

DAO ĐỘNG CỦA Ô TÔ TẢI SẢN XUẤT LẮP RÁP Ở VIỆT NAM KHI VẬN CHUYỂN GỠ CÓ TÍNH ĐẾN XOẮN CỦA KHUNG XE

Nguyễn Hồng Quang¹, Nguyễn Văn Bang², Nguyễn Nhật Chiêu³

^{1,3}Trường Đại học Lâm nghiệp

²Trường Đại học Giao thông Vận tải

TÓM TẮT

Ô tô tải sản xuất lắp ráp ở Việt Nam đã và đang được sử dụng để vận chuyển gỗ rừng trồng. Do chuyển động trên đường lâm nghiệp chất lượng không cao, hay gặp mấp mô, nên xe thường bị dao động làm giảm độ êm dịu chuyển động và làm cho khung xe bị xoắn. Bài báo trình bày kết quả xây dựng mô hình toán học và khảo sát dao động của xe tải chở gỗ có tính đến sự xoắn khung xe.

Từ khóa: Độ êm dịu chuyển động, đường lâm nghiệp, mô hình toán học, ô tô tải, vận chuyển gỗ rừng trồng.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay có nhiều cơ sở trong nước liên doanh với nước ngoài sản xuất và lắp ráp các loại xe tải nhỏ và trung bình. Đã có nhiều các công ty, hộ sản xuất kinh doanh rừng sử dụng loại xe này vào việc vận chuyển gỗ rừng trồng. Sử dụng các loại xe này không đòi hỏi vốn lớn cho việc mua sắm xe cũng như không cần thiết phải làm đường rộng đến các khu rừng trồng. Do chuyển động trên đường lâm nghiệp, hay gặp những mấp mô, ổ gà, gây nên dao động cho xe, ảnh hưởng đến độ êm dịu chuyển động và làm cho khung xe bị xoắn.

Bài báo này trình bày phương pháp và kết quả xây dựng mô hình toán học và khảo sát dao động của xe tải chở gỗ khi chuyển động trên đường lâm nghiệp, làm cơ sở cho việc kiểm tra bền khung xe và hoàn thiện thêm kết cấu hệ thống treo.

II. NỘI DUNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đối tượng nghiên cứu là dao động của ô tô tải được sản xuất lắp ráp ở Việt Nam Thaco 165 K chở gỗ, xe chuyển động trên những đoạn đường thẳng với vận tốc không đổi.

Để lập mô hình tính toán dao động của xe trong trường hợp này, công nhận một số giả thiết sau: (i) Trên xe chở đầy gỗ và coi khối gỗ trên xe như một khối đặc do đã được bó chặt; (ii) Khung xe bị xoắn do các góc nghiêng ở đằng trước và sau khung khác nhau; (iii) Các bánh xe luôn bám đường, bỏ qua ảnh hưởng

của sự trượt của các bánh xe; (iv) Mặt đường coi như cứng tuyệt đối; (v) Khối lượng của xe và gỗ được liên kết cứng với sàn thùng xe, khối lượng tổng hợp được đặt tại trọng tâm chung của chúng; (vi) Bỏ qua ảnh hưởng của lực cản không khí và ma sát ở các ổ trục của các bánh xe; (vii) Dao động của xe được xét là các dịch chuyển quanh vị trí cân bằng tĩnh; (viii) Kết cấu của xe và tải trọng phân bố đối xứng qua mặt phẳng thẳng đứng dọc [1].

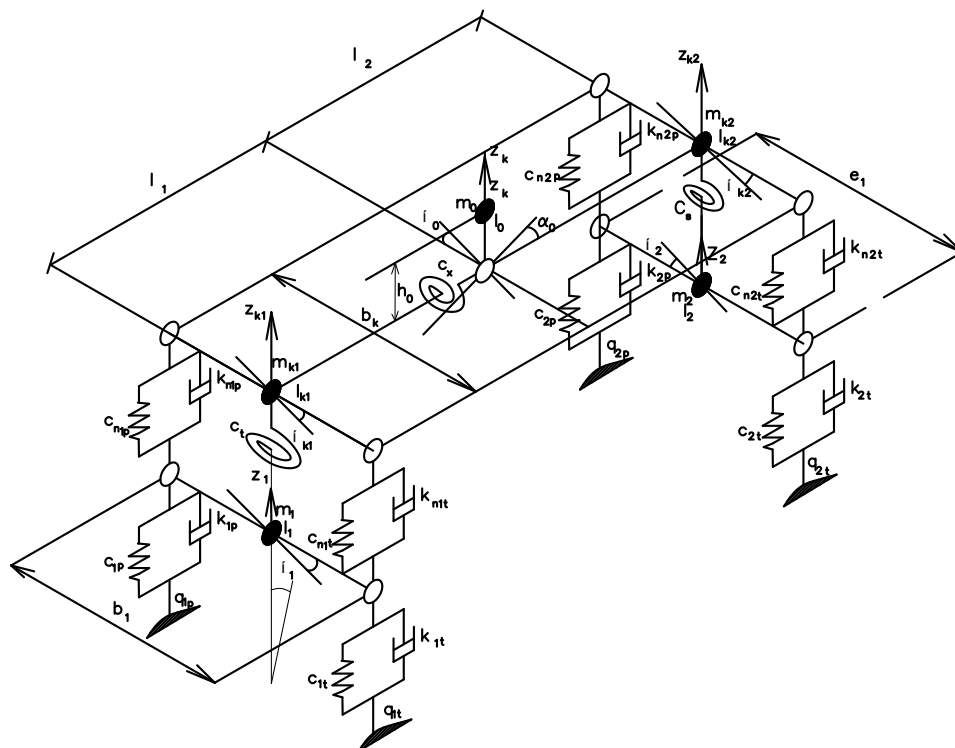
Với các giả thiết trên, xây dựng mô hình nghiên cứu dao động của xe quanh vị trí cân bằng tĩnh khi di chuyển trên đường lâm nghiệp.

Sử dụng nguyên lý D’Alambert để thiết lập phương trình vi phân dao động của khối lượng được treo và không được treo cầu trước; sau đó thiết lập phương trình vi phân dao động của khối lượng được treo và không được treo cầu sau tương tự như đối với cầu trước, với chú ý về dấu của lực tương tác giữa khối lượng được treo phân bố lên cầu trước và khối lượng được treo phân bố lên cầu sau.

Các hệ phương trình nêu trên được giải bằng phần mềm Matlab – Simulink sau khi đã xác định các thông số đầu vào bằng thực nghiệm.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Mô hình dao động không gian của xe tải Thaco 165K có tính đến xoắn khung chúng tôi đã xây dựng được giới thiệu ở hình 01.



Hình 01. Mô hình dao động của xe trong không gian có kể đến xoắn khung

Các ký hiệu trên hình vẽ được giải thích như sau:

- + z_{k1}, β_{k1} – dịch chuyển và góc lắc của khối lượng được treo phân bố lên cầu trước;
- + z_{k2}, β_{k2} – dịch chuyển và góc lắc của khối lượng được treo phân bố lên cầu sau;
- + z_1, β_1 – dịch chuyển và góc lắc của khối lượng không được treo cầu trước;
- + z_2, β_2 – dịch chuyển và góc lắc của khối lượng không được treo cầu sau;
- + m_{k1}, I_{k1} – khối lượng được treo phân bố lên cầu trước, mô men quán tính của khối lượng được treo phân bố lên cầu trước đối với trục đối xứng dọc;
- + m_{k2}, I_{k2} – khối lượng được treo phân bố lên cầu sau, mô men quán tính của khối lượng được treo phân bố lên cầu sau đối với trục đối xứng dọc;
- + m_1, I_1 – khối lượng không được treo cầu trước, mô men quán tính của khối lượng không được treo cầu trước đối với trục đối xứng dọc;
- + m_2, I_2 – khối lượng không được treo cầu sau, mô men quán tính của khối lượng không

được treo cầu sau đối với trục đối xứng dọc của ô tô;

- + K_{n1}, C_{n1} – hệ số cản và độ cứng của hệ thống treo trên một bánh xe cầu trước;
- + K_{n2}, C_{n2} – hệ số cản và độ cứng của hệ thống treo trên một bên bánh xe cầu sau;
- + K_1, C_1 – hệ số cản và độ cứng của bánh xe cầu trước;
- + K_2, C_2 – hệ số cản và độ cứng của bánh xe cầu sau;
- + C_t – độ cứng chống lắc ngang của hệ thống treo cầu trước;
- + C_s – độ cứng chống lắc ngang của hệ thống treo cầu sau;
- + C_x – độ cứng xoắn của khung xe theo phương dọc;
- + q_{1t}, q_{1p} – chiều cao mấp mô mặt đường tại vị trí bánh xe trước trái và trước phải;
- + q_{2t}, q_{2p} – chiều cao mấp mô mặt đường tại vị trí bánh xe sau trái và sau phải;
- + b_1, e_1 – khoảng cách giữa hai nhíp của hệ thống treo cầu trước và sau;
- + b_2, e_2 – khoảng cách giữa tâm hai vết bánh xe cầu trước và cầu sau.

Các phương trình vi phân dao động đã lập được như sau:

Phương trình dao động của khối lượng được treo cầu trước:

$$m_{k1}\ddot{z}_{k1} + K_{n1}\dot{z}_{k1} - 2K_{n1}\dot{z}_1 + 2C_{n1}z_{k1} - 2C_{n1}z_1 = 0$$

$$I_{k1}\ddot{\beta}_{k1} + 2b_1^2K_{n1}\dot{\beta}_{k1} - 2b_1^2K_{n1}\dot{\beta}_1 + 2b_1^2C_{n1}\beta_{k1} - 2b_1^2C_{n1}\beta_1 + C_t(\beta_{k1} - \beta_1) + C_x(\beta_{k1} - \beta_{k2}) = 0$$

Phương trình dao động của khối lượng

không được treo cầu trước:

$$m_1\ddot{z}_1 - 2K_{n1}\dot{z}_{k1} + 2K_{n1}\dot{z}_1 - 2C_{n1}z_{k1} + 2C_{n1}z_1 + 2K_1\dot{z}_1 + 2C_1z_1 - K_1\dot{q}_{1t} - K_1\dot{q}_{1p} - C_1q_{1t} - C_1q_{1p} = 0$$

$$I_1\ddot{\beta}_1 - 2b_1^2K_{n1}\dot{\beta}_{k1} + 2b_1^2K_{n1}\dot{\beta}_1 - 2b_1^2C_{n1}\beta_{k1} + 2b_1^2C_{n1}\beta_1 - C_t(\beta_{k1} - \beta_1) + 2b_2^2K_1\dot{\beta}_1 - b_2K_1\dot{q}_{1t} + b_2K_1\dot{q}_{1p} + 2b_2^2C_1\beta_1 - b_2C_1q_{1t} + b_2C_1q_{1p} = 0$$

Viết lại các hệ phương trình trên dưới dạng khác:

Phương trình dao động của khối lượng được treo cầu trước:

$$m_{k1}\ddot{z}_{k1} + 2K_{n1}\dot{z}_{k1} - 2K_{n1}\dot{z}_1 + 2C_{n1}z_{k1} - 2C_{n1}z_1 = 0$$

$$I_{k1}\ddot{\beta}_{k1} + 2b_1^2K_{n1}\dot{\beta}_{k1} - 2b_1^2K_{n1}\dot{\beta}_1 + (2b_1^2C_{n1} + C_t)\beta_{k1} - (2b_1^2C_{n1} + C_t)\beta_1 + C_x(\beta_{k1} - \beta_{k2}) = 0$$

Phương trình dao động của khối lượng

không được treo cầu trước:

$$m_1\ddot{z}_1 - 2K_{n1}\dot{z}_{k1} + (2K_{n1} + 2K_1)\dot{z}_1 - 2C_{n1}z_{k1} + (2C_{n1} + 2C_1)z_1 - K_1\dot{q}_{1t} - K_1\dot{q}_{1p} - C_1q_{1t} - C_1q_{1p} = 0$$

$$I_1\ddot{\beta}_1 - 2b_1^2K_{n1}\dot{\beta}_{k1} + (2b_1^2K_{n1} + 2b_2^2K_1)\dot{\beta}_1 - (2b_1^2C_{n1} + C_t)\beta_{k1} + (2b_1^2C_{n1} + 2b_2^2C_1 + C_t)\beta_1 - b_2K_1\dot{q}_{1t} + b_2K_1\dot{q}_{1p} - b_2C_1q_{1t} + b_2C_1q_{1p} = 0$$

Chuyển các hệ phương trình trên sang dạng ma trận:

$$\mathbf{A}_f \ddot{\mathbf{x}}_f + \mathbf{B}_f \dot{\mathbf{x}}_f + \mathbf{C}_f \mathbf{x}_f + \mathbf{D}_f = \mathbf{0}$$

Trong đó:

$$\mathbf{x}_f = \begin{bmatrix} z_{k1} \\ \beta_{k1} \\ z_1 \\ \beta_1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{A}_f = \begin{bmatrix} m_{k1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & I_{k1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I_1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{B}_f = \begin{bmatrix} 2K_{n1} & 0 & -2K_{n1} & 0 \\ 0 & b_1^2 & 0 & -2b_1^2K_{n1} \\ -2K_{n1} & 0 & (2K_{n1} + 2K_1) & 0 \\ 0 & b_1^2K_{n1} & 0 & (2b_1^2K_{n1} + 2b_2^2K_1) \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{C}_f = \begin{bmatrix} 2C_{n1} & 0 & -2C_{n1} & 0 \\ 0 & (b_1^2C_{n1} + C_t + C_x) & 0 & (2b_1^2C_{n1} + C_t + C_x) \\ -2C_{n1} & 0 & (2C_{n1} + 2C_1) & 0 \\ 0 & (2b_1^2C_{n1} + C_t) & 0 & (2b_1^2C_{n1} + 2b_2^2C_1 + C_t) \end{bmatrix}$$

$$D_f = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ -K_1\dot{q}_{1t} - K_1\dot{q}_{1p} - C_1q_{1t} - C_1q_{1p} \\ -b_2K_1\dot{q}_{1t} + b_2K_1\dot{q}_{1p} + b_2C_1q_{1t} + b_2C_1q_{1p} \end{vmatrix}$$

Phương trình dao động của khối lượng được treo cầu sau:

$$m_{k2}\ddot{z}_{k2} + K_{n2}\dot{z}_{k2} - 2K_{n2}\dot{z}_2 + 2C_{n2}z_{k2} - 2C_{n2}z_2 = 0$$

$$I_{k2}\ddot{\beta}_{k2} + 2e_1^2K_{n2}\dot{\beta}_{k2} - 2e_1^2K_{n2}\dot{\beta}_2 + 2e_1^2C_{n2}\beta_{k2} - 2e_1^2C_{n2}\beta_2 + C_s(\beta_{k2} - \beta_2) + C_x(\beta_{k1} - \beta_{k2}) = 0$$

Phương trình dao động của khối lượng không được treo cầu sau:

$$m_2\ddot{z}_2 - 2K_{n2}\dot{z}_{k2} + 2K_{n2}\dot{z}_2 - 2C_{n2}z_{k2} + 2C_{n2}z_2 + 2K_2\dot{z}_2 + 2C_2z_2 - K_2\dot{q}_{2t} - K_2\dot{q}_{2p} - C_2q_{2t} - C_2q_{2p} = 0$$

$$I_2\ddot{\beta}_2 - 2e_1^2K_{n2}\dot{\beta}_{k2} + 2e_1^2K_{n2}\dot{\beta}_2 - 2e_1^2C_{n2}\beta_{k2} + 2e_1^2C_{n2}\beta_2 - C_s(\beta_{k2} - \beta_2) + 2e_2^2K_2\dot{\beta}_2 - e_2K_2\dot{q}_{2t} + e_2K_2\dot{q}_{2p} + 2e_2^2C_2\beta_2 - e_2C_2q_{2t} + e_2C_2q_{2p} = 0$$

Viết lại các hệ phương trình trên dưới dạng: treo cầu sau:

Phương trình dao động của khối lượng được

$$m_{k2}\ddot{z}_{k2} + 2K_{n2}\dot{z}_{k2} - 2K_{n2}\dot{z}_2 + 2C_{n2}z_{k2} - 2C_{n2}z_2 = 0$$

$$I_{k2}\ddot{\beta}_{k2} + 2e_1^2K_{n2}\dot{\beta}_{k2} - 2e_1^2K_{n2}\dot{\beta}_2 + (2e_1^2C_{n2} + C_s)\beta_{k2} - (2e_1^2C_{n2} + C_s)\beta_2 + C_x(\beta_{k1} - \beta_{k2}) = 0$$

Phương trình dao động của khối lượng không được treo cầu sau:

$$m_2\ddot{z}_2 - 2K_{n2}\dot{z}_{k2} + (2K_{n2} + 2K_2)\dot{z}_2 - 2C_{n2}z_{k2} + (2C_{n2} + 2C_2)z_2 - K_2\dot{q}_{2t} - K_2\dot{q}_{2p} - C_2q_{2t} - C_2q_{2p} = 0$$

$$I_2\ddot{\beta}_2 - 2e_1^2K_{n2}\dot{\beta}_{k2} + (2e_1^2K_{n2} + 2e_2^2K_2)\dot{\beta}_2 - (2e_1^2C_{n2} + C_s)\beta_{k2} + (2e_1^2C_{n2} + 2e_2^2C_2 + C_s)\beta_2 - e_2K_2\dot{q}_{2t} + e_2K_2\dot{q}_{2p} - e_2C_2q_{2t} + e_2C_2q_{2p} = 0$$

Chuyển các phương trình trên về dạng ma trận:

$$\mathbf{A}_r \ddot{\mathbf{x}}_r + \mathbf{B}_r \dot{\mathbf{x}}_r + \mathbf{C}_r \mathbf{x}_r + \mathbf{D}_r = \mathbf{0}$$

Trong đó:

$$\mathbf{x}_r = \begin{bmatrix} z_{k2} \\ \beta_{k2} \\ z_2 \\ \beta_2 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{A}_r = \begin{vmatrix} m_{k2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & I_{k2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I_2 \end{vmatrix}$$

$$\mathbf{B}_r = \begin{vmatrix} 2K_{n2} & 0 & -2K_{n2} & 0 \\ 0 & e_1^2 & 0 & -2e_1^2K_{n2} \\ -2K_{n2} & 0 & (2K_{n2} + 2K_2) & 0 \\ 0 & e_1^2K_{n2} & 0 & (2e_1^2K_{n2} + 2e_2^2K_2) \end{vmatrix}$$

$$C_r = \begin{pmatrix} 2C_{n2} & 0 & -2C_{n2} & 0 \\ 0 & (e_1^2 C_{n2} + C_s + C_x) & 0 & (2e_1^2 C_{n2} + C_s + C_x) \\ -2C_{n2} & 0 & (2C_{n2} + 2C_2) & 0 \\ 0 & (2e_1^2 C_{n2} + C_s) & 0 & (2e_1^2 C_{n2} + 2e_2^2 C_2 + C_s) \end{pmatrix}$$

$$D_r = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -K_2 \dot{q}_{2t} - K_2 \dot{q}_{2p} - C_2 q_{2t} - C_2 q_{2p} \\ -e_2 K_2 \dot{q}_{2t} + e_2 K_2 \dot{q}_{2p} + e_2 C_2 q_{2t} + e_2 C_2 q_{2p} \end{pmatrix}$$

Phương trình liên hệ khi kể tới độ cứng xoắn của khung xe như sau:

xoắn của khung xe:

$$M_x = C_x (\beta_{k1} - \beta_{k2})$$

Mô men tương tác giữa khối lượng được treo phân bố lên cầu trước và khối lượng được treo phân bố lên cầu sau khi kể tới độ cứng

Phương trình chuyển động lắc ngang của khối lượng được treo phân bố lên cầu trước:

$$I_{k1} \ddot{\beta}_{k1} + 2b_1^2 K_{n1} \dot{\beta}_{k1} - 2b_1^2 K_{n1} \dot{\beta}_1 + (2b_1^2 C_{n1} + C_t) \beta_{k1} - (2b_1^2 C_{n1} + C_t) \beta_1 + C_x (\beta_{k1} - \beta_{k2}) = 0$$

Phương trình chuyển động lắc ngang của

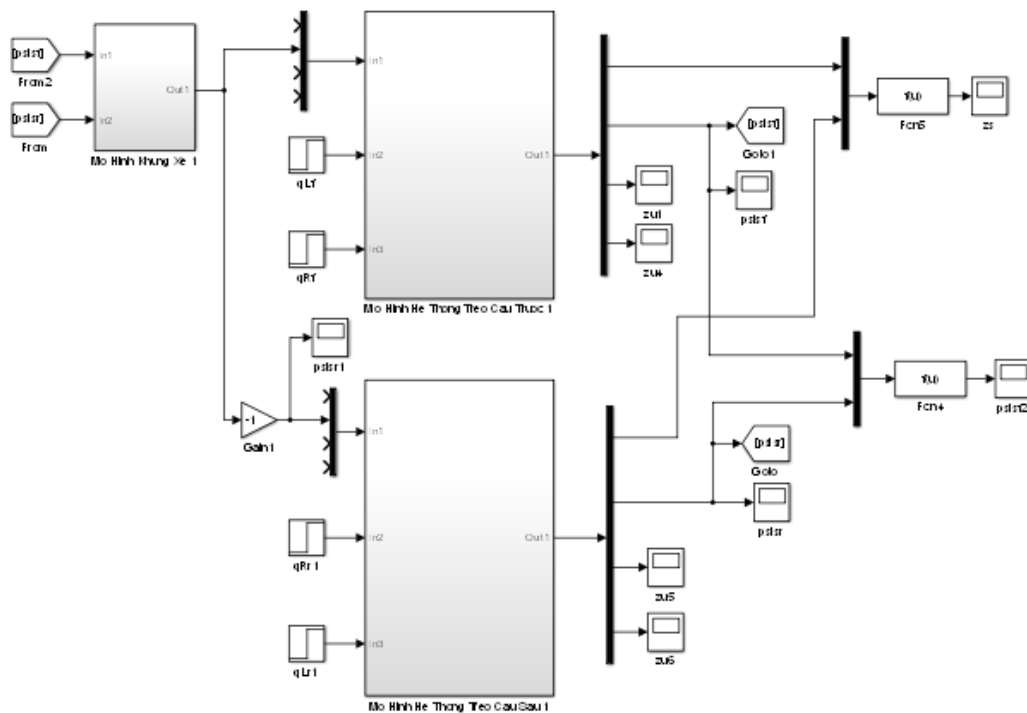
khối lượng được treo phân bố lên cầu sau:

$$I_{k2} \ddot{\beta}_{k2} + 2e_1^2 K_{n2} \dot{\beta}_{k2} - 2e_1^2 K_{n2} \dot{\beta}_2 + (2e_1^2 C_{n2} + C_s) \beta_{k2} - (2e_1^2 C_{n2} + C_s) \beta_2 - C_x (\beta_{k1} - \beta_{k2}) = 0$$

Chương trình khảo sát dao động ô tô khi đi qua mấp mô đơn bằng phần mềm Matlab –

Simulink có kể đến xoắn khung như sau (hình 02).

MÔ HÌNH CƠ KẾT CẤU HƯỚNG ĐỘ CỨNG XỐN CỦA KHUNG XE

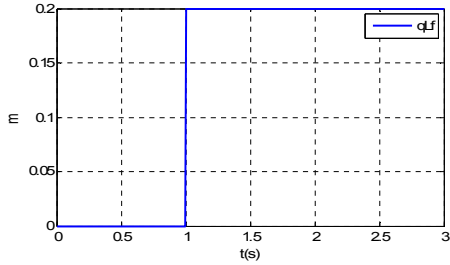


Hình 02. Chương trình khảo sát dao động ô tô

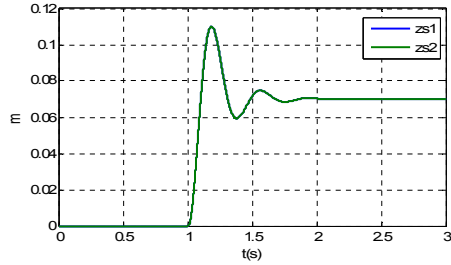
Các kết quả khảo sát dao động của xe:

* Trường hợp bánh xe trước trái đi trên mặt đường có dạng bước nhảy, các bánh xe còn lại chuyển động trên mặt phẳng

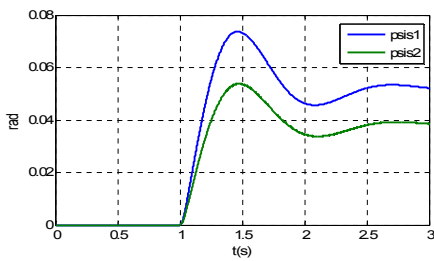
Trong các đồ thị, chỉ số 1 là trường hợp kể đến độ cứng của xoắn của khung xe, chỉ số 2 là trường hợp không kể đến độ cứng xoắn của khung xe (coi khung xe cứng tuyệt đối).



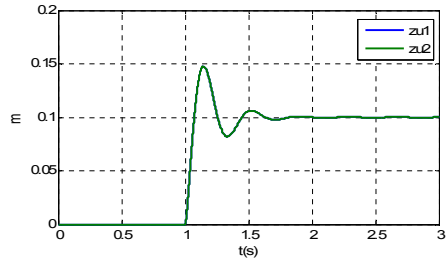
Hình.03. Biên dạng mặt đường tại bánh trước trái



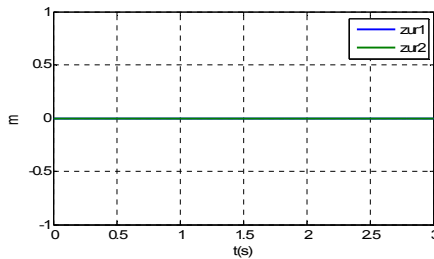
Hình 04. Dịch chuyển thân xe của trọng tâm ô tô



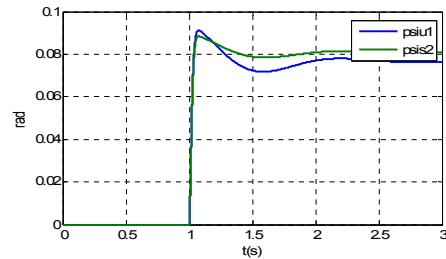
Hình 05 . Góc lắc ngang của trọng tâm ô tô



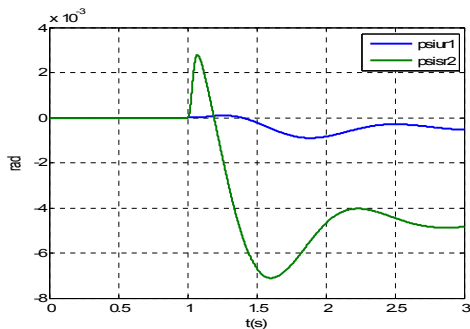
Hình 06. Dịch chuyển của khối lượng không được treo cầu trước



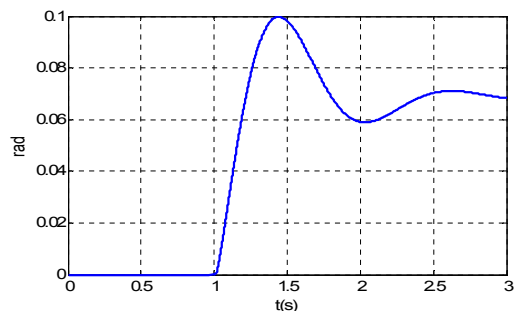
Hình 07. Dịch chuyển của khối lượng không được treo cầu sau



Hình 08. Góc lắc ngang của khối lượng không được treo cầu trước



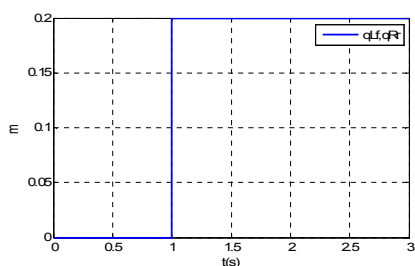
Hình 09. Góc lắc ngang của khối lượng không được treo cầu sau



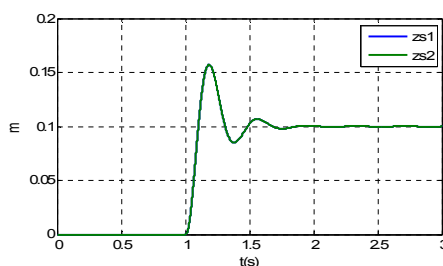
Hình 10. Góc xoắn của khung xe

* Trường hợp bánh xe trước trái và bánh xe sau phải đi trên mặt đường có dạng bước

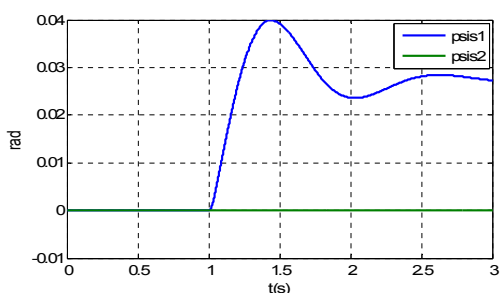
nhảy, các bánh xe còn lại chuyển động trên mặt đường phẳng



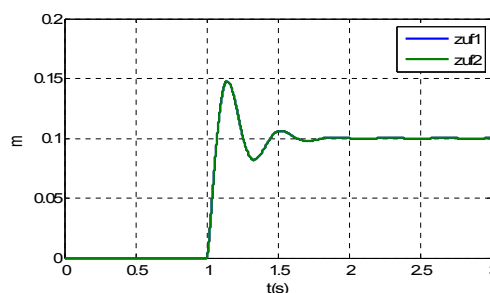
Hình 11. Biên dạng mặt đường của bánh xe trước trái và sau phải



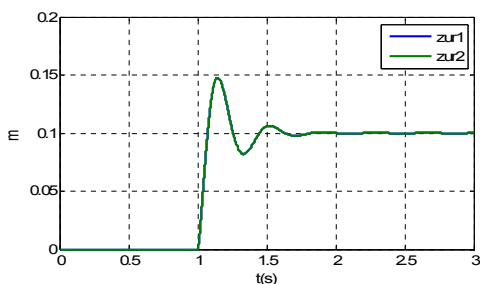
Hình 12. Dịch chuyển thân xe tại trọng tâm ô tô



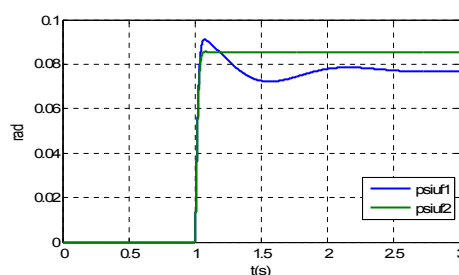
Hình 13. Góc lắc ngang của trọng tâm ô tô



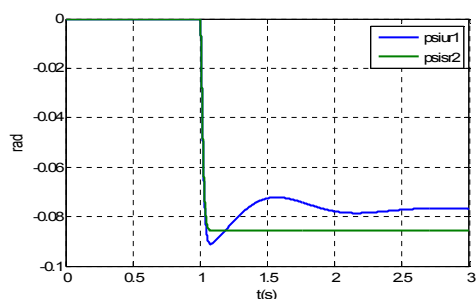
Hình 14. Dịch chuyển của khối lượng không được treo cầu trước



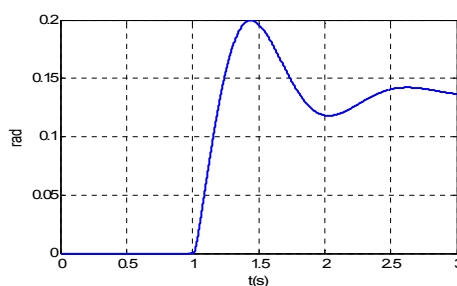
Hình 15. Dịch chuyển của khối lượng không được treo cầu sau



Hình 16. Góc lắc ngang của khối lượng không được treo cầu trước



Hình 17. Góc lắc ngang của khối lượng không được treo cầu sau



Hình 18. Góc xoắn của khung xe

IV. KẾT LUẬN

Trên cơ sở nghiên cứu kết cấu xe tải Thaco 2,5 tấn chở gỗ rừng trồng đã xây dựng được mô hình dao động không gian có tính đến sự xoắn khung xe. Bằng việc ứng dụng nguyên lý

D'ALambert đã thiết lập được hệ phương trình vi phân dao động của ô tô tải Thaco chở gỗ rừng trồng có kể đến sự xoắn khung xe,

Bằng việc ứng dụng phần mềm Matlab – Simulink đã giải hệ PTVP, mô phỏng dao động

của ô tô khi xe gặp các mấp mô đơn, từ đó xác định được góc xoắn khung xe.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Văn Khang (2001). *Dao động kỹ thuật*. Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
2. Võ Văn Hường (2004). *Thiết lập mô hình khảo sát*

dao động ô tô vận tải nhiều cầu. Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Hà Nội.

4. Nguyễn Văn Hùng (2016). *Nghiên cứu dao động lắc ngang của ô tô sản xuất và lắp ráp tại Việt Nam*. Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội.

**FLUCTUATION OF TRUCK PRODUCED AND ASSEMBLED
IN VIETNAM IN PROCESS OF WOOD TRANSPORTATION TAKING
TWISTED CHASSIS INTO ACCOUNT**

Nguyễn Hồng Quang¹, Nguyễn Văn Bang², Nguyễn Nhật Chiêu³
^{1,3}Vietnam National University of Forestry
²University of Transport and Communications

SUMMARY

The trucks produced and assembled in Vietnam have been used to transport plantation timber. Because of transportation on low quality forest roads, the trucks often experience large oscillations that reduces mellow motion and causes chassis twist. This paper presents the results of mathematical modeling and oscillation surveys of trucks for timber transportation taking the twisted chassis into account.

Keywords: Forestry roads, mathematical model, plantation timber transportation, the mellow motion truck.

Người phản biện : PGS.TS. Dương Văn Tài
Ngày nhận bài : 16/10/2016
Ngày phản biện : 25/10/2016
Ngày quyết định đăng : 02/11/2016