàu ICE 3 lực hãm vận hành bằng dòng điện xoáy là 90 kN.

Độ tăng nhiệt độ được xác định theo Hình A.1 bằng cách sử dụng lực hãm bằng dòng điện xoáy được kích hoạt và trình tự chạy tàu (t).

Trừ khi được quy định khác, trình tự chạy tàu phải là 10 min và độ tăng nhiệt độ của ray được rút ra từ Hình A.1 phải được nhân với hệ số an toàn 1,15 để xét đến sự mài mòn và các ảnh hưởng khác.



CHÚ DẪN:

- X Lực hãm trên mỗi tàu và ray, (kN)
Y Độ tăng nhiệt độ của ray ΔT , (K)

Hình A.1 – Độ tăng nhiệt độ của ray

A.2 Xác định độ tăng nhiệt độ của ray sử dụng hàm số tăng nhiệt và giảm nhiệt của ray

A.2.1 Quy định chung

Độ tăng nhiệt độ của ray do bộ hãm bằng dòng điện xoáy được tính theo hai quy tắc sau và theo kích bản đã chọn (lực hãm bằng dòng điện xoáy và thời gian giữa hai đoàn tàu).

A.2.2 Sự tăng nhiệt của ray

Người ta cho rằng tất cả các lực hãm bằng dòng điện xoáy đều bị tiêu tán dưới dạng nhiệt trong ray như sau:

$$F = C \times \mu \times \delta T \tag{A.1}$$

Trong đó:

- F Lực hãm (theo chiều dài ray), tính bằng (kN);
- μ Khối lượng ray trên một đơn vị chiều dài, tính bằng (kg.m⁻¹);
- C Nhiệt dung của thép ray, tính bằng (kJ × kg⁻¹ K⁻¹),
giá trị được sử dụng là $C = 0,460 \text{ kJ} \times \text{kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
- δT Biến đổi tăng nhiệt của ray, tính bằng (K);

Đối với ray 60E1, giá trị đặc trưng là $\frac{\delta T}{F} = 0,0360 \text{ K/kN}$.

A.2.3 Sự giảm nhiệt của ray

Đối với quy tắc về sự giảm nhiệt của ray, áp dụng phương trình sau đây:

$$\delta T_n = \delta T_{n-1} \times 2^{-t/\tau} \tag{A.2}$$

Trong đó:

- δT_{n-1} Sự tăng nhiệt ban đầu của ray, tính bằng (K);
- τ Thời gian tham chiếu, ví dụ 2 476 tính bằng (s) đối với ray 60 kg/m;
- t Thời gian giữa hai đoàn tàu, tính bằng (s);
- n Số đoàn tàu chạy qua.

A.2.4 Ví dụ tính toán

Giải thiết:

- $F = 180 \text{ kN}$ Lực hãm (theo chiều dài ray) tính bằng kN;
- $t = 1\,620 \text{ s (27 min)}$ Thời gian giữa hai đoàn tàu, tính bằng s;
- Ray 60E1 $\frac{\delta T}{F} = 0,0360 \text{ K/kN}$
- $\tau = 2\,476 \text{ s}$ Thời gian tham chiếu đối với ray 60 kg/m.

Tính toán:

- Ngay sau đoàn tàu đầu tiên,
 $\delta T_1 = \delta T = 0,0360 \times F = 6,48 \text{ K}$

Sau 27 min (1 620 s) và ngay sau đoàn tàu thứ 2,

$$\delta T_2 = \delta T + (\delta T_1) \times 2^{-t/\tau} = 10,60 \text{ K} \quad (\delta T_2 = 6,48 + 6,48 \times 2^{-1620/2476})$$

Sau 27 min (1 620 s) và ngay sau đoàn tàu thứ 3,

$$\delta T_3 = \delta T + (\delta T_2) \times 2^{-t/\tau} = 13,21 \text{ K} \quad (\delta T_3 = 6,48 + 10,60 \times 2^{-1620/2476})$$

Sau 27 min (1 620 s) và ngay sau đoàn tàu thứ 4,

$$\delta T_4 = \delta T + (\delta T_3) \times 2^{-t/\tau} = 14,88 \text{ K} \quad (\delta T_4 = 6,48 + 13,21 \times 2^{-1620/2476})$$

,

Sau 27 min (1 620 s) và ngay sau đoàn tàu thứ 18,

$$\delta T_{18} = \delta T + (\delta T_{17}) \times 2^{-t/\tau} = 17,77 \text{ K} \quad (\delta T_{18} = 6,48 + 17,76 \times 2^{-1620/2476})$$

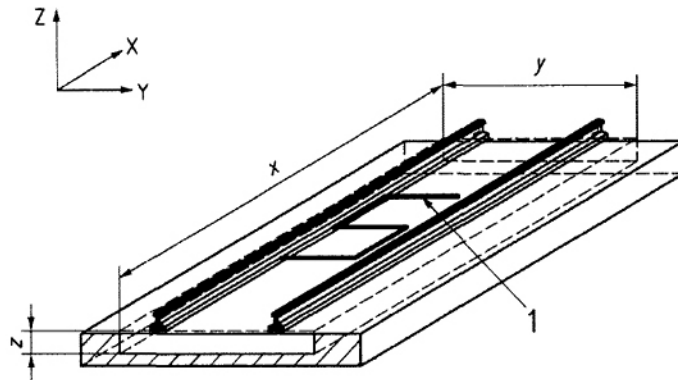
Phụ lục B

(Tham khảo)

Ví dụ về vùng không vòng lặp và vùng có hàm lượng kim loại hạn chế để đảm bảo khả năng tương thích điện từ

B.1 Nối ghép mạch điện đường ray

Không gian không vòng lặp xung quanh nối ghép mạch điện đường ray thể hiện trong Hình B.1.



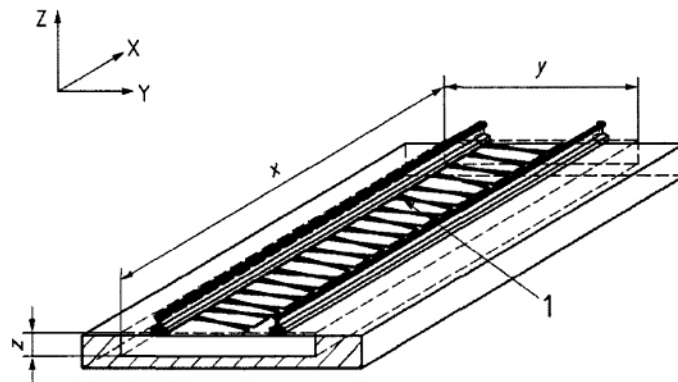
CHÚ DẪN:

- 1 Nối ghép mạch điện đường ray

Hình B.1 - Nối ghép mạch điện đường ray

B.2 Mạch dò tìm hoặc mạch truyền

Không gian không vòng lặp xung quanh mạch dò tìm hoặc mạch truyền thể hiện trong Hình B.2.



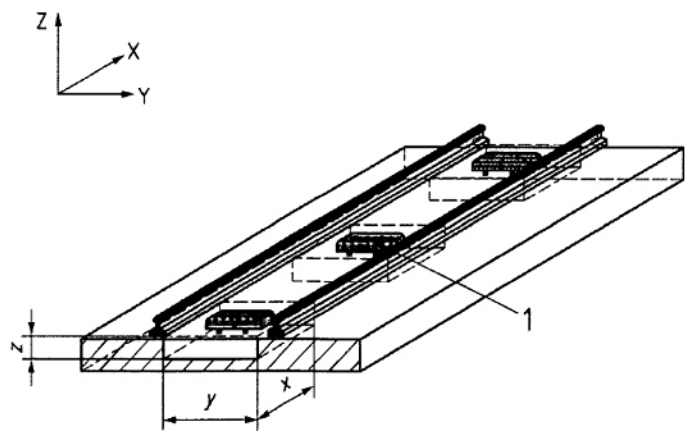
CHÚ DẪN:

- 1 Mạch dò tìm hoặc mạch truyền

Hình B.2 - Mạch dò tìm hoặc mạch truyền

B.3 Thiết bị nhận diện đoàn tàu

Không gian cần thiết với hàm lượng hạn chế của vật liệu kim loại màu hoặc từ tính bên dưới thiết bị nhận diện đoàn tàu được giới hạn trong các vùng đơn lẻ, xem Hình B.3.



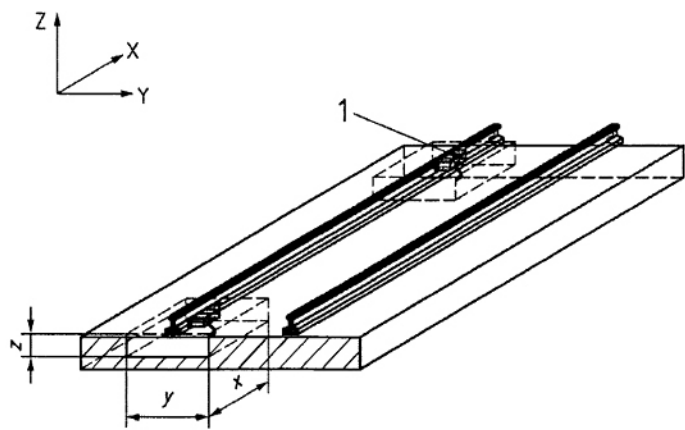
CHÚ DẪN:

- 1 Thiết bị nhận diện đoàn tàu

Hình B.3 - Thiết bị nhận diện đoàn tàu

B.4 Cảm biến bánh xe

Không gian cần thiết với hàm lượng kim loại hạn chế bên dưới cảm biến bánh xe được giới hạn ở các vùng đơn lẻ, xem Hình B.4.



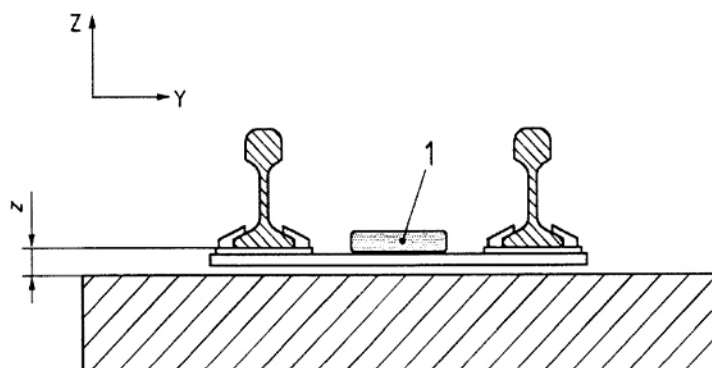
CHÚ DẪN:

- 1 Cảm biến bánh xe

Hình B.4 - Cảm biến bánh xe

Phụ lục C

(Tham khảo)

Ví dụ về hệ thống gắn thiết bị nhận diện đoàn tàu**CHÚ DẪN:**

- 1 Thiết bị nhận diện đoàn tàu

Hình C.1 - Hệ thống gắn thiết bị nhận diện đoàn tàu trên đường ray

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1]. EN 1992-2, *Eurocode 2: Design of concrete structures – Concrete bridges – Design and detailing rules*
- [2]. EN 1993-1-1, *Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings*
- [3]. EN 1994-1-1, *Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings*
- [4]. EN 13848-1, *Railway applications - Track - Track geometry quality - Part 1: Characterisation of track geometry*
- [5]. EN 50162, *Protection against corrosion by stray current from direct current systems*
- [6]. EN 13232-8, *Railway applications - Track – Switches and crossings - Part 8: Expansion devices*
- [7]. EN 15313:2016, *Railway applications – In-service wheelset operation requirements – In-service and off-vehicle wheelset maintenance*
- [8]. ISO 14837-1, *Mechanical vibration – Ground-borne noise and vibration arising from rail systems – Part 1: General guidance*
- [9]. prEN 16432:3, *Railway applications – Ballastless track systems - Part 3: Acceptance*
- [10]. EN 16432:2, *Railway applications – Ballastless track systems - Part 2: System design, subsystems and components*
- [11]. EN 14067-5:2006+A1:2010, *Railway applications - Aerodynamics - Part 5: Requirements and test procedures for aerodynamics in tunnels*
- [12]. EN 1997-2, *Eurocode 7: Geotechnical design - Part 2: Ground investigation and testing*
- [13]. EN 1990, *Eurocode - Basic of structural design*
- [14]. EN 1998-1, *Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings*
- [15]. EN 1991-2:2003, *Eurocode 1: Actions on structures - Part 2: Traffic loads on bridges*
