Transport and Communications Science Journal

FUNDAMENTAL DETERMINATION OF TRACTION DEMANDS OF LOCOMOTIVES FOR RAILWAY INDUSTRY

Do Duc Tuan[1], Vu Van Hiep[2]

[1]*University of Transport and Communications, No 3 Cau Giay Street, Hanoi, Vietnam*

[2]*University of Transport Technology, No 54 Trieu Khuc Street, Hanoi, Vietnam*

ARTICLE INFO

TYPE: Research Article
Received: 14/10/2019
Revised: 19/11/2019
Accepted: 20/11/2019
Published online: 16/12/2019
https://doi.org/10.25073/tcsj.70.4.21
[*] *Corresponding author*
Email: ddtuan@utc.edu.vn; Tel: 0913905814

Abstract: Traction demands of locomotives in railway industry for a period that are determined by passenger and freight volumes. Total demands for traction include the number of operating locomotives and the others in maintenance and repair classes. The operating locomotives include main line locomotives (for passenger and freight trains), low volume transportation locomotives (internal transportation) and shunting locomotives. The repair locomotives are the same functions with the operating locomotives but in maintenance and repair classes. The article presents fundamentals of determining traction demands of locomotives used in railway industry.

Keywords: railway industry, traction demand, operating locomotive, low volume transportation locomotive, shunting locomotive, locomotive turnaround time.

Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải

CƠ SỞ XÁC ĐỊNH NHU CẦU SỨC KÉO ĐẦU MÁY VẬN DỤNG TRONG NGÀNH ĐƯỜNG SẮT

Đỗ Đức Tuấn[1], Vũ Văn Hiệp[2]

[1]*Trường Đại học Giao thông vận tải, số 3 Cầu Giấy, Hà Nội.*

[2]*Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải, số 54 Triều Khúc, Hà Nội.*

THÔNG TIN BÀI BÁO

Chuyên mục: Công trình khoa học
Ngày nhận bài: 14/10/2019
Ngày nhận bài sửa: 19/11/2019
Ngày chấp nhận đăng: 20/11/2019
Ngày xuất bản Online: 16/12/2019
https://doi.org/10.25073/tcsj.70.4.21
[*] *Tác giả liên hệ*
Email: ddtuan@utc.edu.vn; Tel: 0913905814

Tóm tắt: Nhu cầu sức kéo đầu máy trong ngành đường sắt cho một giai đoạn nào đó được xác định theo khối lượng vận chuyển hành khách và hàng hóa. Tổng nhu cầu sức kéo bao gồm số lượng đầu máy vận dụng và số lượng đầu máy nằm ở các cấp bảo dưỡng, sửa chữa. Số lượng đầu máy vận dụng bao gồm đầu máy kéo tàu khách và tàu hàng trên chính tuyến, đầu máy làm nhiệm vụ vận chuyển nhỏ (vận chuyển nội bộ) và đầu máy dồn. Số lượng đầu máy sửa chữa là số lượng đầu máy vận dụng làm các nhiệm vụ nói trên nằm ở các cấp bảo dưỡng, sửa chữa. Bài báo này trình bày cơ sở xác định nhu cầu đầu máy vận dụng trong ngành đường sắt.

Từ khóa: ngành đường sắt, nhu cầu sức kéo**,** đầu máy vận dụng, đầu máy vận chuyển nhỏ, đầu máy dồn, thời gian quay vòng đầu máy.

© 2019 Trường Đại học Giao thông vận tải

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay ngành đường sắt Việt Nam (ĐSVN) đang quản lý tổng cộng 283 đầu máy, trong đó đang vận dụng 267 đầu máy và chưa có nhu cầu sử dụng đối với 16 đầu máy công suất nhỏ, lạc hậu kỹ thuật. Trong số 267 đầu máy vận dụng này có 12 chủng loại, có dải công suất từ 500 đến 2.000 mã lực, với tổng công suất khoảng 400.000 mã lực, có xuất xứ từ 8 quốc gia khác nhau (Úc, Rumani, Mỹ, Séc, Ấn Độ, Bỉ, Trung Quốc, Đức) [5].

Một điều đáng chú ý là nhiều loại đầu máy đã trải qua 40, 50 năm sử dụng. Theo Nghị

định 65 của Chính phủ [9] quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Đường sắt [10] có hiệu lực từ 01/7/2018, niên hạn đối với đầu máy chạy trên đường sắt quốc gia không quá 40 năm. Nghị định 65 cũng quy định lộ trình thực hiện niên hạn này.

Đến 31/12/2022 là thời hạn cuối theo Nghị định 65, các đầu máy quá niên hạn nêu trên sẽ không được tiếp tục sử dụng. Lộ trình loại bỏ đầu máy hết niên hạn trong giai đoạn 2021 - 2030 đã được ngành ĐSVN đánh giá, theo đó số lượng đầu máy cần loại bỏ khoảng hơn 150 đầu máy trên tổng số 283 đầu máy.

Ngoài việc thay thế số đầu máy cũ, Tổng Công ty ĐSVN còn phải đối mặt với bài toán đầu tư, bổ sung mới nhiều đầu máy khác. Theo Tổng Công ty ĐSVN, để thực hiện theo lộ trình này, cần hàng nghìn tỷ đồng để đầu tư thay mới đầu máy. Chính vì lẽ đó, việc xác định nhu cầu sức kéo cho ngành đường sắt trong thời gian trước mắt cũng như trong tương lai là việc làm cần thiết, có ý nghĩa thực tiễn. Đây là bài toán mang tính tổng hợp, liên quan tới nhiều lĩnh vực kỹ thuật và quản lý. Để giải quyết bài toán đặt ra, trước hết cần có cơ sở lý thuyết xác định nhu cầu sức kéo trong ngành đường sắt nói chung, từ đó ứng dụng cho ngành đường sắt Việt Nam nói riêng. Đây là một phần nội dung đề tài NCS "Xác định nhu cầu sức kéo trong ngành đường sắt Việt Nam giai đoạn năm 2020 đến năm 2030".

2. CƠ SỞ XÁC ĐỊNH NHU CẦU SỨC KÉO ĐẦU MÁY VẬN DỤNG TRONG NGÀNH ĐƯỜNG SẮT

2.1. Mô hình xác định số đôi tàu khách và tàu hàng cho các tuyến hoặc khu đoạn

Số đôi tàu khách và tàu hàng trên các tuyến hoặc khu đoạn được xác định thông qua khối lượng vận chuyển (tính bằng số lượng hành khách hoặc số lượng tấn hàng hóa), hoặc thông qua khối lượng luân chuyển (tính bằng hk.km hoặc t.km).

2.1.1. Mô hình xác định số đôi tàu khách và tàu hàng theo khối lượng vận chuyển [3], [4], [12], [17]

a. Số đôi tàu khách n_k trên tuyến hoặc khu đoạn trong một ngày đêm

$$n_k = \sum_{i=1}^{m(k)} \frac{\Gamma_{vc,k,i}^{nam} k_k}{2.365.Q_{k,i}^{tb}}, \text{ đôi tàu} \quad (1)$$

$$n_k = \sum_{i=1}^{m(k)} \frac{\Gamma_{vc,k,nang,i}^{nam}}{365.Q_{k,i}^{tb}}, \text{ đôi tàu} \quad (2)$$

b. Số đôi tàu hàng n_h trên tuyến hoặc khu đoạn trong một ngày đêm

$$n_h = \sum_{i=1}^{m(h)} \frac{\Gamma_{vc,h,i}^{nam} k_h}{2.365.Q_{h,i}^{tb}}, \text{ đôi tàu} \quad (3)$$

$$n_h = \sum_{i=1}^{m(h)} \frac{\Gamma_{vc,h,nang,i}^{nam}}{365.Q_{h,i}^{tb}}, \text{ đôi tàu} \quad (4)$$

trong đó:

$m(k), m(h)$- số lượng tuyến vận chuyển hành khách hoặc hàng hóa (hoặc số lượng đường quay vòng đầu máy kéo tàu khách và tàu hàng) trên tuyến hoặc trong khu đoạn; $\Gamma_{vc,k,i}^{nam}$, $\Gamma_{vc,h,i}^{nam}$ - tổng khối lượng vận chuyển hành khách (hk) và hàng hóa (tấn) trên tuyến (hoặc đường quay vòng) thứ i của khu đoạn tính cho cả chiều đi và chiều về trong một năm; $\Gamma_{vc,k,nang,i}^{nam}$, $\Gamma_{vc,h,nang,i}^{nam}$ - khối lượng vận chuyển hành khách (hk) và hàng hóa (tấn) trên tuyến (hoặc đường quay vòng) thứ i tính cho chiều nặng trong một năm; $Q_{k,i}^{tb}$, $Q_{h,i}^{tb}$ - số lượng hành khách trung bình trên một đoàn tàu khách và khối lượng hàng hóa trung bình (tấn) trong một đoàn tàu hàng trên tuyến (hoặc đường quay vòng) thứ i của khu đoạn; k_k, k_h - hệ số mất cân đối giữa hai chiều nặng và chiều nhẹ đối với vận chuyển hành khách và hàng hóa (hệ số bất bình hành).

2.1.2. Mô hình xác định số đôi tàu khách và tàu hàng theo khối lượng luân chuyển [3], [4], [12], [17]

a. Số đôi tàu khách n_k trên tuyến hoặc khu đoạn trong một ngày đêm

$$n_k = \sum_{i=1}^{m(k)} \frac{\Gamma_{lc,k,i}^{nam} k_k}{2.365.Q_{k,i}^{tb}.L_{k,i}}, \text{ đôi tàu} \quad (5)$$

$$n_k = \sum_{i=1}^{m(k)} \frac{\Gamma_{lc,k,nang,i}^{nam}}{365.Q_{k,i}^{tb}.L_{k,i}}, \text{ đôi tàu} \quad (6)$$

b. Số đôi tàu hàng n_h trên tuyến hoặc khu đoạn trong một ngày đêm

$$n_h = \sum_{i=1}^{m(h)} \frac{\Gamma_{lc,h,i}^{nam} k_h}{2.365.Q_{h,i}^{tb}.L_{h,i}}, \text{ đôi tàu} \quad (7)$$

$$n_h = \sum_{i=1}^{m(h)} \frac{\Gamma_{lc,h,nang,i}^{nam}}{365.Q_{h,i}^{tb}.L_{h,i}}, \text{ đôi tàu} \quad (8)$$

trong đó:

$\Gamma_{lc,k,i}^{nam}$, $\Gamma_{lc,h,i}^{nam}$ - tổng khối lượng luân chuyển hành khách (hk.km) và hàng hóa (t.km) trên tuyến (hoặc đường quay vòng) thứ i của khu đoạn tính cho cả chiều đi và chiều về trong một năm; $\Gamma_{lc,k,nang,i}^{nam}$, $\Gamma_{lc,h,nang,i}^{nam}$ - khối lượng luân chuyển hành khách (hk.km) và hàng hóa (t.km) trên tuyến (hoặc đường quay vòng) thứ i tính cho chiều nặng trong một năm; $L_{k,i}, L_{h,i}$ - chiều dài tuyến (hoặc đường quay vòng) thứ i của đầu máy kéo tàu khách và tàu hàng, km.

2.2. Mô hình xác khối lượng đoàn tàu cho các tuyến hoặc khu đoạn

2.2.1. Mô hình xác định khối lượng đoàn tàu tính toán

Khối lượng tính toán của đoàn tàu Q_{tt} (cả bì) [1]÷[4], [6], [13]÷ [16]

$$Q_{tt} = \frac{F_k - P_{dm}\left(\omega_o^{"} + i_{tt}\right)g}{\left(\omega_o^{"} + i_{tt}\right)g}, \text{ tấn} \quad (9)$$

trong đó:

F_k - lực kéo tính toán (lực kéo vành bánh) của đầu máy, N; P_{dm} - khối lượng tính toán (khối lượng chỉnh bị) của đầu máy, tấn; $\omega_0^{'}, \omega_0^{"}$ - lực cản cơ bản đơn vị của đầu máy và của toa xe ở tốc độ tính toán, N/kN; i_{tt} - độ dốc tính toán hoặc độ dốc hạn chế (quy đổi) của tuyến đường, ‰; g - gia tốc trọng trường, g = 9,81 m/s^2.

2.2.2. Mô hình kiểm nghiệm khối lượng kéo theo chiều dài hữu hiệu đường ga

Khối lượng của đoàn tàu theo chiều dài hữu hiệu đường ga Q_{ga} (cả bì) [3], [4]

$$Q_{ga} = Q_{tx}^{tb}\left(\frac{L_{ga} - L_{dm} - L_{tr.t}}{L_{tx}^{tb}}\right) + Q_{tr.t}, \text{ tấn} \quad (10)$$

trong đó:

L_{ga} - chiều dài hữu hiệu của đường ga, m; Q_{tx}^{tb} - khối lượng trung bình của mỗi toa xe cả bì, tấn; L_{tx}^{tb} - chiều dài trung bình của mỗi toa xe, m; L_{dm} - chiều dài của đầu máy, m; $L_{tr.t}$ - chiều dài toa trưởng tàu (nếu có), m; $Q_{tr.t}$ - khối lượng toa trưởng tàu cả bì (nếu có), tấn.

Nếu $Q_{ga} > Q_{tt}$ (đã biết) thì chiều dài đoàn tàu không bị hạn chế bởi chiều dài hữu hiệu của đường ga. Nếu không, trọng lượng kéo nên lấy là Q_{ga} hoặc qui định đoàn tàu không đỗ tại ga này.

2.3. Mô hình xác định số lượng đầu máy vận dụng N_{vd} cho các tuyến và khu đoạn bằng phương pháp giải tích

Một cách tổng quát, số lượng đầu máy vận dụng N_{vd} trong ngành đường sắt được xác định như sau:

$$N_{vd} = N_{vd}^{k} + N_{vd}^{h} + N_{vd}^{vcn} + N_{vd}^{d}, \quad (11)$$

trong đó:

N_{vd}^{k} - số lượng đầu máy vận dụng kéo tàu khách; N_{vd}^{h} - số lượng đầu máy vận dụng kéo tàu hàng; N_{vd}^{vcn} - số lượng đầu máy vận dụng vận chuyển nhỏ hoặc vận chuyển nội bộ; N_{vd}^{d} - số lượng đầu máy vận dụng dồn.

Số lượng đầu máy vận dụng N_{vd} có thể được xác định bằng hai phương pháp là phương pháp biểu đồ và phương pháp giải tích.

Phương pháp biểu đồ:

Phương pháp này chỉ áp dụng cho những trường hợp có biểu đồ chạy tàu hoặc biểu đồ quay vòng đầu máy cụ thể, do đó thực chất chỉ xác định được số lượng đầu máy vận dụng kéo tàu khách N_{vd}^{k} và tàu hàng N_{vd}^{h} trên chính tuyến, hoặc những đầu máy vận chuyển nhỏ N_{vd}^{vcn} làm việc theo biểu đồ chạy tàu. Mặt khác, phương pháp này chỉ có thể xác định được số đầu máy vận dụng trong thời gian hiện tại hoặc trong thời gian trước mắt, chứ không có khả năng dự báo trong một tương lai xa hơn.

Phương pháp giải tích:

Phương pháp này cho phép xác định số lượng đầu máy vận dụng N_{vd} không những chỉ trong hiện tại mà nó còn thích hợp cho việc phân tích và dự báo nhu cầu sức kéo trong tương lai. Mặt khác phương pháp này còn cho phép xác định số lượng đầu máy nằm ở các cấp bảo dưỡng, sửa chữa và đầu máy phục vụ cho các nhu cầu khác.

Trong nội dung bài viết này chỉ trình bày phương pháp xác định định số lượng đầu máy vận dụng N_{vd} cho các tuyến và khu đoạn bằng phương pháp giải tích.

Số lượng các loại đầu máy vận dụng N_{vd} cho các tuyến hoặc khu đoạn bao gồm:

1. Số lượng đầu máy vận dụng kéo tàu khách N_{vd}^{k}; 2. Số lượng đầu máy vận dụng kéo tàu hàng N_{vd}^{h}; 3. Số lượng đầu máy vận dụng vận chuyển nhỏ hoặc vận chuyển nội bộ N_{vd}^{vcn}; 4. Số lượng đầu máy vận dụng dồn N_{vd}^{d}.

Trong phương pháp giải tích, số lượng đầu máy vận dụng N_{vd} có thể được xác định theo các thông số sau đây:

1. Theo quãng đường chạy trung bình ngày đêm của đầu máy, S_{ng}; 2. Theo sản lượng trung bình ngày đêm của đầu máy, M_{ng}; 3. Theo hệ số quay vòng đầu máy, k.

Các dạng mô hình tổng quát xác định số lượng đầu máy vận dụng trên các tuyến hoặc khu đoạn bằng giải tích như sau.

2.3.1. Mô hình thứ nhất - Xác định số lượng đầu máy vận dụng N_{vd} cho các tuyến hoặc khu đoạn theo quãng đường chạy trung bình ngày đêm của đầu máy kéo tàu chính tuyến [3], [4]

$$N_{vd} = \sum_{i=1}^{m(k)} \frac{2L_i^k n_i^k}{S_{ng,i}^k}\left(1+\beta_{0,i}^k+\beta_{gh,i}^k\right) + \sum_{i=1}^{m(h)} \frac{2L_i^h n_i^h}{S_{ng,i}^h}\left(1+\beta_{0,i}^h+\beta_{gh,i}^h\right) + \frac{\sum_{i=1}^{m(k)} 2L_i^k n_i^k}{S_{ng}^{vch,k}}.\frac{\delta_{vch}^k}{100}$$
$$+ \frac{\sum_{i=1}^{m(h)} 2L_i^h n_i^h}{S_{ng}^{vch,h}}.\frac{\delta_{vch}^h}{100} + \frac{\sum_{i=1}^{m(k)} 2L_i^k n_i^k}{S_{ng}^{d,k}}.\frac{\delta_d^k}{100} + \frac{\sum_{i=1}^{m(h)} 2L_i^h .n_i^h}{S_{ng}^{d,h}}.\frac{\delta_d^h}{100}, \quad (12)$$

trong đó:

N_{vd} - tổng số đầu máy vận dụng (kéo tàu khách, tàu hàng, vận chuyển nhỏ và dồn) trên toàn tuyến hoặc khu đoạn; $2L_i^k n_i^k$, $2L_i^h n_i^h$ - tổng đoàn tàu-km trên đường quay vòng (tuyến, khu đoạn) thứ i trong một ngày đêm đối với tàu khách và tàu hàng; L_i^k, L_i^h - chiều dài đường quay vòng (tuyến, khu đoạn) thứ i đối với đầu máy kéo tàu khách và tàu hàng, km; n_i^k, n_i^h - số đôi tàu khách và tàu hàng trên đường quay vòng (tuyến, khu đoạn) thứ i trong một ngày đêm; $m(k), m(h)$ - số lượng tuyến vận chuyển hành khách hoặc hàng hóa (hoặc số lượng đường quay vòng đầu máy kéo tàu khách và tàu hàng) trên tuyến hoặc trong khu đoạn; $S_{ng,i}^k$, $S_{ng,i}^h$ - quãng đường chạy trung bình ngày đêm của đầu máy kéo tàu khách và tàu hàng trên đường quay vòng (tuyến, khu đoạn) thứ i, đm-km; $\beta_{0,i}^k$, $\beta_{0,i}^h$ - hệ số đầu máy kéo tàu khách và tàu hàng chạy đơn trên đường quay vòng (tuyến, khu đoạn) thứ i; $\beta_{gh,i}^k$, $\beta_{gh,i}^h$ - hệ số đầu máy kéo tàu khách và tàu hàng chạy ghép trên đường quay vòng (tuyến, khu đoạn) thứ i; $S_{ng}^{vch,k}$, $S_{ng}^{vch,h}$ - quãng đường chạy trung bình ngày đêm của đầu máy vận chuyển nhỏ kéo tàu khách và tàu hàng tính chung cho toàn tuyến, đm-km; $S_{ng,i}^{d,k}$, $S_{ng,i}^{d,h}$ - quãng đường chạy trung bình ngày đêm của đầu máy vận dụng dồn phục vụ kéo tàu khách và tàu hàng tính chung cho toàn tuyến, đm-km; $\delta_{vch}^k, \delta_{vch}^h$ - tỷ lệ giữa quãng đường chạy của đầu máy vận dụng vận chuyển nhỏ kéo tàu khách và tàu hàng trên một cung đoạn nào đó với tổng quãng đường chạy của đầu máy vận dụng kéo đoàn tàu khách và tàu hàng trên đường quay vòng (tuyến, khu đoạn) thứ i, %; δ_d^k, δ_d^h - tỷ lệ giữa quãng đường chạy của đầu máy vận dụng dồn phục vụ kéo tàu khách và tàu hàng trên một cung đoạn nào đó với tổng quãng đường chạy của đầu máy vận dụng kéo đoàn tàu khách và tàu hàng trên đường quay vòng (tuyến, khu đoạn) thứ i, %;

2.3.2. Mô hình thứ hai - Xác định số lượng đầu máy vận dụng N_{vd} cho các tuyến và khu đoạn theo theo sản lượng trung bình ngày đêm của đầu máy chính tuyến và khối lượng dồn [3], [4]

$$N_{vd} = \sum_{1=1}^{m(k)} \frac{\Gamma_{lc,k,i}^{nam}}{365 M_{ng,i}^{k}} + \sum_{1=1}^{m(h)} \frac{\Gamma_{lc,h,i}^{nam}}{365 M_{ng,i}^{h}} + \sum_{1=1}^{m(vcn,k)} \frac{\Gamma_{lc,vcn,k,i}^{nam}}{365 M_{ng,i}^{vcn,k}} + \sum_{1=1}^{m(vcn,h)} \frac{\Gamma_{lc,vcn,h,i}^{nam}}{365 M_{ng,i}^{vcn,h}} + \frac{\sum_{i=1}^{m(k)} \sum_{j=1}^{g(d,k)} n_{ij}^{txk,d} t_{ij}^{d,txk}}{60 T_{ng}^{d,k}} + \frac{\sum_{i=1}^{m(h)} \sum_{j=1}^{g(d,h)} n_{ij}^{txh,d} t_{ij}^{d,txh}}{60 T_{ng}^{d,h}}, \quad (13)$$

trong đó:

$\Gamma_{lc,k,i}^{nam}$, $\Gamma_{lc,h,i}^{nam}$ - khối lượng luân chuyển hành khách và hàng hóa trên đường quay vòng (tuyến, khu đoạn) thứ i trong một năm, hk-km và t.km cả bì; $\Gamma_{lc,vcn,k,i}^{nam}$, $\Gamma_{lc,vcn,h,i}^{nam}$ - khối lượng luân chuyển hành khách và hàng hóa vận chuyển nhỏ trên đường quay vòng (tuyến, khu đoạn) thứ i trong một năm, hk - km và t.km cả bì; $M_{ng,i}^{k}$, $M_{ng,i}^{h}$ - sản lượng trung bình ngày đêm của đầu máy kéo tàu khách và tàu hàng trên đường quay vòng (tuyến, khu đoạn) thứ i, hk.km và t.km cả bì; $M_{ng,i}^{vcn,k}$, $M_{ng,i}^{vcn,h}$ - sản lượng trung bình ngày đêm của đầu máy kéo tàu khách và tàu hàng làm công tác vận chuyển nhỏ trên đường quay vòng (tuyến, khu đoạn) thứ i, hk - km và

t.km cả bì; $m(vcn,k), m(vcn,h)$ - số lượng đường quay vòng đầu máy vận chuyển nhỏ kéo tàu khách và tàu hàng trên tuyến hoặc khu đoạn nào đó; $g(d,k)$ - số lượng ga trên tuyến hoặc khu đoạn có dồn toa xe khách; $g(d,h)$ - số lượng ga trên tuyến hoặc khu đoạn có dồn toa xe hàng; $n_{ij}^{txk,d}$, $n_{ij}^{txh,d}$ - số lượng toa xe khách và toa xe hàng phải dồn ở ga thứ j trên tuyến thứ i trong một ngày đêm; $t_{ij}^{d,txk}$, $t_{ij}^{d,txh}$ - định mức dồn một toa xe khách và toa xe hàng ở ga thứ j trên tuyến thứ i, phút; $T_{ng}^{d,k}$, $T_{ng}^{d,h}$ - thời gian làm việc của một đầu máy dồn đối với toa xe khách và toa xe hàng trong một ngày đêm, h.

2.3.3. Mô hình thứ ba - Xác định số lượng đầu máy vận dụng N_{vd} cho các tuyến và khu đoạn theo hệ số quay vòng đầu máy, k [3], [4]

$$N_{vd} = \sum_{i=1}^{m(k)} \frac{n_i^k}{24}\left(\frac{2L_i^k}{V_{kd,i}^k} + \sum t_{d,tr,i}^k\right) + \sum_{i=1}^{m(h)} \frac{n_i^h}{24}\left(\frac{2L_i^h}{V_{kd,i}^h} + \sum t_{d,tr,i}^h\right) + \frac{\sum_{i=1}^{m(k)} 2L_i^k n_i^k}{S_{ng}^{vch,k}} \cdot \frac{\delta_{vch}^k}{100} + \frac{\sum_{i=1}^{m(h)} 2L_i^h n_i^h}{S_{ng}^{vch,h}} \cdot \frac{\delta_{vch}^h}{100} + \frac{\sum_{i=1}^{m(k)} 2L_i^k n_i^k}{S_{ng}^{d,k}} \cdot \frac{\delta_d^k}{100} + \frac{\sum_{i=1}^{m(h)} 2L_i^h n_i^h}{S_{ng}^{d,h}} \cdot \frac{\delta_d^h}{100}. \quad (14)$$

trong đó:

$V_{kd,i}^k$, $V_{kd,i}^h$ - tốc độ khu đoạn trung bình đối với đầu máy kéo tàu khách và hàng trên đường quay vòng (tuyến) thứ i, km/h; $S_{ng}^{vcn,k}, S_{ng}^{vcn,h}$ - quãng đường chạy trung bình ngày đêm của đầu máy vận chuyển nhỏ làm nhiệm vụ kéo tàu khách và tàu hàng trong một ngày đêm, tính chung cho toàn tuyến; $\sum t_{d,tr,i}^k$, $\sum t_{d,tr,i}^h$ - tổng thời gian dừng ở ga đoạn và ga trạm đối với đầu máy kéo tàu khách và hàng trên đường quay vòng (tuyến, khu đoạn) thứ i, h; $T_{tp,i}^k = \left(\frac{2L_i^k}{V_{kd,i}^k} + \sum t_{d,tr,i}^k\right)$, $T_{tp,i}^h = \left(\frac{2L_i^h}{V_{kd,i}^h} + \sum t_{d,tr,i}^h\right)$ - thời gian quay vòng toàn phần của đầu máy kéo tàu khách và đầu máy kéo tàu hàng trên đường quay vòng (tuyến, khu đoạn) thứ i, h; $k_i^k = T_{tp,i}^k / 24$, $k_i^h = T_{tp,i}^h / 24$ - hệ số quay vòng của đầu máy kéo tàu khách và đầu máy kéo tàu hàng trên đường quay vòng (tuyến, khu đoạn) thứ i;

3. GIỚI THIỆU MỘT SỐ GIAO DIỆN CỦA CHƯƠNG TRÌNH TÍNH TOÁN

Để xây dựng chương trình tính toán, cần căn cứ vào các mô hình tính toán đã nêu sau đó thiết lập lưu đồ thuật toán, xây dựng các giao diện chi tiết và code của chương trình. Tuy nhiên, do khuôn khổ bài báo có hạn, ở đây không trình bày lưu đồ thuật toán và không thể trình bày được các giao diện chi tiết mà chỉ trình bày một số giao diện tổng quát có tính chất minh họa cho nội dung nghiên cứu. Vì vậy, trên cơ sở các mô hình nêu trên, bước đầu đã xây dựng một số chương trình tính toán xác định số lượng đầu máy vận dụng kéo tàu trên tuyến (không bao gồm số đầu máy vận dụng dồn và vận chuyển nhỏ) bằng phương pháp giải tích theo hệ số quay vòng đầu máy như sau.

3.1. Các bước tính toán

1. Xác định khối lượng đoàn tàu khách và tàu hàng (cả bì) cho tuyến tương ứng với loại đầu máy, toa xe được lựa chọn và tương ứng với độ dốc hạn chế trên tuyến đó; 2. Từ khối

lượng đoàn tàu, tiến hành xác định thành phần đoàn tàu (số lượng toa xe trong đoàn tàu) cho tuyến; 3. Kiểm nghiệm thành phần đoàn tàu theo chiều dài hữu hiệu của đường ga và lựa chọn số lượng toa xe thực tế trong đoàn tàu để tính toán các bước tiếp theo; 4. Từ khối lượng đoàn tàu cả bì và thành phần đoàn tàu, tiến hành xác định khối lượng hàng hóa và khành khách trên đoàn tàu (khối lượng không kể bì); 5. Xác định số đôi tàu khách và tàu hàng trên tuyến tương ứng với khối lượng vận chuyển dự báo; 6. Xác định số lượng đầu máy vận dụng kéo tàu khách và tàu hàng trên tuyến bằng phương pháp giải tích, theo hệ số quay vòng đầu máy với một số phương án khác nhau.

3.2. Các thông số tính toán

Khối lượng vận chuyển hành khách và hàng hóa trên hành lang Bắc –Nam năm 2030 [8] thể hiện trong bảng 1. Các thông số của tuyến đường thể hiện trong bảng 2 [3], [4]. Các thông số kỹ thuật của toa xe thể hiện trong bảng 3 [3], [4].

Bảng 1. *Dự báo khối lượng vận chuyển hành khách và hàng hóa trên hành lang Bắc –Nam năm 2030.*
Đơn vị tính: triệu hành khách/năm; triệu tấn hàng hóa/năm
HN-ĐH: Hà Nội-Đồng Hới; ĐH-DT: Đồng Hới-Diêu Trì; DT-SG: Diêu Trì-Sài Gòn

Hành khách			Hàng hóa		
HN-ĐH	ĐH-DT	DT-SG	HN-ĐH	ĐH-DT	DT-SG
7,665	7,300	9,125	10,220	10,220	9,855

Bảng 2. *Một số thông số của tuyến đường.*

Thông số	HN-ĐH	ĐH-DT	DT-SG
Chiều dài khu đoạn, km	522	573	631
Độ dốc tính toán, ‰	17	17	15

Bảng 3. *Một số thông số kỹ thuật của toa xe.*

Loại toa xe	Tự trọng, t	Tải trọng, t	Số lượng khách	Chiều dài, m
Toa xe khách				
A64, ngồi mềm	36	10	64	19
HC-TH2, hàng cơm	36	8	-	20
CV-PĐ, công vụ phát điện	36	8	-	20
Toa xe hàng				
G, có mui	18	35	-	16
H, thành cao	16,5	39,5	-	15

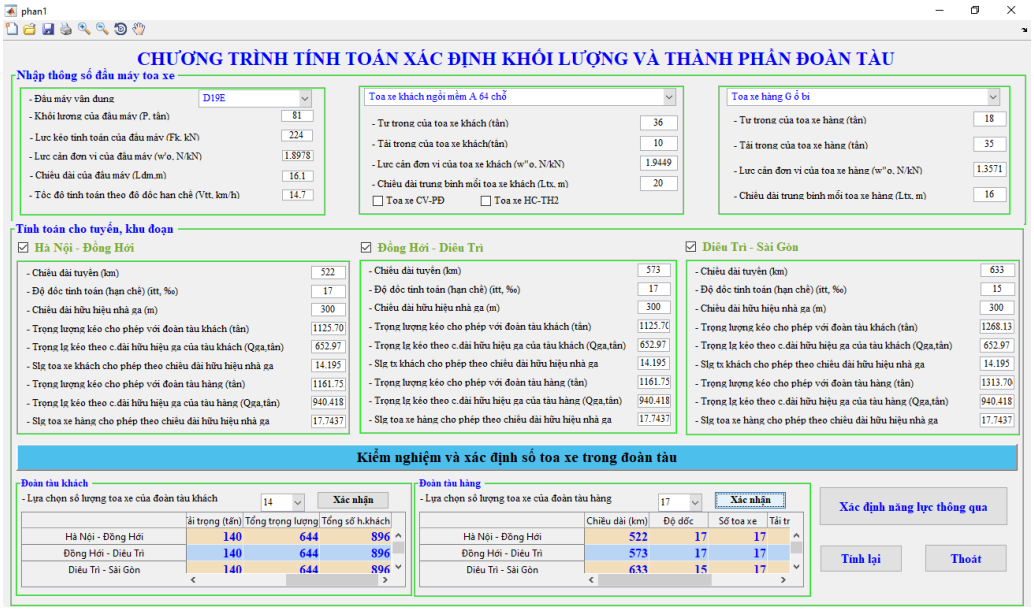
Sức cản cơ bản đơn vị của toa xe khách 4 trục ổ lăn: $\omega_0'' = 1,5 + 0,026V + 0,00029V^2$, N/kN; Sức cản cơ bản đơn vị của toa xe hàng nặng 4 trục ổ lăn: $\omega_0'' = 0,7 + 0,04V + 0,00032V^2$, N/kN [3], [4].

Một số thông số kỹ thuật của đầu máy D19E [3], [4]:

Sức cản cơ bản đơn vị: $\omega_0' = 1,618 + 0,0098V + 0,000628V^2$; Khối lượng đầu máy: 81 tấn; Sức kéo khởi động: $F_{kđ} = 255$ kN; Sức kéo dài hạn: $F_k^{\infty} = 224$ kN; Tốc độ dài hạn: $V_{\infty} = 14,7$ km/h; Chiều dài: 14 m.

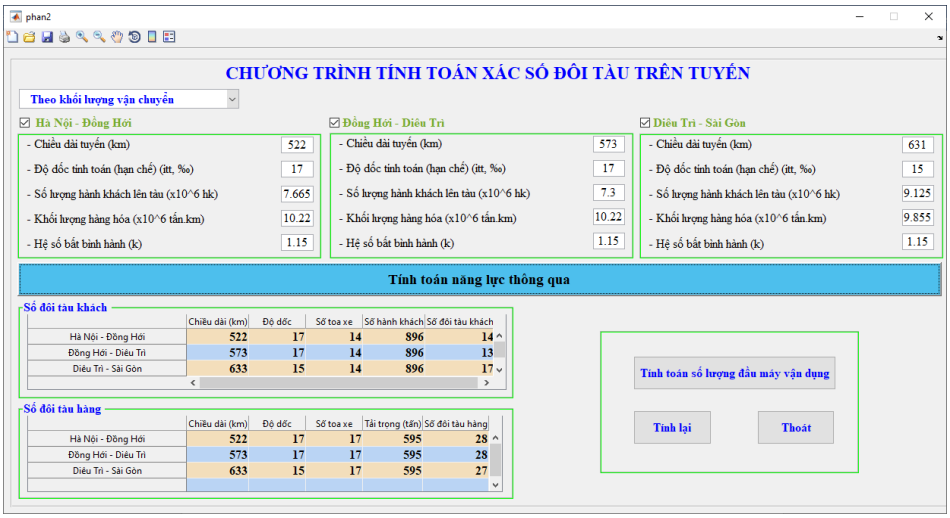
3.3. Giới thiệu giao diện của một số chương trình tính toán

Với các thông số tính toán đầu vào đã nêu, chương trình đã xác định được một số kết quả chủ yếu cho tuyến Hà Nội – Sài Gòn với ba khu đoạn, tương ứng với ba đường quay vòng tàu khách và tàu hàng là Hà Nội-Đồng Hới, Đồng Hới-Diêu Trì và Diêu Trì-Sài Gòn, thể hiện trên các giao diện sau đây.

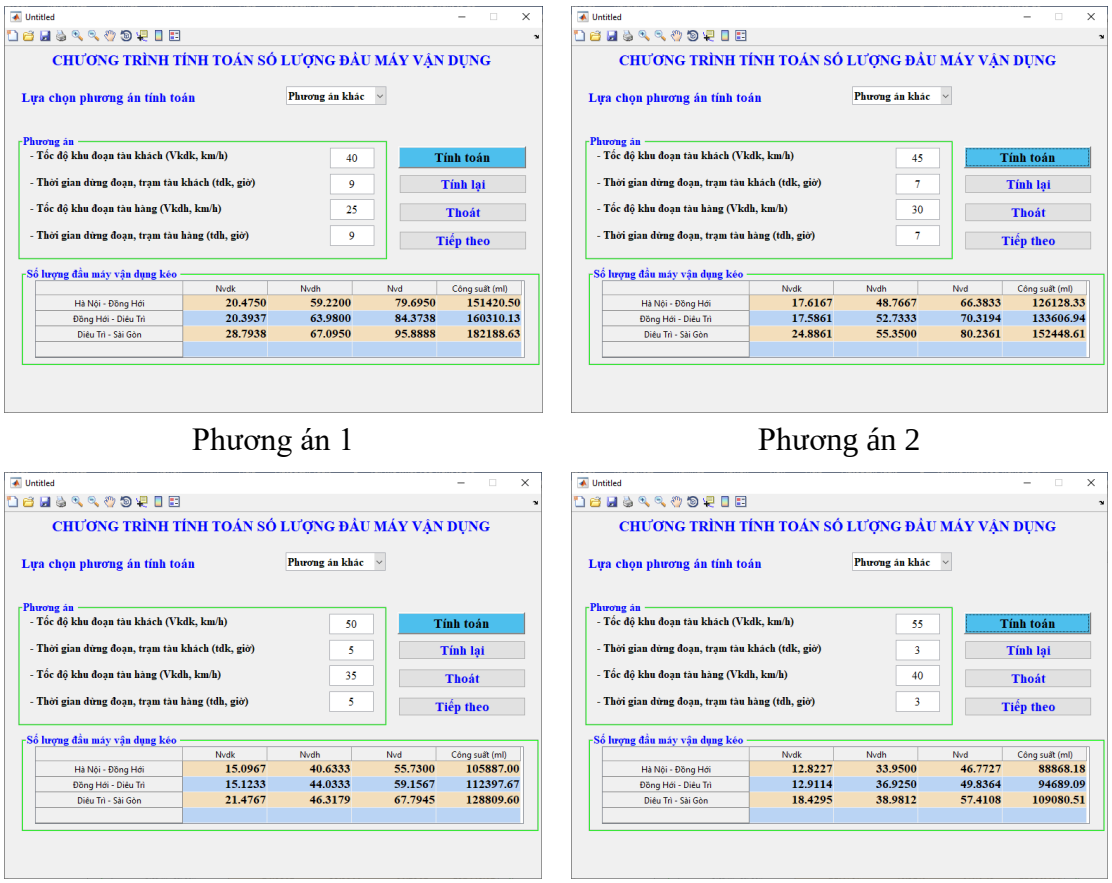


Hình 1. *Giao diện chương trình tính toán xác định khối lượng và thành phần đoàn tàu.*

1. Chương trình tính toán xác định khối lượng và thành phần đoàn tàu, được xây dựng theo mô hình (9) - (10), có giao diện thể hiện trên hình 1; 2. Chương trình tính toán xác định số đôi tàu trên tuyến và khu đoạn, được xây dựng theo mô hình (1) - (8), có giao diện thể hiện trên hình 2; 3. Chương trình tính toán xác định số lượng đầu máy vận dụng kéo tàu trên tuyến và khu đoạn theo hệ số quay vòng đầu máy, được xây dựng theo mô hình (14), có giao diện thể hiện trên hình 3.



Hình 2. *Giao diện chương trình tính toán xác định số đôi tàu trên tuyến.*



Hình 3. *Giao diện chương trình tính toán xác định số đầu máy vận dụng kéo tàu khách và tàu hàng trên tuyến hoặc khu đoạn theo một số phương án hệ số quay vòng khác nhau.*

3.4. Một số kết quả tính toán chủ yếu

Đã xác định được đoàn tàu khách gồm 14 toa xe A64, tổng khối lượng cả bì 644 tấn; đoàn tàu hàng gồm 17 toa xe G, tổng khối lượng cả bì 901 tấn; số đôi tàu khách tương ứng trên các khu đoạn là HN-ĐH, ĐH-DT và DT-SG là 14, 13 và 17 đôi; số đôi tàu hàng tương ứng là 28, 28 và 27 đôi; tổng số đầu máy vận dụng trên toàn tuyến Hà Nội-Sài Gòn tương ứng với bốn phương án về tốc độ khu đoạn và thời gian dừng ở đoạn và trạm của đầu máy (thể hiện trên các giao diện) là 260, 217, 183 và 155 đầu máy.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã tổng hợp được các mô hình tổng quát xác định nhu cầu sức kéo cho đầu máy vận dụng trên chính tuyến trong ngành đường sắt một cách đầy đủ, toàn diện và thống nhất. Từ các mô hình đã nêu, bước đầu đã xây dựng được các chương trình tính toán và xác định được nhu cầu sức kéo cho đầu máy vận dụng theo một số phương án tốc độ khu đoạn khác nhau. Các mô hình này là cơ sở cho việc xây dựng một phần mềm tổng hợp tính toán xác định nhu cầu sức kéo cho ngành đường sắt Việt Nam theo số liệu dự báo về nhu cầu vận chuyển cho từng giai đoạn cụ thể [7], [8], [11].

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Văn Chuyên, Sức kéo đoàn tàu, Trường đại học Giao thông vận tải, Hà Nội, 2001.

[2]. Lại Ngọc Đường, Sức kéo đoàn tàu và tính toán sức kéo, Trường đại học Giao thông vận tải, Hà Nội, 1985.

[3]. Đỗ Đức Tuấn, Nghiệp vụ đầu máy, NXB Giao thông vận tải, Hà Nội, 2004.

[4]. Đỗ Đức Tuấn, Vũ Duy Lộc, Đỗ Việt Dũng, Nghiệp vụ đầu máy, toa xe, NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội, 2013.

[5]. Đỗ Đức Tuấn, Phạm Văn Trường, Đường sắt quốc gia Việt Nam, hiện trạng và định hướng phát triển đến năm 2030, Hội thảo Quốc tế "Phát triển đường sắt Việt Nam và kinh nghiệm của Trung Quốc", Trường Đại học Giao thông vận tải, Hà Nội, 26/04/2018.

[6]. Bộ Giao thông vận tải, Quy trình tính toán sức kéo đoàn tàu đường sắt, Hà Nội,1985.

[7]. Bộ Giao thông vận tải Việt Nam - Cơ quan hợp tác quốc tế Nhật Bản (JICA), "Nghiên cứu toàn diện về phát triển bền vững hệ thống giao thông vận tải ở Việt Nam" (VITRANSS 2), Báo cáo cuối cùng, Tóm tắt, tháng 5 năm 2010.

[8]. Bộ Giao thông vận tải, Dự án đường sắt tốc độ cao trên trục Bắc - Nam, Báo cáo tiền khả thi, Báo cáo cuối kỳ, tháng 11/2018.

[9]. Chính phủ, Nghị định số 65/2018/NĐ-CP ngày 12 tháng 5 năm 2018 quy định chi tiết thi hành một số điều của luật đường sắt, Hà Nội, 2018.

[10]. Quốc hội, Luật Đường sắt Việt Nam 2017.

[11]. Thủ tướng Chính phủ, Quyết định số 214/QĐ-TTg ngày 10/02/2015 về việc phê duyệt điều chỉnh "Chiến lược phát triển giao thông vận tải đường sắt Việt Nam đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030", (Báo cáo chi tiết), Hà Nội, 2015.

[12]. Айзинбуд С. Я., Локомотиное хозяйство, “Транспорт”, Москва, 1986.

[13]. Астахов П. Н., Гребенюк П. Т., Скорцова А. И., Справочник по тяговым расчётам, “Транспорт”, Москва, 1973.

[14]. Бабичков А. М., Гурский П. А., Новиков А. П., Тяга поездов и тяговые расчёты, “Транспорт”, Москва, 1971.

[15]. Кузмич В. Д., Руднев В. С., Френкель С. Я., Теория локомотивной тяги, “Маршрут”, Мосва, 2005.

[16]. Руднев В. С. Маношин А. В., Тяговые расчёты для магистрального транспорта, МИИТ, Мосва, 2009.

[17]. Рылев Г. С., Крюгер П. К., Казаков В. Н., Виькевич Б. И., Айзинбуд С. Я., Гутковский В. А., Беленький М. Н., Локомотиное хозяйство, “Транспорт”, Москва, 1972.