

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MẤP MÔ MẶT ĐƯỜNG ĐẾN DAO ĐỘNG Ô TÔ KHÁCH HYUNDAI COUNTY

RESEARCH ON THE INFLUENCE OF ROAD SURFACE ROUGHNESS ON THE VIBRATION OF HYUNDAI COUNTY BUS

ĐỖ MINH HUY^{1,a}, NGUYỄN THANH TÙNG^{1,b}, TẠ TUẤN HÙNG^{2,c}

¹Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

²Trường Đại học Công nghệ Giao thông Vận tải

Email^a: dmhuy@kgc.edu.vn; ^b tungnt@vlute.edu.vn; ^c tuanhung153@gmail.com

Nhận bài (Received): 24/8/2022; Phản biện (Reviewed): 02/10/2022; Chấp nhận (Accepted): 03/11/2022

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của mấp mô mặt đường đến dao động ô tô khách Hyundai County. Nhóm tác giả sử dụng phương pháp tách cấu trúc hệ nhiều vật để xây dựng mô hình dao động ô tô khách Hyundai County và sử dụng phương trình Newton - Euler để thiết lập hệ phương trình vi phân mô tả động lực học. Sử dụng phần mềm Matlab - Simulink để khảo sát dao động ô tô khách Hyundai County với kích động mặt đường ngẫu nhiên theo tiêu chuẩn ISO 8608:2016 [1]. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi ô tô khách Hyundai County chở đầy tải chuyển động ở vận tốc từ 30 đến 80 km/h trên mặt đường ngẫu nhiên loại B theo tiêu chuẩn ISO 8608:2016 thì các thông số đánh giá về dao động của ô tô như độ êm dịu chuyển động (gia tốc dọc, gia tốc ngang, gia tốc thẳng đứng) và độ an toàn động lực học (hệ số tải trọng lớn nhất tác dụng lên các bánh xe, hệ số tải trọng nhỏ nhất tác dụng lên các bánh xe) đều đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn TCVN 6964 - ISO 2631 [2] và tiêu chuẩn VDI - 2057 của Đức [3].

Từ khoá: Dao động, ô tô khách, Hyundai County.

ABSTRACT

This paper presents the results of research on the influence of road surface roughness on the vibration of Hyundai County bus. The authors used the method of separating the structure of a multi-body system to build the Hyundai County bus vibration model and used the Newton - Euler equation to establish a system of differential equations describing the dynamics. Matlab - Simulink software was used to survey the vibration of Hyundai County bus with random road surface agitation according to ISO 8608:2016 [1]. The research results show that, when a full-loaded Hyundai County bus moves at a speed of 30 to 80 km/h on a random Class B road surface according to ISO 8608:2016, the evaluation parameters of automobile vibration such as the smooth movement (longitudinal acceleration, horizontal acceleration, vertical acceleration) and dynamic safety (maximum load factor acting on the wheels, minimum load factor acting on the wheels) all meet the requirements of TCVN 6964 - ISO 2631 [2] and VDI - 2057 standard of Germany [3].

Keywords: Vibration, bus, Hyundai County.

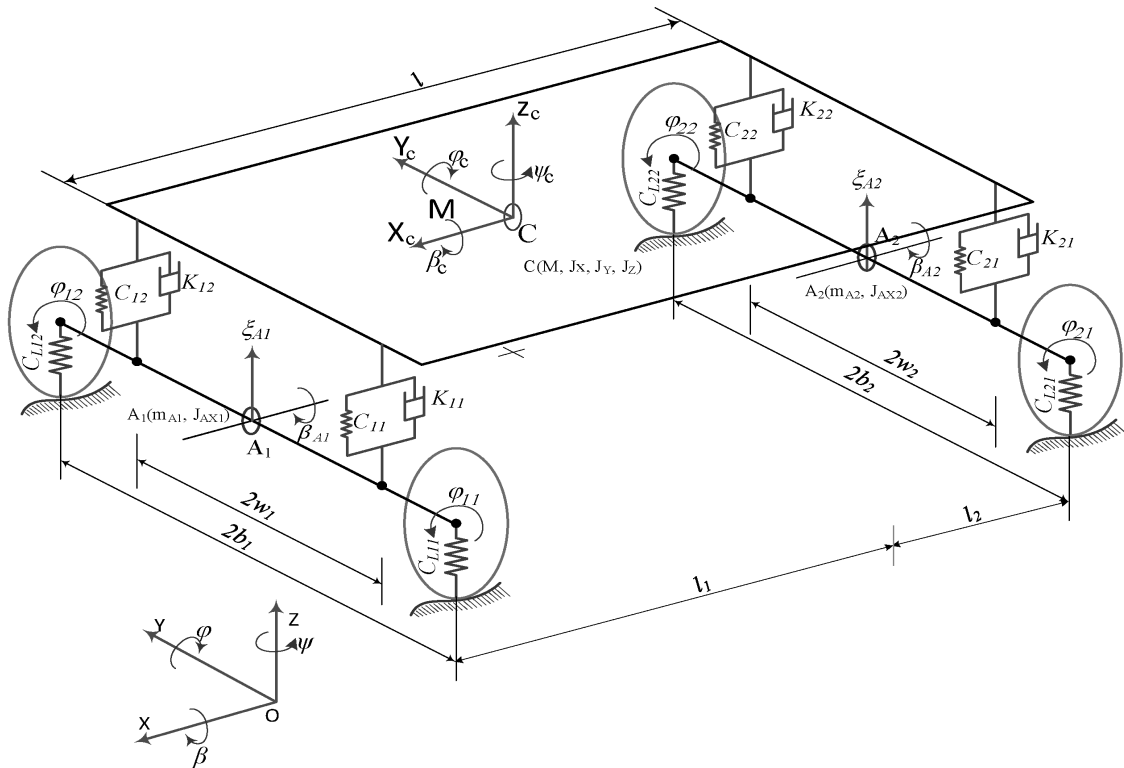
1. Mở đầu

Dao động ô tô là lĩnh vực được nhiều nhà khoa học và các chuyên gia quan tâm nghiên cứu nhằm thiết kế và chế tạo ra ô tô có các tính năng ưu việt đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của con người. Bài báo thiết lập mô hình động lực học nghiên cứu dao động xe khách Hyundai County từ đó đưa ra lời khuyên cho người sử dụng vận hành ô tô đảm bảo an toàn, tăng độ êm dịu cho hành khách, hàng hoá và tăng tuổi thọ xe.

2. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

2.1. Mô hình dao động ô tô khách Hyundai County

Ô tô khách Hyundai County có cấu trúc phức tạp, thuộc hệ nhiều vật, để mô tả dao động cho hệ nhiều vật nhóm tác giả sử dụng phương pháp tách cấu trúc hệ nhiều vật và phương trình Newton-Euler [4,5,6].



Hình 1. Mô hình động lực học ô tô khách Hyundai County

Dựa vào phương trình Newton-Euler, nhóm tác giả viết được hệ phương trình động lực học ô tô khách Hyundai County như sau [7,8,9,10]:

$$(m_c + m_{A1} + m_{A2})(\ddot{x} - \dot{\psi}\dot{y}) = F_{x11} \cos \delta_{11} + F_{x12} \cos \delta_{12} - F_{y11} \sin \delta_{11} - F_{y12} \sin \delta_{12} + F_{x21} + F_{x22} \quad (1)$$

$$(m_c + m_{A1} + m_{A2})(\ddot{y} + \dot{\psi}\dot{x}) = F_{x11} \sin \delta_{11} + F_{x12} \sin \delta_{12} - F_{y11} \cos \delta_{11} - F_{y12} \cos \delta_{12} + F_{y21} + F_{y22} \quad (2)$$

$$J_z \ddot{\psi} = (F_{x11} \sin \delta_{11} + F_{x12} \sin \delta_{12} + F_{y11} \cos \delta_{11} + F_{y12} \cos \delta_{12})l_1 + (F_{x22} - F_{x21})b_2 + (F_{x12} \cos \delta_{12} - F_{x11} \cos \delta_{11} + F_{y11} \sin \delta_{11} - F_{y12} \sin \delta_{12})b_1 - (F_{y21} + F_{y22})l_2 \quad (3)$$

$$m\ddot{z} = F_{C11} + F_{K11} + F_{C12} + F_{K12} + F_{C21} + F_{K21} + F_{C22} + F_{K22} \quad (4)$$

$$J_y\ddot{\phi} = l_1(F_{C11} + F_{K11} + F_{C12} + F_{K12}) - l_2(F_{C21} + F_{K21} + F_{C22} + F_{K22}) + (M_{1j} + M_{2j}) \quad (5)$$

$$J_x\ddot{\beta} = (F_{C12} + F_{K11} - F_{C11} - F_{K11})w_1 + (F_{C22} + F_{K22} - F_{C21} - F_{K21})w_2 \quad (6)$$

$$m_{A1}\ddot{z}_{A1} = F_{CL11} + F_{CL12} - F_{K11} - F_{C11} - F_{K12} - F_{C12} \quad (7)$$

$$J_{Ax1}\ddot{\beta}_{A1} = (F_{C11} + F_{K11} - F_{C12} - F_{K12})w_1 + (F_{CL12} - F_{CL11})b_1 \quad (8)$$

$$m_{A2}\ddot{z}_{A2} = F_{CL21} + F_{CL22} - F_{C21} - F_{K21} - F_{C22} - F_{K22} \quad (9)$$

$$J_{xA2}\ddot{\beta}_{A2} = (F_{C21} + F_{K21} - F_{C22} - F_{K22})w_2 + (F_{CL22} - F_{CL21})b_2 \quad (10)$$

$$J_{Ay11}\ddot{\phi}_{11} = M_{A11} - M_{B11} - F_{x11}r_{d11} \quad (11)$$

$$J_{Ay12}\ddot{\phi}_{12} = M_{A12} - M_{B12} + F_{x12}r_{d12} \quad (12)$$

$$J_{Ay21}\ddot{\phi}_{21} = M_{A21} - M_{B21} + F_{x21}r_{d21} \quad (13)$$

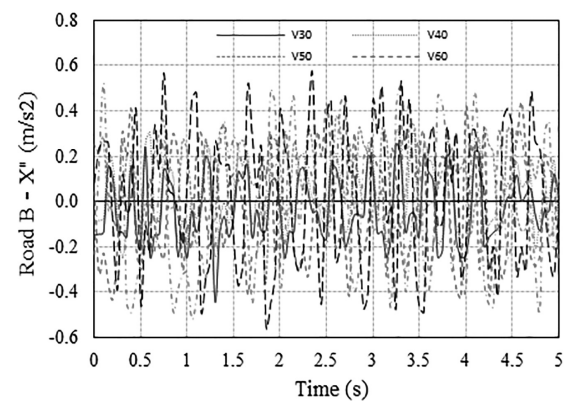
$$J_{Ay22}\ddot{\phi}_{22} = M_{A22} - M_{B22} + F_{x22}r_{d22} \quad (14)$$

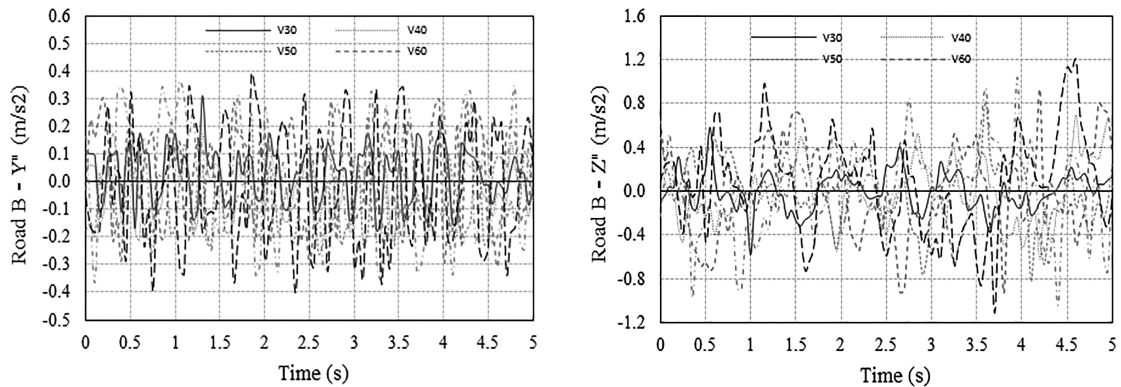
2.2. Khảo sát dao động ô tô khách Hyundai County

Nhóm tác giả sử dụng phần mềm Matlab-Simulink để khảo sát dao động ô tô khách Hyundai County [11]. Điều kiện khảo sát là cho ô tô chở đầy tải chuyển động ở các vận tốc khác nhau $V=[30, 40, 50, 60, 70, 80]$ km/h trên mặt đường ngẫu nhiên loại B (đường chất lượng tốt, có hệ số bám tương đương $\phi_{x\max}=0,8$) theo tiêu chuẩn ISO 8608:2016 [1].

Hình 2 là đồ thị gia tốc dao động của ô tô khách Hyundai County theo phương x, y, z khi ô tô chở đầy tải chuyển động ở các vận tốc khác nhau $V=[30, 40, 50, 60, 70, 80]$ km/h trên mặt đường ngẫu nhiên loại B theo tiêu chuẩn ISO 8608:2016. Ta thấy khi ô tô khách Hyundai County chuyển động ở các vận tốc khác nhau

$V=[30, 40, 50, 60, 70, 80]$ km/h trên mặt đường ngẫu nhiên loại B thì gia tốc dao động theo phương x, y, z lớn nhất có giá trị nhỏ hơn giá trị cho phép $x_{\max} < 1\text{m/s}^2$; $y_{\max} < 0.7\text{m/s}^2$; $z_{\max} < 2.5\text{m/s}^2$ nên ô tô đảm bảo độ êm dịu chuyển động theo tiêu chuẩn TCVN 6964 - ISO 2631 [2] và tiêu chuẩn VDI - 2057 của Đức [3].

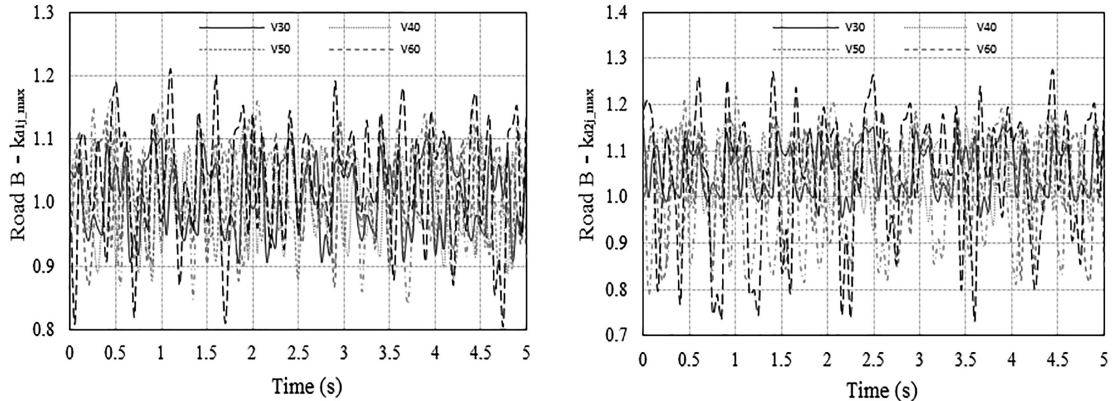




Hình 2. Đồ thị gia tốc dao động theo phương x, y, z trên đường loại B

Đồ thị hệ số tải trọng lớn nhất tác dụng lên các bánh xe cầu trước và cầu sau của ô tô khách Hyundai County khi ô tô chở đầy tải chuyển động ở các vận tốc khác nhau $V=[30, 40, 50, 60, 70, 80]$ km/h trên mặt đường ngẫu nhiên loại B theo tiêu chuẩn ISO 8608:2016 được trình bày trong hình 3. Ta thấy khi ô tô khách Hyundai County chuyển động ở các vận tốc khác

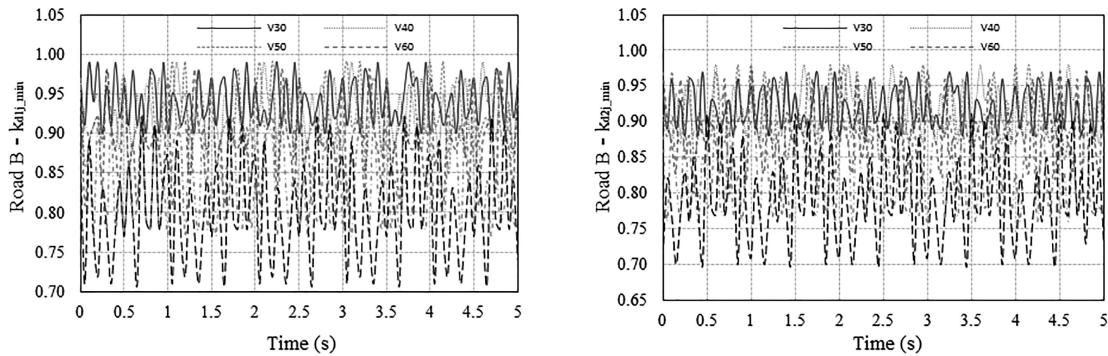
nhau $V=[30, 40, 50, 60, 70, 80]$ km/h trên mặt đường ngẫu nhiên loại B thì hệ số tải trọng lớn nhất tác dụng lên các bánh xe cầu trước và cầu sau có giá trị nhỏ hơn giá trị cho phép ($k_{dmax} < 1.5$) nên ô tô đảm bảo độ an toàn động lực học, dao động ô tô không ảnh hưởng đến tuổi thọ của xe và đường theo tiêu chuẩn TCVN 6964 - ISO 2631 và tiêu chuẩn VDI – 2057 của Đức.



Hình 3. Đồ thị hệ số tải trọng lớn nhất của cầu trước và cầu sau

Hình 4 là đồ thị hệ số tải trọng nhỏ nhất tác dụng lên các bánh xe cầu trước và cầu sau của ô tô khách Hyundai County khi ô tô chở đầy tải chuyển động ở các vận tốc khác nhau $V=[30, 40, 50, 60, 70, 80]$ km/h trên mặt đường ngẫu nhiên loại B theo tiêu chuẩn ISO 8608:2016. Ta thấy khi ô tô khách Hyundai County chuyển động ở các vận tốc khác nhau $V=[30, 40, 50, 60, 70,$

$80]$ km/h trên mặt đường ngẫu nhiên loại B thì hệ số tải trọng nhỏ nhất tác dụng lên các bánh xe cầu trước và cầu sau có giá trị lớn hơn giá trị cảnh báo ($k_{dmin} > 0.5$) nên ô tô đảm bảo độ an toàn động lực học, đảm bảo khả năng truyền lực và tính dẫn hướng theo tiêu chuẩn TCVN 6964 - ISO 2631 và tiêu chuẩn VDI – 2057 của Đức.



Hình 4. Đồ thị hệ số tải trọng nhỏ nhất của cầu trước và cầu sau

3. Kết luận

Khi ô tô khách Hyundai County chở đầy tải chuyển động ở các vận tốc khác nhau $V=[30, 40, 50, 60, 70, 80]$ km/h trên mặt đường ngẫu nhiên loại B theo tiêu chuẩn ISO 8608:2016 [1] thì các thông số đánh giá về dao động của ô tô như độ êm

diệu chuyển động (gia tốc dọc, gia tốc ngang, gia tốc thẳng đứng) và độ an toàn động lực học (hệ số tải trọng lớn nhất tác dụng lên các bánh xe, hệ số tải trọng nhỏ nhất tác dụng lên các bánh xe) đều đạt yêu cầu theo tiêu chuẩn TCVN 6964 - ISO 2631 [2] và tiêu chuẩn VDI – 2057 của Đức [3].

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] International standard ISO 8608:2016, Mechanical vibration - Road Surface Profiles - Reporting of Measured Data (2016)
- [2] National standard TCVN 6964:2008 (ISO 2631:2003), Mechanical vibrations and vibrations - Evaluation of human exposure to whole-body vibration (2008)
- [3] Germany standard VDI 2057-1:2017, Human exposure to mechanical vibrations whole body vibration (2017)
- [4] Reza N. Jazar, Vehicle dynamics theory and application, Springer Switzerland (2017)
- [5] Rajesh Rajamani (2012), Vehicle dynamics and control. Springer New York.
- [6] Wuwei Chen (2016), Integrated vehicle dynamic and control. John Wiley, Singapore.
- [7] Reza N. Jazar (2019), Advanced vehicle dynamics. Springer Nature Switzerland AG.
- [8] Nguyen Thanh Tung, Vo Van Huong, Phan Tuan Kiet, Experimental research on determining the vertical tyre force of a tractor semi-trailer, International Journal of Modern Physics B (2020), <https://doi.org/10.1142/S0217979220401633>
- [9] Nguyen Thanh Tung, Setting up the braking force measurement system of the tractor semi-trailer, Engineering solid mechanic (2021), <https://doi.org/10.5267/j.esm.2021.6.001>
- [10] Nguyen Thanh Tung, Luong Van Van, Nguyen Thanh Quang, A survey on the effects of bumpy road on the vibration of multi-purpose forest fire fighting vehicle, Engineering solid mechanic (2021), <https://doi.org/10.5267/j.esm.2021.3.001>
- [11] Nguyễn Phùng Quang (2004), *Matlab & Simulink dành cho kỹ sư điều khiển tự động*, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.