

TÍNH TOÁN ĐỘNG LỰC HỌC XE Ô TÔ BỊ HÃM DO SỰ BÓ CỨNG CỦA LƯỚI VỚI CẦU TRỤC VÀ BÁNH XE

DYNAMIC CALCULATION A CAR IS BRAKED BY THE RIGGING OF THE NET WITH THE AXLE AND THE WHEELS

Ngô Khắc Yên¹, Phan Lâm Hải¹, Kim Ngọc Duy²

¹Viện Vũ khí, Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng

²Trường Sĩ quan Kỹ thuật Quân sự, Tổng cục Kỹ thuật

TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu xây dựng mô hình, tính toán động lực học cho xe ô tô trong trường hợp đang chuyển động thì bị hãm bởi vật tác động mềm (lưới) bó cứng cầu trục và bánh xe. Thực hiện mô hình hóa và giải bằng phần mềm Matlab - Simulink để khảo sát ảnh hưởng của lực kéo của lưới đối với bánh xe trong các trường hợp khác nhau. Kết quả có ý nghĩa định hướng cho việc nghiên cứu thiết kế và chế tạo thiết bị dừng xe khẩn cấp kiểu tác động mềm dạng lưới cuộn.

Từ khóa: Dừng xe khẩn cấp; Kiểu tác động mềm; Lưới cuộn; Cầu trục; Bánh xe.

ABSTRACT

The paper studies the construction of a model and calculates the dynamics of a car in the case of being locked by a soft impact object (mesh) that stiffens the axle and wheels while in motion. Modeling and solving are performed using Matlab – Simulink software to investigate the influence of the traction force of the mesh on the wheels in different cases. The results are meaningful for the research, design and manufacture of a soft impact emergency stopping device in the form of a rolled mesh.

Keywords: Emergency stop; Soft action type; Roll-up grille; Axle; Wheel.

1. TỔNG QUAN

Hiện nay, các thiết bị chuyên dùng để đuổi bắt và chặn bắt các đối tượng tội phạm sử dụng ô tô có nhiều loại, theo nhiều nguyên lý khác nhau, trong đó hiệu quả và đáp ứng các yêu cầu về an toàn cho người, phương tiện và hàng hóa đó là các thiết bị kiểu tác dụng mềm. Xuất phát từ đó, nhóm thực hiện đề tài đã lựa chọn và đề xuất phương án thiết kế thiết bị dừng

xe khẩn cấp kiểu tác động mềm sử dụng lưới cuộn. Tuy nhiên, tài liệu nghiên cứu lý thuyết về vấn đề này còn rất hạn chế, đặc biệt ở trong nước gần như chưa có công bố. Do vậy, nhóm tác giả đã thực hiện nghiên cứu, tính toán động lực học khi xe ô tô đang chuyển động bị hãm do sự bó cứng của lưới, cầu trục và bánh xe để từ đó làm cơ sở cho việc thiết kế và chế tạo thiết bị nhằm đáp ứng tốt yêu cầu thực tiễn đặt ra, đồng thời giảm công sức và chi phí thử nghiệm.

2. MÔ HÌNH TÍNH TOÁN

2.1. Các giả thiết

- Dao động của hệ là dao động tuyến tính, nhỏ xung quanh vị trí cân bằng tĩnh. Góc lắc dọc và lắc ngang rất nhỏ và tuyến tính với hàm lượng giác của các góc trên;

- Toàn bộ phần được treo và không được treo là khối cứng tuyệt đối, khối lượng được treo và không được treo được quy dẫn về trọng tâm và biểu thị qua giá trị khối lượng và mô-men quán tính khối lượng;

- Thân xe, cầu xe đối xứng qua mặt phẳng dọc xe với mặt phẳng chuyển động của ô tô; Các liên kết của các vật trong cơ hệ được coi là lý tưởng; Các đặc tính của phần tử đàn hồi và giảm chấn là đặc tính tuyến tính và các bộ phận đàn hồi và giảm chấn chỉ biến dạng theo phương thẳng đứng vuông góc với mặt phẳng chuyển động của xe;

- Bánh xe được coi là không nghiêng so với mặt phẳng chuyển động. Hiện tượng đàn hồi biến dạng của lốp chỉ xét trong phương thẳng đứng; Bỏ qua các nguồn kích thích dao động trên xe. Coi mấp mô mặt đường là nguồn kích thích duy nhất; Bỏ qua ảnh hưởng đàn hồi hệ thống lái; Khung xe ô tô cứng tuyệt đối;

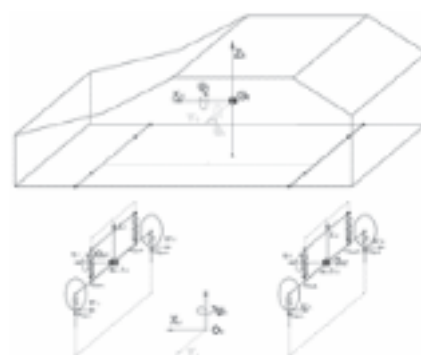
- Chuyển động phương dọc của cầu xe tương đương với chuyển động dọc của khối lượng được treo tương ứng; Cầu xe không lắc dọc tương đối với khối lượng được treo;

- Các góc quay theo trục thẳng đứng của các cầu xe bằng các góc quay trục đứng của khối lượng được treo tương ứng; Các điểm đặt lực từ hệ thống treo lên khối lượng được treo được quy về điểm tương ứng với điểm giữa nhíp;

- Bỏ qua ma sát khớp đòn treo dọc; Bỏ qua ảnh hưởng của vi sai đến phân bố mô-men chủ động; Khi tiến hành phanh xe coi rằng vận tốc ô tô sẽ nhỏ do đó bỏ qua lực cản không khí; Khi phanh xe do lực cản lăn rất nhỏ so với lực phanh nên có thể bỏ qua.

2.2. Thiết lập mô hình

Dựa trên các giả thiết trên, xây dựng mô hình khảo sát như sau (hình 1).



Hình 1. Mô hình khảo sát động lực học quá trình phanh

- Hệ quy chiếu cố định OXYZ; Hệ quy chiếu gắn với quỹ đạo chuyển động của ô tô $O_v X_v Y_v Z_v$, (hình 1) có O_v đặt tại hình chiếu của tọa độ trọng tâm thân xe lên mặt phẳng đường. Trong hệ quy chiếu này, ô tô sẽ có 3 bậc tự do là chuyển động theo phương X_v , Y_v và xoay theo phương Ψ_v ;

- Hệ quy chiếu gắn với khối lượng được treo của ô tô $O_s X_s Y_s Z_s$, (hình 1) có O_s đặt tại tọa độ trọng tâm phần khối lượng được treo. Trong hệ quy chiếu này, khối lượng được treo của ô tô có 3 bậc tự do là chuyển động theo phương Z_s , xoay theo phương φ_s và θ_s ;

- Hệ quy chiếu gắn với khối lượng không được treo cầu trước của ô tô $G_{u1} X_{u1} Y_{u1} Z_{u1}$, (hình 1) có O_u đặt tại tọa độ trọng tâm phần

khối lượng không được treo cầu trước. Trong hệ quy chiếu này, khối lượng được treo của ô tô có 2 bậc tự do là chuyển động theo phương Z_{u1} , xoay theo phương φ_{u1} ;

- Hệ quy chiếu gắn với khối lượng không được treo cầu sau của ô tô $G_{u2}X_{u2}Y_{u2}Z_{u2}$, (hình 1) có O_{u2} đặt tọa độ trọng tâm phân khối lượng không được treo cầu sau. Trong hệ quy chiếu này, khối lượng được treo của ô tô có 2 bậc tự do là chuyển động theo phương Z_{u2} , xoay theo phương φ_{u2} .

3. TÍNH TOÁN ĐỘNG LỰC HỌC

3.1. Động học chuyển động của ô tô gắn với hệ quy chiếu O_v

Vận tốc của ô tô trong hệ quy chiếu $O_vX_vY_vZ_v$ và trong hệ quy chiếu cố định:

$$V_{ov} = \begin{bmatrix} V_{xv} & V_{yv} & 0 \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} X' & Y' & 0 \end{bmatrix} = A_{\psi_v} \cdot V_{ov}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & \psi' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \omega_z \end{bmatrix}; \quad (1)$$

Gia tốc của ô tô trong hệ quy chiếu $G_vX_vY_vZ_v$:

$$\begin{bmatrix} X'' & Y'' & 0 \end{bmatrix} = A_{\psi_v} \cdot \left(\begin{bmatrix} X' & Y' & 0 \end{bmatrix} + \varpi_{sz} \cdot V_{ov} \right) \quad (2)$$

Áp dụng định luật II Newton, ta có phương trình vi phân:

$$\begin{bmatrix} m_v \cdot \begin{bmatrix} dV_{xv} & dV_{yv} & 0 \end{bmatrix} \\ J_v \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & d\omega_{zv} \end{bmatrix} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{xv} & F_{yv} & 0 \end{bmatrix}^T \quad (3)$$

Với

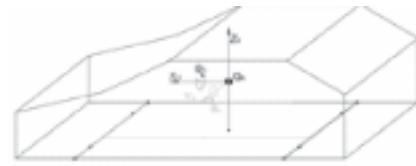
$$\begin{cases} F_{xv} = F_{xqu1L} + F_{xqu1R} + F_{xqu2L} + F_{xqu2R} \\ M_{zv} = F_{xqu1L} \cdot \frac{B}{2} - F_{xqu1R} \cdot \frac{B}{2} + F_{xqu2L} \cdot \frac{B}{2} - F_{xqu2R} \cdot \frac{B}{2} \end{cases} \quad (4)$$

$$F_{xqu1L} = BF1L_{\min}; F_{xqu1R} = BF1R_{\min}; F_{xqu2L} = BF2L_{\min}; F_{xqu2R} = BF2R_{\min}$$

- Là lực phanh ở các bánh xe.

3.2. Động lực học chuyển động khối lượng được treo

Thiết lập mô hình khảo sát động lực học chuyển động của khối lượng được treo trên ô tô (hình 2).



Hình 2. Hệ quy chiếu của khối lượng được treo trên xe ô tô

Vận tốc khối lượng được treo m_s của ô tô trong hệ quy chiếu $G_sX_sY_sZ_s$ và trong hệ quy chiếu cố định:

$$V_{G_s} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & V_{G_s} \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} 0 & 0 & Z' \end{bmatrix} = A_s \cdot V_{G_s} \quad (5)$$

Phương trình động học góc xoay trong hệ quy chiếu cố định:

$$\begin{bmatrix} \varphi' \\ \theta' \\ \psi' \end{bmatrix} = \frac{1}{\cos(\theta_s)} \cdot \begin{bmatrix} 0 & \sin(\psi_s) & \cos(\psi_s) \\ 0 & \cos(\theta_s) \cdot \cos(\psi_s) & -\cos(\theta_s) \cdot \sin(\psi_s) \\ 1 & \sin(\theta_s) \cdot \sin(\psi_s) & \sin(\theta_s) \cdot \cos(\psi_s) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{bmatrix} \quad (6)$$

Gia tốc của khối lượng được treo m_s trong hệ quy chiếu $G_sX_sY_sZ_s$ và trong hệ quy chiếu cố định:

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & Z'' \end{bmatrix} = A_s \cdot \left(dV_{G_s} + \varpi_{sy} \cdot V_{G_s} \right) \quad (7)$$

Xác định dịch chuyển và vận tốc dịch chuyển tại các điểm treo trong hệ quy chiếu cố định:

- Dịch chuyển của các điểm treo được xác định như sau:

$$\begin{aligned} ROs1L &= RG_s + A_s.Os1L; ROs1R = RG_s + A_s.Os1R; \\ ROs2L &= RG_s + A_s.Os2L; ROs2R = RG_s + A_s.Os2R; \end{aligned} \quad (8)$$

- Vận tốc dịch chuyển được xác định như sau:

$$\begin{aligned} dROs1L &= A_s.VG_s + A_s.\varpi_s.Os1L; dROs1R = A_s.VG_s + A_s.\varpi_s.Os1R; \\ dROs2L &= A_s.VG_s + A_s.\varpi_s.Os2L; dROs2R = A_s.VG_s + A_s.\varpi_s.Os2R; \end{aligned} \quad (9)$$

Phương trình vi phân mô tả dao động của khối lượng được treo trên ô tô như sau:

$$m_s \begin{bmatrix} 0 & 0 & dV_{zs} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & Fz_s \end{bmatrix}; J_s \begin{bmatrix} d\omega_{zs} & d\omega_{ys} & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Mx_s & My_s & 0 \end{bmatrix}; \quad (10)$$

Các lực tác dụng lên thân xe như sau:

$$\begin{aligned} Fz_s &= Fz_{u1sL} + Fz_{u1sR} + Fz_{u2sL} + Fz_{u2sR}; \\ Mx_s &= -0,5.B.Fz_{u1sR} - 0,5.B.Fz_{u2sR} \\ &+ 0,5.B.Fz_{u1sL} + 0,5.B.Fz_{u2sL} + h_{G_s}.P_{jy}; \\ My_s &= -a.Fz_{u1sL} - a.Fz_{u1sR} \\ &+ b.Fz_{u2sL} + b.Fz_{u2sR} + h_{G_s}.P_{jx}; \end{aligned} \quad (11)$$

Trong đó: P_{jx} , P_{jy} - Các lực quán tính; a , b , h_{G_s} - Tọa độ trọng tâm thân xe; B - Chiều rộng cơ sở của ô tô; Fz_{u1sL} , Fz_{u1sR} , Fz_{u2sL} , Fz_{u2sR} - Các lực đàn hồi của hệ thống treo tác dụng lên thân xe.

3.3. Động lực học chuyển động khối lượng được treo

Hệ quy chiếu của khối lượng không được treo của ô tô được thể hiện trên hình 3.



Hình 3. Hệ quy chiếu của khối lượng không được treo

Ma trận cosin chỉ hướng của hệ:

$$A_{ui} = A_{\varphi_{ui}} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\varphi_{ui}) & -\sin(\varphi_{ui}) \\ 0 & \sin(\varphi_{ui}) & \cos(\varphi_{ui}) \end{bmatrix} \quad (12)$$

Với $i = 1; 2$, xác định vận tốc của khối lượng không được treo m_{ui} của ô tô trong hệ quy chiếu $G_{ui}X_{ui}Y_{ui}Z_s$ và trong hệ quy chiếu cố định:

$$V_{Gui} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & V_{zui} \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} 0 & 0 & Z'_{ui} \end{bmatrix} = A_{ui}.V_{Gui}; \begin{bmatrix} \varphi'_{ui} & 0 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_{zui} \end{bmatrix}; \quad (13)$$

Gia tốc của khối lượng không được treo m_{ui} của ô tô trong hệ quy chiếu $G_{ui}X_{ui}Y_{ui}Z_s$ và trong hệ quy chiếu cố định:

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & Z''_{ui} \end{bmatrix} = A_{ui} \cdot \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 & Z'_{ui} \end{bmatrix} + \varpi_{ui}.V_{Gui} \right); \quad (14)$$

Xác định dịch chuyển của các liên kết của cầu xe với hệ thống treo và bánh xe là:

$$ROuiL = RGui + A_{ui}.OuiL; ROuiR = RGui + A_{u2}.OuiR; \quad (15)$$

Xác định vận tốc dịch chuyển của các liên kết của cầu xe với hệ thống treo và bánh xe là:

$$\begin{aligned} dROuiL &= A_{ui}.VRGui + A_{ui}.\varpi_{ui}.OuiL; dROuiR \\ &= A_{u2}.VRGui + A_{u2}.\varpi_{u2}.OuiR; \end{aligned} \quad (16)$$

$$\text{Với, } OuiL = \begin{bmatrix} 0 & \frac{B}{2} & 0 \end{bmatrix}; OuiR = \begin{bmatrix} 0 & -\frac{B}{2} & 0 \end{bmatrix}$$

là các véc-tơ xác định vị trí các điểm treo trong hệ quy chiếu O_{ui} .

Phương trình vi phân mô tả dao động khối lượng không được treo như sau:

$$\begin{aligned} m_{ui} \begin{bmatrix} 0 & 0 & dV_{zui} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 0 & 0 & Fz_{ui} \end{bmatrix}; \\ J_{ui} \begin{bmatrix} d\omega_{zui} & 0 & 0 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} M_{zui} & 0 & 0 \end{bmatrix}; \end{aligned} \quad (17)$$

Các lực tác dụng lên cầu xe:

$$\begin{aligned} Fz_{ui} &= Fz_{quiL} + Fz_{quiR} - Fz_{suiL} - Fz_{suiR}; \\ M_{zui} &= -0,5.B.Fz_{quiL} + 0,5.B.Fz_{quiR} + 0,5.Bkx.Fz_{suiL} - 0,5.Bkx.Fz_{suiR}; \end{aligned} \quad (18)$$

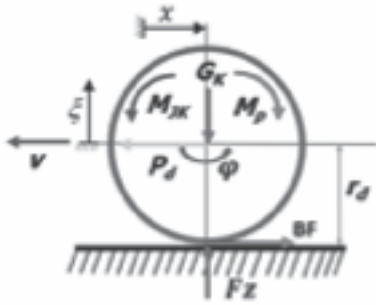
Với các đàn hồi của hệ thống treo tác dụng lên cầu xe ô tô lần lượt là:

$$\{Fz_{su1L} = -Fz_{u1sL}; Fz_{su1R} = -Fz_{u1sR}; Fz_{su2L} = -Fz_{u2sL}; Fz_{su2R} = -Fz_{u2sR};$$

Trong đó: Fz_{qu1L} , Fz_{qu1R} , Fz_{qu2L} , Fz_{qu2R} là các lực đàn hồi của bánh xe tác động lên khối lượng không treo.

3.4. Động lực học bánh xe khi phanh

Sơ đồ lực tác dụng lên bánh xe như hình 4.



Hình 4. Sơ đồ lực tác dụng lên bánh xe khi phanh

Giả thiết để thiết lập mô hình động lực học bánh xe khi phanh như sau:

- Trong quá trình phanh, lực cản lăn rất nhỏ so với lực phanh, vì vậy bỏ qua lực cản lăn của bánh xe.
- Phản lực Fz của đường tác dụng lên lốp được đặt trên trục đối xứng của bánh xe, tại vết tiếp xúc giữa bánh xe và mặt đường.
- Khi phanh chỉ xét trường hợp bánh xe chuyển dịch theo phương dọc và chuyển động quay góc j do mô-men quán tính M_{JK} gây ra. Bỏ qua chuyển động theo phương thẳng đứng x , do

bỏ qua hệ thống treo.

Với giả thiết như trên, phương trình chuyển động quay của bánh xe khi phanh được xác định như sau:

$$J_{bx} \cdot \ddot{\varphi}_b = M_p - BF \cdot r_d \quad (19)$$

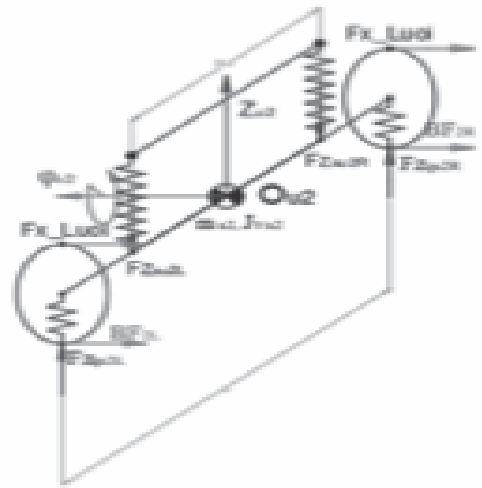
Từ (19) xác định được giá trị của gia tốc góc bánh xe khi phanh:

$$\ddot{\varphi}_b = \frac{M_p - BF \cdot r_d}{J_{bx}} \quad (20)$$

Từ đó, vận tốc góc của bánh xe được xác định theo công thức:

$$\omega_b = \int_0^t \frac{M_p - BF \cdot r_d}{J_{bx}} \cdot dt + \omega_0 \quad (21)$$

Trong đó, ω_0 là vận tốc ban đầu của bánh xe trước khi bị hãm.



Hình 5. Lực của lưới tác dụng lên bánh xe

Mô-men phanh sinh do lực kéo của lưới cuốn vào bánh xe và mắc vào phần gầm xe của ô tô. Mô hình xác định lực kéo của lưới tác dụng lên bánh xe tạo nên mô-men phanh như hình 5.

3.5. Tính toán khả năng chống lệch làn, chống lật của các dòng xe mục tiêu sử dụng dẫn động cầu sau

Tính toán khả năng chống lệch làn, chống lật của xe được thực hiện thông qua khảo sát ảnh hưởng của lực kéo của lưới đối với các bánh xe. Thực hiện mô hình hóa và giải bằng phần mềm Matlab - Simulink với các thông số đầu vào (bảng 1).

Bảng 1. Thông số kết cấu của ô tô khảo sát

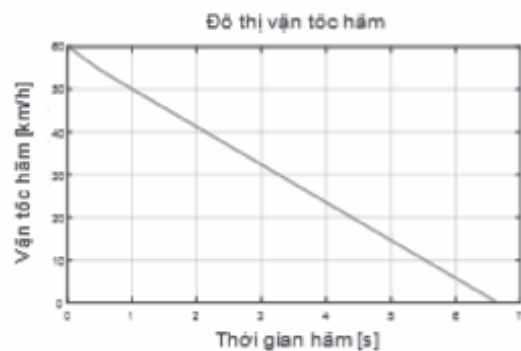
TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
1	Khối lượng toàn bộ	kg	2150
2	Khoảng cách từ cầu trước đến trọng tâm thân xe	m	1,5
3	Khoảng cách từ cầu sau đến trọng tâm thân xe	m	1,0
4	Chiều cao tọa độ thân xe	m	1,0
5	Bán kính bánh xe	m	0,45
6	Độ cứng của hệ thống treo trước	N/m	46000
7	Hệ số cản giảm chấn của hệ thống treo trước	N/m.s ²	4500
8	Độ cứng của hệ thống treo sau	N/m	48000
9	Hệ số cản giảm chấn của hệ thống treo sau	N/m.s ²	6000
10	Hệ số bám	-	0,8

Bảng 2. Chế độ khảo sát

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
1	Vận tốc khảo sát	km/h	60-120
2	Độ trễ tác dụng lực kéo của lưới tác dụng của bánh xe bên phải so với bánh xe bên trái	s	0,01-0,06

* Trường hợp lực kéo của lưới tác dụng lên các bánh xe như nhau:

Do lực kéo của lưới tác dụng lên các bánh xe như nhau nên trong quá trình bị hãm, xe ô tô không bị lệch làn và tránh cho xe không bị lật. Điều này được thể hiện rất rõ trên hình 6, khi dưới tác dụng của lực kéo của lưới, xe bị hãm từ tốc độ 60km/h thì vận tốc xe giảm gần như tuyến tính theo thời gian cho đến khi dừng hẳn.



Hình 6. Đồ thị vận tốc xe từ khi bị hãm do lực kéo của lưới (từ tốc độ 60km/h) đến khi xe dừng hẳn

Kết quả khảo sát quãng đường, thời gian xe bị hãm do tác động của lưới tương ứng với các vận tốc ban đầu khác nhau (bảng 3).

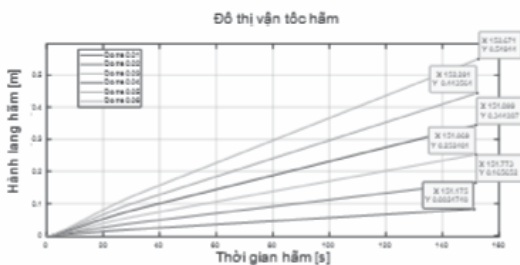
Bảng 3. Kết quả khảo sát quãng đường, thời gian hãm

TT	Vận tốc bắt đầu hãm (km/h)	Quãng đường xe đi được sau khi bị hãm (m)	Thời gian từ khi bị hãm cho đến khi xe dừng hẳn (s)
1	60	54,54	6,61
2	70	74,24	7,72
3	80	96,96	8,82
4	90	122,7	9,93
5	100	150,1	11,05
6	110	177,4	12,15
7	120	204,7	13,26

*** Trường hợp lực kéo của lưới tác dụng lên các bánh xe khác nhau**

Do có độ trễ tác dụng lực kéo của lưới đối với bánh xe bên phải so với bánh xe bên trái nên khi bị hãm, xe sẽ có hiện tượng xe bị lệch làn và có thể dẫn tới lật xe.

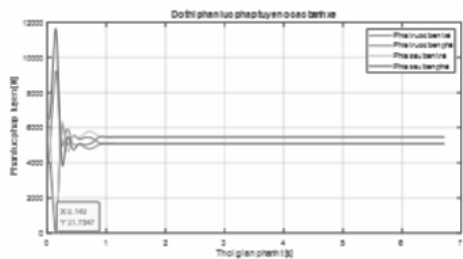
Đồ thị hình 6 và bảng 3 cho thấy khi khảo sát với vận tốc 100km/h với các độ trễ lực kéo của lưới tác dụng lên bánh xe càng lớn thì hành lang phanh xe của càng lớn.



Hình 7. Đồ thị quỹ đạo phanh khi khảo sát với vận tốc 100km/h

Bảng 4. Kết quả khảo sát hành lang phanh của ô tô

TT	Độ trễ (s)	Quãng đường phanh (m)	Hành lang phanh (m)
1	0,01	151,18	0,08
2	0,02	151,77	0,17
3	0,03	151,87	0,25
4	0,04	151,90	0,34
5	0,05	152,30	0,44
6	0,06	152,67	0,55



Hình 8. Đồ thị phản lực pháp tuyến ở các bánh xe

Khi ô tô chuyển động lệch làn sẽ xuất hiện lực quán tính ly tâm làm nghiêng xe, nếu lực quán tính này lớn sẽ làm cho ô tô có thể bị lệch xe. Đồ thị hình 2.9 cho thấy khi ô tô chuyển động với vận tốc 60km/h và khi độ trễ của bánh xe bên phải chậm hơn 0,12s thì phản lực pháp tuyến ở bánh xe phía trước bên trái gần bằng 0 hay trong trường hợp này ô tô chuẩn bị bị lật.

Bảng 5. Kết quả khảo sát thời điểm ô tô mất ổn định

TT	Vận tốc bắt đầu phanh (km/h)	Độ trễ (s)	Thời điểm mất ổn định (s)	Quãng đường phanh (m)
1	60	0,120	0,15	56,2
2	70	0,105	0,13	75,9
3	80	0,095	0,12	98,7
4	90	0,085	0,11	124,4
5	100	0,08	0,10	153,1

Từ kết quả khảo sát mô hình động lực học nói trên, ta thấy: Để tránh bị lệch làn và lật xe thì phải hạn chế độ trễ khi hãm của hai bánh xe. Do vậy, các phương án thiết kế và chế tạo lưới cần đảm bảo lưới phải đảm bảo bó cứng đồng thời cả hai bánh. Điều này dẫn đến phương án hợp lý đó là dùng một tấm lưới quấn đồng thời cả hai bánh xe, thời điểm lưới bị kéo căng ra cũng là lúc hai bánh xe đồng thời được khóa cứng.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã thực hiện tính toán động lực học cho trường hợp xe ô tô đang chuyển động và bị bó cứng bởi lưới với cầu trục và bánh xe. Kết quả nghiên cứu giúp định hướng cho việc thiết kế và chế tạo thiết bị dừng xe khẩn cấp theo phương án tác động mềm bằng lưới cuốn, phục vụ cho việc dừng xe khẩn cấp, chặn bắt các loại tội phạm sử dụng xe ô tô, các phương tiện xe ô tô tham gia giao thông vi phạm bỏ chạy để trốn tránh các lực lượng chức năng trong quá trình thực thi công vụ...

Lời cảm ơn:

Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố Hồ Chí Minh đã tài trợ kinh phí cho nội dung nghiên cứu này thông qua đề tài: “Nghiên cứu, thiết kế chế tạo thiết bị dừng xe ô tô khẩn cấp kiểu tác động mềm phục vụ chặn bắt phương tiện nguy hiểm vượt chót” theo Quyết định số: 146/QĐ-SKHCN ngày 24/02/2023 và Hợp đồng số: 30/2023/HĐ-QKHCN ngày 05/4/2023. ❖

Ngày nhận bài: **25/9/2024**

Ngày phản biện: **21/10/2024**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Phúc Hiểu, “*Lý thuyết ô tô quân sự*”, NXB. Quân đội Nhân dân, 2000.
- [2]. Vũ Đức Lập, “*Động lực học phanh ô tô*”, NXB. Quân đội Nhân dân, 2011.
- [3]. Vũ Quang Thập, Vũ Trung Thành, Đào Đức Thụ, Trịnh Minh Hoàng, “*Ứng dụng phần mềm Matlab - Simulink giải các bài toán động lực học trên ô tô*”, NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2014.