

XÂY DỰNG MÔ HÌNH, KHẢO SÁT DAO ĐỘNG XE TĂNG T54B TẠI CÁC VỊ TRÍ LÀM VIỆC CỦA KÍP XE – XÁC ĐỊNH VỊ TRÍ CÓ GIÁ TRỊ GIA TỐC DAO ĐỘNG LỚN NHẤT

MODELING, INVESTIGATE VIBRATION OF T54B TANK AT CREW'S SEATS - FINDING WHERE HAS HIGHEST ACCELERATION

Phạm Hoàng Minh¹, Vũ Đức Lập², Nguyễn Anh Tuấn³

¹Viện Kỹ thuật Cơ giới Quân sự, Tổng cục Kỹ thuật

²K23, Học viện Kỹ thuật Quân sự

³Cục Kỹ thuật, Binh chủng Tăng Thiết giáp

TÓM TẮT

Bài báo mô tả quá trình xây dựng mô hình khảo sát dao động xe tăng T54B khi xét đến ảnh hưởng của dải xích đến hành trình của các bánh tỳ gần nhau. Trên cơ sở mô hình đã xây dựng, tiến hành khảo sát dao động của thân xe khi cơ động qua những địa hình được xác định là khắc nghiệt, có nguy cơ gây nguy hiểm, chấn thương đối với thành viên kíp xe. Nhóm tác giả đã khảo sát gia tốc dao động thẳng đứng lớn nhất (Gia tốc max) và giá trị bình phương trung bình gia tốc dao động thẳng đứng (RMS) của thân xe tại các vị trí công tác của kíp xe gồm: trọng tâm xe, chỉ huy xe, lái xe, pháo thủ, nạp đạn. Qua kết quả khảo sát, nhóm tác giả xác định được vị trí “nguy hiểm”, có gia tốc lớn nhất, có khả năng gây chấn thương lớn nhất trên xe là vị trí của lái xe. Mô hình đã xây dựng còn có thể được sử dụng trong việc khảo sát hiệu quả của giải pháp cách ly dao động từ thân xe truyền lên người lái qua ghế lái, giảm thiểu ảnh hưởng xấu đến người lái.

Từ khóa: Dao động xe tăng; Bánh tỳ; Dải xích

ABSTRACT

The article describes the process of building a simulation model of T54B tank's oscillation, in which considering the influence of the track-chain on the near sprockets. With model, the authors conducted a survey of the body's vibrations when maneuvering through the terrain that was determined to be harsh, potentially causing danger and injury to crew members. We have investigated the maximum vertical vibration acceleration and the mean squared value of vertical vibration acceleration (RMS) of the vehicle body at working positions of the crew including: center of gravity vehicle, vehicle commander, driver, gunner, loader. Through the survey results, we determined that the "dangerous" position with the greatest acceleration and the greatest likelihood of causing injury on the vehicle was the driver's position. The simulation model can also be used to investigate the effectiveness of the solution for isolating vibrations from the body of the vehicle transmitted to the driver through the driver's seat, in order to minimize adverse effects on the driver.

Keywords: Tank; Isolation; Simulation; Road wheels; Track-pad.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc khảo sát dao động của xe xích tốc độ cao nói chung, xe tăng nói riêng là rất cần thiết để đảm bảo an toàn và hiệu suất hoạt động của xe. Khi xe xích di chuyển với tốc độ cao, các yếu tố như địa hình, đường bị hư hỏng và tải trọng sẽ gây ra các dao động trong hệ thống treo xe. Để giảm thiểu các dao động này và đảm bảo an toàn cho người lái và hành khách, các nhà sản xuất thường thực hiện các bài kiểm tra và thử nghiệm dao động trên các bộ phận của xe. Các bài kiểm tra này có thể bao gồm đo lường rung động, đánh giá độ bền và tối ưu hóa thiết kế của hệ thống treo xe. Ngoài ra, việc khảo sát dao động cũng giúp cải thiện hiệu suất của xe. Những thay đổi nhỏ trong thiết kế và vật liệu của hệ thống treo xe có thể cải thiện đáng kể khả năng vận hành và tăng độ bền của xe.

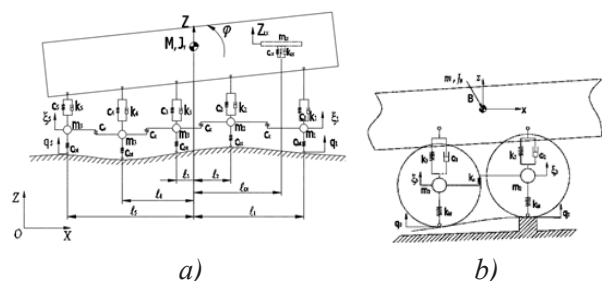
Trong hầu hết các nghiên cứu về dao động xe xích tốc độ cao nói chung, xe tăng nói riêng, các nhà khoa học tập trung xem xét dao động tại vị trí trọng tâm, sử dụng kết quả đó để tính toán đưa ra phương án, giải pháp kỹ thuật để làm êm dịu chuyển động của xe tăng, nâng cao độ chính xác của vũ khí lắp trên xe [2],[4],[8]. Tuy nhiên, vấn đề dao động tại các vị trí của kíp xe hay của cụm vũ khí, trang bị quan trọng cần cách ly và giảm thiểu ảnh hưởng của dao động vẫn chưa được quan tâm đúng mức, đặc biệt là vấn đề sức khỏe của kíp lái. Qua một số tài liệu [1], [9], các tác giả đều khẳng định điều kiện làm việc trong môi trường rung xóc, dao động lớn có ảnh hưởng đến sức khỏe của kíp xe.

Việc xác định các giá trị dao động tại các vị trí làm việc trên xe tăng là một vấn đề khá phức tạp và tốn kém khi thực hiện rất nhiều thí nghiệm trên xe. Cần phải xây dựng một mô hình mô phỏng dao động của xe tăng với các

đầu vào có thể thay đổi được, mô tả gần đúng đáp ứng động lực học của xe tăng khi cơ động qua các vật cản trong quá trình huấn luyện chiến đấu. Với mô hình mô phỏng đã được kiểm chứng độ chính xác về kết quả tính toán so với đáp ứng thân xe (hoặc các vị trí khác trên xe), các nhà khoa học có thể đưa ra các bài toán gần với điều kiện hoạt động bình thường của xe, khảo sát đáp ứng về động học, lực học để có thể đưa ra các giải pháp tối ưu hoá kết cấu, thông số hệ thống treo hoặc các giải pháp cách ly và giảm thiểu ảnh hưởng từ dao động của xe lên người, phương tiện, vũ khí trên xe.

Trong phạm vi bài viết này, chúng tôi sử dụng một mô hình mô phỏng dao động của xe tăng T54B có xét đến ảnh hưởng của dải xích lên hành trình các bánh tỳ lân cận với đầu vào là điều kiện mặt đường, tham số kết cấu hệ thống treo..., tiến hành khảo sát sự khác biệt về giá trị gia tốc bình phương trung bình, giá trị gia tốc lớn nhất tại các vị trí của một kíp xe trong huấn luyện chiến đấu, từ đó xác định vị trí có các giá trị này lớn nhất.

2. MÔ HÌNH KHẢO SÁT DAO ĐỘNG XE TĂNG KHI XÉT ĐẾN ẢNH HƯỞNG CỦA DẢI XÍCH LÊN HÀNH TRÌNH CÁC BÁNH TỖ LÂN CẬN



Hình 1a) Mô hình khảo sát dao động xe tăng T54B có xét đến ảnh hưởng của dải xích đến hành trình các bánh tỳ lân cận thông qua thanh liên kết đàn hồi;

1b) Mô tả liên kết đàn hồi với hệ số đàn hồi k_x giữa hai bánh tỳ kề nhau



Với một số giả thiết cơ bản: dải xích là đai mềm không dẫn, khối lượng dải xích được chia đều và quy đều về trọng tâm các bánh tỷ, thông số hệ thống treo là tuyến tính, bỏ qua dao động lắc ngang và dao động cục bộ của dải xích... nhóm tác giả đã xây dựng hệ phương trình vi phân mô tả dao động của xe tăng T54B với đầu vào là các tham số thể hiện biên dạng mặt đường, kết cấu của hệ thống treo...

$$\begin{cases} m\ddot{Z} + \sum_{i=1}^5 c_i (\dot{Z} - \dot{\xi}_i + l_i \dot{\phi}) + \sum_{i=1}^5 k_i (Z - \xi_i + l_i \phi) = 0 \\ J_y \ddot{\phi} + \sum_{i=1}^5 l_i c_i (\dot{Z} - \dot{\xi}_i + l_i \dot{\phi}) + \sum_{i=1}^5 l_i k_i (Z - \xi_i + l_i \phi) = 0 \\ m_1 \ddot{\xi}_1 - c_1 (\dot{Z} - \dot{\xi}_1 + l_1 \dot{\phi}) - k_1 (Z - \xi_1 + l_1 \phi) - k_x (\xi_2 - \xi_1) + k_1 \xi_1 = k_{bt} q_1 \\ m_2 \ddot{\xi}_2 - c_2 (\dot{Z} - \dot{\xi}_2 + l_2 \dot{\phi}) - k_2 (Z - \xi_2 + l_2 \phi) - k_x (\xi_1 - \xi_2) - k_x (\xi_3 - \xi_2) + k_2 \xi_2 = k_{bt} q_2 \\ m_3 \ddot{\xi}_3 - c_3 (\dot{Z} - \dot{\xi}_3 + l_3 \dot{\phi}) - k_3 (Z - \xi_3 + l_3 \phi) - k_x (\xi_2 - \xi_3) - k_x (\xi_4 - \xi_3) + k_3 \xi_3 = k_{bt} q_3 \\ m_4 \ddot{\xi}_4 - c_4 (\dot{Z} - \dot{\xi}_4 + l_4 \dot{\phi}) - k_4 (Z - \xi_4 + l_4 \phi) - k_x (\xi_3 - \xi_4) - k_x (\xi_5 - \xi_4) + k_4 \xi_4 = k_{bt} q_4 \\ m_5 \ddot{\xi}_5 - c_5 (\dot{Z} - \dot{\xi}_5 + l_5 \dot{\phi}) - k_5 (Z - \xi_5 + l_5 \phi) - k_x (\xi_4 - \xi_5) + k_5 \xi_5 = k_{bt} q_5 \end{cases}$$

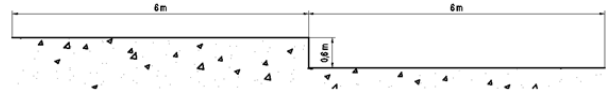
Hình 2. Hệ phương trình vi phân mô tả dao động của xe tăng T54B

Mô hình mô phỏng dao động xe tăng T54B là một chương trình được xây dựng trong môi trường MatLAB-Simulink nhằm giải hệ phương trình vi phân mô tả chuyển động đã xây dựng được. Kết quả đầu ra của bài toán là giá trị gia tốc dao động theo phương thẳng đứng tại các vị trí làm việc của cặp xe theo thời gian. Từ kết quả này, chúng ta có thể tính toán, đưa ra các giá trị về gia tốc bình phương trung bình, vận tốc, dịch chuyển tại các vị trí đó để so sánh, tính toán, nghiên cứu...

3. KHẢO SÁT DAO ĐỘNG CỦA XE TĂNG T54B TẠI CÁC VỊ TRÍ CỦA KÍP LÁI

Trong phạm vi bài viết này, chúng tôi tập trung khảo sát hai loại điều kiện đường đặc trưng cho tại bãi huấn luyện lái thực tế và được đánh giá là rất khắc nghiệt, có ảnh hưởng rõ rệt đến sức khoẻ của kíp lái... là vách hụt và đường sin thực tế, hay “lượn sóng”.

Vách hụt là đoạn đường có chướng ngại vật dạng vách thẳng đứng. Tuỳ theo hướng tiếp cận của xe tăng: khi xe di chuyển từ nền thấp lên nền cao, ta gọi là vượt vách dựng; ngược lại, xe di chuyển từ nền cao xuống nền thấp ta gọi là vượt vách hụt. Quy cách của đoạn đường qua vách dựng, vách hụt được thể hiện như sau:



Hình 3. Mô tả đoạn đường vách hụt có chiều cao là 0,6m

Đoạn đường “lượn sóng”: Trên thực tế tại bãi lái Trường Trung cấp Kỹ thuật Tăng Thiết giáp, qua khảo sát, đo đạc, chúng tôi nhận thấy đoạn đường này có biên dạng gần dạng sin, gồm 04 chu kỳ sin liên tiếp với biên độ và bước sóng thay đổi. Cụ thể như sau:

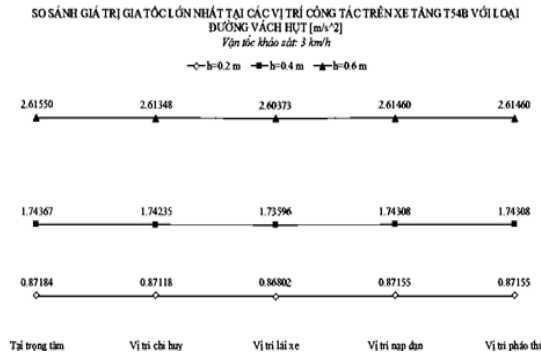
Bảng 1. Thông số toán học đoạn đường “lượn sóng gần sin”

TT	Thứ tự	Bước sóng, [m]	Biên độ, [m]
1	Đoạn sin thứ I	6	0,1
2	Đoạn sin thứ II	15	0,2
3	Đoạn sin thứ III	8	0,3
4	Đoạn sin thứ IV	10	0,4

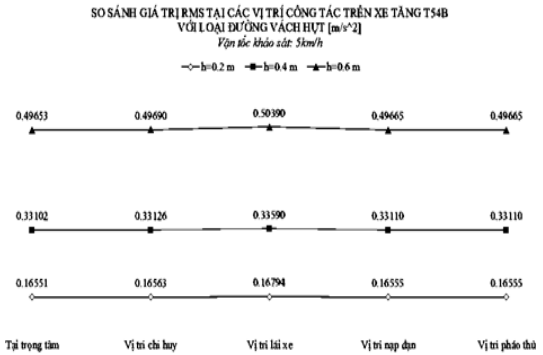


Hình 4. Minh họa biên dạng đoạn đường “lượn sóng”

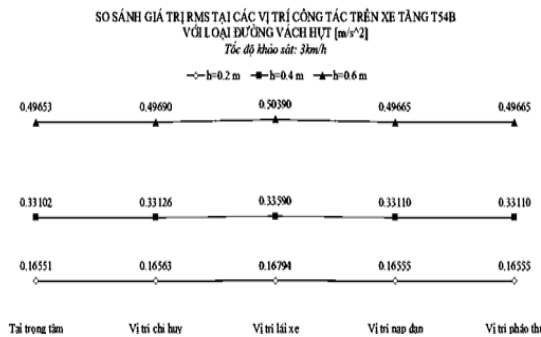
Với loại đường “vách hụt”, lần lượt thay đổi vận tốc khảo sát và chiều cao vách hụt, ta có thể thấy sự thay đổi giá trị gia tốc lớn nhất, bình phương trung bình gia tốc tại các vị trí trên xe như sau:



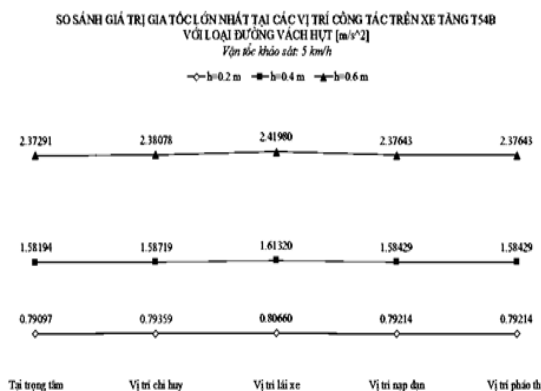
Hình 5. Tổng hợp giá trị gia tốc lớn nhất tại các vị trí công tác khi thay đổi chiều cao vách huyệt ($h = 0,2; 0,4; 0,6m$); vận tốc khảo sát $v = 3$ km/h



Hình 8. Tổng hợp giá trị bình phương trung bình gia tốc (RMS) khi thay đổi chiều cao vách huyệt ($h = 0,2; 0,4; 0,6m$); với vận tốc khảo sát $v = 5$ km/h

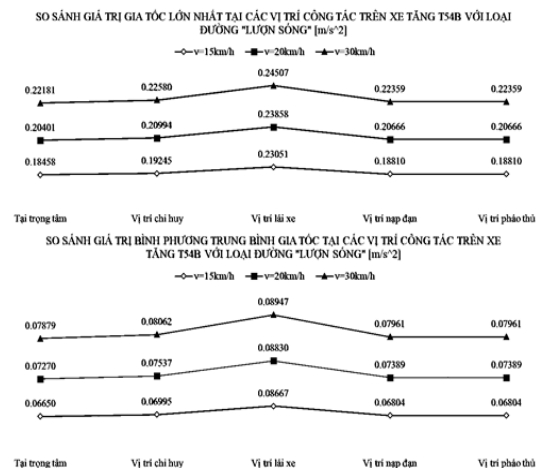


Hình 6. Tổng hợp giá trị bình phương trung bình gia tốc (RMS) tại các vị trí công tác khi thay đổi chiều cao vách huyệt ($h = 0,2; 0,4; 0,6m$); vận tốc khảo sát $v = 3$ km/h



Hình 7. Tổng hợp giá trị gia tốc lớn nhất khi thay đổi chiều cao vách huyệt ($h = 0,2; 0,4; 0,6m$) với vận tốc khảo sát $v = 5$ km/h

Với đoạn đường “lượn sóng”, ta đã giả thiết biên dạng mặt đường là dạng sin với bước sóng, biên độ xác định trong bảng 1, tham số đầu vào cần thay đổi để khảo sát dao động, đáp ứng động lực học của thân xe là vận tốc chuyển động. Qua thực tế hoạt động huấn luyện lái tại Trường Trung cấp Kỹ thuật Tăng Thiết giáp, Bộ Tư lệnh Tăng Thiết giáp, chúng tôi chọn sử dụng 03 giá trị vận tốc khảo sát lần lượt là $v = 15$ km/h, 20 km/h, 30km/h. Kết quả khảo sát như sau:



Hình 9. So sánh giá trị lớn nhất và giá trị bình phương trung bình gia tốc dao động tại các vị trí làm việc trên xe tăng T54B trên đường “lượn sóng” khi thay đổi vận tốc khảo sát



* Nhận xét:

- Gia tốc dao động thẳng đứng lớn nhất tại các vị trí trên xe tăng T54B khi chuyển động qua các loại địa hình khác nhau về cơ bản không sai khác nhiều nhưng tại vị trí của lái xe thường có giá trị lớn nhất (hình 5, 7, 9);

- Bình phương trung bình gia tốc dao động thẳng đứng tại vị trí lái xe luôn lớn nhất với các giá trị vận tốc khảo sát (hình 6, 8, 9);

4. KẾT LUẬN

Bằng mô hình đã xây dựng, ta có thể khảo sát được dao động tại mọi vị trí trên xe (trên mô hình phẳng), qua đó sơ bộ xác định vị trí có các giá trị gia tốc lớn nhất, bình phương trung bình gia tốc dao động thẳng đứng là lớn nhất, ta có thể coi đây là vị trí “nguy hiểm”. Sau khi xác định được vị trí nguy hiểm, ta có thể nghiên cứu đưa ra giải pháp cách ly dao động, làm giảm tác động của dao động đến người và trang bị trên xe.

Cũng bằng mô hình đã xây dựng, chúng ta có thể thay đổi các tham số độ cứng, độ cản giảm chấn của kết cấu cách ly dao động để khảo sát hiệu quả cách ly dao động (khả năng “cắt đỉnh” giá trị gia tốc lớn nhất)... trong các loại điều kiện đường đã xây dựng. ❖

Ngày nhận bài: 25/6/2023

Ngày phản biện: 12/7/2023

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Cục Quân y (2017); Báo cáo kết quả thực hiện quan trắc môi trường lao động tại Trường Trung cấp Kỹ thuật Tăng Thiết giáp – Bộ Tư lệnh Tăng Thiết giáp.
- [2]. Nguyễn Văn Luận, Nguyễn Văn Tân, Lê Trung Dũng (dịch 1990); *Lý thuyết xe tăng*, Học viện Kỹ thuật Quân sự.
- [3]. Lê Trung Dũng (1993); *Khảo sát chuyển động của xe xích trên nền đất không bằng phẳng*, Học viện Kỹ thuật Quân sự.
- [4]. Nguyễn Chí Thanh (1996); *Khảo sát đặc tính dao động xe tăng của một số nước trên thế giới*, Học viện Kỹ thuật Quân sự.
- [5]. В.А. Савочкин, С.М. Шишанов (2007), *Основы линейной теории подрессоривания транспортных тяговых гусеничных машин*, Московский государственный технический университет "МАМИ".
- [6]. В.А. Савочкин, Е.И. Парфенов (2007), *Теоретические основы приближенного расчета нелинейных систем подрессоривания тяговых и транспортных гусеничных машин*, Московский государственный технический университет "МАМИ".
- [7]. M. K. Ravishankar, C. Sujatha (2007), *Stationary response of a military tracked vehicle*, ICSV14.
- [8]. Lessem A.S, Murphy N.R,Jr. (1972), *Studies of the dynamics of tracked vehicles*, U.S Army Engineer Waterways Experiment Station, U.S Army, Vicksburg, Mississippi.
- [9]. Rozali Ahmad (2009), *"Low Back Pain and Association with Whole Body Vibration, Among Military Armoured Vehicle Drivers in Malaysia"*, Med J Malaysia, Vol 64(3), 197-204.
- [10]. Jothi S., Balamurugan V., Malar Mohan K. (2016), *"Ride Dynamics of a Tracked Vehicle with a Finite Element Vehicle Model"*, Defence Science Journal, India, Vol. 66(1), 19-25.