

XÁC ĐỊNH SỰ THAY ĐỔI CỦA HỆ SỐ TRUYỀN LỰC NGANG KHI ĐÁNH LÁI

Nguyễn Tuấn Anh¹, Đặng Ngọc Duyên¹, Nguyễn Văn Kỵ¹

¹Bộ môn Kỹ thuật ô tô, Trường Đại học Thủy lợi, email: anhngtu@tlu.edu.vn

1. TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

Trong những năm gần đây, ngành công nghiệp ô tô có sự phát triển vô cùng mạnh mẽ. Bên cạnh những thành tựu về ứng dụng khoa học và công nghệ trên ô tô, các vấn đề về ổn định của xe cũng được chú trọng hàng đầu. Khi xe di chuyển trên đường, bánh xe chính là vị trí tiếp xúc và truyền lực từ mặt đường lên thân xe và ngược lại. Do đó, các vấn đề về sự mất ổn định của xe thường tập trung xảy ra ở đây. Nếu bánh xe có khả năng bám đường tốt, xe sẽ chuyển động ổn định hơn. Trong trường hợp bánh xe không bám đường hoặc bị trượt, bị tách khỏi mặt đường,... các vấn đề về mất ổn định có thể xảy ra, thậm chí hậu quả có thể dẫn tới việc mất kiểm soát hướng chuyển động và gây lật xe [1].

Khi đánh lái, để xe có thể di chuyển theo phương ngang, bánh xe cần tác dụng lực ngang F_k lên mặt đường và nhận phản lực F_k' từ mặt đường. Đặc trưng cho khả năng truyền và nhận lực F_k chính là hệ số truyền lực ngang của bánh xe được đưa ra như trong công thức dưới đây [2]:

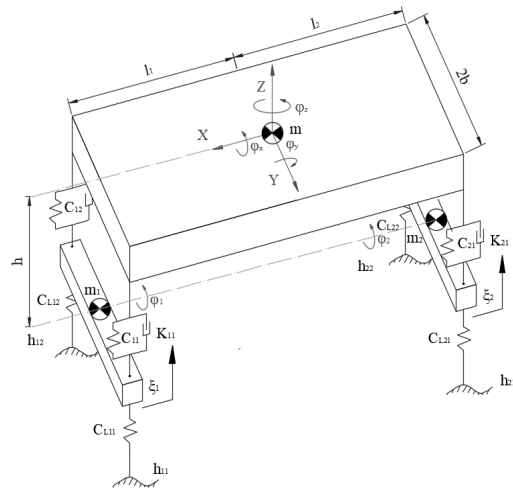
$$\varphi_y = \frac{F_y}{F_z} \quad (1.1)$$

Khi giá trị của $\varphi_y = \varphi_{y\max}$, hệ số truyền lực ngang còn được gọi là hệ số bám ngang. Thông thường, giá trị $\varphi_{y\max}$ nằm trong khoảng 0.6 - 0.8, giá trị này phụ thuộc vào điều kiện bề mặt đường, chất lượng của lốp xe, tải trọng đặt lên xe,... Trên thực tế, giá trị của φ_y có thể thay đổi liên tục tùy theo vận tốc, gia tốc, góc đánh lái,... của xe, rất khó để xác định giá trị này bằng các công thức toán - cơ thông thường.

Nghiên cứu này tập trung vào việc thiết lập mô hình động lực học để khảo sát sự thay đổi của hệ số truyền lực ngang φ_y khi đánh lái ở các vận tốc và góc đánh lái khác nhau.

2. THIẾT LẬP MÔ HÌNH

Để xác định được hệ số truyền lực ngang φ_y , cần phải tính toán các giá trị F_y và F_z tại các bánh xe tương ứng. Do đó, mô hình động lực học 10 bậc tự do được sử dụng để mô phỏng quá trình chuyển động của xe. Mô hình này là sự kết hợp giữa mô hình dao động trong không gian (7 bậc tự do) và mô hình di chuyển 2 vết (3 bậc tự do).



Hình 1. Mô hình 7 bậc tự do.

Xét mô hình động lực học không gian 7 bậc tự do của ô tô như trên (hình 1). Phương trình mô tả dao động của xe được đưa ra như sau:

$$m\ddot{z} = \sum F_{C_{ij}} \pm F_{K_{ij}} \quad (2.1)$$

$$(I_x + mh^2)\ddot{\phi}_x = \sum(F_{Cij} \pm F_{Kij})b \quad (2.2)$$

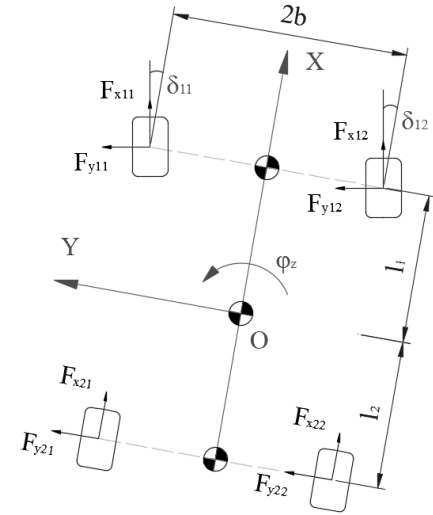
$$(I_y + mh^2)\ddot{\phi}_y = \sum(F_{Cij} \pm F_{Kij})l_i \quad (2.3)$$

$$m_1\ddot{\xi}_1 = \sum F_{CLij} \pm F_{Cij} \pm F_{Kij} \quad (2.4)$$

$$I_1\ddot{\phi}_1 = \sum(F_{CLij} \pm F_{Cij} \pm F_{Kij})b \quad (2.5)$$

$$m_2\ddot{\xi}_2 = \sum F_{CLij} \pm F_{Cij} \pm F_{Kij} \quad (2.6)$$

$$I_2\ddot{\phi}_2 = \sum(F_{CLij} \pm F_{Cij} \pm F_{Kij})b \quad (2.7)$$



Hình 2. Mô hình 3 bậc tự do.

Khi xe chuyển động trên đường, 3 bậc tự do của xe được thể hiện thông qua 3 phương trình sau:

$$M(\dot{v}_x - \dot{\phi}_z v_y) = \sum_{i,j=1}^2 F_{ij}^x \quad (2.8)$$

$$M(\dot{v}_y + \dot{\phi}_z v_x) = \sum_{i,j=1}^4 F_{ij}^y \quad (2.9)$$

$$I_z \ddot{\phi}_z = \sum_{i,j=1}^2 M_{ij}^o \quad (2.10)$$

3. KẾT QUẢ

Quá trình mô phỏng được thực hiện trong hai trường hợp sau:

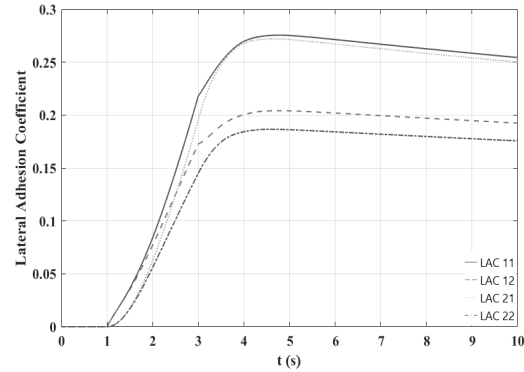
+ Trường hợp 1: $\delta_{11} = \delta_{12} = 3^0$

+ Trường hợp 2: $\delta_{11} = \delta_{12} = 5^0$

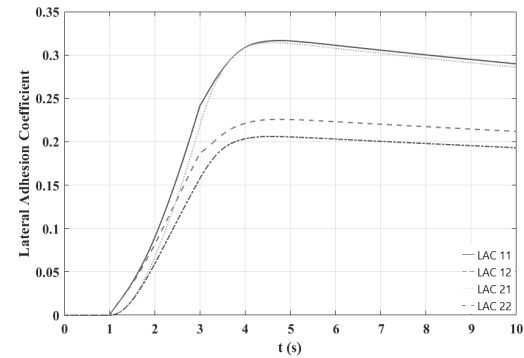
Ở mỗi trường hợp, vận tốc chuyển động của xe sẽ thay đổi tương ứng với các giá trị $v_1 = 50$ (km/h), $v_2 = 55$ (km/h) và $v_3 = 60$ (km/h).

Góc đánh lái nhỏ ($\delta_{11} = \delta_{12} = 3^0$)

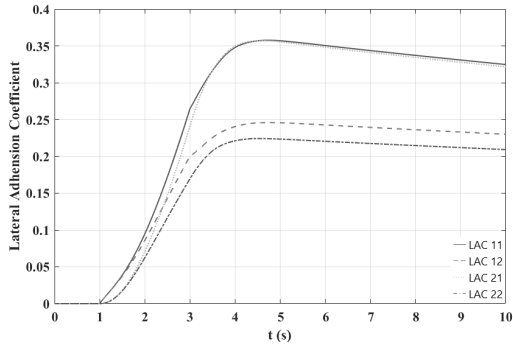
Với góc đánh lái nhỏ ($\delta_{11} = \delta_{12} = 3^0$), đồ thị (hình 3), (hình 4) và (hình 5) cho thấy sự chênh lệch của hệ số truyền lực ngang ϕ_{yij} tại các bánh xe ở các chế độ vận tốc khác nhau. Từ đồ thị có thể thấy rằng giá trị của ϕ_{y11} và ϕ_{y21} là tương đương nhau, chỉ có sự chênh lệch nhỏ khi vận tốc tăng dần. Sự khác biệt của ϕ_{y12} và ϕ_{y22} cũng không quá lớn, độ chênh lệch này rơi vào khoảng $\Delta\phi_y \approx 0.020 - 0.022$. Khi vận tốc tăng lên, giá trị của ϕ_{yij} cũng có xu hướng tăng theo. Hệ số truyền lực ngang của các bánh xe phía trong cung quay vòng (ϕ_{y11} và ϕ_{y21}) tăng lên rõ rệt so với các bánh xe phía ngoài cung quay vòng (ϕ_{y12} và ϕ_{y22}). Điều này là hoàn toàn phù hợp với trạng thái dao động của ô tô lúc này (xe bị nghiêng ra phía ngoài cung quay vòng do ảnh hưởng của lực ly tâm).



Hình 3. Chuyển động ở vận tốc v_1



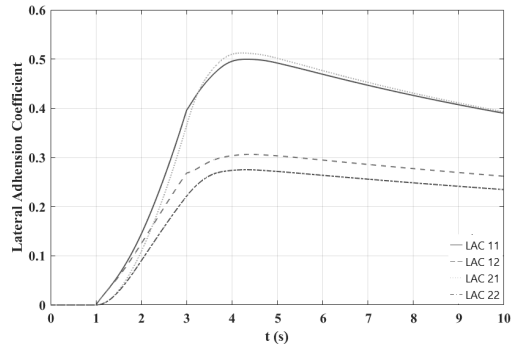
Hình 4. Chuyển động ở vận tốc v_2



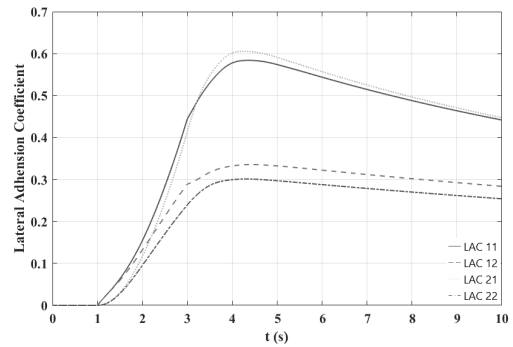
Hình 5. Chuyển động ở vận tốc v_3

Góc đánh lái lớn ($\delta_{11} = \delta_{12} = 5^\circ$)

Khi góc đánh lái tăng lên ($\delta_{11} = \delta_{12} = 5^\circ$), sự thay đổi của hệ số truyền lực ngang tại các bánh xe φ_{yij} được thể hiện trong đồ thị (hình 6, 7 và 8). Nhìn chung, các giá trị của φ_{yij} đều tăng lên đáng kể so với trường hợp 1. Ở vận tốc $v_1 = 50$ (km/h), giá trị của $\varphi_{y11} = 0.50$, lớn hơn gấp 1.8 lần so với trường hợp đánh lái góc nhỏ ($\delta_{11} = \delta_{12} = 3^\circ$).

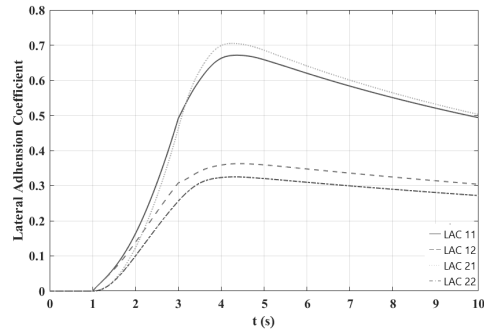


Hình 6. Chuyển động ở vận tốc v_1



Hình 7. Chuyển động ở vận tốc v_2

Nếu vận tốc chuyển động của xe càng tăng, giá trị của hệ số truyền lực ngang tại mỗi bánh xe φ_{yij} cũng tăng lên nhanh chóng. Ở vận tốc $v_1 = 50$ (km/h), giá trị của φ_{y21} chỉ đạt 0.51. Nếu vận tốc tăng lên $v_3 = 60$ (km/h), giá trị này đã chạm tới ngưỡng 0.70.



Hình 8. Chuyển động ở vận tốc v_3

4. KẾT LUẬN

Hệ số truyền lực ngang có ảnh hưởng rất lớn tới sự ổn định của xe khi di chuyển. Giá trị này thể hiện mối tương quan giữa lực ngang và phản lực pháp tuyến tại các bánh xe. Hệ số này phụ thuộc rất nhiều vào chất lượng của lốp và mặt đường, vận tốc di chuyển và góc đánh lái tại mỗi thời điểm.

Nghiên cứu đã thiết lập mô hình động lực học không gian để xác định giá trị của hệ số truyền lực ngang tại các bánh xe. Nhìn chung, các bánh xe khác nhau sẽ có các giá trị hệ số truyền lực ngang khác nhau. Với cùng một kiểu đánh lái, nếu vận tốc của xe càng lớn thì hệ số truyền lực ngang càng lớn. Với cùng một giá trị vận tốc, nếu góc đánh lái càng lớn thì hệ số truyền lực ngang cũng lớn hơn.

Kết quả của nghiên cứu là cơ sở để xác định hệ số truyền lực tương đương của các bánh xe trong các nghiên cứu phức tạp hơn.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Zhang C., Sun J., He J., Liu L. 2017. Online Estimation of the Adhesion Coefficient and Its Derivative Based on the Cascading SMC Observer. Journal of Sensor.
- [2] Jazar R. N. 2008. Vehicle Dynamics: Theory and Application. Springer Publishing.

