



XÁC ĐỊNH MỘT SỐ CHỈ TIÊU KHAI THÁC ĐOÀN TÀU METRO TRÊN TUYẾN ĐƯỜNG SẮT ĐÔ THỊ CÁT LINH - HÀ ĐÔNG

Nguyễn Đức Toàn, Đỗ Đức Tuấn*

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

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 24/5/2024

Ngày nhận bài sửa: 17/7/2024

Ngày chấp nhận đăng: 28/7/2024

*Tác giả liên hệ:

Email: ddtuan@utc.edu.vn

TÓM TẮT

Hiện nay ở Việt Nam mới chỉ có ba tuyến đường sắt đô thị được xây dựng, trong đó tại Hà Nội có hai tuyến Cát Linh - Hà Đông (tuyến số 2A), Nhổn - Ga Hà Nội (tuyến số 3) và tại Thành phố Hồ Chí Minh có tuyến Bến Thành - Suối Tiên (tuyến số 1). Tuyến Cát Linh - Hà Đông đã được đưa vào khai thác từ tháng 11 năm 2021, tuyến Nhổn - Ga Hà Nội (đoạn trên cao Nhổn - Cầu Giấy) theo kế hoạch đưa vào khai thác trong tháng 7/2024; tuyến Bến Thành - Suối Tiên dự kiến đưa vào khai thác cuối năm 2024. Các dự án đường sắt đô thị ở Việt Nam đều do các nhà thầu nước ngoài thực hiện, chỉ làm nhiệm vụ xây dựng và bàn giao cho Việt Nam sử dụng và khai thác. Vấn đề kiểm nghiệm một số tính năng cơ bản liên quan đến an toàn vận hành cũng như vấn đề xác định và đánh giá các chỉ tiêu khai thác trong điều kiện Việt Nam còn hoàn toàn mới mẻ và cần được nghiên cứu.

Nội dung bài báo trình bày cơ sở lý thuyết tổng quát tính toán các chỉ tiêu khai thác đoàn tàu metro trên đường sắt đô thị nói chung và tiến hành tính toán các chỉ tiêu cụ thể cho đoàn tàu metro khai thác trên tuyến Cát Linh - Hà Đông với một số phương án tốc độ vận hành và phương án tải trọng khác nhau của đoàn tàu.

Kết quả nghiên cứu là cơ sở tham khảo cho các đơn vị quản lý và sử dụng trong việc xác định và đánh giá các chỉ tiêu khai thác đoàn tàu metro.

Từ khóa: đường sắt đô thị, Cát Linh - Hà Đông, chỉ tiêu khai thác, đoàn tàu metro

@ Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ở các nước tiên tiến, hệ thống giao thông đường sắt đô thị đã có lịch sử hình thành lâu đời và ngày càng phát triển với quy mô ngày càng lớn và công nghệ ngày càng tiên tiến và hiện đại.

Ở Việt Nam, trong vài thập niên trở lại đây, Nhà nước đã bắt đầu chú trọng đến việc phát triển đường sắt đô thị tại các thành phố lớn, trong đó đã tiến hành quy hoạch tổng thể hệ thống đường sắt đô thị tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh. Cho đến nay, về cơ bản Quy hoạch mạng lưới

đường sắt đô thị ở hai thành phố trên đã được phê duyệt và từng bước được triển khai. Tại Hà Nội đã có hai tuyến đường sắt đô thị được triển khai xây dựng, đó là tuyến Cát Linh - Hà Đông (tuyến 2A) và tuyến Nhổn - Ga Hà Nội (tuyến số 3); trong đó tuyến Cát Linh - Hà Đông đã được đưa vào khai thác tháng 11 năm 2021, tuyến Nhổn - Ga Hà Nội (đoạn trên cao Nhổn - Cầu Giấy) theo kế hoạch đưa vào khai thác trong tháng 7 năm 2024. Tại thành phố Hồ Chí Minh tuyến Bến Thành - Suối Tiên (tuyến số 1) cũng đã



được gấp rút hoàn thành và sẽ đưa vào khai thác cuối năm 2024.

Các dự án đường sắt đô thị ở Việt Nam đều do các nhà thầu nước ngoài thực hiện, chỉ làm nhiệm vụ xây dựng và bàn giao cho Việt Nam sử dụng và khai thác. Đối với Việt Nam, đây là lĩnh vực hoàn toàn mới mẻ, quá trình tổ chức khai thác là chưa có tiền lệ và kinh nghiệm. Vấn đề kiểm nghiệm một số tính năng cơ bản liên quan đến an toàn vận hành như năng lực khởi động và năng lực cứu viện của đoàn tàu; vấn đề xác định và đánh giá các chỉ tiêu khai thác trong điều kiện Việt Nam cần được từng bước nghiên cứu và hoàn thiện.

Trong đề tài mã số T2024-CK-013 đề cập tới vấn đề xác định một số chỉ tiêu khai thác đoàn tàu metro trên các tuyến đường sắt đô thị Cát Linh - Hà Đông, Nhổn - Ga Hà Nội và Bến Thành - Suối Tiên. Do khuôn khổ có hạn, trong bài báo này trình bày một phần nội dung của đề tài, đó là xác định

một số chỉ tiêu khai thác đoàn tàu metro trên tuyến Cát Linh - Hà Đông.

2. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

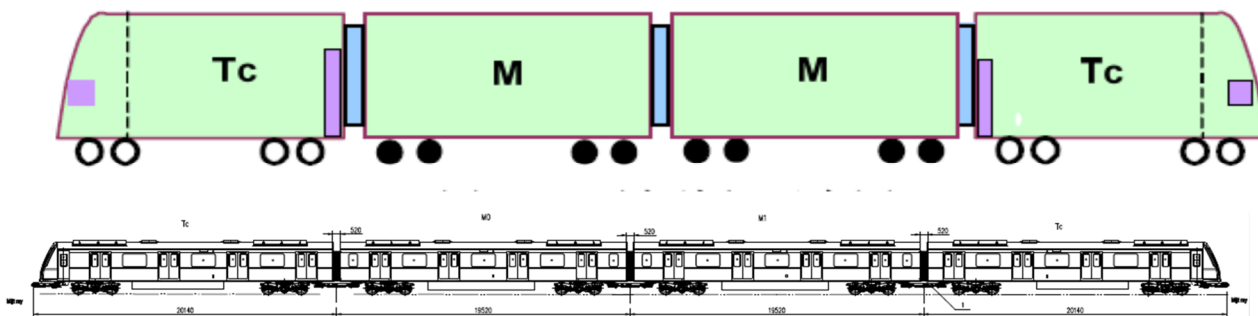
2.1. Giới thiệu tổng quát về các tuyến đường sắt đô thị đã được xây dựng ở Việt Nam

2.1.1. Tuyến đường và phương tiện

a. Tuyến đường sắt đô thị Cát Linh - Hà Đông

Tuyến Metro số 2A được thiết kế theo công nghệ của Trung Quốc, đường đôi khổ 1.435 mm. Tổng chiều dài tuyến là 13,1 km, chạy hoàn toàn trên cao với 12 ga, ga đầu là Cát Linh và ga cuối là ga Yên Nghĩa, Hà Đông [3,5]. Tuyến đã được đưa vào khai thác từ tháng 11 năm 2021.

Phương tiện đường sắt đô thị tuyến Cát Linh - Hà Đông gồm 13 đoàn tàu, mỗi tàu gồm 4 toa xe có cấu hình Tc- M + M - Tc, như vậy có tổng số 52 toa xe, trong đó có 26 toa động lực không có cabin (M) và 26 toa kéo theo có cabin (Tc) (Hình 1) [5].



Hình 1. Đoàn tàu metro tuyến Cát Linh - Hà Đông

b. Tuyến đường sắt đô thị Nhổn - Ga Hà Nội

Tuyến đường sắt đô thị Nhổn - Ga Hà Nội được thiết kế theo công nghệ của Pháp, đường đôi, khổ đường 1.435 mm. Tổng chiều dài 12,5 km, với 8,5 km đường sắt trên cao (cầu cạn) từ Nhổn đến Cầu

Giấy và 4,5 km đi ngầm từ ga Kim Mã đến ga Hà Nội [6]. Đoạn trên cao từ Nhổn đến ga Cầu Giấy dự kiến đưa vào khai thác trong tháng 7 năm 2024. Đoạn đi ngầm từ ga số 9 đến ga số 12 (Kim Mã -

Ga Hà Nội) sẽ được thi công và đưa vào khai thác cuối năm 2027.

Phương tiện đường sắt đô thị tuyến Nhổn - Ga Hà Nội gồm 10 đoàn tàu, mỗi đoàn tàu gồm 4 toa

xe có cấu hình Mc - M - T - Mc, như vậy có tổng số 40 toa xe, trong đó có 30 toa động lực với 20 toa có ca bin (Mc), 10 toa không có ca bin (M) và 10 toa kéo theo (T) (Hình 2) [6].



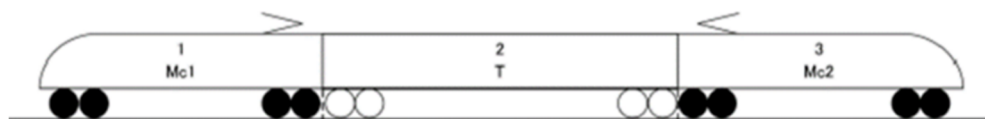
Hình 2. Đoàn tàu metro tuyến Nhổn - Ga Hà Nội

c. Tuyến đường sắt đô thị Bến Thành - Suối Tiên

Tuyến đường sắt đô thị Bến Thành - Suối Tiên được thiết kế theo công nghệ của Nhật Bản là đường đôi, khổ đường 1.435 mm. Tổng chiều dài 19,7 km trong đó có 17,1 km đi trên cao (cầu cạn) và 2,6 km đi ngầm. Toàn tuyến có 14 ga, trong đó có 11 ga đi trên cao từ ga Văn Thánh đến ga Suối Tiên (17,1 km) và 3 ga đi ngầm từ ga từ ga Bến

Thành đến ga Ba Son (2,6 km) [4],[7],... Tuyến Bến Thành - Suối Tiên dự kiến đưa vào khai thác cuối năm 2024.

Phương tiện đường sắt đô thị tuyến Bến Thành - Suối Tiên gồm 17 đoàn tàu, mỗi đoàn tàu gồm 3 toa xe có cấu hình Mc - T - Mc, như vậy có tổng số 51 toa xe, trong đó có 34 toa động lực có ca bin (Mc) và 17 toa kéo theo (T) (Hình 3) [4],[7].



Hình 3. Đoàn tàu metro tuyến Bến Thành - Suối Tiên

**2.1.2. Chế độ tải trọng của phương tiện****2.1.2.1. Các chế độ về trạng thái vận chuyển hành khách****a. Đối với tuyến Cát Linh – Hà Đông và Bến Thành – Suối Tiên**

Trong các Dự án tuyến đường sắt đô thị Cát Linh – Hà Đông và Bến Thành – Suối Tiên, các chế độ về trạng thái vận chuyển hành khách được định nghĩa như sau [2], [5], [7].

Chế độ AW0: Tàu rỗng, không có hành khách trên toa xe;

Chế độ AW1: Hành khách ngồi ghế;

Chế độ AW2: Hành khách đứng với mật độ 6 ng/m² (định mức, toàn tải);

Chế độ AW3: Hành khách đứng với mật độ 8 hoặc 9 ng/m² (vượt mức, quá tải).

Trong đó: AW là Add Weight

b. Đối với tuyến Nhổn - Ga Hà Nội

Trong Dự án tuyến đường sắt đô thị Nhổn - Ga Hà Nội, các chế độ trạng thái vận chuyển hành khách được định nghĩa như sau [6].

1. Chế độ ELE: Tàu rỗng, không có hành khách trên tàu

2. Chế độ EL4: Hành khách ngồi ghế + khách đứng với mật độ 4 người/m²

3. Chế độ EL6,6: Hành khách ngồi ghế + khách đứng với mật độ 6,6 người/m² (chế độ định mức)

4. Chế độ EL8: Hành khách ngồi ghế + khách đứng với mật độ 8 người/m² (chế độ vượt định mức = quá tải)

5. Chế độ EL10: Hành khách ngồi ghế + khách đứng với mật độ 10 người/m² (chế độ vượt định mức lớn nhất = quá tải lớn nhất)

EL10: là trường hợp ngoại lệ và không nên xảy ra trong thời gian dài.

Trong đó: ELE là European Load empty

2.1.2.2. Các chế độ về tải trọng của đoàn tàu**a. Đối với tuyến Cát Linh – Hà Đông và Bến Thành – Suối Tiên**

Trong các Dự án tuyến đường sắt đô thị Cát Linh – Hà Đông và Bến Thành - Suối Tiên, các chế độ về tải trọng của đoàn tàu được định nghĩa như sau [2, 5, 7].

Chế độ AW0: Tàu rỗng, không có hành khách trên toa xe;

Chế độ AW1: AW0 + Số hành khách ngồi ghế;
Chế độ AW2: AW1+ Hành khách đứng với mật độ 6 ng/m² (định mức, toàn tải);

Chế độ AW3: AW1+ Hành khách đứng với mật độ 8 hoặc 9 ng/m² (vượt mức, quá tải).

b. Đối với tuyến Nhổn - Ga Hà Nội

Trong Dự án tuyến đường sắt đô thị Nhổn - Ga Hà Nội, các chế độ tải trọng của đoàn tàu được định nghĩa như sau [6].

1. Chế độ ELE: Tàu rỗng, không có hành khách trên tàu

2. Chế độ EL4: Hành khách ngồi ghế + khách đứng với mật độ 4 người/m²

3. Chế độ EL6,6: Hành khách ngồi ghế + khách đứng với mật độ 6,6 người/m² (chế độ định mức)

4. Chế độ EL8: Hành khách ngồi ghế + khách đứng với mật độ 8 người/m² (chế độ vượt định mức = quá tải)

5. Chế độ EL10: Hành khách ngồi ghế + khách đứng với mật độ 10 người/m² (chế độ vượt định mức lớn nhất = quá tải lớn nhất)

EL10: là trường hợp ngoại lệ và không nên xảy ra trong thời gian dài.

Để dễ hình dung về các chế độ tải trọng trong tính toán, đối với tuyến Nhổn – Ga Hà Nội có thể sử dụng bộ ký hiệu như sau:

1. Chế độ AW0 - ELE: Tàu rỗng, không có hành khách trên tàu

2. Chế độ AW1 - EL4: Hành khách ngồi ghế + khách đứng với mật độ 4 người/m²

3. Chế độ AW2 - L6,6: Hành khách ngồi ghế + khách đứng với mật độ 6,6 người/m² (chế độ định mức)

4. Chế độ AW3 - EL8: Hành khách ngồi ghế + khách đứng với mật độ 8 người/m² (chế độ vượt định mức = quá tải)

5. Chế độ AW4 - EL10: Hành khách ngồi ghế + khách đứng với mật độ 10 người/m² (chế độ vượt định mức lớn nhất = quá tải lớn nhất)

EL10: là trường hợp ngoại lệ và không nên xảy ra trong thời gian dài.

Các chế độ tải trọng đoàn tàu trên các tuyến đường sắt đô thị Việt Nam được tổng hợp trong Bảng 1.

Bảng 1. Tổng hợp các chế độ tải trọng đoàn tàu trên các tuyến

Chế độ tải trọng	Đoàn tàu Cát Linh - Hà Đông	Đoàn tàu Nhổn - Ga Hà Nội	Đoàn tàu Bến Thành - Suối Tiên
AW0	AW0, Tàu rỗng	AW0 – ELE, Tàu rỗng	AW0, Tàu rỗng
AW1	AW0 + Số hành khách ngồi ghế	AW1 - EL4 Khách ngồi + khách đứng với mật độ 4 ng/m ²	AW0 + Số hành khách ngồi ghế
AW2	AW1+ Hành khách đứng với mật độ 6 ng/m ² (định mức, toàn tải)	AW2 - EL6,6 Khách ngồi + khách đứng với mật độ 6,6 ng/m ² (định mức)	AW1+ Hành khách đứng với mật độ 6 ng/m ² (định mức, toàn tải)
AW3	AW1+ Hành khách đứng với mật độ 9 ng/m ² (vượt mức, quá tải)	AW3 - EL8 Khách ngồi ghế + khách đứng với mật độ 8 ng/m ² (vượt định mức)	AW1+ Hành khách đứng với mật độ 8 ng/m ² (vượt mức, quá tải)
AW4	-	AW4 - EL10 Khách ngồi + khách đứng với mật độ 10 ng/m ² (vượt định mức lớn nhất)	-

2.2. Cơ sở xác định các thông số khai thác phương tiện đường sắt đô thị

2.2.1. Cơ sở xác định số lượng đoàn tàu vận dụng trên tuyến

Tổng số đoàn tàu vận dụng cần thiết có xét tới các đoàn tàu dự phòng và đoàn tàu bảo trì được xác định như sau [1],[2]:

$$N = N_{vd} (1 + \alpha_{df} + \alpha_{btr}) \tag{1}$$

trong đó: α_{df} - hệ số tính toán số lượng đoàn tàu dự phòng, $\alpha_{df} = 0,08 - 0,1$. Khi tính toán thường lấy $\alpha_{df} = 0,1$; α_{btr} - hệ số tính đến số lượng đoàn tàu bảo trì, khi tính toán thường lấy $\alpha_{btr} = 0,15$.

Số lượng đoàn tàu và số lượng toa xe trên tuyến được thể hiện theo biểu mẫu trong Bảng 2.

Bảng 2. Biểu mẫu số lượng đoàn tàu và số lượng toa xe trên tuyến

Đoàn tàu	Cấu hình đoàn tàu	Số toa xe cần thiết		
		Loại toa xe		Tổng cộng
		Tc (T)	M (Mc)	
Tổng số đoàn tàu, $N = \dots$
Số đoàn tàu vận dụng, $N_{vd} = \dots$

Sau khi biết cấu hình cụ thể của đoàn tàu, ta xác định được số lượng hành khách trên một đoàn tàu.



2.2.2. Cơ sở xác định số lượng đoàn tàu vận hành trên tuyến

2.2.2.1. Lưu lượng hành khách dự báo trong một giờ trên một hướng theo các năm

Để xác định số đôi tàu hay số lượng đoàn tàu vận hành trên tuyến, cần biết số liệu về lưu lượng hành khách dự báo trong một giờ trên một hướng trong một thời kỳ nào đó. Số liệu dự báo về lưu lượng hành khách trong một giờ trên một hướng theo các năm được thể hiện theo biểu mẫu trong Bảng 3.

Bảng 3. Biểu mẫu lưu lượng hành khách dự báo trong một giờ trên một hướng theo các năm

Nă m	Giờ cao điểm (người/giờ/h ướng)	Giờ bình thường (người/giờ/h ướng)	Giờ thấp điểm (người/giờ/h ướng)
1	$\Gamma_{hk}^{cd} = \dots$	$\Gamma_{hk}^{bt} = \dots$	$\Gamma_{hk}^{td} = \dots$
2			
...			

2.2.2.2. Thời gian hoạt động của phương tiện trên tuyến

Mặt khác, cần biết thời gian chạy tàu hằng ngày là trên tuyến (chẳng hạn là 18 giờ (từ 5 h đến 23 h), trong đó có các giờ cao điểm, bình thường và thấp điểm. Số liệu được cho trong biểu mẫu, Bảng 4.

Bảng 4. Thời gian và khung giờ hoạt động của đoàn tàu tuyến

Thông số	Giờ cao điểm	Giờ bình thường	Giờ thấp điểm
Số giờ	$t_{cd} = \dots$ giờ	$t_{bt} = \dots$ giờ	$t_{td} = \dots$ giờ
Khung giờ	từ ... h - đến... h và từ ... h - đến... h	từ ... h - đến... h và từ ... h - đến... h	từ ... h - đến... h và từ ... h - đến... h

2.2.2.3. Thông số về năng lực vận chuyển hành khách và khối lượng đoàn tàu

Để xác định được các thông số về năng lực vận chuyển hành khách và khối lượng đoàn tàu, cần biết cấu hình đoàn tàu cụ thể của một tuyến đường sắt đô thị nào đó.

Hiện nay ở Việt Nam, cấu hình đoàn tàu trên một số các tuyến đường sắt đô thị là khác nhau. Chẳng hạn, tuyến Cát Linh - Hà Đông đoàn tàu có cấu hình là Tc + M + M + Tc; tuyến Nhổn - Ga Hà Nội là Mc + M + T + Mc và tuyến Bến Thành - Suối Tiên là Mc + T + Mc. Vì vậy, trên cơ cấu hình đoàn tàu cụ thể, cần tiến hành tính toán và tổng hợp năng lực vận chuyển và khối lượng đoàn tàu ở các chế độ tải trọng khác nhau. Khối lượng hành khách được tính là 60 kg/01 hành khách.

Kết quả được thể hiện trong biểu mẫu của Bảng 5.

Bảng 5. Tổng hợp năng lực vận chuyển và khối lượng đoàn tàu

TT	Chế độ tải trọng	Thông số	Đơn vị tính	Toa T, (Tc)	Toa M, (Mc)	Đoàn tàu ...+...+...+...
1	AW0 tàu rỗng	Tự trọng toa xe	tấn	...	...	...
2	AW1 khách ngồi	Số lượng khách	người	...	...	...
		Khối lượng khách	tấn	...	...	...
		Khối lượng tàu cả bì	tấn	...	...	...
3	AW2 khách đứng, 6 người/ m ² , định mức	Số lượng khách	người	...	...	...
		Khối lượng khách	tấn	...	...	...
		Khối lượng tàu cả bì	tấn	...	...	...
4	AW3	Số lượng khách	người	...	...	...

TT	Chế độ tải trọng	Thông số	Đơn vị tính	Toa T, (Tc)	Toa M, (Mc)	Đoàn tàu ...+...+...+...
	khách đứng, 9 người/ m ² , vượt mức	Khối lượng khách	tấn	...	...	...
		Khối lượng tàu cả bì	tấn	...	...	...
5	AW1+AW2 6 người/ m ² , định mức	Số lượng khách	người	...	...	...
		Khối lượng khách	tấn	...	...	...
		Khối lượng tàu cả bì	tấn	...	...	...
6	AW1+AW3 9 người/ m ² , vượt mức	Số lượng khách	người	...	...	...
		Khối lượng khách	tấn	...	...	...
		Khối lượng tàu cả bì	tấn	...	...	...

2.2.2.4. Lựa chọn chế độ tải trọng để tính toán

a. Lựa chọn chế độ tải trọng để tính toán

Có thể lựa chọn các phương án chế độ tải trọng khác nhau để tính toán. Tuy nhiên, thông thường người ta tiến hành lựa chọn hai chế độ tải trọng để tính toán như sau:

Phương án 1: AW2 = AW1 + Hành khách đứng với mật độ 6 ng/m² (định mức, toàn tải).

Phương án 2: AW3 = AW1 + Hành khách đứng với mật độ 8 hoặc 9 ng/m² (vượt mức, quá tải).

Hoặc:

Phương án 1: EL6,6 Khách ngồi + khách đứng với mật độ 6,6 ng/m² (định mức)

Phương án 2: EL8 Khách ngồi ghế + khách đứng với mật độ 8 ng/m² (vượt định mức)

Căn cứ số liệu về chế độ tải trọng của đoàn tàu cụ thể, tiến hành thiết lập các thông số đầu vào của các phương án, được cho trong biểu mẫu Bảng 6.

Bảng 6. Một số thông số đầu vào của các phương án tính toán

TT	Các thông số	Trị số	
		PA1, chế độ AW2 hoặc EL6,6	PA2, chế độ AW3 hoặc EL8
1	Tự trọng của đoàn tàu, tấn	...	...
2	Số lượng hành khách trên đoàn tàu, người/đoàn	...	...
3	Khối lượng của hành khách trên đoàn tàu (không kể bì), tấn/đoàn	...	...
4	Tổng khối lượng của đoàn tàu (cả bì), tấn/đoàn	...	...

2.2.2.5. Cơ sở xác định số lượng đoàn tàu vận hành trên tuyến

a. Cơ sở xác định số đôi tàu trên đường sắt thông dụng (đường sắt quốc gia)

Trên đường sắt thông dụng (đường sắt quốc gia), đối với vận chuyển hành khách, số đôi tàu trên tuyến trong một ngày đêm được xác định trên cơ sở về nhu cầu vận chuyển hành khách trên tuyến đó.

Công thức tổng quát [1]:

$$n_k = \frac{\Gamma_k^{nam} k_k}{2.365 Q_k^{tb}}, \text{ đôi tàu} \tag{2}$$

$$n_k = \frac{\Gamma_{k,nang}^{nam} k_k}{365 Q_k^{tb}}, \text{ đôi tàu} \tag{3}$$

trong đó: n_k - số đôi tàu khách trên tuyến trong một ngày đêm; Γ_k^{nam} - tổng khối lượng vận chuyển hành khách trên tuyến tính cho cả chiều đi và chiều về trong một năm, hành khách; $\Gamma_{k,nang}^{nam}$ - khối lượng vận chuyển hành khách trên tuyến tính cho chiều nặng trong một năm, hành khách; Q_k^{tb} - số lượng hành khách trung bình trên một đoàn tàu khách của tuyến, hành khách; k_k - hệ số mất cân đối giữa hai chiều nặng và chiều nhẹ đối với vận chuyển hành khách (hệ số bất bình hành). Khi tính toán có thể lấy $k_k = 1,15 - 1,30$.

b. Cơ sở xác định số đoàn tàu vận hành trong một giờ cho một hướng trên đường sắt đô thị

Trên đường sắt đô thị, nếu biết số lượng đoàn tàu vận dụng trên tuyến là N_{vd} , căn cứ các số liệu dự báo về lưu lượng hành khách trên các hướng



vào các khung giờ cao điểm và ngoài giờ cao điểm cho một giai đoạn nào đó (bảng 2 - 3), thì số đoàn tàu vận hành trong một giờ cho một hướng được xác định như sau.

Công thức tổng quát [2]:

$$N_{vh} = \frac{\Gamma_{hk}}{Q_{hk}}, \text{ đoàn tàu/h/hướng} \quad (4)$$

trong đó: N_{vh} - số đoàn tàu vận hành trong một giờ cho một hướng; Γ_{hk} - lưu lượng hành khách trong một giờ cho một hướng; Q_{hk} - số lượng hành khách trên đoàn tàu ở chế độ tải trọng tính toán (chẳng hạn AW2 hoặc AW3).

c. Cơ sở xác định tổng số đoàn tàu vận hành trong một khung giờ cho một hướng

Tổng số đoàn tàu vận hành trong một khung giờ nào đó cho một hướng:

Công thức tổng quát:

$$N_{vh}^{\Sigma} = N_{vh} \times t, \text{ đoàn tàu} \quad (5)$$

trong đó: N_{vh}^{Σ} - tổng số đoàn tàu vận hành trong một khung giờ nào đó cho một hướng; t - số giờ trong một khung giờ nào đó.

Từ công thức tổng quát trên đây, tiến hành tính toán cụ thể như sau.

c1. Giờ cao điểm

- Số đoàn tàu vận hành trong một giờ cao điểm theo một hướng

$$N_{vh}^{cd} = \frac{\Gamma_{hk}^{cd}}{Q_{hk}}, \text{ đoàn tàu/h/hướng} \quad (6)$$

trong đó: N_{vh}^{cd} - số đoàn tàu vận hành trong một giờ cao điểm cho một hướng; Γ_{hk}^{cd} - lưu lượng hành khách trong một giờ cao điểm cho một hướng; Q_{hk} - số lượng hành khách trên đoàn tàu ở chế độ tải trọng tính toán (chẳng hạn AW2 hoặc AW3), người.

- Tổng số đoàn tàu vận hành trong các giờ cao điểm theo một hướng

$$N_{vh}^{\Sigma cd} = N_{vh}^{cd} \times t_{cd}, \text{ đoàn tàu} \quad (7)$$

trong đó: $N_{vh}^{\Sigma cd}$ - tổng số đoàn tàu vận hành trong các giờ cao điểm cho một hướng; t_{cd} - số giờ cao điểm trong một ngày.

c2. Giờ bình thường

- Số đoàn tàu vận hành trong một giờ bình thường theo một hướng

$$N_{vh}^{bt} = \frac{\Gamma_{hk}^{bt}}{Q_{hk}}, \text{ đoàn tàu/h/hướng} \quad (8)$$

trong đó: N_{vh}^{bt} - số đoàn tàu vận hành trong một giờ bình thường cho một hướng; Γ_{hk}^{bt} - lưu lượng hành khách trong một giờ bình thường cho một hướng; Q_{hk} - số lượng hành khách trên đoàn tàu ở chế độ tải trọng tính toán (chẳng hạn AW2 hoặc AW3), người.

- Tổng số đoàn tàu vận hành trong các giờ bình thường theo một hướng

$$N_{vh}^{\Sigma bt} = N_{vh}^{bt} \times t_{bt}, \text{ đoàn tàu} \quad (9)$$

trong đó: $N_{vh}^{\Sigma bt}$ - số đoàn tàu vận hành trong các giờ bình thường cho một hướng; t_{bt} - số giờ bình thường trong một ngày.

c3. Giờ thấp điểm

- Số đoàn tàu vận hành trong một giờ thấp điểm theo một hướng

$$N_{vh}^{td} = \frac{\Gamma_{hk}^{td}}{Q_{hk}}, \text{ đoàn tàu/h/hướng} \quad (10)$$

trong đó: N_{vh}^{td} - số đoàn tàu vận hành trong một giờ thấp điểm cho một hướng; Γ_{hk}^{td} - lưu lượng hành khách trong một giờ thấp điểm cho một hướng, người; Q_{hk} - số lượng hành khách trên đoàn tàu ở chế độ tải trọng tính toán (chẳng hạn AW2 hoặc AW3), người.

- Tổng số đoàn tàu vận hành trong các giờ thấp điểm theo một hướng

$$N_{vh}^{\Sigma td} = N_{vh}^{td} \times t_{td}, \text{ đoàn tàu} \quad (11)$$

trong đó: $N_{vh}^{\Sigma td}$ - số đoàn tàu vận hành trong các giờ cao điểm cho một hướng; t_{td} - số giờ thấp điểm trong một ngày, giờ.

- Tổng số đôi tàu vận hành trong một ngày đêm

Hiện nay, số liệu dự báo về lưu lượng hành khách được thường được cho cho theo một hướng; mặc dù vậy thông thường người ta vẫn coi lưu lượng hành khách ở cả hai hướng (chiều đi và

chiều về) là như nhau. Khi đó, số đoàn tàu theo một hướng cũng chính là số đôi tàu trên cả hai hướng.

Như vậy, tổng số đôi tàu vận hành trong một ngày đêm là:

$$N_{vh}^{ng} = N_{vh}^{\Sigma cd} + N_{vh}^{\Sigma bt} + N_{vh}^{\Sigma td} \text{ đôi tàu/ngày đêm} \quad (12)$$

2.2.3. Cơ sở xác định gián cách (tần suất) đoàn tàu trong một giờ theo một hướng

Công thức tổng quát [2]:

$$t_{gc} = \frac{Q_{hk} \times 60}{\Gamma_{hk}}, \text{ phút} \quad (13)$$

hay $t_{gc} = \frac{60}{N_{vd}}, \text{ phút} \quad (14)$

trong đó: t_{gc} - thời gian gián cách hay tần suất chạy tàu, phút; Γ_{hk} - lưu lượng hành khách trong một giờ cho một hướng; Q_{hk} - số lượng hành khách trên đoàn tàu ở chế độ tải trọng tính toán (chẳng hạn AW2 hoặc AW3); N_{vh} - số đoàn tàu vận hành trong một giờ.

Từ công thức tổng quát nêu trên, tiến hành tính toán cụ thể như sau.

a. Giờ cao điểm

$$t_{gc}^{cd} = \frac{60}{N_{vh}^{cd}}, \text{ phút} \quad (15)$$

trong đó: t_{gc}^{cd} - thời gian gián cách hay tần suất chạy tàu trong giờ cao điểm, phút; N_{vh}^{cd} - số đoàn tàu vận hành trong một giờ cao điểm.

b. Giờ bình thường

$$t_{gc}^{bt} = \frac{60}{N_{vh}^{bt}}, \text{ phút} \quad (16)$$

trong đó: t_{gc}^{bt} - thời gian gián cách hay tần suất chạy tàu trong giờ bình thường, phút; N_{vh}^{bt} - số đoàn tàu vận hành trong một giờ bình thường.

c. Giờ thấp điểm

$$t_{gc}^{td} = \frac{60}{N_{vh}^{td}}, \text{ phút} \quad (17)$$

trong đó: t_{gc}^{td} - thời gian gián cách hay tần suất chạy tàu trong giờ thấp điểm, phút; N_{vh}^{td} - số đoàn tàu vận hành trong một giờ thấp điểm.

Kết quả tính toán tần suất chạy tàu trên tuyến cho một chế độ tải trọng nào đó được thể hiện trong biểu mẫu Bảng 7 - 10.

Bảng 7. Tần suất chạy tàu theo các giờ trên tuyến ở một chế độ tải trọng cụ thể nào đó (chẳng hạn AW2 hoặc AW3).

TT	Khung giờ	Công thức tính	Kết quả tính
1	Cao điểm	$t_{gc}^{cd} = \frac{60}{N_{vh}^{cd}}, \text{ phút}; N_{vh}^{cd} = \dots$ đoàn tàu	$t_{gc}^{cd} = \dots$ phút
2	Bình thường	$t_{gc}^{bt} = \frac{60}{N_{vh}^{bt}}, \text{ phút}; N_{vh}^{bt} = \dots$ đoàn tàu	$t_{gc}^{bt} = \dots$ phút
3	Thấp điểm	$t_{gc}^{td} = \frac{60}{N_{vh}^{td}}, \text{ phút}; N_{vh}^{td} = \dots$ đoàn tàu	$t_{gc}^{td} = \dots$ phút

Bảng 8. Tần suất chạy tàu theo các giờ trên tuyến theo chế độ tải trọng cụ thể nào đó (chẳng hạn AW2 hoặc AW3)

TT	Thời điểm	Số đôi tàu	Tần suất, phút	Ghi chú
1	5.00 - 6.00	...	...	Thấp điểm
2	6.00 - 7.00	...	...	Thấp điểm
3	7.00 - 8.00	...	...	Cao điểm
4	8.00 - 9.00	...	...	Cao điểm
5	9.00 - 10.00	...	...	Bình thường



TT	Thời điểm	Số đôi tàu	Tần suất, phút	Ghi chú
6	10.00 - 11.00	...	...	Bình thường
7	11.00 - 12.00	...	...	Bình thường
8	12.00 - 13.00	...	...	Bình thường
9	13.00 - 14.00	...	...	Bình thường
10	14.00 - 15.00	...	...	Bình thường
11	15.00 - 16.00	...	...	Bình thường
12	16.00 - 17.00	...	...	Cao điểm
13	17.00 - 18.00	...	...	Cao điểm
14	18.00 - 19.00	...	...	Bình thường
15	19.00 - 20.00	...	...	Bình thường
16	20.00 - 21.00	...	...	Thấp điểm
17	21.00 - 22.00	...	...	Thấp điểm
18	22.00 - 23.00	...	...	Thấp điểm
	Tổng số đôi tàu/ngày	$N_{vh}^{ng} = \dots$	-	-

Lưu ý: Khung giờ cao điểm, thấp điểm và bình thường cần được lấy theo quy định của từng tuyến (của từng Dự án cụ thể) theo biểu mẫu bảng 3. Biểu mẫu của bảng 7 chỉ có tính chất tham khảo.

Bảng 9. Tổng hợp tần suất chạy tàu trên tuyến ở một chế độ tải trọng nào đó (chẳng hạn AW2 hoặc AW3)

Gián cách chạy tàu, phút			Số đôi tàu			Số đoàn tàu vận dụng	Tổng số đoàn tàu cần thiết
Cao điểm	Bình thường	Thấp điểm	Cao điểm	Bình thường	Thấp điểm		
...

Kết quả tính toán theo các phương án chế độ tải trọng được tổng hợp trong Bảng 10.

Bảng 10. Tổng hợp kết quả tính toán theo các phương án

TT	Các thông số	Các phương án tải	
		PA1, chế độ AW2	PA2, chế độ AW3
1	Tự trọng của đoàn tàu, tấn	...	...
2	Số lượng hành khách trên đoàn tàu, người/đoàn	...	...
3	Khối lượng của hành khách trên đoàn tàu (không kể bì), tấn/đoàn	...	...
4	Tổng khối lượng của đoàn tàu (cả bì), tấn/đoàn	...	...
5	Số đoàn tàu vận hành/h/hướng	...	...
	- Cao điểm	...	...
	- Bình thường	...	...
	- Thấp điểm	...	...
6	Số đoàn tàu vận hành trong các khung giờ	...	...



TT	Các thông số	Các phương án tải	
		PA1, chế độ AW2	PA2, chế độ AW3
	- Cao điểm (chẳng hạn 4 giờ)	...	...
	- Bình thường (chẳng hạn 9 giờ)	...	...
	- Thấp điểm (chẳng hạn 4 giờ)	...	...
7	Tổng số đôi tàu vận hành trên tuyến/ngày đêm	...	...
8	Thời gian giãn cách (tần suất) của đoàn tàu, phút	...	...
	- Cao điểm	...	...
	- Bình thường	...	...
	- Thấp điểm	...	...

2.2.4. Cơ sở xác định thời gian chạy của đoàn tàu metro bằng phương pháp lý thuyết

2.2.4.1. Cơ sở xác định thời gian chạy trên khu gian

a. Nguyên tắc tính toán

Việc tính toán thời gian chạy của đoàn tàu metro trên các khu gian cần căn cứ vào đường đặc tính sức kéo của động cơ điện kéo của các toa động lực và trắc dọc của tuyến. Trong khi thông số về đặc tính sức kéo vẫn chưa được nhà chế tạo cung cấp một cách chính thức, do đó có thể tiến hành tính toán bằng phương pháp lý thuyết.

b. Các thông số tính toán

Các thông số tính toán được lấy theo hồ sơ kỹ thuật của đoàn tàu cụ thể của tuyến, cụ thể như sau:

- Gia tốc khi khởi động của đoàn tàu: $a_1 = \dots$ m/s²
- Gia tốc khi hãm thường của đoàn tàu: $a_2 = \dots$ m/s²
- Gia tốc khi hãm khẩn cấp: $a_3 = \dots$ m/s²
- Tốc độ vận hành tối đa trên tuyến: ... km/h (...m/s)

- Thời gian đoàn tàu dừng ở các ga bao gồm: thời gian mở cửa, thời gian hành khách lên xuống và thời gian đóng cửa (chẳng hạn là 30 giây);

- Thời gian quay đầu ở ga đầu, chẳng hạn $t_{qd1} = 115$ s (1,92 phút) và ga cuối chẳng hạn là $t_{qd2} = 120$ s (2,0 phút);

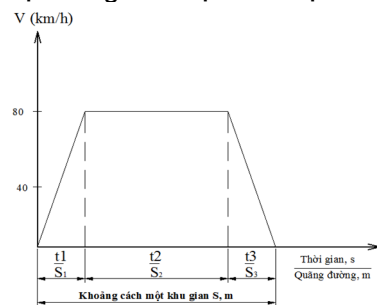
- Thời gian chạy tàu hằng ngày, thông thường là từ 5 h đến 23 h, trong đó có thể có 4 giờ cao điểm, 9 giờ bình thường và 5 giờ thấp điểm (được lấy theo số liệu của Bảng 7).

c. Các giả thiết khi tính toán

- Sau khi khởi động, đoàn tàu sẽ chuyển động trong khu gian với tốc độ đều, không đổi, tương ứng với tốc độ tối đa đã cho;

- Khi dừng ở các ga thời gian giảm tốc được tính theo gia tốc khi hãm thường.

Sơ đồ tính toán thời gian chạy của đoàn tàu metro trên một khu gian được thể hiện trên Hình 4.



Hình 4. Sơ đồ tính toán thời gian chạy của đoàn tàu metro trên một khu gian

Công thức tổng quát [2]:

$$V_c = V_d + at, \text{ m/s} \tag{18}$$

$$V_c - V_d = 2aS \text{ m/s} \tag{19}$$

$$S = \frac{V_c^2 - V_d^2}{2a}, \text{ m} \tag{20}$$

trong đó: V_c - vận tốc tại thời điểm cuối, m/s; V_d - vận tốc tại thời điểm đầu, m/s; S - quãng đường đi được từ thời điểm đầu đến thời điểm cuối, m; a - gia tốc, m/s².

Từ các công thức tổng quát nêu trên, áp dụng cụ thể cho sơ đồ trên hình 1, ta có

- Thời gian gia tốc (khởi động) ở ga

$$t_1 = \frac{V_2 - V_1}{a_1}, \text{ s} \tag{21}$$

- Quãng đường gia tốc (0- V_{max} km/h)

$$S_1 = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2a_1}, \text{ m} \tag{22}$$

- Thời gian giảm tốc (hãm) ở ga



$$t_3 = \frac{V_3 - V_2}{-a_2}, \text{ s} \quad (23)$$

- Quãng đường giảm tốc (hãm)

$$S_3 = \frac{V_3^2 - V_2^2}{2(-a_2)}, \text{ m} \quad (24)$$

- Quãng đường chạy ở vận tốc không đổi V_2

$$S_2 = S - S_1 - S_3, \text{ m} \quad (25)$$

- Thời gian chạy ở vận tốc không đổi V_2

$$t_2 = \frac{S_2}{V_2}, \text{ s} \quad (26)$$

trong đó: V_1 - tốc độ ban đầu khi khởi động ($V_1 = 0 \text{ km/h} = 0 \text{ m/s}$); V_2 - tốc độ lớn nhất không đổi ($V_2 = \dots \text{ km/h} = \dots \text{ m/s}$); V_3 - tốc độ cuối khi hãm dừng tàu ($V_3 = 0 \text{ km/h} = 0 \text{ m/s}$); a_1 - gia tốc khi khởi động, $a_1 = \dots \text{ m/s}^2$; a_2 - gia tốc khi hãm thường, $a_2 = - \dots \text{ m/s}^2$.

Kết quả tính toán thời gian chạy trên các khu gian được tổng hợp vào biểu mẫu trong Bảng 11.

Bảng 11. Tổng hợp kết quả tính toán thời gian chạy tàu trên các khu gian theo các Phương án tốc độ khác nhau

TT	Khu gian	Cự ly, m	Quãng đường chạy, m				Thời gian chạy trong khu gian $t_{ch}, \text{ s}$				Thời gian dừng tại các ga $t_d, \text{ s}$
			S_1	S_2	S_3	$S_1 + S_3$	t_1	t_2	t_3	$t_{ch,kg}$	
1	A - B	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2	B - C	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...
	Ga cuối										...
	Tổng	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

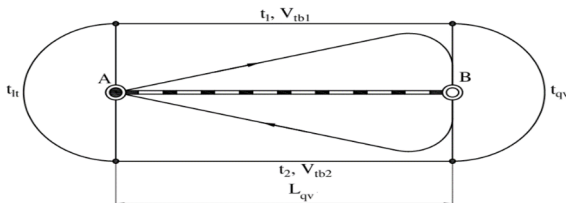
2.2.4.2. Cơ sở tính toán thời gian chạy của đoàn tàu trên toàn tuyến

a. Đường quay vòng đoàn tàu metro

Đường quay vòng đoàn tàu metro là đường vận hành của đoàn tàu từ ga đầu (ga gốc) đoạn đến ga cuối (ga quay đầu) rồi tiếp tục chạy từ ga quay đầu trở về ga gốc.

Chiều dài đường quay vòng đoàn tàu chính là chiều dài giữa hai ga đầu và ga cuối.

Đường quay vòng đoàn tàu thường được biểu diễn như sơ đồ Hình 5 [1,2].



Hình 5. Sơ đồ đường quay vòng đoàn tàu metro
A - ga đầu (ga gốc, ga lập tàu); B - ga cuối (ga quay đầu)

$L_{qv} = L_{tuyen}$ - chiều dài đường quay vòng hay chiều dài tuyến

T_{qv} - thời gian quay vòng đoàn tàu metro

b. Thời gian quay vòng đoàn tàu metro

Theo sơ đồ trên hình 2, thời gian quay vòng đoàn tàu metro là thời gian kể từ khi đoàn tàu xuất phát ở ga đầu (ga gốc) cho tới khi khởi hành lần tiếp theo cũng ở ga đó.

$$T_{qv} = t_1 + t_2 + t_{lt} + t_{qv}, \text{ giờ} \quad (27)$$

trong đó:

- t_1 - thời gian đoàn tàu chạy từ ga gốc tới ga quay vòng, giờ;
- t_2 - thời gian đoàn tàu chạy từ ga quay vòng tới ga gốc, giờ;
- t_{lt} - thời gian dừng đoàn tàu ở ga gốc tàu (có thể gọi là ga lập tàu), giờ;
- t_{qv} - thời gian dừng đoàn tàu ở ga quay vòng, giờ.

Thời gian t_{lt} , t_{qv} xác định theo định mức thời gian dừng tàu ở ga gốc và ga quay vòng.

Thời gian t_1 , t_2 được xác định như sau

$$t_1 = \frac{L_{qv}}{V_{tb1}}, \text{ giờ} \quad (28)$$

$$t_2 = \frac{L_{qv}}{V_{tb2}}, \text{ giờ} \quad (29)$$

trong đó: L_{qv} - chiều dài đường quay vòng đoàn tàu (khoảng cách từ ga gốc đến ga quay vòng), km; V_{tb1} - tốc độ (lữ hành) trung bình ở chiều đi (chiều về), km/h; V_{tb2} - tốc độ (lữ hành) trung bình ở chiều về (chiều chẵn), km/h.

Từ các công thức trên có thể viết [1,2]

$$T_{qv,k} = \frac{1}{24} \left(\frac{L_{qv}}{V_{tb1}} + t_{lt} + \frac{L_{qv}}{V_{tb2}} + t_{qv} \right), \text{ ngày đêm} \quad (30)$$

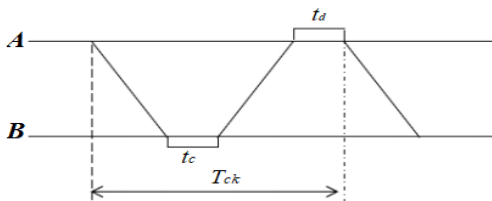
hay

$$T_{qv,k} = \frac{1}{24} \left(\frac{2L_{qv}}{V_{tb}} + t_{lt} + t_{qv} \right), \text{ ngày đêm} \quad (31)$$

với $V_{tb} = \left(\frac{L_{qv}}{t_1} + \frac{L_{qv}}{t_2} \right) / 2$, km/h

là tốc độ (lữ hành) trung bình cả ở chiều đi và chiều về trên đường quay vòng.

Ngoài ra, thời gian quay vòng hay chu kỳ quay vòng đoàn tàu còn có thể được xác định theo sơ đồ trên Hình 6 [2].



Hình 6. Sơ đồ chu kỳ quay vòng đoàn tàu A- ga đầu (ga gốc, ga lập tàu); B- ga cuối (ga quay đầu)

Thời gian quay vòng hay chu kỳ quay vòng đoàn tàu

$$T_{tp} = T_{ck} = T_{ch1} + T_{ch2} + T_{dga} + T_{qv}, \text{ phút} \quad (32)$$

trong đó: t_d - thời gian quay vòng (quay đầu) của đoàn tàu ở ga đầu, phút; t_c - thời gian quay vòng (quay đầu) của đoàn tàu ở ga cuối, phút; T_{ch1} - tổng thời gian chạy thuần túy trên các khu gian theo chiều đi, phút; T_{ch2} - tổng thời gian chạy thuần túy trên các khu gian theo chiều về, phút; T_{dga} - tổng thời gian dừng ở các ga kể cả chiều đi và chiều về, phút; T_{qv} - tổng thời gian quay đầu (quay vòng) ở ga đầu và ga cuối cùng, phút.

2.3. Cơ sở xác định các chỉ tiêu vận dụng đoàn tàu metro

2.3.1. Các chỉ tiêu tốc độ của đoàn tàu

Tốc độ đoàn là chỉ tiêu quan trọng của công tác vận tải đường sắt nói chung và đường sắt đô thị nói riêng. Tốc độ chạy tàu có liên quan tới cơ sở hạ tầng như tuyến đường sắt, hệ thống cung cấp điện, cầu, hầm, thông tin, tín hiệu và kiểu loại, chất lượng phương tiện, trình độ kỹ thuật của nhân viên, công nhân lái tàu và công tác tổ chức chạy tàu, điều hành vận tải.

Hiện nay, thường sử dụng một số loại tốc độ sau đây [1],[2].

a. Tốc độ chạy thuần túy

Là tốc độ trung bình của đoàn tàu trên khu gian không kể đến thời gian tăng, giảm tốc của đoàn tàu.

$$V_{cht} = \frac{L_{kg} \times 60}{t_{cht.kg}}, \text{ km/h} \quad (33)$$

trong đó: L_{kg} - chiều dài khu gian, km; t_{cht} - thời gian chạy thuần túy của đoàn tàu trên khu gian, không kể thời gian tăng và giảm tốc của đầu máy, phút.

b. Tốc độ kỹ thuật

b1. Tốc độ kỹ thuật trên khu gian

Là tốc độ trung bình của đoàn tàu trên khu gian có kể đến thời gian tăng, giảm tốc của đoàn tàu.

$$V_{kt} = \frac{L_{kg} \times 60}{t_{cht.kg} + t_{tg}} = \frac{L_{kg} \times 60}{t_{ch.kg}}, \text{ km/h} \quad (34)$$

trong đó: t_{tg} - thời gian tăng, giảm tốc của đoàn tàu, phút; $t_{ch.kg}$ - thời gian chạy trên khu gian, phút.

**b2. Tốc độ kỹ thuật trên tuyến**

Là tốc độ trung bình của đoàn tàu trên tuyến có tính đến thời gian tăng, giảm tốc và thời gian chạy thuần túy của đoàn tàu trên các khu gian.

Công thức tổng quát

$$V_{kt} = \frac{L_{tuyen} \times 60}{\sum t_{ch,kg}}, \text{ km/h} \quad (35)$$

trong đó: L_{tuyen} - chiều dài tuyến, kể từ ga đầu đến ga cuối, km; $\sum t_{ch,kg}$ - tổng thời gian chạy trên các khu gian của tuyến, phút.

c. Tốc độ thương mại trên tuyến

Là tốc độ trung bình của đoàn tàu trên tuyến có tính đến thời gian tăng, giảm tốc, thời gian chạy thuần túy của đoàn tàu trên các khu gian và thời gian dừng ở các ga trung gian, tức là kể từ khi đoàn tàu xuất phát từ ga gốc đến khi dừng ở ga quay đầu và ngược lại.

Công thức tổng quát

$$V_{tm} = \frac{L_{tuyen} \times 60}{\sum T_{ch}^{di}} = \frac{L_{tuyen} \times 60}{\sum T_{ch}^{ve}} = \frac{2 \times L_{tuyen} \times 60}{\sum T_{ch}^{di} + \sum T_{ch}^{ve}}, \text{ km/h} \quad (36)$$

trong đó: $\sum T_{ch}^{di}$, $\sum T_{ch}^{ve}$ tổng thời gian chạy của đoàn tàu trên tuyến ở chiều đi và chiều về, thông thường $\sum T_{ch}^{di} = \sum T_{ch}^{ve}$, phút.

d. Tốc độ lữ hành trên tuyến

Là tốc độ trung bình của đoàn tàu trên tuyến có tính đến thời gian tăng, giảm tốc, thời gian chạy thuần túy của đoàn tàu trên các khu gian, thời gian dừng ở các ga và thời gian quay đầu ở các ga cuối cùng.

Công thức tổng quát

$$V_{lu} = \frac{2 \times L_{tuyen} \times 60}{T_{tp}}, \text{ km/h} \quad (37)$$

trong đó: T_{tp} - thời gian quay vòng toàn phần trên toàn tuyến, phút.

Trong các loại tốc độ trên người ta thường quan tâm đến tốc độ kỹ thuật và tốc độ lữ hành.

2.3.2. Quãng đường chạy ngày đêm của đoàn tàu

2.3.2.1. Tổng quãng đường chạy ngày đêm của các đoàn tàu, $\sum S_{ng}$

Công thức tổng quát [1],[2].

$$\sum S_{ng} = 2 \times L_{tuyen} \times N_{vh}^{ng}, \text{ km} \quad (38)$$

2.3.2.2. Quãng đường chạy trung bình ngày đêm của một đoàn tàu, S_{ng}

$$S_{ng} = \frac{\sum S_{ng}}{N_{vd}} = \frac{2 \times L_{tuyen} \times N_{vh}^{ng}}{N_{vd}}, \text{ km/đoàn tàu} \quad (39)$$

trong đó: N_{vh}^{ng} - số đôi tàu vận hành trên tuyến trong một ngày đêm; N_{vd} - số đoàn tàu vận dụng của tuyến.

2.3.3. Khối lượng luân chuyển của đoàn tàu (sản lượng) [1],[2].

2.3.3.1. Tính theo hành khách-km, $M_{hk.km}^{ng}$

a. Tổng khối lượng luân chuyển trong một ngày đêm của các đoàn tàu, $\sum M_{hk.km}^{ng}$

$$\sum M_{hk.km}^{ng} = 2 \times L_{tuyen} \times N_{vh}^{ng} \times Q_{hk}, \text{ hk.km} \quad (40)$$

b. Khối lượng luân chuyển trung bình trong một ngày đêm (sản lượng) của một đoàn tàu, $M_{hk.km}^{ng}$

Công thức tổng quát

$$M_{hk.km}^{ng} = \frac{\sum M_{hk.km}^{ng}}{N_{vd}} = \frac{2 \times L_{tuyen} \times N_{vh}^{ng} \times Q_{hk}}{N_{vd}}, \text{ hk.km/đoàn tàu} \quad (41)$$

trong đó: N_{vh}^{ng} - số đôi tàu vận hành trên tuyến trong một ngày đêm; Q_{hk} - số lượng hành khách trên đoàn tàu ở chế độ tính toán đã cho (chẳng hạn AW2 hoặc AW3); N_{vd} - số đoàn tàu vận dụng của tuyến.

2.3.3.2. Tính theo hành tấn-km không kể bì, $M_{t.km.kb}^{ng}$

a. Tổng khối lượng luân chuyển trong một ngày đêm của các đoàn tàu, $\sum M_{t.km.kb}^{ng}$

$$\sum M_{t.km,kb}^{ng} = 2 \times L_{tuyen} \times N_{vh}^{ng} \times Q_{hk,kb}, \text{ hk.km không kể bì} \quad (42)$$

b. Khối lượng luân chuyển trung bình trong một ngày đêm (sản lượng) của một đoàn tàu

$$M_{t.km,kb}^{ng} = \frac{\sum M_{t.km,kb}^{ng}}{N_{vd}} = \frac{2 \times L_{tuyen} \times N_{vh}^{ng} \times Q_{hk,kb}}{N_{vd}},$$

t.km không kể bì/đoàn (43)

trong đó: N_{vh}^{ng} - số đôi tàu vận hành trên tuyến trong một ngày đêm; $Q_{hk,kb}$ - khối lượng hành khách không kể bì của đoàn tàu ở chế độ tính toán đã cho, tấn; N_{vd} - số đoàn tàu vận dụng của tuyến.

2.3.3.3 Tính theo hành tấn-km cả bì, $M_{t.km,cb}^{ng}$

a. Tổng khối lượng luân chuyển trong một ngày đêm của các đoàn tàu, $\sum M_{t.km,cb}^{ng}$

$$\sum M_{t.km,cb}^{ng} = 2 \times L_{tuyen} \times N_{vh}^{ng} \times Q_{hk,cb},$$

hk.km không kể bì (44)

b. Khối lượng luân chuyển trung bình trong một ngày đêm (sản lượng) của một đoàn tàu

$$M_{t.km,cb}^{ng} = \frac{\sum M_{t.km,cb}^{ng}}{N_{vd}} = \frac{2 \times L_{tuyen} \times N_{vh}^{ng} \times Q_{hk,cb}}{N_{vd}},$$

t.km cả bì/đoàn (45)

trong đó: N_{vh}^{ng} - số đôi tàu vận hành trên tuyến trong một ngày đêm; $Q_{hk,cb}$ - khối lượng hành khách trên đoàn tàu kể cả bì (tự trọng của đoàn tàu) ở chế độ tính toán đã cho (chẳng hạn AW2 hoặc AW3); N_{vd} - số đoàn tàu vận dụng của tuyến.

Ngoài các chỉ tiêu cơ bản nêu trên, còn có thể xác định các chỉ tiêu sau đây:

2.3.4. Khối lượng trung bình của đoàn tàu

a. Tính theo số lượng hành khách trên đoàn tàu hk/đoàn tàu;

b. Tính theo khối lượng đoàn tàu không kể bì, tấn/đoàn tàu không kể bì;

c. Tính theo khối lượng đoàn tàu kể cả bì, tấn/đoàn tàu cả bì.

Kết quả tính toán các chỉ tiêu vận dụng đoàn tàu metro trên tuyến theo các phương án được thống kê vào mẫu biểu Bảng 12.

Bảng 12. Kết quả tính toán các chỉ tiêu vận dụng đoàn tàu metro trên tuyến theo các phương án

TT	Các chỉ tiêu	Các phương án chế độ tải trọng			
		PA1 (AW2) hoặc EL6.6		PA2 (AW3) hoặc EL8	
		Phương án tốc độ		Phương án tốc độ	
		PA1 $V_{max} = \dots$ km/h	PA2 $V_{max} = \dots$ km/h	PA1 $V_{max} = \dots$ km/h	PA2 $V_{max} = \dots$ km/h
1	Tổng thời gian chạy trên các khu gian trên một hướng $\sum t_{ch,kg}^{di} = \sum t_{ch,kg}^{ve}$, phút	...	...	...	...
2	Tổng thời gian dừng ở các ga trên một hướng $\sum t_{d,ga}^{di} = \sum t_{d,ga}^{ve}$, phút	...	...	...	...
3	Tổng thời gian chạy trên tuyến theo một hướng $\sum T_{ch}^{di} = \sum T_{ch}^{ve}$, phút	...	...	...	...
4	Thời gian quay vòng toàn phần hay chu kỳ quay vòng đoàn tàu $T_{qv} = T_{ck}$, phút	...	...	...	...
5	Tốc độ				
	- Kỹ thuật, V_{kt} , km/h	...	...	...	...



TT	Các chỉ tiêu	Các phương án chế độ tải trọng			
		PA1 (AW2) hoặc EL6.6		PA2 (AW3) hoặc EL8	
		Phương án tốc độ		Phương án tốc độ	
		PA1 $V_{\max} = \dots$ km/h	PA2 $V_{\max} = \dots$ km/h	PA1 $V_{\max} = \dots$ km/h	PA2 $V_{\max} = \dots$ km/h
	- Thương mại, V_{tm} , km/h	...	...	...	...
	- Lữ hành, V_{lu} , km/h	...	...	...	...
6	Quãng đường chạy trung bình ngày đêm, S_{ng} , km/đoàn tàu	...		...
7	Sản lượng trung bình ngày đêm				
	- Tính theo hk.km, $M_{hk.km}^{ng}$	...		...
	- Tính theo t.km không kể bì, $M_{t.km.kb}^{ng}$	...		...
	- Tính theo t.km cả bì, $M_{t.km.cb}^{ng}$	...		...

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tính toán xác định các chỉ tiêu khai thác của đoàn tàu metro tuyến Cát Linh - Hà Đông

3.1.1. Các thông số tính toán

3.1.1.1. Lưu lượng hành khách dự báo trong một giờ trên một hướng

Lưu lượng hành khách dự báo trong một giờ trên một hướng cho trong Bảng 13.

Bảng 13. Bảng dự báo nhu cầu giao thông tuyến metro Cát Linh- Hà Đông năm 2020

Năm	Giờ cao điểm (người/ giờ/ hướng)	Giờ bình thường (người/ giờ/ hướng)	Giờ thấp điểm (người/ giờ/ hướng)
2020	$\Gamma_{hk}^{cd} = 13.400$	$\Gamma_{hk}^{bt} = 11.440$	$\Gamma_{hk}^{td} = 7.300$

3.1.1.2. Thời gian hoạt động của đoàn tàu trên tuyến

Thời gian chạy tàu hằng ngày là 18 giờ (từ 5 h đến 23 h), trong đó có các giờ cao điểm, bình thường và thấp điểm (Bảng 14) [2].

Bảng 14. Thời gian hoạt động của đoàn tàu tuyến metro Cát Linh- Hà Đông

Thông số	Giờ cao điểm	Giờ bình thường	Giờ thấp điểm
Số giờ	$t_{cd} = 4$ giờ	$t_{bt} = 9$ giờ	$t_{td} = 5$ giờ
Khung giờ	7 h - 9 h và 16 h - 18 h	9 h - 16 h và 18 h - 20 h	5 h - 7 h và 20h - 23 h

3.1.1.3. Xác định số lượng đoàn tàu vận dụng trên tuyến Cát Linh - Hà Đông

Như đã biết, tuyến Cát Linh - Hà Đông có 13 đoàn tàu với cấu hình là Tc + M + M + Tc. Như vậy có tổng số 52 toa xe trong đó có 26 toa xe Tc và 26 toa xe M.

Tổng số đoàn tàu cần thiết có xét tới các đoàn tàu dự phòng và đoàn tàu bảo trì được xác định theo công thức (1). Kết quả tính toán cho trong Bảng 15.



Bảng 14. Số lượng đoàn tàu và số lượng toa xe trên tuyến Cát Linh - Hà Đông

Đoàn tàu	Công thức lập tàu	Số toa xe cần thiết		
		Loại toa xe		Tổng cộng
		Tc	M	
Tổng số đoàn tàu $N = 13$	Tc - M - M - Tc	26	26	52
Số đoàn tàu vận dụng, $N_{vd} = 10$	Tc - M - M - Tc	20	20	40

3.1.1.4. Lựa chọn chế độ tải trọng để tính toán

Ở đây tiến hành lựa chọn hai chế độ tải trọng để tính toán như sau:

Phương án 1: AW2 = AW1+ Hành khách đứng với mật độ 6 ng/m² (định mức, toàn tải).

Phương án 2: AW3 = AW1+ Hành khách đứng với mật độ 9 ng/m² (vượt mức, quá tải).

Theo Hồ sơ kỹ thuật của đoàn tàu metro tuyến Cát Linh – Hà Đông, xác định được một số thông số đầu vào của các phương án, được cho trong Bảng 16.

Bảng 16. Một số thông số đầu vào của các phương án tính toán

TT	Các thông số	Trị số	
		PA1, chế độ AW2	PA2, chế độ AW3
1	Tự trọng của đoàn tàu, tấn	133,00	133,00
2	Số lượng hành khách trên đoàn tàu, người/đoàn	960	1.358
3	Khối lượng của hành khách trên đoàn tàu (không kể bì), tấn/đoàn	57,60	81.48
4	Tổng khối lượng của đoàn tàu (cả bì), tấn/đoàn	190,60	214,48

3.2. Tính toán xác định số lượng đoàn tàu vận hành và tần suất chạy tàu

3.2.1. Tính cho Phương án 1, chế độ tải trọng AW2

Kết quả tính toán số lượng đoàn tàu và tần suất chạy tàu trên tuyến Cát Linh - Hà Đông thể hiện trong các Bảng 17 - 18.

Bảng 17. Tần suất chạy tàu theo các giờ trên tuyến Cát Linh - Hà Đông theo Phương án 1, chế độ tải trọng AW2

TT	Khung giờ	Công thức tính	Kết quả tính
1	Cao điểm	$t_{gc}^{cd} = \frac{60}{N_{vh}^{cd}}$, phút; $N_{vh}^{cd} = 14$ đoàn tàu	$t_{gc}^{cd} = 4,3$ phút
2	Bình thường	$t_{gc}^{bt} = \frac{60}{N_{vh}^{bt}}$, phút; $N_{vh}^{bt} = 12$ đoàn tàu	$t_{gc}^{bt} = 5,0$ phút
3	Thấp điểm	$t_{gc}^{td} = \frac{60}{N_{vh}^{td}}$, phút; $N_{vh}^{td} = 8$ đoàn tàu	$t_{gc}^{td} = 7,5$ phút

**Bảng 18. Tổng hợp tần suất chạy tàu trên tuyến Cát Linh - Hà Đông theo Phương án 1, chế độ tải trọng AW2**

Gián cách chạy tàu, phút			Số đôi tàu			Số đoàn tàu vận dụng	Tổng số đoàn tàu hiện có
Cao điểm	Bình thường	Thấp điểm	Cao điểm	Bình thường	Thấp điểm		
4,3	5,0	7,5	14	12	8	10	13

3.2.2. Tính cho Phương án 2, chế độ tải trọng AW3

Kết quả tính toán số lượng đoàn tàu và tần suất chạy tàu trên tuyến Cát Linh - Hà Đông thể hiện trong Bảng 19.

Bảng 19. Tổng hợp tần suất chạy tàu trên tuyến Cát Linh - Hà Đông theo Phương án 2, chế độ tải trọng AW3

Gián cách chạy tàu, phút			Số đôi tàu			Số đoàn tàu vận dụng	Tổng số đoàn tàu cần thiết
Cao điểm	Bình thường	Thấp điểm	Cao điểm	Bình thường	Thấp điểm		
6,0	6,7	10	10	9	6	10	13

Kết quả tính toán theo hai phương án được tổng hợp trong Bảng 20.

Bảng 20. Tổng hợp kết quả tính toán theo hai phương án

TT	Các thông số	Các phương án tải	
		PA1, chế độ AW2	PA2, chế độ AW3
1	Tự trọng của đoàn tàu, tấn	133,00	133,00
2	Số lượng hành khách trên đoàn tàu, người/đoàn	960	1.358
3	Khối lượng của hành khách trên đoàn tàu (không kể bì), tấn/đoàn	57,60	81,48
4	Tổng khối lượng của đoàn tàu (cả bì), tấn/đoàn	190,60	214,48
5	Số đoàn tàu vận hành/h/hướng		
	- Cao điểm	14	10
	- Bình thường	12	9
	- Thấp điểm	8	6
6	Số đoàn tàu vận hành trong các khung giờ		
	- Cao điểm (4 giờ)	56	40
	- Bình thường (9 giờ)	108	81
	- Thấp điểm (4 giờ)	40	30
7	Tổng số đôi tàu vận hành trên tuyến/ngày đêm	204	151
8	Thời gian giãn cách (tần suất) của đoàn tàu, phút		
	- Cao điểm	4,3	6,0
	- Bình thường	5,0	6,67
	- Thấp điểm	7,5	10,0

3.3. Tính toán thời gian chạy của đoàn tàu metro bằng phương pháp lý thuyết

3.3.1. Các thông số tính toán

a. Nguyên tắc tính toán

Việc tính toán thời gian chạy của đoàn tàu metro trên các khu gian cần căn cứ vào đường đặc tính sức kéo của động cơ điện kéo của các toa động lực và trắc dọc của tuyến. Tuy nhiên, do các khu gian trên đường sắt đô thị có chiều dài rất ngắn nên người ta có tính toán bằng phương pháp lý thuyết.

b. Các thông số tính toán

- Gia tốc khi khởi động của đoàn tàu: $a_1 = 0,83 \text{ m/s}^2$
- Gia tốc khi hãm thường của đoàn tàu: $a_2 = -1,0 \text{ m/s}^2$
- Gia tốc khi hãm khẩn cấp: $a_3 = -1,2 \text{ m/s}^2$
- Tốc độ thiết kế tối đa trên tuyến: 90 km/h (25,0 m/s)
- Tốc độ vận hành tối đa trên tuyến: 80 km/h (22,222 m/s)
- Thời gian đoàn tàu dừng ở các ga bao gồm: thời gian mở cửa, thời gian hành khách lên xuống và thời gian đóng cửa cho trong bảng 23.

- Thời gian quay đầu ở ga đầu Cát Linh là $t_{qd1} = 115 \text{ s}$ (1,92 phút) và ga cuối Yên Nghĩa là $t_{qd2} = 120 \text{ s}$ (2,0 phút).

- Thời gian chạy tàu hằng ngày là từ 5 h đến 23 h, trong đó có 4 giờ cao điểm, 9 giờ bình thường và 5 giờ thấp điểm.

c. Các giả thiết khi tính toán

- Sau khi khởi động, đoàn tàu sẽ chuyển động trong khu gian với tốc độ đều, không đổi, tương ứng với tốc độ tối đa đã cho;

- Khi dừng ở các ga thời gian giảm tốc được tính theo gia tốc khi hãm.

- Lựa chọn phương án tốc độ: Ở đây sẽ tiến hành tính toán theo hai phương án: Phương án 1: tốc độ chạy tàu tối đa là 80 km/h (22,222 m/s) và Phương án 2: tốc độ chạy tàu tối đa là 75 km/h (20,833 m/s).

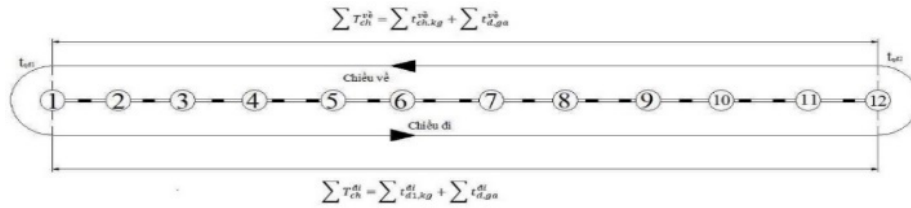
3.3.2. Tính toán với Phương án 1: tốc độ chạy tàu tối đa là 80 km/h (22,222 m/s)

Sơ đồ tính toán thời gian chạy của đoàn tàu metro trên một khu gian được thể hiện trên hình 1. Kết quả tính toán thời gian chạy tàu trên các khu gian theo PA1, tốc độ tối đa 80 km/h được cho trong Bảng 21.

Bảng 21. Kết quả tính toán thời gian chạy tàu trên các khu gian theo PA1, tốc độ tối đa 80 km/h

TT	Khu gian	Cự ly, m	Quãng đường chạy, m				Thời gian chạy trong khu gian $t_{ch}, \text{ s}$				* $t_d, \text{ s}$
			S_1	S_2	S_3	S_1+S_3	t_1	t_2	t_3	$t_{ch,kg}$	
1	Cát Linh - La Thành	931	297,480	386,611	246,909	544,389	26,77	17,397	22,22	66,390	35
2	La Thành - Thái Hà	902,5	297,480	358,111	246,909	544,389	26,77	16,115	22,22	65,107	60
3	Thái Hà - Láng	1075	297,480	530,611	246,909	544,389	26,77	23,877	22,22	72,870	30
4	Láng - Thượng Đình	1249	297,480	704,611	246,909	544,389	26,77	31,707	22,22	80,700	30
5	Thượng Đình - Vành đai 3	1009	297,480	464,611	246,909	544,389	26,77	20,907	22,22	69,900	30
6	Vành đai 3 - Phùng Khoang	1480	297,480	935,611	246,909	544,389	26,77	42,102	22,22	91,095	30
7	Phùng Khoang - Văn Quán	1122	297,480	577,611	246,909	544,389	26,77	25,992	22,22	74,985	25
8	Văn Quán - Hà Đông	1323	297,480	778,611	246,909	544,389	26,77	35,037	22,22	84,030	25
9	Hà Đông - La Khê	1110	297,480	565,611	246,909	544,389	26,77	25,452	22,22	74,445	25
12	La Khê - Văn Khê	1428	297,480	883,611	246,909	544,389	26,77	39,762	22,22	88,755	25
11	Văn Khê - Yên Nghĩa	1032	297,480	487,611	246,909	544,389	26,77	21,942	22,22	70,935	25
	Ga Yên Nghĩa										40
		12661	3272,28	6673,22	2715,99	5988,27	294,47	300,29	244,44	839,21	380

Ghi chú: * - Thời gian dừng tại các ga



Hình 7. Chu kỳ quay vòng đoàn tàu tuyến Cát Linh - Hà Đông

- 1 - Ga Cát Linh; 2 - Ga La Thành; 3 - Ga Thái Hà; 4 - Ga Láng; 5 - Ga Thượng Đình;
- 6 - Ga Vành Đai 3; 7 - Ga Phùng Khoang; 8 - Ga Văn Quán; 9 - Ga Hà Đông;
- 10 - Ga La Khê; 11 - Ga Văn Khê; 12 - Ga Yên Nghĩa

Thời gian quay vòng toàn phần:

$$T_{qv} = T_{ck} = \sum T_{ch}^{di} + \sum T_{ch}^{ve} + t_{qd1} + t_{qd2}, \text{ phút}$$

$$T_{qv} = T_{ck} = 20,32 + 20,32 + 1,92 + 2,0 = 44,56 \text{ phút}$$

3.3.3. Tính toán với Phương án 2: tốc độ chạy tàu tối đa là 75 km/h ((20,833 m/s).

Quá trình tính toán tương tự như Phương án 1. Kết quả tính toán thời gian chạy của đoàn tàu cho các phương án tốc độ được thể hiện trong bảng 21.

Bảng 22. Tổng hợp kết quả tính toán thời gian chạy của đoàn tàu cho các phương án tốc độ

TT	Thời gian chạy	Công thức tính	Kết quả tính, phút	
			PA1 V _{max} = 80 km/h	PA2 V _{max} = 75 km/h
1	Tổng thời gian chạy trên các khu gian			
1.1	Cát Linh - Yên Nghĩa (chiều đi hay chiều xuôi)	$\sum t_{ch,kg}^{di} = \sum_{i=1}^{11} t_{ch,kg,i}^{di}$	13,987	14,340
1.2	Yên Nghĩa- Cát Linh (chiều về hay chiều ngược)	$\sum t_{ch,kg}^{ve} = \sum_{i=1}^{11} t_{ch,kg,i}^{ve}$	13,987	14,340
2	Tổng thời gian dừng ở các ga			
2.1	Cát Linh - Yên Nghĩa (chiều đi hay chiều xuôi)	$\sum t_{d,ga}^{ve} = \sum_{i=1}^{12} t_{d,ga,i}^{ve}$	6,333	6,333
2.2	Yên Nghĩa- Cát Linh (chiều về hay chiều ngược)	$\sum t_{d,ga}^{di} = \sum_{i=1}^{12} t_{d,ga,i}^{di}$	6,333	6,333
3	Tổng thời gian chạy trên tuyến			
3.1	Cát Linh - Yên Nghĩa (chiều đi hay chiều xuôi)	$\sum T_{ch}^{di} = \sum t_{ch,kg}^{di} + \sum t_{d,ga}^{di}$	20,32	20,673
3.2	Yên Nghĩa- Cát Linh (chiều về hay chiều ngược)	$\sum T_{ch}^{ve} = \sum t_{ch,kg}^{ve} + \sum t_{d,ga}^{ve}$	20,32	20,673
4	Thời gian quay vòng hay chu kỳ quay vòng đoàn tàu	$T_{tp} = T_{ck} =$ $= \sum T_{ch}^{di} + \sum T_{ch}^{ve} + t_{qd1} + t_{qd2}$	44,56	45,266

3.4. Tính toán xác định các chỉ tiêu vận dụng của đoàn tàu

Các chỉ tiêu vận dụng của đoàn tàu được xác định theo các biểu thức (33) – (45).

Kết quả tổng hợp tính toán các chỉ tiêu vận dụng đoàn tàu metro tuyến Cát Linh - Hà Đông theo các phương án được cho trong Bảng 23.

Bảng 23. Kết quả tính toán các chỉ tiêu vận dụng đoàn tàu metro tuyến Cát Linh - Hà Đông theo các phương án

TT	Các chỉ tiêu	Các phương án chế độ tải trọng			
		PA1 (AW2)		PA2 (AW3)	
		Phương án tốc độ		Phương án tốc độ	
		PA1 $V_{max} = 80$ km/h	PA2 $V_{max} = 75$ km/h	PA1 $V_{max} = 80$ km/h	PA2 $V_{max} = 75$ km/h
1	Tổng thời gian chạy trên các khu gian trên một hướng $\sum t_{ch,kg}^{di} = \sum t_{ch,kg}^{ve}$, phút	13,987	14,340	13,987	14,340
2	Tổng thời gian dừng ở các ga trên một hướng $\sum t_{d,ga}^{di} = \sum t_{d,ga}^{ve}$, phút	6,333	6,333	6,333	6,333
3	Tổng thời gian chạy trên tuyến theo một hướng $\sum T_{ch}^{di} = \sum T_{ch}^{ve}$, phút	20,32	20,673	20,32	20,673
4	Thời gian quay vòng hay chu kỳ quay vòng đoàn tàu $T_{tp} = T_{ck}$, phút	44,56	45,266	44,56	45,266
5	Tốc độ				
	- Kỹ thuật, V_{kt} , km/h	54,314	52,759	54,314	52,759
	- Thương mại, V_{tm} , km/h	37,380	36,478	37,380	36,478
	- Lữ hành, V_{lu} , km/h	34,100	33,566	34,100	33,566
6	Quãng đường chạy bình quân ngày đêm, S_{ng} , km/đoàn tàu	368,992		273,127	
7	Sản lượng bình quân ngày đêm				
	- Tính theo hk.km, $M_{hk.km}^{ng}$	354.232,594		370.905,981	
	- Tính theo t.km không kể bì, $M_{t.km.kb}^{ng}$	21.253,956		22.254,359	
	- Tính theo t.km cả bì, $M_{t.km.cb}^{ng}$	70.329,930		58.580,202	

4. KẾT LUẬN

➢ Đã tính toán được các chỉ tiêu khai thác của đoàn tàu metro trên tuyến Cát Linh - Hà Đông theo số liệu dự báo của Dự án ở thời kỳ bắt đầu khai thác, theo một số phương án tốc độ và chế độ tải trọng khác nhau. Trên thực tế trong gần 3 năm đây lưu lượng hành khách mới chỉ đạt khoảng 25% so với số liệu dự báo ban đầu. Đơn vị sử dụng cần thống kê lưu lượng hành khách thực tế qua các năm sau đó làm công tác dự báo cho những năm

tiếp theo, lấy đó làm số liệu đầu vào để tính toán các chỉ tiêu khai thác, từ đó có thể so sánh, đánh giá các chỉ tiêu này theo từng thời kỳ khác nhau.

➢ Cơ sở lý thuyết cũng như kết quả nghiên cứu là cơ sở tham khảo cho đơn vị quản lý và sử dụng phương tiện để xác định và đánh giá các chỉ tiêu khai thác trong quá trình quá trình sản xuất kinh doanh, đồng thời là tài liệu tham khảo hữu ích cho công tác giảng dạy và NCKH trong nhà trường liên quan tới lĩnh vực tàu điện metro



TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đỗ Đức Tuấn, Vũ Duy Lộc, Đỗ Việt Dũng (2013). *Nghiệp vụ đầu máy, toa xe*. NXB Giao thông vận tải. Hà Nội.
2. Đỗ Đức Tuấn (2019). *Bài giảng Chương trình Đại học - Nghiệp vụ đoàn tàu metro đường sắt đô thị*. Trường đại học Giao thông vận tải, Hà Nội.
3. Ủy ban nhân dân thành phố Hà Nội (2017). *Báo cáo số 161/BC-UBND, ngày 20/6/2017 về Tình hình triển khai thực hiện các dự án Đường sắt đô thị Hà Nội, đề xuất phương án đầu tư, các giải pháp, cơ chế thực hiện*.
4. Ủy ban Nhân dân Thành phố Hồ Chí Minh, Quản lý Đường sắt đô thị - HITACHI (2018). *Hồ sơ Dự án đường sắt đô thị tuyến Bến Thành - Suối Tiên*. Ủy ban Nhân dân Thành phố Hồ Chí Minh. Tp. Hồ Chí Minh.
5. Công ty TNHH Thiết bị đoàn tàu đường sắt Bắc Kinh (2016). *Hồ sơ quy cách đoàn tàu đường sắt đô thị tuyến Cát Linh - Hà Đông*.
6. Ủy ban Nhân dân Thành phố Hà Nội, Ban Quản lý Đường sắt đô thị Hà Nội (MRB) (2018). *Hồ sơ kỹ thuật Dự án đường sắt đô thị tuyến Nhổn - Ga Hà Nội*.
7. Ủy ban Nhân dân Thành phố Hồ Chí Minh, Quản lý Đường sắt đô thị - HITACHI (2018). (*Quyển 1: Thông số kỹ thuật, Quyển 2: Thuyết minh Thiết kế kỹ thuật, Quyển 3: Bản vẽ*).

LỜI CẢM ƠN

Nội dung bài báo được hỗ trợ kinh phí từ đề tài nghiên cứu cấp Trường của Trường Đại học Giao thông vận tải, mã số T2024-CK-013.

DETERMINATION OF SOME OPERATION CRITERIA OF METRO TRAINS ON THE CAT LINH - HA DONG URBAN RAILWAY LINE

Toan Duc Nguyen, Tuan Duc Do*

University of Transport and Communication (UTC), 3D Cau Giay, Ha Noi, Vietnam

ARTICLE INFOR

TYPE: Research Article

Received: 24/5/2024

Revised: 17/7/2024

Accepted: 28/7/2024

* Corresponding author:

Email: ddtuan@utc.edu.vn

ABSTRACT

Currently, in Vietnam, only three urban railway lines are being built, of which two lines in Hanoi: Cat Linh - Ha Dong (line 2A), Nhon - Hanoi Station (line 3) and a line in Ho Chi Minh City: Ben Thanh - Suoi Tien (line 1). The Cat Linh - Ha Dong line has been put into operation since November 2021, the Nhon - Hanoi Railway Station (Nhon - Cau Giay elevated section) is preparing to be put into operation in July 2024, the Ben Thanh - Suoi Tien line is expected to be put into operation at the end of 2024. Urban railway projects in Vietnam are all implemented by foreign contractors who are only responsible for construction and then handover to Vietnam for operation. Testing some basic features related to operational safety as well as determining and evaluating operation criteria in Vietnam are still completely new and need to be researched.

The article presents a general theoretical basis for calculating the operation criteria of metro trains on urban railways and then calculating specific operation criteria of metro trains on the Cat Linh - Ha Dong line in some different operating speeds and load modes of trains.

The research results are a reference basis for managers and users in determining and evaluating the operation criteria of metro trains.

Keywords: urban railway, Cat Linh - Ha Dong, operation criteria, metro train.

@ Vietnam Mining Science and Technology Association