

# Nghiên cứu dao động của ô tô Toyota VIOS 1.5G trên mặt đường loại B theo Tiêu chuẩn ISO 8608:2016

■ TS. NGUYỄN THANH TÙNG

Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

**TÓM TẮT:** Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu dao động của ô tô Toyota VIOS 1.5G trên mặt đường BC theo Tiêu chuẩn ISO8608:2016. Tác giả sử dụng phương pháp tách cấu trúc hệ nhiều vật MBS để thiết lập mô hình động lực học không gian ô tô Toyota VIOS 1.5G. Sử dụng phương trình Newton-Euler để xây dựng hệ phương trình dao động ô tô. Sử dụng phần mềm Matlab-simulink để khảo sát dao động của ô tô Toyota VIOS 1.5G trên mặt đường BC theo Tiêu chuẩn ISO 8608:2016. Kết quả nghiên cứu cho thấy, hệ số tải trọng động tác dụng lên bánh xe và khung xe Dongfeng DVM 2.5 đầy tải khi chạy trên 3 loại đường BC, CD, DE của Tiêu chuẩn ISO 8608:1995 nhỏ hơn giá trị cho phép, ô tô đảm bảo an toàn động lực học. Khi ô tô làm việc trên đường EF thì hệ số tải trọng động lớn hơn giá trị cho phép, ô tô không đảm bảo an toàn.

**TỪ KHÓA:** Đường loại BC, ISO 8608:1995, dao động ô tô, Toyota VIOS 1.5G.

**ABSTRACT:** The paper presents the research results on the effect of road quality on dynamic load on Dongfeng DVM 2.5. The author uses the method of structural separation MBS and the Newton-Euler equation to set the system of dynamic equations of truck by 3D dynamic model. Matlab-simulink software is used to examine the effect of road quality on dynamic load. The results show that, the dynamic load factor acting on the wheel and chassis of Dongfeng DVM 2.5 full load running on 3 types of roads BC, CD, DE of ISO 8608:1995 standard is smaller than the allowable value. When the truck works on the EF, the dynamic load factor is greater than the permissible value, the car does not guarantee safety.

**KEYWORDS:** BC-class road, ISO 8608:1995, vehicle vibration, Toyota VIOS 1.5G.

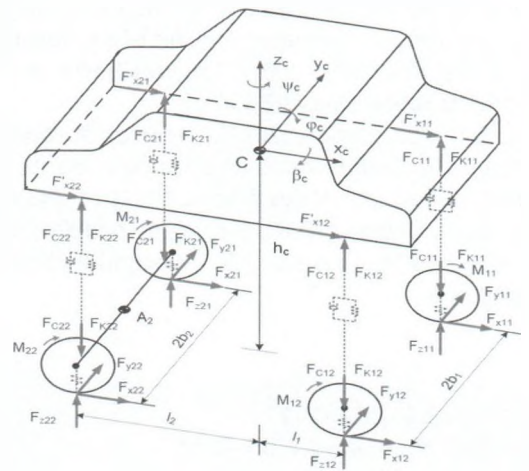
## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dao động của ô tô phụ thuộc chủ yếu vào biên dạng mấp mô mặt đường. Tùy theo chiều dài của mấp mô hoặc chiều cao của nó mà ta có thể phân chia thành ba nhóm

chủ yếu sau: mấp mô có chiều dài ngắn, tác động lên các bánh xe mang tính va đập (dạng hình bậc, hình thang, tam giác); mấp mô có dạng điều hòa; mấp mô phân bố ngẫu nhiên. Hiện nay, phương pháp mô tả mấp mô mặt đường bằng hàm ngẫu nhiên đã được chuẩn hóa theo Tiêu chuẩn ISO 8608:2016 [8]. Vì vậy, tác giả sử dụng tiêu chuẩn này để mô tả kích thích từ mặt đường trong mô hình khảo sát dao động của ô tô Toyota VIOS 1.5G.

## 2. MÔ HÌNH KHẢO SÁT

Tác giả sử dụng phương pháp tách cấu trúc hệ nhiều vật MBS (Multy Body System) để xây dựng mô hình động lực học không gian ô tô Toyota VIOS 1.5G như Hình 2.1 [2,5,6].



Hình 2.1: Sơ đồ động lực học ô tô VIOS 1.5G

Sử dụng phương pháp tách cấu trúc và phương trình Newton-Euler, tác giả thiết lập được hệ phương trình dao động ô tô trong mặt phẳng dọc (XOY) như sau [2,3]:

$$m\ddot{x} = F_{x11} + F_{x12} + F_{x21} + F_{x22} \quad (1)$$

$$m\ddot{y} = F_{y11} + F_{y12} + F_{y21} + F_{y22} \quad (2)$$

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

Phương trình dao động ô tô trong mặt phẳng đứng (XOZ) như sau [2,3]:

$$m\ddot{z} = F_{c11} + F_{k11} + F_{c12} + F_{k12} \quad (4)$$

$$J_y\ddot{\phi} = (F_{c11} + F_{k11} + F_{c12} + F_{k12})l_1 - (F_{c21} + F_{k21} + F_{c22} + F_{k22})l_2 + M_{11} + M_{21} \quad (5)$$

Phương trình dao động ô tô trong mặt phẳng ngang (YOZ) là [2,3]:

$$J_x\ddot{\beta} = (F_{c12} + F_{k12} - F_{c11} - F_{k11})w_1 + (F_{c22} + F_{k22} - F_{c21} - F_{k21})w_2 \quad (6)$$

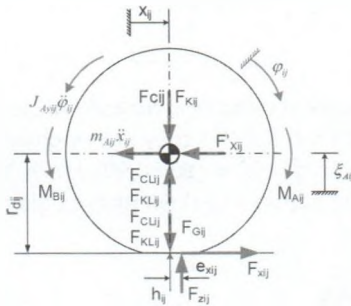
$$m_1 \ddot{\xi}_{11} = -(F_{K11} + F_{C11}) + F_{CL11} \quad (7)$$

$$m_2 \ddot{\xi}_{12} = -(F_{K12} + F_{I2}) + F_{CL12} \quad (8)$$

$$m_3 \ddot{z}_A = F_{CL21} + F_{CL22} - F_{C21} - F_{K21} - F_{C22} - F_{K22} \quad (9)$$

$$J_{Ax} \ddot{\beta}_A = (F_{C21} - F_{C22})w_2 + (F_{CL22} - F_{CL21})b_1 - F_{y21}(r_{21} + \xi_{A21}) - F_{y22}(r_{22} + \xi_{A22}) \quad (10)$$

Để giải được hệ phương trình động lực học ô tô ta cần xác định các lực tương tác lốp-đường bằng mô hình động lực học bánh xe như hình (2) [2,5]. Ô tô Toyota VIOS 1.5G có hai cầu, mỗi cầu có hai bánh xe, do đó ta có phương trình động lực học của bốn bánh xe như phương trình (11 - 14):



Hình 2.2: Sơ đồ động lực học bánh xe

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

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

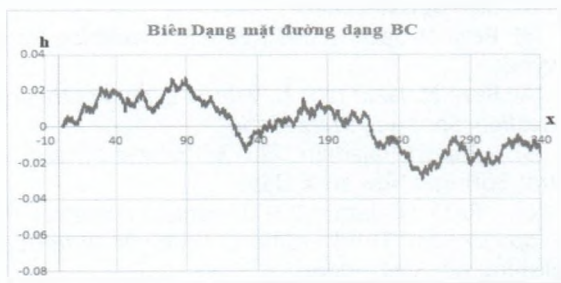
$$J_{Ay21} \ddot{\phi}_{21} = M_{A21} - M_{B21} - F_{x21} r_{d21} \quad (13)$$

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

### 3. KẾT QUẢ KHẢO SÁT

Sử dụng phần mềm Matlab-Simulink để khảo sát dao động của ô tô Toyota VIOS 1.5G trên mặt đường BC theo Tiêu chuẩn ISO 8608:2016 [8]. Cho ô tô Toyota VIOS 1.5G chở đầy tải chuyển động thẳng với vận tốc  $V = [60,80,90]$  km/h trên mặt đường tốt BC theo Tiêu chuẩn ISO 8608:2016.

Hình 3.1 mô tả mấp mô của mặt đường BC theo Tiêu chuẩn ISO 8608:2016 khi xe chuyển động với quãng đường 340 m [8].



Hình 3.1: Biên dạng mặt đường BC theo Tiêu chuẩn ISO 8608:2016

Hình 3.2 mô tả gia tốc thẳng đứng tại trọng tâm của thân xe khi xe chuyển động trên đường BC ở vận tốc  $V = [60,80,90]$  km/h.

Ta thấy, khi ô tô chuyển động với vận tốc  $V = [60,80,90]$  km/h trên mặt đường BC thì gia tốc cực đại thân xe đạt giá trị khoảng 0,3 m/s<sup>2</sup> và gia tốc thân xe khi ổn định dưới 0,1 m/s<sup>2</sup>



Hình 3.2: Gia tốc thẳng đứng của thân xe

Hình 3.3 là đồ thị góc lắc dọc thân xe quanh trục OY tại trọng tâm khi xe chuyển động trên đường BC ở  $V = [60,80,90]$  km/h.

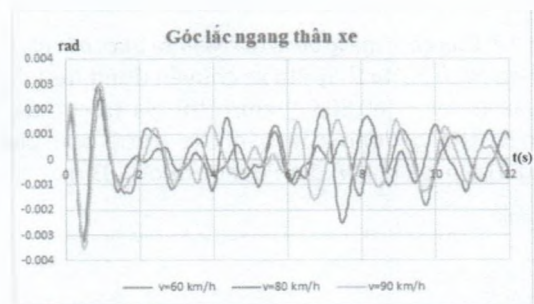
Kết quả khảo sát cho thấy, góc lắc dọc cực đại khoảng  $4.10^{-5}$  rad và góc lắc dọc ổn định ở mức dưới  $2.10^{-5}$  rad khi ô tô chuyển động với vận tốc  $V = [60,80,90]$  km/h trên mặt đường BC.



Hình 3.3: Góc lắc dọc thân xe quanh OY

Góc lắc ngang thân xe quanh trục OX tại trọng tâm khi ô tô chuyển động trên đường BC ở  $V = [60,80,90]$  km/h được biểu diễn trong Hình 3.4.

Dựa vào kết quả khảo sát ở Hình 3.4 ta thấy góc lắc ngang thân xe đạt cực đại khoảng 0,003 rad và góc lắc ngang thân xe ổn định ở mức dưới 0,002 rad khi ô tô chuyển động với vận tốc  $V = [60,80,90]$  km/h trên mặt đường BC theo Tiêu chuẩn ISO 8608:2016.



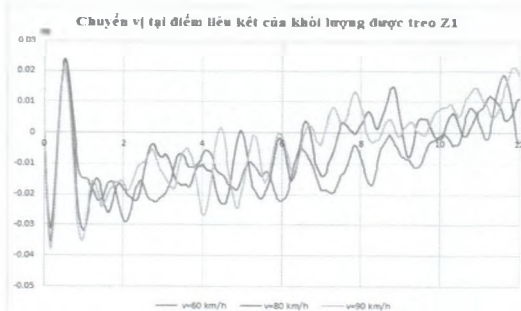
Hình 3.4: Góc lắc ngang thân xe quanh OX

Hình 3.5 biểu diễn chuyển vị thẳng đứng của thân xe tại trọng tâm  $Z_s$  khi xe chuyển động trên đường BC ở vận tốc  $V = [60,80,90]$  km/h.

Ta thấy khi ô tô chuyển động với vận tốc  $V = [60,80,90]$  km/h trên mặt đường BC theo tiêu chuẩn ISO 8608:2016 thì giá trị cực đại của chuyển vị thẳng đứng thân xe khoảng 0,04 m và chuyển vị thẳng đứng thân xe ổn định ở mức dưới 0,03 m.



Hình 3.5: Chuyển vị thẳng đứng thân xe tại trọng tâm  $Z_5$



Hình 3.6: Chuyển vị thẳng đứng của bánh xe trước bên trái  $Z_1$

Hình 3.6 mô tả chuyển vị thẳng đứng của bánh xe trước bên trái khi xe chuyển động trên đường BC ở vận tốc  $V = [60,80,90]$  km/h. Chuyển vị thẳng đứng của bánh xe trước bên trái  $Z_1$  đạt giá trị cực đại khoảng 0,035m và ổn định ở mức dưới 0,02 m.



Hình 3.7: Chuyển vị thẳng đứng của bánh xe trước bên phải  $Z_2$

Theo Hình 3.7 ta thấy khi xe chuyển động trên đường BC ở vận tốc  $V = [60,80,90]$  km/h thì giá trị cực đại của chuyển vị thẳng đứng của bánh xe trước bên phải  $Z_2$  khoảng 0,04 m và khi ổn định ở mức dưới 0,03 m.



Hình 3.8: Chuyển vị thẳng đứng của bánh xe sau bên trái  $Z_3$

Quan sát Hình 3.8 ta thấy khi xe chuyển động trên đường BC ở vận tốc  $V = [60,80,90]$  km/h thì chuyển vị thẳng đứng của bánh xe sau bên trái  $Z_3$  đạt giá trị cực đại khoảng 0,03 m.



Hình 3.9: Chuyển vị thẳng đứng của bánh xe sau bên phải  $Z_4$

Tương tự, Hình 3.9 cho thấy khi xe chuyển động trên đường BC ở vận tốc  $V = [60,80,90]$  km/h thì chuyển vị thẳng đứng của bánh xe sau bên phải có giá trị cực đại của khoảng 0,02 m.

#### 4. KẾT LUẬN

Khi ô tô chuyển động với vận tốc  $V = [60,80,90]$  km/h trên mặt đường BC theo Tiêu chuẩn ISO 8608:2016 thì ô tô chuyển động êm dịu, gia tốc theo phương thẳng đứng không tăng đột ngột, gia tốc cực đại thân xe khoảng  $0,2 \text{ m/s}^2$  và gia tốc thân xe khi ổn định dưới  $0,1 \text{ m/s}^2$ ; góc lắc dọc cực đại khoảng 0,00004 rad và góc lắc dọc ổn định ở mức dưới 0,00002 rad; góc lắc ngang cực đại khoảng 0,003 rad và góc lắc ngang thân xe ổn định ở mức dưới 0,002 rad; chuyển vị của thân xe cực đại khoảng 0,04 m và chuyển vị thân xe ổn định ở mức dưới 0,02 m, đáp ứng các tiêu chuẩn về độ êm dịu và đảm bảo được tuổi thọ của các chi tiết trên xe.

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Võ Văn Hường (2005), *Nghiên cứu hoàn thiện mô hình khảo sát dao động ô tô tải nhiều cầu*, Luận án Tiến sỹ kỹ thuật, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [2]. Võ Văn Hường và các tác giả (2014), *Động lực học ô tô*, NXB. Giáo dục Việt Nam.
- [3]. Reza N. Jazar (2005), *Vehicle Dynamics*, Springer Newyork.
- [4]. Reza N. Jazar (2017), *Vehicle dynamics theory and application*, Springer, Switzerland.
- [5]. Rajesh Rajamani (2012), *Vehicle dynamics and control*, Springer New York, USA.
- [6]. Reza N. Jazar (2017), *Vehicle dynamics theory and application*, Third edition, Springer international publishing AG, Switzerland.
- [7]. Wuwei Chen (2016), *Integrated vehicle dynamic and control*, John Wiley, Singapore.
- [8]. ISO8608:2016 (2016), *Mechanical vibration - Road Surface Profiles - Reporting of Measured Data*.

Ngày nhận bài: 28/4/2021

Ngày chấp nhận đăng: 24/5/2021

Người phản biện: PGS. TS. Cao Hùng Phi  
TS. Nguyễn Thái Văn