

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ BỐ TRÍ CHUNG XE THIẾT GIÁP BÁNH XÍCH

STUDY ON DESIGN OF GENERAL LAYOUT OF TRACKED ARMoured VEHICLE

Tô Viết Thành

Viện Cơ khí Động lực, Học viện Kỹ thuật Quân sự

Email: tovietthanh179@gmail.com

TÓM TẮT

Hiện nay, quân đội ta được trang bị một số loại xe thiết giáp bánh xích như BMP-1, BMP-2, M-113... Tuy nhiên các loại xe này có số lượng ít và hầu hết đã xuống cấp, lạc hậu. Việc thiết kế, chế tạo xe thiết giáp bánh xích là nhiệm vụ cấp thiết, nâng cao năng lực thiết kế, chế tạo của ngành công nghiệp quốc phòng góp phần hiện đại hóa vũ khí trang bị. Trong đó, thiết kế bố trí chung mang tính quyết định, ảnh hưởng trực tiếp đến toàn bộ quá trình thiết kế xe. Bài báo phân tích, đánh giá, lựa chọn phương án bố trí chung xe thiết giáp bánh xích và trình bày các kết quả tính toán thiết kế bố trí chung: xác định tọa độ trọng tâm, đánh giá chất lượng động lực học của xe theo phương án bố trí chung đã chọn.

Từ khóa: Xe thiết giáp; Bố trí chung; Chất lượng động lực học.

ABSTRACT

Currently, our army is equipped with a number of tracked armoured vehicles such as BMP-1, BMP-2, M-113... However, these vehicles are few in number and most of them are degraded and outdated. The design and manufacture of tracked armoured vehicles is an urgent task, improving the design and manufacturing capacity of the defense industry, contributing to the modernization of weapons and equipment. In which the general layout design is decisive, directly affecting the entire vehicle design process. The article analyzes, evaluates, selects the general layout of tracked armoured vehicles and present the results of calculation of the general layout: determining the centre coordinates, evaluating the dynamics quality of the vehicle according to the selected general layout plan.

Keywords: Armoured vehicle; General layout; Dynamics quality.

1. MỞ ĐẦU

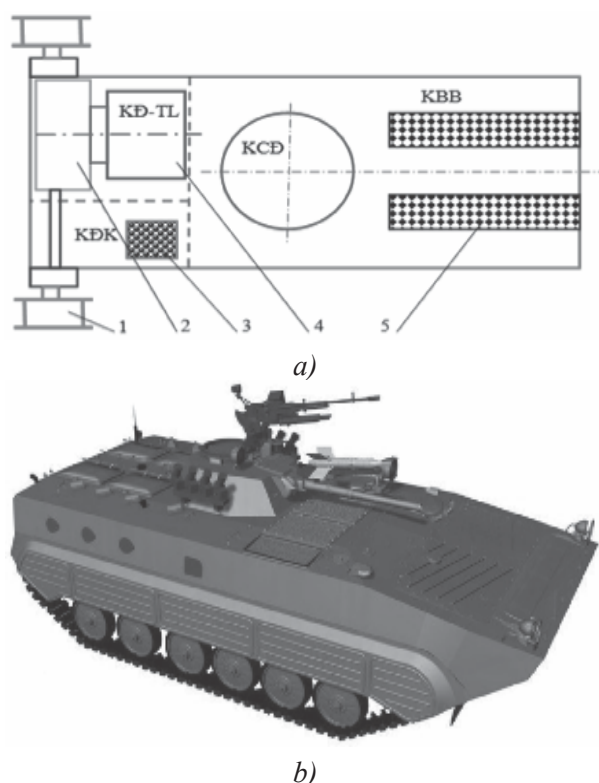
Xe thiết giáp bánh xích sản xuất tại Việt Nam được thiết kế dựa trên mẫu xe chiến đấu bộ binh BMP-1, trong đó cũng có một số thay đổi so với xe mẫu như về mẫu mã công nghiệp, các hệ thống vũ khí, khí tài, trang thiết bị hỗ trợ khác để nâng cao sức mạnh hỏa lực, khả năng tự bảo vệ của xe. Bố trí chung xe thiết giáp bánh xích là việc sắp xếp vị trí các thành viên, vũ khí, các cụm hệ thống trên xe đảm bảo các chỉ tiêu tính năng chiến kỹ thuật cao nhất của xe. Bố trí chung xe phải đáp ứng các yêu cầu cơ bản: Sức mạnh hỏa lực; Khả năng cơ động; Khả năng bảo vệ; Thuận tiện cho hoạt động của kíp xe; Thuận tiện trong bảo dưỡng sửa chữa. Cơ sở để tính toán thiết kế bố trí chung là các tính năng chiến kỹ thuật của xe, dự kiến đối với xe thiết kế như trong Bảng 1.

Bảng 1. Tính năng chiến kỹ thuật của xe

Thông số	Tính năng	Thông số	Tính năng
Trọng lượng chiến đấu (tấn)	13.5	Vượt dốc lớn nhất (độ)	35
Thành viên kíp xe	11	Vượt hào rộng (m)	2.5
Công suất riêng (KW/tấn)	16	Vượt tường (m)	0.7
Kích thước (DxRx C, m)	6.7 x 2.9 x 2.1	Khoảng sáng gầm xe (m)	0.37
Tốc độ trung bình (km/h)	40	Tốc độ bơi lớn nhất (km/h)	7
Tốc độ lớn nhất (km/h)	65		

2. PHÂN TÍCH, LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN BỐ TRÍ CHUNG

Qua khảo sát phương án bố trí chung trên các xe chiến đấu bộ binh thông dụng của các nước hiện nay và căn cứ tính năng chiến kỹ thuật của xe thiết kế đã được xây dựng, tác giả đề xuất sử dụng phương án bố trí chung như trên Hình 1, xe được chia thành các khoang: Khoang Động truyền lực; Khoang điều khiển; Khoang chiến đấu; Khoang bộ binh. Phương án này đảm bảo khả năng cơ động, đặc biệt khả năng bơi nước, khả năng bảo vệ cho kíp xe, khả năng tác chiến của bộ binh.



Hình 1. a) Sơ đồ bố trí chung xe thiết kế; b) Cấu hình tổng thể xe thiết kế.

1. Bánh sao chủ động; 2. Hộp số;
3. Khoang điều khiển; 4. Khoang Động truyền lực;
5. Khoang bộ binh.

Cấu hình cơ bản được lựa chọn cho xe thiết kế thể hiện trên Bảng 2.

Bảng 2. Cấu hình cơ bản của xe thiết kế

TT	Cụm, hệ thống chính	Đặc điểm
1	Thiết bị động lực: Động cơ Doosan DL-08	+ Công suất lớn nhất: 250 Kw + Mô men lớn nhất: 1323 N.m
2	Hệ thống truyền lực	Cơ khí
	- Ly hợp chính - Hộp số: Cơ khí, 5 số tiến, 1 số lùi, trục chủ động vuông góc với các trục còn lại - Cơ cấu quay vòng: Kiểu hành tinh 2 bậc - Truyền lực cạnh	- Ma sát khô - Tỷ số truyền $i_I = 4.393$, $i_{II} = 2.429$, $i_{III} = 1.673$, $i_{IV} = 1.078$, $i_V = 0.73$, lùi $= 4.393$ - Tỷ số truyền chậm 1.44 - Kiểu hành tinh, tỉ số truyền 5.5
3	Phần vận hành	Dẫn tiến xích + hệ thống treo độc lập
4	Phần vũ khí: Pháo chính 73mm, súng máy 7.3mm	Tích hợp súng máy PK 12.7mm, 2 giàn phóng đạn khói, lưới B40 chống đạn
5	Cơ cấu bơi	Bơi bằng dải xích

3. TÍNH TOÁN THIẾT KẾ BỐ TRÍ CHUNG

*Thiết kế vỏ giáp thân xe

Vỏ giáp thân xe có công dụng bảo vệ người và trang bị được an toàn trước các loại vũ khí sát thương, đồng thời để lắp đặt các cụm hệ thống và tháp pháo của xe. Kết cấu vỏ giáp thân xe cần phải có độ cứng lớn, độ bền tốt. Độ cứng tạo ra sức cản lớn đối với sự xuyên của viên đạn vào vỏ giáp, sức cản đó có thể gây ra sự phá hủy của viên đạn hoặc làm cho viên đạn bị trượt đi (hiện tượng thía lia của viên đạn). Độ bền bảo đảm vỏ giáp chịu được tải trọng va đập lớn, không bị phá hủy, rạn nứt từ bên trong các tấm thép của vỏ giáp. Ba yếu tố quyết định đến vấn đề này là vật liệu làm vỏ giáp, chiều dày chống đạn và kết cấu của vỏ giáp.

- Lựa chọn vật liệu vỏ giáp: Qua khảo sát kết quả nghiên cứu và thử nghiệm về khả năng chống đạn của vỏ thép chế tạo xe thiết giáp theo tiêu chuẩn STANAG 4569 của NATO đối với thép ARMSTAL của nhà sản xuất HSJ SA – Ba Lan, thép XAR 500 PREMIUM, thép PERFORM của nhà sản xuất ThyssenKrupp – Cộng hòa Liên bang Đức được thực hiện bởi Viện Kỹ thuật Thiết giáp và ô tô quân sự Ba Lan và Trung tâm thử nghiệm H.P. WHITE của Mỹ, tác giả lựa chọn vật liệu chế tạo vỏ giáp xe thiết giáp bánh xích là thép XAR 500 PREMIUM có thành phần hóa học và cơ tính như trên Bảng 3.

Bảng 3. Thành phần hóa học và cơ tính của thép XAR 500 PREMIUM

Thành phần hóa học chủ yếu (%)								Cơ tính		
C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Giới hạn chảy (N/mm ²)	Độ bền kéo (N/mm ²)	Độ giãn dài (%)
<0.28	<0.8	<1.5	<0.025	<0.01	<1.0	<0.5	<1.5	1250	1650	9

- Xác định chiều dày chống đạn: Độ dày của vỏ giáp thiết kế phụ thuộc vào vật liệu và yêu cầu cấp độ khả năng bảo vệ, việc lựa chọn độ dày các khu vực của vỏ giáp dựa trên khả năng xác suất khu vực bị phá hủy của vỏ giáp như trên Bảng 4.

Riêng phần đáy xe lựa chọn theo yêu cầu chống các loại mìn chống tăng phổ biến. Từ đó, tác giả xác định độ dày vỏ giáp ở các vị trí trên thân xe như trong Bảng 5.

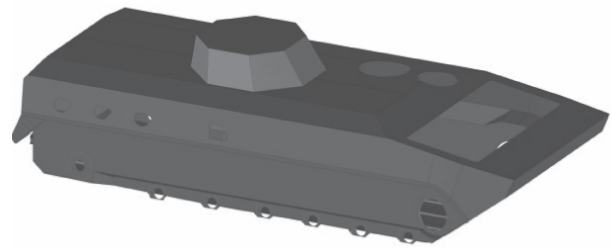
Bảng 4. Phân bố xác suất phá hủy của vỏ giáp

TT	Vị trí	Tỷ lệ
1	Mũi xe	35%
2	Hai bên sườn xe	23%
3	Đuôi xe	2%

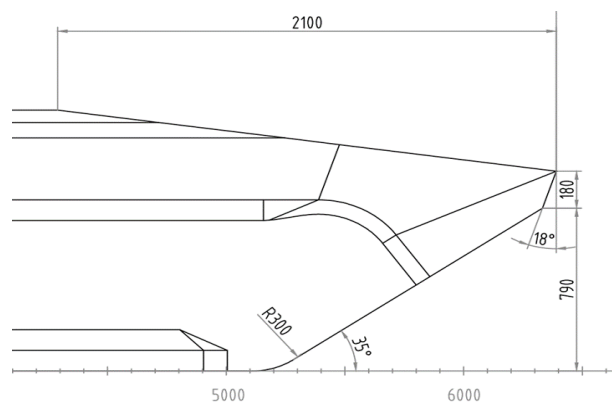
Bảng 5. Độ dày của vỏ giáp xe thiết kế

TT	Vị trí vỏ giáp	Chiều dày (mm)
1	Mũi xe cả nửa trên và nửa dưới	16
2	Hai bên sườn xe: thân trên và thân dưới	16
3	Mặt trên thân xe	5
4	Đáy xe	5

- Hình dáng vỏ giáp thân xe: Qua các phân tích ở trên, tác giả thiết kế kết cấu vỏ giáp hoàn thiện như trên Hình 2, 3. Trong đó, kết cấu thân xe tháp pháo được chế tạo bằng phương pháp hàn các tấm thép với nhau. Kết cấu vỏ giáp thiết kế ngoài việc đảm bảo các yêu cầu đã nêu còn nâng cao tính năng thông qua của xe, đặc biệt khi xe thực hiện chuyển động bơi nước như tăng khả năng cơ động lên bờ xuống bến, tăng khả năng nổi của xe.



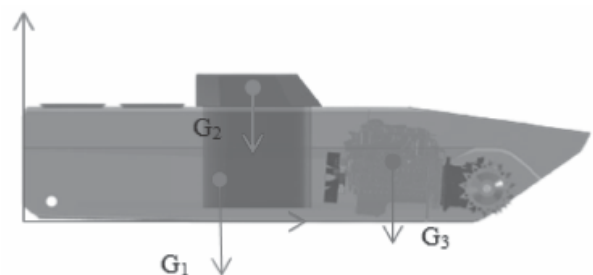
Hình 2. Kết cấu 3D thân xe, tháp pháo



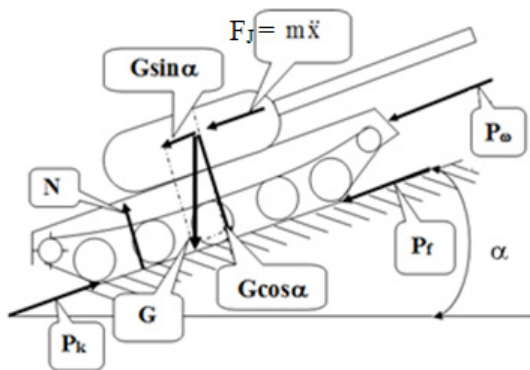
Hình 3. Hình chiếu 2D phần mũi xe (trên mặt phẳng dọc xe)

*Xác định khối lượng và tọa độ trọng tâm xe

Trên cơ sở bố trí chung và cấu hình xe, tiến hành xây dựng mô hình 3D của các cụm hệ thống chính của xe gồm: Thân xe, tháp pháo, hệ thống động truyền lực, phần vận hành, làm cơ sở xác định khối lượng xe và tọa độ trọng tâm xe bằng phần mềm Autodesk Inventor. Sơ đồ xác định và tọa độ trọng tâm xe thể hiện trên Hình 4.



Hình 4. Mô hình 3D xác định tọa độ trọng tâm



Hình 5. Mô hình khảo sát động lực học chuyển động thẳng xe thiết kế

Trong đó: G_1 – Trọng lượng thân xe tính cả phần vận hành và các cụm hệ thống hỗ trợ khác, G_2 – Trọng lượng phần tháp pháo, G_3 – Trọng lượng hệ thống động truyền lực.

Bảng 6. Các thông số thiết kế bố trí chung

TT	Thông số	Giá trị
1	Khối lượng tổng cộng (kg)	13.500
2	Tọa độ trọng tâm theo phương x (m)	2,978
3	Tọa độ trọng tâm theo phương z (m)	1,012

*Khảo sát động lực học chuyển động thẳng

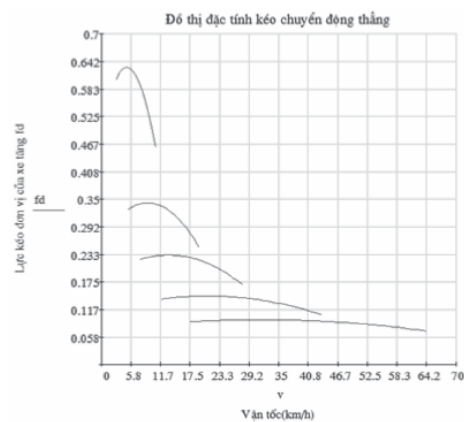
Mô hình khảo sát động lực học chuyển động thẳng của xe thể hiện trên Hình 5.

Trong đó: G – Trọng lượng xe; N – Phản lực pháp tuyến; P_k – Lực kéo; P_0 – Lực cản không khí; P_f – Lực cản chuyển động; F_j – Lực quán tính; α – Góc dốc. Chấp nhận một số giả thiết như: bài toán được giải ở dạng mô hình phẳng, khảo sát chuyển động của thân xe như một chất điểm có khối lượng đặt tại trọng tâm thân xe; bỏ qua ảnh hưởng của lực cản không khí. Ta có:

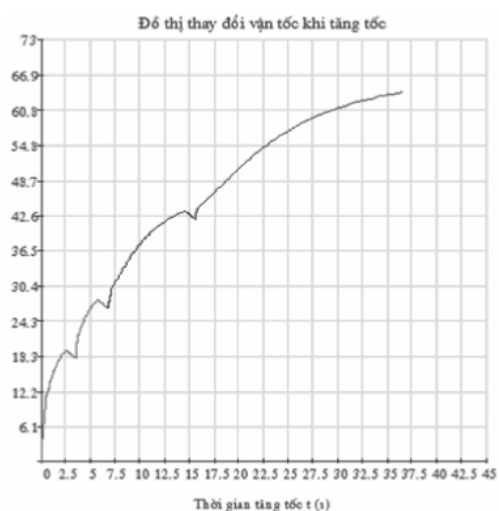
$$P_k = P_f + G \cdot \sin \alpha + m\ddot{x} \quad (1)$$

Để giải phương trình (1) sử dụng định lý về biến đổi động năng của hệ thống dưới dạng vi phân trình bày trong tài liệu [1], lập trình tính toán thu được các kết quả trên Hình 6, 7.

Kết quả tính toán thu được chỉ ra rằng xe thiết kế đảm bảo chất lượng động lực học chuyển động như yêu cầu về tính năng chiến kỹ thuật của xe.



Hình 6. Đặc tính kéo chuyển động thẳng xe thiết kế

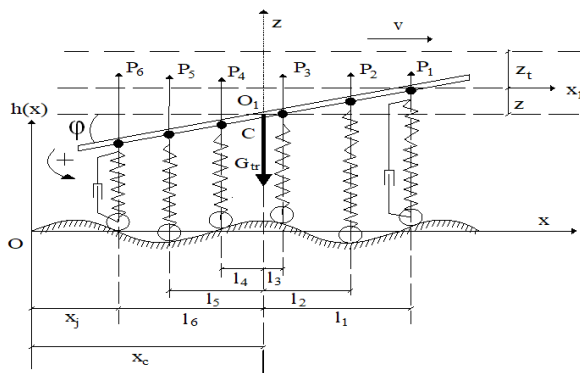


Hình 7. Đặc tính tăng tốc xe thiết kế

*Khảo sát độ êm dịu chuyển động

Khảo sát độ êm dịu chuyển động của xe thiết kế nhằm đánh giá ảnh hưởng của dao động thẳng đứng đến các thành viên kip xe và trang thiết bị lắp trên xe.

Mô hình khảo sát dao động thẳng đứng của xe thể hiện trên Hình 8.



Hình 8. Mô hình khảo sát dao động thẳng đứng của xe thiết kế

Hệ phương trình vi phân mô tả dao động gồm 3 phương trình (2), (3), (4):

$$x = v.t \quad (2)$$

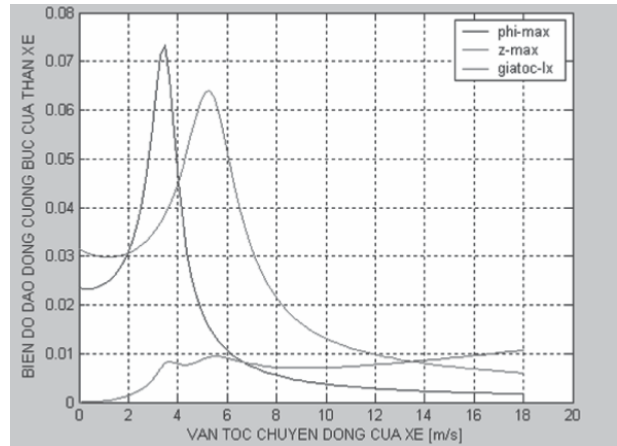
$$m_{tr}.\ddot{z} = \sum_{j=1}^{2n} P_j(f_j, \dot{f}_j) G_{tr} \quad (3)$$

$$I_{\varphi}.\ddot{\varphi} = \sum_{j=1}^{2n} P_j(f_j, \dot{f}_j) I_j \quad (4)$$

Trong đó: m_{tr} – Khối lượng phần treo;

$\ddot{z}$ – Gia tốc thẳng đứng phần treo; I_{tr} – Mô men quán tính khối lượng phần treo trong mặt phẳng dọc đi qua trục ngang thân xe; $\ddot{\varphi}$ – Gia tốc góc dọc của thân xe; P_j – Hợp lực tác dụng từ phần tử đàn hồi và giảm chấn của bánh tì thứ j lên thân xe.

Giải hệ phương trình vi phân, ta thu được các thông số như gia tốc, vận tốc và chuyển dịch của thân xe, xây dựng được đặt tính tần số biên độ.



Hình 9. Đặc tính tần số biên độ dao động tại trọng tâm thân xe

Biên độ lớn nhất $Z_{\max} = 0.063\text{m}$ tại tốc độ $V = 16.2 \text{ km/h}$. Kết quả khảo sát nằm trong giá trị cho phép về biên độ dao động thẳng đứng lớn nhất của xe [1], trong quá trình khai thác xe cần lưu ý tránh vùng tốc độ chuyển động của xe gần với vùng cộng hưởng trên đồ thị đặc tính tần số biên độ.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã xây dựng tính năng chiến kỹ thuật của xe thiết kế, phân tích lựa chọn phương án bố trí chung, lựa chọn cấu hình xe, thiết kế 3D các cụm hệ thống chính của xe. Tính toán thiết kế vỏ giáp và các tính toán kiểm nghiệm chất lượng động lực học của xe theo phương án thiết kế. Kết quả tính toán khẳng định bản thiết kế bố trí chung đáp ứng được các tính năng chiến kỹ thuật đặt ra. Hướng phát triển tiếp theo là tiếp tục tính toán thiết kế từng cụm hệ thống cơ bản của xe, thực nghiệm kiểm chứng các nội dung thiết kế, tính toán khả năng bơi nước của xe.

Ngày nhận bài: **09/11/2024**

Ngày phản biện: **10/12/2024**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Văn Luận, Nguyễn Văn Tàn, Lê Trung Dũng, “*Lý thuyết xe tăng*”. Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội, 1990.
- [2]. Lê Kỳ Nam, Nguyễn Văn Luận, “*Kết cấu và tính toán xe tăng*”. Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội, 1997.
- [3]. Vũ Quốc Bảo, “*Cấu tạo xe tăng – Tập 4*”. Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội, 2003.
- [4]. Lê Thanh Tuấn, “*Nghiên cứu thiết kế bố trí chung xe thiết giáp chở quân trên cơ sở ô tô quân sự*”, Luận án tiến sĩ. Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội, 2020.
- [5]. Nguyễn Anh Vượng, Tô Viết Thành, “*Xây dựng bộ hồ sơ thiết kế, chế tạo xe thiết giáp bánh xích*”. Đề tài cấp Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng, 2021.
- [6]. Đặng Xuân Lâm, “*Cải tiến xe thiết giáp V-100*”. Nhiệm vụ kỹ thuật cấp Bộ Quốc phòng, Viện Kỹ thuật cơ giới Quân sự, Hà Nội, 2013.
- [7]. Bùi Văn Tường, “*Nghiên cứu, thiết kế xe bọc thép bánh lốp đa năng hạng trung 4x4*”. Viện Kỹ thuật cơ giới Quân sự, Hà Nội, 2013.
- [8]. Dương Tiến Minh, “*Nghiên cứu, tính toán, thiết kế xe chiến đấu lục quân hạng nhẹ ICV-44*”. Viện Kỹ thuật cơ giới Quân sự, Hà Nội, 2009.