



DEVELOPING A PROGRAM TO CALCULATE THE TRAIN BRAKING ON VIETNAM RAILWAYS

Do Duc Tuan*, Nguyen Duc Toan

University of Transport and Communications, No 3 Cau Giay Street, Hanoi, Vietnam

ARTICLE INFO

TYPE: Research Article

Received: 9/3/2021

Revised: 26/6/2021

Accepted: 11/7/2021

Published online: 15/8/2021

<https://doi.org/10.47869/tcsj.72.6.5>

* *Corresponding author*

Email: ddtuan@utc.edu.vn; Tel: +84913905814

Abstract: Calculating the train traction in the railway industry includes a lot of different problems, one of which is the train brake calculation. Because of the diversity of train types, the calculation volume is quite massive, takes a lot of time when using traditional methods. Therefore, based on the known theory, a computer program for calculating train brake applied to the Vietnamese railway industry has been developed by the Java programming language. The program allows computing braking distances with types of brake shoe materials that have different friction coefficients between brake shoes and wheels on a variety of train types. On that basis, it is possible to compare and make reasonable choices about using brake shoe materials with the corresponding brake shoe friction coefficients. The program also allows calculating quickly, flexibly, and conveniently with various train formation options.

Keywords: calculation program, train traction, train brake, Vietnam Railways.

© 2021 University of Transport and Communications



XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN Hãm ĐOÀN TÀU TRÊN ĐƯỜNG SẮT VIỆT NAM

Đỗ Đức Tuấn*, Nguyễn Đức Toàn

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 9/3/2021

Ngày nhận bài sửa: 26/6/2021

Ngày chấp nhận đăng: 11/7/2021

Ngày xuất bản Online: 15/8/2021

<https://doi.org/10.47869/tcsj.72.6.5>

* Tác giả liên hệ

Email: ddtuan@utc.edu.vn; Tel: +84913905814

Tóm tắt: Quá trình tính toán sức kéo đoàn tàu trong ngành đường sắt bao gồm nhiều bài toán khác nhau, một trong số đó là tính toán hãm đoàn tàu. Do tính đa dạng của các loại đoàn tàu, nên khối lượng tính toán là khá lớn, chiếm nhiều thời gian nếu tiến hành bằng phương thức thủ công truyền thống. Vì vậy, trên cơ sở lý thuyết đã biết, bằng ngôn ngữ lập trình Java đã tiến hành xây dựng chương trình tính toán hãm đoàn tàu áp dụng cho ngành đường sắt Việt Nam. Chương trình cho phép tính toán khoảng cách hãm với các loại vật liệu guốc hãm có hệ số ma sát khác nhau giữa guốc hãm với bánh xe trên các loại đoàn tàu khác nhau. Trên cơ sở đó, có thể so sánh và đưa ra những lựa chọn hợp lý về việc sử dụng vật liệu guốc hãm với các biểu thức về hệ số ma sát guốc hãm tương ứng. Chương trình cũng cho phép tăng nhanh tốc độ, đảm bảo tính linh hoạt và thuận tiện trong quá trình tính toán với các phương án lập tàu khác nhau.

Từ khóa: chương trình tính toán, sức kéo đoàn tàu, hãm đoàn tàu, đường sắt Việt Nam.

© 2021 Trường Đại học Giao thông vận tải

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để đảm bảo an toàn khi khai thác trên đường sắt, các đoàn tàu cần được tính toán kiểm nghiệm về quãng đường hãm. Một trong các thông số quan trọng ảnh hưởng đến quãng đường hãm đó là loại vật liệu guốc hãm và đi kèm với nó là hệ số ma sát giữa guốc hãm với bánh xe. Hiện nay ở Việt Nam, khi tính toán hãm đoàn tàu, hệ số ma sát được lựa chọn từ các biểu thức thực nghiệm do nước ngoài nghiên cứu và đề xuất, tương ứng với các loại vật liệu guốc hãm khác nhau. Kết quả là, khi lựa chọn các biểu thức hệ số ma sát khác nhau sẽ dẫn đến các quãng đường hãm khác nhau, gây khó khăn cho việc đánh giá và kiểm nghiệm. Mặt khác trong thực tế, các đoàn tàu khách và tàu hàng có

thành phần rất đa dạng, cấu thành từ nhiều loại toa xe khác nhau và được kéo bởi các loại đầu máy khác nhau, dẫn đến quá trình tính toán có khối lượng khá lớn, chiếm nhiều thời gian nếu tiến hành bằng phương thức thủ công truyền thống. Để rút ngắn thời gian, đảm bảo tính linh hoạt và thuận tiện trong quá trình tính toán với các phương án lập tàu khác nhau, với việc sử dụng các loại vật liệu guốc hãm và hệ số ma sát guốc hãm khác nhau, cần xây dựng một chương trình tính toán tổng hợp nhằm đáp ứng được các yêu cầu đã đặt ra.

2. CƠ SỞ TÍNH TOÁN HÃM ĐOÀN TÀU

2.1. Các thông số tổng quát khi tính toán hãm đoàn tàu

2.1.1. Lực ép thực tế của một guốc hãm tác dụng lên bánh xe

Một cách tổng quát, lực ép thực tế của một guốc hãm tác dụng lên bánh xe được xác định như sau [1, 2]:

$$K = \frac{1}{m} i_h \eta_h \left(\frac{\pi d^2}{4} p_{xl} \eta_{xl} - F_{lx} \right), \text{ kN} \quad (1)$$

trong đó:

d - đường kính xilanh hãm, m; p_{xl} - áp suất trong xilanh hãm, bar (kPa); η_{xl} - hiệu suất của xi lanh hãm; F_{lx} - lực của lò xo hồi vị trong xi lanh hãm, kN; $i_h = \frac{l_1}{l_2}$ - bội suất hãm, là tỷ số truyền của hệ thống truyền động hãm tính từ một xilanh hãm, bằng tỷ số giữa chiều dài cách tay đòn chủ động và bị động của hệ thống truyền động hãm; η_h - hiệu suất của hệ thống truyền động hãm; m - số guốc hãm chịu tác dụng của một xilanh hãm.

2.1.2. Lực hãm đoàn tàu

Lực hãm của đoàn tàu là tổng lực hãm của tất cả các bánh xe hay nói khác, là tổng lực ép guốc hãm của các bánh xe nhân với hệ số ma sát [1-9]:

$$B_T = 1000 \sum K \varphi_k, \text{ N} \quad (2)$$

trong đó:

$\sum K$ - tổng lực ép guốc hãm tác dụng lên tất cả các bánh xe trong đoàn tàu, kN; φ_k - hệ số ma sát thực tế giữa guốc hãm với mặt lăn bánh xe hoặc đĩa hãm.

2.1.3. Lực hãm đơn vị của đoàn tàu

Lực hãm đơn vị của đoàn tàu được xác định [1-9]:

$$b_T = \frac{B_T}{(P+Q)g} = \frac{1000 \sum K \varphi_k}{(P+Q)g}, \text{ N/kN} \quad (3)$$

trong đó:

P - khối lượng của đầu máy, tấn; Q - khối lượng của đoàn tàu, tấn; g - gia tốc trọng trường, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

2.1.4. Hãm suất của đoàn tàu

Hãm suất của đoàn tàu là tỉ số giữa tổng lực hãm của đoàn tàu với trọng lực của nó và thể hiện năng lực hãm của đoàn tàu [1-9]:

$$\theta_k = \frac{\sum K}{(P+Q)g}, \quad (4)$$

Khi đó lực hãm đơn vị của đoàn tàu được viết lại như sau [5]:

$$b_T = 1000\theta_k \varphi_k, \text{ N/kN} \quad (5)$$

Như vậy, lực hãm của đoàn tàu phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: trị số lực ép guốc hãm, phụ thuộc vào kết cấu và tính năng của hệ thống hãm, phụ thuộc vào hệ số ma sát giữa guốc hãm với bánh xe.

2.1.5. Hệ số ma sát thực tế giữa guốc hãm với bánh xe

Hệ số ma sát phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố, trong đó có trạng thái bề mặt của bánh xe, vật liệu của guốc hãm, lực ép guốc hãm, tốc độ khi hãm, v.v., do đó người ta không thể tính toán một cách chính xác bằng giải tích mà phải tiến hành nhiều thí nghiệm và đưa ra hàng loạt công thức tính toán với độ chính xác khác nhau. Sau đây giới thiệu một vài công thức về hệ số ma sát thực tế giữa guốc hãm với bánh xe:

+ Theo Quy trình sức kéo đường sắt (QTSKĐS) Nga hiện hành [4, 5]

- Đối với guốc hãm bằng gang tiêu chuẩn:

$$\varphi_k = 0,6 \frac{1,63K + 100}{8,5K + 100} \cdot \frac{V + 100}{5V + 100} \quad (6)$$

- Đối với guốc hãm bằng gang hợp kim có hàm lượng photpho cao (1 ÷ 1,4%):

$$\varphi_k = 0,5 \frac{1,63K + 100}{5,3K + 100} \cdot \frac{V + 100}{5V + 100} \quad (7)$$

- Đối với guốc hãm bằng composite (mác 8-1-66):

$$\varphi_k = 0,44 \frac{0,10K + 20}{0,41K + 20} \cdot \frac{V + 150}{2V + 150} \quad (8)$$

+ Theo Quy trình tính toán sức kéo đoàn tàu đường sắt 1985 của Bộ GTVT (QTSKĐSVN 1985) [6]

- Đối với gang thường:

$$\varphi_k = 0,6 \frac{1,63K + 100}{8,15K + 100} \cdot \frac{V + 100}{5V + 100} \quad (9)$$

+ Theo Giáo trình Sức kéo đoàn tàu, Trường ĐHGTVT, 2001 của tác giả Nguyễn Văn Chuyên có tham khảo tài liệu của Trung Quốc (viết tắt: TQ-NVC) [1] và sách Hãm đoàn tàu, NXB GTVT 1997 của tác giả Khuất Tất Nhuông (viết tắt: TQ-KTN) [7]

+ Đối với guốc hãm gang photpho trung bình:

$$\varphi_k = 0,64 \frac{K + 100}{5K + 100} \frac{3,6V + 100}{14V + 100} + 0,006(110 - V_d) \frac{V}{6V + 100} \quad (10)$$

trong đó:

K - lực ép của một guốc hãm ép lên bánh xe, kN; V - tốc độ của đoàn tàu trong quá trình hãm, km/h; V_d - tốc độ ban đầu của đoàn tàu khi bắt đầu hãm, km/h.

2.2. Tính toán lực hãm đoàn tàu

Trong thực tế có hai phương pháp tính toán lực hãm [1-10]:

- Tính toán thực tế;
- Tính toán qui đổi.

Việc tính toán thực tế tương đối phức tạp, do đó người ta thường tính toán bằng cách qui đổi. Phương pháp này cho phép loại bỏ sự phụ thuộc của hệ số ma sát vào lực ép của guốc hãm.

2.2.1. Hệ số ma sát guốc hãm quy đổi

Trong tính toán quy đổi, người ta giả thiết hệ số ma sát không có quan hệ với lực ép guốc hãm và dùng một hệ số ma sát quy đổi φ_{qd} thay cho hệ số ma sát thực tế φ_k . Tổng hợp từ nhiều nguồn tài liệu [1-10], ta có các biểu thức tính hệ số ma sát quy đổi và lực ép guốc hãm quy đổi đối với các loại vật liệu guốc hãm khác nhau như sau.

+ Đối với guốc hãm gang tiêu chuẩn

- Theo QTSKĐS Nga [4, 5], QTSKĐSVN 1985 [6], TCVN 9983:2013 [9] và Sổ tay thiết kế toa xe 1985 [10]

$$\varphi_{qd} = 0,27 \frac{V+100}{5V+100} \quad (11)$$

+ Đối với guốc hãm gang phốt pho trung bình:

- Theo TQ-NVC [1], TQ-KTN [7]

$$\varphi_{qd} = 0,356 \frac{3,6V+100}{14V+100} + 0,006(110-V_0) \frac{V}{6V+100} \quad (12)$$

+ Đối với guốc hãm gang hàm lượng phốt pho cao 1-1,4%

- Theo QTSKĐS Nga [4, 5], TCVN 9983:2013 [9] và Sổ tay thiết kế toa xe 1985 [10]

$$\varphi_{qd} = 0,3 \frac{V+100}{5V+100} \quad (13)$$

+ Đối với guốc hãm composite (mác 8-1-66)

- Theo QTSKĐS Nga [4, 5], Sổ tay thiết kế toa xe 1985 [10] và TQ-NVC [1]

$$\varphi_{qd} = 0,36 \frac{V+150}{2V+150} \quad (14)$$

2.2.2. Lực ép guốc hãm quy đổi

+ Đối với guốc hãm bằng gang tiêu chuẩn:

- Theo QTSKĐS Nga [4,5]

$$K_{truc,qd} = 2,22K \frac{1,63K+100}{8,15K+100}, \text{ kN} \quad (15)$$

- Theo TQ-NVC [1] và TQ-KTN [7]

$$K_{qd} = 1,8 \frac{K + 100}{5K + 100} K, \text{ kN} \quad (16)$$

+ Đối với guốc hãm bằng gang hợp kim có hàm lượng phốt pho cao (1-1,4%)
- Theo QTSKĐS Nga [4,5]

$$K_{truc,qd} = 1,85K \frac{1,63K + 100}{5,3K + 100} \quad (17)$$

+ Đối với guốc hãm bằng composit mác 8-1-66 (khi $K = 15,7$ kN)
- Theo QTSKĐS Nga [4,5]

$$K_{truc,qd} = 1,22K \frac{0,1K + 20}{0,41K + 20} \quad (18)$$

Trong đó, K - lực ép guốc hãm trên 1 trục của các loại đầu máy và toa xe được lấy theo tiêu chuẩn đã quy định cho từng loại do ngành đường sắt ban hành, kN.

2.2.3. Tính toán lực hãm đoàn tàu

Khi biết các trị số lực ép guốc hãm quy đổi cho một trục hãm của đoàn tàu và các trị số quy đổi của hệ số ma sát của các guốc hãm lên bánh xe, ta có lực hãm đoàn tàu tính theo các thông số đã quy đổi [5]:

$$B_T = 1000 \sum_{i=1}^n \varphi_{qd} K_{truc,qd}, \text{ N} \quad (19)$$

trong đó: n - số trục hãm.

Vì rằng hệ số ma sát φ_{qd} không phụ thuộc vào lực ép guốc hãm quy đổi $K_{truc,qd}$, cho nên biểu thức (19) có thể biểu diễn dưới dạng [5]:

$$B_T = 1000 \varphi_{qd} \sum_{i=1}^n K_{truc,qd} \quad (20)$$

2.2.4. Lực hãm đơn vị của đoàn tàu

Lực hãm đơn vị của đoàn tàu tính theo các thông số đã quy đổi [5]:

$$b_T = 1000 \varphi_{qd} \frac{\sum_{i=1}^n K_{truc,qd}}{(P + Q)g}, \text{ N/kN} \quad (21)$$

2.2.5. Hãm suất quy đổi của đoàn tàu

Tỷ số giữa tổng lực ép quy đổi của các guốc hãm lên một trục với trọng lượng đoàn tàu được gọi là hãm suất quy đổi [5]:

$$\theta_{tt} \equiv \theta_{qd} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{truc,qd}}{(P + Q)g} \quad (22)$$

Khi đó lực hãm đơn vị của đoàn tàu (21) có thể viết lại dưới dạng [5]:

$$b_T = 1000 \varphi_{qd} \theta_{qd}, \text{ N/kN} \quad (23)$$

2.3. Tính toán khoảng cách hãm đoàn tàu

Khoảng cách hãm toàn phần S_h được xác định từ hai thành phần [1-9]:

$$S_h = S_{ck} + S_{hi}, \text{ m} \quad (24)$$

trong đó:

S_{ck} - quãng đường chuẩn bị hãm hay quãng đường chạy không, m; S_{hi} - quãng đường hãm thực tế hay quãng đường hãm hữu ích, m.

2.3.1. Quãng đường chạy không (chuẩn bị hãm)

Quãng đường chạy không (chuẩn bị hãm) [1-9]:

$$S_{ck} = 1000V_d \frac{t_{ck}}{3600} = 0,278V_d t_{ck}, \text{ m}$$

$$S_{ck} = 0,278V_d t_{ck}, \text{ m} \quad (25)$$

trong đó:

t_{ck} - thời gian chuẩn bị hãm hay thời gian chạy không, giây.

Theo QTSKĐS Nga [4, 5], t_{ck} được xác định bằng công thức thực nghiệm tùy thuộc vào chiều dài và loại đoàn tàu:

+ Đối với đoàn tàu hàng có chiều dài từ 200 trục hãm trở xuống ở chế độ hãm tự động và đối với các đầu máy kéo tàu hàng chạy đơn:

$$t_{ck} = 7 - \frac{10i_{qd}}{1000\theta_{qd}\varphi_{qd}}, \text{ giây} \quad (26)$$

+ Đối với đoàn khách ở chế độ hãm tự động và đối với các đầu máy kéo tàu khách chạy đơn:

$$t_{ck} = 4 - \frac{5i_{qd}}{1000\theta_{qd}\varphi_{qd}}, \text{ giây} \quad (27)$$

trong đó:

i_{qd} - độ dốc quy đổi, ‰; θ_{qd} - hãm suất quy đổi của đoàn tàu; φ_{qd} - hệ số ma sát góc hãm quy đổi.

2.3.2. Quãng đường hãm hữu ích [5]

$$S_{hi} = \sum_{i=1}^n \frac{4,17(V_{d_i}^2 - V_{c_i}^2)}{(b_{T_i} + \omega_{cd_i}) + i_{qd}}, \text{ m} \quad (28)$$

trong đó:

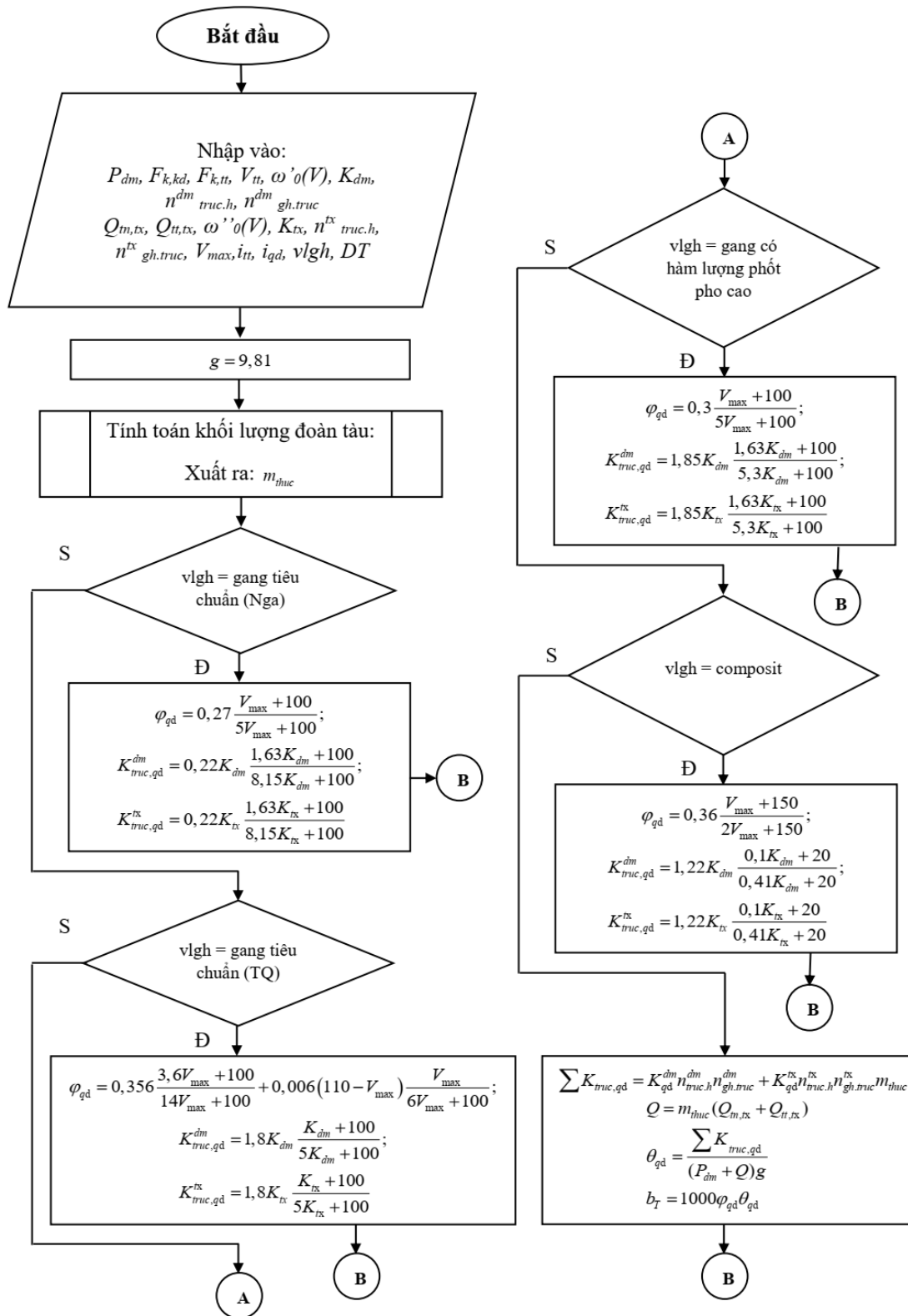
V_{d_i} - tốc đầu khi hãm ở khoảng giãn cách thứ i , km/h; V_{c_i} - tốc độ cuối khi hãm ở khoảng giãn cách thứ i , km/h; n - số lượng khoảng giãn cách tốc độ; b_{T_i} - lực hãm đơn vị trung bình ở khoảng giãn cách tốc độ thứ i , V_{ib_i} được xác định theo công thức:

$$V_{ib_i} = \frac{(V_{d_i} + V_{c_i})}{2}, \text{ km/h} \quad (29)$$

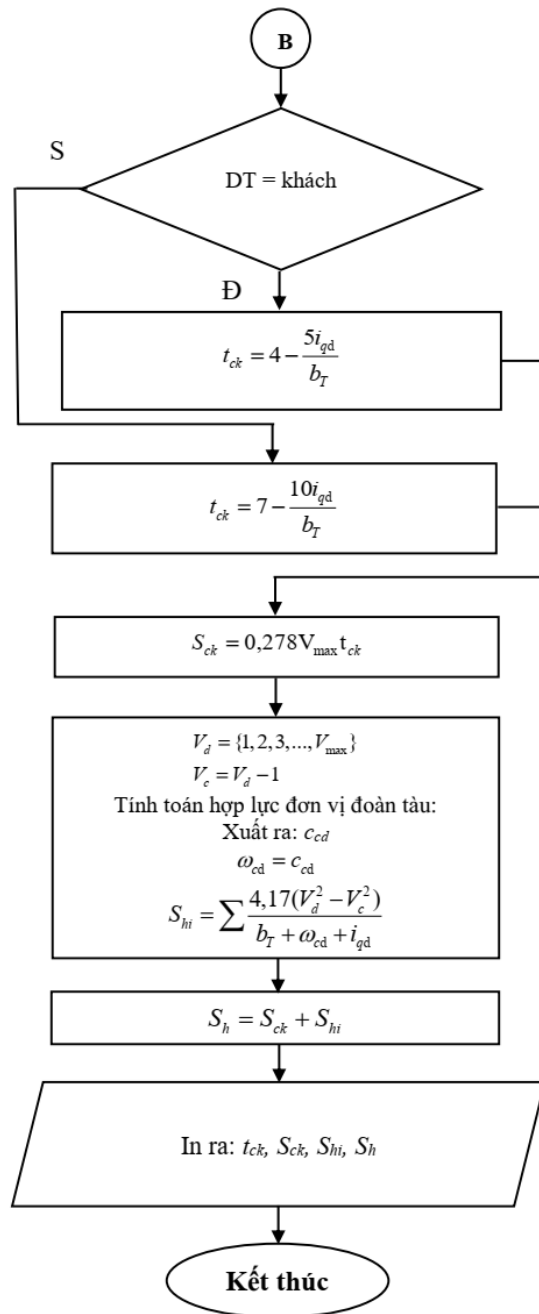
3. XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN KHOẢNG CÁCH HÃM ĐOÀN TÀU VÀ TỐC ĐỘ GIỚI HẠN KHI HÃM

3.1. Lưu đồ thuật toán

Trên cơ sở lý thuyết đã trình bày, bằng ngôn ngữ lập trình Java tiến hành xây dựng chương trình tính toán hãm đoàn tàu với lưu đồ thuật toán thể hiện trên hình 1.



Hình 1a. Lưu đồ thuật toán tính toán hãm đoàn tàu.



Hình 1b. Lưu đồ thuật toán tính toán hãm đoàn tàu.

3.2. Các thông số tính toán

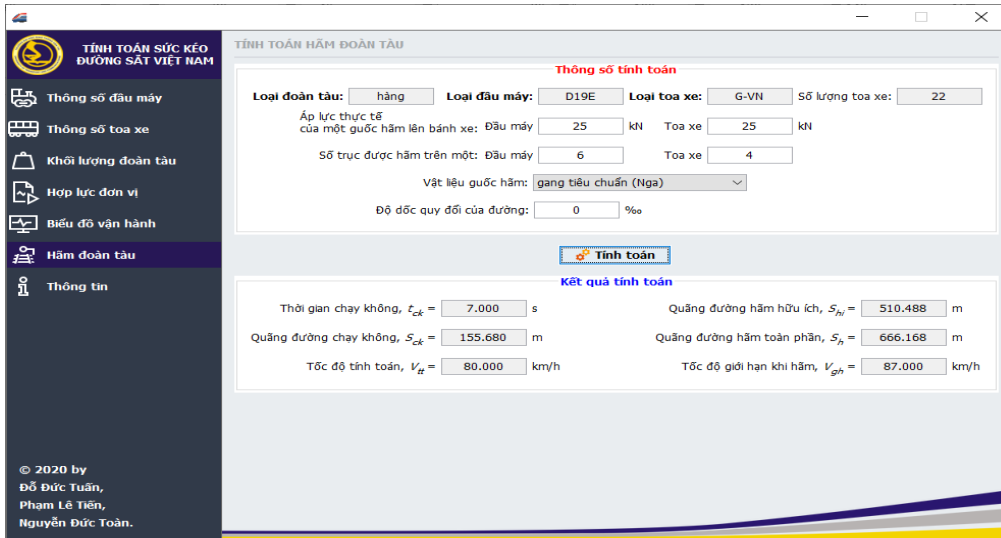
Các thông số tính toán bao gồm [11- 14]

Loại đầu máy: D19E; Loại toa xe: toa xe hàng G-VN; Độ dốc quy đổi khi tính toán khối lượng đoàn tàu: 15⁰/₀₀; Đoàn tàu đã xác định: Tàu hàng, 22 toa xe G-VN; Khối lượng đoàn tàu $Q = 1.100$ tấn; Tốc độ cấu tạo của toa xe: 80 km/h; Hãm suất quy đổi của đoàn tàu: $\theta = 0,4$

3.3. Các giao diện chính và kết quả tính toán

3.3.1. Tính toán quãng đường hãm của đoàn tàu trên độ dốc quy đổi 0⁰/₀₀

Các giao diện chính của chương trình và kết quả tính toán thể hiện trên các hình 2 ÷ 5.

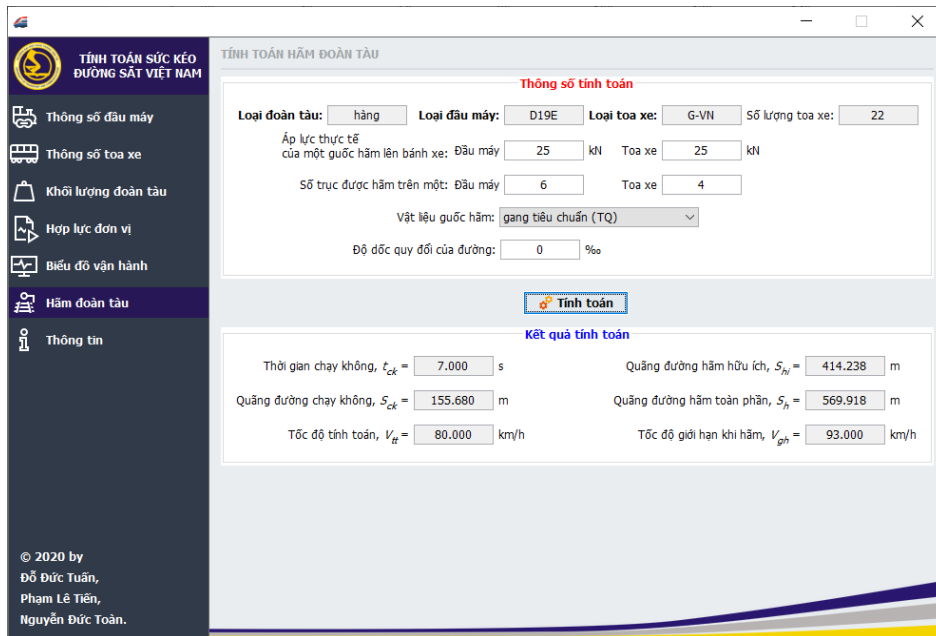


Hình 2. Giao diện tính toán quãng đường hãm với guốc hãm gang tiêu chuẩn

theo QTSKĐS Nga [4, 5] có hệ số ma sát guốc hãm quy đổi $\varphi_{qd} = 0,27 \frac{V + 100}{5V + 100}$.

(Đoàn tàu hàng: Đầu máy D19E, toa xe G-VN, độ dốc quy đổi $i_{qd} = 0\text{‰}$)

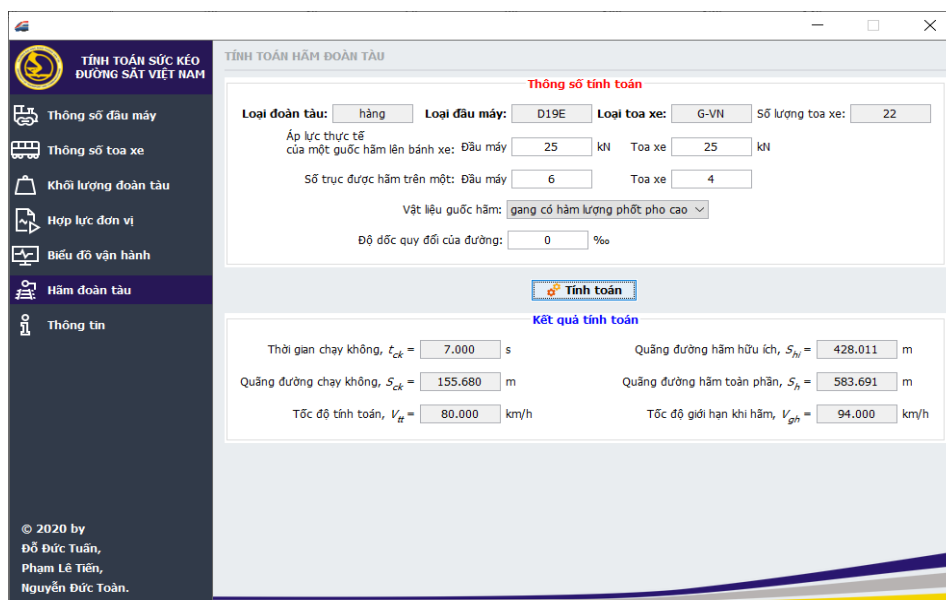
Nhận xét: hệ số ma sát guốc hãm quy đổi theo QTSKĐS Nga [4, 5] tương đương với QTSKĐSVN 1985 [6], TCVN 9983:2013 [9] và Sổ tay thiết kế toa xe 1985 [10] (xem công thức (11)).



Hình 3. Giao diện tính toán quãng đường hãm với guốc hãm gang theo TQ-NVC[1] và TQ-KTN [7] có hệ số ma sát guốc hãm quy đổi

$$\varphi_{ti} = \varphi_{qd} = 0,356 \frac{3,6V + 100}{14V + 100} + 0,006(110 - V_0) \frac{V}{6V + 100}$$

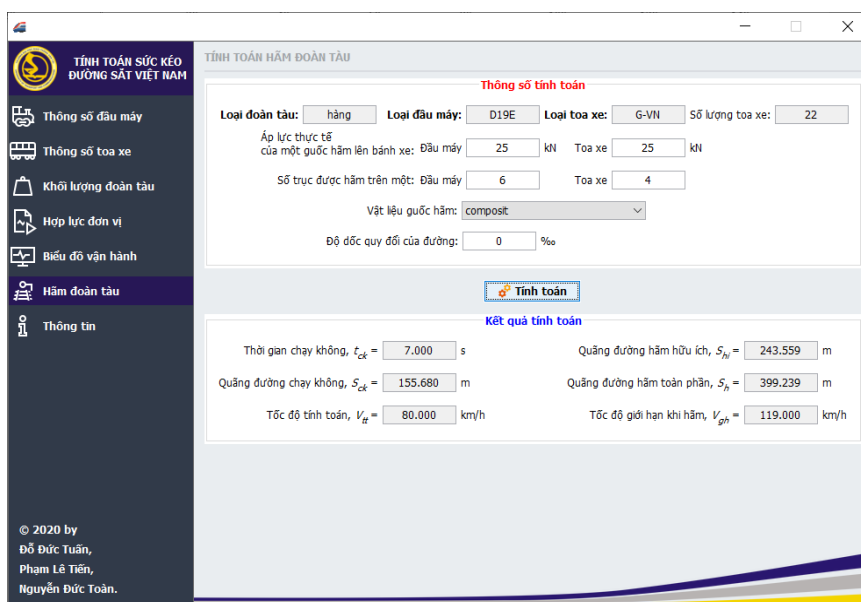
(Đoàn tàu hàng: Đầu máy D19E, toa xe G-VN, độ dốc quy đổi $i_{qd} = 0\text{‰}$)



Hình 4. Giao diện tính toán quãng đường hãm với guốc hãm hợp kim gang hàm lượng photpho cao 1,4% theo QTSKĐS Nga [4, 5] có hệ số ma sát guốc hãm quy đổi $\varphi_{qd} = 0,3 \frac{V+100}{5V+100}$.

(Đoàn tàu hàng: Đầu máy D19E, toa xe G-VN, độ dốc quy đổi $i_{qd} = 0\text{‰}$)

Nhận xét: hệ số ma sát guốc hãm quy đổi theo QTSKĐS Nga [4, 5] tương đương với TCVN 9983:2013 [9] và Sổ tay thiết kế toa xe 1985 [10] (xem công thức 13).



Hình 5. Giao diện tính toán quãng đường hãm với guốc hãm composite

mác 8-1-66, theo QTSKĐS Nga [4, 5], có hệ số ma sát guốc hãm quy đổi $\varphi_{qd} = 0,36 \frac{V+150}{2V+150}$.

(Đoàn tàu hàng: Đầu máy D19E, toa xe G-VN, độ dốc quy đổi $i_{qd} = 0\text{‰}$)

Nhận xét: hệ số ma sát guốc hãm quy đổi theo QTSKĐS Nga [4, 5] tương đương với TQ-NVC [1] và Sổ tay thiết kế toa xe 1985 [10] (xem công thức 14).

Kết quả tính toán quãng đường hãm của đoàn tàu trên độ dốc quy đổi $0^0/00$ khi sử dụng các loại vật liệu guốc hãm khác nhau thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả tính toán quãng đường hãm của đoàn tàu trên độ dốc quy đổi $0^0/00$ khi sử dụng các loại vật liệu guốc hãm khác nhau.

Loại đầu máy: D19E; Loại toa xe: toa xe hàng G-VN; Độ dốc quy đổi khi tính toán khối lượng đoàn tàu $15^0/00$; Đoàn tàu đã xác định: Tàu hàng, 22 toa xe G-VN; Khối lượng đoàn tàu $Q = 1.100$ tấn; Tốc độ cấu tạo của toa xe: 80 km/h; Hãm suất của đoàn tàu: $\theta = 0,4$

T	Thông số	Gang tiêu chuẩn (Nga)	Gang (TQ)	Gang PP cao 1,4% (Nga)	Composite 8-1-66 (Nga)
1	Thời gian chạy không, t_{ck} , giây	7,0	7,0	7,0	7,0
2	Quãng đường chạy không S_{ck} , m	155,680	155,680	155,680	155,680
3	Quãng đường hãm hữu ích S_{hi} , m	510,488	414,238	428,011	243,559
4	Quãng đường hãm toàn phần S_h , m	666,168	569,918	583,691	399,239
5	Tốc độ giới hạn khi hãm, km/h	87,0	93,0	94,0	119,0

3.3.2. Tính toán quãng đường hãm của đoàn tàu trên độ dốc quy đổi $17^0/00$

Quá trình tính toán tương tự như trên. Các giao diện tính toán thể hiện trên hình 6. Kết quả tính toán được cho trong bảng 2.

Hình 6a. Giao diện tính toán quãng đường hãm với vật liệu guốc hãm gang tiêu chuẩn (theo QTSKĐS Nga)

(Đoàn tàu hàng: Đầu máy D19E, toa xe G-VN, độ dốc quy đổi $i_{qd} = 17^0/00$)

TÍNH TOÁN SỨC KÉO ĐƯỜNG SẮT VIỆT NAM

TÍNH TOÁN HĂM ĐOÀN TÀU

Thông số tính toán

Loại đoàn tàu: hàng Loại đầu máy: D19E Loại toa xe: G-VN Số lượng toa xe: 22

Áp lực thực tế của một guốc hãm lên bánh xe: Đầu máy 25 kN Toa xe 25 kN

Số trục được hãm trên một: Đầu máy 6 Toa xe 4

Vật liệu guốc hãm: gang tiêu chuẩn (TQ)

Độ dốc quy đổi của đường: -17 ‰

Tính toán

Kết quả tính toán

Thời gian chạy không, $t_{ck} = 10.036$ s Quãng đường hãm hữu ích, $S_{h1} = 563.989$ m

Quãng đường chạy không, $S_{ck} = 223.191$ m Quãng đường hãm toàn phần, $S_h = 787.181$ m

Tốc độ tính toán, $V_H = 80.000$ km/h Tốc độ giới hạn khi hãm, $V_{gh} = 80.000$ km/h

© 2020 by
Đỗ Đức Tuấn,
Phạm Lê Tiến,
Nguyễn Đức Toàn.

Hình 6b. Giao diện tính toán quãng đường hãm với vật liệu guốc hãm gang tiêu chuẩn (theo tài liệu của Trung Quốc)
(Đoàn tàu hàng: Đầu máy D19E, toa xe G-VN, độ dốc quy đổi $i_{qd} = 17\text{‰}$)

TÍNH TOÁN SỨC KÉO ĐƯỜNG SẮT VIỆT NAM

TÍNH TOÁN HĂM ĐOÀN TÀU

Thông số tính toán

Loại đoàn tàu: hàng Loại đầu máy: D19E Loại toa xe: G-VN Số lượng toa xe: 22

Áp lực thực tế của một guốc hãm lên bánh xe: Đầu máy 25 kN Toa xe 25 kN

Số trục được hãm trên một: Đầu máy 6 Toa xe 4

Vật liệu guốc hãm: gang có hàm lượng phot pho cao

Độ dốc quy đổi của đường: -17 ‰

Tính toán

Kết quả tính toán

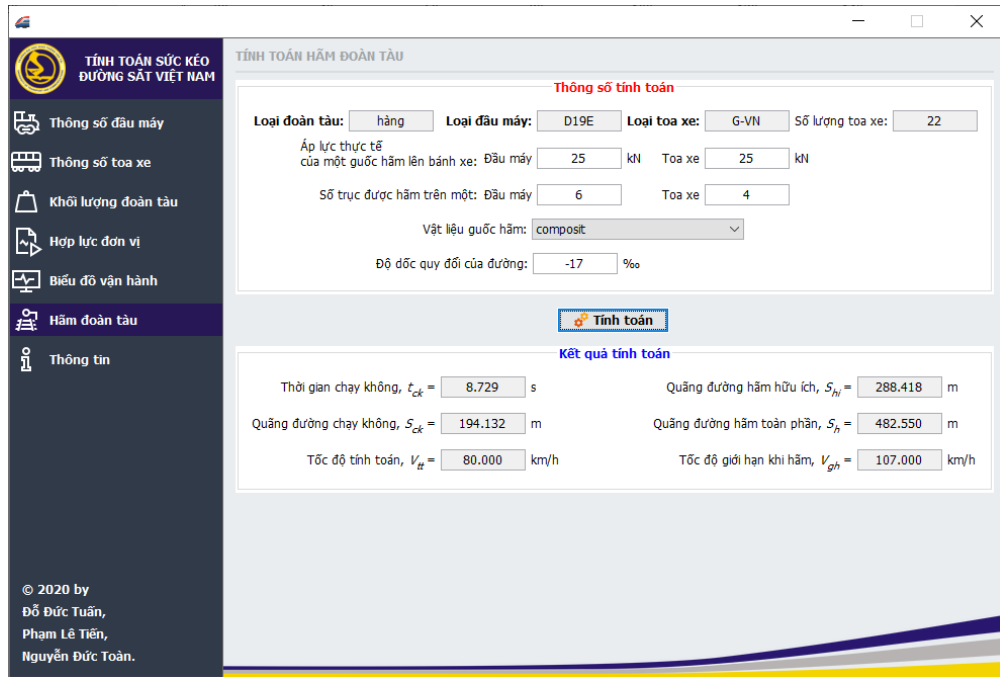
Thời gian chạy không, $t_{ck} = 10.465$ s Quãng đường hãm hữu ích, $S_{h1} = 593.290$ m

Quãng đường chạy không, $S_{ck} = 232.732$ m Quãng đường hãm toàn phần, $S_h = 826.022$ m

Tốc độ tính toán, $V_H = 80.000$ km/h Tốc độ giới hạn khi hãm, $V_{gh} = 78.000$ km/h

© 2020 by
Đỗ Đức Tuấn,
Phạm Lê Tiến,
Nguyễn Đức Toàn.

Hình 6c. Giao diện tính toán quãng đường hãm với vật liệu guốc hãm gang có hàm lượng phot pho cao 1,4% (theo QTSKĐS Nga)
(Đoàn tàu hàng: Đầu máy D19E, toa xe G-VN, độ dốc quy đổi $i_{qd} = 17\text{‰}$)



Hình 6d. Giao diện tính toán quãng đường hãm với vật liệu
guốc hãm composit mức 8-1-66 (theo QTSKĐS Nga)

(Đoàn tàu hàng: Đầu máy D19E, toa xe G-VN, độ dốc quy đổi $i_{qd} = 17\text{‰}$)

Việc đánh giá kết quả của chương trình đã được tiến hành bằng hai cách.

Cách thứ nhất, căn cứ một bài toán mẫu được thực hiện bằng tay với sự trợ giúp của một số công cụ khác chẳng hạn Excel, sau đó so sánh với kết quả mà chương trình tính được.

Cách thứ hai, căn cứ vào các bài toán tính toán hãm đoàn tàu có trong nguồn tài liệu của nước ngoài [2-5], sử dụng chương trình này để tính toán và so sánh.

Sau khi sử dụng chương trình này để tính toán, thấy rằng kết quả hoàn toàn trùng hợp và tương thích. Trên cơ sở đó có thể kết luận, kết quả tính toán của chương trình này là đảm bảo tính chính xác và tin cậy.

Bảng 2. Kết quả tính toán quãng đường hãm của đoàn tàu trên độ dốc quy đổi 17‰ khi sử dụng các loại vật liệu guốc hãm khác nhau.

Loại đầu máy: D19E; Loại toa xe: toa xe hàng G-VN; Độ dốc quy đổi khi tính toán khối lượng đoàn tàu 15‰ ; Đoàn tàu đã xác định: Tàu hàng, 22 toa xe G-VN;

Khối lượng đoàn tàu $Q = 1.100$ tấn; Tốc độ cấu tạo của toa xe: 80 km/h;

Hãm suất của đoàn tàu: $\theta = 0,4$

TT	Thông số	Gang tiêu chuẩn (Nga)	Gang (TQ)	Gang PP cao 1,4% (Nga)	Composite 8-1-66 (Nga)
1	Thời gian chạy không, t_{ck} , giây	11,191	10,036	10,465	8,729
2	Quãng đường chạy không S_{ck} , m	248,888	223,191	232,732	194,132
3	Quãng đường hãm hữu ích S_{hi} , m	764,392	653,989	593,290	288,418
4	Quãng đường hãm toàn phần S_h , m	1.013	787,181	826,022	482,550
5	Tốc độ giới hạn khi hãm, km/h	71,0	80,0	78,0	107,0

Nhận xét:

Kết quả tính toán cho thấy, khi sử dụng guốc hãm composite quãng đường hãm là ngắn nhất, đó cũng là điều hiển nhiên. Tuy nhiên, hiện nay các tính toán về quãng đường hãm ở Việt Nam hầu như đều tính với guốc hãm bằng gang, nhưng được lấy với các hệ số ma sát guốc hãm khác nhau từ các nguồn tài liệu khác nhau, điều đó dẫn đến sự khác biệt đáng kể về quãng đường hãm, từ 787 m đến 1.013 m, như đã thể hiện trong bảng. Điều này dẫn đến sự không thống nhất, thậm chí gây tranh cãi khi tính toán và kiểm nghiệm quãng đường hãm với tiêu chuẩn quy định là 800 m. Đây là vấn đề cần tiếp tục nghiên cứu để có thể đưa ra những đề xuất phù hợp hơn trong quy trình tính toán hãm hiện hành.

4. KẾT LUẬN

Chương trình đã xây dựng cho phép tính toán xác định một cách định lượng quãng đường hãm ở các chế độ vận hành khác nhau với bất kỳ loại đoàn tàu nào trên bất kỳ độ dốc quy đổi nào với việc sử dụng các loại vật liệu guốc hãm khác nhau, đồng thời xác định được tốc độ giới hạn khi hãm trên độ dốc tương ứng một cách nhanh chóng, thuận lợi và linh hoạt.

Chương trình là công cụ hỗ trợ đắc lực cho việc tính toán, từ đó có thể phân tích, so sánh và đánh giá kết quả kiểm nghiệm quãng đường hãm, mà trong thực tế hiện nay còn chưa có sự thống nhất và gây tranh cãi. Từ đó có thể đưa ra những lựa chọn hợp lý về việc sử dụng vật liệu guốc hãm với các biểu thức về hệ số ma sát guốc hãm tương ứng, đồng thời là cơ sở cho việc hiệu chỉnh quy trình tính toán sức kéo đoàn tàu nói chung và quy trình tính toán hãm nói riêng trong ngành đường sắt Việt Nam.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường đại học Giao thông vận tải trong đề tài mã số T2020-CK-011.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Văn Chuyên, Sức kéo đoàn tàu, Trường đại học Giao thông vận tải, Hà Nội, 2001.
- [2]. Астахов П. Н., Гребенюк П. Т., Скорцова А. И., Справочник по тяговым расчётам, “Транспорт”, Москва, 1973.
- [3]. Бабичков А. М., Гурский П. А., Новиков А. П., Тяга поездов и тяговые расчёты, “Транспорт”, Москва, 1971.
- [4]. Правила тяговых расчётов для поездной работы - М.: Транспорт, 1985.
- [5]. Кузмич В. Д., Руднев В. С., Френкель С. Я., Теория локомотивной тяги, “Маршрут”, Мосва, 2005.
- [6]. Bộ Giao thông vận tải, Quy trình tính toán sức kéo đoàn tàu đường sắt, Hà Nội, 1985.
- [7]. Khuất Tất Nhưõng, Hãm đoàn tàu, NXB Giao thông vận tải, Hà Nội, 1997.
- [8]. Nguyễn Văn Chuyên, Vũ Duy Lộc, Khuất Tất Nhưõng, Kiều Duy Sức, Hãm đoàn tàu, Trường Đại học Giao thông vận tải, Hà Nội, 1996.
- [9]. Tiêu chuẩn quốc gia, TCVN 9983:2013, Phương tiện giao thông đường sắt - Toa xe - Yêu cầu thiết kế.
- [10]. Bộ môn Toa xe, Trường Đại học Giao thông Đường sắt và Đường bộ, Sổ tay kỹ thuật toa xe, Tập 1, NXB Giao thông vận tải, Hà Nội, 1985.

[11]. Đỗ Đức Tuấn (Chủ biên), Vũ Duy Lộc, Đỗ Việt Dũng, Nghiệp vụ đầu máy, toa xe, NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội, 2014.

[12]. Đỗ Đức Tuấn, Nguyễn Đức Toàn, Xây dựng chương trình tính toán hợp lực đơn vị của đoàn tàu trên đường sắt Việt Nam, Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải, 71 (2020) 907-923. <https://doi.org/10.47869/tcsj.71.7.3>.

[13]. Đỗ Đức Tuấn, Xây dựng quy trình tính toán sức kéo trong ngành đường sắt Việt Nam, Đề tài NCKH mã số T2020-CK-011, Trường Đại học Giao thông vận tải, Hà Nội, 2020.