

KHẢO SÁT ĐỘNG LỰC HỌC XE THIẾT GIÁP XÍCH SẢN XUẤT TẠI VIỆT NAM

DYNAMIC SURVEY OF TRACKED ARMORED VEHICLES PRODUCED IN
VIETNAM

Lê Quang Hợp¹, Tô Viết Thành^{2,*}, Dương Thành Công²

¹Nhà máy Z189, Tổng cục Công nghiệp quốc phòng

²Viện Cơ khí Động lực, Học viện Kỹ thuật quân sự

*Email: tovietthanh179@gmail.com

TÓM TẮT

Hiện nay, quân đội ta đã nghiên cứu thiết kế, chế tạo thành công mẫu xe thiết giáp xích và đã tiến hành thử nghiệm. Bên cạnh kết quả thử nghiệm, cần thiết phải có những tính toán, khảo sát khả năng làm việc của các cụm hệ thống và của xe để đối chứng nhằm hoàn thiện thiết kế, hoàn thiện công nghệ chế tạo và xây dựng tính năng chiến kỹ thuật phù hợp. Bài báo trình bày kết quả khảo sát động lực học chuyển động thẳng lý thuyết và so sánh khả năng tăng tốc lý thuyết với thực tế để đánh giá chất lượng động lực học của xe theo phương án thiết kế, chế tạo đã thực hiện.

Từ khóa: Xe thiết giáp; Động lực học; Tăng tốc.

ABSTRACT

Currently, our army has successfully researched, designed, manufactured a tracked armored vehicle model and has conducted testing. In addition to the testing results, it is necessary to have calculations and surveys of the working capacity of the system clusters and the vehicle for comparison in order to perfect the design, perfect the manufacturing technology and build appropriate technical features. The article presents the results of the theoretical straight motion dynamics survey and compares the theoretical acceleration capacity with reality to evaluate the dynamic quality of the vehicle according to the design and manufacturing plan that has been implemented.

Keywords: Armored vehicle; Dynamics; Acceleration.

1. TỔNG QUAN

Xe thiết giáp xích do Tổng cục Công nghiệp quốc phòng (CNQP) thiết kế, chế tạo là xe thiết giáp chạy bằng xích, bọc thép, xe có hỏa lực mạnh, khả năng cơ động cao trên các địa hình phức tạp, khả năng bảo vệ tốt, được sử dụng trong chiến đấu hiệp đồng binh chủng của quân đội ta.

Bài báo đưa ra cơ sở lý thuyết sau đó khảo sát động lực học chuyển động thẳng lý thuyết gồm đặc tính kéo lý thuyết và tính năng tăng tốc theo lý thuyết của xe thiết giáp xích sản xuất tại Việt Nam, sau đó so sánh với kết quả thực tế xe chạy để đưa ra các nhận xét, đánh giá về chất lượng động lực học của xe đã thiết kế, chế tạo.

Trong đó, đặc tính kéo của xe thể hiện: Ứng với mỗi loại đường cho trước, xe có thể chuyển động phù hợp với tay số nào và vận tốc lớn nhất mà xe có thể đạt được ở tay số đó là bao nhiêu; Góc dốc lớn nhất mà xe có thể khắc phục được ở tốc độ và tay số đã cho; Xác định được lực kéo moóc mà xe có thể kéo được ở tốc độ và tay số đã cho; Đánh giá được việc phân chia tỷ số truyền ở tay số thấp nhất và cao nhất có hợp lý hay không. Còn tính năng tăng tốc đánh giá khả năng tăng tốc thông qua gia tốc khi tăng tốc, thời gian tăng tốc và độ dài quãng đường tăng tốc.



Hình 1. Xe thiết giáp xích do Tổng cục CNQP thiết kế và chế tạo tại Việt Nam

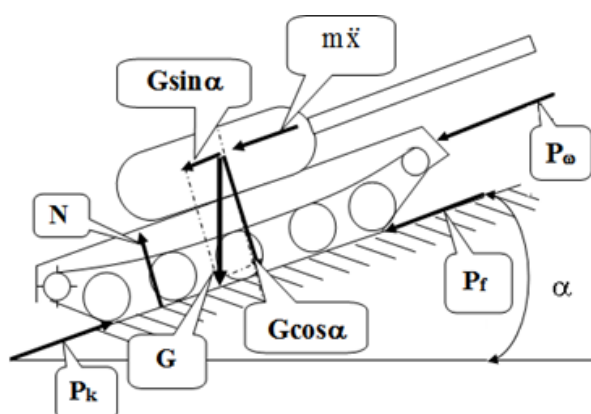
2. KHẢO SÁT ĐỘNG LỰC HỌC CHUYỂN ĐỘNG THẲNG LÝ THUYẾT

Để có thể tính toán, khảo sát động lực học chuyển động thẳng của xe, ta cần có các thông số đầu vào, cụ thể trong Bảng 1.

Bảng 1. Thông số đầu vào

Thông số xe	Số liệu
Công suất lớn nhất của động cơ (KW)	225
Mômen xoắn lớn nhất của động cơ (N.m)	1000
Số vòng quay của động cơ ở công suất lớn nhất (vg/phút)	2600
Số vòng quay lớn nhất của động cơ (vg/phút)	2850
Số vòng quay nhỏ nhất của động cơ (vg/phút)	700
Tỷ số truyền số I	5,25
Tỷ số truyền số II	2,842
Tỷ số truyền số III	1,912
Tỷ số truyền số IV	1,284
Tỷ số truyền số V	0,858

Mô hình khảo sát động lực học chuyển động thẳng của xe thể hiện trên Hình 2 [1].



Hình 2. Mô hình khảo sát động lực học chuyển động thẳng.

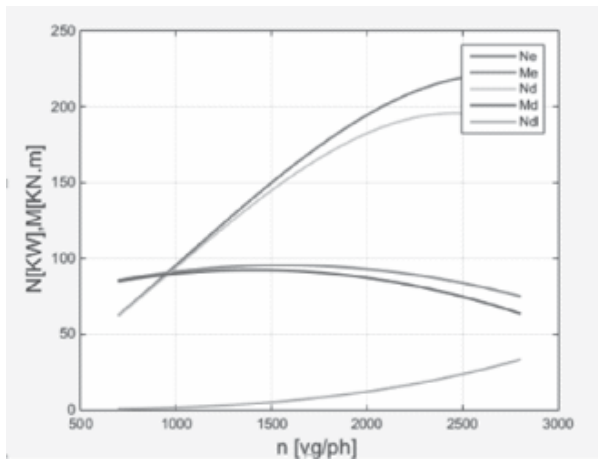


Trong đó: G - Trọng lượng xe; N - Phản lực pháp tuyến; P_k - Lực kéo; P_{ω} - Lực cản không khí; P_f - Lực cản chuyển động; α - Góc dốc; $m\ddot{x}$ - Lực quán tính.

Phương trình vi phân chuyển động của xe:

$$P_k = P_f + G \cdot \sin \alpha + m\ddot{x} \quad (1)$$

Sử dụng công thức thực nghiệm Lây-Đéc-Man để xây dựng đồ thị đặc tính ngoài động cơ trên Hình 3 [1].



Hình 3. Đặc tính ngoài động cơ YTD-20

* Xác định đặc tính kéo chuyển động thẳng của xe:

Đặc tính kéo chuyển động thẳng của xe phụ thuộc vào các yếu tố:

- Đặc tính ngoài của động cơ;
- Số lượng số truyền của hộp số và các tỷ số truyền của nó;
- Tỷ số truyền hệ thống truyền lực của xe;
- Hiệu suất của hệ thống truyền lực (η_{tl});
- Hiệu suất truyền động xích (η_x);
- Tốc độ chuyển động lớn nhất của xe (v_{max});
- Tốc độ chuyển động lớn nhất của số

truyền thứ i (v_{imax});

- Khối lượng xe (G);

- Bán kính bánh sao chủ động (r_{cd}).

Vận tốc ở các vòng quay của động cơ ứng với từng tay số:

$$v_i = \frac{0,377 r_{cd} n}{i_{tli}} \quad (2)$$

Trong đó: n là số vòng quay của trục khuỷu [v/ph], r_{cd} là bán kính bánh sao chủ động [m], i_{tli} là tỷ số truyền của hệ thống truyền lực ở tay số thứ i và bằng:

$$i_{tli} = i_{hi} \cdot i_{qv} \cdot i_{tdc} \quad (3)$$

Với: i_{hi} là tỷ số truyền của hộp số ở tay số thứ i , i_{qv} là tỷ số truyền của cơ cấu quay vòng, ở đây xét $i_{qv} = 1$, i_{tdc} là tỷ số truyền của truyền động cạnh, $i_{tdc} = 5,5$.

Lực kéo đơn vị trên bánh sao chủ động:

$$f_{cd} = \frac{3,6 \cdot N_d \cdot \eta_{tl}}{G \cdot V_i} \quad (4)$$

Trong đó, η_{tl} là hiệu suất của hệ thống truyền lực:

$$\eta_{tl} = \eta_n^{m_1} \cdot \eta_{tr}^{m_2} \quad (5)$$

Với: η_n là hiệu suất bánh răng nón, $\eta_n = 0,97$; η_{tr} là hiệu suất bánh răng trụ, $\eta_{tr} = 0,98$; m_1 là số cặp bánh răng nón, $m_1 = 1$; m_2 là số cặp bánh răng trụ, $m_2 = 3$.

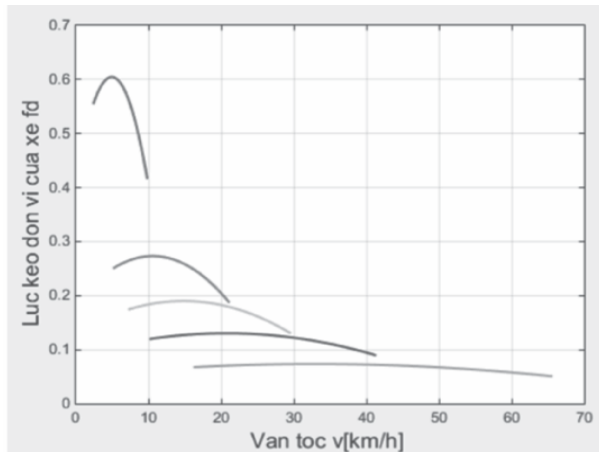
Hiệu suất của bộ dẫn tiến xích:

$$\eta_x = 0,95 - \frac{1}{f_{cd}} (0,013 + 0,0000013 v_i^2) \quad (6)$$

Lực kéo đơn vị của xe:

$$f_d = f_{cd} \cdot \eta_x \quad (7)$$

Kết quả đưa ra được đồ thị đặc tính kéo chuyển động thẳng của xe trước và sau khi thay thế động cơ thể hiện trên Hình 4.



Hình 4. Đặc tính kéo chuyển động thẳng của xe

* Giả thiết khi tính toán tính năng tăng tốc:

Để loại trừ ảnh hưởng cá tính của người lái thể hiện khi đóng ly hợp chính hoặc cung cấp nhiên liệu cho động cơ, khi xây dựng đồ thị tăng tốc, người ta chấp nhận các giả thiết sau đây:

- Việc đóng ly hợp xảy ra tức thời;
- Số vòng quay tính toán của động cơ ở thời điểm đóng ly hợp bằng số vòng quay ở chế độ công suất cực đại, tức là n_N ;
- Mô men truyền qua khi ly hợp đóng hoàn toàn không thay đổi giá trị khi các đĩa ma sát bị trượt và bằng:

$$M_{ms} = \beta \cdot M_{dmax}$$

Trong đó: M_{dmax} là mô men xoắn lớn nhất của động cơ; β là hệ số dự trữ của ly hợp.

- Trong quá trình ly hợp trượt, mô men động cơ coi như không đổi và luôn bằng M_{dmax} .

Khi xe khởi hành, quá trình tăng tốc tại tay số đó sẽ được chia thành ba giai đoạn:

- Giai đoạn tăng tốc thứ nhất: Từ thời điểm khởi xe bắt đầu chuyển động đến khi vận tốc góc phần chủ động và bị động của ly hợp chính bằng nhau [1].

Gia tốc của xe ở giai đoạn tăng tốc thứ nhất:

$$\ddot{x}_1 = \frac{g}{\delta_0} \cdot (\beta \cdot f_{dmax} - f_c) \quad (8)$$

Trong đó: $\ddot{x}_1$ là gia tốc tăng tốc ở giai đoạn thứ nhất; f_{dmax} là lực kéo đơn vị lớn nhất của xe tăng ở tay số khởi hành; δ_0 là hệ số tăng khối lượng giả định khi ly hợp chính mở; β là hệ số dự trữ của ly hợp; f_c là hệ số cản tổng cộng của đường.

Vận tốc chuyển động của xe trong giai đoạn thứ nhất được xác định:

$$v_1 = 3,6 \cdot \ddot{x}_1 \cdot t_1 \quad (9)$$

Trong đó, t_1 là giá trị thời gian tức thời ở giai đoạn thứ nhất.

- Giai đoạn tăng tốc thứ hai: Từ thời điểm kết thúc sự trượt các đĩa ma sát của ly hợp chính đến khi đạt số vòng quay tính toán của động cơ [1].

Gia tốc ở giai đoạn tăng tốc thứ hai:

$$\ddot{x}_2 = \frac{g}{\delta} (f_d - f_c) \quad (10)$$

Vận tốc xe ở cuối đoạn thứ nhất xác định qua biểu thức:

$$v_2 = v_1 + 3,6 \cdot \ddot{x}_2 \cdot t_2 \quad (11)$$

Trong đó: v_1 là vận tốc xe ở cuối giai 

đoạn thứ hai ở số vòng quay tính toán của động cơ n_N ; t_2 là giá trị thời gian tức thời ở giai đoạn thứ hai.

- Giai đoạn tăng tốc thứ ba: Từ thời điểm cắt ly hợp chính sau khi đạt số vòng quay tính toán của động cơ n_N đến khi đóng ly hợp để chuyển sang số tiếp theo [1].

Gia tốc của xe tăng ở giai đoạn thứ ba:

$$\ddot{x}_3 = -f_c \frac{g}{\delta_0} \quad (12)$$

Trên cơ sở đó, vận tốc xe ở giai đoạn thứ ba xác định theo biểu thức:

$$v_3 = v_2 - 3,6 \cdot \ddot{x}_3 t_3 \quad (13)$$

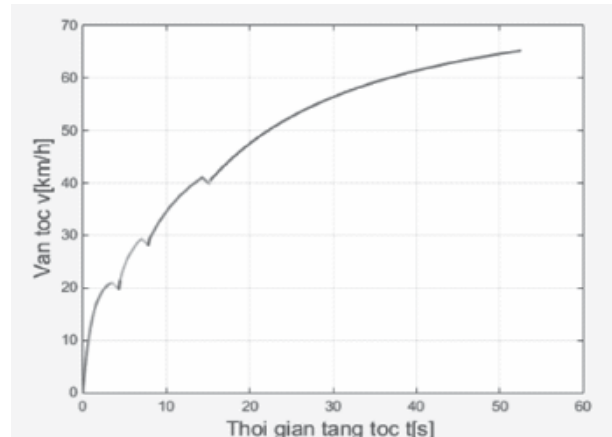
Ở đây, v_2 là vận tốc xe ở cuối giai đoạn thứ hai ở số vòng quay tính toán của động cơ n_N , t_3 là giá trị thời gian tức thời ở giai đoạn thứ ba.

Quá trình tăng tốc ở số truyền tiếp theo xảy ra tương tự như đã trình bày ở trên, chỉ khác là trong trường hợp này, ở giai đoạn thứ nhất các chi tiết bị động của ly hợp ngay từ đầu đã quay với vận tốc góc ứng với vận tốc v_3 của xe ở cuối giai đoạn tăng tốc thứ ba ở số truyền trước [1].

Vận tốc của xe ở giai đoạn thứ nhất ở số truyền tiếp theo được xác định bằng phương trình:

$$v' = v_3 + 3,6 \cdot \ddot{x}'_1 t \quad (14)$$

Kết quả đưa ra được đồ thị tăng tốc chuyển động thẳng của xe trước và sau khi thay thế động cơ thể hiện trên Hình 5.



Hình 5. Đặc tính tăng tốc xe

Kết quả khảo sát cho thấy: theo lý thuyết vận tốc tối đa xe đạt được là 65,5 km/h trong thời gian 52s.

3. KHẢO SÁT KHẢ NĂNG TĂNG TỐC THỰC TẾ

* Điều kiện tiến hành đo khả năng tăng tốc:

- Xe đảm bảo hoạt động tốt và điều kiện kỹ thuật, an toàn;

- Thiết bị thử nghiệm phải được kiểm định và đảm bảo độ tin cậy, sai số. Các thiết bị được đặt vững chắc, ổn định nhưng không ảnh hưởng tới quá trình thử nghiệm và không bị ảnh hưởng của các yếu tố chấn động bên ngoài;

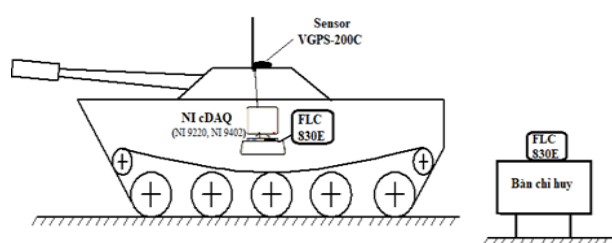
- Người tham gia thử nghiệm, sử dụng thiết bị đo phải được đào tạo, huấn luyện thành thạo và đã được cấp chứng chỉ.

* Thực hiện việc kết nối hệ thống đo, kiểm tra như trong Hình 6:

- + Máy tính nhúng NI cDAQ-9137 được đặt trên xe trong khoang chiến đấu làm nhiệm vụ nhận (qua các modul NI 9220, NI 9402) và xử lý dữ liệu đo thông qua phần mềm.

+ Sensor VGPS-200C (được cung cấp nguồn điện một chiều 12V DC trực tiếp từ ắc quy trên xe) ăng ten đặt trên nóc tháp pháo xe làm việc theo nguyên lý định vị vệ tinh, trực tiếp nhận, xử lý, hiệu chuẩn và chuyển đổi tín hiệu từ vệ tinh thành thông số đo với hai dạng tín hiệu là: Dạng số (Digital) và dạng tương tự (Analog).

+ Bộ thu phát wifi FLC-830E làm việc theo nguyên lý thu phát sóng vô tuyến trong dải tần số: 2,412-2,462 GHz. Một bộ FLC-830E được lắp trên xe cùng máy tính nhúng NI cDAQ-9137, một bộ được lắp vào máy tính tại bàn chỉ huy. Quá trình thí nghiệm được điều khiển tại bàn chỉ huy mà không cần cán bộ thí nghiệm ngồi trên xe.



Hình 6. Sơ đồ kết nối hệ thống đo

Thực hiện việc khởi động các thiết bị, lựa chọn cài đặt các tham số chờ lệnh để tiến hành đo theo thứ tự sau:

- Kiểm tra khả năng đảm bảo an toàn cho thiết bị trước khi cấp nguồn;

- Kiểm tra các giắc nối (giắc nguồn, cáp tín hiệu, giá lắp đặt Sensor VGPS-200C trên tháp pháo, giắc nối giữa Sensor VGPS-200C với máy tính nhúng NI cDAQ và giữa FLC-830E với máy tính nhúng) phải đảm bảo chắc chắn, ổn định và tin cậy;

- Kiểm tra nhiệt độ, độ ẩm môi trường và ghi lưu;

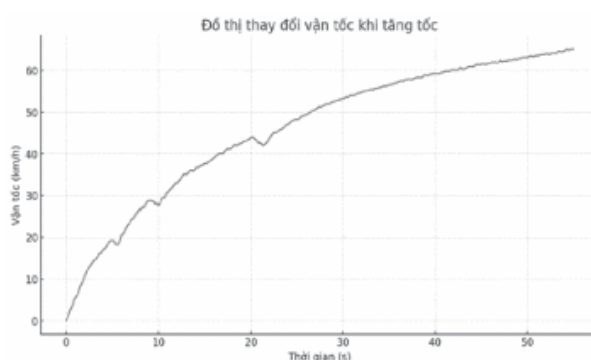
- Bật công tắc nguồn của cDAQ, thực hiện việc hiệu chuẩn thiết bị và thiết lập tham số phù hợp đối tượng cần đo:

+ Dải tần số phân tích tương ứng với dải tần số cần đo, kiểm tra;

+ Chọn kênh đo phù hợp;

+ Gia công tín hiệu để đưa vào cDAQ (khuyếch đại, lọc, tuyến tính hoá, v.v.).

* Kết quả đo tính năng tăng tốc của xe thực, trên địa hình là đường bê tông được thể hiện trên Hình 7:



Hình 7. Đồ thị tính năng tăng tốc thực tế của xe

Kết quả đo thực tế cho thấy: xe khởi hành ở số 2 trên đường bằng được làm từ bê tông và đạt vận tốc tối đa là 65,2 km/h trong thời gian 55s.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã khảo sát chất lượng động lực học chuyển động thẳng của xe thiết giáp xích theo lý thuyết và tiến hành đo khả năng tăng tốc của xe, từ đó so sánh và đưa ra nhận xét về sự khác nhau của tính năng tăng tốc lý thuyết với thực tế.

Kết quả cho thấy, vận tốc tối đa theo lý thuyết đạt 65,5 km/h, cao hơn so với vận tốc tối đa thực tế đạt 65,2 km/h. Thời gian tăng tốc đến

vận tốc tối đa lý thuyết đạt chỉ cần 52s trong khi thực tế là 55s. Nguyên nhân chính là do khi tính toán lý thuyết cần đặt ra các giả thiết, việc này dẫn đến kết quả sẽ có sai số so với thực tế. Ngoài ra, còn có ảnh hưởng của hiệu suất truyền lực, hiệu suất xích, các thông số liên quan đến điều kiện đường làm kết quả đo tăng tốc thực tế của xe thấp hơn so với tính toán lý thuyết. ❖

Ngày nhận bài: **09/9/2025**

Ngày phản biện: **24/9/2025**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Lê Trung Dũng, Nguyễn Minh Tân, Cù Xuân Phong, “*Lý thuyết xe xích quân sự*”. Lần 1, NXB. Quân đội nhân dân, Hà Nội, 2023.
- [2]. Binh chủng Tăng thiết giáp, “*Cấu tạo và sử dụng xe chiến đấu bộ binh BMP-1*”. NXB. Quân đội nhân dân, 2003.
- [3]. Vũ Quốc Bảo, “*Cấu tạo xe tăng – Tập 4*”. Học viện Kỹ thuật quân sự, Hà Nội, 2003.
- [4]. Nguyễn Phùng Quang, “*MatLab & Simulink*”. NXB. Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, 2004.