**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC PHENIKAA**

**KHOA KỸ THUẬT Ô TÔ VÀ NĂNG LƯỢNG**

---o0o---



**ĐỀ THI HỌC PHẦN:**

**KHẢO SÁT ĐỘNG LỰC HỌC VÒNG QUAY TĨNH CỦA Ô TÔ CÓ CÔNG THỨC BÁNH XE 4X2**

**MÔN HỌC:**

**ĐỘNG LỰC HỌC Ô TÔ**

**Giảng viên hướng dẫn: TS. Nguyễn Trung Kiên**

**Học viên thực hiện: Nguyễn Minh Phương**

**Lớp: CH2021**

***Hà Nội, tháng 9 năm 2021***

**MỤC LỤC**

[I. Động học và động lực học quay vòng của ô tô 3](#_Toc83840346)

[1. Tổng quan 3](#_Toc83840347)

[2. Góc lệch bên của bánh xe đàn hồi 4](#_Toc83840348)

[3. Lực tác dụng lên bánh xe khi quay vòng 6](#_Toc83840349)

[4. Lực tác dụng lên ô tô khi quay vòng 7](#_Toc83840350)

[II. Khảo sát động lực học quay vòng tĩnh của ô tô có công thức bánh xe 4x2 8](#_Toc83840351)

[1. Lựa chọn ô tô có công thức bánh xe 4x2: 8](#_Toc83840352)

[2. Thông số kỹ thuật của ô tô đã chọn 8](#_Toc83840353)

[3. Khảo sát động lực học vòng quay tĩnh của ô tô đã chọn 8](#_Toc83840354)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 12](#_Toc83840355)

[PHỤ LỤC 12](#_Toc83840356)

# I. Động học và động lực học quay vòng của ô tô

## 1. Tổng quan

Để thực hiện quay vòng ô tô và máy kéo bánh xe, người ta có thể sử dụng một trong các biện pháp sau đây:

*Biện pháp thứ nhất:* quay vòng các bánh xe dẫn hướng phía trước hoặc quay vòng đồng thời cả bánh dẫn hướng phía trước và phía sau.

*Diagram, engineering drawing

Description automatically generatedBiện pháp thứ hai:* truyền những mômen quay có các trị số khác nhau tới các bánh xe dẫn hướng chủ động bên phải và bên trái, đồng thời sử dụng thêm phanh để hãm các bánh xe phía trong so với tâm quay vòng khi cần quay vòng ngoặt. Biện pháp này thường được sử dụng ở những chủng loại máy kéo bánh xe cỡ lớn với các bánh đều là chủ động.

*Biện pháp thứ ba:* kết hợp cả hai biện pháp nói trên và quay vòng phần khung phía trước. Biện pháp này thường sử dụng ở loại máy kéo bánh xe có khung rời.

Trên hình biểu thị động học quay vòng của ô tô và máy kéo bánh xe có hai bánh dẫn hướng phía trước.

Khi xe vào đường vòng, để đảm bảo các bánh xe dẫn hướng không bị trượt lết hoặc trượt quay thì đường vuông góc với các véc-tơ vận tốc chuyển động của tất cả các bánh xe phải gặp nhau tại một điểm, điểm đó chính là tâm vòng quay tức thời của xe (điểm O trên hình).

*Hình 1 – Sơ đồ động học quay vòng của ô tô – máy kéo có hai bánh xe dẫn hướng phía trước*

Ta rút ra được biểu thức về mối quan hệ giữa các góc quay vòng của hai bánh xe dẫn hướng để đảm bảo cho chúng không bị trượt khi xe vào đường vòng:

(1)

Trong đó: và là góc quay vòng của bánh xe dẫn hướng;

B là khoảng cách giữa hai đường tâm trụ quay đứng;

L là chiều dài cơ sở của xe;

Với biểu thức (1) ta có thể xây dựng được đường cong lý thuyết như hình 2.

Chart, line chart

Description automatically generated

Hình 2 – Đồ thị lý thuyết và thực tế về mối quan hệ giữa các góc quay vòng của hai bánh xe dẫn hướng

Như vậy, về phương diện lý thuyết để đảm bảo cho các bánh xe dẫn hướng lăn tinh (không bị trượt) khi xe vào đường vòng thì hiệu cotg của các góc quay vòng bánh xe dẫn hướng bên ngoài và bên trong, phải luôn bằng hằng số B/L.

## 2. Góc lệch bên của bánh xe đàn hồi

Khi nghiên cứu động học quay vòng của ô tô chưa kể đến ảnh hưởng độ đàn hồi ngang của lốp. Trong thực tế sử dụng, độ đàn hồi ngang của lốp ảnh hưởng đến tính năng quay vòng và độ an toàn chuyển động của ô tô.

Diagram, engineering drawing

Description automatically generatedKhi quay vòng, trên ô tô sẽ tác dụng lực ngang. Lực ngang này là lực ly tâm. Ngoài lực ly tâm ô tô có thể còn chịu các lực ngang khác như lực của gió thổi ngang, thành phần lực ngang của trọng lượng ô tô khi chuyển động trên đường nghiêng....

Hình 3 – Sơ đồ bánh xe đàn hồi lăn và chịu tác dụng của lực ngang

Giả sử trên bánh xe tác dụng lực ngang Py nào đó (hình 3). Lực Py làm cho bánh xe biến dạng bên. Tại vị trí tiếp xúc giữa bánh xe với mặt đường sẽ xuất hiện phản lực Yk có trị số bằng lực Py. Khi không có lực ngang tác dụng, bánh xe sẽ lăn trong mặt phẳng lăn của nó, nghĩa là lăn theo hướng ab. Khi có lực ngang tác dụng, bánh xe có xu hướng lăn theo hướng ac lệch so với phương ab một góc (hình 4). Góc được gọi là góc lệch bên của bánh xe đàn hồi:

(2)

Trong đó, là hệ số đàn hồi ngang của lốp, [rad/N]

(3)

Trong đó, D là đường kính ngoài của bánh xe (inch);

B là chiều rộng của lốp (inch);

q0 là áp suất hơi lốp (MPa)

## 3. Lực tác dụng lên bánh xe khi quay vòng

Diagram

Description automatically generated

Hình 4 – Lực tác dụng lên bánh xe khi quay vòng

* Xét một bánh xe dẫn hướng thứ i nào đó của ô tô khi quay vòng đều quanh tâm O (R = const, = const). Bánh xe này cũng sẽ quay vòng quanh tâm O.
* Vị trí tâm O được xác định bằng hai toạ độ cho trước (trong hệ toạ độ XO’Y, trục O’X vuông góc với trục dọc xe, trục O’Y vuông góc với trục dọc xe). Các toạ độ đó là: bán kính quay vòng R và khoảng cách xq từ tâm quay vòng đến O’Y.

Diagram

Description automatically generated

Hình 5 – Biểu đồ phản lực pháp tuyến và tiếp tuyến của đường tác dụng lên bánh xe

* Khi bánh xe quay quanh trụ đứng, từ đường tác dụng lên bánh xe mô men cản quay vòng M’ci. Nếu coi gần đúng thì ở vết tiếp xúc giữa bánh xe với mặt đường có phản lực pháp tuyến phân bố (hình trên)
* Khi đó mô men cản quay vòng của bánh xe được xác định theo biểu thức:

trong đó, là hệ số ma sát giữa bánh xe với đường

l0i là chiều dài vết tiếp xúc của bánh xe với đường

Gi là tải trọng phân bố trên cầu ô tô

## 4. Lực tác dụng lên ô tô khi quay vòng

Khi khảo sát quá trình quay vòng của ô tô, thừa nhận các giả thiết sau:

* Chỉ khảo sát trường hợp ô tô quay vòng đều: R = const ; = const.
* Ô tô được khảo sát trong hệ trục toạ độ XO'Y, trong đó O' là tâm trục cân bằng của các bánh xe cầu sau và cầu giữa, trục O'X là trục dọc xe và trục O'Y vuông góc với trục O'X.
* Mỗi cặp bánh xe được thay thế bằng một bánh xe với góc quay vòng và góc lệch bên tương đương được tính như sau:

Trong đó, và là góc quay vòng và góc lệch bên tương đương;

là góc quay vòng và góc lệch bên của bánh xe phía ngoài và phía trong;

Cầu trước là cầu dẫn hướng nên ; cầu giữa và sau không dẫn hướng nên .

Diagram

Description automatically generated

Hình 6 – Sơ đồ lực tác dụng lên ô tô khi quay vòng

# II. Khảo sát động lực học quay vòng tĩnh của ô tô có công thức bánh xe 4x2

## 1. Lựa chọn ô tô có công thức bánh xe 4x2:

Ta lựa chọn mẫu xe Isuzu D-Max LS 1.9L AT 4x2 để thực hiện bài khảo sát.

**A picture containing car, transport, roof

Description automatically generated**

Hình 7 – Xe Isuzu D-Max LS 1.9L AT 4x2

## 2. Thông số kỹ thuật của ô tô đã chọn

|  |  |
| --- | --- |
| Loại xe | LS 1.9L AT 4x2 |
| Kích thước tổng thể (DxRxC) (mm) | 5295x1860x1785 |
| Lọt lòng thùng (DxRxC) (mm) | 1485x1530x465 |
| Chiều dài cơ sở (mm) | 3125 |
| Vệt bánh xe trước và sau (mm) | 1570/1570 |
| Khoảng sang gầm xe (mm) | 225 |
| Bán kính vòng quay tối thiểu (m) | 6,3 |
| Trọng lượng bản thân (kg) | 1840 |
| Trọng lượng toàn bộ (kg) | 2700 |

## 3. Khảo sát động lực học vòng quay tĩnh của ô tô đã chọn

Giả thiết:

* Xe quay vòng tĩnh trên đường bằng có lớp phủ cứng, do vậy ta có các giá trị:
* Gốc toạ độ của hệ trục khảo sát nằm ở tâm trục bánh xe cầu sau chủ động không dẫn hướng
* Bánh xe cầu trước là bánh xe bị động dẫn hướng

Từ các giả thiết trên sơ đồ khảo sát có dạng như hình 8:

Diagram

Description automatically generated

Hình 8 – Sơ đồ quay vòng của ô tô hai cầu có công thức bánh xe 4x2

* Trên các bánh xe cầu trước dẫn hướng tác dụng lực cản lăn P1, phản lực bên Y1 và mô men cản quay vòng Mc1.
* Trên các bánh xe cầu sau tác dụng lực kéo P2, phản lực bên 2 và mô men cản quay vòng Mc2.
* Mô men cản quay vòng của các bánh xe cầu trước, sau được tổng hợp lại trong mô men cản tổng Mc.
* Xây dựng 3 phương trình tĩnh học về cân bằng mô men và cân bằng lực:
* Trong hệ phương trình trên, lực cản lăn P1 sẽ tính được đầu tiên. Sau đó những thông số cần tìm sẽ là P2, Y1, Y2.
* Lực cản lăn P1 được tính như sau: P1 = f.G trong đó f là hệ số cản lăn ứng với từng loại đường khác nhau (tra bảng), G là trọng lượng toàn bộ của xe (N).

Lấy f = 0.015 (theo bảng 1 – Phụ lục, đường bê tông, trạng thái mặt đường tốt)

G = 2700\*10 = 27000 (N)

P1 = 0,015\*27000 = 405 (N)

**Tính hệ số đàn hồi ngang của lốp kb, [rad/N]**

D là đường kính ngoài của bánh xe (inch), D = 17 inch

B là chiều rộng lốp (inch), B = 7 inch

q0 là áp suất hơi lốp (MPa), q0 = 250 kPa = 0.25 Mpa

**Tính lực moment Mc cản khi quay vòng**

là hệ số ma sát giữa bánh xe với đường (bảng 2 – Phụ lục),

l0 là chiều dài vết tiếp xúc của bánh xe với đường

là tải trọng phân bố trên cầu ô tô,

l0 = 4 inch = 10.16 cm = 0,1 (m)

**Góc**

**Chiều dài cơ sở L = 3125 (mm)**

**Giá trị Y1**

**Giá trị P2**

**Giá trị Y2**

**Giá trị R**

**Giá trị xq**

**Kết luận:**

Khảo sát quay vòng tĩnh của ô tô đã lựa chọn, ta thu được kết quả bán kính quay vòng R là 6,6 m và khoảng cách xq từ tâm quay vòng đến trục O’Y là ~ 75 cm.

# TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. (Automotive Series) Martin Meywerk - Vehicle Dynamics-Wiley (2015)

2. G. Nakhaie Jazar \_ Vehicle Dynamics Theory and Application

3. Chuyên đề\_Động học và động lực học quay vòng của ô tô\_Dr.Kien.NT

4. Lý thuyết ô tô máy kéo \_ Nguyen Huu Can

# PHỤ LỤC

Bảng 1 – Giá trị trung bình của hệ số cản lăn

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Kết cấu của mặt đường** | **Trạng thái mặt đường** | **Hệ số cản lăn f tương ứng** |
| Bê tông nhựa và bê tông xi măng | Tốt | 0.012 – 0.018 |
| Trung bình | 0.018 – 0.020 |
| Lát đá (phiến đá) | Tốt | 0.020 – 0.022 |
| Trung bình | 0.022 – 0.025 |
| Rải đá (đá suối) | Tốt | 0.025 – 0.030 |
| Trung bình | 0.030 – 0.035 |
| Đá dăm |  | 0.023 – 0.025 |
| Đá nện chặt | Khô | 0.025 – 0.035 |
| Ướt | 0.05 – 0.015 |
| Đất cát | Khô | 0.1 – 0.3 |
| Ướt | 0.08 – 0.1 |

Bảng 2: Hệ số ma sát giữa bánh xe và mặt đường

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Loại đường** | **Tình trạng mặt đường** | **Hệ số ma sát** |
| Đường nhựa, bê tông | Khô và sạch | 0,7 – 0,8 |
| Ướt | 0,35 – 0,45 |
| Đường đất | Pha sét, khô | 0,5 – 0,6 |
| Ướt | 0,2 – 0,4 |
| Đường cát | Khô | 0,2 – 0,3 |
| Ướt | 0,4 – 0,5 |