

PGS.TS ĐÀO MẠNH HÙNG – THS VŨ VĂN TẤN – KS TẠ THỊ THANH HUYỀN

BÀI TẬP

LÝ THUYẾT Ô TÔ



NXB GIAO THÔNG VẬN TẢI

MỞ ĐẦU

CHƯƠNG I: ĐỘNG LỰC HỌC KÉO Ô TÔ

I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1.1. Động cơ ô tô.

- Công thức thực nghiệm S.R.Laydecman.

$$N_e = N_{e_{\max}} \cdot \left[a \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right) + b \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^2 - c \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^3 \right]$$

$$M_e = M_N \cdot \left[a + b \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right) - c \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^2 \right]$$

1.2. Hệ thống truyền lực.

$$i_{TL} = \frac{n_e}{n_b} = \frac{\omega_e}{\omega_b}$$

- Theo kết cấu của hệ thống truyền lực.

$$i_{TL} = i_h \cdot i_p \cdot i_0 \cdot i_c$$

1.3. Hiệu suất của hệ thống truyền lực.

$$\eta_{TL} = \frac{N_k}{N_e} = \frac{N_e - N_t}{N_e} = 1 - \frac{N_t}{N_e}$$

$$\eta_{TL} = \eta_e \cdot \eta_h \cdot \eta_{cd} \cdot \eta_0$$

1.4. Thông số tọa độ trọng tâm của ô tô ở trạng thái tĩnh.

$$a = \frac{Z_2 \cdot L}{G}; \quad b = \frac{Z_1 \cdot L}{G}$$

1.5. Bán kính làm việc trung bình của bánh xe.

$$r_{bx} = \lambda \cdot r_0$$

1.6. Các lực và momen tác dụng lên ô tô.

- Lực kéo tiếp tuyến của ô tô.

* Trường hợp chuyển động ổn định.

$$P_k = \frac{M_k}{r_d} = \frac{M_e \cdot i_{TL} \cdot \eta_{TL}}{r_d} = \frac{M_e \cdot i_0 \cdot i_{hc} \cdot i_p \cdot \eta_{TL}}{r_d}$$

* Trường hợp chuyển động không ổn định.

$$P_k = \frac{M_k - M_j}{r_d} = P_k - P_{jq}$$

- Lực cản lăn của ô tô.

$$P_f = G \cdot \cos \alpha \cdot f$$

- Lực cản leo dốc.

$$P_i = G \cdot \sin \alpha = G \cdot i$$

$$N_i = P_i \cdot v$$

- Lực cản tổng cộng của đường.

$$P_\psi = P_f + P_i = G \cdot (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) = G \cdot (f + i) = G \cdot \psi$$

$$N_\psi = P_\psi \cdot v$$

- Lực cản không khí.

$$P_w = K.F.v_t^2$$

$$N_w = K.F.v_t^3$$

- Lực quán tính.

$$P_j = \frac{G}{g} \cdot j \cdot \delta_j$$

- Lực cản kéo móc.

$$P_m = n.G_m.(f'.\cos\alpha \pm \sin\alpha)$$

- Lực bám ở bánh xe chủ động với mặt đường.

$$P_\varphi = P_{k_{\max}} = Z_\varphi \cdot \varphi$$

- Phản lực thẳng đứng tác dụng từ đường lên bánh xe khi ô tô lên dốc.

$$Z_1 = \frac{1}{L} \{ G \cdot \cos\alpha \cdot (b - f \cdot r_d) - G \cdot h_g \cdot [\sin\alpha + \frac{j}{g} \cdot \delta_j] - P_w \cdot h_w - P_m \cdot h_m \}$$

$$Z_2 = \frac{1}{L} \{ G \cdot \cos\alpha \cdot (a + f \cdot r_d) + G \cdot h_g \cdot [\sin\alpha + \frac{j}{g} \cdot \delta_j] + P_w \cdot h_w + P_m \cdot h_m \}$$

1.7. Phương trình chuyển động ô tô khi kéo.

* Phương trình cân bằng lực kéo.

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w + P_m$$

$$\frac{M_e \cdot i_{TL} \cdot \eta_{TL}}{r_d} = G \cdot \cos\alpha \cdot f + \frac{G}{g} \cdot j \cdot \delta_j + G \cdot i + K \cdot F \cdot v_t^2 + n \cdot G_m \cdot (f \cdot \cos\alpha \pm \sin\alpha)$$

* Phương trình cân bằng công suất.

$$N_k = N_f + N_i + N_j + N_w$$

1.7. Nhân tố động lực học.

$$D = \frac{P_k - P_w}{G} = \frac{P_k + P_i + P_j}{G} = f + i + \frac{j}{g} \delta_j$$

- Nhân tố động lực học ứng với các số truyền khác nhau.

$$D_i = \frac{P_{ki} - P_{wi}}{G} = \frac{\frac{M_e \cdot i_{ti} \cdot \eta_{TL}}{r_d} - K \cdot F \cdot v_i^2}{G}$$

1.8. Gia tốc của ô tô

$$j = (D - f - i) \cdot \frac{g}{\delta_j}$$

- Gia tốc ở từng tay số.

$$j_i = (D_i - f - i) \cdot \frac{g}{\delta_j}$$

1.9. Tỷ số truyền của truyền lực chính.

$$i_0 = 0,105 \frac{r_k \cdot n_{e_{\max}}}{i_{hc} \cdot i_{pc} \cdot v_{\max}}$$

1.10. Tỷ số truyền của hộp số.

* Tỷ số truyền của tay số 1.

$$i_{h1} = \frac{G \cdot \psi_{\max} \cdot r_d}{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}$$

$$i_{h1} \leq \frac{Z_{\varphi} \cdot \varphi \cdot m_{ki} \cdot r_d}{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}$$

* Tỷ số truyền tay số trung gian.

- Theo cấp số nhân.

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{i_{h1}}{i_{hn}}}; i_{hk} = \frac{i_{h1}}{q^{k-1}}$$

- Theo cấp số điều hoà.

$$h = \frac{i_{h1} - 1}{(n - 1) \cdot i_{h1}}$$

$$i_{hk} = \frac{(n - 1) \cdot i_{h1}}{q^{k-1} + (k - 1) \cdot i_{h1}}$$

* Tỷ số truyền của hộp số phụ.

$$i_{pc} = 0,105 \frac{r_k \cdot n_{e\max}}{i_{h1} \cdot i_0 \cdot v_{\max}}$$

$$i_{pt} = \frac{G \cdot \psi_{\max} \cdot r_d}{M_{\max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot \eta_{TL}}$$

- Điều kiện không bị trượt quay của các bánh xe chủ động.

$$i_{pt} \leq \frac{Z_{\varphi} \cdot \varphi \cdot m_{ki} \cdot r_d}{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot \eta_{TL}}$$

- Kiểm tra i_{pt} theo điều kiện bảo đảm tốc độ chuyển động nhỏ nhất.

$$i_{pt} = 0,105 \frac{r_k \cdot n_{e\min}}{i_{h1} \cdot i_0 \cdot v_{\min}}$$

$$v_{\min} = (1,5 \pm 2,5) \text{ km/h}$$

L - chiều dài cơ sở của xe (m).

a, b, h_g - toạ độ trọng tâm xe (m).

h_m - chiều cao của thanh móc kéo so với mặt đường (m).

h_g - chiều cao trọng tâm của ô tô (m).

r_k, r_d - bán kính động học và động lực học của bánh xe (m).

K - hệ số cản không khí (Nm^2/s^4).

F - diện tích cản chính diện của ô tô (m^2).

v - vận tốc chuyển động của ô tô (m/s).

v_g - vận tốc của gió (m/s).

v_t - vận tốc chuyển động tương đối giữa ô tô và không khí (m/s).

h_w - chiều cao trọng tâm diện tích cản chính diện của ô tô (m).

n_b - số vòng quay của bánh xe (v/ph).

n_e - số vòng quay của trục khuỷu động cơ (v/ph).

$n_{e_{max}}$ - số vòng quay lớn nhất của trục khuỷu động cơ (v/ph).

n_N - số vòng quay tại thời điểm công suất đạt cực đại (v/ph).

n_M - số vòng quay tại thời điểm momen đạt cực đại (v/ph).

α - góc lệch của đường ($^\circ$).

i - độ dốc của đường (%).

δ_j - hệ số ảnh của khối lượng quay (Ns^2/kgm).

η_{TL} - hiệu suất truyền lực của ô tô.

i_0 - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_h - tỷ số truyền của hộp số.

i_p - tỷ số truyền của hộp số phụ.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số.

i_{TL} - tỷ số truyền của hệ thống truyền lực.

D - nhân tố động lực học .

φ - hệ số bám của bánh xe với đường.

m_k - khối toàn bộ của rơ moóc (kg).

G - trọng lượng toàn bộ của ô tô (N).

G_m - trọng lượng toàn bộ của rơ moóc (N).

R_1, R_2 - phản lực tiếp tuyến của đường tác dụng lên bánh xe (N).

P_{k1}, P_{k2} - lần lượt là lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động cầu trước và cầu sau (N).

P_w, P_i, P_j - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc và lực cản tăng tốc (N).

M_{f1}, M_{f2} - lần lượt là momen lực cản lăn của các bánh xe cầu trước và cầu sau (Nm).

M_e - momen xoắn của động cơ (Nm).

$M_{e_{max}}$ - momen xoắn cực đại của động cơ (Nm).

M_{eN} - momen xoắn của động cơ tại thời điểm công suất đạt cực đại (Nm)

P_φ - lực bám (N).

f - hệ số cản lăn.

N_e - công suất của động cơ đốt trong (Kw).

$N_{e_{max}}$ - công suất cực đại của động cơ đốt trong (Kw).

N_k - công suất ở bánh xe chủ động (Kw).

N_t - công suất truyền từ bánh xe đến ô tô (Kw).

j - gia tốc chuyển động tịnh tiến của ô tô (m/s^2).

ψ - hệ số cản tổng cộng của đường.

g - gia tốc trọng trường (m/s^2)

II. BÀI TẬP MẪU

III. BÀI TẬP

Bài 1.1: Ô tô con đang chuyển động trên đường với vận tốc $v = 80$ km/h, có gió ngang tác dụng cùng chiều chuyển động của ô tô với vận tốc $v_g = 15$ m/s hướng tác dụng tạo với trục dọc xe một góc

30⁰. Xác định giá trị lực cản không khí. Biết hệ số cản không khí $K=0,5 \text{ Ns}^2/\text{m}^4$; ô tô có diện tích cản chính diện $F = 3 \text{ m}^2$.

Bài 1.2: Một ô tô trọng lượng toàn bộ $G = 45000 \text{ (N)}$ đang chuyển động lên dốc 10 %. Xác định giá trị lực bám, hệ số sử dụng lực bám của ô tô. Biết ô tô có tất cả các cầu đều chủ động, hệ số bám của đường $\varphi = 0,6$.

Bài 1.3: Ô tô có trọng lượng toàn bộ $G = 180000 \text{ N}$; tỉ số truyền lực chính $i_0 = 7$; tỉ số truyền tay số 1 là $i_{h1} = 5$; lốp xe có kí hiệu 11-20; Mômen xoắn cực đại $M_{\text{emax}} = 450 \text{ Nm}$ ở tốc độ $n_M = 3000 \text{ v/ph}$; tỉ số $n_N/n_M = 2$; hiệu suất truyền lực $\eta_{TL} = 0,85$; độ dốc $i = 10\%$. Xác định các lực cản chuyển động cực đại của ô tô. Bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay.

Bài 1.4: Xác định nhân tố động lực học lớn nhất ở từng tay số của ô tô. Biết ô tô có trọng lượng toàn bộ $G = 10000 \text{ kG}$; Mômen xoắn cực đại $M_{\text{emax}} = 450 \text{ Nm}$; tỉ số truyền lực chính $i_0 = 7$; tỉ số truyền của tay số 4 là $i_{h4} = 1$; lốp xe có kí hiệu 10 – 20; hiệu suất truyền lực $\eta_{TL} = 0,85$ hệ số cản tổng cộng của đường lớn nhất ô tô có thể khắc phục $\psi_{\text{max}} = 0,35$; hệ số bám $\varphi = 0,6$.

Bài 1.5: Ô tô 2 cầu chủ động chuyển động đều xuống dốc 20⁰ với vận tốc $v = 70 \text{ km/h}$. Xác định các phản lực pháp tuyến của mặt đường tác dụng lên bánh xe. Biết trọng lượng toàn bộ của ô tô $G = 12000 \text{ N}$; chiều dài cơ sở $L = 2,5 \text{ m}$; khoảng cách từ trọng tâm xe đến tâm cầu trước $a = 1,2 \text{ m}$; chiều cao trọng tâm xe $h_g = 0,7 \text{ m}$; hệ số cản khí động học $K = 0,25 \text{ Ns}^2/\text{m}^4$; ô tô có diện tích cản chính diện $F = 3,1 \text{ m}^2$; chiều cao trọng tâm diện tích cản chính diện $h_w = 0,95 \text{ m}$; hệ số cản lăn $f = 0,02$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,35 \text{ m}$.

Bài 1.6: Xác định công suất cần thiết của động cơ lắp trên ô tô tải có trọng lượng toàn bộ $G = 100000 \text{ N}$; kéo rơmoóc có khối lượng $m_k = 5000 \text{ kg}$. Biết ô tô chuyển động trên đường với vận tốc $v = 50 \text{ km/h}$; hệ số cản lăn $f = 0,02$; độ dốc của đường 3%; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,8$; hệ số cản khí động học $K = 0,5 \text{ Ns}^2/\text{m}^4$; ô tô có diện tích cản chính diện $F = 4,5 \text{ m}^2$. Bỏ qua lực cản không khí của rơmoóc.

Bài 1.7: Ô tô đang chuyển động ở tay số 1. Nhân tố động lực học lớn nhất $D_{\text{max}} = 0,29$. Hãy xác định độ dốc lớn nhất mà ô tô khắc phục được ở số truyền này biết hệ số cản lăn $f = 0,015$.

Bài 1.8: Một ô tô trọng lượng toàn bộ $G = 53000 \text{ N}$ chuyển động lên dốc $\alpha = 10^0$ trên đường có hệ số cản lăn 0,015. Hãy xác định giá trị lực cản lăn của ô tô.

Bài 1.9: Một ô tô trọng lượng toàn bộ $G = 8050 \text{ kG}$ chuyển động trên đường bê tông nhựa nằm ngang có hệ số cản lăn $f = 0,02$. Hãy xác định lực cản lăn và sự thay đổi lực cản lăn khi ô tô chuyển động lên dốc cũng trên bề mặt đường đó và có độ dốc $\alpha = 10^0$.

Bài 1.10: Ô tô con đang chuyển động trên đường với vận tốc $v = 60 \text{ km/h}$, có gió ngang tác dụng ngược chiều chuyển động với vận tốc $v_g = 4,5 \text{ m/s}$ hướng tác dụng tạo với trục dọc xe một góc 60⁰. Xác định giá trị lực cản không khí. Biết hệ số cản khí động học $K = 0,5625 \text{ Ns}^2/\text{m}^4$; ô tô có diện tích cản chính diện $F = 3,5 \text{ m}^2$.

Bài 1.11: Xác định vận tốc chuyển động lớn nhất của ô tô. Biết số cuối cùng là truyền thẳng, tỉ số truyền của TLC $i_0 = 7$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,5 \text{ m}$; trọng lượng toàn bộ $G = 2500 \text{ kG}$; hệ số cản không khí $K = 0,8 \text{ Ns}^2/\text{m}^4$; diện tích cản chính diện $F = 2,5 \text{ m}^2$; hiệu suất truyền lực $\eta_{TL} = 0,8$; công suất cực đại $N_{\text{emax}} = 120 \text{ kW}$ tại tốc độ quay trục khuỷu $n_N = 5000 \text{ v/ph}$; động cơ xăng không hạn chế tốc độ; hệ số cản lăn $f = 0,02$; bỏ qua ảnh hưởng của vận tốc đến hệ số cản lăn; ô tô chuyển động trong môi trường không có gió.

Bài 1.12: Xác định khả năng vượt dốc khi ô tô chuyển động đều ở tay số cuối cùng (số truyền thẳng) ở vận tốc $v = 90 \text{ km/h}$. Biết tỉ số truyền của TLC $i_0 = 5$; trọng lượng toàn bộ $G = 2700 \text{ kG}$; bán kính

làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,3$ m; hệ số cản không khí $K = 0,2$ Ns^2/m^4 ; diện tích cản chính diện $F = 2,4$ m^2 ; hiệu suất truyền lực $\eta_{TL} = 0,8$; công suất cực đại $N_{\text{emax}} = 180$ kW tại tốc độ quay trục khuỷu $n_N = 4000$ v/ph; động cơ diesel; hệ số cản lăn của đường $f = 0,015$.

Bài 1.13: Xác định lực kéo và các thành phần lực cản chuyển động tác dụng lên ô tô khi chuyển động ở tay số truyền thẳng với vận tốc 60 km/h, gia tốc $0,6$ m/s^2 , lên dốc 5 %. Biết trọng lượng toàn bộ của ô tô $G = 6000$ kG; diện tích cản chính diện $F = 2,3$ m^2 ; hệ số cản không khí $K = 0,2$ Ns^2/m^4 ; ô tô chuyển động trong môi trường không có gió; hệ số cản lăn $f = 0,015$; hệ số bám đủ lớn. Bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay.

Bài 1.14: Xác định khả năng vượt dốc lớn nhất của ô tô. Biết mô men xoắn lớn nhất $M_{\text{emax}} = 200$ N.m; trọng lượng toàn bộ $G = 6000$ kG; tỷ số truyền tay số 1 là $i_{h1} = 4$; tỷ số truyền của TLC $i_0 = 5$; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,8$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,25$ m; hệ số cản lăn $f = 0,015$; bỏ qua lực cản không khí; hệ số bám đủ lớn.

Bài 1.15: Hãy xác định lực kéo lớn nhất được sử dụng của ô tô khi ô tô chuyển động ở tay số 3. Biết ô tô có trọng lượng toàn bộ $G = 2190$ kG; tỷ số truyền ở tay số 3 $i_{h3} = 1,58$; mô men xoắn lớn nhất $M_{\text{emax}} = 220$ Nm; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,39$ m; tỷ số truyền của TLC $i_0 = 5,125$; tỷ số truyền của hộp số phụ $i_{pt} = 1,94$.

Bài 1.16: Ô tô có trọng lượng toàn bộ $G = 3500$ kG; mô men xoắn ở bánh xe chủ động $M_k = 450$ Nm; diện tích cản chính diện $F = 3,5$ m^2 ; hệ số cản khí động học $K = 0,7$ Ns^2/m^4 ; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,3$ m; hệ số cản lăn $f = 0,02$. Hãy xác định vận tốc chuyển động của ô tô khi chuyển động đều trên đường nằm ngang không có gió và vận tốc chuyển động của ô tô khi chuyển động lên dốc 5 % và có gió tác dụng cùng chiều hướng chuyển động của ô tô với vận tốc gió 10 km/h. Bỏ qua ảnh hưởng của vận tốc đến hệ số cản lăn.

Bài 1.17: Xác định khả năng gia tốc lớn nhất của ô tô ở tay số 1. Biết: mô men xoắn cực đại của động cơ $M_{\text{emax}} = 17$ kG.m; trọng lượng toàn bộ của ô tô $G = 5400$ kG, tỷ số truyền tay số một $i_{h1} = 4,5$; tỷ số truyền của truyền lực chính $i_0 = 6,0$; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,85$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,33$ m; hệ số cản lăn của đường $f_0 = 0,02$; bỏ qua lực cản không khí; hệ số bám đủ lớn. Bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay.

Bài 1.18: Hãy xác định lực kéo cần thiết của ô tô có trọng lượng toàn bộ $G = 5400$ kG; chuyển động đều với vận tốc 45 km/h lên dốc $\alpha = 20^\circ$; bề mặt đường có hệ số cản lăn $f = 0,015$. Biết ô tô có diện tích cản chính diện $F = 3$ m^2 ; hệ số cản không khí $K = 0,7$ Ns^2/m^4 .

Bài 1.19: Hãy xác định tải trọng tác dụng lên các cầu của ô tô 2 cầu chủ động chuyển động trên mặt đường nằm ngang với vận tốc không đổi 60 km/h. Biết hệ số cản lăn $f = 0,015$; trọng lượng toàn bộ $G = 5300$ kG; chiều dài cơ sở $L = 3,3$ m; khoảng cách từ trọng tâm đến tâm cầu trước $a = 1,84$ m; chiều cao trọng tâm $h_g = 0,95$ m; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,42$ m; diện tích cản chính diện $F = 3,5$ m^2 ; hệ số cản khí động học $K = 0,7$ Ns^2/m^4 ; chiều cao trọng tâm diện tích cản chính diện $h_w = 0,98$ m.

Bài 1.20: Ô tô có trọng lượng toàn bộ $G = 20000$ kG có tất cả các cầu chủ động, kéo romoóc chuyển động lên dốc 10% với vận tốc không đổi trên đường có hệ số cản lăn $f = 0,015$; hệ số bám $\varphi = 0,6$. Giả thiết rằng động cơ làm việc với $M_e = 637$ Nm ở số vòng quay $n_e = 1300$ v/ph. Hãy xác định khối lượng lớn nhất có thể của romoóc mà ô tô có thể kéo được theo quan điểm lực kéo theo động cơ và lực kéo theo bám. Biết hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,8$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,52$ m; tỉ số truyền của TLC $i_0 = 3,39$; tỉ số truyền của tay số 1 là $i_{h1} = 10,35$; tỷ số truyền của hộp số phụ $i_{pt} = 2,2$.

Bài 1.21: Ô tô du lịch có trọng lượng toàn bộ $G = 30000 \text{ N}$; tỷ số truyền lực chính $i_0 = 3,5$; tỷ số truyền tay số một $i_{h1} = 3$; tay số cuối cùng là số truyền thẳng; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,95$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,32 \text{ m}$; Mô men xoắn cực đại $M_{emax} = 400 \text{ Nm}$ ở tốc độ $n_M = 4500 \text{ v/p}$; diện tích cản chính diện $F = 2,2 \text{ m}^2$; hệ số cản không khí $K = 0,25 \text{ Ns}^2/\text{m}^4$; hệ số cản lăn $f_0 = 0,02$; $v_g = 15 \text{ km/h}$. Hãy xác định:

a. Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô và xác định các thành phần lực cản chuyển động khi ô tô chuyển động đều trên đường bằng, ngược chiều hướng gió ở chế độ mô men động cơ cực đại và tay số cuối cùng?

b. Khả năng leo dốc lớn nhất theo điều kiện mô men xoắn của động.

Bài 1.22: Ô tô du lịch cầu sau chủ động có trọng lượng $G = 16000 \text{ N}$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,3 \text{ m}$; chiều dài cơ sở $L = 2,6 \text{ m}$; khoảng cách từ trọng tâm đến tâm cầu trước $a = 1,2 \text{ m}$; chiều cao trọng tâm $h_g = 0,6 \text{ m}$; tỷ số truyền của hệ thống truyền lực $i_{TL} = 8$; hiệu suất của hệ thống truyền lực $\eta_{tl} = 0,9$; diện tích cản chính diện $F = 2,6 \text{ m}^2$; hệ số cản không khí $K = 0,3 \text{ Ns}^2/\text{m}^4$; chiều cao tâm diện tích cản chính diện $h_w = 0,9 \text{ m}$; mặt đường có hệ số cản lăn $f_0 = 0,02$. Ô tô chuyển động đều với vận tốc $v = 200 \text{ km/h}$ trên đường bằng phẳng không có gió; hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường $\varphi = 0,8$.

1. Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô.

2. Xác định lực kéo ở bánh xe chủ động và mô men cần thiết của động cơ ở chế độ chuyển động nói trên?

3. Các bánh xe chủ động có bị trượt quay không nếu mặt đường trơn có hệ số bám $\varphi = 0,4$?

Bài 1.23: Ô tô có trọng lượng toàn bộ $G = 11550 \text{ kG}$; tỷ số truyền lực chính $i_0 = 7,32$; tỷ số truyền tay số một là $i_{h1} = 5,181$; hiệu suất truyền lực $\eta_{TL} = 0,9$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,42 \text{ m}$; Mô men xoắn cực đại $M_{emax} = 45 \text{ kGm}$; diện tích cản chính diện $F = 3,59 \text{ m}^2$; hệ số cản không khí $K = 0,4 \text{ Ns}^2/\text{m}^4$; hệ số cản lăn $f = 0,02$. Hãy xác định:

1. Các thành phần lực cản và lực kéo khi ô tô chuyển động đều vận tốc 40 km/h lên dốc; độ dốc $i = 7 \%$; không có gió.

2. Khả năng leo dốc lớn nhất theo điều kiện mô men xoắn của động cơ ?

Bài 1.24: Ô tô du lịch cầu sau chủ động có trọng lượng $G = 15000 \text{ N}$; bán kính bánh xe $r_b = 0,3 \text{ m}$; công suất lớn nhất của động cơ $N_{emax} = 220 \text{ kW}$ ở tốc độ $n_N = n_{emax} = 6000 \text{ v/p}$; hộp số cơ khí có tay số cuối cùng là số truyền thẳng $i_{hc} = 1$; tỉ số truyền của truyền lực chính $i_0 = 4$; hiệu suất của hệ thống truyền lực $\eta_{TL} = 0,9$; hệ số cản không khí $K = 0,25 \text{ Ns}^2/\text{m}^4$; diện tích cản chính diện $F = 2,5 \text{ m}^2$; mặt đường có hệ số cản lăn $f_0 = 0,02$. Ô tô chuyển động đều trên đường bằng phẳng không có gió ở chế độ công suất động cơ cực đại và tay số cuối cùng.

1. Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô?

2. Lực kéo ở các bánh xe chủ động?

3. Các thành phần lực cản chuyển động của ô tô?

Bài 1.25: Xác định vận tốc chuyển động lớn nhất của ô tô, biết: số cuối cùng là số truyền thẳng; tỷ số truyền lực chính $i_0 = 3,5$; trọng lượng toàn bộ của ô tô $G = 1935 \text{ kG}$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,3 \text{ m}$; hệ số cản không khí $K = 0,3 \text{ Ns}^2/\text{m}^4$; diện tích cản chính diện $F = 1,5 \text{ m}^2$; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,9$; công suất cực đại $N_{emax} = 90 \text{ kW}$ tại tốc độ quay trục khuỷu $n_N = 5400 \text{ v/ph}$; tốc độ quay lớn nhất của trục khuỷu $n_{emax} = 6500 \text{ v/ph}$; động cơ xăng không hạn chế tốc độ; hệ số cản lăn của đường $f = 0,015$; bỏ qua ảnh hưởng của vận tốc đến hệ số cản lăn; ô tô chuyển động trong môi trường không gió.

Bài 1.26: Ô tô du lịch có trọng lượng toàn bộ $G = 20000$ N; mô men lớn nhất của động cơ $M_{\text{emax}} = 400$ Nm ở tốc độ $n_M = 4500$ v/ph; hộp số cơ khí có tay số cuối cùng là số truyền tăng $i_{hc} = 0,85$; tỉ số truyền ở tay số 1 là $i_{h1} = 3$; tỉ số truyền của truyền lực chính $i_0 = 4$; hiệu suất của hệ thống truyền lực $\eta_{TL} = 0,95$; hệ số cản không khí $K = 0,3$ Ns^2/m^4 ; diện tích cản chính diện $F = 2,8$ m^2 ; mặt đường có hệ số cản lăn $f = 0,02$; bán kính bánh xe $r_b = 0,32$ m; $v_{\text{gió}} = 15$ km/h.

1. Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô và xác định các thành phần lực cản chuyển động của ô tô, khi ô tô chuyển động đều trên đường bằng phẳng, ngược chiều hướng gió ở chế độ mô men động cơ cực đại và tay số cuối cùng?

2. Xác định khả năng leo dốc lớn nhất theo điều kiện mô men xoắn của động cơ?

Bài 1.27: Xác định công suất lớn nhất và mô men xoắn lớn nhất của động cơ để ô tô đạt vận tốc lớn nhất $V_{\text{max}} = 180$ km/h. Biết: trọng lượng toàn bộ của ô tô $G = 1935$ kG; hệ số cản không khí $K = 0,2$ Ns^2/m^4 ; diện tích cản chính diện $F = 1,8$ m^2 ; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,35$; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,95$; tay số cuối cùng là số truyền thẳng; tỷ số truyền lực chính $i_0 = 3,5$; hệ số cản lăn $f = 0,015$; loại động cơ xăng không hạn chế tốc độ; công suất lớn nhất ở tốc độ quay $n_N = 4200$ v/ph.

Bài 1.28: Ô tô du lịch có trọng lượng toàn bộ $G = 22000$ N; mômen lớn nhất của động cơ $M_{\text{emax}} = 450$ Nm ở tốc độ $n_M = 4800$ v/p; hộp số cơ khí có tay số cuối cùng là số truyền thẳng $i_{hn} = 1$; tỉ số truyền ở tay số 1 là $i_{h1} = 3,2$; tỉ số truyền của truyền lực chính $i_0 = 4$; hiệu suất của hệ thống truyền lực $\eta_{TL} = 0,95$; hệ số cản không khí $K = 0,3$ Ns^2/m^4 ; diện tích cản chính diện $F = 2,8$ m^2 ; mặt đường có hệ số cản lăn $f = 0,02$; bán kính bánh xe $r_b = 0,32$ m; $v_{\text{gió}} = 10$ km/h.

1. Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô và xác định các thành phần lực cản chuyển động của ô tô, khi ô tô chuyển động đều trên đường bằng phẳng, cùng chiều hướng gió ở chế độ mômen động cơ cực đại và tay số cuối cùng?

2. Xác định khả năng leo dốc lớn nhất theo điều kiện mômen xoắn của động cơ?

Bài 1.29: Ô tô du lịch có trọng lượng toàn bộ $G = 16000$ N; bán kính bánh xe $r_{bx} = 0,35$ m; mô men lớn nhất của động cơ $M_{\text{emax}} = 400$ Nm ở tốc độ $n_M = n_{\text{emax}} = 5000$ v/ph; hộp số cơ khí có tay số cuối cùng là số truyền thẳng $i_{hc} = 1$; tỉ số truyền tay số 1 là $i_{h1} = 3$; tỉ số truyền của truyền lực chính $i_0 = 3,5$; hiệu suất của hệ thống truyền lực $\eta_{TL} = 0,95$; hệ số cản không khí $K = 0,27$ Ns^2/m^4 ; diện tích cản chính diện $F = 2,8$ m^2 ; mặt đường có hệ số cản lăn $f = 0,015$.

1. Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô và xác định các thành phần lực cản chuyển động của ô tô, khi ô tô chuyển động đều trên đường bằng phẳng không có gió ở chế độ mô men động cơ cực đại và tay số cuối cùng?

2. Khả năng leo dốc lớn nhất theo điều kiện mô men xoắn của động cơ?

Bài 1.30: Xác định khả năng vượt dốc khi ô tô chuyển động đều ở tay số cuối cùng (số truyền thẳng) ở vận tốc $V = 70$ km/h, biết: tỷ số truyền lực chính $i_0 = 6,5$; trọng lượng toàn bộ của ô tô $G = 10000$ kG; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,5$ m; hệ số cản không khí $K = 0,5$ Ns^2/m^4 ; diện tích cản chính diện $F = 4$ m^2 ; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,85$; công suất cực đại $N_{\text{emax}} = 110$ kW tại tốc độ quay trục khuỷu $n_N = 3200$ v/ph; động cơ diesel; hệ số cản lăn của đường $f = 0,015$.

Bài 1.31: Xác định khả năng gia tốc khi ô tô chuyển động ở tay số cuối cùng (số truyền thẳng) ở vận tốc $V = 70$ km/h, biết: tỷ số truyền lực chính $i_0 = 6,5$; trọng lượng toàn bộ của ô tô $G = 10000$ kG; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,5$ m; hệ số cản không khí $K = 0,5$ Ns^2/m^4 ; diện tích cản chính diện $F = 4$ m^2 ; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,85$; công suất cực đại $N_{\text{emax}} = 110$ kW tại tốc độ quay

trục khuỷu $n_N = 3200$ v/ph; động cơ diesel; hệ số cản lăn của đường $f = 0,015$. Bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay.

Bài 1.32: Xác định khả năng vượt dốc lớn nhất của ô tô. Biết: mô men xoắn cực đại của động cơ $M_{e_{max}} = 17$ kG.m; trọng lượng toàn bộ của ô tô $G = 5400$ kG; tỷ số truyền tay số một $i_{h1} = 4,5$; tỷ số truyền của truyền lực chính $i_0 = 6$; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,85$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,33$ m; hệ số cản lăn của đường $f = 0,02$; bỏ qua lực cản không khí; hệ số bám đủ lớn.

Bài 1.33: Xác định khả năng kéo mooc lớn nhất của ô tô, biết: mô men xoắn cực đại của động cơ $M_{e_{max}} = 15$ kG.m; trọng lượng toàn bộ của ô tô $G = 5200$ kG; tỷ số truyền tay số một $i_{h1} = 5$; tỷ số truyền của truyền lực chính $i_0 = 6$; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,88$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,33$ m; hệ số cản lăn của đường $f = 0,02$; bỏ qua lực cản không khí; hệ số bám đủ lớn.

Bài 1.34: Xác định lực kéo và các thành phần lực cản chuyển động tác dụng lên ô tô khi chuyển động ở tay số truyền thẳng với vận tốc 90 km/h, gia tốc $0,5$ m/s², lên dốc 2% . Biết: trọng lượng toàn bộ $G = 10000$ kG; diện tích cản chính diện $F = 3$ m²; hệ số cản không khí $K = 0,4$ Ns²/m⁴; không có gió; hệ số cản lăn của đường $f = 0,02$; hệ số bám đủ lớn. Bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay.

Bài 1.35: Xác định tỷ số truyền của truyền lực chính và tỷ số truyền tay số 1 để ô tô có thể chuyển động $V_{max} = 108$ km/h và khả năng khắc phục cản tổng cộng của đường $\Psi_{max} = 0,3$. Biết: tay số cuối cùng là số truyền thẳng; không có hộp số phụ; hiệu suất truyền lực $0,85$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,4$ m; loại động cơ diesel; công suất lớn nhất ở tốc độ quay $n_N = 3200$ v/ph; mô men xoắn lớn nhất $M_{e_{max}} = 350$ Nm; trọng lượng toàn bộ $G = 5400$ kG; cầu sau chủ động, trọng lượng bám 3700 kG; hệ số bám $0,6$.

Bài 1.36: Xác định tỉ số truyền của hệ thống truyền lực của ô tô biết trọng lượng toàn bộ của ô tô $G = 10500$ kG; kéo romoóc có trọng lượng 5000 kG; ô tô chuyển động lên dốc 10% với vận tốc 40 km/h; bề mặt đường có hệ số cản lăn $f = 0,015$. Biết mô men xoắn cực đại của động cơ $M_{e_{max}} = 360$ Nm; diện tích cản chính diện $F = 4,5$ m²; hệ số cản khí động học $K = 0,8$ Ns²/m⁴; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,8$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,45$ m;

Bài 1.37: Xác định tỷ số truyền của các số tiến trong hộp số, biết: hộp số có 5 số tiến, tay số cuối cùng là số truyền thẳng, các số trung gian phân phối theo cấp số nhân; tỷ số truyền của TLC $i_0 = 6,25$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,4$ m; mô men xoắn lớn nhất $M_{e_{max}} = 165$ Nm; trọng lượng toàn bộ $G = 5400$ kG; cầu sau chủ động, trọng lượng bám $G_\varphi = 3700$ kG; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,85$; hệ số cản tổng cộng của đường lớn nhất ô tô có thể khắc phục $\psi_{max} = 0,35$; hệ số bám $\varphi = 0,6$.

Bài 1.38: Xác định tỷ số truyền của các số tiến trong hộp số, biết: hộp số có 5 số tiến, tay số cuối cùng là số truyền thẳng, các số trung gian phân phối theo cấp số nhân; tỷ số truyền của TLC $i_0 = 6,9$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,5$ m; mô men xoắn lớn nhất $M_{e_{max}} = 200$ Nm; trọng lượng toàn bộ $G = 7000$ kG; cầu sau chủ động, trọng lượng bám $G_\varphi = 5000$ kG; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,8$; hệ số cản tổng cộng của đường lớn nhất ô tô có thể khắc phục $\psi_{max} = 0,25$; hệ số bám $\varphi = 0,8$.

Bài 1.39: Hãy xác định tỉ số truyền của hệ thống truyền lực của ô tô chuyển động trên đường nằm ngang với $v_{max} = 90$ km/h. Biết hệ số cản lăn $f = 0,015$; trọng lượng toàn bộ $G = 1650$ kG; diện tích cản chính diện $F = 3,2$ m²; hệ số cản khí động học $K = 0,75$ Ns²/m⁴; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,9$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,36$ m; $M_{ev} = 127$ Nm ở số vòng quay $n_{ev} = 4000$ v/ph.

Bài 1.40: Xác định lực kéo và các thành phần lực cản chuyển động tác dụng lên ô tô khi chuyển động ở tay số truyền thẳng với vận tốc 90 km/h, gia tốc $0,5 \text{ m/s}^2$, lên dốc 2%. Biết: trọng lượng toàn bộ $G=10000 \text{ kG}$; diện tích cản chính diện $F = 3 \text{ m}^2$; hệ số cản không khí $K = 0,4 \text{ Ns}^2/\text{m}^4$; không có gió; hệ số cản lăn của đường $f=0,02$; hệ số bám đủ lớn. Bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay.

Bài 1.41: Xác định khả năng vượt dốc lớn nhất của ô tô, biết: mô men xoắn cực đại của động cơ $M_{\text{emax}}= 17 \text{ kG.m}$; trọng lượng toàn bộ của ô tô $G = 5400 \text{ kG}$, tỷ số truyền tay số một $i_{h1} = 4,5$; tỷ số truyền của truyền lực chính $i_0 = 7$; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,8$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,33 \text{ m}$; hệ số cản lăn của đường $f = 0,02$; bỏ qua lực cản không khí; hệ số bám đủ lớn.

Bài 1.42: Hãy xác định tải trọng tác dụng lên các cầu của ô tô 2 cầu chủ động chuyển động lên dốc 10% với vận tốc không đổi 50 km/h. Biết hệ số cản lăn $f = 0,015$; trọng lượng toàn bộ $G = 2500 \text{ kG}$; chiều dài cơ sở $L = 3,7 \text{ m}$; khoảng cách từ trọng tâm đến tâm cầu trước $a = 1,3 \text{ m}$; chiều cao trọng tâm $h_g = 1 \text{ m}$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,394 \text{ m}$; diện tích cản chính diện $F = 3,8 \text{ m}^2$; hệ số cản khí động học $K = 0,7 \text{ Ns}^2/\text{m}^4$; chiều cao trọng tâm diện tích cản chính diện $h_w = 0,9 \text{ m}$.

Bài 1.43: Ô tô du lịch cầu sau chủ động có trọng lượng $G=12000 \text{ (N)}$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx}=0,34\text{(m)}$; chiều dài cơ sở $L=2,5 \text{ (m)}$; khoảng cách từ trọng tâm đến tâm cầu trước $a=1,2 \text{ (m)}$; chiều cao trọng tâm $h_g=0,7 \text{ (m)}$; tỷ số truyền của hệ thống truyền lực $i_{tl}=7,5$; hiệu suất của hệ thống truyền lực $=0,8$; diện tích cản chính diện $F=2,9\text{(m}^2\text{)}$; hệ số cản không khí $K=0,3 \text{ (Ns}^2/\text{m}^4\text{)}$; chiều cao điểm đặt lực cản không khí $h_w=0,7 \text{ (m)}$; mặt đường có hệ số cản lăn $f_0=0,02$. Ô tô chuyển động đều với vận tốc $v=180 \text{ (km/h)}$ trên đường bằng phẳng không có gió; hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường $\varphi = 0.8$.

1. Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô.
2. Xác định lực kéo ở bánh xe chủ động và mô men cần thiết của động cơ ở chế độ chuyển động nói trên?
3. Các bánh xe chủ động có bị trượt quay không nếu mặt đường trơn có hệ số bám $\varphi=0,5$?

Bài 1.44: Xác định công suất lớn nhất và mô men xoắn lớn nhất của động cơ để ô tô đạt vận tốc lớn nhất $V_{\text{max}}=120 \text{ km/h}$, biết: trọng lượng toàn bộ của ô tô $G = 2300 \text{ kG}$; hệ số cản không khí $K = 0,5 \text{ Ns}^2/\text{m}^4$; diện tích cản chính diện $F = 2,78 \text{ m}^2$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx}=0,3$; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,9$ tay số cuối cùng là số truyền thẳng; tỷ số truyền lực chính $i_0 = 4$; hệ số cản lăn $f = 0,015$; loại động cơ xăng không hạn chế tốc độ; công suất lớn nhất ở tốc độ quay $n_N=4000 \text{ v/ph}$.

Bài 1.45: Ô tô có trọng lượng toàn bộ $G=12800\text{kG}$; động cơ có $M_{\text{emax}}=51 \text{ kG.m}$, tỉ số truyền lực chính $i_0 = 7,53$; tỷ số truyền tay số một $i_{h1} = 6,17$; bán kính bánh xe $r_{bx} = 0,45 \text{ m}$; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,85$; hệ số cản không khí $K = 0,4\text{Ns}^2/\text{m}^4$; diện tích cản chính diện $F = 3,6\text{m}^2$; hệ số cản lăn $f = 0,02$. Hãy xác định:

1. Các thành phần công suất cản và công suất kéo khi ô tô chuyển động đều, vận tốc 45 km/h, lên dốc 5%, không có gió.
2. Khả năng leo dốc lớn nhất của ô tô. Bỏ qua lực cản gió; hệ số bám đủ lớn.

Bài 1.46: Xác định công suất lớn nhất và mô men xoắn lớn nhất của động cơ để ô tô đạt vận tốc lớn nhất $V_{\text{max}}=95 \text{ km/h}$, biết: trọng lượng toàn bộ của ô tô $G = 7000 \text{ kG}$; hệ số cản không khí $K = 0,2 \text{ Ns}^2/\text{m}^4$; diện tích cản chính diện $F = 2,8 \text{ m}^2$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,5$; hiệu

suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,8$; tay số cuối cùng là số truyền thẳng; tỷ số truyền lực chính $i_0=3,5$; hệ số cản lăn $f = 0,015$; loại động cơ diesel; công suất lớn nhất ở tốc độ quay $n_N = 1800$ v/ph.

Bài 1.47:

Xác định vận tốc chuyển động lớn nhất của ô tô. Biết số cuối cùng là truyền thẳng, tỷ số truyền của TLC $i_0 = 3,5$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,32$ (m); trọng lượng toàn bộ $G = 3000$ kG ; hệ số cản không khí $K = 0,25$ Ns²/m⁴; diện tích cản chính diện $F = 2,2$ m²; hiệu suất truyền lực $\eta_{TL} = 0,9$; công suất cực đại $N_{emax} = 90$ kw tại tốc độ quay trục khuỷu $n_{emax} = 4500$ v/ph; động cơ xăng không hạn chế tốc độ; hệ số cản lăn $f = 0,15$; bỏ qua ảnh hưởng của vận tốc đến hệ số cản lăn; ô tô chuyển động trong môi trường không có gió.

Bài 1.48: Xác định tỷ số truyền của các số tiến trong hộp số, biết: hộp số có 5 số tiến, tay số cuối cùng là số truyền thẳng, các số trung gian phân phối theo cấp số nhân; tỷ số truyền của TLC $i_0 = 4$; bán kính làm việc trung bình của bánh xe $r_{bx} = 0,32$ m; mô men xoắn lớn nhất $M_{emax} = 450$ Nm; trọng lượng toàn bộ $G = 2100$ kG; cầu sau chủ động, trọng lượng bám $G_\varphi = 1400$ kG; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,9$; hệ số cản tổng cộng của đường lớn nhất ô tô có thể khắc phục $\psi_{max} = 0,35$; hệ số bám $\varphi = 0,6$.

Bài 1.49:

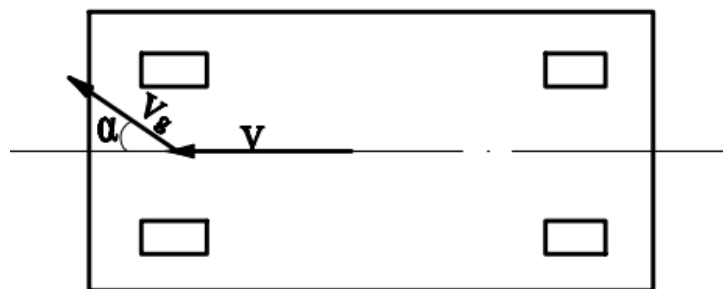
Ô tô có trọng lượng toàn bộ $G = 6000$ kG; động cơ có $M_{emax} = 20$ kGm, tỉ số truyền lực chính $i_0 = 6,5$; tỷ số truyền tay số một $i_{h1} = 5$; bán kính bánh xe $r_{bx} = 0,35$ m; hiệu suất truyền lực $\eta_{tl} = 0,92$; hệ số cản không khí $K = 0,6$ Ns²/m⁴; diện tích cản chính diện $F = 3,2$ m²; hệ số cản lăn $f = 0,015$.

Hãy xác định:

1. Các thành phần công suất cản và công suất kéo khi ô tô chuyển động đều, vận tốc 50 km/h, lên dốc 8%, không có gió.
2. Khả năng leo dốc lớn nhất của ô tô. Bỏ qua lực cản không khí; hệ số bám đủ lớn.

LỜI GIẢI

Bài 1.1



Hình 1.1 Sơ đồ gió tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

- Vận tốc chuyển động tương đối v_t của ô tô so với gió là:

$$v_t = v - v_g \cdot \cos\alpha \tag{1.1}$$

Trong đó:

$v = 80$ (km/h) = $22,22$ (m/s) - vận tốc chuyển động của ô tô so với đường.

$v_g = 15$ (km/h) = $4,17$ (m/s) - vận tốc chuyển động của gió so với đường.

$\alpha = 30^\circ$ - góc lệch giữa phương vận tốc gió so với phương dọc xe.

Thay số vào (1.1) ta được:

$$v_t = 22,22 - 4,17 \cdot \cos 30^\circ = 18,61 \text{ (m/s)}$$

- Lực cản không khí

$$P_w = K.F.v_t^2 \quad (1.2)$$

Trong đó:

$K = 0,5$ (Ns^2/m^4)- hệ số cản không khí.

$F = 3$ (m^2)- diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.2) ta được:

$$P_w = 0,5 \cdot 3 \cdot 18,61^2 = 519,5(N)$$

Bài 1.2.

- Vì ô tô có tất cả các cầu là chủ động nên ta có:

$$P_\varphi = G \cdot \cos \alpha \cdot \varphi \quad (1.3)$$

Trong đó:

$G = 45000$ (N) - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$\alpha = \arctan(0,1) = 5^{\circ}42'$ - góc dốc của đường.

$\varphi = 0,6$ - hệ số bám của đường.

Thay số vào (1.3) ta được:

$$P_\varphi = 45000 \cdot \cos(5^{\circ}42') \cdot 0,6 = 26866,5 \text{ (N)}$$

- Hệ số sử dụng lực bám của ô tô.

$$\lambda_\varphi = \frac{G_\varphi}{G} = \frac{G \cdot \cos \alpha}{G} = \cos \alpha = \cos 5^{\circ}42' = 0,995$$

Bài 1.3

- Vận tốc chuyển động lớn nhất của ô tô.

$$v_{\max} = 0,105 \frac{r_k \cdot n_N}{i_{hc} \cdot i_{pc} \cdot i_0} = 0,105 \frac{r_k \cdot 2 \cdot n_M}{i_{hc} \cdot i_{pc} \cdot i_0} \quad (1.4)$$

Trong đó:

$n_M = 3000$ (v/ph)-tốc độ quay của trục khuỷa tương ứng với momen cực đại.

r_k - bán kính động học.

$i_0 = 7$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng thì

$i_{hc} = 1$.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc} = 1$.

- Tìm bán kính động học.

$$r_k = \lambda \cdot r_0 = \lambda \cdot \left(\frac{d}{2} + H \right) \quad (1.5)$$

Trong đó:

$H = B = 10$ (inch) = 0,25(m) - chiều cao lốp.

$d = 20$ (inch) = 0,51(m) - đường kính vành bánh xe.

λ - hệ số kê đến sự biến dạng của lốp. Chọn lốp áp suất thấp $\lambda = 0,935$.

Thay vào (1.5) ta được:

$$r_k = 0,47 \text{ (m)}.$$

Thay các giá trị vào (1.4) ta được:

$$v_{\max} = 0,105 \frac{0,47 \cdot 2 \cdot 3000}{1 \cdot 1 \cdot 7} = 42,5 \text{ (m/s)}.$$

* **Xác định các lực cản chuyển động cực đại của ô tô.**

- Lực cản lăn:

$$P_{f_{\max}} = G \cdot f_{\max} \cdot \cos \alpha_{\max} = G \cdot f_{\max} \cdot \sqrt{1 - i_{\max}^2} \quad (1.6)$$

Trong đó:

$G = 180000$ (N) - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$$f_{\max} = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v_{\max}^2}{1500}\right) = 0,02 \cdot \left(1 + \frac{42,5^2}{1500}\right) = 0,044 \text{ - hệ số cản lăn.}$$

$i_{\max} = 0,1$ - độ dốc lớn nhất của đường.

Thay vào (1.6) ta được:

$$P_{f_{\max}} = 180000 \cdot 0,044 \cdot \sqrt{1 - 0,1^2} = 7895,23 \text{ (N)}$$

- Lực cản leo dốc:

$$P_{i_{\max}} = G \cdot i_{\max} = 180000 \cdot 0,1 = 18000 \text{ (N)}$$

- Lực cản không khí:

$$P_w = K \cdot F \cdot v_{\max}^2 \quad (1.7)$$

Trong đó:

K - hệ số cản không khí. Với ô tô tải chọn $K = 0,6$ (Ns²/m⁴).

$F = B \cdot H = 2,5 \cdot 3,2 = 8$ (m²) - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay vào (1.7) ta được:

$$P_w = 0,6 \cdot 8 \cdot 42,5^2 = 8670 \text{ (N)}$$

- Lực cản tăng tốc:

$$P_{j_{\max}} = \frac{G}{g} \cdot j_{\max} \cdot \delta_j \quad (1.8)$$

Trong đó:

$G = 180000$ (N) - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

j_{\max} - gia tốc chuyển động tịnh tiến lớn nhất của ô tô.

$g = 9,81$ (m/s²) - gia tốc trọng trường.

δ_j - là hệ số ảnh hưởng đến khối lượng chuyển động quay của ô tô. Bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay $\delta_j = 1$.

- Tìm gia tốc chuyển động tịnh tiến lớn nhất của ô tô.

$$j_{\max} = (D_{\max} - f - i) \cdot \frac{g}{\delta_j} \quad (1.9)$$

+ Nhân tố động lực học lớn nhất:

$$D_{\max} = \frac{P_{k1\max} - P_w}{G} \quad (1.10)$$

$$\text{Mặt khác: } P_{k1\max} = \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \quad (1.11)$$

$$P_w = K \cdot F \cdot v_{1M}^2 \quad (1.12)$$

$$= K \cdot F \cdot 0,105 \cdot \frac{n_M \cdot r_k}{i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc}} \quad (1.13)$$

Trong đó:

$M_{e\max} = 450$ (Nm) - momen cực đại của động cơ.

$\eta_{TL} = 0,85$ -hiệu suất truyền lực của ô tô.

Thay các giá trị đã biết vào (1.11) và (1.13) ta được:

$$P_{k1\max} = \frac{450 \cdot 7.5 \cdot 1.0,85}{0,47} = 28352,84(\text{N})$$

$$P_w = 0,6 \cdot 8.0,105 \cdot \frac{3000 \cdot 0,47}{7.5 \cdot 1} = 99,37(\text{N})$$

$$\text{Vậy: } D_{\max} = \frac{28352,84 - 99,37}{180000} = 0,16$$

- Hệ số cản lăn:

$$\text{Do } v_{1M} = 0,105 \cdot \frac{n_M \cdot r_k}{i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc}} = 4,55(\text{m/s}) < 22(\text{m/s}) \text{ nên } f = f_0 = 0,02$$

$$\Rightarrow j_{\max} = (0,16 - 0,02 - 0,1) \cdot \frac{9,81}{1} = 0,39(\text{m/s}^2)$$

$$\Rightarrow P_{j\max} = \frac{180000}{9,81} \cdot 0,39 \cdot 1 = 7200(\text{N})$$

Bài 1.4

* Tìm tỷ số truyền của các tay số tiến trong hộp số.

Khi ô tô chuyển động ổn định ở tay số 1.

$$P_{k1\max} = \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} = G \cdot \psi_{\max} \quad (1.14)$$

$$\Rightarrow i_{h1} = \frac{G \cdot \psi_{\max} \cdot r_d}{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}} \quad (1.15)$$

Trong đó:

$G = 10000(\text{kG}) = 100000(\text{N})$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$\psi_{\max} = 0,35$ - hệ số cản tổng cộng lớn nhất của đường.

r_d - bán kính động lực học.

$M_{e\max} = 450(\text{Nm})$ - momen cực đại của động cơ.

$\eta_{TL} = 0,85$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 7$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{h1} - tỷ số truyền của tay số 1.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc} = 1$.

- Bán kính động lực học.

$$r_d = \lambda \cdot r_0 = \lambda \cdot \left(\frac{d}{2} + H \right) \quad (1.16)$$

Trong đó:

$H = B = 10(\text{inch}) = 0,25(\text{m})$ - chiều cao lốp.

$d = 20(\text{inch}) = 0,51(\text{m})$ - đường kính vành bánh xe.

λ - hệ số kể đến sự biến dạng của lốp. Chọn lốp áp suất thấp $\lambda = 0,935$.

Thay vào (1.16) ta được:

$$r_k = 0,47(\text{m}).$$

Thay các giá trị đã biết vào (1.15) ta được:

$$i_{h1} = \frac{100000.0,35.0,47}{450.7.1.0,85} = 6,17$$

Vì tỷ số truyền của 4 tay số trong hộp số tuân theo quy luật cấp số nhân và tay số cuối là số truyền thẳng nên công bội:

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{i_{h1}}{i_{hn}}} = \sqrt[4-1]{\frac{6,17}{1}} = 1,8314$$

Mà:

$$i_{hi} = \frac{i_{h1}}{q^{i-1}} \quad (1.17)$$

Vậy:

$$i_{h2} = \frac{i_{h1}}{q} = \frac{6,17}{1,8341} = 3,36$$

$$i_{h3} = \frac{i_{h1}}{q^2} = \frac{6,17}{1,8341^2} = 3,36 = 1,83$$

- Công thức xác định nhân tố động lực học lớn nhất ở tay số thứ i:

$$D_{imax} = \frac{P_{ki\max} - P_{wi}}{G} \quad (1.18)$$

$$= \frac{\frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{hi} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} - K \cdot F \cdot v_{iM}^2}{G} \quad (1.19)$$

$$= \frac{\frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{hi} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} - K \cdot F \cdot 0,105 \cdot \frac{n_M \cdot r_d}{i_0 \cdot i_{hi} \cdot i_{pc}}}{G} \quad (1.20)$$

Với tay số 1:

$$D_{1\max} = \frac{P_{k1\max} - P_{w1}}{G} = \frac{G \cdot \psi_{\max} - K \cdot F \cdot 0,105 \cdot \frac{n_M \cdot r_d}{i_0 \cdot i_{hi} \cdot i_{pc}}}{G} \quad (1.21)$$

$$= \frac{100000.0,35 - 0,6.6.0,105 \cdot \frac{3200.0,47}{7.6.17.1}}{100000} = 0,35$$

Với tay số 2:

$$D_{2\max} = \frac{P_{k2\max} - P_{w2}}{G} \quad (1.22)$$

$$= \frac{\frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h2} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} - K \cdot F \cdot 0,105 \cdot \frac{n_M \cdot r_d}{i_0 \cdot i_{h2} \cdot i_{pc}}}{G} \quad (1.23)$$

$$= \frac{\frac{450.7.3,36.1.0,85}{0,47} - 0,6.8.0,105 \cdot \frac{3200.0,47}{7.3,36.1}}{100000} = 0,19$$

Với tay số 3:

$$D_{3\max} = \frac{P_{k3\max} - P_{w3}}{G} \quad (1.24)$$

$$= \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h3} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL} - K \cdot F \cdot 0,105 \cdot \frac{n_M \cdot r_d}{i_0 \cdot i_{h3} \cdot i_{pc}}}{r_d} - \frac{G}{G} \quad (1.25)$$

$$= \frac{450 \cdot 7,1 \cdot 83,1 \cdot 0,85}{0,47} - 0,6 \cdot 8 \cdot 0,105 \cdot \frac{3200 \cdot 0,47}{7,1 \cdot 83,1} - 1 = 0,1$$

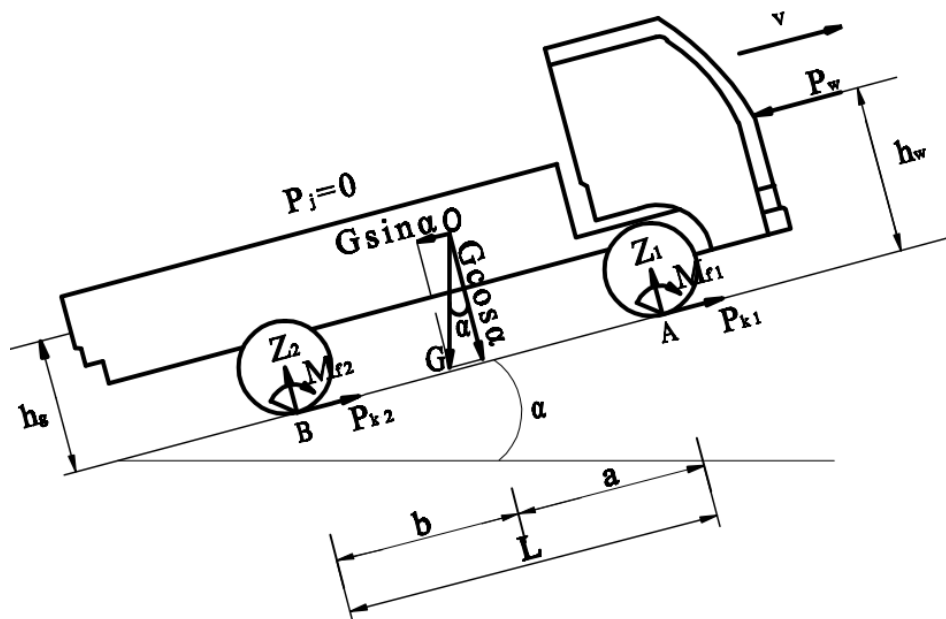
Với tay số 4:

$$D_{4\max} = \frac{P_{k4\max} - P_{w4}}{G} \quad (1.26)$$

$$= \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h4} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL} - K \cdot F \cdot 0,105 \cdot \frac{n_M \cdot r_d}{i_0 \cdot i_{h4} \cdot i_{pc}}}{r_d} - \frac{G}{G} \quad (1.27)$$

$$= \frac{450 \cdot 7,1 \cdot 1 \cdot 0,85}{0,47} - 0,6 \cdot 8 \cdot 0,105 \cdot \frac{3200 \cdot 0,47}{7 \cdot 1 \cdot 1} - 1 = 0,056$$

Bài 1.5.



Hình 1.2. Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

Trong đó:

- P_{k1}, P_{k2} - lần lượt là lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động cầu trước và cầu sau.
- P_w, P_i, P_j - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc và lực cản tăng tốc.
- M_{f1}, M_{f2} - lần lượt là momen lực cản lăn của các bánh xe cầu trước và cầu sau.
- Z_1, Z_2 - lần lượt là phản lực thẳng đứng tác dụng lên các bánh xe cầu trước và cầu sau.

- Ta có phương trình cân bằng momen các lực tác dụng với điểm B :

$$\sum M_B = Z_1 \cdot L + P_w \cdot h_w - G \cdot \sin \alpha \cdot hg - G \cdot \cos \alpha \cdot b + M_{f1} + M_{f2} = 0$$

Trong đó:

$$M_{f1} + M_{f2} = G \cdot \cos\alpha \cdot f \cdot r_d$$

$$Z_1 = \frac{1}{L} [G \cdot \cos\alpha \cdot (b - f \cdot r_d) + G \cdot \sin\alpha \cdot h_g - P_w \cdot h_w] \quad (1.28)$$

- Tương tự ta có:

$$Z_2 = \frac{1}{L} [G \cdot \cos\alpha \cdot (a + f \cdot r_d) - G \cdot \sin\alpha \cdot h_g + P_w \cdot h_w] \quad (1.29)$$

Trong đó:

$$P_w = K \cdot F \cdot v^2 = 0,25 \cdot 3,1 \cdot \left(\frac{70}{3,6}\right)^2 = 293,02 \text{ (N)}$$

$G = 12000 \text{ (N)}$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$L = 2,5 \text{ (m)}$ - chiều dài cơ sở của ô tô.

$\alpha = 20^\circ$ - góc dốc của đường.

$a = 1,2 \text{ (m)}$ - khoảng cách từ trọng tâm đến tâm trục trước.

$b = L - a = 1,3 \text{ (m)}$ - khoảng cách từ trọng tâm đến tâm trục sau.

$h_g = 0,7 \text{ (m)}$ - khoảng cách từ trọng tâm đến mặt đường.

$h_w = 0,85 \text{ (m)}$ - chiều cao trọng tâm diện tích cản chính diện của ô tô.

$r_d = r_{bx} = 0,35 \text{ (m)}$ - bán kính động lực học.

$f = f_0 = 0,02$ - hệ số cản lăn. (Do $v < 80 \text{ (km/h)}$)

Thay số vào (1.28) và (1.29) ta được:

$$Z_1 = \frac{1}{2,5} [12000 \cdot \cos 20^\circ \cdot (1,3 - 0,02 \cdot 0,35) + 12000 \cdot \sin 20^\circ \cdot 0,7 - 293,02 \cdot 0,85]$$

$$= 6681,67 \text{ (N)}$$

$$Z_2 = \frac{1}{2,5} [12000 \cdot \cos 20^\circ \cdot (1,2 + 0,02 \cdot 0,35) - 12000 \cdot \sin 20^\circ \cdot 0,7 + 293,02 \cdot 0,85]$$

$$= 4394,64 \text{ (N)}$$

Bài 1.6.

- Ta có góc dốc của đường : $\alpha = \arctan(0,03) = 1^\circ 43'$

- Phương trình cân bằng lực kéo khi ô tô chuyển động đều ($P_j = 0$):

$$P_k = P_f + P_i + P_w + P_m \quad (1.30)$$

Trong đó:

P_k - lực kéo tiếp tuyến của ô tô.

P_w, P_i, P_j lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc và lực cản tăng tốc.

Từ (1.30) ta có:

$$P_k = m \cdot g \cdot f \cdot \cos\alpha + m \cdot g \cdot \sin\alpha + K \cdot F \cdot v^2 + m_k \cdot g \cdot (f \cdot \cos\alpha + \sin\alpha) \quad (1.31)$$

$$= (G + m_k \cdot g) \cdot (f \cdot \cos\alpha + \sin\alpha) + K \cdot F \cdot v^2 \quad (1.32)$$

Mà:

$$N_e = N_k \cdot \eta_{TL} = P_k \cdot v \cdot \eta_{TL} \quad (1.33)$$

$$\Rightarrow N_e = \frac{v}{3600 \cdot \eta_{TL}} [(G + m_k \cdot g) \cdot (f \cdot \cos\alpha + \sin\alpha) + K \cdot F \cdot v^2] \text{ (kW)} \quad (1.34)$$

Trong đó:

$g = 9,81 \text{ (m/s}^2\text{)}$ - gia tốc trọng trường.

$G = 100000(\text{N})$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$m_k = 5000(\text{kg})$ - khối lượng của romooc.

$f = f_0 = 0,02$ - hệ số cản lăn. (Do $v < 80(\text{km/h})$).

$\alpha = 1^{\circ}43'$ - góc lệch của đường.

$K = 0,5(\text{Ns}^2/\text{m}^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 4,5(\text{m}^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

$\eta_{TL} = 0,8$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

Thay vào (1.34) ta được:

$$N_e = \frac{50}{3600 \cdot 0,8} [(100000 + 5000 \cdot 9,81) \cdot (0,02 \cdot \cos 1^{\circ}43' + \sin 1^{\circ}43') + 0,5 \cdot 4,5 \cdot 50^2]$$

$$= 226,91(\text{kW})$$

Bài 1.7

- Công thức xác định nhân tố động lực:

$$D = \frac{P_k - P_w}{G} = \frac{P_k + P_i + P_j}{G} = f \cdot \cos \alpha + i + \frac{j}{g} \delta_j \quad (1.35)$$

Trong đó:

$f = 0,015$ - hệ số cản lăn.

i - độ dốc của đường.

j - gia tốc chuyển động tịnh tiến của ô tô.

$g = 9,81(\text{m/s}^2)$ - gia tốc trọng trường.

$\alpha = \arcsin(i)$ - góc lệch của đường.

δ_j - là hệ số ảnh hưởng đến khối lượng chuyển động quay của ô tô.

- Khi độ dốc đạt cực đại i_{\max} thì $j = 0$ do đó:

$$D_{\max} = f \cdot \cos \alpha + i_{\max} \quad (1.36)$$

$$D_{\max} \approx f + i_{\max} \quad (1.37)$$

$$i_{\max} = D_{\max} - f \quad (1.38)$$

$$= 0,29 - 0,015 = 0,275$$

Vậy: $\alpha_{\max} = \arcsin 0,275 = 15^{\circ}57'$

Bài 1.8.

- Công thức xác định lực cản lăn khi ô tô leo dốc là:

$$P_f = G \cdot \cos \alpha \cdot f \quad (1.39)$$

Trong đó:

$G = 53000(\text{N})$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$m_k = 5000(\text{kg})$ - khối lượng của romooc.

$f = 0,015$ - hệ số cản lăn.

$\alpha = 10^{\circ}$ - góc lệch của đường.

Thay số vào công thức (1.39) ta được:

$$P_f = 53000 \cdot \cos 10^{\circ} \cdot 0,015 = 782,92(\text{N})$$

Bài 1.9.

- Lực cản lăn khi ô tô chuyển động trên đường bằng phẳng :

$$P_f = G \cdot f \quad (1.40)$$

Trong đó:

$G = 8050 \text{ (kG)} = 80500 \text{ (N)}$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$f = 0,02$ - hệ số cản lăn.

Thay số vào công thức (1.40) ta được:

$$P_f = 80500 \cdot 0,02 = 1610 \text{ (N)}$$

- Lực cản lăn khi ô tô chuyển động trên đường có độ dốc α :

$$P_f = G \cdot \cos\alpha \cdot f \tag{1.41}$$

Trong đó:

$G = 8050 \text{ (kG)} = 80500 \text{ (N)}$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

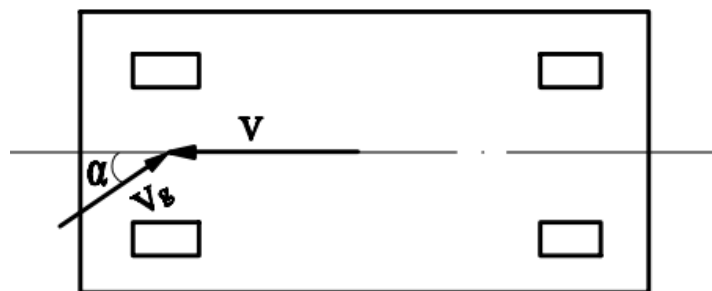
$f = 0,02$ - hệ số cản lăn.

$\alpha = 10^\circ$ - góc lệch của đường.

Thay số vào công thức (1.41) ta được:

$$P_f = 80500 \cdot \cos 10^\circ \cdot 0,02 = 1585,54 \text{ (N)}$$

Bài 1.10



Hình 1.3 Sơ đồ gió tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

- Vận tốc chuyển động tương đối v_t của ô tô so với gió là:

$$v_t = v + v_g \cdot \cos\alpha \tag{1.42}$$

Trong đó:

$v = 60 \text{ (km/h)} = 16,67 \text{ (m/s)}$ - vận tốc chuyển động của ô tô so với đường.

$v_g = 4,5 \text{ (m/s)}$ - vận tốc chuyển động của gió so với đường.

$\alpha = 60^\circ$ - góc lệch giữa phương vận tốc gió so với phương dọc xe.

Thay số vào (1.42) ta được:

$$v_t = 16,67 + 4,5 \cdot \cos 60^\circ = 18,92 \text{ (m/s)}$$

- Lực cản không khí

$$P_w = K \cdot F \cdot v_t^2 \tag{1.43}$$

Trong đó:

$K = 0,5625 \text{ (Ns}^2/\text{m}^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 3,5 \text{ (m}^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.43) ta được:

$$P_w = 0,5625 \cdot 3,5 \cdot 18,92^2 = 740,75 \text{ (N)}$$

Bài 1.11.

- Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \tag{1.44}$$

Trong đó:

P_k - lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động

P_j, P_i, P_w - lần lượt là lực cản tăng tốc, lực cản leo dốc, lực cản không khí.

- Ô tô chuyển động với vận tốc lớn nhất trên đường bằng:

$$P_j = P_i = 0 \quad (1.45)$$

Do đó:

$$P_k = P_f + P_w \quad (1.46)$$

- Bỏ qua ảnh hưởng của vận tốc đến hệ số cản lăn nên:

$$P_k = G \cdot f_0 + K \cdot F \cdot v_{\max}^2 \quad (1.47)$$

Mặt khác:

$$P_k = \frac{M_k}{r_d} = \frac{M_{eV} \cdot i_0 \cdot i_{hc} \cdot i_p \cdot \eta_{TL}}{r_d} \quad (1.48)$$

Trong đó:

M_{eV} - momen xoắn cần thiết của động cơ.

$r_d = r_{bx} = 0,5(m)$ - bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,8$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 7$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng thì $i_{hc} = 1$.

i_p - tỷ số truyền của hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_p = 1$.

- Tìm momen xoắn cần thiết của động cơ.

$$M_{eV} = M_N \cdot [a + b \cdot (\frac{n_e}{n_N}) - c \cdot (\frac{n_e}{n_N})^2] \quad (1.49)$$

Trong đó:

$M_N = \frac{9550 \cdot N_{e_{\max}}}{n_N}$ - momen xoắn của động cơ tại công suất cực đại.

$N_{e_{\max}} = 120(kW)$ - công suất cực đại của động cơ.

a, b, c - hệ số phụ thuộc vào loại động cơ. Đối với động cơ xăng chọn a=b=c=1.

n_e - số vòng quay của động cơ tại tốc độ của ô tô đạt cực đại (v/ph). $n_e = n_{e_{\max}}$.

$n_N = 5000(v/ph)$ - số vòng quay của động cơ ứng với công suất đạt cực đại. Đối với

động cơ xăng không hạn chế số vòng quay chọn $\frac{n_{e_{\max}}}{n_N} = 1,2$.

Thay số vào (1.49) ta được:

$$\begin{aligned} M_{eV} &= \frac{9550 \cdot 120}{5000} \cdot [1 + 1 \cdot 1,2 - 1 \cdot 1,2^2] \\ &= 174,19 \text{ (Nm)} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow P_k = \frac{174,19 \cdot 7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8}{0,5} = 1950,95 \text{ (N)}$$

- Tìm tốc độ lớn nhất của ô tô v_{\max} .

Thay P_k vào công thức (1.47) ta được:

$$1950,95 = G \cdot f_0 + K \cdot F \cdot v_{\max}^2 \quad (1.50)$$

Trong đó:

$G = 2500(kG) = 25000(N)$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$f_0 = 0,02$ - hệ số cản lăn.

$K = 0,8(Ns^2/m^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 2,5(m^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.) ta được:

$$25000.0,02+0,8.2,5. v_{\max}^2 = 1950,95$$

$$\Rightarrow v_{\max} = \sqrt{725,48} = 26,93(\text{m/s})$$

Bài 1.12

- Xác định lực kéo:

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_0 \cdot i_{hc} \cdot i_p \cdot \eta_{TL}}{r_d} \quad (1.51)$$

Trong đó:

M_e -momen xoắn của động cơ tương ứng với vận tốc 90(km/h) ở tay số cuối.

$r_d = r_{bx} = 0,3$ m - bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,8$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 5$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng $i_{hc}=1$.

i_p - tỷ số truyền của hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_p=1$.

+ Tìm momen xoắn của động cơ tương ứng với vận tốc 90(km/h) ở tay số cuối.

Xét sự phụ thuộc của momen xoắn động cơ M_e và số vòng quay n_e :

$$M_e = \frac{9550.N_{e \max}}{n_N} \left[a + b \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right) - c \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^2 \right] \quad (1.52)$$

Trong đó:

$$M_N = \frac{9550.N_{e \max}}{n_N} \text{ - momen xoắn của động cơ tại công suất cực đại.}$$

$N_{e \max} = 180$ (kW) - công suất cực đại của động cơ.

a, b, c - hệ số phụ thuộc vào loại động cơ. Đối với động cơ diesel chọn a=0,5; b=1,5; c=1.

n_e - số vòng quay của động cơ tại tốc độ của ô tô là 90(km/h).

$n_N = 4000$ (v/ph) - số vòng quay của động cơ ứng với công suất đạt cực đại.

+ Tìm số vòng quay của động cơ tại tốc độ của ô tô là 90(km/h).

$$n_e = \frac{i_0 \cdot i_{hc} \cdot i_p \cdot v}{0,105 \cdot r_k} \quad (1.53)$$

Trong đó:

$i_0 = 5$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Tay số cuối cùng truyền thẳng $i_{hc} = 1$.

i_p - tỷ số truyền của hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_p=1$.

$v = 90$ (km/h) = 25(m/s) - tốc độ chuyển động của ô tô.

$r_d = r_{bx} = 0,3$ (m) - bán kính động lực học.

Thay vào công thức (1.53) ta được:

$$n_e = \frac{5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 25}{0,105 \cdot 0,3} = 3968 \text{ (v/ph)}$$

Thay các giá trị vào (1.52) ta được:

$$M_e = \frac{9550.180}{4000} \left[0,5 + 1,5 \cdot \left(\frac{3968}{4000} \right) - 1 \cdot \left(\frac{3968}{4000} \right)^2 \right]$$

$$= 431,44 \text{ (Nm)}$$

Thay các giá trị vào (1.51) ta được:

$$P_k = \frac{431,44 \cdot 5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8}{0,3} = 5752,53 \text{ (N)}$$

- Lực cản lăn:

Do $v = 25 \text{ (m/s)} > 22 \text{ (m/s)}$ nên :

$$f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v^2}{1500} \right) = 0,015 \cdot \left(1 + \frac{25^2}{1500} \right) = 0,02125$$

$$\Rightarrow P_f = G \cdot f = 27000 \cdot 0,02125 = 573,75 \text{ (N)}$$

- Lực cản không khí:

$$P_w = K \cdot F \cdot v^2 \tag{1.54}$$

Trong đó:

$K = 0,2 \text{ (Ns}^2/\text{m}^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 2,4 \text{ (m}^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.54) ta được:

$$P_w = 0,2 \cdot 2,4 \cdot 25^2 = 300 \text{ (N)}$$

- Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w + P_m \tag{1.55}$$

Do ô tô chuyển động đều và không kéo móc nên: $P_j = P_m = 0$

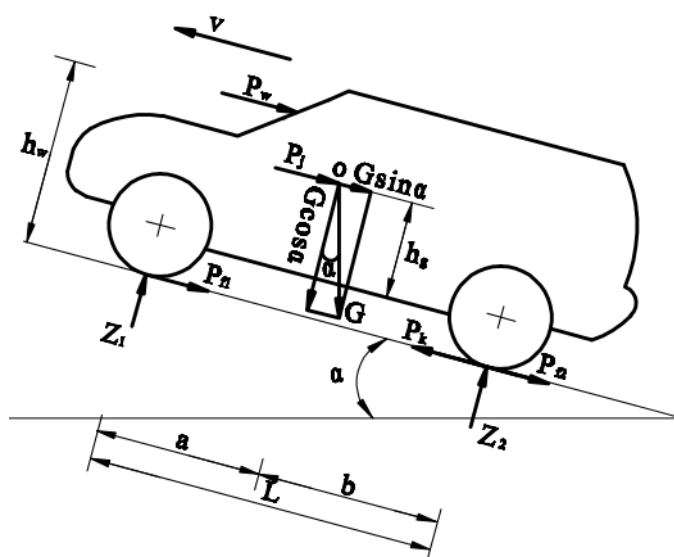
\Rightarrow Khả năng vượt dốc ở tay số cuối cùng:

$$i = \frac{P_k - (P_f + P_w)}{G} \tag{1.56}$$

$$= \frac{5752,53 - (573,75 + 300)}{27000} = 0,18$$

Bài 1.13

1-Xác định lực kéo P_k :



Hình 1.4. Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

- Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \quad (1.57)$$

Trong đó:

P_k - lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động.

P_w, P_i, P_j, P_m - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc, lực cản tăng tốc, lực cản kéo móc.

2-Các thành phần lực cản.

- Lực cản tăng tốc:
$$P_j = \frac{G}{g} \cdot j \cdot \delta_j \quad (1.58)$$

Trong đó:

$G = 6000(\text{kG}) = 60000(\text{N})$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$j = 0,6 (\text{m/s}^2)$ - gia tốc chuyển động tịnh tiến của ô tô.

$g = 9,81(\text{m/s}^2)$ - gia tốc trọng trường.

δ_j - là hệ số ảnh hưởng đến khối lượng chuyển động quay của ô tô. Bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay $\delta_j = 1$.

Thay số vào (1.58) ta được:

$$P_j = \frac{60000}{9,81} \cdot 0,6 \cdot 1 = 3669,7(\text{N})$$

- Lực cản lăn:

Do $v = 60(\text{km/h}) = 16,67(\text{m/s}) < 22(\text{m/s})$ nên : $f = f_0 = 0,015$

$$\begin{aligned} \Rightarrow P_f &= G \cdot \cos \alpha \cdot f = G \cdot \sqrt{1 - i^2} \cdot f \approx G \cdot f \\ &= 60000 \cdot 0,015 = 900(\text{N}) \end{aligned}$$

- Lực cản không khí:

$$P_w = K \cdot F \cdot v^2 \quad (1.59)$$

Trong đó:

$K = 0,2(\text{Ns}^2/\text{m}^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 2,3(\text{m}^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.59) ta được:

$$P_w = 0,2 \cdot 2,3 \cdot 16,67^2 = 127,8 (\text{N})$$

- Lực cản leo dốc:

$$\begin{aligned} P_i &= G \cdot \sin \alpha = G \cdot i \\ &= 60000 \cdot 0,05 = 3000 (\text{N}) \end{aligned}$$

Thay các giá trị lực cản vào(1.57) ta được:

$$P_k = 900 + 3669,7 + 3000 + 127,8 = 7697,5 (\text{N})$$

Bài 1.14.

- Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \quad (1.60)$$

Trong đó:

P_k - lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động.

P_w, P_i, P_j, P_m - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc, lực cản tăng tốc, lực cản kéo móc.

Khi leo dốc lớn nhất: $P_j = 0$ và $P_w \approx 0$.

$$P_{kmax} = P_f + P_{imax} \quad (1.61)$$

- Lực kéo cực đại ở bánh xe chủ động.

$$P_{kmax} = \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \quad (1.62)$$

Trong đó:

$M_{e\max} = 200(\text{Nm})$ - momen xoắn cực đại của động cơ.

$r_d = r_{bx} = 0,25$ - bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,8$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 5$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

$i_{h1} = 4$ - tỷ số truyền của tay số 1.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc} = 1$.

Thay số vào (1.62) ta được:

$$P_{kmax} = \frac{200 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 0,8}{0,25} = 12800 \text{ (N)}$$

- Lực cản lăn:

$$\begin{aligned} P_f &= G \cdot f_0 \cdot \cos \alpha = G \cdot f_0 \cdot \sqrt{1 - i_{\max}^2} \approx G \cdot f_0 \\ &= 60000 \cdot 0,015 = 900 \text{ (N)} \end{aligned}$$

- Tính độ dốc cực đại:

$$i_{\max} = \frac{P_{k\max} - P_f}{G} = \frac{12800 - 900}{60000} = 0,198$$

Bài 1.15.

- Lực kéo lớn nhất của ô tô khi chuyển động ổn định ở tay số 3.

$$P_{k3\max} = \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h3} \cdot i_p \cdot \eta_{TL}}{r_d} \quad (1.63)$$

Trong đó:

$M_{e\max} = 220(\text{Nm})$ - momen cực đại của động cơ.

$r_d = r_{bx} = 0,39(\text{m})$ - bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,8$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 5,125$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

$i_{h3} = 1,58$ - tỷ số truyền của tay số 3.

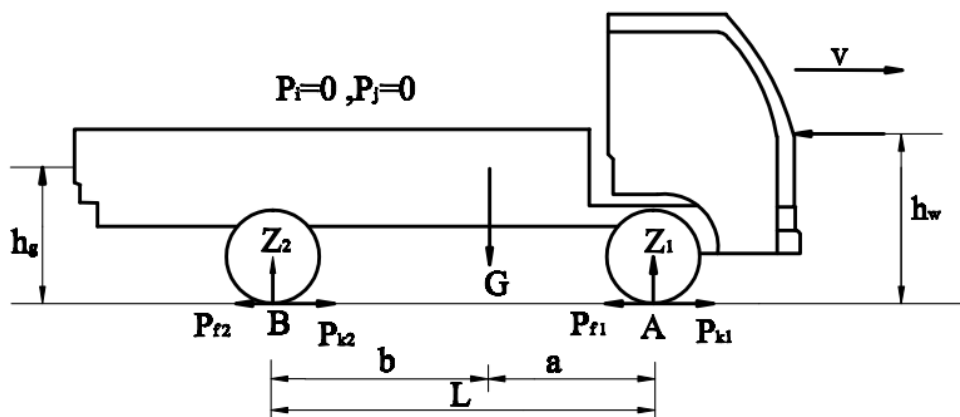
$i_p = 1,94$ - tỷ số truyền của hộp số phụ.

Thay số vào (1.63) ta được:

$$\begin{aligned} P_{k3\max} &= \frac{220 \cdot 5,125 \cdot 1,58 \cdot 1,94 \cdot 0,8}{0,39} \\ &= 7089,26(\text{N}) \end{aligned}$$

Bài 1.16

* *Khi chuyển động trên đường nằm ngang*



Hình 1.5 Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

- Ô tô chuyển động đều trên đường nằm ngang nên: $P_i = P_j = 0$ (1.64)

- Phương trình cân bằng lực kéo :

$$P_k = P_f + P_w \quad (1.65)$$

$$\Rightarrow \frac{M_k}{r_d} = G \cdot f_0 + K \cdot F \cdot v^2. \text{ (Do bỏ qua ảnh hưởng của vận tốc đến hệ số cản lăn).}$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{\frac{M_k}{r_d} - G \cdot f_0}{K \cdot F}} \quad (1.66)$$

Trong đó:

$M_k = 1600(\text{Nm})$ - momen kéo ở tất cả các bánh xe chủ động.

$r_d = r_{bx} = 0,4 \text{ (m)}$ - bán kính động lực học.

$G = 5350 \text{ (kG)} = 53500(\text{N})$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$f_0 = 0,02$ - hệ số cản lăn.

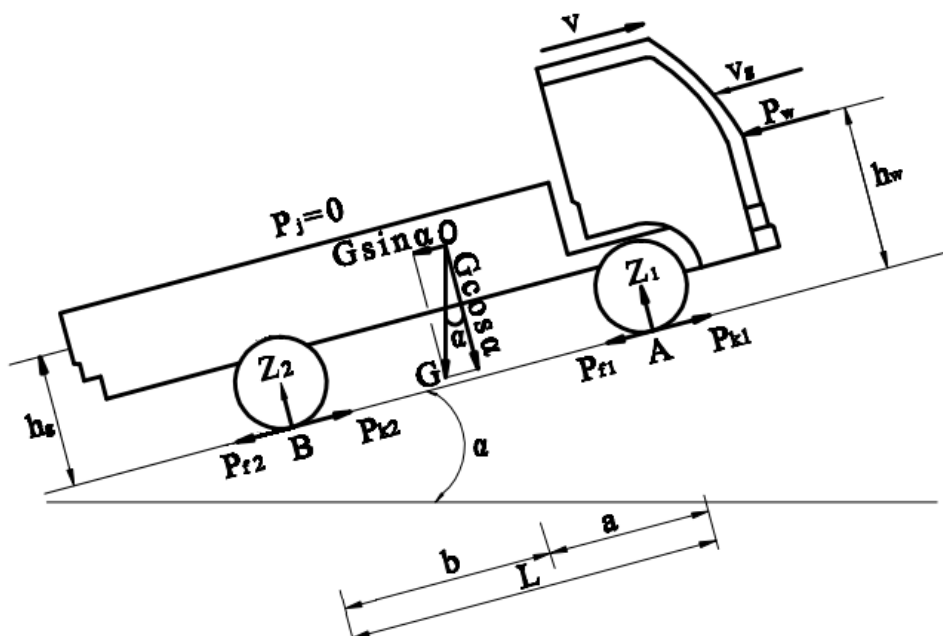
$K = 0,7(\text{Ns}^2/\text{m}^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 3,5(\text{m}^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.66) ta xác định được vận tốc ô tô khi chuyển động trên đường nằm ngang :

$$v = \sqrt{\frac{\frac{1600}{0,4} - 53500 \cdot 0,02}{0,7 \cdot 3,5}} = 34,58 \text{ (m/s)}$$

* Khi chuyển động trên đường nằm nghiêng.



Hình 1.6 Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

$$\alpha = \arctan(0,05) = 2^{\circ}51'$$

- Khi ô tô chuyển động đều trên đường nằm nghiêng : $P_j = 0$ (1.67)

- Phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_i + P_w \quad (1.68)$$

- Vận tốc chuyển động tương đối v_t của ô tô so với gió là:

$$v_t = v - v_g \quad (1.69)$$

Trong đó:

v - vận tốc chuyển động của ô tô so với đường.

$v_g = 10$ (km/h) = 2,78(m/s) - vận tốc chuyển động của gió so với đường.

Thay số vào (1.69) ta được:

$$v_t = v - 2,78 \quad (1.70)$$

- Do bỏ qua ảnh hưởng của vận tốc đến hệ số cản lăn từ (1.) ta có:

$$\frac{M_k}{r_d} = G.(f_0 \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) + K.F.(v - 2,78)^2 \quad (1.71)$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{\frac{M_k}{r_d} - G.(f_0 \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)}{K.F}} + 2,78 \quad (1.72)$$

Trong đó:

$M_k = 1600$ (Nm) - momen kéo ở tất cả các bánh xe chủ động.

$r_d = r_{bx} = 0,4$ (m) - bán kính động lực học.

$G = 5350$ (kG) = 53500(N) - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$f_0 = 0,02$ - hệ số cản lăn.

$\alpha = 2^{\circ}51'$ - góc dốc của đường.

$K = 0,7$ (Ns²/m⁴) - hệ số cản không khí.

$F = 3,5$ (m²) - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.72) ta được:

$$v = \sqrt{\frac{\frac{1600}{0,4} - 53500 \cdot (0,02 \cdot \cos 2^{\circ} 51' + \sin 2^{\circ} 51')}{0,7 \cdot 3,5}} + 2,78 = 13,3 \text{ (m/s)}$$

Bài 1.17

- Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \quad (1.73)$$

Trong đó:

P_k - lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động.

P_w, P_i, P_j - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc, lực cản tăng tốc.

- Khả năng gia tốc lớn nhất khi ô tô chuyển động trên đường bằng và lực cản không khí là nhỏ nhất nên: $P_i = P_w = 0$.

$$P_{k\max} = P_f + P_{j\max} \quad (1.74)$$

- Xác định lực kéo lớn nhất ở tay số 1.

$$P_{k1\max} = \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \quad (1.75)$$

Trong đó:

$M_{e\max} = 17 \text{ (kGm)} = 170 \text{ (Nm)}$ - momen cực đại của động cơ.

$r_d = r_{bx} = 0,33 \text{ (m)}$ - bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,85$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 6$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

$i_{h1} = 4,5$ - tỷ số truyền của tay số 1.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc} = 1$.

Thay số vào (1.75) ta được:

$$P_{k\max} = \frac{170 \cdot 6 \cdot 4,5 \cdot 1 \cdot 0,85}{0,33} = 11822,73 \text{ (N)}$$

- Lực cản lăn:

$$\begin{aligned} P_f &= G \cdot f_0 \cdot \cos \alpha = G \cdot f_0 \cdot \sqrt{1 - i_{\max}^2} \approx G \cdot f_0 \\ &= 54000 \cdot 0,02 = 1080 \text{ (N)} \end{aligned}$$

⇒ Khả năng gia tốc lớn nhất:

$$j_{\max} = \frac{(P_{k\max} - P_f) \cdot g}{G \cdot \delta_j} \quad (1.76)$$

- Bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay $\delta_j = 1$.

$$\begin{aligned} j_{\max} &= \frac{(11822,73 - 1080) \cdot 9,81}{54000 \cdot 1} \\ &= 1,95 \text{ (m/s}^2\text{)} \end{aligned}$$

Bài 1.18.

- Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \quad (1.77)$$

Trong đó:

P_k - lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động.

P_w, P_i, P_j - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc, lực cản tăng tốc, lực cản kéo móc.

- Do ô tô chuyển động đều và không kéo romooc nên: $P_j = 0$

- Lực cản lăn:

Do $v = 45(\text{km/h}) = 12,5(\text{m/s}) < 22(\text{m/s})$ nên : $f = f_0 = 0,015$

$$\Rightarrow P_f = G \cdot \cos \alpha \cdot f \quad (1.78)$$

Trong đó:

$G = 5400 (\text{kG}) = 54000 (\text{N})$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$f = 0,015$ - hệ số cản lăn.

$\alpha = 20^\circ$ - góc lệch của đường.

Thay số vào công thức (1.78) ta được:

$$P_f = 54000 \cdot \cos 20^\circ \cdot 0,015 = 761 (\text{N})$$

- Lực cản không khí:

$$P_w = K \cdot F \cdot v^2 \quad (1.79)$$

Trong đó:

$K = 0,7(\text{Ns}^2/\text{m}^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 3(\text{m}^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.79) ta được:

$$P_w = 0,7 \cdot 3 \cdot 12,5^2 = 328,25 (\text{N})$$

- Lực cản leo dốc:

$$P_i = G \cdot \sin \alpha$$

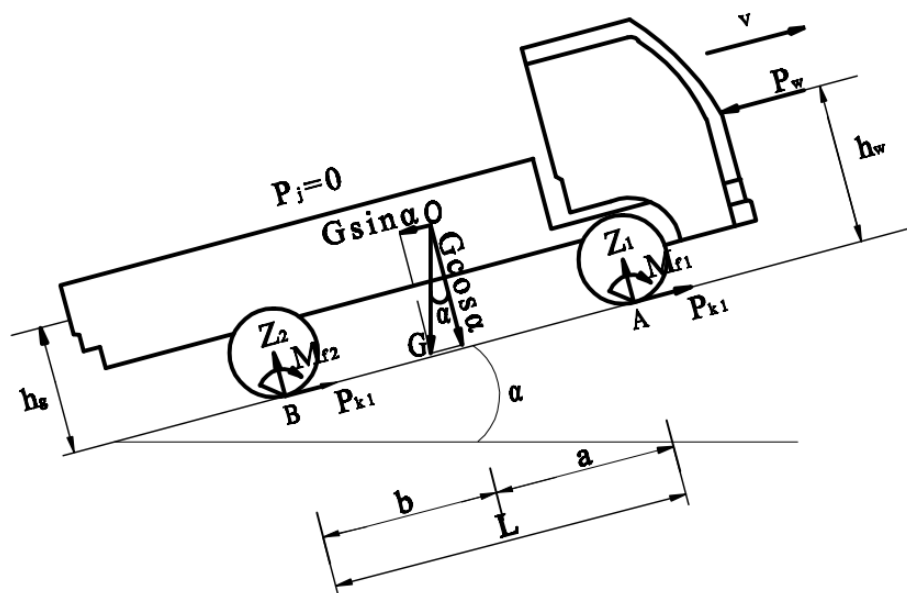
$$= 54000 \cdot \sin 20^\circ = 18469 (\text{N})$$

Thay các giá trị lực cản vào(1.) ta được:

$$P_k = 761 + 0 + 18469 + 18469 + 0$$

$$= 19558,125 (\text{N})$$

Bài 1.19.



Hình 1.7 Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

Trong đó:

P_{k1}, P_{k2} - lần lượt là lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động cầu trước và cầu sau.

P_w, P_i, P_j lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc và lực cản tăng tốc.

M_{f1}, M_{f2} - lần lượt là momen lực cản lăn của các bánh xe chủ động cầu trước và cầu sau.

Z_1, Z_2 - lần lượt là phản lực thẳng đứng tác dụng lên các bánh xe cầu trước và cầu sau.

- Ta có phương trình cân bằng momen các lực tác dụng với điểm B :

$$\sum M_B = Z_1.L + P_w.h_w - G.b + M_{f1} + M_{f2} = 0$$

Mà $M_{f1} + M_{f2} = G.f.r_d$

$$Z_1 = \frac{1}{L} [G.(b - f.r_d) - P_w.h_w] \tag{1.80}$$

- Tương tự ta có:

$$Z_2 = \frac{1}{L} [G.(a + f.r_d) + P_w.h_w] \tag{1.81}$$

Trong đó:

$$P_w = K.F.v^2 = 0,7.3,5.\left(\frac{60}{3,6}\right)^2 = 680,56 \text{ (N)}.$$

$G = 5300 \text{ (kG)} = 53000 \text{ (N)}$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$L = 3,3 \text{ (m)}$ - chiều dài cơ sở của ô tô.

$a = 1,84 \text{ (m)}$ - khoảng cách từ trọng tâm đến tâm trục trước.

$b = L - a = 1,46 \text{ (m)}$ - khoảng cách từ trọng tâm đến tâm trục sau.

$h_g = 0,95 \text{ (m)}$ - khoảng cách từ trọng tâm đến mặt đường.

$h_w = 0,98 \text{ (m)}$ - chiều cao trọng tâm diện tích cản chính diện của ô tô.

$r_d = r_{bx} = 0,42 \text{ (m)}$ - bán kính động lực học.

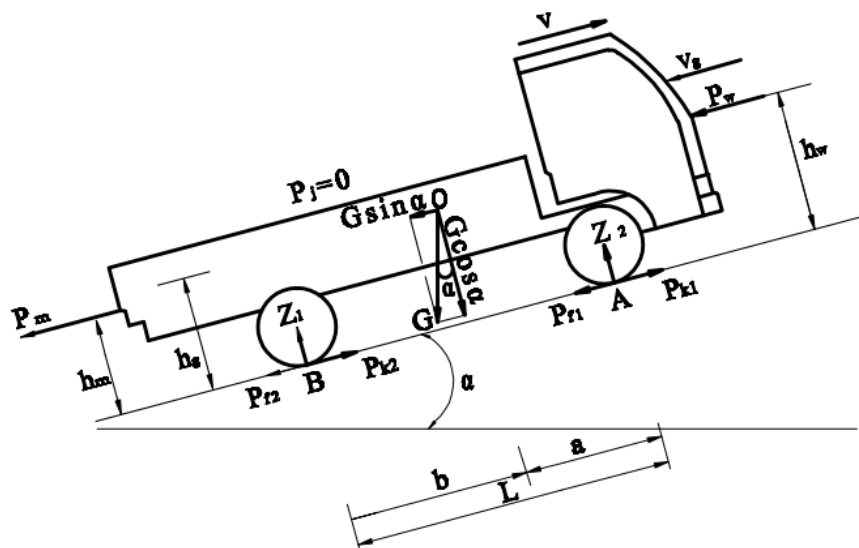
$f = f_0 = 0,015$ - hệ số cản lăn. (Do $v < 80 \text{ (km/h)}$)

Thay số vào (1.80) và (1.81) ta được:

$$Z_1 = \frac{1}{3,3} [53000.(1,46 - 0,015.0,42) - 680,56.0,98] = 23145,2 \text{ (N)}$$

$$Z_2 = \frac{1}{3,3} [53000.(1,84 + 0,015.0,42) + 680,56.0,98] = 29854,8 \text{ (N)}$$

Bài 1.20.



Hình 1.8 Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

***Theo quan điểm lực kéo theo động cơ.**

- Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w + P_m \quad (1.82)$$

Trong đó:

P_k - lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động.

P_w, P_i, P_j, P_m - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc, lực cản tăng tốc, lực cản kéo móc.

Từ (1.) ta có:

$$\frac{M_e \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_p \cdot \eta_{TL}}{r_d} = G \cdot (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) + G_m \cdot (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) \quad (1.83)$$

$$\frac{M_e \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_p \cdot \eta_{TL}}{r_d} = (G + G_m) \cdot (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) \quad (1.84)$$

Trong đó:

$M_e = 637$ (Nm)- momen cực đại của động cơ.

$G = 20000$ (kG)= 200000 (Nm) - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

G_m - trọng lượng lớn nhất của móc.

$f = 0,015$ - hệ số cản lăn.

$\alpha = \arctag(0,1) = 5^{\circ}42'$ - góc lệch của đường.

$r_d = r_{bx} = 0,52$ (m) - bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,8$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 3,39$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

$i_{h1} = 10,35$ - tỷ số truyền của tay số 1.

$i_p = 2,2$ - tỷ số truyền của hộp số phụ.

Thay số vào (1.84) ta được:

$$\frac{637 \cdot 3,39 \cdot 10,35 \cdot 2,2 \cdot 0,8}{0,52} = (200000 + G_m) \cdot (0,015 \cdot \cos(5^{\circ}42') + \sin(5^{\circ}42'))$$

$$\Rightarrow G_m = 461136 \text{ (N)} = 46113,6 \text{ (kG)}$$

***Theo quan điểm lực kéo theo bánh.**

- Trị số lực kéo phải nhỏ hơn hoặc bằng lực bám:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \leq P_\varphi \quad (1.85)$$

Vì ô tô có các cầu là chủ động nên:

$$P_\varphi = G \cdot \cos \alpha \cdot \varphi \quad (1.86)$$

Khi khối lượng móc lớn nhất thì:

$$P_{kmax} = P_\varphi$$

$$\text{Hay } G \cdot (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) + G_m \cdot (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) = G \cdot \cos \alpha \cdot \varphi \quad (1.87)$$

$$(G + G_m) \cdot (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) = G \cdot \cos \alpha \cdot \varphi \quad (1.88)$$

Trong đó:

$G = 20000$ (kG) = 200000 (Nm) - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

G_m - trọng lượng lớn nhất của móc.

$f = 0,015$ - hệ số cản lăn.

$\alpha = \arctag(0,1) = 5^{\circ}42'$ - góc dốc của đường.

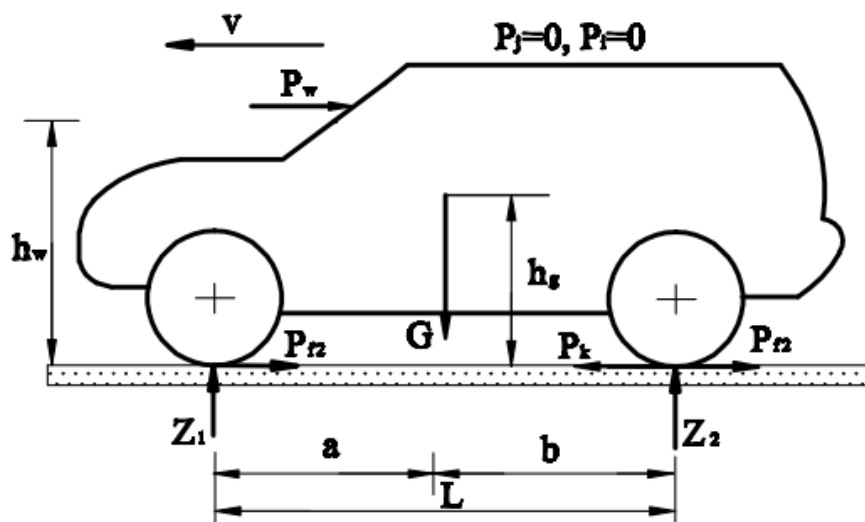
$\varphi = 0,6$ - hệ số bám.

Thay số vào (1.88) ta được:

$$(200000 + G_m) \cdot (0,015 \cdot \cos 5^\circ 42' + \sin 5^\circ 42') = 200000 \cdot \cos 5^\circ 42' \cdot 0,6$$

$$\Rightarrow G_m = 843573 \text{ (N)} = 84357,3 \text{ (kG)}$$

Bài 1.21.



Hình 1.9 Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

Trong đó:

G - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

P_k - là lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động cầu trước và cầu sau.

P_{f1}, P_{f2} - lần lượt là lực cản lăn của các bánh xe cầu trước và cầu sau.

P_w, P_i, P_j - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc, lực cản tăng tốc.

Z_1, Z_2 - lần lượt là phản lực thẳng đứng tác dụng lên các bánh xe cầu trước và cầu sau.

h_g - khoảng cách từ trọng tâm đến mặt đường.

h_w - chiều cao trọng tâm diện tích cản chính diện của ô tô.

Do ô tô chuyển động đều trên đường bằng phẳng và không kéo móc nên:

$$P_j = P_i = 0 \tag{1.89}$$

- Tốc độ chuyển động của ô tô so với đường:

$$v = 0,105 \frac{r_k \cdot n_M}{i_{hc} \cdot i_p \cdot i_0} \tag{1.90}$$

Trong đó:

$n_M = 4500$ (v/ph) - tốc độ quay của trục khuỷa tương ứng với momen cực đại.

$r_k = r_{bx} = 0,32$ (m) - bán kính động học.

$i_0 = 3,5$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng thì $i_{hc} = 1$.

i_p - tỷ số truyền của hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_p = 1$.

Thay số vào (1.90) ta được:

$$v = 0,105 \frac{0,32 \cdot 4500}{1 \cdot 1 \cdot 3,5} = 43,2 \text{ (m/s)}$$

- Tốc độ của gió so với đường:

$$v_g = 15 \text{ (km/h)} = 4,17 \text{ (m/s)}$$

- Tốc độ chuyển động tương đối của ô tô so với gió:

$$v_t = v + v_g = 43,2 + 4,17 = 47,37 \text{ (m/s)}$$

- Lực cản lăn:

$$P_f = G \cdot f = G \cdot f_0 \cdot \left(1 + \frac{v_t^2}{1500}\right) = 30000 \cdot 0,02 \cdot \left(1 + \frac{47,37^2}{1500}\right) \\ = 1500 \text{ (N)}$$

- Lực cản không khí:

$$P_w = K \cdot F \cdot v_t^2 \tag{1.91}$$

Trong đó:

$$K = 0,25 \text{ (Ns}^2\text{/m}^4\text{)} - \text{hệ số cản không khí.}$$

$$F = 2,2 \text{ (m}^2\text{)} - \text{diện tích cản chính diện của ô tô.}$$

Thay số vào (1.91) ta được:

$$P_w = 0,25 \cdot 2,2 \cdot 47,37^2 = 1402,45 \text{ (N)}$$

b- Xác định khả năng leo dốc lớn nhất của ô tô.

- Ta có phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \tag{1.92}$$

Khi leo dốc lớn nhất: $P_j = 0$, bỏ qua lực cản không khí.

$$P_{kmax} = P_f + P_{imax} \tag{1.93}$$

- Lực kéo cực đại ở bánh xe chủ động.

$$P_{kmax} = \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \tag{1.94}$$

Trong đó:

$$M_{e\max} = 400 \text{ (Nm)} - \text{momen xoắn cực đại của động cơ.}$$

$$r_d = r_{bx} = 0,32 - \text{bán kính động lực học.}$$

$$\eta_{TL} = 0,95 - \text{hiệu suất truyền lực của ô tô.}$$

$$i_0 = 3,5 - \text{tỷ số truyền của truyền lực chính.}$$

$$i_{h1} = 3 - \text{tỷ số truyền của tay số 1.}$$

$$i_{pc} - \text{tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì } i_{pc} = 1.$$

Thay số vào (1.94) ta được:

$$P_{kmax} = \frac{400 \cdot 3,5 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 0,95}{0,32} = 12468,75 \text{ (N)}$$

- Lực cản lăn:

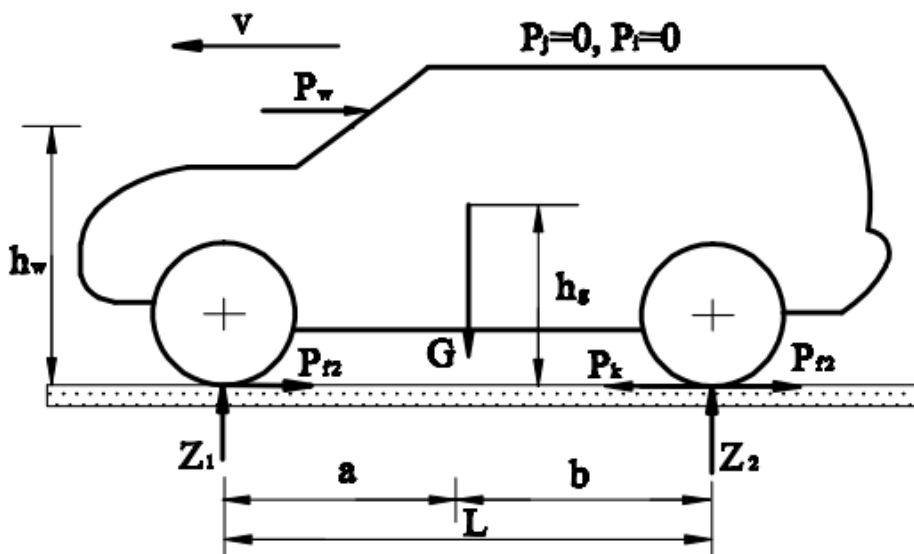
$$P_f = G \cdot f_0 \cdot \cos \alpha = G \cdot f_0 \cdot \sqrt{1 - i_{\max}^2} \approx G \cdot f_0 \\ = 0,02 \cdot 30000 = 600 \text{ (N)}$$

- Độ dốc cực đại:

$$i_{\max} = \frac{P_{k\max} - P_f}{G} = \frac{12468,75 - 600}{30000} = 0,396$$

Bài 1.22.

1 -Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô.



Hình 1.10 Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

Trong đó:

G - Trọng lượng toàn bộ của ô tô.

P_k - là lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động.

P_{f1}, P_{f2} - lần lượt là lực cản lăn của các bánh xe cầu trước và cầu sau.

P_w, P_i, P_j - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc, lực cản tăng tốc

Z_1, Z_2 -lần lượt là phản lực thẳng đứng tác dụng lên các bánh xe cầu trước và cầu sau.

h_g - khoảng cách từ trọng tâm đến mặt đường.

h_w - chiều cao trọng tâm diện tích cản chính diện của ô tô.

2. Xác định lực kéo P_k :

- Phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \tag{1.95}$$

Do ô tô chuyển động đều trên đường bằng phẳng và không kéo móc nên:

$$P_j = P_i = 0 \tag{1.96}$$

Vậy $P_k = P_f + P_w \tag{1.97}$

- Các thành phần lực cản:

+ Lực cản lăn:

Do $v=200(\text{km/h})=55,56(\text{m/s}) > 22(\text{m/s})$ nên :

$$f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v^2}{1500}\right) = 0,02 \cdot \left(1 + \frac{55,56^2}{1500}\right) = 0,061$$

$$\Rightarrow P_f = G \cdot f = 16000 \cdot 0,061 = 976 \text{ (N)}$$

+ Lực cản không khí:

$$P_w = K \cdot F \cdot v^2 \tag{1.98}$$

Trong đó:

$K = 0,3(\text{Ns}^2/\text{m}^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 2,6 \text{ (m}^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.98) ta được:

$$P_w = 0,3 \cdot 2,6 \cdot 55,56^2 = 2407,79 \text{ (N)}$$

Vậy $P_k = 672 + 2407,79 = 3079,79$ (N)

- Momen kéo cần thiết ở bánh xe chủ động:

$$M_k = P_k \cdot r_d = 3079,79 \cdot 0,3 = 923,94 \text{ (Nm)}$$

- Momen kéo cần thiết của động cơ.

$$M_c = \frac{M_k}{i_{TL} \cdot \eta_{TL}} = \frac{923,94}{8,0,9} = 128,32 \text{ (Nm)}$$

3. Kiểm tra sự trượt quay ở các bánh xe chủ động.

- Ô tô cầu sau chủ động nên trọng lượng bám $G_\varphi = Z_2$

- Từ phương trình cân bằng momen với điểm tiếp xúc giữa bánh xe cầu trước với mặt đường:

$$Z_2 = G \cdot \frac{a}{L} + P_w \cdot \frac{h_w}{L} \tag{1.99}$$

Trong đó:

$P_w = 2407,79$ (N).

$G = 16000$ (N) - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$L = 2,6$ (m) - chiều dài cơ sở của ô tô.

$a = 1,2$ (m) - khoảng cách từ trọng tâm đến tâm trục trước.

$h_w = 0,7$ (m) - chiều cao trọng tâm diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.99) ta được:

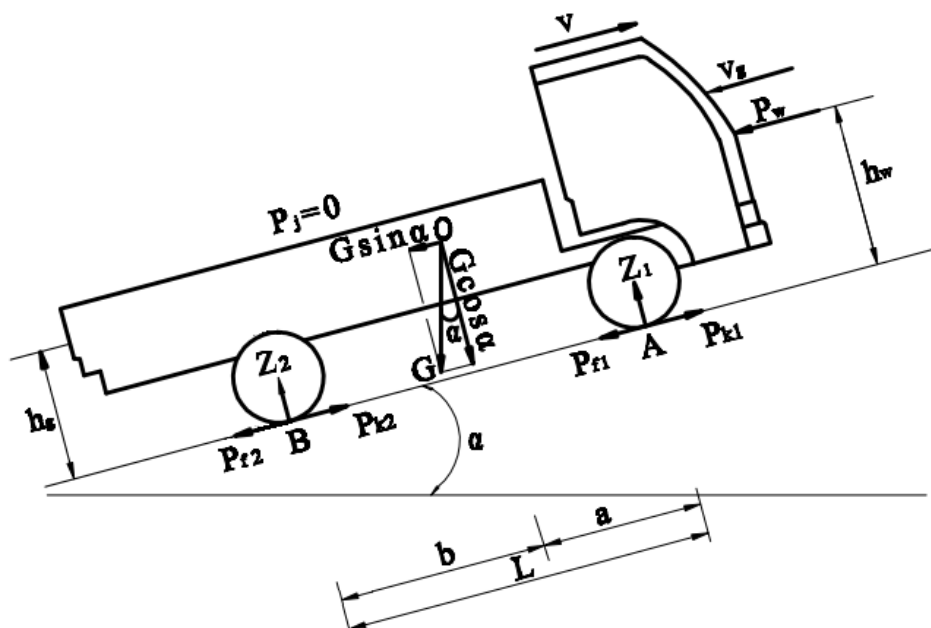
$$\begin{aligned} Z_2 &= 16000 \cdot \frac{1,2}{2,6} + 2407,79 \cdot \frac{0,7}{2,6} \\ &= 8032,87 \text{ (N)} \end{aligned}$$

- Lực kéo cho phép ở các bánh xe chủ động.

$$P_{kmax} = P_\varphi = \varphi \cdot Z_2 = 0,4 \cdot 8032,87 = 3213,15 \text{ (N)}$$

Do $P_k > P_{kmax}$ nên các bánh xe chủ động bị trượt quay.

Bài 1.23.



Hình 1.11 Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

1.a - Các thành phần lực cản:

- Lực cản lăn:

$$P_f = G \cdot f \cdot \cos\alpha \quad (1.100)$$

Trong đó:

$G = 11550 \text{ (kG)} = 115500 \text{ (N)}$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

f - hệ số cản lăn. Do $v = 40 \text{ (km/h)} < 80 \text{ (km/h)}$ nên $f = f_0 = 0,02$

$\alpha = \arctan(0,07) = 4^\circ$ - góc lệch của đường.

$$\Rightarrow P_f = 30000 \cdot 0,02 \cdot \cos 4^\circ = 2304,37 \text{ (N)}$$

- Lực cản leo dốc:

$$P_i = G \cdot \sin\alpha = G \cdot i = 115500 \cdot 0,07 = 8085 \text{ (N)}$$

- Lực cản không khí:

$$P_w = K \cdot F \cdot v^2 \quad (1.101)$$

Trong đó:

$K = 0,4 \text{ (Ns}^2/\text{m}^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 3,59 \text{ (m}^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

$v = 40 \text{ (km/h)} = 11,11 \text{ (m/s)}$ - vận tốc chuyển động của ô tô.

Thay số vào (1.101) ta được:

$$P_w = 0,4 \cdot 3,59 \cdot 11,11^2 = 177,28 \text{ (N)}$$

b -Xác định lực kéo P_k :

- Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \quad (1.102)$$

Do ô tô chuyển động đều và không kéo móc nên: $P_j = 0$

$$\text{Vậy } P_k = P_f + P_i + P_w \\ = 2304,37 + 8085 + 177,28 = 10566,65 \text{ (N)}$$

2 -Xác định khả năng leo dốc lớn nhất.

- Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \quad (1.103)$$

Khi leo dốc lớn nhất: $P_j = 0$ và $P_w \approx 0$.

$$P_{k\max} = P_f + P_{i\max} \quad (1.104)$$

- Lực kéo cực đại ở bánh xe chủ động.

$$P_{k\max} = \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \quad (1.105)$$

Trong đó:

$M_{e\max} = 45 \text{ (kGm)} = 450 \text{ (Nm)}$ - momen xoắn cực đại của động cơ.

$r_d = r_{bx} = 0,42$ - bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,9$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 7,32$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

$i_{h1} = 5,181$ - tỷ số truyền của tay số 1.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc} = 1$.

Thay số vào (1.105) ta được:

$$P_{k\max} = \frac{450 \cdot 7,32 \cdot 5,181 \cdot 1 \cdot 0,9}{0,42} = 36570,46 \text{ (N)}$$

- Lực cản lăn:

$$P_f = G \cdot f_0 \cdot \cos\alpha = G \cdot f_0 \cdot \sqrt{1 - i_{\max}^2} \approx G \cdot f_0$$

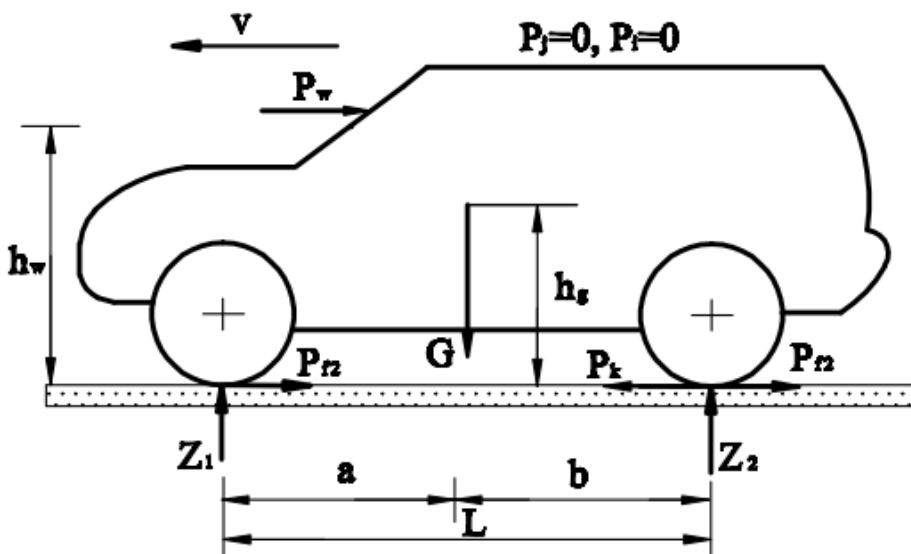
$$= 115500 \cdot 0,02 = 2310 \text{ (N)}$$

- Tính độ dốc cực đại:

$$i_{\max} = \frac{P_{k\max} - P_f}{G} = \frac{36570,46 - 2310}{115500} = 0,297$$

Bài 1.24.

1 - Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô.



Hình 1.12 Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

Trong đó:

G - Trọng lượng toàn bộ của ô tô.

P_k - là lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động.

P_{f1}, P_{f2} - lần lượt là lực cản lăn của các bánh xe cầu trước và cầu sau.

P_w, P_i, P_j - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc, lực cản tăng tốc.

Z_1, Z_2 - lần lượt là phản lực thẳng đứng tác dụng lên các bánh xe cầu trước và cầu sau.

h_g - khoảng cách từ trọng tâm đến mặt đường.

h_w - chiều cao trọng tâm diện tích cản chính diện của ô tô.

2 - Lực kéo ở bánh xe chủ động.

- Momen xoắn của động cơ tại thời điểm công suất động cơ cực đại:

$$M_{eN} = \frac{N_{e\max}}{\omega_{e\max}} = \frac{N_{e\max}}{\frac{2\pi}{60} n_{e\max}} \quad (1.106)$$

Trong đó:

$N_{e\max} = 220 \text{ (kW)}$ - công suất cực đại của động cơ.

$n_{e\max} = 6000 \text{ (v/ph)}$ - số vòng quay cực đại của trục khuỷa.

Thay số vào (1.106) ta được:

$$M_{eN} = \frac{220}{\frac{2\pi}{60} \cdot 6000} = 0,35032 \text{ (kNm)} = 350,32 \text{ (Nm)}$$

- Lực kéo ở bánh xe chủ động:

$$P_k = \frac{M_k}{r_d} = \frac{M_{eN} \cdot i_0 \cdot i_{hc} \cdot i_p \cdot \eta_{TL}}{r_d} \quad (1.107)$$

Trong đó:

M_{eN} - momen xoắn của động cơ tại thời điểm công suất động cơ cực đại.

$r_d = r_{bx} = 0,3(m)$ - bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,9$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 4$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng thì $i_{hc} = 1$.

i_p - tỷ số truyền của hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_p = 1$.

Thay số vào (1.107) ta được:

$$P_k = \frac{350,32 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9}{0,3} = 4203,84 \text{ (N)}$$

3. Các thành phần lực cản.

- Do ô tô chuyển động đều trên đường bằng phẳng và không kéo móc nên:

$$P_j = P_i = 0 \text{ (N)} \quad (1.08)$$

- Tốc độ chuyển động của ô tô so với đường:

$$v = 0,105 \frac{r_k \cdot n_{e \max}}{i_{hc} \cdot i_p \cdot i_0} \quad (1.09)$$

Trong đó:

$n_{e \max} = 6000$ (v/ph) - tốc độ quay cực đại của trục khuỷu.

$r_k = r_{bx} = 0,3(m)$ - bán kính động học.

$i_0 = 4$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng $i_{hc} = 1$.

i_p - tỷ số truyền của hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_p = 1$.

Thay số vào (1.109) ta được:

$$v = 0,105 \frac{0,3 \cdot 6000}{1 \cdot 1 \cdot 4} = 47,25 \text{ (m/s)}$$

- Lực cản lăn:

$$\text{Do } v = 47,25 \text{ (m/s)} > 22 \text{ (m/s)} \text{ nên } f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v^2}{1500}\right) = 0,02 \cdot \left(1 + \frac{47,25^2}{1500}\right) = 0,05$$

$$\Rightarrow P_f = G \cdot f = 15000 \cdot 0,05 = 750 \text{ (N)}$$

- Lực cản không khí:

$$P_w = K \cdot F \cdot v^2 \quad (1.110)$$

Trong đó:

$K = 0,25$ (Ns²/m⁴) - hệ số cản không khí.

$F = 2,5$ (m²) - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.110) ta được:

$$P_w = 0,25 \cdot 2,5 \cdot 47,25^2 = 1395,35 \text{ (N)}$$

Bài 1.25.

- Phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \quad (1.111)$$

Trong đó:

P_k - lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động

P_j, P_i, P_w - lần lượt là lực cản tăng tốc, lực cản leo dốc và lực cản không khí .

- Ôtô chuyển động với vận tốc lớn nhất trên đường bằng và không kéo móc nên:

$$P_j = P_i = 0 \quad (1.112)$$

Do đó:

$$P_k = P_f + P_w \quad (1.113)$$

Bỏ qua ảnh hưởng của vận tốc đến hệ số cản lăn nên:

$$P_k = G \cdot f_0 + K \cdot F \cdot v_{\max}^2 \quad (1.114)$$

Mặt khác:

$$P_k = \frac{M_k}{r_d} = \frac{M_{eV} \cdot i_0 \cdot i_{hc} \cdot i_p \cdot \eta_{TL}}{r_d} \quad (1.115)$$

Trong đó:

M_{eV} - momen xoắn cần thiết của động cơ.

$r_d = r_{bx} = 0,3$ (m) - bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,9$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 3,5$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng thì $i_{hc} = 1$.

i_p - tỷ số truyền của hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_p = 1$.

- Tìm momen xoắn cần thiết của động cơ.

$$M_{eV} = M_N \cdot \left[a + b \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right) - c \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^2 \right] \quad (1.116)$$

Trong đó:

$$M_N = \frac{9550 \cdot N_{e \max}}{n_N} \quad \text{- momen xoắn của động cơ tại công suất cực đại.}$$

$N_{e \max} = 120$ (kW) - công suất cực đại của động cơ.

a, b, c - hệ số phụ thuộc vào loại động cơ. Đối với động cơ xăng chọn a=b=c=1.

n_e - số vòng quay của động cơ tại tốc độ của ô tô đạt cực đại (v/ph). Khi đó $n_e = n_{e \max} = 6500$ (v/ph).

$n_N = 5400$ (v/ph) - số vòng quay của động cơ ứng với công suất đạt cực đại.

Thay số vào (1.116) ta được:

$$\begin{aligned} M_{eV} &= \frac{9550 \cdot 90}{5400} \cdot \left[1 + 1 \cdot \left(\frac{6500}{5400} \right) - 1 \cdot \left(\frac{6500}{5400} \right)^2 \right] \\ &= 120,14 \text{ (Nm)} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow P_k = \frac{120,14 \cdot 3,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9}{0,3} = 1261,46 \text{ (N)}$$

- Tìm tốc độ lớn nhất của ô tô v_{\max} .

Thay P_k vào công thức (1.114) ta được:

$$1261,46 = G \cdot f_0 + K \cdot F \cdot v_{\max}^2 \quad (1.117)$$

Trong đó:

$G = 1935 \text{ (kG)} = 19350 \text{ (N)}$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$f_0 = 0,015$ - hệ số cản lăn.

$K = 0,3 \text{ (Ns}^2/\text{m}^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 1,5 \text{ (m}^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

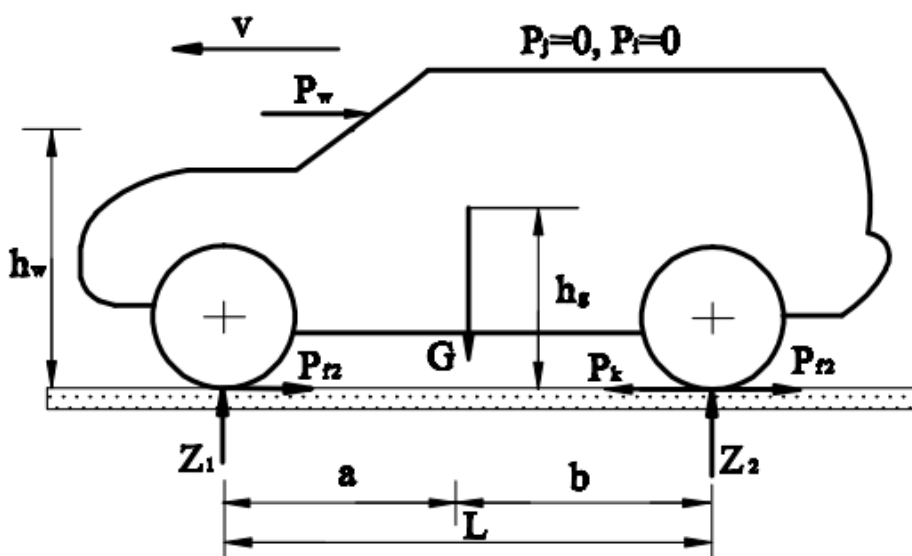
Thay số vào (1.117) ta được:

$$19350 \cdot 0,015 + 0,3 \cdot 1,5 \cdot v_{\max}^2 = 1261,46$$

$$\Rightarrow v_{\max} = \sqrt{2158,24} = 46,46 \text{ (m/s)}$$

Bài 1.26.

1.a - Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô.



Hình 1.13 Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

Trong đó:

G - Trọng lượng toàn bộ của ô tô.

P_k - là lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động cầu trước và cầu sau.

P_{f1}, P_{f2} - lần lượt là lực cản lăn của các bánh xe cầu trước và cầu sau.

P_w, P_i, P_j - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc, lực cản tăng tốc.

Z_1, Z_2 - lần lượt là phản lực thẳng đứng tác dụng lên các bánh xe cầu trước và cầu sau.

h_g - khoảng cách từ trọng tâm đến mặt đường.

h_w - chiều cao trọng tâm diện tích cản chính diện của ô tô.

b. Các thành phần lực cản.

- Do ô tô chuyển động đều trên đường bằng phẳng và không kéo móc nên:

$$P_j = P_i = 0 \quad (1.118)$$

- Tốc độ chuyển động của ô tô so với đường:

$$v = 0,105 \frac{r_k \cdot n_M}{i_{hc} \cdot i_p \cdot i_0} \quad (1.119)$$

Trong đó:

$n_M = 4500 \text{ (v/ph)}$ - tốc độ quay của trục khuỷa tương ứng với momen cực đại.

$r_k = r_{bx} = 0,32$ (m) - bán kính động học.

$i_0 = 4$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

$i_{hc} = 0,85$ - tỷ số truyền của tay số cuối cùng

i_p - tỷ số truyền của hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_p = 1$.

Thay số vào (1.119) ta được:

$$v = 0,105 \frac{0,32 \cdot 4500}{0,85 \cdot 1 \cdot 4} = 44,47 \text{ (m/s)}$$

- Tốc độ của gió so với đường:

$$v_g = 15 \text{ (km/h)} = 4,17 \text{ (m/s)}$$

- Tốc độ chuyển động tương đối của ô tô so với gió:

$$v_t = v + v_g = 44,47 + 4,17 = 48,64 \text{ (m/s)}$$

- Lực cản lăn:

Do $v_t = 48,64 \text{ (m/s)} > 22 \text{ (m/s)}$ nên

$$f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v_t^2}{1500}\right) = 0,02 \cdot \left(1 + \frac{48,64^2}{1500}\right) = 0,0515$$

$$\Rightarrow P_f = G \cdot f = 20000 \cdot 0,0515 = 1030 \text{ (N)}$$

- Lực cản không khí:

$$P_w = K \cdot F \cdot v_t^2 \tag{1.120}$$

Trong đó:

$K = 0,3 \text{ (Ns}^2/\text{m}^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 2,8 \text{ (m}^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.120) ta được:

$$P_w = 0,3 \cdot 2,8 \cdot 48,64^2 = 1987,31 \text{ (N)}$$

2 -Xác định khả năng leo dốc lớn nhất của ô tô.

- Phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \tag{1.121}$$

Khi leo dốc lớn nhất: $P_j = 0$ và $P_w \approx 0$.

$$P_{kmax} = P_f + P_{imax} \tag{1.122}$$

- Lực kéo cực đại ở bánh xe chủ động.

$$P_{kmax} = \frac{M_{e_{max}} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \tag{1.123}$$

Trong đó:

$M_{e_{max}} = 400 \text{ (Nm)}$ - momen xoắn cực đại của động cơ.

$r_d = r_{bx} = 0,32$ - bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,95$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 4$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

$i_{h1} = 3$ - tỷ số truyền của tay số 1.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc} = 1$.

Thay số vào (1.123) ta được:

$$P_{kmax} = \frac{400 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 0,95}{0,32} = 14250 \text{ (N)}$$

- Lực cản lăn:

$$P_f = G \cdot f_0 \cdot \cos \alpha = G \cdot f_0 \cdot \sqrt{1 - i_{\max}^2} \approx G \cdot f_0$$

$$= 20000 \cdot 0,02 = 400 \text{ (N)}$$

- Tính độ dốc cực đại:

$$i_{\max} = \frac{P_{k \max} - P_f}{G} = \frac{14250 - 400}{20000} = 0,69$$

Bài 1.27.

- Công thức xác định công suất cần thiết của động cơ:

$$N_{ev} = \frac{1}{\eta_{TL}} (G \cdot \psi_v \cdot v_{\max} + K \cdot F \cdot v_{\max}^3) \quad (1.124)$$

Trong đó:

$G = 1935 \text{ (kG)} = 19350 \text{ (N)}$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$v_{\max} = 180 \text{ (km/h)} = 50 \text{ (m/s)}$ - tốc độ chuyển động lớn nhất của ô tô.

$\psi_v = f_v = f_0 \cdot (1 + \frac{v_{\max}^2}{1500})$ - hệ số cản tổng cộng của đường khi ô tô chuyển động với tốc

độ v_{\max} .

$K = 0,2 \text{ (Ns}^2/\text{m}^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 1,8 \text{ (m}^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

$\eta_{TL} = 0,95$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

Thay vào (1.124) ta được:

$$N_{ev} = \frac{1}{0,95} (19350 \cdot 0,015 \cdot (1 + \frac{50^2}{1500}) \cdot 50 + 0,2 \cdot 1,8 \cdot 50^3)$$

$$= 88105 \text{ (W)} = 88,105 \text{ (kW)}$$

- Công suất lớn nhất của ô tô:

$$N_{e \max} = \frac{N_{ev}}{a \cdot \frac{n_{e \max}}{n_N} + b \cdot (\frac{n_{e \max}}{n_N})^2 - c \cdot (\frac{n_{e \max}}{n_N})^3} \quad (1.125)$$

Trong đó:

a, b, c - hệ số phụ thuộc vào loại động cơ. Đối với động cơ xăng chọn a=b=c=1.

$n_{e \max}$ (v/ph) - số vòng quay lớn nhất của động cơ

$n_N = 4200$ (v/ph) - số vòng quay của động cơ ứng với công suất đạt cực đại.

- Tìm số vòng quay lớn nhất của động cơ $n_{e \max}$.

$$i_0 = 0,105 \frac{r_k \cdot n_{e \max}}{i_{hc} \cdot i_{pc} \cdot v_{\max}} \quad (1.126)$$

$$\Rightarrow n_{e \max} = \frac{i_0 \cdot i_{hc} \cdot i_{pc} \cdot v_{\max}}{0,105 \cdot r_k} \quad (1.127)$$

Trong đó:

$i_0 = 3,5$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng thì

$i_{hc} = 1$.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc} = 1$.

$v_{\max} = 50$ (m/s) - tốc độ chuyển động lớn nhất của ô tô.

$r_k = r_{bx} = 0,35$ (m) - bán kính động học.

Thay vào công thức (1.127) ta được:

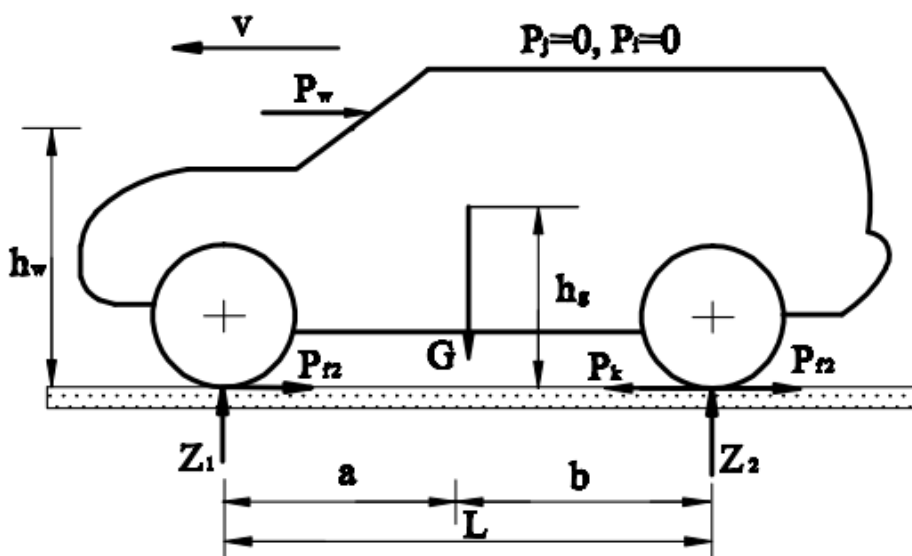
$$n_{e \max} = \frac{3,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 50}{0,105 \cdot 0,35} = 4762 \text{ (v/ph)}$$

Thay các giá trị tìm được vào công thức (1.) ta được:

$$N_{\max} = \frac{88,105}{1 \cdot \left(\frac{4762}{4200}\right) + 1 \cdot \left(\frac{4762}{4200}\right)^2 - 1 \cdot \left(\frac{4762}{4200}\right)^3} = 91,6 \text{ (kW)}$$

Bài 1.28.

1.a - Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô.



Hình 1.14 Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

Trong đó:

G - Trọng lượng toàn bộ của ô tô.

P_k - là lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động cầu trước và cầu sau.

P_{f1}, P_{f2} - lần lượt là lực cản lăn của các bánh xe cầu trước và cầu sau.

P_w, P_i, P_j - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc, lực cản tăng tốc.

Z_1, Z_2 - lần lượt là phản lực thẳng đứng tác dụng lên các bánh xe cầu trước và cầu sau.

h_g - khoảng cách từ trọng tâm đến mặt đường.

h_w - chiều cao trọng tâm diện tích cản chính diện của ô tô.

b- Các thành phần lực cản.

Do ô tô chuyển động đều trên đường bằng phẳng và không kéo móc nên:

$$P_j = P_i = 0 \tag{1.128}$$

- Tốc độ chuyển động của ô tô so với đường:

$$v = 0,105 \frac{r_k \cdot n_M}{i_{hc} \cdot i_p \cdot i_0} \tag{1.129}$$

Trong đó:

$n_M = 4800$ (v/ph)-tốc độ quay của trục khuỷa tương ứng với momen cực đại.

$r_k = r_{bx} = 0,32$ (m) - bán kính động học.

$i_0 = 4$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng $i_{hc} = 1$.

i_p - tỷ số truyền của hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_p = 1$.

Thay số vào (1.129) ta được:

$$v = 0,105 \frac{0,32 \cdot 4800}{1 \cdot 1 \cdot 4} = 40,32 \text{ (m/s)}$$

- Tốc độ của gió so với đường:

$$v_g = 10 \text{ (km/h)} = 2,78 \text{ (m/s)}$$

- Tốc độ chuyển động tương đối của ô tô so với gió:

$$v_t = v + v_g = 40,32 + 2,78 = 43,10 \text{ (m/s)}$$

- Lực cản lăn:

$$P_f = G \cdot f$$

Do $v_t = 43,10 \text{ (m/s)} > 22 \text{ (m/s)}$ nên

$$f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v_t^2}{1500}\right) = 0,02 \cdot \left(1 + \frac{43,10^2}{1500}\right) = 0,039$$

$$\Rightarrow P_f = G \cdot f = 22000 \cdot 0,039 = 858 \text{ (N)}$$

- Lực cản không khí:

$$P_w = K \cdot F \cdot v_t^2 \tag{1.130}$$

Trong đó:

$K = 0,3 \text{ (Ns}^2/\text{m}^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 2,8 \text{ (m}^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.130) ta được:

$$P_w = 0,3 \cdot 2,8 \cdot 43,10^2 = 1183,77 \text{ (N)}$$

2-Xác định khả năng leo dốc lớn nhất của ô tô.

- Phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w + P_m \tag{1.131}$$

Khi leo dốc lớn nhất: $P_j = 0$ và $P_w \approx 0$.

$$P_{kmax} = P_f + P_{imax} \tag{1.132}$$

- Lực kéo cực đại ở bánh xe chủ động.

$$P_{kmax} = \frac{M_{emax} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \tag{1.133}$$

Trong đó:

$M_{emax} = 450 \text{ (Nm)}$ - momen xoắn cực đại của động cơ.

$r_d = r_{bx} = 0,32$ - bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,95$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 4$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

$i_{h1} = 3,2$ - tỷ số truyền của tay số 1.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc} = 1$.

Thay số vào (1.133) ta được:

$$P_{kmax} = \frac{450 \cdot 4 \cdot 3,2 \cdot 1 \cdot 0,95}{0,32} = 17100 \text{ (N)}$$

- Lực cản lăn:

$$P_f = G \cdot f_0 \cdot \cos \alpha = G \cdot f_0 \cdot \sqrt{1 - i_{\max}^2} \approx G \cdot f_0$$

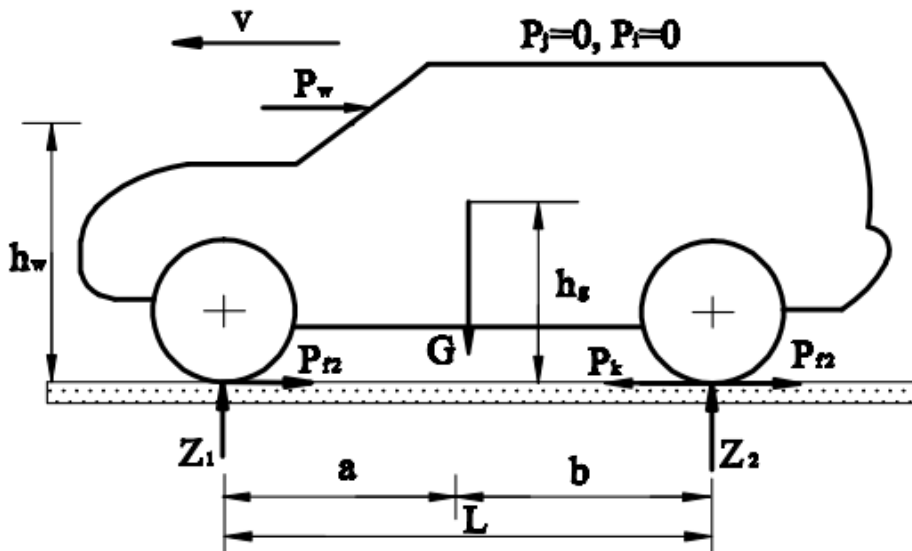
$$= 22000 \cdot 0,02 = 440 \text{ (N)}$$

- Tính độ dốc cực đại:

$$i_{\max} = \frac{P_{k \max} - P_f}{G} = \frac{17100 - 440}{22000} = 0,76$$

Bài 1.29.

1.a-Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô.



Hình 1.15 Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động

Trong đó:

G - Trọng lượng toàn bộ của ô tô.

P_k - là lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động cầu trước và cầu sau.

P_{f1}, P_{f2} - lần lượt là lực cản lăn của các bánh xe cầu trước và cầu sau.

P_w, P_i, P_j - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc, lực cản tăng tốc.

Z_1, Z_2 - lần lượt là phản lực thẳng đứng tác dụng lên các bánh xe cầu trước và cầu sau.

h_g - khoảng cách từ trọng tâm đến mặt đường.

h_w - chiều cao trọng tâm diện tích cản chính diện của ô tô.

b-Các thành phần lực cản.

- Do ô tô chuyển động đều trên đường bằng phẳng và không kéo móc nên:

$$P_j = P_i = 0 \tag{1.134}$$

- Tốc độ chuyển động của ô tô so với đường:

$$v = 0,105 \frac{r_k \cdot n_{e \max}}{i_{hc} \cdot i_{pc} \cdot i_0} \tag{1.135}$$

Trong đó:

$n_{e \max} = 5000$ (v/ph) - tốc độ quay cực đại của trục khuỷa.

$r_k = r_{bx} = 0,35$ (m) - bán kính động học.

$i_0 = 3,5$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng

$i_{hc} = 1$.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc}=1$.
Thay số vào (1.135) ta được:

$$v = 0,105 \frac{0,35 \cdot 5000}{1 \cdot 1,3,5} = 52,5 \text{ (m/s)}$$

- Lực cản lăn:

Do $v_t = 52,5 \text{ (m/s)} > 22 \text{ (m/s)}$ nên hệ số cản lăn được tính theo công thức:

$$f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v^2}{1500}\right) = 0,015 \cdot \left(1 + \frac{52,5^2}{1500}\right) = 0,0426$$

$$\Rightarrow P_f = G \cdot f = 16000 \cdot 0,0426 = 681,6 \text{ (N)}$$

- Lực cản không khí:

$$P_w = K \cdot F \cdot v^2 \tag{1.136}$$

Trong đó:

$K = 0,27 \text{ (Ns}^2/\text{m}^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 2,8 \text{ (m}^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.136) ta được:

$$P_w = 0,27 \cdot 2,8 \cdot 52,5^2 = 2083,73 \text{ (N)}$$

2- Khả năng leo dốc lớn nhất theo điều kiện momen xoắn của động cơ.

a- Phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \tag{1.137}$$

Khi leo dốc lớn nhất: $P_j = 0$ và $P_w \approx 0$.

$$P_{kmax} = P_f + P_{imax} \tag{1.138}$$

b-Tính lực kéo cực đại tại thời điểm momen động cơ cực đại.

Momen xoắn của động cơ tại thời điểm công suất động cơ cực đại:

$$M_{eN} = \frac{N_{e \max}}{\omega_{e \max}} = \frac{N_{e \max}}{\frac{2\pi}{60} n_{e \max}} \tag{1.139}$$

Trong đó:

$N_{e \max} = 240 \text{ (kW)}$ - công suất cực đại của động cơ.

$n_{e \max} = 5000 \text{ (v/ph)}$ - số vòng quay cực đại của trục khuỷu.

Thay số vào (1.139) ta được:

$$M_{eN} = \frac{240}{\frac{2\pi}{60} \cdot 5000} = 0,45837 \text{ (kNm)} = 458,37 \text{ (Nm)}$$

- Lực kéo ở bánh xe chủ động:

$$P_k = \frac{M_k}{r_d} = \frac{M_{eN} \cdot i_0 \cdot j_{hc} \cdot j_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \tag{1.140}$$

Trong đó:

M_{eN} - momen xoắn của động cơ tại thời điểm công suất động cơ cực đại.

$r_d = r_{bx} = 0,35 \text{ (m)}$ - bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,95$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 3,5$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng $i_{hc}=1$.

i_p - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_p=1$.

Thay số vào (1.140) ta được:

$$P_k = \frac{458,37.3,5.1.1.0,95}{0,35} = 4354,52 \text{ (N)}$$

- Lực cản lăn:

$$P_f = G \cdot f_0 \cdot \cos \alpha = G \cdot f_0 \cdot \sqrt{1 - i_{\max}^2} \approx G \cdot f_0$$

$$= 16000 \cdot 0,015 = 240 \text{ (N)}$$

- Tính độ dốc cực đại:

$$i_{\max} = \frac{P_{k \max} - P_f}{G} = \frac{4354,52 - 240}{16000} = 0,257$$

Bài 1.30

- Xác định lực kéo.

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_0 \cdot i_{hc} \cdot i_p \cdot \eta_{TL}}{r_d} \quad (1.141)$$

Trong đó:

M_e - momen xoắn của động cơ tương ứng với vận tốc 90(km/h) ở tay số cuối.

$r_d = r_{bx} = 0,5$ - bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,85$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 6,5$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng $i_{hc} = 1$.

i_p - tỷ số truyền của hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_p=1$.

+ Tìm momen xoắn của động cơ tương ứng với vận tốc 90(km/h) ở tay số cuối.

Xét sự phụ thuộc của momen xoắn động cơ M_e và số vòng quay n_e :

$$M_e = \frac{9550 \cdot N_{e \max}}{n_N} \left[a + b \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right) - c \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^2 \right] \quad (1.142)$$

Trong đó:

$$M_N = \frac{9550 \cdot N_{e \max}}{n_N} \text{ - momen xoắn của động cơ tại công suất cực đại.}$$

$N_{e \max} = 110$ (kW) - công suất cực đại của động cơ.

a, b, c - hệ số phụ thuộc vào loại động cơ. Đối với động cơ diesel chọn a= 0,5; b= 1,5; c= 1.

n_e - số vòng quay của động cơ tại tốc độ của ô tô là 70(km/h).

$n_N = 3200$ (v/ph) - số vòng quay của động cơ ứng với công suất đạt cực đại.

+ Tìm số vòng quay của động cơ tại tốc độ của ô tô là 90(km/h).

$$n_e = \frac{i_0 \cdot i_{hc} \cdot i_p \cdot v}{0,105 \cdot r_k} \quad (1.143)$$

Trong đó:

$i_0 = 6,5$ -tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng thì $i_{hc} = 1$.

i_p -tỷ số truyền của hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_p = 1$.

$v = 70$ (km/h) = 19,44 (m/s)-tốc độ chuyển động của ô tô.

$r_d = r_{bx} = 0,5$ (m)-bán kính động lực học.

Thay vào công thức (1.143) ta được:

$$n_e = \frac{6,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 19,44}{0,105 \cdot 0,5} = 2407 \text{ (v/ph)}$$

Thay các giá trị vào (1.142) ta được:

$$M_e = \frac{9550 \cdot 110}{3200} \left[0,5 + 1,5 \cdot \left(\frac{2407}{3200} \right) - 1 \cdot \left(\frac{2407}{3200} \right)^2 \right]$$

$$= 348,8 \text{ (Nm)}$$

Thay các giá trị vào (1.141) ta được:

$$P_k = \frac{348,8 \cdot 6,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85}{0,5}$$

$$= 3854,24 \text{ (N)}$$

- Xác định lực cản lăn:

Do $v = 19,44$ (m/s) < 22(m/s) nên : $f = f_0 = 0,015$

$$\Rightarrow P_f = G \cdot f = 100000 \cdot 0,015 = 1500 \text{ (N)}$$

- Lực cản không khí:

$$P_w = K \cdot F \cdot v^2 \tag{1.144}$$

Trong đó:

$K = 0,5$ (Ns²/m⁴) - hệ số cản không khí.

$F = 4$ (m²) - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.144) ta được:

$$P_w = 0,5 \cdot 4 \cdot 19,44^2 = 755,83 \text{ (N)}$$

Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \tag{1.145}$$

Do ô tô chuyển động đều và không kéo móc nên: $P_j = 0$

\Rightarrow Khả năng vượt dốc ở tay số cuối cùng:

$$i = \frac{P_k - (P_f + P_w)}{G} \tag{1.146}$$

$$= \frac{3854,24 - (1500 + 755,83)}{100000} = 0,016$$

Bài 1.31

- Xác định lực kéo.

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_0 \cdot i_{hc} \cdot i_p \cdot \eta_{TL}}{r_d} \tag{1.147}$$

Trong đó:

M_e -momen xoắn của động cơ tương ứng với vận tốc 90(km/h) ở tay số cuối.

$r_d = r_{bx} = 0,5$ - bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,85$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 6,5$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng $i_{hc} = 1$.

i_p - tỷ số truyền của hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_p = 1$.

+ Tìm momen xoắn của động cơ tương ứng với vận tốc 90(km/h) ở tay số cuối.

Xét sự phụ thuộc của momen xoắn động cơ M_e và số vòng quay n_e :

$$M_e = \frac{9550 \cdot N_{e \max}}{n_N} \left[a + b \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right) - c \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^2 \right] \quad (1.148)$$

Trong đó:

$$M_N = \frac{9550 \cdot N_{e \max}}{n_N} \text{ - momen xoắn của động cơ tại công suất cực đại.}$$

$N_{e \max} = 110$ (kW) - công suất cực đại của động cơ.

a, b, c - hệ số phụ thuộc vào loại động cơ. Đối với động cơ điêzel chọn a=0,5; b=1,5; c=1.

n_e - số vòng quay của động cơ tại tốc độ của ô tô là 70(km/h).

$n_N = 3200$ (v/ph) - số vòng quay của động cơ ứng với công suất đạt cực đại.

+ Tìm số vòng quay của động cơ tại tốc độ của ô tô là 90(km/h).

$$n_e = \frac{i_0 \cdot i_{hc} \cdot i_p \cdot v}{0,105 \cdot r_k} \quad (1.149)$$

Trong đó:

$i_0 = 6,5$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng thì $i_{hc} = 1$.

i_p - tỷ số truyền của hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_p = 1$.

$v = 70$ (km/h) = 19,44 (m/s) - tốc độ chuyển động của ô tô.

$r_d = r_{bx} = 0,5$ (m) - bán kính động lực học.

Thay vào công thức (1.149) ta được:

$$n_e = \frac{6,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 19,44}{0,105 \cdot 0,5} = 2407 \text{ (v/ph)}$$

Thay các giá trị vào (1.148) ta được:

$$M_e = \frac{9550 \cdot 110}{3200} \left[0,5 + 1,5 \cdot \left(\frac{2407}{3200} \right) - 1 \cdot \left(\frac{2407}{3200} \right)^2 \right]$$

$$= 348,8 \text{ (Nm)}$$

Thay các giá trị vào (1.147) ta được:

$$P_k = \frac{348,8 \cdot 6,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85}{0,5} = 3854,24 \text{ (N)}$$

- Xác định lực cản lăn:

Do $v = 19,44 \text{ (m/s)} < 22 \text{ (m/s)}$ nên : $f = f_0 = 0,015$

$$\Rightarrow P_f = G.f = 100000.0,015 = 1500 \text{ (N)}$$

- Lực cản không khí:

$$P_w = K.F.v^2 \quad (1.50)$$

Trong đó:

$K = 0,5(\text{Ns}^2/\text{m}^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 4(\text{m}^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.50) ta được:

$$P_w = 0,5.4.19,44^2 = 755,83 \text{ (N)}$$

- Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \quad (1.151)$$

Do ô tô chuyển động trên đường bằng và không kéo móc nên: $P_i = 0$

\Rightarrow Khả năng gia tốc ở tay số cuối cùng:

$$j = \frac{[P_k - (P_f + P_w)]g}{G.\delta_j} \quad (1.152)$$

Bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay $\delta_j = 1$.

$$j = \frac{[3854,24 - (1500 + 755,83)]9,81}{100000.1} = 0,157 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Bài 1.32.

- Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \quad (1.153)$$

Khi leo dốc lớn nhất: $P_j = 0$ và $P_w \approx 0$.

$$P_{kmax} = P_f + P_{imax} \quad (1.154)$$

+ Lực kéo cực đại ở bánh xe chủ động.

$$P_{kmax} = \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \quad (1.155)$$

Trong đó:

$M_{e\max} = 17 \text{ (kGm)} = 170 \text{ (Nm)}$ - momen xoắn cực đại của động cơ.

$r_d = r_{bx} = 0,33$ - bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,85$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 6$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

$i_{h1} = 4,5$ - tỷ số truyền của tay số 1.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc} = 1$.

Thay số vào (1.155) ta được:

$$P_{kmax} = \frac{170.6.4,5.1.0,85}{0,33} = 11822,73 \text{ (N)}$$

+ Lực cản lăn:

$$P_f = G.f_0.\cos\alpha = G.f_0.\sqrt{1-i_{\max}^2} \approx G.f_0 \\ = 54000.0,02 = 1080 \text{ (N)}$$

+ Tính độ dốc cực đại:

$$i_{\max} = \frac{P_{k\max} - P_f}{G} = \frac{11822,73 - 1080}{54000} = 0,199$$

Bài 1.33

- Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \quad (1.156)$$

Trong đó:

P_k - lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động.

P_w, P_i, P_j - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc, lực cản tăng tốc.

- Khả năng kéo móc lớn nhất khi ô tô chuyển động ổn định trên đường bằng và lực cản không khí là nhỏ nhất nên: $P_j = P_i = 0$ và $P_w \approx 0$.

$$P_{kmax} = P_f + P_{mmax} \quad (1.157)$$

- Xác định lực kéo lớn nhất ở tay số 1.

$$P_{k1max} = \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \quad (1.158)$$

Trong đó:

$M_{e\max} = 17(\text{kGm}) = 170(\text{Nm})$ - momen cực đại của động cơ.

$r_d = r_{bx} = 0,33$ (m) - bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,85$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 6$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

$i_{h1} = 4,5$ - tỷ số truyền của tay số 1.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc} = 1$.

Thay số vào (1.158) ta được:

$$P_{kmax} = \frac{170 \cdot 6 \cdot 4,5 \cdot 1 \cdot 0,85}{0,33} = 11822,73 \text{ (N)}$$

- Lực cản lăn:

$$\begin{aligned} P_f &= G \cdot f_0 \cdot \cos \alpha = G \cdot f_0 \cdot \sqrt{1 - i_{\max}^2} \approx G \cdot f_0 \\ &= 54000 \cdot 0,02 = 1080 \text{ (N)} \end{aligned}$$

⇒ Khả năng kéo móc lớn nhất:

$$\begin{aligned} G_{mmax} &= \frac{P_{k1max} - P_f}{10} \\ &= \frac{11822,73 - 1080}{10} = 1074,27 \text{ (kG)} \end{aligned}$$

Bài 1.34

- Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \quad (1.159)$$

Trong đó:

P_k - lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động.

P_w, P_j, P_i - lần lượt là lực cản không khí, lực cản tăng tốc, lực cản leo dốc.

- Lực cản tăng tốc:

$$P_j = \frac{G}{g} \cdot j \cdot \delta_j \quad (1.160)$$

Trong đó:

$G = 10000$ (kG) = 100000 (N) - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$j = 0,5 \text{ (m/s}^2\text{)}$ - gia tốc chuyển động tịnh tiến của ô tô.

$g = 9,81 \text{ (m/s}^2\text{)}$ - gia tốc trọng trường.

δ_j - là hệ số ảnh hưởng đến khối lượng chuyển động quay của ô tô. Bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay $\delta_j = 1$.

Thay số vào (1.160) ta được:

$$P_j = \frac{100000}{9,81} \cdot 0,5 \cdot 1 = 5096,84 \text{ (N)}$$

- Lực cản lăn:

Do $v = 90 \text{ (km/h)} = 25 \text{ (m/s)} > 22 \text{ (m/s)}$ nên :

$$f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v_t^2}{1500}\right) = 0,015 \cdot \left(1 + \frac{25^2}{1500}\right) = 0,0283$$

$$\Rightarrow P_f = G \cdot \cos \alpha \cdot f = G \cdot \sqrt{1 - i^2} \cdot f \approx G \cdot f \\ = 100000 \cdot 0,0283 = 2830 \text{ (N)}$$

- Lực cản không khí:

$$P_w = K \cdot F \cdot v^2 \tag{1.161}$$

Trong đó:

$K = 0,4 \text{ (Ns}^2\text{/m}^4\text{)}$ - hệ số cản không khí.

$F = 3 \text{ (m}^2\text{)}$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.161) ta được:

$$P_w = 0,4 \cdot 3 \cdot 25^2 = 750 \text{ (N)}$$

- Lực cản leo dốc:

$$P_i = G \cdot \sin \alpha = G \cdot i \\ = 100000 \cdot 0,02 = 2000 \text{ (N)}$$

Thay các giá trị lực cản vào (1.) ta được:

$$P_k = 2830 + 5096,84 + 2000 + 750 + 0 \\ = 10676,84 \text{ (N)}$$

Bài 1.35

- Công thức tính tỷ số truyền của truyền lực chính:

$$i_0 = 0,105 \frac{r_k \cdot n_{e\max}}{i_{hc} \cdot i_{pc} \cdot v_{\max}} \tag{1.162}$$

Trong đó:

i_0 - tỷ số truyền của truyền lực chính.

$n_{e\max}$ - số vòng quay lớn nhất của trục khuỷa. $n_{e\max} = n_N = 3200 \text{ (v/ph)}$

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng thì $i_{hc} = 1$.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc} = 1$.

$v_{\max} = 180 \text{ (km/h)} = 30 \text{ (m/s)}$ - tốc độ chuyển động lớn nhất của ô tô.

$r_k = r_{bx} = 0,4 \text{ (m)}$ - bán kính động học.

Thay vào công thức (1.162) ta được:

$$i_0 = 0,105 \frac{0,4 \cdot 3200}{1 \cdot 1 \cdot 30} = 4,48$$

- Tìm tỷ số truyền của tay số 1 trong hộp số.
- Phương trình cân bằng lực kéo khi ô tô chuyển động ổn định ở tay số 1.

$$P_{k1\max} = \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} = G \cdot \psi_{\max} \quad (1.163)$$

$$\Rightarrow i_{h1} = \frac{G \cdot \psi_{\max} \cdot r_d}{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}$$

(1.164)

Trong đó:

$G = 5400(\text{kG}) = 54000(\text{N})$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$\psi_{\max} = 0,3$ - hệ số cản tổng cộng lớn nhất của đường.

$r_d = r_{bx} = 0,4$ (m) - bán kính động lực học.

$M_{e\max} = 350$ (Nm) - momen cực đại của động cơ.

$\eta_{TL} = 0,85$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 4,48$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{h1} - tỷ số truyền của tay số 1.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc} = 1$.

Thay số vào (1.164) ta được:

$$i_{h1} = \frac{54000 \cdot 0,3 \cdot 0,4}{350 \cdot 4,48 \cdot 1 \cdot 0,85} = 4,86$$

Kiểm tra lại theo điều kiện trượt quay các bánh xe chủ động của ô tô.

$$P_{k1\max} = \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \leq P_{\varphi} = G_{\varphi} \cdot \varphi \quad (1.65)$$

$$= \frac{350 \cdot 4,48 \cdot 4,86 \cdot 1 \cdot 0,85}{0,4} \leq 37000 \cdot 0,6$$

$$= 16193,52 \leq 22200 \text{ (thỏa mãn điều kiện trượt quay)}$$

Vậy: $i_{h1} = 4,86$.

Bài 1.36

- Xác định lực kéo P_k :

Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \quad (1.66)$$

Trong đó:

P_k - lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động.

P_w, P_i, P_j - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc, lực cản tăng tốc.

- Do ô tô chuyển động đều nên: $P_j = 0$

- Lực cản lăn:

Do $v = 40(\text{km/h}) = 11,11(\text{m/s}) < 22(\text{m/s})$ nên: $f = f_0 = 0,015$

$$\Rightarrow P_f = G \cdot \cos \alpha \cdot f \quad (1.167)$$

Trong đó:

$G = 10500(\text{kG}) = 105000(\text{N})$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$f = 0,015$ - hệ số cản lăn.

$\alpha = \arctan(0,1) = 5^{\circ}42'$ - góc lệch của đường.

Thay số vào công thức (1.167) ta được:

$$P_f = 105000 \cdot \cos 5^{\circ}42' \cdot 0,015$$

$$= 1567,2(\text{N})$$

- Lực cản không khí:

$$P_w = K \cdot F \cdot v^2 \quad (1.168)$$

Trong đó:

$$K = 0,8(\text{Ns}^2/\text{m}^4)\text{-hệ số cản không khí.}$$

$$F = 4,5(\text{m}^2)\text{-diện tích cản chính diện của ô tô.}$$

Thay số vào (1.168) ta được:

$$P_w = 0,8 \cdot 4,5 \cdot 11,11^2 = 443,556(\text{N})$$

- Lực cản leo dốc:

$$P_i = G \cdot \sin \alpha = G \cdot i$$

$$= 105000 \cdot 0,1 = 10500(\text{N})$$

- Lực cản kéo móc.

$$P_m = G_m \cdot (f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)$$

$$= 50000 \cdot (0,015 \cdot \cos(5^{\circ}42') + 0,1) = 5720,95(\text{N})$$

Thay các giá trị lực cản vào(1.) ta được:

$$P_k = 1567,2 + 0 + 10500 + 443,556 + 5720,95$$

$$= 18231,71 (\text{N})$$

- Xác định tỉ số truyền của hệ thống truyền lực.

$$P_k = \frac{M_{e \max} \cdot i_{TL} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \quad (1.169)$$

$$i_{TL} = \frac{P_k \cdot r_d}{M_{e \max} \cdot \eta_{TL}} \quad (1.170)$$

Trong đó:

$P_k = 18231,71 (\text{N})$ -lực kéo tiếp tuyến ở các bán xe chủ động.

$r_d = r_{bx} = 0,45 (\text{m})$ - bán kính động lực học.

$M_{e \max} = 360 (\text{Nm})$ - momen cực đại của động cơ.

$\eta_{TL} = 0,8$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

Thay số vào (1.170) ta được:

$$i_{TL} = \frac{18231,71 \cdot 0,45}{360 \cdot 0,8} = 28,49$$

Bài 1.37

- Tìm tỉ số truyền của các tay số tiến trong hộp số.

Phương trình cân bằng lực kéo khi ô tô chuyển động ổn định ở tay số 1.

$$P_{k1 \max} = \frac{M_{e \max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} = G \cdot \psi_{\max} \quad (1.171)$$

$$\Rightarrow i_{h1} = \frac{G \cdot \psi_{\max} \cdot r_d}{M_{e \max} \cdot i_0 \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}} \quad (1.172)$$

Trong đó:

$G = 5400(\text{kG}) = 54000(\text{N})$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$\Psi_{\max} = 0,35$ - hệ số cản tổng cộng lớn nhất của đường.

$r_d = r_{bx} = 0,4(\text{m})$ - bán kính động lực học.

$M_{e\max} = 165 (\text{Nm})$ - momen cực đại của động cơ.

$\eta_{TL} = 0,85$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 6,25$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{h1} - tỷ số truyền của tay số 1.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc}=1$.

Thay số vào (1.172) ta được:

$$i_{h1} = \frac{54000 \cdot 0,35 \cdot 0,4}{165 \cdot 6,25 \cdot 1 \cdot 0,85} = 8,62$$

Kiểm tra lại theo điều kiện trượt quay các bánh xe chủ động của ô tô.

$$\begin{aligned} P_{k1\max} &= \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \leq P_{\varphi} = G_{\varphi} \cdot \varphi & (1.173) \\ &= \frac{165 \cdot 6,25 \cdot 8,62 \cdot 1 \cdot 0,85}{0,4} \leq 37000 \cdot 0,6 \\ &= 18890 \leq 22200 \text{ (thoả mãn điều kiện trượt quay)} \end{aligned}$$

Vậy: $i_{h1} = 8,62$.

Vì tỷ số truyền của 5 tay số trong hộp số tuân theo quy luật cấp số nhân và tay số cuối là số truyền thẳng nên công bội:

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{i_{h1}}{i_{hm}}} = \sqrt[5-1]{\frac{8,62}{1}} = 1,7135$$

Mà:

$$i_{hi} = \frac{i_{h1}}{q^{i-1}}$$

Vậy:

$$\begin{aligned} i_{h2} = \frac{i_{h1}}{q} = \frac{8,62}{1,7135} = 5,03 & \quad ; \quad i_{h3} = \frac{i_{h1}}{q^2} = \frac{8,62}{1,7135^2} = 2,94 \\ i_{h4} = \frac{i_{h1}}{q^3} = \frac{8,62}{1,7135^3} = 1,71 & \quad ; \quad i_{h5} = 1 \end{aligned}$$

Bài 1.38

- Tìm tỷ số truyền của các tay số tiến trong hộp số.

Phương trình cân bằng lực kéo khi ô tô chuyển động ổn định ở tay số 1.

$$P_{k1\max} = \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} = G \cdot \Psi_{\max} \quad (1.174)$$

$$\Rightarrow i_{h1} = \frac{G \cdot \Psi_{\max} \cdot r_d}{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}} \quad (1.175)$$

Trong đó:

$G = 7000(\text{kG}) = 70000(\text{N})$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$\Psi_{\max} = 0,25$ - hệ số cản tổng cộng lớn nhất của đường.

$r_d = r_{bx} = 0,5 (\text{m})$ - bán kính động lực học.

$M_{e_{max}} = 200(\text{Nm})$ - momen cực đại của động cơ.

$\eta_{TL} = 0,8$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 6,9$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{h1} - tỷ số truyền của tay số 1.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc}=1$.

Thay số vào (1.175) ta được:

$$i_{h1} = \frac{70000.0,25.0,5}{200.6,9.1.0,8} = 7,93$$

- Kiểm tra lại theo điều kiện trượt quay các bánh xe chủ động của ô tô.

$$\begin{aligned} P_{k1max} &= \frac{M_{e_{max}} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \leq P_{\varphi} = G_{\varphi} \cdot \varphi & (1.176) \\ &= \frac{200.6,9.7,93.1.0,8}{0,5} \leq 50000.0,8 \\ &= 17509,44 \leq 40000 \text{ (thỏa mãn điều kiện trượt quay)} \end{aligned}$$

Vậy: $i_{h1} = 7,93$.

- Vì tỷ số truyền của 5 tay số trong hộp số tuân theo quy luật cấp số nhân và tay số cuối là số truyền thẳng nên công bội:

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{i_{h1}}{i_{hn}}} = \sqrt[5-1]{\frac{7,93}{1}} = 1,6781$$

Mà:

$$i_{hi} = \frac{i_{h1}}{q^{i-1}} \quad (1.177)$$

Vậy:

$$\begin{aligned} i_{h2} &= \frac{i_{h1}}{q} = \frac{7,93}{1,6781} = 4,73 \\ i_{h3} &= \frac{i_{h1}}{q^2} = \frac{7,93}{1,6781^2} = 2,82 \\ i_{h4} &= \frac{i_{h1}}{q^3} = \frac{7,93}{1,6781^3} = 1,68 \\ i_{h5} &= 1 \end{aligned}$$

Bài 1.39

- Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \quad (1.178)$$

Trong đó:

P_k - lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động.

P_w, P_i, P_j - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc, lực cản tăng tốc.

- Ô tô chuyển động trên đường bằng với vận tốc cực đại và không kéo móc nên:

$$P_i = P_j = 0$$

Từ (1.) ta có:

$$P_k = P_f + P_w \quad (1.179)$$

- Lực cản lăn:

Do $v = 90 \text{ (km/h)} = 25 \text{ (m/s)} > 22 \text{ (m/s)}$ nên :

$$f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v^2}{1500}\right) = 0,015 \cdot \left(1 + \frac{25^2}{1500}\right) = 0,02125$$

$$\Rightarrow P_f = G \cdot f = 16500 \cdot 0,02125 = 350,625 \text{ (N)}$$

- Lực cản không khí:

$$P_w = K \cdot F \cdot v_t^2 \tag{1.180}$$

Trong đó:

$K = 0,75 \text{ (Ns}^2/\text{m}^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 3,2 \text{ (m}^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.180) ta được:

$$P_w = 0,75 \cdot 3,2 \cdot 25^2 = 1500 \text{ (N)}$$

- Lực kéo ở bánh xe chủ động tại thời điểm vận tốc cực đại.

$$P_k = \frac{M_{eV} \cdot i_{TL} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \tag{1.181}$$

Trong đó:

$M_{eV} = 127 \text{ (Nm)}$ - momen cực đại của động cơ.

$r_d = r_{bx} = 0,36 \text{ (m)}$ - bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,9$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

i_{TL} - tỷ số truyền của hệ thống truyền lực.

Thay số vào (1.181) ta được:

$$P_k = \frac{127 \cdot i_{TL} \cdot 0,9}{0,36}$$

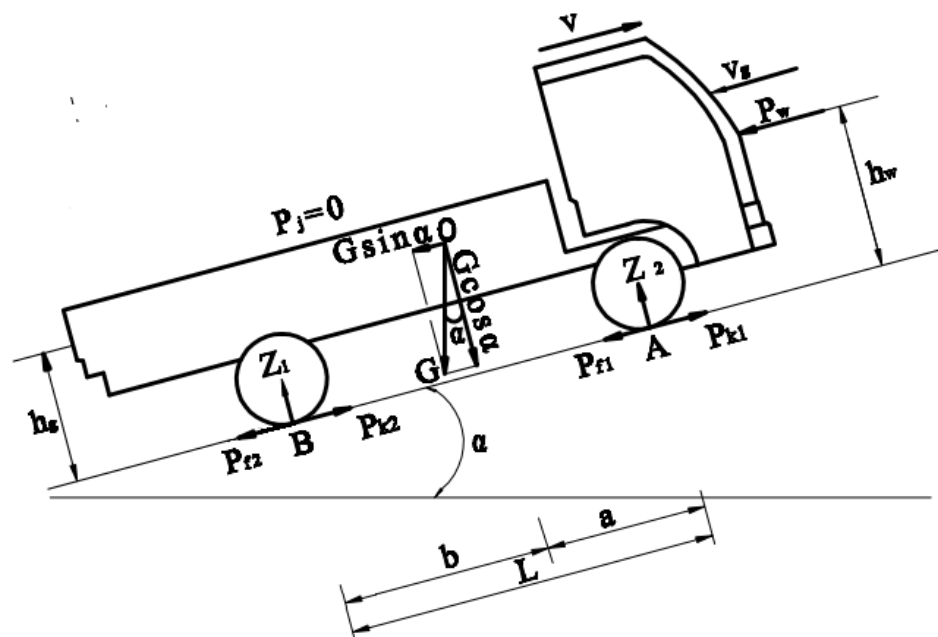
Từ (1.179) ta có:

$$P_k = \frac{127 \cdot i_{TL} \cdot 0,9}{0,36} = 350,625 + 1500$$

$$\Rightarrow i_{TL} = 5,83$$

Vậy tỷ số truyền của hệ thống truyền lực là: $i_{TL} = 5,83$

Bài 1.40



Hình 1.16 Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

Trong đó:

G - Trọng lượng toàn bộ của ô tô.

P_{k1}, P_{k2} - lần lượt là lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động cầu trước và cầu sau.

P_{f1}, P_{f2} - lần lượt là lực cản lăn của các bánh xe cầu trước và cầu sau.

P_w, P_i, P_j - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc, lực cản tăng tốc.

Z_1, Z_2 - lần lượt là phản lực thẳng đứng tác dụng lên các bánh xe cầu trước và cầu sau.

$\alpha = \arctan(0,02) = 1^{\circ}8'$ - góc dốc của đường.

- Các thành phần lực cản:

+ Lực cản lăn:

Do $v=90(\text{km/h})=25(\text{m/s}) > 22(\text{m/s})$ nên :

$$f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v^2}{1500}\right) = 0,02 \cdot \left(1 + \frac{25^2}{1500}\right) = 0,028$$

$$\Rightarrow P_f = G \cdot \cos \alpha \cdot f = 100000 \cdot \cos(1^{\circ}8') \cdot 0,028 = 2799,45 \text{ (N)}$$

+ Lực cản không khí:

$$P_w = K \cdot F \cdot v^2 \tag{1.182}$$

Trong đó:

$K = 0,4 \text{ (Ns}^2/\text{m}^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 3 \text{ (m}^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.182) ta được:

$$P_w = 0,4 \cdot 3 \cdot 25^2 = 750 \text{ (N)}$$

+ Lực cản leo dốc:

$$P_i = G \cdot i = 100000 \cdot 0,02 = 2000 \text{ (N)}$$

+ Lực cản tăng tốc:

$$P_j = \frac{G}{g} \cdot j \cdot \delta_j$$

Bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay nên $\delta_j = 1$:

$$P_j = \frac{100000}{9,81} \cdot 0,5 \cdot 1 = 5096,84 \text{ (N)}$$

- Xác định lực kéo:

Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \quad (1.183)$$

Thay số vào (1.183) ta được:

$$\begin{aligned} P_k &= 2399,53 + 2000 + 5096,84 + 750 \\ &= 10246,37 \text{ (N)} \end{aligned}$$

Bài 1.41

Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \quad (1.184)$$

Trong đó:

P_k - lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động.

P_w, P_i, P_j, P_m - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc, lực cản tăng tốc, lực cản kéo móc.

Khi leo dốc lớn nhất: $P_j = 0$ và $P_w \approx 0$.

$$P_{kmax} = P_f + P_{imax} \quad (1.185)$$

+ Lực kéo cực đại ở bánh xe chủ động.

$$P_{kmax} = \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \quad (1.186)$$

Trong đó:

$M_{e\max} = 17(\text{kG}) = 170(\text{Nm})$ - momen xoắn cực đại của động cơ.

$r_d = r_{bx} = 0,33 \text{ (m)}$ - bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,8$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 7$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

$i_{h1} = 4,5$ - tỷ số truyền của tay số 1.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc} = 1$.

Thay số vào (1.186) ta được:

$$P_{kmax} = \frac{170 \cdot 7 \cdot 4,5 \cdot 1 \cdot 0,8}{0,33} = 12981,82 \text{ (N)}$$

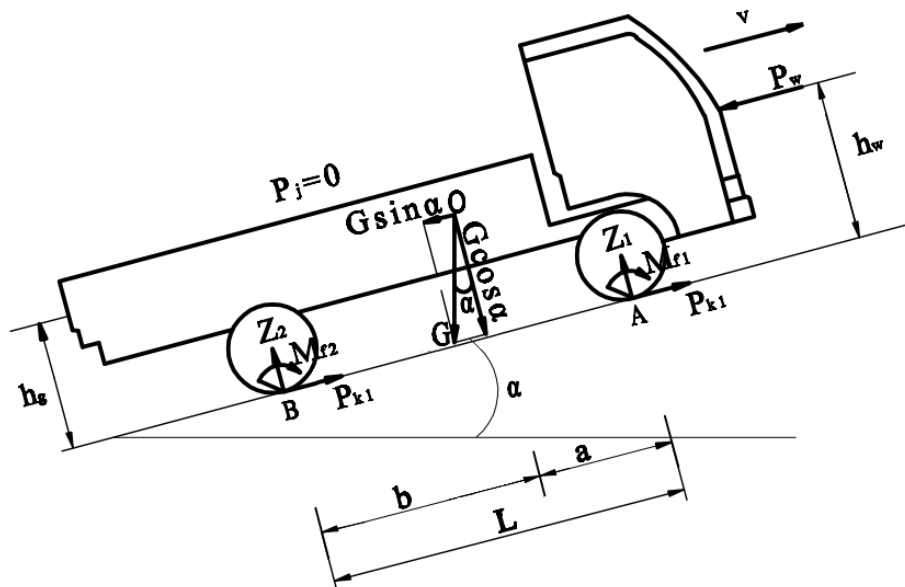
+ Lực cản lăn:

$$\begin{aligned} P_f &= G \cdot f_0 \cdot \cos \alpha = G \cdot f_0 \cdot \sqrt{1 - i_{\max}^2} \approx G \cdot f_0 \\ &= 54000 \cdot 0,02 = 1080 \text{ (N)} \end{aligned} \quad (1.187)$$

+ Tính độ dốc cực đại:

$$i_{\max} = \frac{P_{k\max} - P_f}{G} = \frac{12981,82 - 1080}{54000} = 0,22$$

Bài 1.42



Hình 1.17 Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

Trong đó:

P_{k1}, P_{k2} - lần lượt là lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động cầu trước và cầu sau.
 P_w, P_i, P_j lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc và lực cản tăng tốc.
 M_{f1}, M_{f2} - lần lượt là momen lực cản lăn của các bánh xe chủ động cầu trước và cầu sau.

Z_1, Z_2 - lần lượt là phản lực thẳng đứng tác dụng lên các bánh xe cầu trước và cầu sau.

- Ta có phương trình cân bằng momen các lực tác dụng với điểm B :

$$\sum M_B = Z_1 \cdot L + P_w \cdot h_w + G \cdot \sin \alpha \cdot hg - G \cdot \cos \alpha \cdot b + M_{f1} + M_{f2} = 0$$

Trong đó:

$$M_{f1} + M_{f2} = G \cdot \cos \alpha \cdot f \cdot r_d$$

$$Z_1 = \frac{1}{L} [G \cdot \cos \alpha \cdot (b - f \cdot r_d) - G \cdot \sin \alpha \cdot hg - P_w \cdot h_w] \quad (1.188)$$

- Tương tự ta có:

$$Z_2 = \frac{1}{L} [G \cdot \cos \alpha \cdot (a + f \cdot r_d) + G \cdot \sin \alpha \cdot hg + P_w \cdot h_w] \quad (1.189)$$

Trong đó:

$$P_w = K \cdot F \cdot v^2 = 0,7 \cdot 3,8 \cdot \left(\frac{50}{3,6}\right)^2 = 513,12 \text{ (N)}.$$

$G = 2500 \text{ (kG)} = 25000 \text{ (N)}$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$L = 3,7 \text{ (m)}$ - chiều dài cơ sở của ô tô.

$\alpha = \arctan(0,1) = 5^{\circ}42'$ - góc lệch của đường.

$a = 1,3 \text{ (m)}$ - khoảng cách từ trọng tâm đến tâm trục trước.

$b = L - a = 2,4 \text{ (m)}$ - khoảng cách từ trọng tâm đến tâm trục sau.

$h_g = 1 \text{ (m)}$ - khoảng cách từ trọng tâm đến mặt đường.

$h_w = 0,9 \text{ (m)}$ - chiều cao trọng tâm diện tích cản chính diện của ô tô.

$r_d = r_{bx} = 0,394 \text{ (m)}$ - bán kính động lực học.

$f = f_0 = 0,015$ - hệ số cản lăn. (Do $v < 80 \text{ (km/h)}$)

Thay số vào (1.188) và (1.189) ta được:

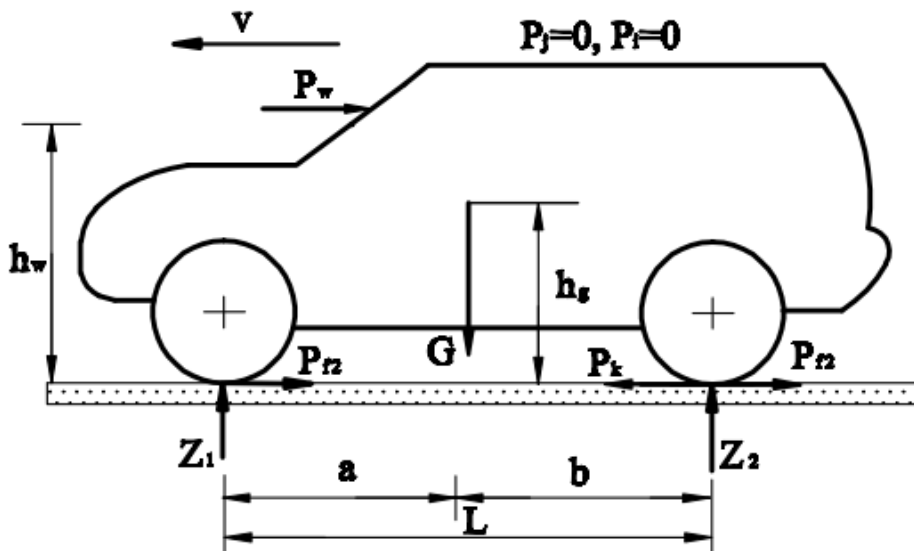
$$Z_1 = \frac{1}{3,7} [25000 \cdot \cos 5^\circ 42' \cdot (2,4 - 0,015 \cdot 0,394) - 25000 \cdot \sin 5^\circ \cdot 1 - 513,12 \cdot 0,9]$$

$$= 15300,41 \text{ (N)}$$

$$Z_2 = \frac{1}{3,7} [25000 \cdot \cos 5^\circ 42' \cdot (1,3 + 0,015 \cdot 0,394) + 25000 \cdot \sin 5^\circ \cdot 1 + 513,12 \cdot 0,9]$$

$$= 9575,98 \text{ (N)}$$

Bài 1.43



Hình 1.18 Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

Trong đó:

G - Trọng lượng toàn bộ của ô tô.

P_k - là lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động.

P_{f1}, P_{f2} - lần lượt là lực cản lăn của các bánh xe cầu trước và cầu sau.

P_w, P_i, P_j - lần lượt là lực cản không khí, lực cản leo dốc, lực cản tăng tốc

Z_1, Z_2 - lần lượt là phản lực thẳng đứng tác dụng lên các bánh xe cầu trước và cầu sau.

h_g - khoảng cách từ trọng tâm đến mặt đường.

h_w - chiều cao trọng tâm diện tích cản chính diện của ô tô.

2-Xác định lực kéo P_k :

- Áp dụng phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \tag{1.190}$$

Do ô tô chuyển động đều trên đường bằng phẳng và không kéo móc nên:

$$P_j = P_i = 0 \tag{1.191}$$

$$\text{Vậy } P_k = P_f + P_w \tag{1.192}$$

- Các thành phần lực cản:

+ Lực cản lăn:

Do $v = 180(\text{km/h}) = 50(\text{m/s}) > 22(\text{m/s})$ nên :

$$f = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v^2}{1500}\right) = 0,02 \cdot \left(1 + \frac{50^2}{1500}\right) = 0,053$$

$$\Rightarrow P_f = G \cdot f = 12000 \cdot 0,053 = 636 \text{ (N)}$$

+ Lực cản không khí:

$$P_w = K.F.v^2 \quad (1.193)$$

Trong đó:

$K = 0,3 \text{ (Ns}^2/\text{m}^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 2,9 \text{ (m}^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.193) ta được:

$$P_w = 0,3.2,9.50^2 = 2175 \text{ (N)}$$

Vậy $P_k = 636 + 2175 = 2811 \text{ (N)}$

- Momen kéo cần thiết ở bánh xe chủ động:

$$M_k = P_k.r_d = 2811.0,34 = 955,74 \text{ (Nm)}$$

- Momen kéo cần thiết của động cơ.

$$M_e = \frac{M_k}{i_{TL} \eta_{TL}} = \frac{955,74}{7,5.0,8} = 159,29 \text{ (Nm)}$$

3. Kiểm tra sự trượt quay ở các bánh xe chủ động.

- Ô tô cầu sau chủ động nên trọng lượng bám $G_\varphi = Z_2$

- Từ phương trình cân bằng momen với điểm tiếp xúc giữa bánh xe cầu trước với mặt đường:

$$Z_2 = G \frac{a}{L} + P_w \cdot \frac{h_w}{L} \quad (1.194)$$

Trong đó:

$P_w = 2175 \text{ (N)}$.

$G = 12000 \text{ (N)}$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$L = 2,5 \text{ (m)}$ - chiều dài cơ sở của ô tô.

$a = 1,2 \text{ (m)}$ - khoảng cách từ trọng tâm đến tâm trục trước.

$h_w = 0,7 \text{ (m)}$ - chiều cao trọng tâm diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.194) ta được:

$$\begin{aligned} Z_2 &= 12000 \frac{1,2}{2,5} + 2175 \cdot \frac{0,7}{2,5} \\ &= 6369 \text{ (N)} \end{aligned}$$

- Lực kéo cho phép ở các bánh xe chủ động.

$$P_{kmax} = P_\varphi = \varphi \cdot Z_2 = 0,5.6369 = 3184,5 \text{ (N)}$$

Do $P_k < P_{kmax}$ nên các bánh xe chủ động không bị trượt quay.

Bài 1.44

***Xác định công suất lớn nhất.**

- Công thức xác định công suất cần thiết của động cơ:

$$N_{ev} = \frac{1}{\eta_{TL}} (G \cdot \psi_v \cdot v_{max} + K.F.v_{max}^3) \quad (1.195)$$

Trong đó:

$G = 2300 \text{ (kG)} = 23000 \text{ (N)}$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$v_{max} = 120 \text{ (km/h)} = 33,33 \text{ (m/s)}$ - tốc độ chuyển động lớn nhất của ô tô.

$\psi_v = f_v = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v_{max}^2}{1500}\right)$ - hệ số cản tổng cộng của đường khi ô tô chuyển động với tốc

độ v_{max} .

$K = 0,5 \text{ (Ns}^2/\text{m}^4\text{)}$ - hệ số cản không khí.

$F = 2,78 \text{ (m}^2\text{)}$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

$\eta_{TL} = 0,9$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

Thay vào (1.195) ta được:

$$N_{ev} = \frac{1}{0,9} (23000 \cdot 0,015 \cdot (1 + \frac{33,33^2}{1500}) \cdot 33,33 + 0,5 \cdot 2,78 \cdot 33,33^3)$$

$$= 79423,17 \text{ (W)} = 79,42 \text{ (kW)}$$

- Công suất lớn nhất của ô tô:

$$N_{emax} = \frac{N_{ev}}{a \cdot \frac{n_{e \max}}{n_N} + b \cdot (\frac{n_{e \max}}{n_N})^2 - c \cdot (\frac{n_{e \max}}{n_N})^3} \quad (1.196)$$

Trong đó:

a, b, c - hệ số phụ thuộc vào loại động cơ. Đối với động cơ xăng chọn a=b=c=1.

n_{emax} (v/ph) - số vòng quay lớn nhất của động cơ

$n_N=4000$ (v/ph) - số vòng quay của động cơ ứng với công suất đạt cực đại.

- Tìm số vòng quay lớn nhất của động cơ n_{emax}

$$i_0 = 0,105 \frac{r_k \cdot n_{e \max}}{i_{hc} \cdot i_{pc} \cdot v_{\max}} \quad (1.197)$$

$$\Rightarrow n_{e \max} = \frac{i_0 \cdot i_{hc} \cdot i_{pc} \cdot v_{\max}}{0,105 \cdot r_k} \quad (1.198)$$

Trong đó:

$i_0 = 4$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng thì $i_{hc}=1$.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc}=1$.

$v_{\max} = 33,33$ (m/s) - tốc độ chuyển động lớn nhất của ô tô.

$r_k = r_{bx} = 0,3$ (m) - bán kính động học.

Thay vào công thức (1.198) ta được:

$$n_{e \max} = \frac{4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 33,33}{0,105 \cdot 0,3} = 4232 \text{ (v/ph)}$$

Thay các giá trị tìm được vào công thức (1.196) ta được:

$$N_{emax} = \frac{79,42}{1 \cdot (\frac{4232}{4000}) + 1 \cdot (\frac{4232}{4000})^2 - 1 \cdot (\frac{4232}{4000})^3} = 79,97 \text{ (kW)}$$

*Xác định momen xoắn lớn nhất của động cơ.

- Theo công thức Laydecman :

$$M_e = \frac{9550 \cdot N_{e \max}}{n_N} \left[1 + \left(\frac{n_e}{n_N} \right) - \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^2 \right] \quad (1.199)$$

- Xác định số vòng quay n_e tại thời điểm momen xoắn động cơ đạt cực đại.

Ta có đạo hàm của $M_e = f(n_e)$:

$$M'_e = \frac{9550.N_{e \max}}{n_N} \left[1 - 2 \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right) \right] \quad (1.200)$$

- Để tìm số vòng quay n_e tại thời điểm momen xoắn động cơ đạt cực đại ta cho:

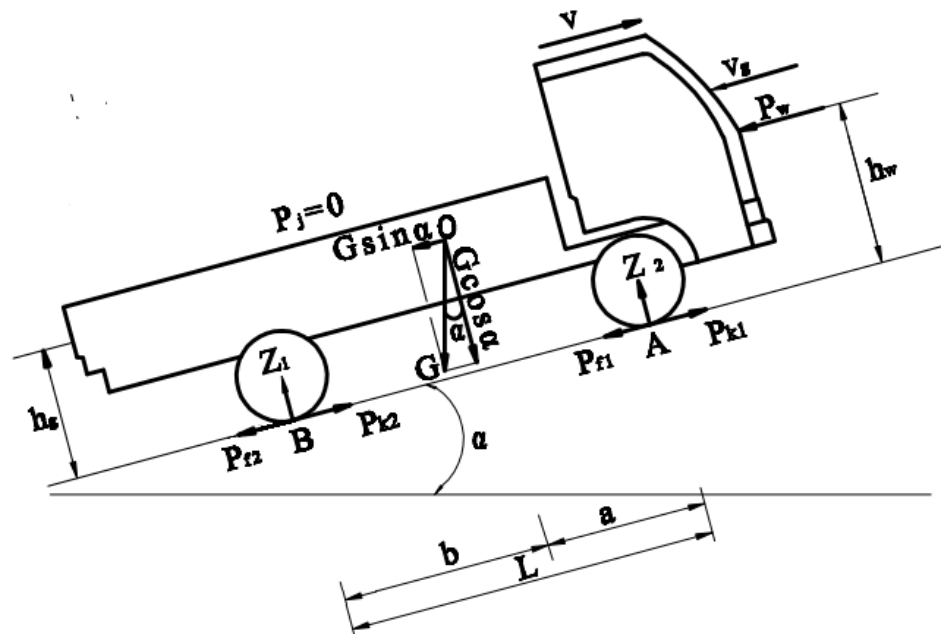
$$M'_e = 0 \text{ hay } \frac{9550.N_{e \max}}{n_N} \left[1 - 2 \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right) \right] = 0 \quad (1.201)$$

$$\Rightarrow \frac{n_e}{n_N} = \frac{1}{2} \Rightarrow n_e = 2000 \text{ (v/ph)}$$

Vậy momen xoắn lớn nhất của động cơ là:

$$M_{\max} = \frac{9550.79,97}{4000} \left[1 + \left(\frac{1}{2} \right) - \left(\frac{1}{2} \right)^2 \right] = 238,66 \text{ (Nm)}$$

Bài 1.45



Hình 1.19 Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

1.a-Các thành phần lực cản:

- Lực cản lăn:

$$P_f = G.f.\cos\alpha \quad (1.202)$$

Trong đó:

$G = 12800 \text{ (kG)} = 128000 \text{ (N)}$ - trọng lượng toàn bộ của ô tô.

f - hệ số cản lăn. Do $v = 45 \text{ (km/h)} < 80 \text{ (km/h)}$ nên $f = f_0 = 0,02$

$\alpha = \arctan(0,05) = 2^{\circ}51'$ - góc dốc của đường.

$$\Rightarrow P_f = 128000.0,02.\cos 2^{\circ}51' = 2556,83 \text{ (N)}$$

- Lực cản leo dốc:

$$P_i = G.\sin\alpha = G.i = 128000.0,05 = 6400 \text{ (N)}$$

- Lực cản không khí:

$$P_w = K.F.v^2 \quad (1.203)$$

Trong đó:

$K=0,4 \text{ (Ns}^2/\text{m}^4)$ - hệ số cản không khí.

$F=3,6(m^2)$ -diện tích cản chính diện của ô tô.

$v=45(km/h)=12,5(m/s)$ -vận tốc chuyển động của ô tô.

Thay số vào (1.203) ta được:

$$P_w=0,4.3,6.12,5^2=225(N)$$

b-Xác định lực kéo P_k :

- Phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k=P_f+P_j+P_i+P_w \tag{1.204}$$

Do ô tô chuyển động đều và không kéo móc nên: $P_j=0(N)$

$$\begin{aligned} \text{Vậy } P_k &= P_f+P_i+P_w \\ &= 2556,83+6400+225=9181,83(N) \end{aligned}$$

2-Xác định khả năng leo dốc lớn nhất.

- Phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k=P_f+P_j+P_i+P_w \tag{1.205}$$

Khi leo dốc lớn nhất: $P_j=0$ và $P_w \approx 0$ nên :

$$P_{kmax}=P_f+P_{imax} \tag{1.206}$$

- Lực kéo cực đại ở bánh xe chủ động.

$$P_{kmax} = \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \tag{1.207}$$

Trong đó:

$M_{e\max}=51(kGm)=510(Nm)$ -momen xoắn cực đại của động cơ.

$r_d=r_{bx}=0,45$ -bán kính động lực học.

$\eta_{TL}=0,85$ -hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0=7,53$ -tỷ số truyền của truyền lực chính.

$i_{h1}=6,17$ -tỷ số truyền của tay số 1.

i_{pc} -tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc}=1$.

Thay số vào (1.207) ta được:

$$P_{kmax} = \frac{510.7,53.6,17.1.0,85}{0,45} = 44756,56(N)$$

- Lực cản lăn:

$$\begin{aligned} P_f &= G \cdot f_0 \cdot \cos\alpha = G \cdot f_0 \cdot \sqrt{1-i_{\max}^2} \approx G \cdot f_0 \\ &= 128000.0,02=2560(N) \end{aligned}$$

- Tính độ dốc cực đại:

$$i_{\max} = \frac{P_{k\max} - P_f}{G} = \frac{44756,56 - 2560}{128000} = 0,33$$

Bài 1.46

***Xác định công suất lớn nhất.**

- Công thức xác định công suất cần thiết của động cơ:

$$N_{ev} = \frac{1}{\eta_{TL}} (G \cdot \psi_v \cdot v_{\max} + K \cdot F \cdot v_{\max}^3) \tag{1.208}$$

Trong đó:

$G=7000(kG)=70000(N)$ -trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$v_{\max}=95(km/h)=26,39(m/s)$ -tốc độ chuyển động lớn nhất của ô tô.

$$\psi_v = f_v = f_0 \cdot \left(1 + \frac{v_{\max}^2}{1500}\right) - \text{hệ số cản tổng cộng của đường khi ô tô chuyển động với tốc độ}$$

v_{\max} .

$K = 0,2(Ns^2/m^4)$ - hệ số cản không khí.

$F = 2,8(m^2)$ - diện tích cản chính diện của ô tô.

$\eta_{TL} = 0,8$ - hiệu suất truyền lực của ô tô.

Thay vào (1.208) ta được:

$$\begin{aligned} N_{ev} &= \frac{1}{0,8} (70000 \cdot 0,015 \cdot \left(1 + \frac{26,39^2}{1500}\right) \cdot 26,39 + 0,2 \cdot 2,8 \cdot 26,39^3) \\ &= 63583,55(W) = 63,58(kW) \end{aligned}$$

- Công suất lớn nhất của ô tô:

$$N_{e\max} = \frac{N_{ev}}{a \cdot \frac{n_{e\max}}{n_N} + b \cdot \left(\frac{n_{e\max}}{n_N}\right)^2 - c \cdot \left(\frac{n_{e\max}}{n_N}\right)^3} \quad (1.209)$$

Trong đó:

a, b, c - hệ số phụ thuộc vào loại động cơ. Đối với động cơ xăng chọn a=b=c=1.

$n_{e\max}$ - số vòng quay lớn nhất của động cơ (v/ph).

$n_N = 1800$ (v/ph) - số vòng quay của động cơ ứng với công suất đạt cực đại.

- Tìm số vòng quay lớn nhất của động cơ $n_{e\max}$.

$$i_0 = 0,105 \frac{r_k \cdot n_{e\max}}{i_{hc} \cdot i_{pc} \cdot v_{\max}} \quad (1.210)$$

$$\Rightarrow n_{e\max} = \frac{i_0 \cdot i_{hc} \cdot i_{pc} \cdot v_{\max}}{0,105 \cdot r_k} \quad (1.211)$$

Trong đó:

$i_0 = 3,5$ - tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} - tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng thì $i_{hc} = 1$.

i_{pc} - tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc} = 1$.

$v_{\max} = 26,39$ (m/s) - tốc độ chuyển động lớn nhất của ô tô.

$r_k = r_{bx} = 0,5$ (m) - bán kính động học.

Thay vào công thức (1.211) ta được:

$$n_{e\max} = \frac{3,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 26,39}{0,105 \cdot 0,5} = 1810 \text{ (v/ph)}$$

Thay các giá trị tìm được vào công thức (1.209) ta được:

$$N_{e\max} = \frac{63,58}{1 \cdot \left(\frac{1810}{1800}\right) + 1 \cdot \left(\frac{1810}{1800}\right)^2 - 1 \cdot \left(\frac{1810}{1800}\right)^3} = 63,58(kW)$$

***Xác định momen xoắn lớn nhất của động cơ.**

Theo công thức Laydecman :

$$M_e = \frac{9550 \cdot N_{e \max}}{n_N} \left[1 + \left(\frac{n_e}{n_N} \right) - \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^2 \right] \quad (1.212)$$

- Xác định số vòng quay n_e tại thời điểm momen xoắn động cơ đạt cực đại.

Ta có đạo hàm của $M_e = f(n_e)$:

$$M'_e = \frac{9550 \cdot N_{e \max}}{n_N} \left[1 - 2 \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right) \right] \quad (1.213)$$

Để tìm số vòng quay n_e tại thời điểm momen xoắn động cơ đạt cực đại ta cho:

$$M'_e = 0 \text{ hay } \frac{9550 \cdot N_{e \max}}{n_N} \left[1 - 2 \cdot \left(\frac{n_e}{n_N} \right) \right] = 0$$

$$\Rightarrow \frac{n_e}{n_N} = \frac{1}{2} \Rightarrow n_e = 900 (\text{v/ph})$$

Vậy momen xoắn lớn nhất của động cơ là:

$$M_{e \max} = \frac{9550 \cdot 63,58}{1800} \left[1 + \left(\frac{1}{2} \right) - \left(\frac{1}{2} \right)^2 \right] = 421,66 (\text{Nm})$$

Bài 1.47

- Phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \quad (1.214)$$

Trong đó:

P_k -lực kéo tiếp tuyến của các bánh xe chủ động.

P_j, P_i, P_w -lần lượt là lực cản tăng tốc, lực cản leo dốc, lực cản không khí.

- Ôtô chuyển động với vận tốc lớn nhất trên đường bằng và không kéo móc nên:

$$P_j = P_i = 0 \quad (1.215)$$

Do đó:

$$P_k = P_f + P_w \quad (1.216)$$

Bỏ qua ảnh hưởng của vận tốc đến hệ số cản lăn nên:

$$P_k = G \cdot f_0 + K \cdot F \cdot v_{\max}^2 \quad (1.217)$$

Mặt khác:

$$P_k = \frac{M_k}{r_d} = \frac{M_{eV} \cdot i_0 \cdot i_{hc} \cdot i_p \cdot \eta_{TL}}{r_d} \quad (1.218)$$

Trong đó:

M_{eV} -momen xoắn cần thiết của động cơ.

$r_d = r_{bx} = 0,32 (\text{m})$ -bán kính động lực học.

$\eta_{TL} = 0,9$ -hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 3,5$ -tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{hc} -tỷ số truyền của tay số cuối cùng. Đối với tay số cuối cùng là số truyền thẳng thì $i_{hc} = 1$.

i_p -tỷ số truyền của hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_p = 1$.

- Tìm momen xoắn cần thiết của động cơ.

$$M_{eV} = M_N \cdot [a + b \cdot (\frac{n_e}{n_N}) - c \cdot (\frac{n_e}{n_N})^2] \quad (1.219)$$

Trong đó:

$$M_N = \frac{9550 \cdot N_{e \max}}{n_N} \text{ - momen xoắn của động cơ tại công suất cực đại.}$$

$N_{e \max} = 90$ (kW)-công suất cực đại của động cơ.

a,b,c-hệ số phụ thuộc vào loại động cơ. Đối với động cơ xăng chọn a=b=c=1.

n_e -số vòng quay của động cơ tại tốc độ của ô tô đạt cực đại (v/ph). $n_e = n_{e \max}$.

$n_N = 4500$ (v/ph) -số vòng quay của động cơ ứng với công suất đạt cực đại. Đối với

động cơ xăng không hạn chế số vòng quay chọn $\frac{n_{e \max}}{n_N} = 1,2$.

Thay số vào (1.219) ta được:

$$\begin{aligned} M_{eV} &= \frac{9550 \cdot 90}{4500} \cdot [1 + 1 \cdot 1,2 - 1 \cdot 1,2^2] \\ &= 145,16 \text{ (Nm)} \\ \Rightarrow P_k &= \frac{145,16 \cdot 3,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9}{0,32} = 1428,92 \text{ (N)} \end{aligned}$$

- Tìm tốc độ lớn nhất của ô tô v_{\max} .

Thay P_k vào công thức (1.217) ta được:

$$1428,92 = G \cdot f_0 + K \cdot F \cdot v_{\max}^2 \quad (1.220)$$

Trong đó:

$G = 3000$ (kG) = 30000(N)-trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$f_0 = 0,015$ -hệ số cản lăn.

$K = 0,25$ (Ns²/m⁴)-hệ số cản không khí.

$F = 2,2$ (m²)-diện tích cản chính diện của ô tô.

Thay số vào (1.220) ta được:

$$\begin{aligned} 30000 \cdot 0,015 + 0,25 \cdot 2,2 \cdot v_{\max}^2 &= 1428,92 \\ \Rightarrow v_{\max} &= \sqrt{1779,85} = 42,19 \text{ (m/s)} \end{aligned}$$

Bài 1.48

- Khi ô tô chuyển động ổn định ở tay số 1.

$$P_{k1 \max} = \frac{M_{e \max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} = G \cdot \psi_{\max} \quad (1.221)$$

$$\Rightarrow i_{h1} = \frac{G \cdot \psi_{\max} \cdot r_d}{M_{e \max} \cdot i_0 \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}} \quad (1.222)$$

Trong đó:

$G = 2100$ (kG) = 21000(N)-trọng lượng toàn bộ của ô tô.

$\psi_{\max} = 0,35$ -hệ số cản tổng cộng lớn nhất của đường.

$r_d = r_{bx} = 0,32$ (m)-bán kính động lực học.

$M_{e \max} = 450$ (Nm)-momen cực đại của động cơ.

$\eta_{TL} = 0,9$ -hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0 = 4$ -tỷ số truyền của truyền lực chính.

i_{h1} -tỷ số truyền của tay số 1.

i_{pc} -tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc}=1$.

Thay số vào (1.222) ta được:

$$i_{h1} = \frac{21000.0,35.0,32}{450.4.1.0,9} = 1,45$$

- Kiểm tra lại theo điều kiện trượt quay các bánh xe chủ động của ô tô.

$$\begin{aligned} P_{k1\max} &= \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \leq P_\varphi = G_\varphi \cdot \varphi & (1.223) \\ &= \frac{450.4.1,45.1.0,9}{0,32} \leq 14000.0,6 \\ &= 7340,63 \leq 8400 \text{ (thỏa mãn điều kiện trượt quay)} \end{aligned}$$

Vì tỷ số truyền của 5 tay số trong hộp số tuân theo quy luật cấp số nhân và tay số cuối là số truyền thẳng nên công bội:

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{i_{h1}}{i_{hm}}} = \sqrt[5-1]{\frac{1,45}{1}} = 1,09734$$

Mà:

$$i_{hi} = \frac{i_{h1}}{q^{i-1}} \quad (1.224)$$

Vậy:

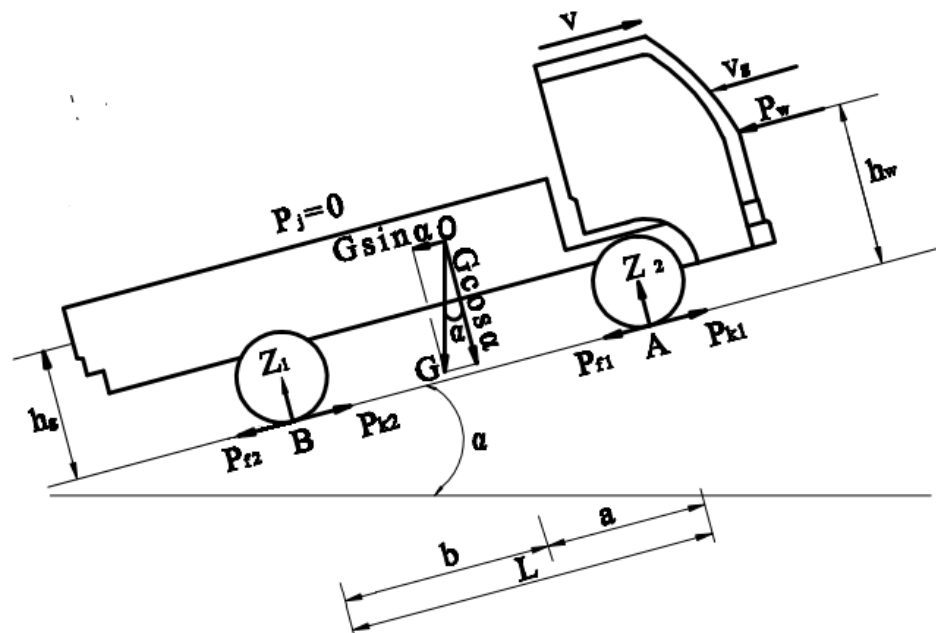
$$i_{h2} = \frac{i_{h1}}{q} = \frac{1,45}{1,09734} = 1,32$$

$$i_{h3} = \frac{i_{h1}}{q^2} = \frac{1,45}{1,09734^2} = 1,2$$

$$i_{h4} = \frac{i_{h1}}{q^3} = \frac{1,45}{1,09734^3} = 1,1$$

$$i_{h5} = 1$$

Bài 1.49



Hình 1.20 Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi chuyển động.

1.a-Các thành phần lực cản:

- Lực cản lăn:

$$P_f = G \cdot f \cdot \cos \alpha \tag{1.225}$$

Trong đó:

$G=6000(\text{kG})=60000(\text{N})$ -trọng lượng toàn bộ của ô tô.
 f -hệ số cản lăn. Do $v= 50(\text{km/h}) < 80(\text{km/h})$ $f=f_0=0,015$
 $\alpha=\arctan 0,08=4^{\circ}34'$ -góc lệch của đường.

$$\Rightarrow P_f = 60000 \cdot 0,015 \cdot \cos 4^{\circ}34' = 897,14(\text{N})$$

- Lực cản leo dốc:

$$P_i = G \cdot \sin \alpha = G \cdot i = 60000 \cdot 0,08 = 4800(\text{N})$$

- Lực cản không khí:

$$P_w = K \cdot F \cdot v^2 \tag{1.226}$$

Trong đó:

$K=0,6(\text{Ns}^2/\text{m}^4)$ -hệ số cản không khí.
 $F=3,2(\text{m}^2)$ -diện tích cản chính diện của ô tô.
 $v=50(\text{km/h})=13,89(\text{m/s})$ -vận tốc chuyển động của ô tô.

Thay số vào (1.226) ta được:

$$P_w = 0,6 \cdot 3,2 \cdot 13,89^2 = 370,37(\text{N})$$

b-Xác định lực kéo P_k :

- Ta có phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \tag{1.227}$$

Do ô tô chuyển động đều và không kéo móc nên: $P_j=0(\text{N})$

$$\text{Vậy } P_k = P_f + P_i + P_w = 897,14 + 4800 + 370,37 = 6067,51(\text{N})$$

2-Xác định khả năng leo dốc lớn nhất.

- Phương trình cân bằng lực kéo:

$$P_k = P_f + P_j + P_i + P_w \tag{1.228}$$

Khi leo dốc lớn nhất: $P_j=0$ và $P_w \approx 0$ nên

$$P_{kmax}=P_f + P_{imax} \quad (1.229)$$

- Lực kéo cực đại ở bánh xe chủ động.

$$P_{kmax} = \frac{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{h1} \cdot i_{pc} \cdot \eta_{TL}}{r_d} \quad (1.230)$$

Trong đó:

$M_{e\max}=20(\text{kGm})=200(\text{Nm})$ -momen xoắn cực đại của động cơ.

$r_d=r_{bx}=0,35$ -bán kính động lực học.

$\eta_{TL}=0,93$ -hiệu suất truyền lực của ô tô.

$i_0=6,5$ -tỷ số truyền của truyền lực chính.

$i_{h1}=5$ -tỷ số truyền của tay số 1.

i_{pc} -tỷ số truyền của tay số cao trong hộp số phụ. Xe không có hộp số phụ thì $i_{pc}=1$.

Thay số vào (1.230) ta được:

$$P_{kmax} = \frac{200 \cdot 6,5 \cdot 5 \cdot 1 \cdot 0,92}{0,35} = 17085,71(\text{N})$$

- Lực cản lăn:

$$\begin{aligned} P_f &= G \cdot f_0 \cdot \cos\alpha = G \cdot f_0 \cdot \sqrt{1 - i_{\max}^2} \approx G \cdot f_0 \\ &= 60000 \cdot 0,015 = 900(\text{N}) \end{aligned}$$

- Tính độ dốc cực đại:

$$i_{\max} = \frac{P_{k\max} - P_f}{G} = \frac{17085,71 - 900}{60000} = 0,27$$

CHƯƠNG II: ĐỘNG LỰC HỌC PHANH Ô TÔ

I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1: Phương trình chuyển động của ô tô khi phanh.

$$P_{jp} = P_p + P_f + P_i + P_w$$

$$P_{jp} = \frac{G}{g} \cdot J_p \cdot \delta_{jp}$$

Từ đó:

$$J_p = \frac{g}{G \cdot \delta_{jp}} \cdot (P_p + P_f + P_i + P_w)$$

2: Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng phanh.

- Gia tốc của ô tô khi phanh:

$$J_p = \frac{g}{G \cdot \delta_{jp}} \cdot P_p$$

Khi phanh sử dụng hoàn toàn trọng lượng bám

$$P_{p \max} = P\varphi = G \cdot \varphi$$

Do đó:
$$J_{p \max} = \frac{g \cdot \varphi}{\delta_{jp}}$$

- Thời gian phanh:

$$t_{p \min} \int_{v_1}^{v_0} \frac{1}{J_{p \max}} \cdot dv = \frac{V_0 - V_1}{J_{p \max}} = \frac{V_0 - V_1}{g \cdot \varphi} \cdot \delta_{jp}$$

Nếu phanh đến khi dừng hẳn

$$t_{p \min} = \frac{V_0}{g \cdot \varphi} \cdot \delta_{jp}$$

- Quãng đường phanh:

$$S_{p \min} = \frac{1}{J_{p \max}} \cdot \int_{v_1}^{v_0} V \cdot dv = \frac{V_0^2 - V_1^2}{2 \cdot g \cdot \varphi} \cdot \delta_{jp}$$

Phanh đến khi ô tô dừng hẳn

$$S_{p \min} = \frac{V_0^2}{2 \cdot g \cdot \varphi} \cdot \delta_{jp}$$

- Lực phanh và lực phanh riêng:

$$\gamma_{pi} = \frac{P_{pi}}{Z_i} \qquad \gamma_p = \frac{P_p}{G}$$

- Độ lệch quỹ đạo của ô tô khi phanh:

$$\beta_{\max} = \frac{0,75 \cdot B \cdot G \cdot \varphi \cdot t^2}{4 \cdot I_z}$$

3: Sự phân bố lực phanh và lực phanh riêng giữa các trục

- Sự phân bố lực phanh tối ưu:

$$\beta_T = \frac{P_{p1}}{P_{p1} + P_{p2}} = \frac{b + \varphi \cdot h_g}{L}$$

- Sự phân bố lực phanh không đổi:

$$\beta_T = \frac{b + \varphi_o \cdot h_g}{L}$$

* Trường hợp các bánh xe cầu trước đạt giá trị bám trước các bánh xe cầu sau:

$$P_{jp \max} = \frac{Z_1 \cdot \varphi}{\beta_T}$$

$$J_{p \max} = \frac{b \cdot \varphi \cdot g}{b + h_g \cdot (\varphi_o - \varphi)}$$

$$S_{p \min} = \frac{V_o^2 \cdot [b + h_g \cdot (\varphi_o - \varphi)]}{2 \cdot b \cdot \varphi \cdot g}$$

* Trường hợp phanh các bánh xe cầu sau đạt đến giá trị lực bám trước:

$$P_{jp \max} = \frac{P_{p2 \max}}{1 - \beta_T}$$

$$J_{p \max} = \frac{a \cdot \varphi \cdot g}{a + h_g \cdot (\varphi - \varphi_o)}$$

$$S_{p \min} = \frac{V_o^2 \cdot [a + h_g \cdot (\varphi - \varphi_o)]}{2 \cdot a \cdot \varphi \cdot g}$$

- Sự phân bố lực phanh riêng:

$$\gamma_{p1} = \frac{L \cdot \beta_T \cdot \varphi}{b + \varphi \cdot h_g}$$

$$\gamma_{p2} = \frac{L \cdot (1 - \beta_T) \cdot \varphi}{a - \varphi \cdot h_g}$$

- Quãng đường phanh thực tế của ô tô:

$$S_p = S_1 + S_2 + S_3$$

$$S_1 = V_o \cdot (t_1 + t_2)$$

$$S_2 = 0,5 \cdot V_o \cdot t_3$$

$$S_3 = 0,5 \cdot \frac{V_o^2 \cdot K_p}{g \cdot \varphi}$$

$$\Rightarrow S_p = V_o \cdot (t_1 + t_2) + 0,5 \cdot V_o \cdot t_3 + 0,5 \cdot \frac{V_o^2 \cdot K_p}{g \cdot \varphi}$$

Các kí hiệu:

- a, b, h_g - tọa độ trọng tâm xe (m);
- L - chiều dài cơ sở (m);
- B - vết bánh xe trước và sau (m);
- G - trọng lượng toàn bộ của ô tô (N);
- g - gia tốc trọng trường (m/s^2);
- S - quãng đường phanh thực tế (m);
- S_1 - quãng đường xe đi được trong thời gian phản xạ và thời gian chậm tác dụng của hệ thống (m);
- S_2 - quãng đường xe đi được trong thời gian lực phanh tăng (m);
- S_3 - quãng đường phanh (m);
- S_{pmin} - quãng đường phanh nhỏ nhất của ô tô (m)
- J_p - gia tốc ô tô khi phanh (m/s^2);
- J_{pmax} - gia tốc lớn nhất khi phanh (m/s^2);
- t - thời gian phanh (s);
- t_{pmin} - thời gian phanh nhỏ nhất của ô tô (s);
- t_1 - thời gian phản xạ của người lái (s);
- t_2 - thời gian chậm tác dụng của hệ thống phanh (s);
- t_3 - thời gian gia tốc phanh tăng từ 0 đến cực đại (s);
- V_o - vận tốc trước khi phanh (m/s);
- V_1 - vận tốc sau khi phanh (m/s);
- φ - hệ số bám dọc của ô tô với mặt đường;

- φ_o - hệ số bám tối ưu;

- δ_{jp} - hệ số kể đến ảnh hưởng của chuyển động quay;
- P_{jp} - lực quán tính tác dụng lên ô tô khi phanh (N);
- P_p - lực phanh của ô tô (N);
- P_f - lực cản lăn của ô tô (N);
- P_w - lực cản không khí (N);

P_φ - lực bám của ô tô với mặt đường (N);

P_{pmax} - lực phanh lớn nhất của ô tô (N);

P_{pi} - lực phanh của các bánh xe trên trục thứ i (N);

Z_1 - phản lực thẳng đứng tác dụng lên các bánh xe cầu trước (N);

Z_2 - phản lực thẳng đứng tác dụng lên các bánh xe cầu sau (N);

γ_{pi} - lực phanh riêng của trục thứ i (N);

γ_p - lực phanh riêng của toàn bộ ô tô (N);

β_{max} - độ lệch quỹ đạo lớn nhất của ô tô khi phanh

I_z - mômen quán tính của ô tô đối với trục Z (trục thẳng đứng đi qua trọng tâm O)

β_T - hệ số phân bố lực phanh của ô tô

K_p - hệ số hiệu quả phanh

II. BÀI TẬP

Bài 2.1:

Xác định góc lệch quỹ đạo chuyển động của ô tô khi kết thúc quá trình phanh, biết: độ lệch lực phanh giữa các bánh xe trên trục 25%; phanh đạt giới hạn bám ở bên bánh xe có lực phanh lớn; hệ số bám $\varphi = 0,6$; vận tốc bắt đầu phanh $V_0 = 54$ km/h; mô men quán tính tĩnh đối với trục đi qua trọng tâm của ô tô và vuông góc với mặt đường $\rho = 3,4$ m; tâm vết bánh trước và sau $B_1 = B_2 = 1,5$ m; bỏ

qua lực cản lăn, lực cản gió, các thành phần lực theo phương ngang và bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay.

Bài 2.2:

Ô tô chuyển động với vận tốc 50 km/h trên đường bằng, hệ số bám dọc $\varphi = 0,65$. Bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay; lực cản lăn; lực cản gió. Hãy xác định:

1. Xác định gia tốc phanh cực đại; thời gian phanh nhỏ nhất và quãng đường phanh nhỏ nhất đến khi dừng hẳn. Biết phanh ở tất cả các bánh xe đạt đến giới hạn bám.
2. Xác định tổng quãng đường phanh đến khi dừng hẳn. Biết: thời gian phản xạ của lái xe 0,5 s; thời gian chậm tác dụng của hệ thống phanh 0,3 s; thời gian tăng lực phanh 0,4 s; phanh ở tất cả các bánh xe, lực phanh sử dụng 50% lực bám.

Bài 2.3:

Ô tô chuyển động trên đường bằng với vận tốc 45 km/h. Biết hệ số bám dọc $\varphi = 0,65$; bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay, lực cản lăn, lực cản gió.

1. Xác định gia tốc phanh cực đại; thời gian phanh nhỏ nhất và quãng đường phanh nhỏ nhất đến khi dừng hẳn. Biết phanh ở tất cả các bánh xe đạt đến giới hạn bám.
2. Vận tốc của ô tô khi kết thúc quá trình phanh. Biết: thời gian tăng lực phanh 0,5 s; thời gian giữ phanh 2 s; phanh ở tất cả các bánh xe, lực phanh sử dụng 60 % lực bám.

Bài 2.4:

Một ô tô du lịch đang chuyển động đều trên đường cao tốc với tốc độ $v_0=120$ km/h bất chợt trông thấy một chướng ngại vật cách ô tô một đoạn $S_A = 100$ m, lập tức người lái nhả bàn đạp ga và đạp phanh với gia tốc phanh cực đại. Bỏ qua lực cản không khí, lực cản lăn và ảnh hưởng của các khối lượng chuyển động quay trong hệ thống truyền lực, mặt đường bằng phẳng. Biết gia tốc trọng trường $g = 9,81$ m/s²; thời gian phản ứng của người lái $t_1 = 0,3$ s; thời gian chậm tác dụng của hệ thống dẫn động phanh $t_2 = 0,2$ s; thời gian gia tăng gia tốc phanh $t_3 = 0,3$ s; hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường $\varphi = 0,8$

1. Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô, giảm đồ phanh thực tế và xác định gia tốc phanh cực đại để ô tô dừng trước chướng ngại vật một đoạn $S_B = 3$ m.
2. Nếu hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường là $\varphi = 0,6$ thì ô tô có va chạm vào chướng ngại vật hay không?

Bài 2.5:

Một ô tô du lịch chuyển động với vận tốc $V_0 = 60$ km/h tới gần một ngã tư. Khoảng cách từ ô tô tới đường giới hạn qua đường ở ngã tư $S_A = 35$ m; thời gian phản ứng của người lái $t_1 = 0,4$ s; thời gian chậm tác dụng của hệ thống dẫn động phanh $t_2 = 0,3$ s; thời gian gia tăng gia tốc phanh $t_3 = 0,4$ s; phanh ở tất cả các bánh xe đạt đến giới hạn bám cùng một lúc và lực phanh sử dụng 80% lực bám; gia tốc trọng trường $g = 9,81$ m/s²; hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường $\varphi = 0,8$. Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô, giảm đồ phanh thực tế và xác định:

1. Gia tốc phanh cực đại của ô tô?
2. Nếu hệ số bám giữa bánh xe và mặt đường $\varphi = 0,35$ thì ô tô có vượt qua đường giới hạn qua đường ở ngã tư không (giải thích)? Nếu có thì phải tăng thêm S_A bao nhiêu để ô tô dừng đúng đường giới hạn qua đường ở ngã tư?

Bài 2.6:

Ô tô chuyển động trên đường bằng với vận tốc 80 km/h, hệ số bám dọc $\varphi=0,7$. Bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay, lực cản lăn, lực cản gió.

1. Xác định gia tốc phanh cực đại; thời gian phanh nhỏ nhất và quãng đường phanh nhỏ nhất đến khi ô tô dừng hẳn? Biết phanh ở tất cả các bánh xe đạt đến giới hạn bám; gia tốc trọng trường $g = 9,81\text{m/s}^2$.

2. Vận tốc của ô tô khi kết thúc quá trình phanh và vẽ giản đồ phanh thực tế của ô tô? Biết: Thời gian tăng lực phanh 0,4 s; thời gian giữ phanh 3 s; phanh ở tất cả các bánh xe, lực phanh sử dụng 80 % lực bám.

Bài 2.7:

Một người đang lái xe chuyển động trên đường cao tốc với tốc độ $V_0=120$ km/h, bất chợt trông thấy biển báo “Hạn chế tốc độ tối đa 60 km/h” ở phía trước, cách ô tô một đoạn $S_B = 25$ m. Lập tức người lái nhả bàn đạp ga và đạp phanh để giảm tốc độ ô tô với gia tốc chậm dần đều $J_P = 3$ m/s². Thiết bị kiểm tra tốc độ đặt sau biển báo một đoạn $S_K = 100$ m. Bỏ qua lực cản không khí, lực cản lăn và ảnh hưởng của các khối lượng chuyển động quay trong hệ thống truyền lực, mặt đường bằng phẳng. Biết gia tốc trọng trường $g = 9,81$ m/s²; thời gian phản ứng của người lái $t_1 = 0,6$ s; thời gian chậm tác dụng của hệ thống dẫn động phanh $t_2 = 0,3$ s; thời gian tăng gia tốc phanh $t_3 = 0,5$ s; hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường $\varphi = 0,8$.

1. Vẽ giản đồ phanh ô tô?

2. Tốc độ của ô tô tại vị trí đặt thiết bị kiểm tra tốc độ?

3. Gia tốc phanh cần thiết để tốc độ của ô tô là 60 km/h tại vị trí đặt thiết bị kiểm tra tốc độ?

Bài 2.8:

Xác định tổng quãng đường phanh đến khi dừng hẳn, biết: phanh ở tất cả các bánh xe, lực phanh sử dụng 80% lực bám; vận tốc bắt đầu phanh $V_0 = 54$ km/h; thời gian phản xạ 0,2 s; thời gian chậm tác dụng 0,1 s; thời gian tăng lực phanh 0,2 s; hệ số bám của đường 0,7; bỏ qua lực cản lăn, lực cản gió và bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay.

Bài 2.9:

Xác định gia tốc phanh cần thiết để ô tô dừng trước vật cản, biết: vận tốc của ô tô khi phát hiện vật cản $V_0 = 54$ km/h; khoảng cách giữa ô tô và vật cản $S = 90$ m; thời gian phản xạ 0,3 s; thời gian chậm tác dụng 0,3 s; thời gian lực phanh tăng 0,2 s.

Bài 2.10:

Xác định vận tốc kết thúc quá trình phanh, biết: vận tốc bắt đầu phanh $V_0 = 65$ km/h; phanh ở tất cả các bánh xe, lực phanh sử dụng 80% lực bám; hệ số bám 0,6; thời gian tăng lực phanh $t_1 = 0,4$ s; thời gian giữ phanh $t_2 = 2$ s; bỏ qua lực cản lăn, lực cản gió và bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay.

Bài 2.11:

Xác định các chỉ tiêu đánh giá chất lượng phanh (gia tốc phanh lớn nhất, thời gian nhỏ nhất và quãng đường phanh nhỏ nhất). Biết: vận tốc bắt đầu phanh $V_0 = 75$ km/h; hệ số bám $\varphi = 0,7$; bỏ qua lực cản lăn, lực cản gió và bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay.

Bài 2.12:

Xác định vận tốc bắt đầu phanh biết vét lết trên đường 7m(quãng đường phanh với lực phanh cực đại); thời gian lực phanh tăng 0,2 s; hệ số bám của đường $\varphi = 0,6$; bỏ qua lực cản lăn, lực cản gió và bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay.

Bài 2.13:

Xác định gia tốc phanh cần thiết để ô tô dừng trước vật cản, biết: vận tốc của ô tô khi phát hiện vật cản $V_0 = 90$ km/h; khoảng cách giữa ô tô và vật cản $S = 100$ m; thời gian phản xạ 0,5 s; thời gian chậm tác dụng 0,4 s; thời gian lực phanh tăng 0,2 s.

Bài 2.14:

Xác định vận tốc kết thúc quá trình phanh. Biết vận tốc bắt đầu phanh $V_0 = 80$ km/h; phanh ở tất cả các bánh xe; lực phanh sử dụng 50% lực bám; hệ số bám 0,8; thời gian tăng lực phanh $t_1 = 0,3$ s; thời gian giữ phanh $t_2 = 3$ s; bỏ qua lực cản lăn; lực cản gió và bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay.

Bài 2.15:

Xác định tổng quãng đường phanh đến khi dừng hẳn. Biết phanh ở tất cả các bánh xe; lực phanh sử dụng 90% lực bám; vận tốc bắt đầu phanh $V_0 = 60$ km/h; thời gian phản xạ 0,3 s; thời gian chậm tác dụng 0,2 s; thời gian tăng lực phanh 0,3 s; hệ số bám 0,7; bỏ qua lực cản lăn, lực cản gió và bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay.

Bài 2.16:

Xác định gia tốc phanh cần thiết để ô tô dừng trước vật cản. Biết vận tốc của ô tô khi phát hiện vật cản $V_0 = 80$ km/h; khoảng cách giữa ô tô và vật cản $S = 150$ m; thời gian phản xạ 0,4 s; thời gian chậm tác dụng 0,2 s; thời gian tăng lực phanh 0,3 s.

Bài 2.17:

Xác định các chỉ tiêu đánh giá chất lượng phanh (gia tốc phanh lớn nhất, thời gian nhỏ nhất và quãng đường phanh nhỏ nhất). Biết vận tốc bắt đầu phanh $V_0 = 85$ km/h; hệ số bám 0,6; bỏ qua lực cản lăn, lực cản gió và bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay.

Bài 2.18:

Xác định gia tốc phanh cần thiết để ô tô dừng trước vật cản. Biết vận tốc của ô tô khi phát hiện vật cản $V_0 = 75$ km/h; khoảng cách giữa ô tô và vật cản $S = 120$ m; thời gian phản xạ 0,4 s; thời gian chậm tác dụng 0,2 s; thời gian tăng lực phanh 0,4 s.

Bài 2.19:

Một ô tô phanh gấp trên đường bằng phẳng có hệ số bám với vận tốc ban đầu V_0 cho đến khi dừng hẳn, chiều dài vết lết của các bánh xe đo được là S_L . Nếu vận tốc của ô tô trước khi phanh tăng hai lần ($V'_0 = 2V_0$) thì chiều dài vết lết tăng $\Delta S_L = a$ (m) ($S'_L = S_L + \Delta S_L$). Biết gia tốc trọng trường g ; bỏ qua lực cản không khí, lực cản lăn và ảnh hưởng của các khối lượng chuyển động quay trong hệ thống truyền lực.

Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi phanh và xác định:

- Gia tốc phanh lớn nhất của ô tô J_{Pmax} ?
- Vận tốc chuyển động của ô tô trước khi phanh V_0 và chiều dài vết lết S_L ?

Bài 2.20:

Một ô tô đang chuyển động với vận tốc $V_0 = 108$ km/h phải phanh cấp tốc. Giả thiết gia tốc phanh tăng nhảy vọt đến giá trị $J_{pmax} = 0,8.g$. Thời gian phản xạ của lái xe $t_1 = 0,4$ s; thời gian chậm tác dụng của hệ thống phanh $t_2 = 0,2$ s. Hãy xác định quãng đường phanh của ô tô cho đến khi dừng hẳn.

Bài 2.21:

Một ô tô chuyển động với vận tốc 36 km/h trên đường trong thành phố. Khoảng cách từ trục dọc của ô tô đến vỉa hè là 1,8 m; chiều rộng ô tô là 1,6 m. Trên vỉa hè cách mặt đường 1 m người ta đặt một biển báo, ở thời điểm này ô tô cách biển báo 20 m. Tình huống ở ngã tư được thể hiện trên hình,

sau biển báo có một người đi bộ đứng che khuất, sau đó đột ngột đi sang đường với vận tốc 1,5 m/s và không nhìn gì về giao thông trên đường. Lái xe bắt buộc phải phanh cấp tốc, sau thời gian chậm tác dụng của hệ thống ô tô được phanh lại. Hệ số bám của đường 0,637. Phản xạ của lái xe $t_1 = 1$ s; thời gian chậm tác dụng của hệ thống $t_2 = 0,4$ s; thời gian tăng lực phanh $t_3 = 0$. Hãy xác định :

1. Quãng đường phanh của ô tô cho đến khi dừng hẳn.
2. Thời gian từ khi phanh tác dụng đến khi dừng.
3. Thời gian tính cho đến khi ô tô đến ngang bảng báo hiệu.
4. Xác định quãng đường mà người đi bộ có thể xảy ra tai nạn.
5. Gia tốc phanh tối thiểu để ngăn ngừa tai nạn.

Bài 2.22:

Một ô tô chuyển động với vận tốc 50 km/h gần tới ngã tư. Cách khoảng cách 30 m từ ngã tư, ở trên bảng đèn tín hiệu từ đèn xanh chuyển sang đèn vàng. Thời gian phản xạ của lái xe $t_1 = 1$ s; thời gian chậm tác dụng của hệ thống phanh $t_2 = 0,3$ s; thời gian tăng lực phanh $t_3 = 0,3$ s; mức độ sử dụng khả năng bám $z/\varphi = 0,8$. Hãy xác định :

1. Gia tốc chậm dần cần thiết để ô tô dừng trước cạnh của đường giới hạn qua đường ở ngã tư.
2. Giá trị hệ số bám nhỏ nhất để ô tô có thể đạt được gia tốc phanh như mục 1.
3. Nếu hệ số bám của đường 0,4 thì giá trị này không thỏa mãn cho ô tô trong các trường hợp trên để phanh dừng đúng vạch giới hạn mà vượt qua ngã tư. Khoảng cách cần thiết để ô tô khác có thể phanh dừng đúng vạch giới hạn.

Bài 2.23:

Một ô tô con chuyển động với vận tốc 70 km/h. Một người đi xe đạp đột ngột đi qua một chiếc xe tải đang đỗ cách ô tô con 26 m. Lái xe con phải phanh xe với gia tốc phanh không đổi, quãng đường phanh là 43 m, nhưng là khoảng cách lớn để dẫn tới tai nạn cho người đi xe đạp. Thời gian phản xạ của lái xe $t_1 = 0,6$ s; thời gian chậm tác dụng của hệ thống phanh $t_2 = 0,2$ s; thời gian tăng lực phanh $t_3 = 0,4$ s. Giả thiết rằng sự va chạm không ảnh hưởng tới quãng đường phanh của ô tô và gia tốc phanh là lớn nhất theo khả năng có thể trên bề mặt đường đã cho. Hãy xác định khả năng không để xảy ra tai nạn khi lái xe không cho ô tô chạy quá vận tốc giới hạn trên đoạn đường đó. (vận tốc giới hạn ở đoạn đường đó là $v = 50$ km/h).

Bài 2.24:

Hãy xác định hệ số hiệu quả phanh của ô tô trên đường có hệ số bám 0,8; độ trượt 10% khi ô tô chuyển động lên dốc và phanh chỉ ở cầu sau. Bỏ qua lực cản không khí và lực cản lăn. Biết $G = 1700$ kG; $L = 2,36$ m; $a = 1,1$ m; $h_g = 0,6$ m.

Bài 2.25

Một lái xe gây tai nạn trên đường nằm ngang, ướt có hệ số bám 0,4. Trên ô tô chỉ phanh được các bánh xe cầu trước. Quãng đường phanh theo vết trên đường là 25m. hãy xác định vận tốc chuyển động của ô tô lúc người lái bắt đầu phanh xe. Biết $a/L = 0,6$; $h_g/L = 0,35$. Bỏ qua lực cản lăn và lực cản không khí.

Bài 2.26:

Hãy xác định hệ số hiệu quả phanh của ô tô trên đường có hệ số bám 0,8; khi ô tô chuyển động xuống dốc 10% và phanh chỉ ở cầu sau. Bỏ qua lực cản không khí và lực cản lăn. Biết $G = 3000$ kG; $L = 2,5$ m; $a = 1,75$ m; $h_g = 0,9$ m.

Bài 2.27:

Tải trọng tĩnh phân bố lên các cầu của ô tô trên đường nằm ngang là $G_1 = 18000 \text{ N}$; $G_2 = 21000 \text{ N}$. Ô tô phanh với gia tốc $J_p = 5,2 \text{ m/s}^2$. Hãy xác định tải trọng phân bố lên các cầu khi phanh. Bỏ qua lực cản lăn và lực cản không khí. Biết $L = 3,98 \text{ m}$; $h_g = 0,71 \text{ m}$.

Bài 2.28:

Ô tô chuyển động với vận tốc 75 km/h trên đường nằm ngang có hệ số cản lăn $f = 0,015$; hệ số bám $0,6$. Hãy xác định vận tốc chuyển động của ô tô sau khi phanh các bánh xe sau đến giới hạn bám trên đoạn đường 5 m . Biết $L = 2,8 \text{ m}$; $h_g = 0,7 \text{ m}$; $a = 1,5 \text{ m}$; $r_d = 0,4 \text{ m}$.

Bài 2.29:

Hãy xác định thời gian phanh của ô tô có khối lượng 2900 kg phanh từ vận tốc 50 km/h đến vận tốc 20 km/h , nếu phanh khi ô tô lên dốc 5% ; hệ số bám $0,8$. Ô tô phanh tất cả các bánh xe và sử dụng 70% lực bám. Bỏ qua lực cản lăn và lực cản không khí.

Bài 2.30:

Hãy xác định ô tô khi gây tai nạn đang chuyển động ở vận tốc nào nếu quãng đường đo được theo vết phanh nhìn thấy trên đường là 19 m , trên đường nằm ngang có hệ số bám $0,8$. Đồng thời hãy xác định khoảng cách mà tính từ thời điểm người lái phát hiện ra chướng ngại vật đến thời điểm người lái bắt đầu phanh xe. Giả thiết thời gian phản xạ của lái xe và thời gian chậm tác dụng của hệ thống là $t_1 + t_2 = 1 \text{ s}$. Nếu ở vận tốc như trên mà phanh xe trên đường có hệ số bám $0,35$ thì quãng đường phanh sẽ là bao nhiêu. Biết $t_2 = 0,4 \text{ s}$, hệ số hiệu quả phanh bằng 1 .

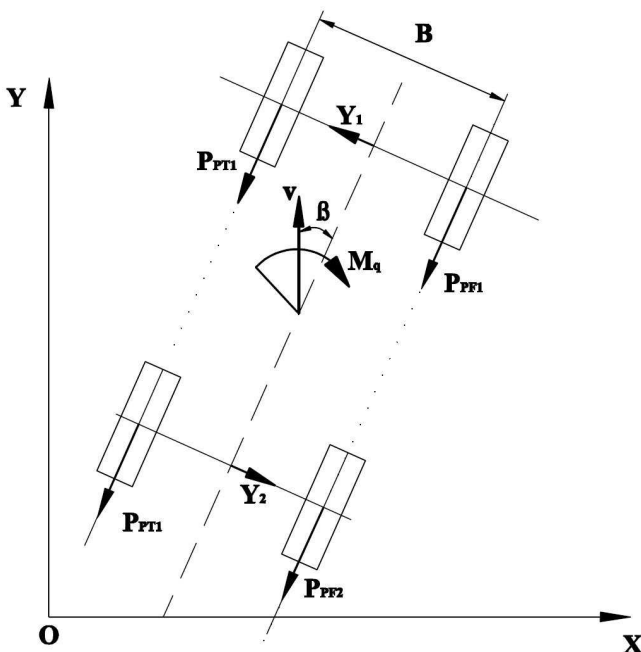
Bài 2.31:

Xác định các chỉ tiêu đánh giá chất lượng phanh (gia tốc phanh lớn nhất, thời gian nhỏ nhất và quãng đường phanh nhỏ nhất). Biết vận tốc bắt đầu phanh $V_0 = 78 \text{ km/h}$; hệ số bám $\varphi = 0,6$; bỏ qua lực cản lăn, lực cản gió và bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay.

LỜI GIẢI

Bài 2.1.

- Ta có sơ đồ xe khi phanh:



Hình 2.1: Độ lệch lực phanh của các bánh xe trên các trục

- Giả sử tổng lực phanh của các bánh xe bên phải ($P_{PF}=P_{PF1} + P_{PF2}$) lớn hơn tổng lực phanh của các bánh xe bên trái ($P_{PT}=P_{PT1}+P_{PT2}$) thì trục dọc của ô tô sẽ bị lệch so với quỹ đạo chuyển động của nó trước khi phanh 1 góc β .

- Mômen tạo ra góc lệch β là:

$$M_q = (P_{PF} - P_{PT}) \cdot \frac{B}{2} \quad (3.1)$$

- Nếu bỏ qua ảnh hưởng của các phản lực ngang Y_1 và Y_2 thì phương trình chuyển động của trục dọc ô tô quanh trọng tâm O có dạng:

$$I_z \cdot \ddot{\beta} = M_q \quad \text{hoặc} \quad \ddot{\beta} = \frac{M_q}{I_z} \quad (3.2)$$

Trong đó:

I_z - mômen quán tính của ô tô đối với trục Z (trục thẳng đứng đi qua trọng tâm O)

- Lấy tích phân 2 lần biểu thức (3.2), chúng ta nhận được:

$$\beta = \frac{M_q}{2I_z} \cdot t^2 + C \quad (3.3)$$

Trong đó:

t - thời gian phanh

C - hằng số được xác định theo điều kiện ban đầu

(khi t=0 thì $\beta=0$, do vậy C=0)

Do đó :

$$\beta = \frac{M_q}{2I_z} \cdot t^2 \quad (3.4)$$

- Xác định M_q :

Giả thiết lực phanh bên phải lớn hơn lực phanh bên trái và theo đầu bài độ chênh lệch này là 25% thì:

$$P_{PF} - P_{PT} = 0,25 \cdot P_{PF} \quad (3.5)$$

$$\Rightarrow M_q = (P_{PF} - P_{PT}) \cdot \frac{B}{2} = 0,25 \cdot P_{PF} \cdot \frac{B}{2} = 0,25 \cdot \frac{G}{2} \cdot \varphi \cdot \frac{B}{2} \quad (3.6)$$

- Xác định thời gian phanh:

$$t = \frac{V_0}{g \cdot \varphi} \quad (3.7)$$

Trong đó:

$V_0 = 54 \text{ km/h} = 14 \text{ m/s}$ - vận tốc trước khi phanh.

$\varphi = 0,6$ - hệ số bám.

Thay các giá trị vào biểu thức (3.4) ta được :

$$\begin{aligned} \beta &= \frac{0,25 \cdot \frac{G}{2} \cdot \varphi \cdot \frac{B}{2} \cdot \left(\frac{V_0}{g \cdot \varphi} \right)^2}{2 \cdot \frac{G}{g} \cdot \rho^2} = \frac{0,25 \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,6 \cdot \frac{1,5}{2} \cdot \left(\frac{15}{9,81 \cdot 0,6} \right)^2}{2 \cdot \frac{1}{9,81} \cdot 3,4^2} \\ &= 0,155 \end{aligned} \quad (3.8)$$

Bài 2.2

1. Xác định các chỉ tiêu đánh giá chất lượng phanh:

- Xác định gia tốc phanh cực đại :

$$J_{P_{\max}} = \frac{g \cdot \varphi}{\delta_{jp}} \quad (3.9)$$

Trong đó :

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ - gia tốc trọng trường

$\varphi = 0,65$ - hệ số bám dọc

δ_{jp} - hệ số kể đến ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay, vì bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay nên $\delta_{jp} = 1$.

Thay số vào ta được:

$$J_{P_{\max}} = \frac{g \cdot \varphi}{\delta_{jp}} = \frac{9,81 \cdot 0,65}{1} = 6,3765 (\text{m} / \text{s}^2) \quad (3.10)$$

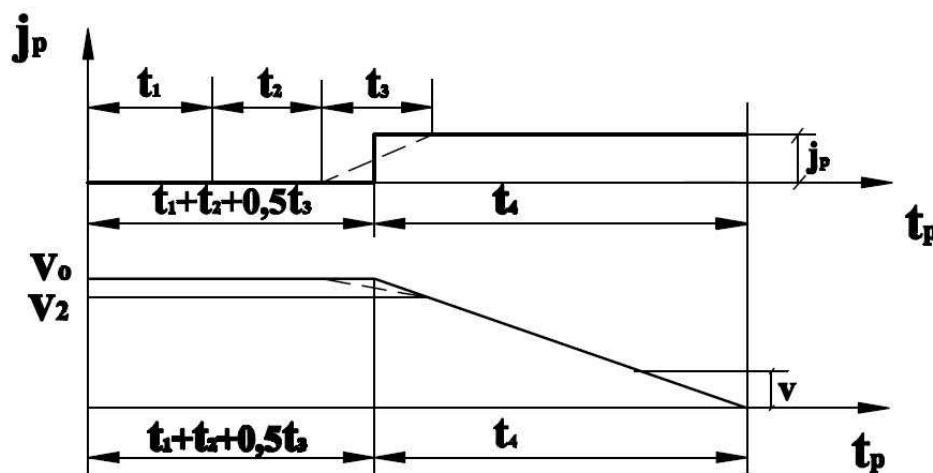
- Xác định thời gian phanh nhỏ nhất đến khi dừng hẳn:

$$t_{P_{\min}} = \frac{V_o}{g \cdot \varphi} \delta_{jp} = \frac{50}{9,81 \cdot 0,65} \cdot 1 = 2,178 (\text{s}) \quad (3.11)$$

- Xác định quãng đường phanh nhỏ nhất :

$$S_{P_{\min}} = \frac{V_o^2}{2 \cdot g \cdot \varphi} = \frac{\left(\frac{50}{3,6}\right)^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,65} = 15,126 (\text{m}) \quad (3.12)$$

2. Tổng quãng đường phanh đến khi dừng hẳn:



Hình 2.1: Giản đồ phanh thực tế.

Trong đó : t_1 - thời gian phản xạ của người lái
 t_2 - thời gian chậm tác dụng của hệ thống phanh
 t_3 - thời gian tăng lực phanh
 t_4 - thời gian phanh với gia tốc phanh cực đại

- Trong khoảng thời gian (t_1+t_2) ô tô chưa phanh nên quãng đường tương ứng là:

$$S_1 = V_o \cdot (t_1+t_2) = \frac{50}{3,6} \cdot (0,5 + 0,3) = 11,111 (\text{m}) \quad (3.13)$$

Với : V_o - vận tốc của ô tô trước khi phanh (m/s).

- Trong khoảng thời gian t_3 quãng đường được tính gần đúng là:

$$S_2 = 0,5.V_o.t_3 = 0,5.\frac{50}{3,6}.0,4 = 2,778(m) \quad (3.14)$$

- Trong khoảng thời gian t_{pmin} quãng đường được tính

$$S_3 = \frac{V_o^2}{2.g.\varphi} = 15,126(m) \quad (3.15)$$

Vậy quãng đường phanh thực tế :

$$S_p = S_1 + S_2 + S_3 = 11,111 + 2,778 + 15,126 = 29,015(m) \quad (3.16)$$

Bài 2.3

1. Xác định các chỉ tiêu đánh giá chất lượng phanh: (Bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay δ_j , lực cản lăn, lực cản gió)

- Gia tốc phanh cực đại

$$J_{pmax} = g.\varphi \quad (3.17)$$

Trong đó:

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ - gia tốc trọng trường

$\varphi = 0,65$ - hệ số bám dọc

Thay số vào ta được:

$$J_{pmax} = g.\varphi = 9,81.0,65 = 6,3765(\text{m/s}^2) \quad (3.18)$$

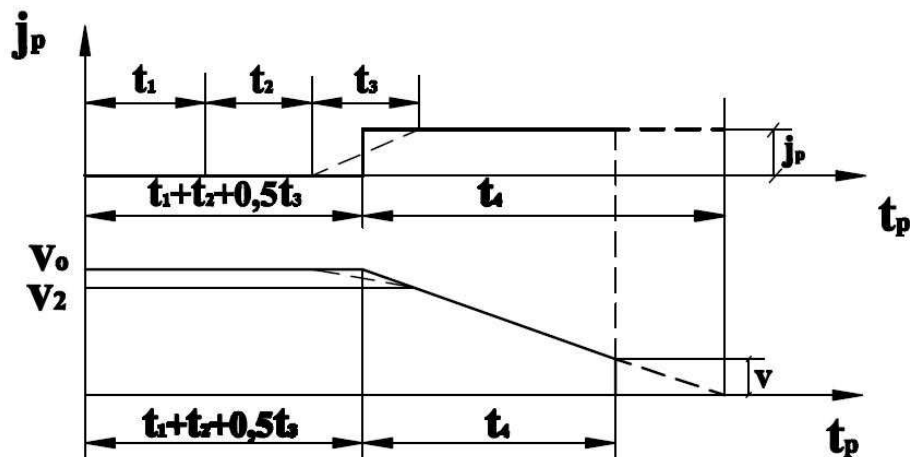
- Thời gian phanh nhỏ nhất đến khi dừng hẳn

$$t_{pmin} = \frac{V_o}{J_{pmax}} = \frac{45}{6,3765} = 1,96(s) \quad (3.19)$$

- Quãng đường phanh nhỏ nhất đến khi dừng hẳn

$$S_{pmin} = \frac{V_o^2}{2.J_{pmax}} = \frac{\left(\frac{45}{3,6}\right)^2}{2.6,3765} = 12,252(m) \quad (3.20)$$

2. Vận tốc của ô tô khi kết thúc quá trình phanh:



Hình 2.2: Giảm đồ phanh thực tế.

Trong đó :

$t_3 = 0,5s$ - thời gian tăng lực phanh

$t_4 = 2s$ - thời gian giữ phanh

Phanh ở tất cả các bánh xe, lực phanh sử dụng 60% lực bám

- Xác định gia tốc phanh

$$J_p = 0,6.g.\varphi = 0,6.9,81.0,65 = 3,8259(m / s^2) \quad (3.21)$$

- Độ giảm vận tốc trong thời gian tăng lực phanh

$$\Delta V_2 = V_o - V_2 = \frac{t_3.J_p}{2} \quad (3.22)$$

Trong đó :

V_o - vận tốc của ô tô trước khi phát hiện vật cản

V_2 - vận tốc của ô tô khi bắt đầu tăng lực phanh

t_3 - thời gian lực phanh tăng

J_p - gia tốc phanh

Thay số vào ta được :

$$\Delta V_2 = \frac{t_3.J_p}{2} = \frac{0,5.3,8259}{2} = 0,956475(m / s) \quad (3.23)$$

- Độ giảm vận tốc trong thời gian giữ phanh

$$\Delta V_3 = t_4.J_p = 2.3,8259 = 7,6518(m / s) \quad (3.24)$$

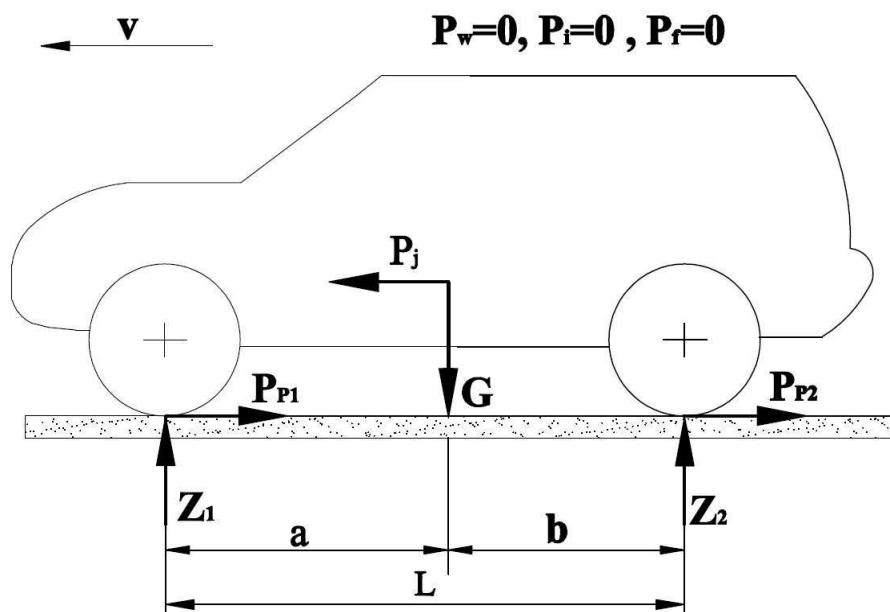
Vậy vận tốc kết thúc quá trình phanh

$$\begin{aligned} V &= V_o - \Delta V_2 - \Delta V_3 \\ &= \frac{45}{3,6} - 0,956475 - 7,6518 = 3,891725(m / s) \end{aligned} \quad (3.25)$$

Bài 2.4

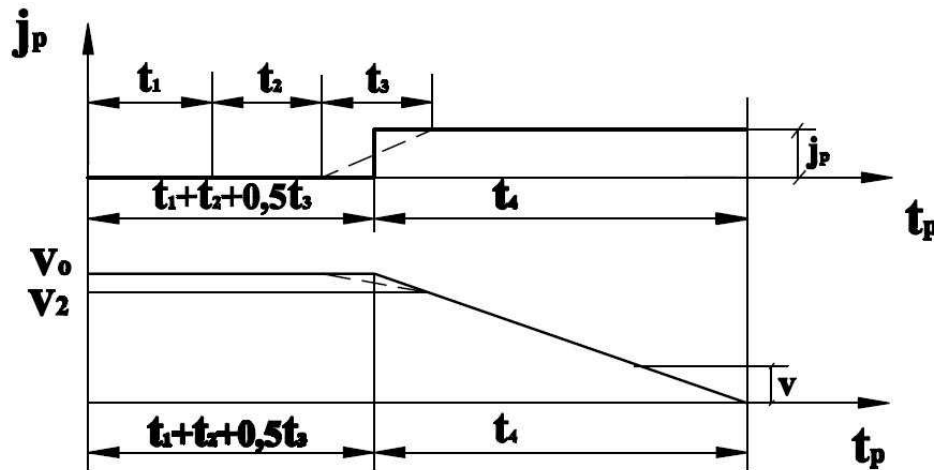
1. Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi phanh; giả định phanh thực tế và xác định gia tốc phanh cực đại

* Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi phanh:



Hình 2.4: Sơ đồ các lực tác dụng vào ô tô khi phanh.

* Sơ đồ phanh thực tế:



Hình 2.5: Giảm đồ phanh thực tế.

Trong đó:

- t_1 - thời gian phản xạ của người lái
- t_2 - thời gian chậm tác dụng của hệ thống phanh
- t_3 - thời gian tăng lực phanh
- t_4 - thời gian phanh với gia tốc phanh cực đại

- Xác định gia tốc phanh cực đại để ô tô dừng trước vật cản $S_B=3m$

+ Quãng đường phanh thực tế của ô tô đến khi dừng hẳn

$$S_p = S_A - S_B = (t_1 + t_2 + 0,5t_3).V_o + \frac{V_o^2}{2.J_{p \max}} \quad (3.26)$$

$$\Rightarrow J_{p \max} = \frac{V_o^2}{2. \left[(S_A - S_B) - (t_1 + t_2 + 0,5t_3).V_o \right]} \quad (3.27)$$

$$= \frac{\left(\frac{120}{3,6} \right)^2}{2. \left[(100 - 3) - (0,3 + 0,2 + 0,5.0,3) \cdot \left(\frac{120}{3,6} \right) \right]} = 7,37(m/s^2)$$

2. Kiểm tra xe có va chạm vào chướng ngại vật không khi hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường là $\varphi=0,6$

- Gia tốc phanh cực đại

$$J_{p \max} = g.\varphi = 9,81.0,6 = 5,886(m/s^2) \quad (3.28)$$

- Quãng đường phanh ô tô đến khi dừng hẳn

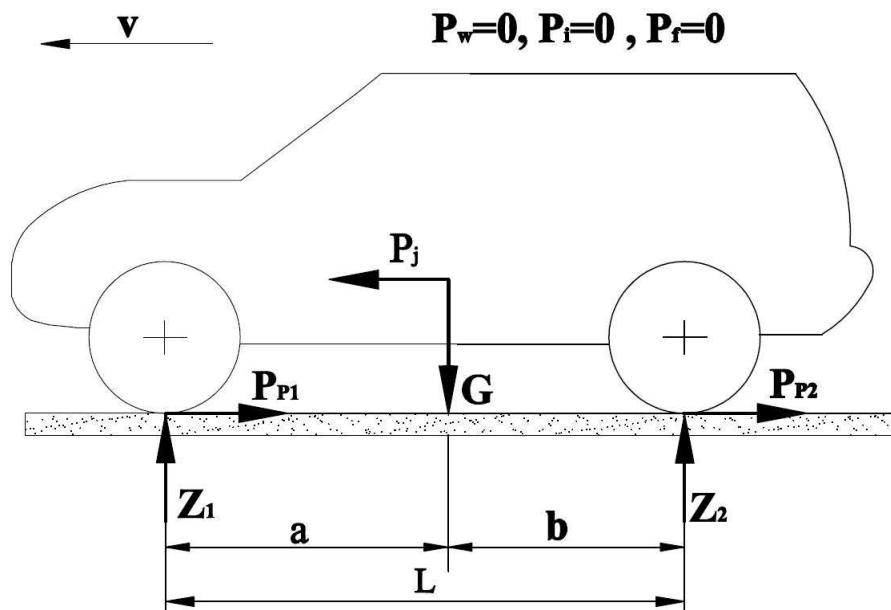
$$S_p = (t_1 + t_2 + 0,5t_3).V_o + \frac{V_o^2}{2.J_{p \max}} \quad (3.29)$$

$$= (0,3 + 0,2 + 0,5.0,3) \cdot \frac{120}{3,6} + \frac{\left(\frac{120}{3,6} \right)^2}{2.5,886} = 116,03(m)$$

Như vậy khi hệ số bám $\varphi=0,6$ thì $S_p=116,03(m) > S_A=100(m)$ nên ô tô sẽ va vào chướng ngại vật.

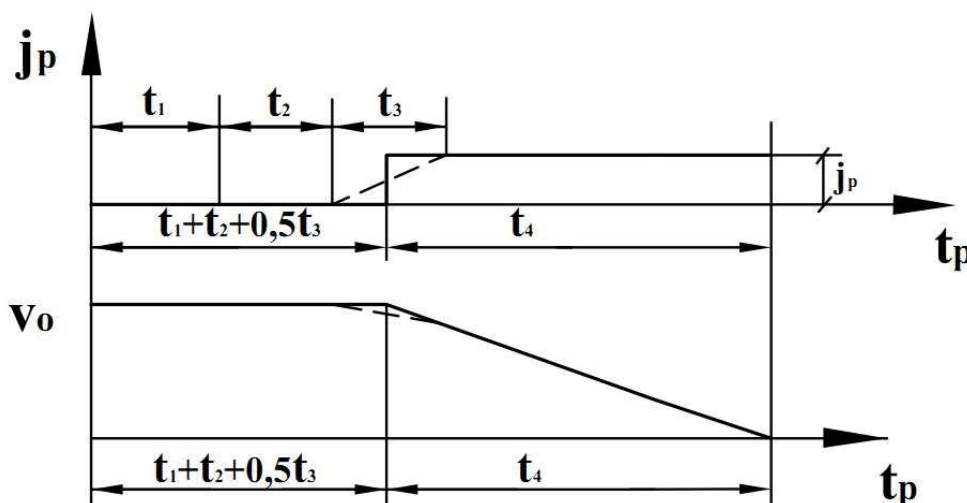
Bài 2.5

Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi phanh



Hình 2.6: Sơ đồ các lực tác dụng vào ô tô khi phanh.

Giản đồ phanh thực tế



Hình 2.7: Giản đồ phanh thực tế.

1. Xác định gia tốc phanh cực đại của ô tô:

- Quãng đường phanh thực tế của ô tô đến khi dừng hẳn

$$S_p = S_A = (t_1 + t_2 + 0,5.t_3).V_o + \frac{V_o^2}{2.J_{p\max}} \tag{3.30}$$

$$\Rightarrow J_{p\max} = \frac{V_o^2}{2.[S_A - (t_1 + t_2 + 0,5.t_3).V_o]} \tag{3.31}$$

$$= \frac{\left(\frac{60}{3,6}\right)^2}{2.\left[35 - (0,4 + 0,3 + 0,5.0,4).\left(\frac{60}{3,6}\right)\right]} = 6,945(m/s^2)$$

2. Hệ số bám $\varphi = 0,35$ thì gia tốc phanh cực đại của ô tô:

$$J_{p\max} = 0,8 \cdot g \cdot \varphi = 0,8 \cdot 9,81 \cdot 0,35 = 2,7468 (\text{m/s}^2) \quad (3.32)$$

- Quãng đường phanh thực tế của ô tô đến khi dừng hẳn

$$S_p = (t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot V_o + \frac{V_o^2}{2 \cdot J_{p\max}} \quad (3.33)$$

$$= (0,4 + 0,3 + 0,5 \cdot 0,4) \cdot \frac{60}{3,6} + \frac{\left(\frac{60}{3,6}\right)^2}{2 \cdot 2,7468} = 65,564 (\text{m})$$

Vậy khoảng cách tăng thêm là:

$$\Delta S = S_p - S_A = 65,564 - 35 = 30,564 (\text{m}) \quad (3.34)$$

Bài 2.6

1. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng phanh:

- Bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay δ_{jp} , lực cản lăn, lực cản gió.

- Gia tốc phanh cực đại:

$$J_{p\max} = g \cdot \varphi = 9,81 \cdot 0,7 = 0,867 (\text{m} / \text{s}^2) \quad (3.35)$$

- Thời gian phanh nhỏ nhất đến khi dừng hẳn:

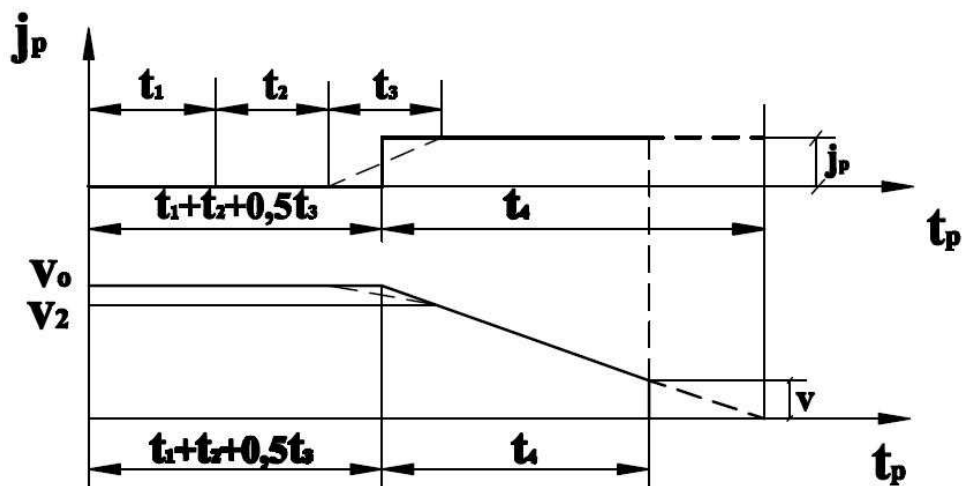
$$t_{p\min} = \frac{V_o}{J_{p\max}} = \frac{80}{6,867} = 3,236 (\text{s}) \quad (3.36)$$

- Quãng đường phanh nhỏ nhất đến khi dừng hẳn:

$$S_{p\min} = \frac{V_o^2}{2 \cdot J_{p\max}} = \frac{\left(\frac{80}{3,6}\right)^2}{2 \cdot 0,867} = 35,956 (\text{m}) \quad (3.37)$$

2. Vận tốc của ô tô khi kết thúc quá trình phanh:

Giản đồ phanh thực tế như hình vẽ



Hình 2.8: Giản đồ phanh thực tế.

Biết $t_3=0,4\text{s}$, $t_4=3\text{s}$. Phanh ở tất cả các bánh xe, lực phanh sử dụng 80% lực bám

- Xác định gia tốc phanh

$$J_p = 0,8.g.\varphi = 0,8.9,81.0,7 = 5,4936(m/s^2) \quad (3.38)$$

- Độ giảm vận tốc trong thời gian tăng lực phanh

$$\Delta V_2 = V_o - V_2 = \frac{t_3 \cdot J_p}{2} = \frac{0,5.5,4936}{2} = 1,3734(m/s) \quad (3.39)$$

- Độ giảm vận tốc trong thời gian giữ phanh

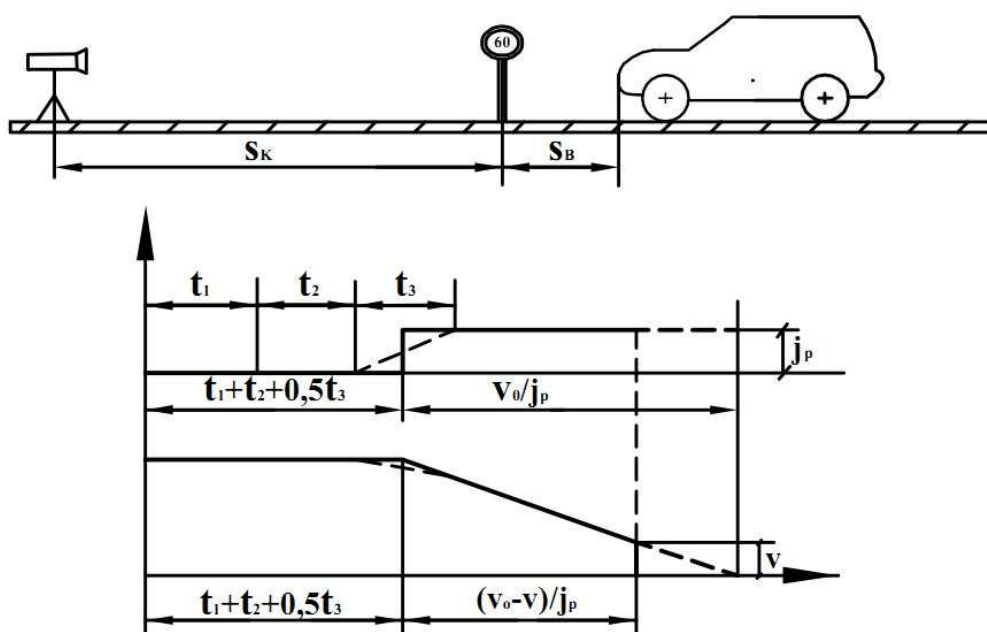
$$\Delta V_3 = t_4 \cdot J_p = 2.5,4936 = 10,9872(m/s) \quad (3.40)$$

Vận vận tốc kết thúc quá trình phanh

$$V_{ktp} = V_o - \Delta V_2 - \Delta V_3 = \frac{45}{3,6} - 1,3734 - 10,9872 = 0,1394(m/s) \quad (3.41)$$

Bài 2.7

1. Giảm đồ phanh ô tô:



Hình 2.9: Giảm đồ phanh thực tế.

2. Vận tốc ô tô tại vị trí đặt thiết bị:

- Vận tốc ô tô tại vị trí đặt thiết bị kiểm tra tốc độ được xác định từ công thức quãng đường phanh tổng cộng:

$$S_p = S_B + S_K = (t_1 + t_2 + 0,5.t_3).V_o + \frac{V_o^2 - V^2}{2.J_p} \quad (3.42)$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow V &= \sqrt{V_o^2 - 2.J_p \cdot [(S_B + S_K) - (t_1 + t_2 + 0,5.t_3).V_o]} \\ &= \sqrt{\left(\frac{120}{3,6}\right)^2 - 2.3 \cdot \left[(25 + 100) - (0,6 + 0,3 + 0,5.0,5) \cdot \left(\frac{120}{3,6}\right) \right]} \\ &= 19,5(m/s) = 70,2(km/h) \end{aligned} \quad (3.43)$$

3. Gia tốc phanh cần thiết:

- Gia tốc phanh cần thiết để tốc độ của ô tô là 60 (km/h) tại vị trí đặt thiết bị kiểm tra tốc độ được xác định từ công thức tính quãng đường phanh tổng cộng:

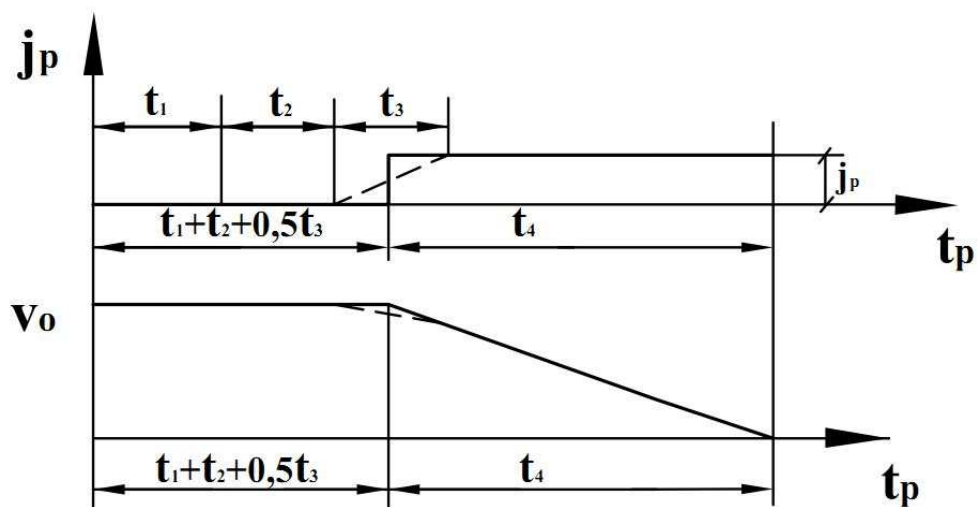
$$S = S_B + S_K = (t_1 + t_2 + 0,5t_3).V_o + \frac{V_o^2 - V^2}{2.J_p} \quad (3.44)$$

$$\Rightarrow J_{p \max} = \frac{V_o^2 - V^2}{2. \left[(S_B - S_K) - (t_1 + t_2 + 0,5t_3).V_o \right]} \quad (3.45)$$

$$= \frac{\left(\frac{120}{3,6} \right)^2 - \left(\frac{60}{3,6} \right)^2}{2. \left[(25 + 100) - (0,6 + 0,3 + 0,5.0,5) \cdot \left(\frac{120}{3,6} \right) \right]} = 4,8 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

Bài 2.8

Giản đồ phanh thực tế:



Hình 2.3: Giản đồ phanh thực tế.

Trong đó:

- t_1 - thời gian phản xạ của người lái
- t_2 - thời gian chậm tác dụng của hệ thống phanh
- t_3 - thời gian tăng lực phanh
- t_4 - thời gian phanh với gia tốc phanh cực đại

- Gia tốc phanh cực đại

$$J_{p \max} = 0,8.g.\varphi = 0,8.9,81.0,7 = 5,4936 \text{ (m / s}^2\text{)} \quad (3.46)$$

- Tổng quãng đường phanh thực tế được xác định theo công thức

$$S_p = (t_1 + t_2 + 0,5t_3).V_o + \frac{V_o^2}{2.J_{p \max}} \quad (3.47)$$

$$= (0,2 + 0,1 + 0,5.0,2) \cdot \left(\frac{54}{3,6} \right) + \frac{\left(\frac{54}{3,6} \right)^2}{2.5,4936} = 26,478 \text{ (m)}$$

Bài 2.9

- Gia tốc phanh cần thiết để ô tô dừng trước vật cản được xác định dựa trên biểu thức tổng quãng đường phanh thực tế:

$$S_p = (t_1 + t_2 + 0,5.t_3).V_o + \frac{V_o^2}{2.J_{p\max}} \quad (3.48)$$

$$\Rightarrow J_{p\max} = \frac{V_o^2}{2.[S_p - (t_1 + t_2 + 0,5.t_3).V_o]} \quad (3.49)$$

Trong đó:

- t_1 - thời gian ,phản xạ của người lái
- t_2 - thời gian chậm tác dụng của hệ thống phanh
- t_3 - thời gian tăng lực phanh
- t_4 - thời gian phanh với gia tốc phanh cực đại
- V_o - vận tốc của ô tô khi phát hiện vật cản
- $J_{p\max}$ - gia tốc phanh cực đại

Thay số vào ta được:

$$J_{p\max} = \frac{\left(\frac{54}{3,6}\right)^2}{2.\left[90 - (0,3 + 0,3 + 0,5.0,2) \cdot \frac{54}{3,6}\right]} = 1,415 \text{ (m/s}^2\text{)} \quad (3.50)$$

Bài 2.10

Vì bỏ qua lực cản lăn, lực cản gió, ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay ($\delta_{jp}=1$) nên:

- Xác định gia tốc phanh J_p

$$J_p = \frac{g}{G.\delta_{jp}} P_p = \frac{g}{G.\delta_{jp}} 0,8.P_\varphi = \frac{g}{G.\delta_{jp}} 0,8.G.\varphi_x \quad (3.51)$$

$$= \frac{0,8.9,81.0,6}{1} = 4,708 \text{ (m / s}^2\text{)}$$

- Độ giảm vận tốc trong thời gian tăng lực phanh:

$$\Delta V_1 = \frac{t_1.J_p}{2} = \frac{0,4.4,7088}{2} = 0,942 \text{ (m / s)} \quad (3.52)$$

- Độ giảm vận tốc trong thời gian giữ phanh:

$$\Delta V_2 = t_2.J_p = 2,4.4,7088 = 9,4176 \text{ (m / s)} \quad (3.53)$$

- Vận vận tốc kết thúc quá trình phanh

$$V = V_o - \Delta V_1 - \Delta V_2 = \frac{65}{3,6} - 0,942 - 9,4176 = 7,696 \text{ (m / s)} \quad (3.54)$$

Bài 2.11

- Gia tốc phanh lớn nhất:

$$J_{p\max} = \frac{g}{G.\delta_{jp}} P_{p\max} = \frac{g}{G.\delta_{jp}} .P_\varphi = \frac{g}{G.\delta_{jp}} .G.\varphi_x = \frac{g.\varphi_x}{\delta_{jp}} \quad (3.55)$$

Bỏ qua lực cản lăn, lực cản gió, ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay ($\delta_{jp}=1$)

Vậy
$$J_{p\max} = \frac{9,81.0,7}{1} = 6,867 \text{ (m / s}^2\text{)} \quad (3.56)$$

- Thời gian phanh nhỏ nhất:

$$t_{p \min} = \frac{V_o}{J_{p \max}} = \frac{75}{3,6} = 3,034(s) \quad (3.57)$$

- Quãng đường phanh ngắn nhất:

$$S_{p \min} = \frac{V_o^2}{2 \cdot J_{p \max}} = \frac{\left(\frac{75}{3,6}\right)^2}{2 \cdot 6,867} = 31,6(m) \quad (3.58)$$

Bài 2.12

- Vết lết trên đường $S = 7$ m, quãng đường phanh ứng với lực phanh cực đại hay ứng với gia tốc $J_{p \max}$. Vậy ta có:

$$S = \frac{V_1^2}{2 \cdot J_{p \max}} = \frac{V_1^2}{2 \cdot g \cdot \varphi_x} \quad (3.59)$$

Trong đó:

V_1 - vận tốc tại thời điểm lực phanh đạt cực đại

$g = 9,81(m/s^2)$ - gia tốc trọng trường

$\varphi_x = 0,6$ - hệ số bám dọc của ô tô

$$\Rightarrow V_1 = \sqrt{2 \cdot S \cdot g \cdot \varphi_x} = \sqrt{2 \cdot 7 \cdot 9,81 \cdot 0,6} = 9,08(m/s) \quad (2.60)$$

- Độ giảm vận tốc trong thời gian tăng lực phanh:

$$\Delta V = \frac{t_2 \cdot J_{p \max}}{2} = \frac{0,2 \cdot 9,81 \cdot 0,6}{2} = 0,5886(m/s) \quad (3.60)$$

Vậy vận tốc bắt đầu phanh V_o là:

$$V_o = V_1 + \Delta V = 9,08 + 0,5886 = 9,6686(m/s) = 34,8(km/h) \quad (3.61)$$

Bài 2.13

Gia tốc phanh cần thiết để ô tô dừng trước vật cản được xác định dựa trên biểu thức tổng quãng đường phanh thực tế:

$$S = (t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot V_o + \frac{V_o^2}{2 \cdot J_p} \quad (3.62)$$

$$\Rightarrow J_p = \frac{V_o^2}{2 \cdot [S - (t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot V_o]} \quad (3.63)$$

Trong đó:

t_1 - thời gian phản xạ của người lái

t_2 - thời gian chậm tác dụng của hệ thống phanh

t_3 - thời gian tăng lực phanh

t_4 - thời gian phanh với gia tốc phanh cực đại

V_o - vận tốc của ô tô khi phát hiện vật cản

$J_{p \max}$ - gia tốc phanh cực đại

Thay số vào ta được:

$$J_p = \frac{\left(\frac{90}{3,6}\right)^2}{2 \cdot \left[100 - (0,5 + 0,4 + 0,5 \cdot 0,2) \cdot \frac{90}{3,6}\right]} = 4,167(m / s^2)$$

Bài 2.14

- Bỏ qua ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay ($\delta_{jp} = 0$), ảnh hưởng của lực cản lăn, lực cản gió:

- Xác định gia tốc phanh J_p

$$\begin{aligned} J_p &= \frac{g}{G \cdot \delta_{jp}} P_p = \frac{g}{G \cdot \delta_{jp}} 0,5 \cdot P_\varphi = \frac{g}{G \cdot \delta_{jp}} 0,5 \cdot G \cdot \varphi_x \\ &= \frac{0,5 \cdot 9,81 \cdot 0,8}{1} = 3,924(m / s^2) \end{aligned} \quad (3.64)$$

- Độ giảm vận tốc trong thời gian tăng lực phanh:

$$\Delta V_1 = \frac{t_1 \cdot J_p}{2} = \frac{0,3 \cdot 3,924}{2} = 0,59(m / s) \quad (3.65)$$

- Độ giảm vận tốc trong thời gian giữ phanh:

$$\Delta V_2 = t_2 \cdot J_p = 3 \cdot 3,924 = 11,772(m / s) \quad (3.66)$$

Vậy vận tốc kết thúc quá trình phanh

$$\begin{aligned} V &= V_o - \Delta V_1 - \Delta V_2 \\ &= \frac{80}{3,6} - 0,59 - 11,772 = 9,86(m / s) = 35,5(km / h) \end{aligned} \quad (3.67)$$

Bài 2.15

- Tổng quãng đường phanh đến khi dừng hẳn là:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 \quad (3.68)$$

- S_1 là quãng đường ứng với thời gian phản xạ và thời gian chậm tác dụng của hệ thống phanh:

$$S_1 = V_o \cdot (t_1 + t_2) \quad (3.69)$$

Trong đó:

t_1 - thời gian phản xạ

t_2 - thời gian chậm tác dụng

- S_2 là quãng đường phanh trong khoảng thời gian tăng lực phanh

$$S_2 = 0,5 \cdot V_o \cdot t_3 \quad (3.70)$$

Trong đó:

t_3 - thời gian tăng lực phanh

- S_3 là quãng đường phanh với gia tốc phanh cực đại

$$S_3 = \frac{V_o^2}{2 \cdot J_{p \max}} = \frac{V_o^2}{2 \cdot 0,9 \cdot g \cdot \varphi_x} \quad (3.71)$$

Vậy tổng quãng đường phanh của ô tô đến khi dừng hẳn:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = (t_1 + t_2 + t_3).V_o + \frac{V_o^2}{2.0,9.g.\varphi_x} \quad (3.72)$$

$$= (0,3 + 0,2 + 0,5.0,3) \cdot \frac{60}{3,6} + \frac{\left(\frac{60}{3,6}\right)^2}{2.0,9.9,81.0,7} = 33,306 \text{ (m)}.$$

Bài 2.16

Gia tốc phanh cần thiết để ô tô dừng trước vật cản được xác định dựa trên biểu thức tổng quãng đường phanh thực tế:

$$S = (t_1 + t_2 + 0,5.t_3).V_o + \frac{V_o^2}{2.J_p} \quad (3.73)$$

$$\Rightarrow J_p = \frac{V_o^2}{2.[S - (t_1 + t_2 + 0,5.t_3).V_o]} \quad (3.74)$$

Trong đó:

- t₁ - thời gian ,phản xạ của người lái
- t₂ - thời gian chậm tác dụng của hệ thống phanh
- t₃ - thời gian tăng lực phanh
- t₄ - thời gian phanh với gia tốc phanh cực đại
- V_o - vận tốc của ô tô khi phát hiện vật cản
- J_p - gia tốc phanh

Thay số vào ta được:

$$J_p = \frac{\left(\frac{80}{3,6}\right)^2}{2.\left[150 - (0,4 + 0,2 + 0,5.0,3) \cdot \frac{80}{3,6}\right]} = 1,85(m / s^2)$$

Bài 2.17

- Gia tốc phanh lớn nhất:

$$J_{p \max} = \frac{g}{G.\delta_{jp}} P_{p \max} = \frac{g}{G.\delta_{jp}} .P_\varphi = \frac{g}{G.\delta_{jp}} .G.\varphi_x = \frac{g.\varphi_x}{\delta_{jp}} \quad (3.75)$$

Bỏ qua lực cản lăn, lực cản gió, ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay

Vậy $J_{p \max} = \frac{9,81.0,6}{1} = 5,886(m / s^2)$

- Thời gian phanh nhỏ nhất:

$$t_{p \min} = \frac{V_o}{J_{p \max}} = \frac{\frac{80}{3,6}}{5,886} = 3,78(s) \quad (3.76)$$

- Quãng đường phanh ngắn nhất:

$$S_{p \min} = \frac{V_o^2}{2.J_{p \max}} = \frac{\left(\frac{80}{3.6}\right)^2}{2.5,886} = 41,95(m) \quad (3.77)$$

Bài 2.18

Gia tốc phanh cần thiết để ô tô dừng trước vật cản được xác định dựa trên biểu thức xác định tổng quãng đường phanh thực tế:

$$S = (t_1 + t_2 + 0,5.t_3).V_o + \frac{V_o^2}{2.J_p} \quad (3.78)$$

$$\Rightarrow J_p = \frac{V_o^2}{2.[S - (t_1 + t_2 + 0,5.t_3).V_o]} \quad (3.79)$$

Trong đó:

- t_1 - thời gian phản xạ của người lái
- t_2 - thời gian chậm tác dụng của hệ thống phanh
- t_3 - thời gian tăng lực phanh
- t_4 - thời gian phanh với gia tốc phanh cực đại
- V_o - vận tốc của ô tô khi phát hiện vật cản
- J_p - gia tốc phanh

Thay số vào ta được:

$$J_p = \frac{\left(\frac{80}{3,6}\right)^2}{2.\left[120 - (0,4 + 0,2 + 0,5.0,4) \cdot \frac{80}{3,6}\right]} = 2,415(m/s^2)$$

Bài 2.19

a. Gia tốc phanh lớn nhất của ô tô:

- Vì ô tô phanh gấp trên đường bằng nên trong trường hợp này ô tô phanh sử dụng hết lực bám.
- Gia tốc phanh lớn nhất của ô tô:

$$J_{p \max} = g.\varphi \quad (3.80)$$

b. Vận tốc chuyển động của ô tô trước khi phanh V_o :

Dựa vào chiều dài vết lết ở 2 trường hợp ta có 2 phương trình:

$$S_L = \frac{V_o^2}{2.J_{p \max}} \quad (3.81)$$

$$S'_L = S_L + \Delta S_L = \frac{(2.V_o)^2}{2.J_{p \max}} \quad (3.82)$$

Trong đó:

- S_L - chiều dài vết lết đo được ở trường hợp thứ nhất
- S'_L - chiều dài vết lết đo được ở trường hợp thứ hai
- ΔS_L - độ tăng quãng đường phanh
- V_o - vận tốc ban đầu

$J_{p\max}$ - gia tốc phanh lớn nhất

- Lấy biểu thức (3.82) trừ (3.81) ta được:

$$S'_L - S_L = \frac{(2.V_o)^2}{2.J_{p\max}} - \frac{V_o^2}{2.J_{p\max}} \quad (3.83)$$

$$\Rightarrow \Delta S_L = \frac{3.V_o^2}{2.J_{p\max}} \quad (3.84)$$

$$\Rightarrow V_o = \sqrt{\frac{2.\Delta S_L.J_{p\max}}{3}} = \sqrt{\frac{2.a.g.\varphi}{3}} \quad (3.85)$$

- Chiều dài vết lết S_L :

$$S_L = \frac{V_o^2}{2.J_{p\max}} = \frac{2.a.g.\varphi}{2.g.\varphi} = \frac{a}{g} \quad (3.86)$$

Bài 2.20

- Trong khoảng thời gian (t_1+t_2) ô tô chuyển động được quãng đường là:

$$S_1 = V_o.(t_1 + t_2) \quad (3.87)$$

- Trong khoảng thời gian tác dụng phanh t_3 (phanh với $J_{p\max}$) ô tô chuyển động được quãng đường là:

$$S_2 = \frac{V_o^2}{2.J_{p\max}} \quad (3.88)$$

Vậy quãng đường phanh thực tế là:

$$S = S_1 + S_2 = V_o.(t_1 + t_2) + \frac{V_o^2}{2.J_{p\max}} \quad (3.89)$$

Với:

t_1 - thời gian ,phản xạ của người lái

t_2 - thời gian chậm tác dụng của hệ thống phanh

t_3 - thời gian phanh với gia tốc phanh cực đại

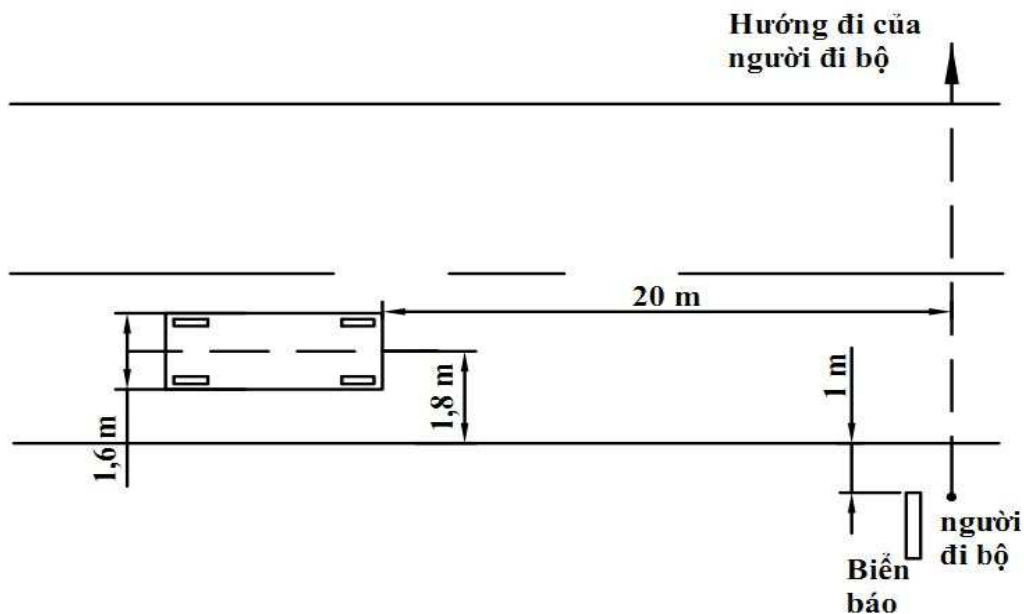
V_o - vận tốc của ô tô khi phát hiện vật cản

$J_{p\max}$ - gia tốc phanh cực đại

Thay số vào ta được:

$$S = \frac{108}{3,6} . (0,4 + 0,2) + \frac{\left(\frac{108}{3,6}\right)^2}{2.0,8.9,81} = 75,34(m).$$

Bài 2.21



Hình 2.4: Sơ đồ ô tô khi phanh.

1. Quãng đường phanh đến khi dừng hẳn:

$$S_p = (t_1 + t_2 + 0,5.t_3).V_o + \frac{V_o^2}{2.J_{pmax}} \quad (3.90)$$

Khi phanh (khóa cứng) tất cả các bánh xe, có nghĩa là sử dụng hoàn toàn trọng lượng bám, nghĩa là:

$$J_{pmax} = g.\varphi = 9,81.0,637 = 6,25(m/s^2) \quad (3.91)$$

Vậy ta có:

$$S_p = \frac{36}{3,6} \cdot (1 + 0,4 + 0) + \frac{\left(\frac{36}{3,6}\right)^2}{2 \cdot 6,25} = 22 (m).$$

2. Thời gian từ khi phanh tác dụng đến khi dừng hẳn:

Ô tô phanh trong toàn bộ thời gian $t_4 = \frac{V_o}{J_{pmax}}$, ô tô chuyển động với $J_{pmax} = \text{const}$, nên:

$$t_4 = \frac{36}{6,25} = 1,6(s)$$

3. Thời gian tính cho đến khi ô tô đến ngang bằng báo hiệu:

Trong khoảng thời gian chậm tác dụng phanh (t_1+t_2), ô tô chuyển động với vận tốc $V=\text{const}$, quãng đường ô tô đi được là:

$$S_1 = V_o \cdot (t_1+t_2) = 14(m) \quad (3.92)$$

- Khoảng cách từ vỏ xe tới biển báo hiệu $S_b=20m$. Khi ô tô bắt đầu phanh thì khoảng cách còn lại là:

$$S_{2b} = S_b - S_1 = 20 - 14 = 6(m)$$

- Vì trong khoảng thời gian phanh với gia tốc phanh cực đại, ô tô chuyển động chậm dần đều nên ta có phương trình:

$$S_{2b} = V_o \cdot t_b - \frac{J_{p \max}}{2} t_b^2 \quad (3.93)$$

$$\text{Hay } \frac{6,25}{2} t_b^2 - \frac{36}{3,6} t_b + 6 = 0$$

Giải phương trình ta được:

$$t_{b1} = 2,4(s) \text{ và } t_{b2} = 0,8(s)$$

- Giá trị $t_{b2} = 2,4$ (s) không có ý nghĩa vì thời gian cho đến khi dừng hẳn mới chỉ là $t_4 = 1,6$ (s). Nên $t_{b2} = 0,8$ (s) thỏa mãn.

Vậy thời gian ô tô đến ngang bảng báo là:

$$t_{tab} = (t_1 + t_2) + t_b = 1,4 + 0,8 = 2,2(s) \quad (3.94)$$

4. Quãng đường người đi bộ đi được:

Trong khoảng thời gian t_{tab} , nếu ô tô va chạm với người đi bộ thì người đi bộ đi được quãng đường là:

$$S_{db} = V_{db} \cdot t_{tab} = 1,5 \cdot 2,2 = 3,3(m) \quad (3.95)$$

Nếu trong tình huống trên hình, chúng ta tìm được vùng có thể xảy ra va chạm từ $2 \div 3,6$ (m) cách biển báo. Vì vậy người đi bộ đi được khoảng cách 3,3 (m) so với biển báo nên người đi bộ sẽ nằm trong vùng va chạm.

5. Gia tốc phanh tối thiểu để ngăn ngừa tai nạn:

Để ngăn ngừa tai nạn, quãng đường phải dừng xe là $S_p = S_b = 20m$.

- Trong khoảng thời gian chậm tác, dụng xe đi được quãng đường là:

$$S_1 = V_o \cdot (t_1 + t_2) = 14(m) \text{ không thay đổi.}$$

$$\Rightarrow S_2 = S_p - S_1 = 20 - 14 = 6(m)$$

$$\text{Mà } S_2 = \frac{V_o^2}{2 \cdot J_{p \max}} \quad (3.96)$$

$$\Rightarrow J_{p \max} = \frac{V_o^2}{2 \cdot S_2} = \frac{\left(\frac{36}{3,6}\right)^2}{2 \cdot 6} = 8,33(m / s^2).$$

Bài 2.22

1. Gia tốc chậm dần cần thiết:

Gia tốc chậm dần cần thiết để ô tô dừng trước cạnh của đường giới hạn qua đường của ngã tư được xác định dựa trên biểu thức tổng quãng đường phanh thực tế:

$$S_p = (t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot V_o + \frac{V_o^2}{2 \cdot J_{p \max}} \quad (3.97)$$

$$\Rightarrow J_{p \max} = \frac{V_o^2}{2 \cdot [S_p - (t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot V_o]} \quad (3.98)$$

$$= \frac{\left(\frac{50}{3,6}\right)^2}{2 \cdot \left[30 - (1 + 0,3 + 0,5 \cdot 0,3) \cdot \frac{50}{3,6}\right]} = 8,57(m/s^2)$$

2. Giá trị hệ số bám nhỏ nhất:

$$\varepsilon = \frac{z}{\varphi} \Rightarrow \varphi_{\min} = \frac{z}{\varepsilon}; \quad z = \frac{J_{p\max}}{g}$$

Trong đó:

ε - mức độ sử dụng khả năng bám

z - gia tốc phanh tương đối

φ - hệ số bám

$$\Rightarrow \varphi_{\min} = \frac{J_{p\max}}{\varepsilon \cdot g} = \frac{8,57}{0,89 \cdot 81} = 1,09 \quad (3.99)$$

3. Gia tốc phanh trong trường hợp này:

$$J_p = 0,8 \cdot g \cdot \varphi = 0,8 \cdot 9,81 \cdot 0,4 = 3,14(m/s) \quad (3.100)$$

- Với gia tốc phanh như vậy, quãng đường phanh tương ứng để ô tô dừng trước vạch giới hạn của ngã tư là:

$$S_p = (t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot V_o + \frac{V_o^2}{2 \cdot J_p} \quad (3.101)$$

$$= (1 + 0,3 + 0,5 \cdot 0,3) \cdot \frac{50}{3,6} + \frac{\left(\frac{50}{3,6}\right)^2}{2 \cdot 3,14} = 50,85(m)$$

Bài 2.23

- Gia tốc phanh của ô tô được xác định dựa trên tổng quãng đường phanh đến khi dừng hẳn.

$$S_p = (t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot V_o + \frac{V_o^2}{2 \cdot J_p} \quad (3.101)$$

$$\Rightarrow J_p = \frac{V_o^2}{2 \cdot [S_p - (t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3) \cdot V_o]} \quad (3.102)$$

Trong đó:

t_1 - thời gian phản xạ của người lái

t_2 - thời gian chậm tác dụng của hệ thống phanh

t_3 - thời gian tăng lực phanh

V_o - vận tốc của ô tô khi phát hiện vật cản

J_p - gia tốc phanh cực đại

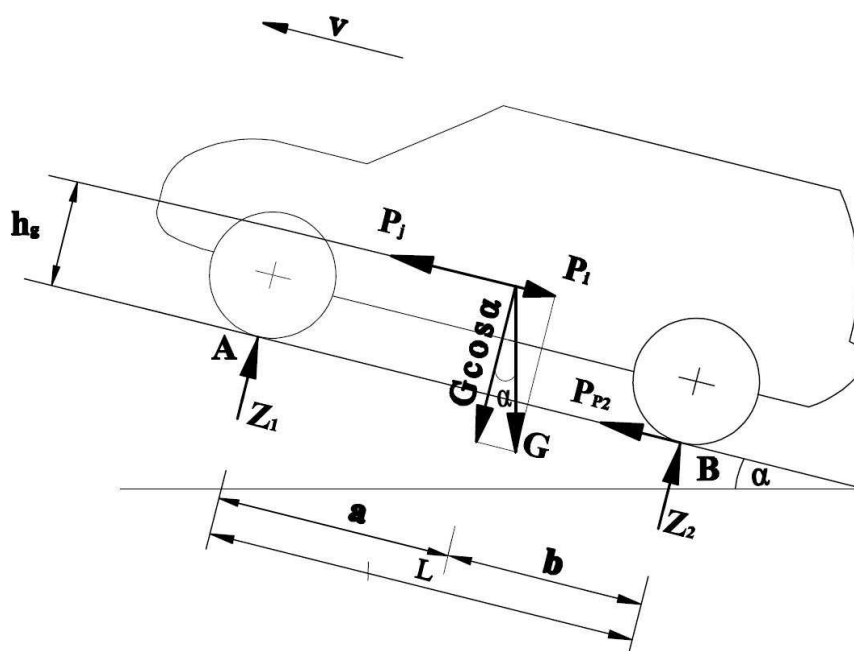
Thay số vào ta được:

$$J_p = \frac{\left(\frac{70}{3,6}\right)^2}{2 \cdot \left[43 - (0,6 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,4) \cdot \frac{70}{3,6}\right]} = 8(m/s^2)$$

Ô tô dừng sau khi chuyển động một đoạn đường (S_p) là 43m, song để không gây tai nạn thì ô tô phải dừng trên đoạn đường có chiều dài $S'_p = 26m$. Vì $J_p = 8m/s^2 = J_{max}$ cho nên quãng đường phanh của ô tô đến khi dừng hẳn, khi phanh với J_{pmax} và chạy ở vận tốc giới hạn $v = 50$ km/h là:

$$S'_p = (0,6 + 0,2 + 0,5 \cdot 0,4) \cdot \frac{50}{3,6} + \frac{\left(\frac{50}{3,6}\right)^2}{2 \cdot 8} = 13,88 + 12,06 = 25,94(m)$$

Bài 2.24



Hình 2.5: Sơ đồ các lực tác dụng vào ô tô khi phanh.

$$\alpha = \arctg \frac{i[\%]}{100} = \arctg 0,1 = 5,7^\circ$$

- Phương trình chuyển động của ô tô khi phanh được viết như sau:

$$P_j = P_{p2} + P_i \tag{3.103}$$

- Lập phương trình cân bằng mômen đối với điểm A:

$$Z_2 \cdot L + P_j \cdot h_g - P_i \cdot h_g - G \cdot \cos \alpha \cdot a = 0 \tag{3.104}$$

$$\text{Hay: } Z_2 \cdot L + (P_{p2} + P_i) \cdot h_g - P_i \cdot h_g - G \cdot \cos \alpha \cdot a = 0 \tag{3.105}$$

$$Z_2 \cdot L + P_{p2} \cdot h_g - G \cdot \cos \alpha \cdot a = 0 \tag{3.106}$$

- Khi phanh cầu sau đến giới hạn bám: $P_{p2} = Z_2 \cdot \varphi$

$$\text{Vậy: } Z_2 \cdot L + Z_2 \cdot \varphi \cdot h_g - G \cdot a \cdot \cos \alpha = 0 \tag{3.107}$$

$$\Rightarrow Z_2 = \frac{G \cdot a \cdot \cos \alpha}{L + \varphi \cdot h_g} \tag{3.108}$$

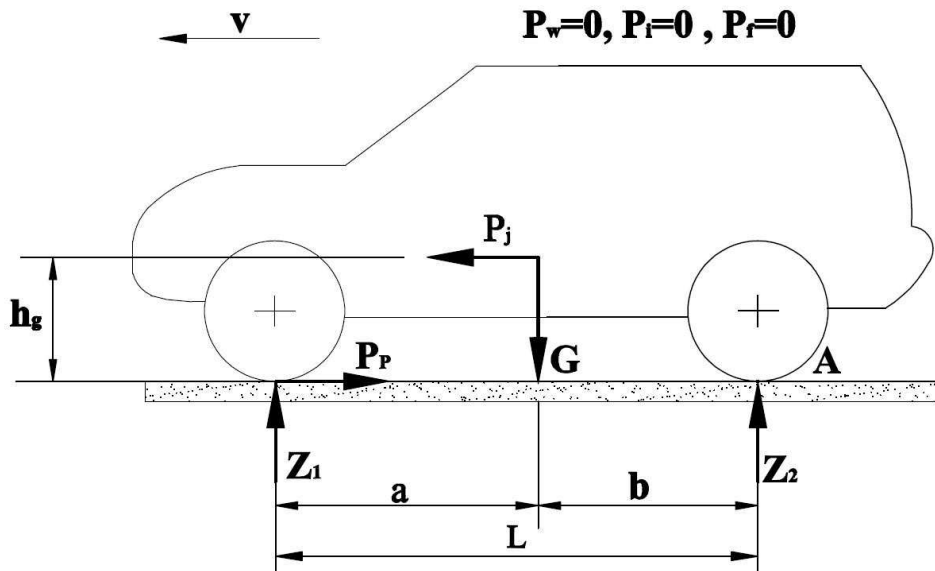
- Hệ số hiệu quả phanh của ô tô sẽ là:

$$K_p = \frac{P_{p2}}{G \cdot \varphi} = \frac{Z_2}{G} = \frac{a \cdot \cos \alpha}{L + \varphi \cdot h_g} = \frac{1,1 \cdot 0,99}{2,36 + 0,8 \cdot 0,6} = 0,38 \quad (3.109)$$

Như vậy hiệu quả phanh đạt 38%

Bài 2.25

Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi phanh:



Hình 2.6: Sơ đồ các lực tác dụng vào ô tô khi phanh.

$$x_1 = \frac{a}{L} = 0,6, \quad y = \frac{h_g}{L} = 0,35, \quad \varphi = 0,4, \quad S_4 = 25m, \quad x_2 = 1 - 0,6 = 0,4$$

- Vì ô tô chỉ phanh được các bánh xe cầu trước nên:

$$P_p = P_{p1} = Z_1 \cdot \varphi \quad (3.110)$$

- Phương trình cân bằng mômen đối với điểm A:

$$G \cdot b - Z_1 \cdot L + P_j \cdot h_g = 0 \quad (3.111)$$

Mà $P_j = P_p$ nên:

$$G \cdot b - Z_1 \cdot L + P_p \cdot h_g = 0 \quad (3.112)$$

$$\Rightarrow Z_1 = \frac{G \cdot b}{L - \varphi \cdot h_g} = \frac{G \cdot x_2}{1 - \varphi \cdot y} \quad (3.113)$$

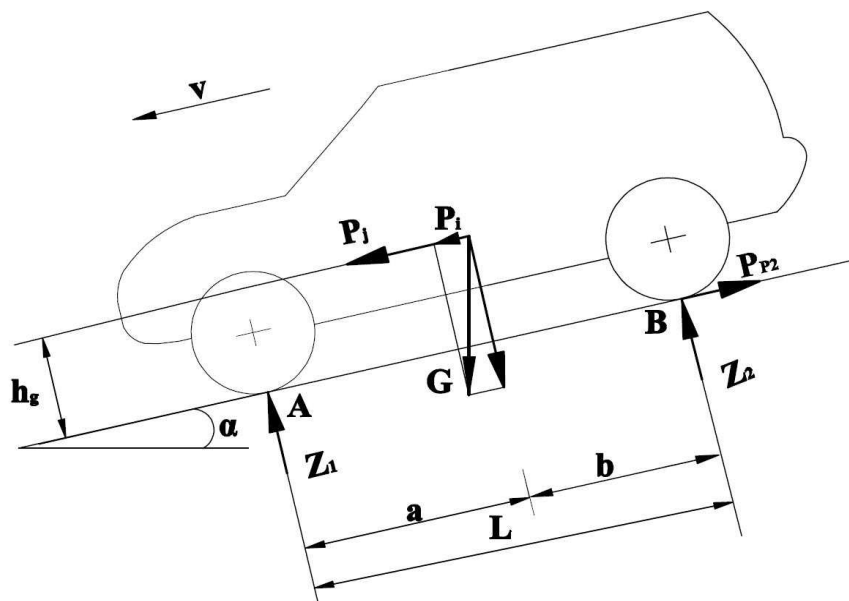
$$K_p = \frac{Z_1 \cdot \varphi}{G \cdot \varphi} = \frac{Z_1}{G} = \frac{x_2}{1 - \varphi \cdot y} = \frac{0,4}{1 - 0,4 \cdot 0,35} = 0,465 \quad (3.114)$$

- Quãng đường phanh tương ứng (S_4) xác định theo công thức:

$$S_4 = S_p = \frac{V^2}{254 \cdot \varphi \cdot K_p} \quad (3.115)$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{S_4 \cdot 254 \cdot \varphi \cdot K_p} = \sqrt{25 \cdot 254 \cdot 0,4 \cdot 0,465} = 34,4 \text{ (km / h)} \quad (3.116)$$

Bài 2.26



Hình 2.7: Sơ đồ các lực tác dụng vào ô tô khi phanh.

$$\alpha = \arctg \frac{i[\%]}{100} = \arctg 0,1 = 5,7^\circ \quad (3.117)$$

- Phương trình chuyển động của ô tô khi phanh được viết như sau:

$$P_j = P_{p2} - P_i \quad (3.118)$$

- Lập phương trình cân bằng mômen đối với điểm A:

$$Z_2 \cdot L + P_j \cdot h_g + P_i \cdot h_g - G \cdot a \cdot \cos \alpha = 0 \quad (3.119)$$

$$\text{Hay: } Z_2 \cdot L + (P_{p2} - P_i) \cdot h_g + P_i \cdot h_g - G \cdot \cos \alpha \cdot a = 0 \quad (2.120)$$

$$Z_2 \cdot L + P_{p2} \cdot h_g - G \cdot \cos \alpha \cdot a = 0 \quad (3.121)$$

- Khi phanh cầu sau đến giới hạn bám: $P_{p2} = Z_2 \cdot \varphi$

$$\text{Vậy: } Z_2 \cdot L + Z_2 \cdot \varphi \cdot h_g - G \cdot a \cdot \cos \alpha = 0 \quad (3.122)$$

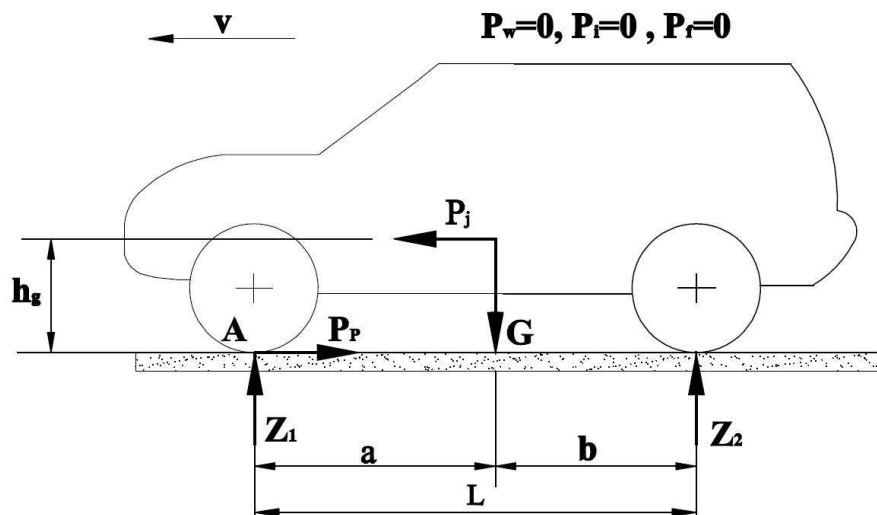
$$\Rightarrow Z_2 = \frac{G \cdot a \cdot \cos \alpha}{L + \varphi \cdot h_g} \quad (3.123)$$

- Hệ số hiệu quả phanh của ô tô sẽ là:

$$K_p = \frac{P_{p2}}{G \cdot \varphi} = \frac{Z_2}{G} = \frac{a \cdot \cos \alpha}{L + \varphi \cdot h_g} = \frac{1,75 \cdot 0,99}{2,5 + 0,8 \cdot 0,9} = 0,538 \quad (3.124)$$

- Như vậy hiệu quả phanh đạt 53,8%

Bài 2.27



Hình 2.8: Sơ đồ các lực tác dụng vào ô tô khi phanh.

- Bỏ qua lực cản lăn, lực cản không khí. Từ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi xe chuyển động ta viết phương trình cân bằng:

$$P_{jp}=P_p \quad \text{Hay} \quad P_p = \frac{G}{g} J_p \quad (3.125)$$

Theo đầu bài thì $G_1=18000\text{N}$, $G_2=21000\text{N}$

$$\Rightarrow G = G_1 + G_2 = 39000\text{N}$$

$$a = \frac{G_2 \cdot L}{G} = \frac{21000 \cdot 3,98}{39000} = 2,1431(\text{m}) \quad (3.126)$$

$$b = \frac{G_1 \cdot L}{G} = \frac{18000 \cdot 3,98}{39000} = 1,8369(\text{m}) \quad (3.127)$$

- Viết phương trình cân bằng mômen cho điểm A ta được:

$$Z_2 \cdot L + P_j \cdot h_g - G \cdot a = 0 \quad (3.128)$$

$$\text{Hay: } Z_2 \cdot L + P_p \cdot h_g - G \cdot a = 0$$

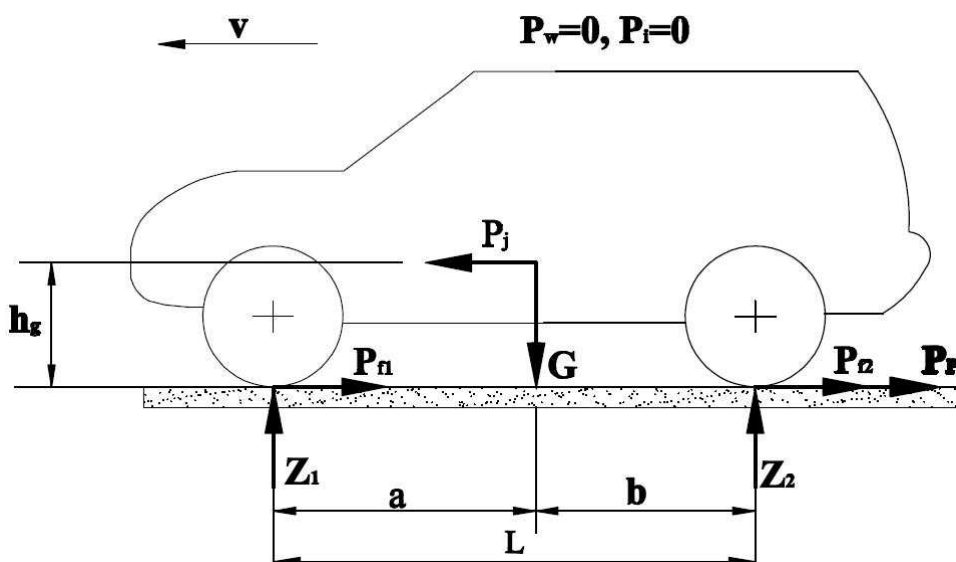
$$\Rightarrow Z_2 = \frac{G \cdot a - P_p \cdot h_g}{L} = \frac{G \cdot a - \frac{G}{g} \cdot J_p \cdot h_g}{L} \quad (3.129)$$

$$= \frac{39000 \cdot 2,1431 - \frac{39000}{9,81} \cdot 5,2 \cdot 0,71}{3,98} = 17312,37 (\text{N})$$

- Tải trọng tác dụng lên cầu trước khi phanh là:

$$Z_1 = G - Z_2 = 39000 - 17312,37 = 21687,63 (\text{N})$$

Bài 2.28



Hình 2.9: Sơ đồ các lực tác dụng vào ô tô khi phanh.

Trong đó:

$a = 1,5 \text{ m}$ - khoảng cách từ trọng tâm đến cầu trước của ô tô

$b = L - a = 1,3 \text{ m}$ - khoảng cách từ trọng tâm đến cầu sau của ô tô

$L = 2,8 \text{ m}$ - chiều dài cơ sở của ô tô

$V_o = 75 \text{ km/h}$ - vận tốc ban đầu của ô tô

$f = 0,015$ - hệ số cản lăn của ô tô

$\varphi = 0,6$ - hệ số bám của đường

$Z_1 = \frac{G \cdot b}{L}$ - phản lực thẳng đứng tác dụng lên cầu trước của ô tô

$Z_2 = \frac{G \cdot a}{L}$ - phản lực thẳng đứng tác dụng lên cầu sau của ô tô

- Phương trình chuyển động của ô tô khi phanh:

$$P_{jp} = P_p + P_f \quad (3.130)$$

- Vì phanh đến giới hạn bám nên:

$$P_p = P_\varphi = Z_2 \cdot \varphi = \frac{G \cdot a}{L} \cdot \varphi \quad (3.131)$$

$$\Rightarrow \frac{G}{g} \cdot J_p = \frac{G \cdot a}{L} \cdot \varphi + G \cdot f \quad (3.132)$$

$$\Rightarrow J_p = \frac{g \cdot a}{L} \cdot \varphi + g \cdot f$$

- Thay số vào ta được:

$$J_p = \frac{9,81 \cdot 1,5}{2,8} \cdot 0,6 + 9,81 \cdot 0,015 = 3,3 (\text{m} / \text{s}^2) \quad (3.133)$$

Để xác định vận tốc chuyển động của ô tô sau khi phanh ta dựa vào công thức tính quãng đường phanh:

$$S_p = \frac{(V_o - V_1)^2}{2 \cdot J_p} \quad (3.134)$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow V_1 &= V_o - \sqrt{2.S_p.J_p} & (3.135) \\ &= \frac{75}{3,6} - \sqrt{2.5.3,3} = 15,1(m). \end{aligned}$$

Bài 2.29

- Các lực cản tổng cộng khi phanh:

$$\begin{aligned} P_{p\Sigma} &= P_p + P_i = 0,7.P_\varphi + P_i = 0,7.m.g.\varphi_x + m.g.\sin\alpha \\ &= m.g.(0,7.\varphi_x + \sin\alpha) \end{aligned} \quad (3.136)$$

$$\alpha = \arctg(0,05) = 2,86^\circ$$

Mặt khác:

$$P_j = -P_{p\Sigma} \quad (3.137)$$

$$\Rightarrow J_p = -\frac{P_{p\Sigma}}{m} = \frac{dv}{dt} \quad (3.138)$$

$$\begin{aligned} dt &= \frac{-m.dv}{P_{p\Sigma}} \Rightarrow t = \int_{v_1}^{v_2} -\frac{m.dv}{P_{p\Sigma}} = \int_{v_2}^{v_1} \frac{m.dv}{P_{p\Sigma}} = \frac{m}{P_{p\Sigma}}.(v_1 - v_2) & (3.139) \\ &= \frac{v_1 - v_2}{g.(0,7.\varphi_x + \sin\alpha)} = \frac{\frac{50}{3,6} - \frac{20}{3,6}}{9,81.(0,7.0,8 + \sin 2,86^\circ)} = 1,39(s) \end{aligned}$$

Bài 2.30

*Trường hợp $\varphi_x=0,8$:

- Gia tốc phanh được tính theo công thức:

$$J_p = \frac{g}{G.\delta_{jp}}.P_p \quad (3.140)$$

- Do $K_p=1$ nên $P_p=P_\varphi$

$$J_p = J_{p\max} = \frac{g}{G.\delta_{jp}}.G.\varphi = \frac{g.\varphi}{\delta_{jp}} = \frac{9,81.0,8}{1} = 7,848(m/s^2) \quad (3.141)$$

- Vận tốc khi ô tô đang gây tai nạn:

Vết phanh trên đường là 19m, chính là quãng đường phanh với gia tốc phanh cực đại $J_{p\max}$:

$$S_3 = 19 = \frac{V_o^2}{2.J_{p\max}} \quad (3.142)$$

$$\Rightarrow V_o = \sqrt{19.2.J_{p\max}} = \sqrt{19.2.7,848} = 17,27(m/s) \quad (3.143)$$

- Khoảng cách người lái phát hiện chướng ngại vật:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 \quad (3.144)$$

Trong đó:

S_1 - quãng đường mà ô tô đi được trong khoảng thời gian phản xạ và chậm tác dụng của hệ thống.

$$S_1 = (t_1 + t_2).V_o \quad (3.145)$$

S_2 - quãng đường mà ô tô đi được trong khoảng thời gian tăng lực phanh

$$S_2 = 0,5.t_3.V_o \quad (3.146)$$

S_3 - quãng đường mà ô tô đi được trong khoảng thời gian J_{pmax}

$$S_3 = 19m$$

$$\text{Vậy } S = (t_1 + t_2 + 0,5.t_3).V_o + 19 \quad (3.147)$$

$$= (1 + 0,5.0,4).17,27 + 19 = 39,72(m)$$

* Trường hợp $\varphi' = 0,35$

- Gia tốc phanh:

$$J_{pmax} = \frac{g.\varphi'}{\delta_{jp}} = \frac{9,81.0,35}{1} = 3,43(m/s^2) \quad (3.148)$$

- Với vận tốc khi ô tô đang gây tai nạn vẫn là V_o thì quãng đường phanh là:

$$\begin{aligned} S_p' &= (t_1 + t_2 + 0,5.t_3).V_o + \frac{V_o^2}{2.J_{pmax}} = (1 + 0,5.0,4).17,27 + \frac{17,27^2}{2.3,43} \\ &= 64,16(m) \end{aligned}$$

Bài 2.31

- Gia tốc phanh lớn nhất:

$$J_{pmax} = \frac{g}{G.\delta_{jp}} P_{pmax} = \frac{g}{G.\delta_{jp}} .P_\varphi = \frac{g}{G.\delta_{jp}} .G.\varphi_x = \frac{g.\varphi_x}{\delta_{jp}} \quad (3.149)$$

(Bỏ qua lực cản lăn, lực cản gió, ảnh hưởng của khối lượng chuyển động quay)

$$\text{Vậy } J_{pmax} = \frac{9,81.0,6}{1} = 5,886(m/s^2)$$

- Thời gian phanh nhỏ nhất:

$$t_{pmin} = \frac{V_o}{J_{pmax}} = \frac{80}{5,886} = 3,775(s) \quad (3.150)$$

- Quãng đường phanh ngắn nhất:

$$S_{pmin} = \frac{V_o^2}{2.J_{pmax}} = \frac{\left(\frac{80}{3,6}\right)^2}{2.5,886} = 41,95(m) \quad (3.151)$$

CHƯƠNG III: TÍNH ỔN ĐỊNH VÀ QUAY VÒNG CỦA Ô TÔ

I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

1) Tính ổn định của ô tô:

1.1) Ổn định dọc của ô tô

a) Ổn định dọc của ô tô khi lên dốc:

+) Ô tô có cầu sau chủ động:

$$\text{Góc giới hạn trượt: } \tan \alpha_{tr} = \frac{a \cdot \varphi_x}{L - \varphi_x \cdot h_g}$$

$$\text{Góc giới hạn lật: } \tan \alpha_l = \frac{b}{h_g}$$

+) Ô tô có cầu trước chủ động:

$$\text{Góc giới hạn trượt: } \tan \alpha_{tr} = \frac{b \cdot \varphi_x}{L + \varphi_x \cdot h_g}$$

$$\text{Góc giới hạn lật: } \tan \alpha_l = \frac{b}{h_g}$$

+) Ô tô có tất cả các cầu chủ động:

$$\text{Góc giới hạn trượt: } \tan \alpha_{tr} = \varphi_x$$

$$\text{Góc giới hạn lật: } \tan \alpha_l = \frac{b}{h_g}$$

b) Ổn định dọc của ô tô khi xuống dốc:

+) Ô tô có cầu sau chủ động:

$$\text{Góc giới hạn trượt: } \tan \alpha'_{tr} = \frac{a \cdot \varphi_x}{L + \varphi_x \cdot h_g}$$

$$\text{Góc giới hạn lật: } \tan \alpha'_l = \frac{a}{h_g}$$

+) Ô tô có cầu trước chủ động:

$$\text{Góc giới hạn trượt: } \tan \alpha'_{tr} = \frac{b \cdot \varphi_x}{L - \varphi_x \cdot h_g}$$

$$\text{Góc giới hạn lật: } \tan \alpha'_l = \frac{a}{h_g}$$

+) Ô tô có tất cả các cầu chủ động:

$$\text{Góc giới hạn trượt: } \tan \alpha'_{tr} = \varphi_x$$

$$\text{Góc giới hạn lật: } \tan \alpha'_l = \frac{a}{h_g}$$

c) Ổn định dọc của ô tô chuyển động trên đường bằng:

$$\text{Vận tốc giới hạn lật: } v_{ghl} = 3,6 \sqrt{\frac{G \cdot b}{K \cdot F \cdot h_w}} \text{ (km/h)}$$

1.2) Ổn định ngang của ô tô:

a) Ổn định ngang của ô tô khi quay vòng trên đường bằng:

$$\text{Vận tốc giới hạn trượt: } v_{ght} = 3,6\sqrt{g.R.\varphi_x} \text{ (km/h)}$$

$$\text{Vận tốc giới hạn lật: } v_{ghl} = 3,6\sqrt{\frac{g.R.B}{2h_g}} \text{ (km/h)}$$

b) Ổn định ngang của ô tô khi chuyển động thẳng trên đường nghiêng ngang:

$$\text{Góc giới hạn trượt: } \tan \beta_{ght} = \varphi_y$$

$$\text{Góc giới hạn lật: } \tan \beta_{ghl} = \frac{B}{2h_g}$$

c) Ổn ngang của ô tô khi quay vòng trên đường nghiêng ngang:

+) Đường nghiêng về phía tâm quay vòng:

$$\text{Vận tốc giới hạn lật: } v_{ghl} = 3,6\sqrt{\frac{(B + 2h_g \cdot \tan \beta) \cdot g \cdot R}{2h_g - B \cdot \tan \beta}} \text{ (km/h)}$$

$$\text{Vận tốc giới hạn trượt: } v_{ght} = 3,6\sqrt{\frac{(\varphi_y + \tan \beta) \cdot R \cdot g}{1 - \varphi_y \cdot \tan \beta}} \text{ (km/h)}$$

+) Đường nghiêng hướng ra ngoài tâm quay vòng:

$$\text{Vận tốc giới hạn lật: } v_{ghl} = 3,6\sqrt{\frac{(B - 2h_g \cdot \tan \beta) \cdot g \cdot R}{2h_g + B \cdot \tan \beta}} \text{ (km/h)}$$

$$\text{Vận tốc giới hạn trượt: } v_{ght} = 3,6\sqrt{\frac{(\varphi_y - \tan \beta) \cdot R \cdot g}{1 + \varphi_y \cdot \tan \beta}} \text{ (km/h)}$$

2) Tính dẫn hướng của ô tô:

2.1) Động lực học ô tô khi lốp không biến dạng:

+) Điều kiện quay vòng không trượt:

$$\cot \beta - \cot \alpha = \frac{2B_1}{L}$$

+) Bán kính quay vòng nhỏ nhất tính đến tâm trục dọc của ô tô:

$$R = \frac{L}{2 \tan \theta}$$

+) Bán kính quay vòng tính đến tâm vết bánh xe phía ngoài:

$$R_N = \frac{L}{2 \sin \theta} + \frac{B_1}{2 \cos \theta}$$

+) Hành lang quay vòng của các bánh xe dẫn hướng:

$$H_N = R_N - R_T$$

2.2) Động học quay vòng khi lốp biến dạng:

+) Bán kính quay vòng tính đến tâm đối xứng dọc của ô tô:

$$R_b = \frac{L}{\tan \delta_2 + \tan(\theta - \delta)} \approx \frac{L}{\delta_2 + \theta - \delta_1}$$

+) Bán kính quay vòng tính đến tâm vết bánh xe phía ngoài:

$$R_N = \frac{R_b + 0,5B_1}{\cos(\theta - \delta_1)}$$

+) Vận tốc giới hạn xảy ra tự quay vòng:

$$v_{th} = 3,6 \sqrt{\frac{g.L}{\frac{Z_2}{K_{Y2}} - \frac{Z_1}{K_{Y1}}}}$$

II. BÀI TẬP MẪU

III. BÀI TẬP

Bài 3.1: Xây dựng biểu thức, xác định góc giới hạn trượt và góc giới hạn lật của ô tô 2 cầu chủ động chuyển động lên dốc. Biết hệ số bám $\varphi = 0,8$; chiều dài cơ sở của ô tô $L=2,7\text{m}$; chiều cao trọng tâm $h_g=1,1\text{m}$; khoảng cách từ trọng tâm đến cầu trước $a=1,3\text{m}$.

Bài 3.2: Ô tô có trọng lượng toàn bộ $G=17000\text{N}$; chiều dài cơ sở $L=2,3\text{m}$; khoảng cách từ trọng tâm đến cầu trước $a=1,2\text{m}$; diện tích cản chính diện $F=2,5 \text{ (m}^2\text{)}$; hệ số cản không khí $K=0.25 \text{ (Ns}^2\text{/m}^4\text{)}$ chuyển động thẳng trên đường bằng phẳng. Xác định chiều cao điểm đặt lực cản không khí để vận tốc giới hạn lật đồ $V_{ghl}=700\text{km/h}$.

Bài 3.3: Ô tô tải có cầu sau chủ động lên dốc với góc dốc $\alpha = 19^\circ$ trên mặt đường có hệ số bám dọc $\varphi = 0,4$. Hãy kiểm tra khả năng chuyển động lên dốc không xảy ra trượt, lật, bỏ qua lực cản lăn. Số liệu cho trước $y=hg/L=0,5$; $x=a/L=0,7$.

Bài 3.4: Xác định giới hạn ổn định dọc của ô tô khi đi quay đầu lên dốc và chuyển động thẳng trên đường bằng. Biết: tọa độ trọng tâm $a=3,7\text{m}$; $b=1,6\text{m}$; $h_g=1,4\text{m}$; cơ cấu phanh dừng đặt tại các bánh xe trục sau; cầu sau chủ động; trọng lượng toàn bộ $G=5400\text{kG}$; diện tích cản chính diện $F=5\text{m}^2$; hệ số cản không khí $K=0,4\text{Ns}^2\text{/m}^4$; chiều cao trọng tâm diện tích cản chính diện $h_w=1,7\text{m}$.

Bài 3.5: Ô tô tải có chiều cao trọng tâm $h_g=1,5\text{m}$; khoảng cách từ trọng tâm đến cầu sau $b=800\text{mm}$ chuyển động đều lên dốc có độ dốc $\alpha = 20^\circ$. Kiểm tra điều kiện ổn định không lật của ô tô, bỏ qua lực cản không khí và lực cản lăn.

Bài 3.6: Xây dựng biểu thức, xác định góc giới hạn trượt và góc giới hạn lật của ô tô 2 cầu có cầu sau chủ động chuyển động xuống dốc. Biết hệ số bám $\varphi = 0,75$; chiều dài cơ sở của ô tô $L=3,2\text{m}$; chiều cao trọng tâm $h_g=1,2\text{m}$; khoảng cách từ trọng tâm đến cầu trước $a=1,5\text{m}$.

Bài 3.7: Ô tô có chiều cao trọng tâm $h_g=1,1\text{m}$; bề rộng vết bánh xe cầu trước và cầu sau $B=1,7\text{m}$; chuyển động thẳng trên đường nghiêng ngang có hệ số bám $\varphi_y = 0,7$. Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô và xác định góc giới hạn trượt và góc giới hạn lật.

Bài 3.8: Xác định giới hạn ổn định khi quay vòng trên đường bằng và chuyển động thẳng trên đường nghiêng, biết: bán kính quay vòng $R=10\text{m}$; chiều cao trọng tâm, $h_g=1,0\text{m}$; tâm vết bánh trước và sau trùng nhau $B_1=B_2=1,8\text{m}$; hệ số bám ngang $\varphi_y=0,6$.

Bài 3.9: Ô tô có bề rộng vết bánh xe cầu trước và cầu sau $B=1,755\text{m}$; chiều cao trọng tâm $h_g=0,9\text{m}$ chuyển động thẳng trên đường nghiêng ngang có góc nghiêng ngang $\beta = 25^\circ$ và hệ số bám ngang giữa bánh xe với mặt đường $\varphi = 0,6$. Xác định khả năng chuyển động của ô tô ở chế độ trên.

Bài 3.10: Ô tô tải có trọng lượng toàn bộ $G=50000 \text{ (N)}$; chiều rộng vết bánh xe cầu trước và cầu sau $B=1,8 \text{ (m)}$; chiều cao trọng tâm $h_g=1,1 \text{ (m)}$; quay vòng đều với bán kính $R=60 \text{ (m)}$ trên đường nghiêng ngang $\beta = 12^\circ$ theo hướng bất lợi cho ô tô khi quay vòng (lực quán tính ly tâm hướng về phía chân dốc), hệ số bám ngang $\varphi = 0,7$; gia tốc trọng trường $g=9,81 \text{ (m/s}^2\text{)}$. Bỏ qua biến dạng của lốp và hệ thống treo. Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô và xác định:

1. Tốc độ giới hạn lật và tốc độ giới hạn trượt ngang của ô tô?
2. Khi hệ số bám ngang $\varphi=0,85$ thì ô tô có đảm bảo ổn định ngang khi quay vòng trên đường nghiêng hay không?

Bài 3.11: Ô tô du lịch có trọng lượng $G=20000$ (N); chiều rộng vết bánh xe cầu trước và cầu sau $B=1,7$ (m); chiều cao trọng tâm $h_g=1,0$ (m); quay vòng đều với bán kính $R=55$ (m) và vận tốc không đổi trên đường nghiêng ngang $\beta=10^0$ theo hướng có lợi cho ô tô khi quay vòng (lực quán tính ly tâm hướng về phía đỉnh dốc), hệ số bám ngang $\varphi=0,7$; gia tốc trọng trường $g=9,81(m/s^2)$. Bỏ qua sự biến dạng của lốp và hệ thống treo.

1. Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô?
2. Tốc độ giới hạn lật của ô tô?
3. Tốc độ giới hạn trượt ngang của ô tô?

Bài 3.12: Ô tô tải có trọng lượng toàn bộ $G=50000$ (N); chiều rộng vết bánh xe cầu trước và cầu sau $B=1,8$ (m); chiều cao trọng tâm $h_g=1,1$ (m); quay vòng đều với bán kính $R=60$ (m) trên đường nghiêng ngang $\beta=12^0$ theo hướng bất lợi cho ô tô khi quay vòng (lực quán tính ly tâm hướng về phía chân dốc), hệ số bám ngang $\varphi=0,7$; gia tốc trọng trường $g=9,81$ (m/s²). Bỏ qua biến dạng của lốp và hệ thống treo. Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô và xác định:

1. Tốc độ giới hạn lật và tốc độ giới hạn trượt ngang của ô tô?
2. Khi hệ số bám ngang $\varphi=0,8$ thì ô tô có đảm bảo ổn định ngang khi quay vòng trên đường nghiêng hay không?

Bài 3.13: Xác định góc nghiêng cần thiết của đường để ô tô quay vòng ổn định ở vận tốc 54km/h. Biết: mặt đường nghiêng vào tâm quay vòng; bán kính quay vòng 30m; hệ số bám ngang của đường 0,6; tâm vết bánh trước và sau bằng 1,640m; chiều cao trọng tâm 1,2m.

Bài 3.14: Xác định vận tốc giới hạn ổn định quay vòng trên đường nghiêng. Biết: tâm vết bánh trước, sau trùng nhau và bằng 1,8m; chiều cao trọng tâm 1,2m; hệ số bám ngang $\varphi_y=0,7$; góc nghiêng của đường 3^0 , hướng nghiêng ra ngoài tâm quay vòng; bán kính quay vòng $R=20$ m.

Bài 3.15: Cho ô tô có hai trục, trục trước dẫn hướng. Biết: tâm vết bánh trước và bánh sau bằng 2,155m; chiều dài cơ sở 2,490m; khoảng cách tâm trụ đứng 1,550m; góc quay lớn nhất của bánh xe dẫn hướng phía trong là 30^0

1. Xác định hành lang quay vòng.
2. Xác định góc quay vòng của bánh xe dẫn hướng phía ngoài sao cho không xảy ra trượt các bánh xe.

Bài 3.16: Ô tô có hai trục, có trục trước dẫn hướng. Biết: tâm vết bánh trước và sau bằng 1,425 (m); chiều dài cơ sở 2,520 (m); khoảng cách tâm trụ đứng 1,005 (m).

1. Xây dựng biểu thức điều kiện quay vòng đúng.
2. Xác định hành lang quay vòng của các bánh xe dẫn hướng, biết góc quay của bánh xe dẫn hướng bên ngoài là 20^0 .

Bài 3.17: Xác định: bán kính quay vòng nhỏ nhất tính đến trục đối xứng dọc của ô tô; bán kính quay vòng tính đến bánh xe dẫn hướng phía ngoài; bán kính quay vòng tính đến bánh xe dẫn hướng phía trong. Biết: tâm vết bánh trước và bánh sau bằng 1,935m; chiều dài cơ sở 2,490m; khoảng cách tâm trụ đứng 1,435m; góc quay của bánh xe dẫn hướng bên trong là 28^0 .

Bài 3.18: Ô tô du lịch có chiều rộng vết bánh xe cầu trước và cầu sau $B=1,76\text{m}$; chiều dài cơ sở của ô tô $L=2,7\text{m}$; góc quay vòng lớn nhất của bánh xe dẫn hướng phía trong là $\delta_i=29^\circ$; khoảng cách từ tâm trụ đứng đến tâm vết bánh xe dẫn hướng $c=0,21\text{m}$. Hãy xác định:

1. Hành lang quay vòng của ô tô
2. Góc quay vòng của bánh xe dẫn hướng phía ngoài sao cho không xảy ra hiện tượng trượt ở các bánh xe.

Bài 3.19: Ô tô tải có chiều dài cơ sở $L=3,3\text{m}$; bề rộng vết bánh xe cầu trước và cầu sau $B=1,6\text{m}$; lắp lốp đơn có bề rộng $b=286\text{mm}$. Ô tô quay vòng sang bên phải tại ngã tư có bán kính cong của vỉa hè là 15m . Hãy xác định khoảng cách từ mép phía trong của bánh xe dẫn hướng phía trong đến vỉa hè để bánh xe sau không chuyển động đè lên vỉa hè.

Bài 3.20: Ô tô tải có chiều dài cơ sở $L=3,8\text{m}$; tỷ số truyền của hệ thống lái $i_1=20$; chiều rộng vết bánh xe ở hai cầu như nhau. Hãy xác định góc quay vô lăng cần thiết để ô tô quay vòng sang phải với bán kính quay vòng của bánh xe dẫn hướng phía ngoài $R_n=15\text{m}$.

Bài 3.21: Ô tô có chiều dài cơ sở $L=4,0\text{m}$; khoảng cách tâm hai trụ đứng $B_1=1,7\text{m}$. Bỏ qua biến dạng của lốp. Hãy xác định bán kính quay vòng của bánh xe dẫn hướng phía ngoài khi góc quay của bánh xe dẫn hướng phía trong là 25° .

Bài 3.22: Ô tô có trọng lượng toàn bộ $G=50000\text{N}$; chiều dài cơ sở $L=3,8\text{m}$; khoảng cách từ trọng tâm đến cầu trước $a=2,0\text{m}$; bề rộng vết bánh xe cầu trước và cầu sau $B=1,8\text{m}$. Ô tô quay vòng đều với vận tốc 30km/h trên đường bằng phẳng có bán kính quay vòng không đổi 50m . Hãy xác định trị số lực bên ở các cầu khi bỏ qua biến dạng ngang của lốp và nội ma sát trong vi sai.

Bài 3.23: Xác định bán kính quay vòng của ô tô để đảm bảo ô tô quay vòng an toàn trên đường bằng phẳng có hệ số bám ngang $\varphi_y=0,27$ với vận tốc không đổi $V=30\text{ km/h}$.

Bài 3.24: Hãy xác định góc nghiêng nhỏ nhất của đường khi ô tô quay vòng đều với vận tốc $V=30\text{ km/h}$ với bán kính quay vòng $R=45\text{m}$ để lực bám ngang giữa bánh xe với mặt đường giảm tới 0.

Bài 3.25: Xác định hành lang quay vòng của ô tô 3 cầu có cầu trước dẫn hướng. Với giả thiết rằng 2 cầu phía sau chuyển động cùng một vết bánh xe. Góc quay vòng lớn nhất của bánh xe bên trong là 35° ; chiều rộng cơ sở của ô tô $B=1,64\text{m}$; khoảng cách tâm 2 trụ đứng $B_0=1,4\text{m}$; khoảng cách từ tâm trục cân bằng đến cầu trước là $3,5\text{m}$.

Bài 3.26: Ô tô có trọng lượng toàn bộ $G=30000\text{N}$; chiều dài cơ sở $L=2,7\text{m}$; khoảng cách từ trọng tâm đến cầu trước $a=1,9\text{m}$ quay vòng đều với vận tốc $V=40\text{km/h}$ trên đường bằng phẳng có bán kính quay vòng $R=35\text{m}$. Hãy xác định độ cứng ngang của lốp xe cầu sau nếu cầu trước lắp lốp xe có độ cứng ngang $C_{\delta_1} = 9,4761 \cdot 10^4 \text{ N.rad}^{-1}$ để ô tô quay vòng đủ.

Bài 3.27: Ô tô bus có chiều dài cơ sở $L=4,0\text{ (m)}$; trọng lượng toàn bộ $G=70000\text{ (N)}$; chiều rộng vết bánh xe cầu trước và cầu sau $B=2,0\text{ (m)}$; khoảng cách từ tâm trụ đứng tới vết bánh xe dẫn hướng $C=0,3\text{ (m)}$; chiều cao trọng tâm $h_g=1,1\text{ (m)}$; góc quay lớn nhất của bánh xe dẫn hướng phía trong $\delta_i=38^\circ$. Bỏ qua biến dạng của lốp và hệ thống treo.

1. Vẽ sơ đồ quay vòng của ô tô và xác định bán kính quay vòng nhỏ nhất tính đến tâm đối xứng dọc của ô tô R ?
2. Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi quay vòng đều trên đường bằng phẳng với bán kính quay vòng nhỏ nhất R và xác định hệ số bám ngang của từng vết bánh xe với mặt đường? Biết: Gia tốc trọng trường $g=9,81\text{ (m/s}^2\text{)}$; hệ số bám ngang của bánh xe bên trong bằng 80% hệ số bám ngang của bánh xe bên ngoài; vận tốc giới hạn trượt ngang $v_T=20\text{ (km/h)}$.

Bài 3.28: Ô tô du lịch có chiều dài cơ sở $L=2,4$ (m); chiều rộng vết bánh xe cầu trước và cầu sau $B=1,5$ (m); khoảng cách từ tâm trụ đứng tới vết bánh xe dẫn hướng $C=0,2$; góc quay lớn nhất của bánh xe dẫn hướng phía trong $\delta_i=36^\circ$. Bỏ qua sự biến dạng của lốp và hệ thống treo.

1. Vẽ sơ đồ quay vòng của ô tô và xác định bán kính quay vòng nhỏ nhất tính đến tâm đối xứng dọc ô tô R ?
2. Vẽ sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô khi quay vòng đều trên đường bằng phẳng với bán kính quay vòng nhỏ nhất R và xác định vận tốc giới hạn trượt ngang biết hệ số bám của đường $\varphi=0,7$; gia tốc trọng trường $g=9,81(m/s^2)$?

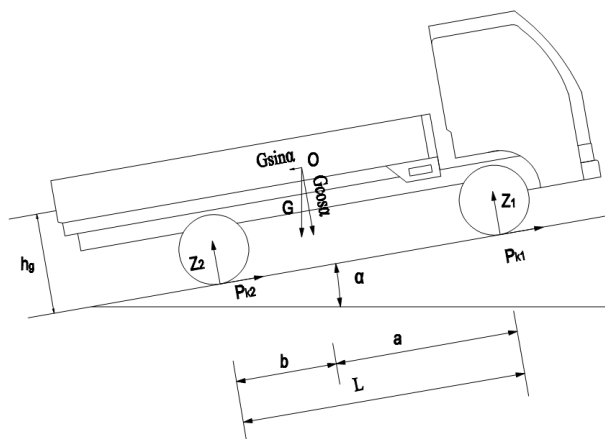
Bài 3.29: Xác định vận tốc giới hạn xảy ra hiện tượng tự quay vòng khi đang chuyển động thẳng. Biết: chiều dài cơ sở $L=2,5m$; trọng lượng phân bố trên trục trước $7200kN$, trục sau $7000kN$; độ cứng chống lặn lệch bên của bán xe trước $K_1=24kN/rad$; sau $K_2=23kN/rad$.

Bài 3.30: Ô tô có chiều dài cơ sở $L=2,7$ (m); trọng lượng toàn bộ $G=50000$ (N); chiều rộng vết bánh xe cầu trước và cầu sau $B=1,7$ (m); khoảng cách từ tâm trụ đứng tới vết bánh xe dẫn hướng $C=0,2$ (m); chiều cao trọng tâm $h_g=1,1$ (m); góc quay lớn nhất của bánh xe dẫn hướng phía trong $\delta_i=35^\circ$. Bỏ qua biến dạng của lốp và hệ thống treo; gia tốc trọng trường $g=9,81$ (m/s^2).

1. Vẽ sơ đồ quay vòng của ô tô và xác định bán kính quay vòng nhỏ nhất tính đến tâm đối xứng dọc của ô tô R ?
2. Xác định vận tốc giới hạn trượt và vận tốc giới hạn lật khi ô tô quay vòng đều với bán kính R và hệ số bám ngang giữa bánh xe với mặt đường $\varphi_y = 0,7$.
3. Hãy kiểm tra khả năng ổn định ngang của ô tô, khi hệ số bám ngang giữa bánh xe với mặt đường $\varphi_y = 0,4$;

LỜI GIẢI

Bài 3.1:



Hình 3.1

1. Xác định góc giới hạn trượt.

Ô tô chuyển động với vận tốc nhỏ, bỏ qua lực cản lăn và lực cản không khí. Ô tô bắt đầu trượt dọc khi lực dọc bằng lực bám.

$$P_k = G \cdot \sin \alpha = Z \cdot \varphi \quad (3.1)$$

$$\text{Ô tô 2 cầu chủ động : } Z \varphi = G \cdot \cos \alpha \quad (3.2)$$

$$\text{Khi bắt đầu xảy ra trượt dọc: } \alpha = \alpha_{ghd} \quad (3.3)$$

$$\text{Từ (1) (2) (3) } \Rightarrow G \cdot \sin \alpha_{ghd} = G \cdot \cos \alpha_{ghd} \cdot \alpha$$

$$\Leftrightarrow \tan \alpha_{ghd} = \alpha = 0,8$$

$$\Leftrightarrow \alpha_{ght} = \arctan 0,8 = 38,66^\circ$$

2. Xác định góc giới hạn bởi lật.

Ô tô có thể bị lật đổ quanh trục tâm cầu sau khi momen lật bằng momen. Lúc đó phương trình do momen quanh tâm lật:

$$G \cdot \sin \alpha \cdot h_g = G \cos \alpha \cdot b \quad (3.4)$$

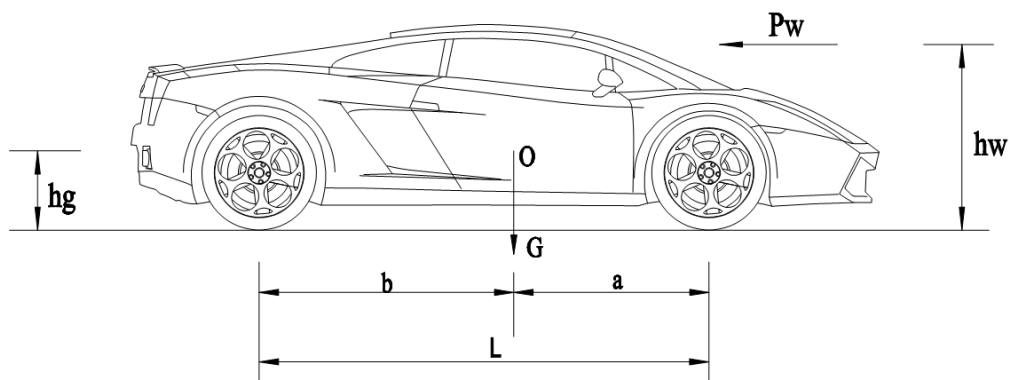
Khi bắt đầu xảy ra lật đổ: $\alpha = \alpha_{ghl}$

Lúc này : $G \cdot \sin \alpha_{ghl} \cdot h_g = G \cdot \cos \alpha_{ghl} \cdot b$

$$\Leftrightarrow \tan \alpha_{ghl} = b / h_g = L - a / h_g = 2,7 - 1,3 / 1,1 = 1,27$$

$$\Rightarrow \alpha_{ght} = \arctan(1,27) = 51,84^\circ$$

Bài 3.2:



Hình 3.2

Khi ô tô chuyển động với vận tốc lớn, ô tô có thể bị lật đổ quanh trục tâm trục cầu sau. Sự lật bắt đầu có thể xảy ra khi momen lật bằng momen chống lật và phản lực pháp tuyến ở cầu trước bằng khi $Z_1 = 0$.

$$P_w \cdot h_w = G \cdot b \quad (3.5)$$

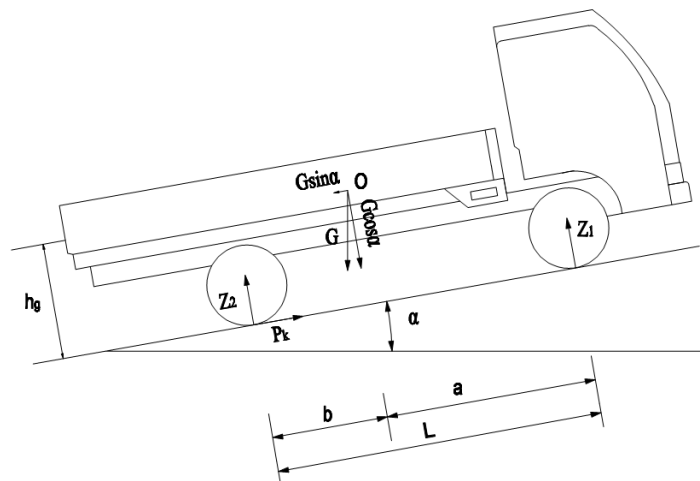
$$\Leftrightarrow kF \cdot v^2 \cdot h_w = G \cdot b$$

$$\Leftrightarrow h_w = \frac{Gb}{KFv^2} \quad (3.6)$$

Khi bắt đầu lật: $v = v_{ghl}$

$$\Rightarrow h_w = \frac{Gb}{KFv_{ghl}^2} = \frac{G(L-a)}{KFv_{ghl}^2} = \frac{1700 \cdot (2,3 - 1,2)}{0,25 \cdot 0,5 \cdot \left(\frac{700}{3,6}\right)^2} = 0,79 \text{ (m)}.$$

Bài 3.3:



Hình 3.3

1. Kiểm tra khả năng không trượt.

Điều kiện để ô tô không bị trượt dọc:

$$P_k = Z_\varphi \cdot \varphi \geq G \sin \alpha \quad (3.7)$$

Ô tô cầu sau chủ động:

$$Z_\varphi = Z_2 = \frac{G}{L} (a \cdot \cos \alpha + h_g \sin \alpha) \quad (3.8)$$

Thay (3.8) vào (3.7) ta được:

$$\begin{aligned} \frac{G}{L} (a \cos \alpha + h_g \sin \alpha) \cdot \varphi &\geq G \sin \alpha \\ \Leftrightarrow a \cdot \varphi \cdot \cos \alpha + h_g \cdot \varphi \cdot \sin \alpha &\geq L \sin \alpha \\ \Leftrightarrow \sin \alpha \cdot (L - h_g \varphi) &\leq a \cdot \varphi \cdot \cos \alpha \\ \Leftrightarrow \tan \alpha &\leq \frac{a \cdot \varphi}{L - h_g \cdot \varphi} = \frac{\frac{a}{L} \cdot \varphi}{1 - \frac{h_g}{L} \cdot \varphi} \\ \Leftrightarrow \tan \alpha &\leq \frac{0,7 \cdot 0,4}{1 - 0,5 \cdot 0,4} = 0,35 \\ \Leftrightarrow \alpha_0 &\leq \arctan(0,35) = 19,29^\circ \end{aligned}$$

Vậy $\alpha_0 = 19^\circ < 19,29^\circ \Rightarrow$ chưa xảy ra trượt. (I)

2. Kiểm tra khả năng không lật.

Hiện tượng lật bắt đầu có thể xảy ra khi momen lật và momen chống lật quanh tâm lệch cân bằng nhau.

Khi bắt đầu lật $Z_1 = 0$, góc dốc $\alpha = \alpha_{ghl}$.

Lúc đó phương trình cân bằng momen quanh tâm lật (tâm trục cầu sau).

$$G \sin \alpha_{ghl} \cdot h_g = G \cos \alpha_{ghl} \cdot b \quad (3.9)$$

$$\Leftrightarrow \tan \alpha_{ghl} = \frac{b}{h_g} = \frac{L - a}{h_g} = \frac{1 - \frac{a}{L}}{\frac{h_g}{L}} = \frac{1 - 0,7}{0,5} = 0,6$$

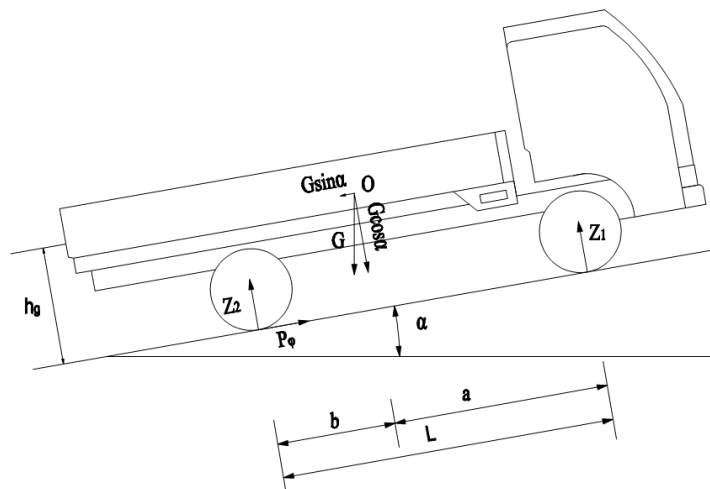
$$\Leftrightarrow \alpha_{ghl} = \arctan(0,6) = 30,96^\circ$$

Vì $\alpha = 19^\circ < \alpha_{ghl} = 30,96^\circ \Rightarrow$ không xảy ra lật đổ.

(II)

Từ (I),(II) ô tô đảm bảo chuyển động lên dốc không xảy ra trượt, lật.

Bài 3.4:



Hình 3.4a

1. Xác định giới hạn ổn định dọc khi đổi quay đầu lên dốc:

+) Ô tô có thể bị trượt dọc khi lực dọc bằng lực bám.

$$P_\varphi = Z_\varphi \cdot \varphi = G \sin \alpha \tag{3.10}$$

Phanh dừng đặt ở cầu sau:

$$Z_\varphi = Z_2 = \frac{G}{L} (a \cos \alpha + h_g \sin \alpha) \tag{3.11}$$

Khi bắt đầu xảy ra trượt: $\alpha = \alpha_{ghl}$ (3.12)

Từ (3.10);(3.11) và (3.12) \Rightarrow ô tô bị trượt khi:

$$\begin{aligned} \frac{G}{L} (a \cos \alpha_{ghl} + h_g \sin \alpha_{ghl}) \cdot \varphi &= G \sin \alpha_{ghl} \\ \Leftrightarrow a \cdot \varphi \cdot \cos \alpha_{ghl} + h_g \cdot \varphi \sin \alpha_{ghl} &= L \sin \alpha_{ghl} \\ \Leftrightarrow a \cdot \varphi \cdot \cos \alpha_{ghl} &= (L - h_g \cdot \varphi) \sin \alpha_{ghl} \\ \Leftrightarrow \tan \alpha_{ghl} &= \frac{a \cdot \varphi}{L - h_g \cdot \varphi} = \frac{a \cdot \varphi}{(a + b) - h_g \cdot \varphi} = \frac{3,7 \cdot 0,7}{(3,7 + 1,6) - 1,4 \cdot 0,7} = 0,6 \\ \Rightarrow \alpha_{ghl} &= \arctan(0,6) = 30,96^\circ \end{aligned}$$

+) Ô tô có thể bị lật dọc khi độ dốc $\alpha = \alpha_{ghl}$. Khi bắt đầu xảy ra lật $Z_1 = 0$.

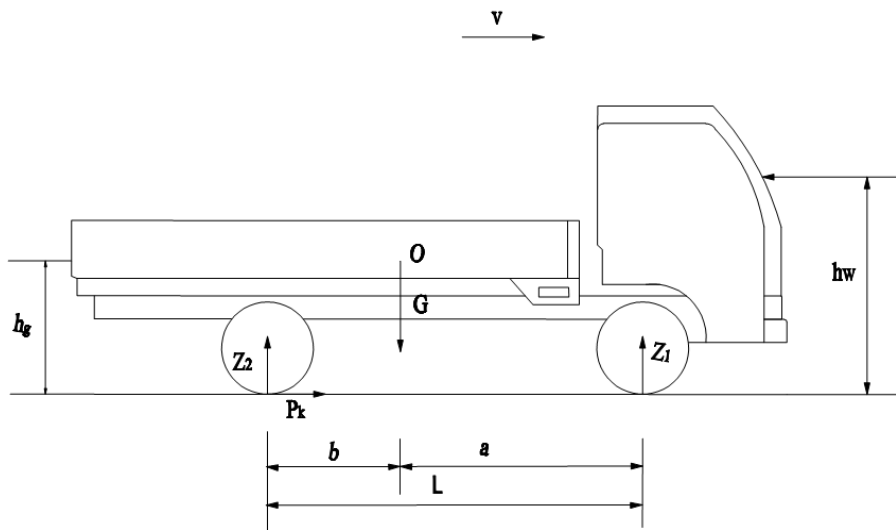
Phương trình momen quanh tâm lật (tâm trục cầu sau):

$$G \sin \alpha_{ghl} \cdot h_g = G \cos \alpha_{ghl} \cdot b \tag{3.13}$$

$$\Leftrightarrow \tan \alpha_{ghl} = \frac{b}{h_g} = \frac{1,6}{1,4} = 1,143$$

$$\Rightarrow \alpha_{ghl} = \arctan(1,143) = 48,81^\circ$$

2. Giới hạn ổn định dọc khi chuyển động trên đường thẳng.



Hình 3.4b

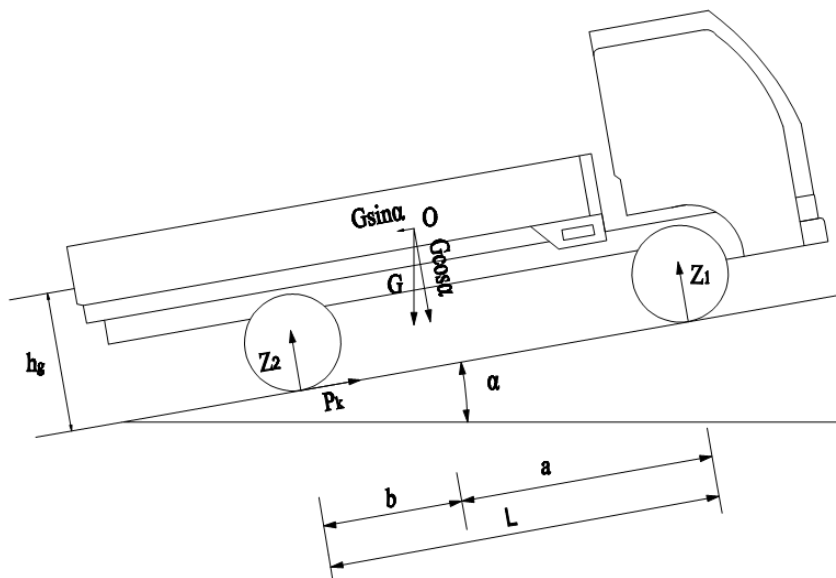
Khi chuyển động ở vận tốc cao, ô tô có thể bị lật đổ quanh tâm trục cầu sau khi $v = v_{ghl}$
 Khi đó $Z_1=0$. phương trình cân bằng momen quanh tâm lật:

$$P_w \cdot h_w = G \cdot b \quad (3.14)$$

$$\Leftrightarrow KFv_{ghl}^2 h_w = G \cdot b$$

$$\Rightarrow v_{ghl} = \sqrt{\frac{G \cdot b}{K \cdot F \cdot h_w}} = \sqrt{\frac{1700 \cdot 1,6}{0,4 \cdot 5 \cdot 1,7}} = 89,44 \text{ (m/s)} = 321,984 \text{ (km/h)}$$

Bài 3.5:



Hình 3.5

Khi ô tô lên dốc quá cao ($\alpha = \alpha_{ghl}$) ô tô có thể bị lật đổ quanh tâm trục cầu sau. Lúc này $Z_1=0$; phương trình cân bằng momen quanh tâm lật:

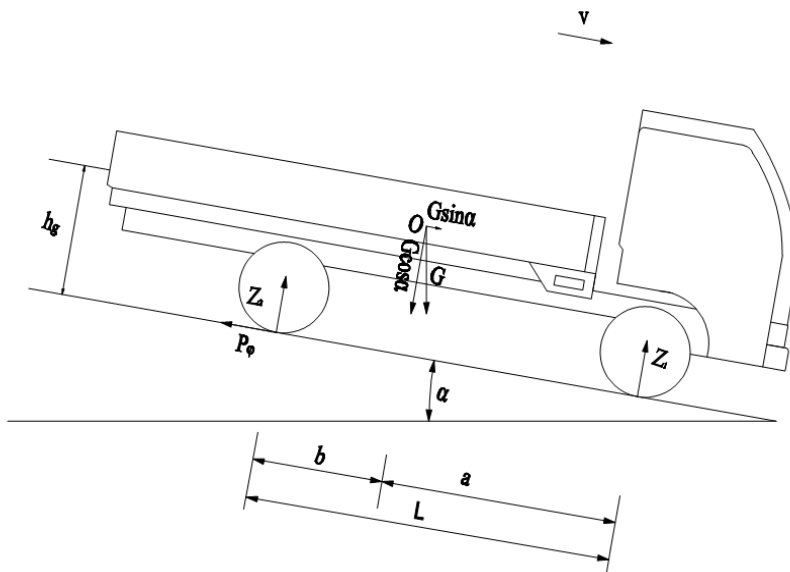
$$G \sin \alpha_{ghl} \cdot h_g = G \cos \alpha_{ghl} \cdot b \quad (3.15)$$

$$\Leftrightarrow \tan \alpha_{ghl} = \frac{b}{h_g} = \frac{0,8}{1,5} = 0,53$$

$$\Rightarrow \alpha_{ghl} = 28,07^\circ$$

Vì $\alpha = 20^\circ < \alpha_{ghl} = 28,07^\circ$ nên ô tô đảm bảo điều kiện ổn định không lật.

Bài 3.6:



Hình 3.6

1. Xác định góc giới hạn trượt:

Khi độ dốc $\alpha = \alpha_{ghl}$, sự trượt có thể bắt đầu xảy ra. Lúc này:

$$P_\varphi = Z_\varphi \cdot \varphi = G \sin \alpha \quad (3.16)$$

Ô tô cầu sau chủ động: $Z_\varphi = Z_2$

Viết phương trình momen quanh tâm trục cầu trước ta được:

$$\begin{aligned} Z_2 \cdot L &= G \cdot a \cdot \cos \alpha - G \sin \alpha \cdot h_g \\ \Rightarrow Z_2 &= \frac{G}{L} (a \cdot \cos \alpha - \sin \alpha \cdot h_g) \end{aligned} \quad (3.17)$$

Thay (3.17) vào (3.16) với $\alpha = \alpha_{ghl}$:

$$G \sin \alpha_{ghl} = \frac{G}{L} (a \cdot \cos \alpha_{ghl} - \sin \alpha_{ghl} \cdot h_g) \cdot \varphi \quad (3.18)$$

$$\Leftrightarrow a \cdot \cos \alpha_{ghl} \cdot \varphi - \varphi \cdot \sin \alpha_{ghl} \cdot h_g = L \cdot \sin \alpha_{ghl}$$

$$\Leftrightarrow \tan \alpha_{ghl} = \frac{a \cdot \varphi}{L + h_g \cdot \varphi} = \frac{1,5 \cdot 0,75}{3,2 + 1,2 \cdot 0,75} = 0,274$$

$$\Rightarrow \alpha_{ghl} = \arctan(0,271) = 15,34^\circ$$

2. Xác định góc giới hạn lật:

Khi góc α lớn $\alpha = \alpha_{ghl}$, ô tô có thể bị lật quanh tâm trục cầu trước. Lúc bắt đầu lật:

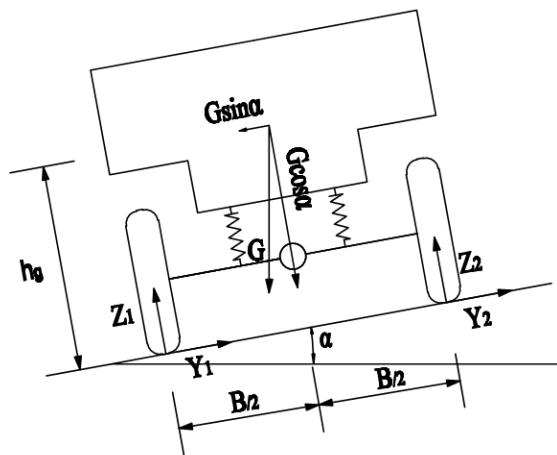
$Z_2 = 0$. Momen cân bằng quanh tâm lật là:

$$G \sin \alpha_{ghl} \cdot h_g = G \cos \alpha_{ghl} \cdot a \quad (3.19)$$

$$\Leftrightarrow \tan \alpha_{ghl} = \frac{a}{h_g} = \frac{1,5}{1,2} = 1,25$$

$$\Rightarrow \alpha_{ghl} = \arctan(1,25) = 51,34^\circ$$

Bài 3.7:



Hình 3.7

1. Xác định giới hạn trượt.

Khi góc nghiêng ngang $\alpha = \alpha_{ghl}$, ô tô có thể bị trượt ngang khi đó:

$$G \sin \alpha_{ghl} = Y_1 + Y_2 = G \cdot \cos \alpha_{ghl} \cdot \varphi_y \quad (3.20)$$

$$\Rightarrow \tan \alpha_{ghl} = \varphi_y = 0,7$$

$$\Rightarrow \alpha_{ghl} = \arctan(0,7) = 34,99^\circ$$

2. Xác định giới hạn lật ngang:

Khi góc nghiêng ngang $\alpha = \alpha_{ghl}$, ô tô có thể bị lật ngang quanh điểm A. Khi bắt đầu bị lật ngang $Z_2 = 0$. Phương trình cân bằng momen quanh tâm lật:

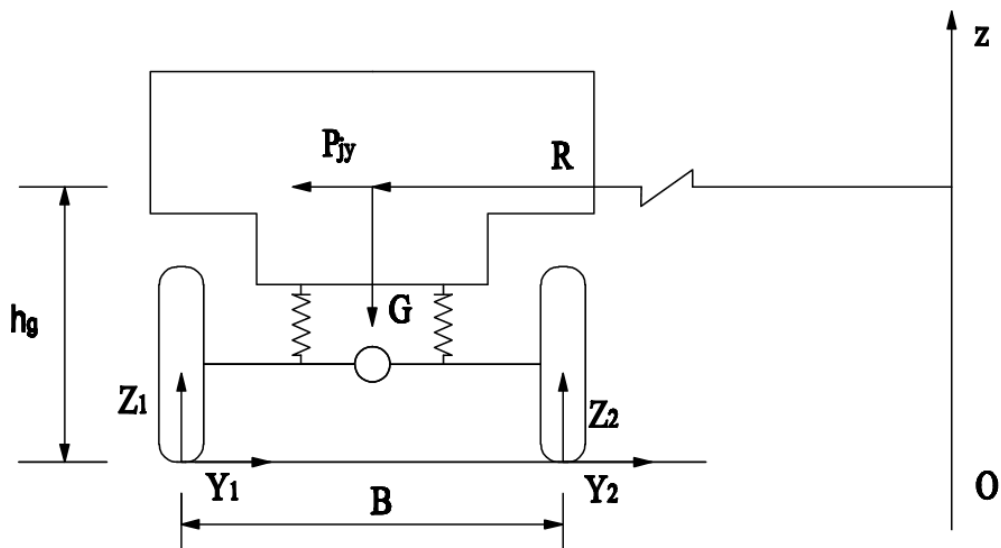
$$G \sin \alpha_{ghl} \cdot h_g = G \cos \alpha_{ghl} \cdot \frac{B}{2} \quad (3.21)$$

$$\Rightarrow \tan \alpha_{ghl} = \frac{B}{2h_g} = \frac{1,7}{2 \cdot 1,1} = 0,77$$

$$\Rightarrow \alpha_{ghl} = \arctan(0,77) = 37,69^\circ$$

Bài 3.8:

1. Giới hạn ổn định khi quay vòng trên đường bằng.



Hình 3.8a

+) Khi quay vòng ở tốc độ cao, $v = v_{ghl}$, do lực quán tính lớn, ô tô có thể bị lật ngang quanh tâm A. Khi bắt đầu lật $Z_t=0$. phương trình cân bằng momen quanh tâm lật:

$$P_{jy} \cdot h_g = G \cdot \frac{B}{2} \quad (3.22)$$

$$\Leftrightarrow \frac{G \cdot v_{ghl}^2}{g \cdot R} \cdot h_g = G \cdot \frac{B}{2}$$

$$\Rightarrow v_{ghl} = \sqrt{\frac{B \cdot g \cdot R}{2h_g}} = \sqrt{\frac{1,8 \cdot 9,81 \cdot 10}{2 \cdot 1}} = 9,40(\text{m/s}) = 33,84(\text{km/h})$$

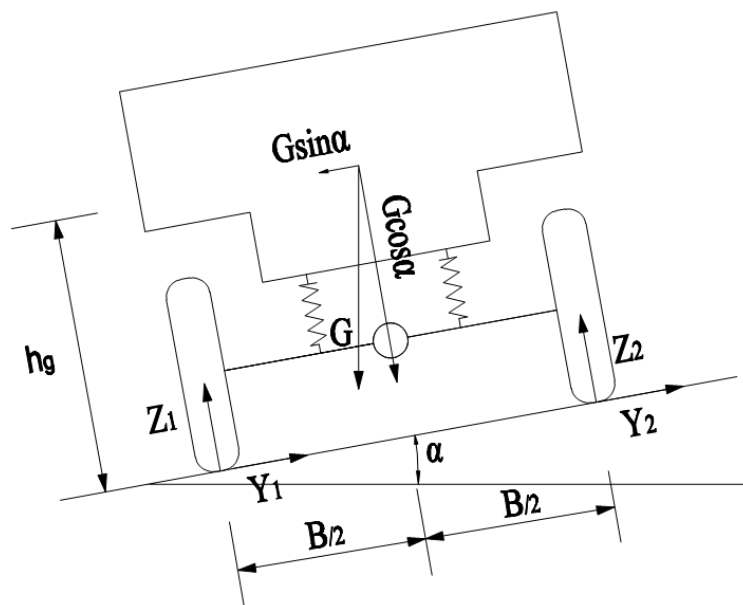
+) Khi ô tô quay vòng nếu $v = v_{ght}$, ô tô có thể bị trượt ngang do lực quán tính. Khi đó:

$$P_{jy} = P_{\varphi y} \quad (3.23)$$

$$\Leftrightarrow \frac{G \cdot v_{ght}^2}{g \cdot R} = G \cdot \varphi_y$$

$$\Rightarrow v_{ght} = \sqrt{g \cdot R \cdot \varphi_y} = \sqrt{9,81 \cdot 10 \cdot 0,6} = 7,67(\text{m/s}) = 27,612(\text{km/h})$$

2. Xác định giới hạn ổn định khi chuyển động thẳng trên đường nghiêng ngang.



Hình 3.8b

a) Xác định giới hạn trượt.

Khi góc nghiêng ngang $\alpha = \alpha_{ght}$, ô tô có thể bị trượt ngang khi đó:

$$G \sin \alpha_{ght} = Y_1 + Y_2 = G \cos \alpha_{ght} \cdot \varphi_y \quad (3.24)$$

$$\Rightarrow \tan \alpha_{ght} = \varphi_y = 0,6$$

$$\Rightarrow \alpha_{ght} = \arctan(0,6) = 30,96^\circ$$

b) Xác định giới hạn lật ngang:

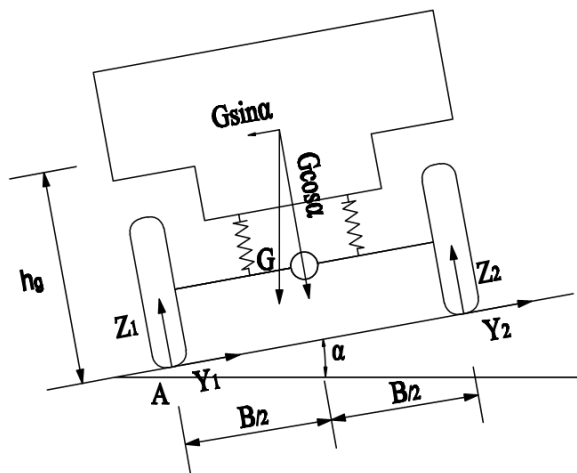
Khi góc nghiêng ngang $\alpha = \alpha_{ghl}$, ô tô có thể bị lật ngang quanh điểm A. Khi bắt đầu bị lật ngang $Z_2 = 0$. Phương trình cân bằng momen quanh tâm lật:

$$G \cdot \sin \alpha_{ghl} \cdot h_g = G \cos \alpha_{ghl} \cdot \frac{B}{2} \quad (3.25)$$

$$\Rightarrow \tan \alpha_{ghl} = \frac{B}{2h_g} = \frac{1,8}{2 \cdot 2,1} = 0,9$$

$$\Rightarrow \alpha_{ghl} = \arctan(0,9) = 41,99^\circ$$

Bài 3.9:



Hình 3.9

1. Kiểm tra điều kiện không trượt.

Khi $\alpha = \alpha_{ght}$, ô tô có thể bị trượt ngang, lúc đó lực ngang bằng lực bám ngang:

$$G \cdot \sin \alpha_{ght} = P_{\phi y} \quad (3.26)$$

$$\Leftrightarrow G \cdot \sin \alpha_{ght} = G \cos \alpha_{ght} \cdot \phi_y$$

$$\Leftrightarrow \tan \alpha_{ght} = \phi_y = 0,6$$

$$\Rightarrow \alpha_{ght} = \arctan(0,6) = 30,96^\circ$$

Vì $25^\circ < \alpha_{ght} = 30,96^\circ \Rightarrow$ ô tô không xảy ra trượt.

2. Kiểm tra điều kiện không lật.

Khi $\alpha = \alpha_{ghl}$, ô tô có thể bị lật ngang quanh tâm, khi bắt đầu lật $Z_2=0$. Phương trình cân bằng momen quanh tâm lật:

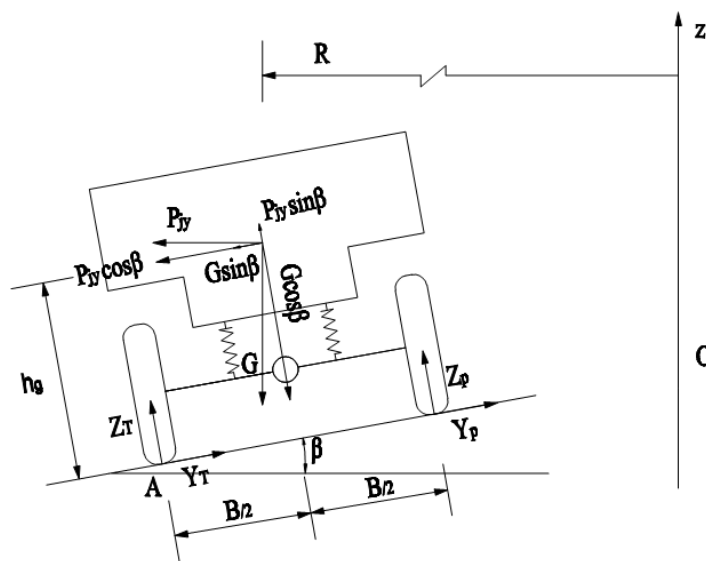
$$G \cdot \sin \alpha_{ghl} \cdot h_g = G \cos \alpha_{ghl} \cdot \frac{B}{2} \quad (3.27)$$

$$\Rightarrow \tan \alpha_{ghl} = \frac{B}{2h_g} = \frac{1,755}{2 \cdot 0,9} = 0,975$$

$$\Rightarrow \alpha_{ghl} = \arctan(0,975) = 44,27^\circ$$

Vì $\alpha = 25^\circ < \alpha_{ghl} = 44,27^\circ \Rightarrow$ ô tô không xảy ra lật.

Bài 3.10:



Hình 3.10

Phần 1.

1. Xác định tốc độ giới hạn lật.

Ô tô có thể bị lật đổ khi $Z_n=0$.

$$\sum M_A = 0$$

$$\Leftrightarrow (G \sin \beta + P_{jy} \cos \beta) \cdot h_g + P_{jy} \sin \beta \cdot \frac{B}{2} - G \cos \beta \cdot \frac{B}{2} + Z_p \cdot B = 0 \quad (3.28)$$

$$\Rightarrow G \sin \beta \cdot h_g - G \cos \beta \cdot \frac{B}{2} + P_{jy} \cos \beta \cdot h_g + P_{jy} \sin \beta \cdot \frac{B}{2} = 0$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow P_{jy}(\cos \beta \cdot h_g + \sin \beta \cdot \frac{B}{2}) &= G \cos \beta \cdot \frac{B}{2} - G \sin \beta \cdot h_g \\ \Rightarrow P_{jy} &= \frac{G \cos \beta \cdot \frac{B}{2} - G \sin \beta \cdot h_g}{\cos \beta \cdot h_g + \sin \beta \cdot \frac{B}{2}} = \frac{G \left(\frac{B}{2} - \tan \beta \cdot h_g \right)}{h_g + \tan \beta \cdot \frac{B}{2}} \\ \Leftrightarrow \frac{G v_{ghl}^2}{g \cdot R} &= \frac{G \left(\frac{B}{2} - \tan \beta \cdot h_g \right)}{h_g + \tan \beta \cdot \frac{B}{2}} \\ \Leftrightarrow v_{ghl} &= \sqrt{\frac{B - 2h_g \tan \beta}{2h_g + \beta \tan \beta} \cdot g \cdot R} = \sqrt{\frac{1,8 - 2 \cdot 1,1 \tan 12^\circ}{2 \cdot 1,1 + 1,8 \tan 12^\circ} \cdot 9,81 \cdot 60} = 17,42(\text{m}). \end{aligned}$$

2. Tốc độ giới hạn trượt ngang:

Ô tô có thể bị trượt ngang khi tổng thành phần lực ngang đạt giới hạn cho phép.

$$P_{jy} \cdot \cos \beta + G \sin \beta = \varphi (G \cos \beta - P_{jy} \sin \beta) \quad (3.29)$$

$$\Leftrightarrow P_{jy}(\cos \beta + \varphi \sin \beta) = \varphi G \cos \beta - G \sin \beta$$

$$\Leftrightarrow P_{jy} = \frac{G \varphi \cos \beta - G \sin \beta}{\cos \beta + \varphi \sin \beta}$$

$$\Leftrightarrow \frac{G \cdot v_{ght}^2}{g \cdot R} = \frac{G \varphi \cos \beta - G \sin \beta}{\cos \beta + \varphi \sin \beta}$$

$$\Rightarrow v_{ght} = \sqrt{\frac{\varphi - \tan \beta}{1 + \varphi \tan \beta} \cdot g \cdot R} = \sqrt{\frac{0,7 - \tan 12^\circ}{1 + 0,7 \tan 12^\circ} \cdot 9,81 \cdot 60} = 15,795(\text{m/s})$$

Phần 2

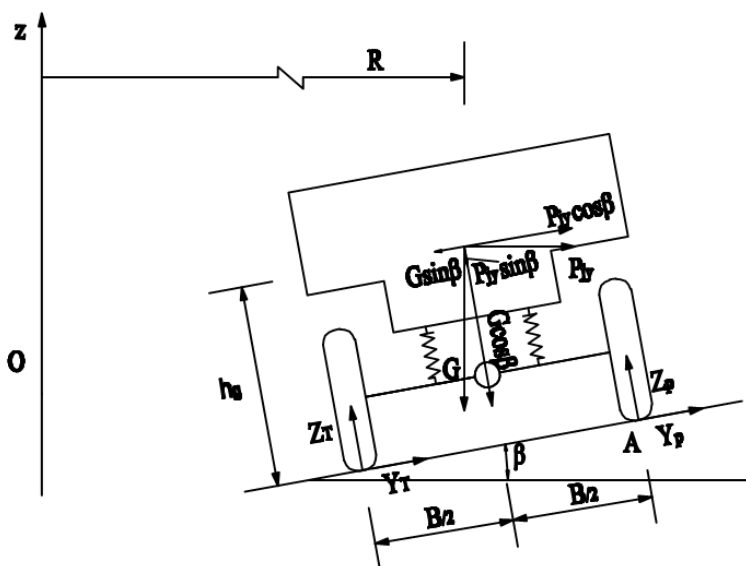
Khi $\varphi = 0,85$ thì vận tốc giới hạn trượt ngang:

$$v_{ght} = \sqrt{\frac{\varphi - \tan \beta}{1 + \varphi \tan \beta} \cdot g \cdot R} = \sqrt{\frac{0,85 - \tan 12^\circ}{1 + 0,85 \tan 12^\circ} \cdot 9,81 \cdot 60} = 17,83(\text{m/s})$$

$V_{ght} > v_{ght} \Rightarrow$ ô tô không đảm bảo ổn định ngang khi quay vòng trên đường nghiêng.

Bài 3.11:

1. Sơ đồ các lực tác dụng lên ô tô:



Hình 3.11

2. Tốc độ giới hạn lật.

Ô tô có thể bị lật ngang quanh điểm A khi phản lực tác dụng lên các bánh xe bên trong $Z_T=0$:

$$Z_T = \frac{1}{2} (G \cos \beta + P_{jy} \sin \beta) - \frac{h_g}{B} (P_{jy} \cos \beta - G \sin \beta) = 0 \quad (3.30)$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{2} G \cos \beta + \frac{h_g}{B} G \sin \beta = \frac{h_g}{B} P_{jy} \cos \beta - \frac{1}{2} P_{jy} \sin \beta$$

$$\Leftrightarrow G \left(\frac{1}{2} \cos \beta + \frac{h_g}{B} \sin \beta \right) = \frac{G v_{ghl}^2}{g \cdot R} \left(\frac{h_g}{B} \cos \beta - \frac{1}{2} \sin \beta \right)$$

$$\Leftrightarrow B = 2h_g \tan \beta = \frac{v_{ghl}^2}{g \cdot R} (2h_g - B \cdot \tan \beta)$$

$$\Leftrightarrow v_{ghl} = \sqrt{\frac{B + 2h_g \tan \beta}{2h_g - B \tan \beta} \cdot g \cdot R} = \sqrt{\frac{1,7 + 2 \cdot 1,0 \cdot \tan 10^\circ}{2 \cdot 1,0 - 1,7 \cdot \tan 10^\circ} \cdot 9,81 \cdot 55} = 25,522 \text{ (m/s)}$$

3. Tốc độ giới hạn trượt.

Ô tô có thể bị trượt ngang khi tổng các thành phần lực ngang đạt tới giá trị giới hạn bám cho phép :

$$P_{jy} \cos \beta - G \sin \beta = \varphi (G \cos \beta - P_{jy} \sin \beta) \quad (3.31)$$

$$\Leftrightarrow P_{jy} \cos \beta + \varphi \cdot P_{jy} \sin \beta = \varphi G \cos \beta + G \sin \beta$$

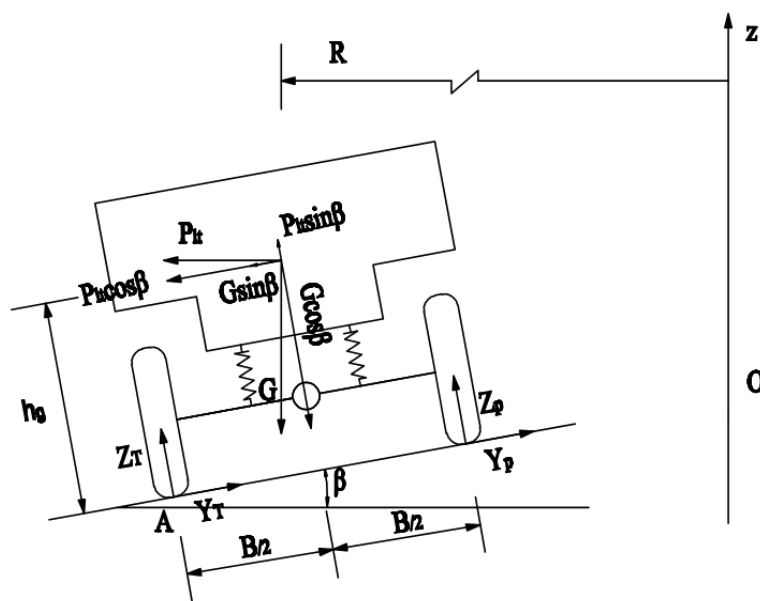
$$\Leftrightarrow \frac{G \cdot v_{ght}^2}{g \cdot R} (\cos \beta + \varphi \sin \beta) = G (\varphi \cos \beta + \sin \beta)$$

$$\Leftrightarrow \frac{v_{ght}^2}{g \cdot R} (1 - \varphi \tan \beta) = \varphi + \tan \beta$$

Vận tốc giới hạn trượt ngang:

$$v_{ght} = \sqrt{\frac{\varphi + \tan \beta}{1 - \varphi \tan \beta} g \cdot R} = \sqrt{\frac{0,7 + \tan 10^\circ}{1 - 0,7 \tan 10^\circ} \cdot 9,081 \cdot 55} = 23,225 \text{ (m/s)}$$

Bài 3.12:



Hình 3.12

Phần 1.

1. Tốc độ giới hạn lật:

Ô tô có thể bị lật quanh điểm A khi phản lực pháp tuyến tác dụng lên bánh xe bên phải bằng không: $Z_p = 0$

$$\sum M_A = 0 \Leftrightarrow (G \cdot \sin \beta + P_{lt} \cos \beta) \cdot h_g + P_{lt} \cdot \sin \beta \cdot \frac{B}{2} - G \cos \beta \cdot \frac{B}{2} + Z_p \cdot B = 0 \quad (3.32)$$

$$\Rightarrow G \sin \beta \cdot h_g - G \cos \beta \cdot \frac{B}{2} + h_g \cdot P_{lt} \cdot \cos \beta + \frac{B}{2} P_{lt} \cdot \sin \beta = 0$$

$$\Rightarrow P_{lt} \left(h_g \cdot \cos \beta + \frac{B}{2} \sin \beta \right) = G \cos \beta \cdot \frac{B}{2} - G \sin \beta \cdot h_g$$

$$\Rightarrow P_{lt} = \frac{G \cos \beta \cdot \frac{B}{2} - G \sin \beta \cdot h_g}{h_g \cdot \cos \beta + \frac{B}{2} \sin \beta} = \frac{G \left(\frac{B}{2} - \tan \beta \cdot h_g \right)}{h_g + \frac{B}{2} \tan \beta}$$

$$\Leftrightarrow \frac{G \cdot v_{ght}^2}{g \cdot R} = \frac{G \left(\frac{B}{2} - \tan \beta \cdot h_g \right)}{h_g \cdot \frac{B}{2} \cdot \tan \beta} \Leftrightarrow v_{ght} = \sqrt{\frac{(B - 2 \cdot h_g \cdot \tan \beta)}{2 \cdot h_g + B \tan \beta}} \cdot g \cdot R$$

$$\Rightarrow v_{ght} = \sqrt{\frac{1,8 - 2,1 \cdot 1 \cdot \tan 12^\circ}{2,1 \cdot 1 \cdot \tan 12^\circ}} \cdot 9,81 \cdot 60 = 17,42 \text{ (m/s)}$$

2. Tốc độ giới hạn trượt ngang:

Ô tô có thể bị trượt ngang khi tổng thành phần lực ngang đạt tới giới hạn bám cho phép:

$$P_{lt} \cdot \cos \beta + G \sin \beta = \varphi (G \cos \beta - P_{lt} \sin \beta) \quad (3.33)$$

$$\Rightarrow P_{lt} \cdot (\cos \beta + \varphi \sin \beta) = \varphi \cdot G \cos \beta - G \sin \beta$$

$$\Rightarrow P_{lt} = \frac{\varphi \cdot G \cos \beta - G \sin \beta}{\cos \beta + \varphi \sin \beta} \Leftrightarrow \frac{G v_{ght}^2}{g \cdot R} = \frac{\varphi \cdot G \cos \beta - G \sin \beta}{\cos \beta + \varphi \sin \beta}$$

$$\Rightarrow v_{ght} = \sqrt{\frac{\varphi - \tan \beta}{1 + \varphi \tan \beta} \cdot g + R} = \sqrt{\frac{0,7 - \tan 12^\circ}{1 + 0,7 \tan 12^\circ} \cdot 9,81 \cdot 60} = 15,795 \text{ (m/s)}$$

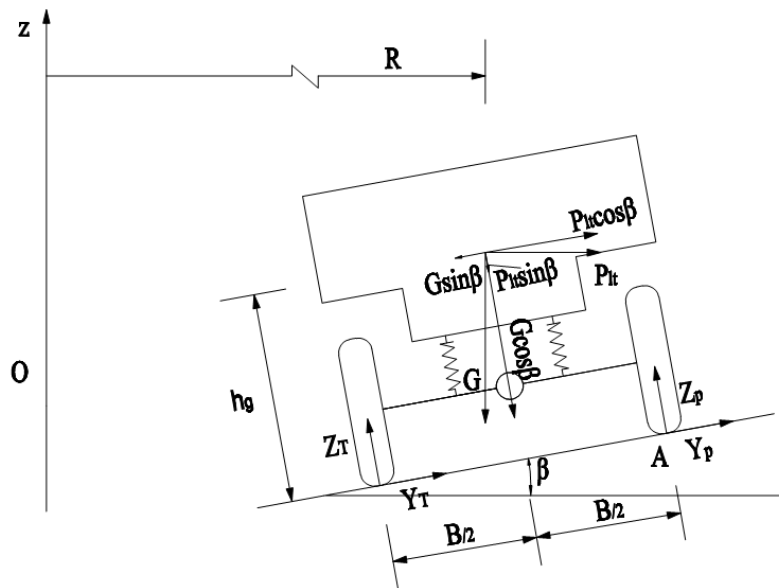
Phần 2:

Khi $\varphi=0,8$ thì vận tốc giới hạn trượt ngang:

$$v_{ghl} = \sqrt{\frac{\varphi - \tan \beta}{1 + \varphi \tan \beta} \cdot gR} = \sqrt{\frac{0,8 - \tan 12^\circ}{1 + 0,8 \tan 12^\circ} \cdot 9,81 \cdot 60} = 17,19063 \text{ (m/s)}$$

Do $v_{ght} < v_{ghl}$ nên ô tô đảm bảo ổn định ngang khi quay vòng trên đường nghiêng.

Bài 3.13:



Hình 3.13

1. Xác định góc nghiêng cần thiết để quay vòng không trượt.

Do lực li tâm khi quay vòng ô tô có thể trượt ngang theo phương hướng về đỉnh dốc. Để hiện tượng không xảy ra thì:

$$P_{lt} \cdot \cos \beta - G \sin \beta \leq Y_t + Y_p = (G \cdot \cos \beta = P_{lt} \cdot \sin \beta) \varphi_y \quad (3.34)$$

$$\Leftrightarrow (P_{lt} \cdot \cos \beta - G \sin \beta) \leq G \cdot \varphi_y \cdot \cos \beta = P_{lt} \cdot \varphi_y \cdot \sin \beta$$

$$\Leftrightarrow (P_{lt} - G \cdot \varphi_y) \cos \beta \leq (G + P_{lt} \cdot \varphi_y) \sin \beta$$

$$\Leftrightarrow \tan \beta \geq \frac{P_{lt} - G \cdot \varphi_y}{G + P_{lt} \cdot \varphi_y} = \frac{\frac{Gv^2}{Rg} - G\varphi_y}{G + \frac{Gv^2}{Rg} \cdot \varphi_y}$$

$$\Leftrightarrow \tan \beta \geq \frac{\frac{v^2}{Rg} - \varphi_y}{1 + \frac{v^2}{Rg} \cdot \varphi_y} = \frac{\frac{15^2}{30 \cdot 9,81} - 0,6}{1 + \frac{15^2}{30 \cdot 9,81} \cdot 0,6} = 0,1128$$

$$\Rightarrow \beta \geq 6,435^\circ$$

2. Điều kiện quay vòng không lật.

Khi quay vòng, do vòng li tâm, ô tô có thể bị lật ngang quanh điểm A. Để không xảy ra lật ngang thì:

$$(P_{lt} \cdot \cos\beta - G \sin\beta) h_g + Z_t \cdot B \leq (G \cdot \cos\beta + P_{lt} \cdot \sin\beta) \frac{B}{2} \quad (3.35)$$

Xét tại thời điểm bắt đầu xảy ra hiện tượng lật: $Z_t = 0$

$$\Rightarrow (P_{lt} \cdot \cos\beta - G \sin\beta) h_g \leq (G \cdot \cos\beta + P_{lt} \cdot \sin\beta) \frac{B}{2}$$

$$\Leftrightarrow P_{lt} \cdot h_g \cdot \cos\beta - G \cdot h_g \cdot \sin\beta \leq G \cdot \frac{B}{2} \cdot \cos\beta + P_{lt} \cdot \frac{B}{2} \sin\beta$$

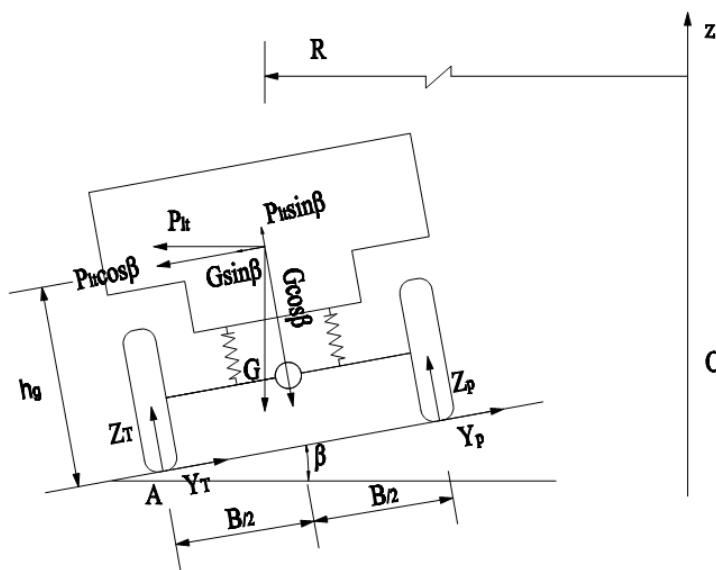
$$\Leftrightarrow (P_{lt} \cdot h_g - G \cdot \frac{B}{2}) \cos\beta \leq (G \cdot h_g + P_{lt} \cdot \frac{B}{2}) \sin\beta$$

$$\Leftrightarrow \tan\beta \geq \frac{P_{lt} \cdot h_g - \frac{B}{2}}{G \cdot h_g + P_{lt} \cdot \frac{B}{2}} = \frac{15^2}{30,9,81} \cdot 1,2 - \frac{1,640}{2}}{1,2 + \frac{15^2}{30,9,81} \cdot \frac{1,640}{2}} = 0,0533$$

$$\Leftrightarrow \beta_L \geq 3,035^\circ$$

Vậy góc nghiêng cần thiết của đường là $\beta \geq 6,435^\circ$

Bài 3.14.



Hình 3.14

1. Tốc độ giới hạn trượt ngang:

Ô tô có thể bị trượt ngang khi tổng thành phần lực ngang đạt tới giới hạn bám cho phép:

$$P_{lt} \cdot \cos\beta + G \cdot \sin\beta = (G \cdot \cos\beta - P_{lt} \cdot \sin\beta) \cdot \varphi_y \quad (3.36)$$

$$\Leftrightarrow P_{lt} \cdot \cos\beta + G \sin\beta = G \cdot \varphi_y \cdot \cos\beta - P_{lt} \cdot \varphi_y \cdot \sin\beta$$

$$\Leftrightarrow P_{lt} = \frac{G \varphi_y \cdot \cos\beta - G \sin\beta}{\cos\beta + \varphi_y \cdot \sin\beta}$$

$$\Leftrightarrow \frac{v_{gh}^2 G}{g \cdot R} = \frac{G \varphi_y \cdot \cos\beta - G \sin\beta}{\cos\beta + \varphi_y \cdot \sin\beta}$$

$$\Leftrightarrow v_{ght} = \sqrt{\frac{\varphi_y \cdot \cos \beta - \sin \beta}{\cos \beta + \varphi_y \cdot \sin \beta}} \cdot gR$$

$$= \sqrt{\frac{\varphi_y - \tan \beta}{1 + \varphi_y \cdot \tan \beta}} \cdot gR = \sqrt{\frac{0,7 - \tan 3^\circ}{1 + 0,7 \cdot \tan 3^\circ}} \cdot 9,81 \cdot 20 = 11,07 \text{ (m/s)}$$

2. Tốc độ giới hạn lật ngang:

Ô tô có thể lật ngang quanh điểm A khi phản lực tiếp tuyến tác dụng lên bánh xe bên phải bằng không tức là $Z_p=0$

$$\sum M_A = 0 \Leftrightarrow (G \cdot \sin \beta + P_{lt} \cdot \cos \beta) \cdot h_g + P_{lt} \cdot \sin \beta \cdot \frac{B}{2} - G \cos \beta \cdot h_g + Z_p \cdot B = 0 \quad (3.37)$$

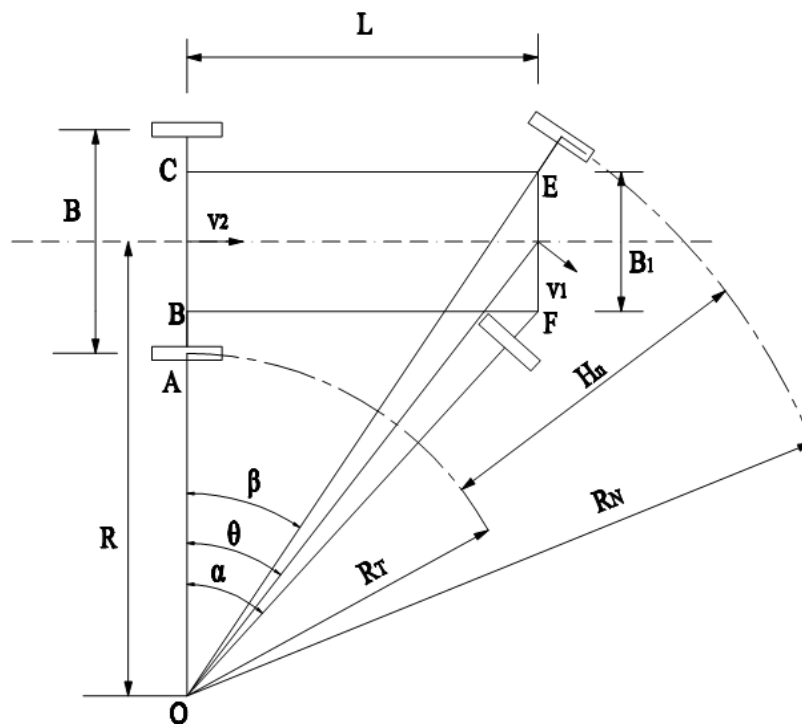
$$\Rightarrow P_{lt} \left(h_g \cdot \cos \beta + \frac{B}{2} \cdot \sin \beta \right) = G \frac{B}{2} \cos \beta - G \sin \beta \cdot h_g$$

$$\Rightarrow P_{lt} = \frac{G \left(\frac{B}{2} \cdot \cos \beta - \sin \beta \cdot h_g \right)}{h_g \cdot \cos \beta + \frac{B}{2} \sin \beta}$$

$$\Leftrightarrow \frac{v_{ghl}^2 G}{R \cdot g} = \frac{G \cdot \left(\frac{B}{2} - \tan \beta \cdot h_g \right)}{h_g + \frac{B}{2} \cdot \tan \beta}$$

$$\Rightarrow v_{ghl} = \sqrt{\frac{\frac{B}{2} - \tan \beta \cdot h_g}{h_g + \frac{B}{2} \tan \beta}} \cdot R \cdot g = \sqrt{\frac{\frac{1,8}{2} - \tan 3^\circ \cdot 1,2}{1,2 + \frac{1,8}{2} \tan 3^\circ}} \cdot 9,81 \cdot 2 = 11,476 \text{ (m/s)}$$

Bài 3.15:



Hình 3.15

1. Hành lang quay vòng của ô tô:

$$H_N = R_N - R_T \quad (3.38)$$

Trong đó: R_N , R_T là bán kính quay vòng giới hạn phía ngoài và phía trong của ô tô.

Bán kính quay vòng nhỏ nhất tính đến tâm trục dọc của ô tô:

$$R = OB + BD = \frac{L}{\tan \alpha} + \frac{B_1}{2} = \frac{2,49}{\tan 30^\circ} + \frac{1,55}{2} = 5,0878 \text{ (m)}.$$

Bán kính quay vòng giới hạn phía trong của ô tô:

$$R_T = OB - c$$

Trong đó: $c = AB = \frac{B - B_1}{2} = \frac{2,155 - 1,55}{2} = 0,3025 \text{ (m)}.$

$$R_T = \frac{2,49}{\tan 30^\circ} - 0,3025 = 4,0103 \text{ (m)}.$$

Bán kính quay vòng giới hạn phía ngoài của ô tô:

$$R_N = OE + c$$

Trong đó: $OE = \sqrt{L^2 + OC^2} = \sqrt{L^2 + (OB + B_1)^2} = \sqrt{2,49^2 + (4,3128 + 1,55)^2} = 6,37 \text{ (m)}.$

$$\Rightarrow R_N = OE + c = 6,37 + 0,3025 = 6,6725 \text{ (m)}.$$

Thay các giá trị R_N , R_T vào (3.38) \Rightarrow Hành lang quay vòng của ô tô:

$$H_N = 6,6725 - 4,0103 = 2,6618 \text{ (m)}.$$

2. Góc quay vòng không trượt:

Từ sơ đồ hình 3.15 ta có thể viết được phương trình xác định điều kiện quay vòng không trượt:

$$\cotan \beta - \cotan \alpha = \frac{B_1}{L} \Rightarrow \cotan \beta = \frac{B_1}{L} + \cotan \alpha$$

$$\cotan \beta = \frac{1,55}{2,49} + \cotan 30^\circ = 2,3545 \Rightarrow \beta = \text{arccotan}(2,3545) = 23^\circ.$$

Bài 3.16:

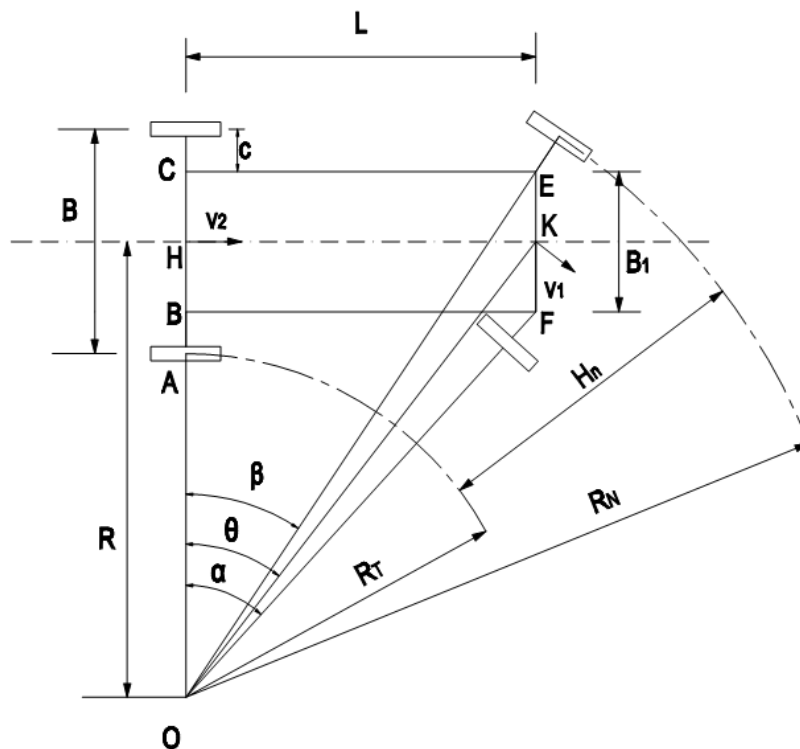
Trong đó: $OE = \frac{L}{\sin \beta} = \frac{2,52}{\sin 20^\circ} = 7,368 \text{ (m)}$.

$\Rightarrow R_N = 7,368 + 0,21 = 7,578 \text{ (m)}$.

Thay các giá trị R_N , R_T vào (3.41) \Rightarrow Hành lang quay vòng của ô tô:

$H_n = 7,578 - 5,708 = 1,87 \text{ (m)}$.

Bài 3.17:



Hình 3.17

Trên sơ đồ hình 3.17 ta có:

Bán kính quay vòng nhỏ nhất tính đến trục đối xứng dọc của ô tô:

$$R = OB + \frac{B_1}{2}$$

Trong đó: $OB = \frac{L}{\tan \alpha} = \frac{2,49}{\tan 28^\circ} = 4,683 \text{ (m)}$.

$\Rightarrow R = 4,683 + \frac{1,435}{2} = 5,4 \text{ (m)}$.

Bán kính quay vòng tính đến bánh xe dẫn hướng phía trong của ô tô:

$$R_T = OB - c$$

Trong đó: $c = AB = \frac{B - B_1}{2} = \frac{1,935 - 1,435}{2} = 0,25 \text{ (m)}$.

$\Rightarrow R_T = 4,683 - 0,25 = 4,433 \text{ (m)}$.

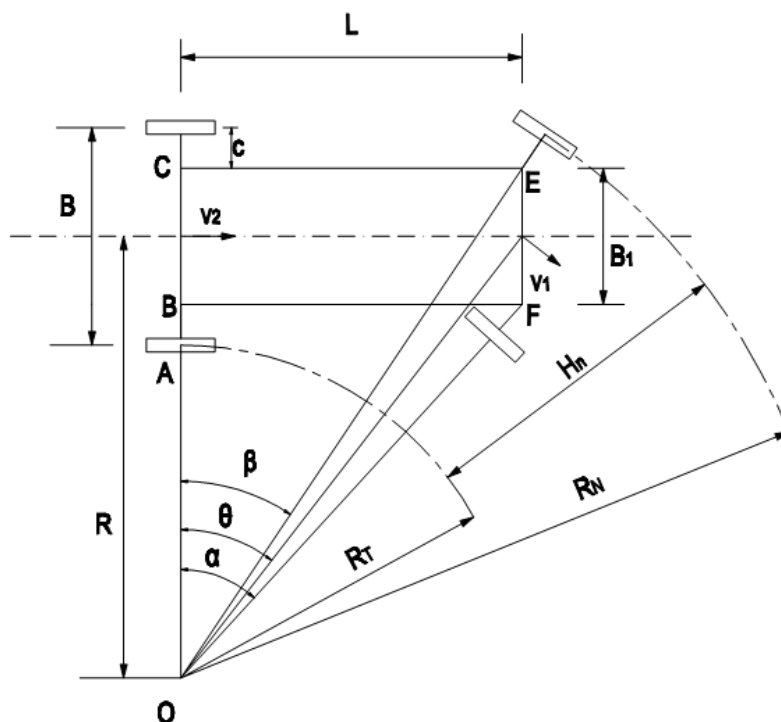
Bán kính quay vòng tính đến bánh xe dẫn hướng phía ngoài của ô tô:

$$R_N = OE + c$$

Trong đó: $OE = \sqrt{L^2 + OC^2} = \sqrt{L^2 + (OB + B_1)^2} = \sqrt{2,49^2 + (4,683 + 1,435)^2} = 6,605 \text{ (m)}$.

$\Rightarrow R_N = 6,605 + 0,25 = 6,855 \text{ (m)}$.

Bài 3.18:



Hình 3.18

1. Hành lang quay vòng của ô tô: (thiếu)

Khoảng cách giữa hai tâm trụ đứng:

$$B_1 = B - 2.c = 1,76 - 2.0,21 = 1,34 \text{ (m)}.$$

Hành lang quay vòng của ô tô:

$$H_N = R_N - R_T \tag{3.42}$$

Trong đó: R_N, R_T là bán kính quay vòng giới hạn phía ngoài và phía trong của ô tô.

Bán kính quay vòng giới hạn phía trong của ô tô:

$$R_T = OB - c$$

Trong đó: $OB = \frac{L}{\tan \alpha} = \frac{2,7}{\tan 29^\circ} = 4,871 \text{ (m)}.$

$$\Rightarrow R_T = 4,871 - 0,21 = 4,661 \text{ (m)}.$$

Bán kính quay vòng giới hạn phía ngoài của ô tô:

$$R_N = OE + c$$

Trong đó: $OE = \sqrt{L^2 + OC^2} = \sqrt{L^2 + (OB + B_1)^2} = \sqrt{2,7^2 + (4,871 + 1,34)^2} = 6,77 \text{ (m)}.$

$$\Rightarrow R_N = OE + c = 6,77 + 0,21 = 6,98 \text{ (m)}.$$

Thay các giá trị R_N, R_T vào (3.42) \Rightarrow Hành lang quay vòng của ô tô:

$$H_N = 6,98 - 4,661 = 2,319 \text{ (m)}.$$

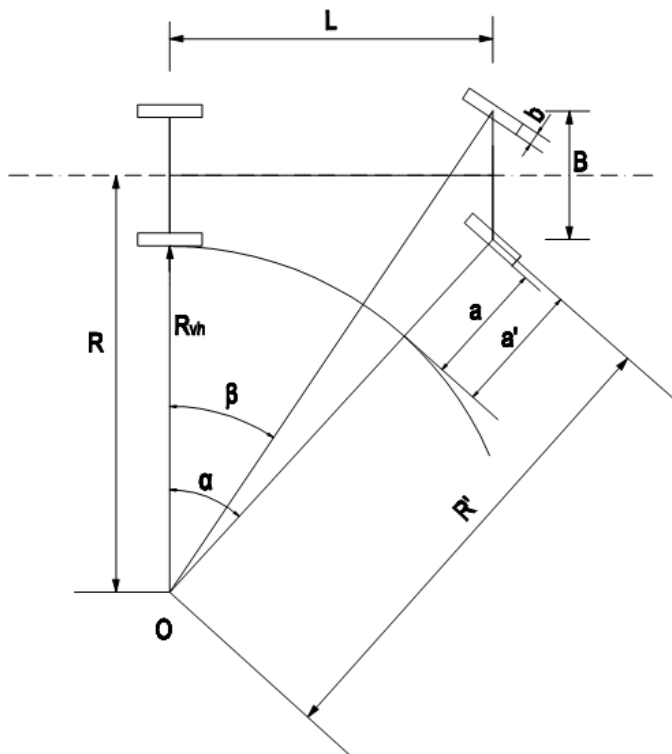
2. Góc quay vòng của bánh xe dẫn hướng phía ngoài để không xảy ra trượt:

Điều kiện quay vòng không trượt:

$$\cot \beta - \cot \alpha = \frac{B_1}{L}$$

$$\Rightarrow \beta = \arccot \left(\frac{B_1}{L} + \cot \alpha \right) = \arccot \left(\frac{1,34}{2,7} + \cot 29^\circ \right) = 23^\circ 29'$$

Bài 3.19:



Hình 3.19

Ta có sơ đồ ô tô quay vòng Hình 3.19. Để bánh xe phía sau không đè lên vỉa hè thì bánh xe trước quay một góc α và cách vỉa hè một khoảng a .

$$\text{Mà: } \tan \alpha = \frac{L}{R_{vh} + \frac{b}{2}} = \frac{3,3}{15 + \frac{0,268}{2}} = 0,218 \text{ (m).}$$

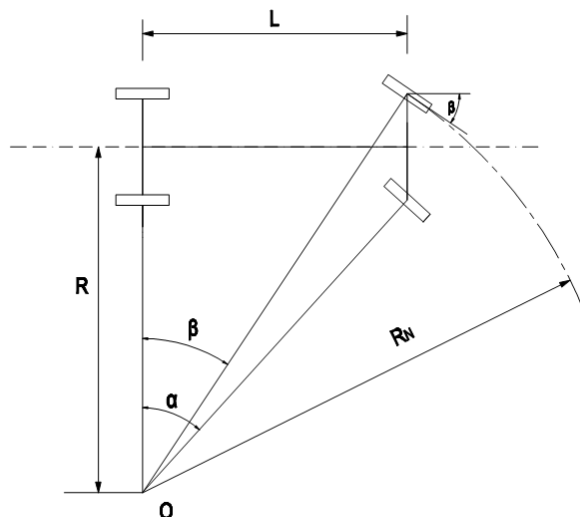
$$\Rightarrow \alpha = \arctan(0,218) = 12^\circ 18'$$

Do góc α nhỏ nên: $R' = \frac{L}{\sin \alpha}$; $a = a' - \frac{b}{2}$; $a' = R - R'$.

$$\Rightarrow a = R' - R_{vh} - \frac{b}{2} = \frac{L}{\sin \alpha} - R_{vh} - \frac{b}{2} = \frac{3,3}{\sin 12^\circ 18'} - 15 - \frac{0,268}{2} = 0,4 \text{ (m).}$$

Vậy bánh xe dẫn hướng cầu trước phải quay một góc $\alpha = 12^\circ 18'$ và cách vỉa hè 0,4m.

Bài 3.20:



Hình 3.20

Ta có góc quay vòng của bánh xe dẫn hướng phía ngoài:

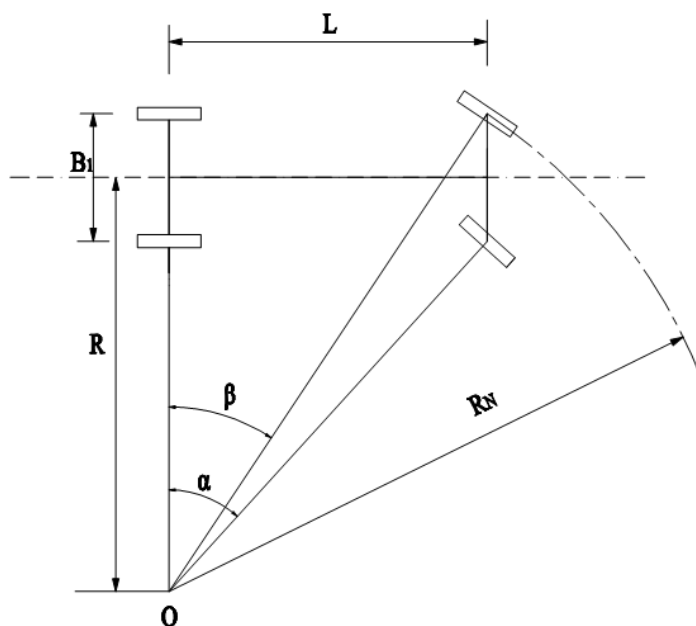
$$\sin \beta = \frac{L}{R_N} = \frac{3,8}{15} = 0,253.$$

$$\Rightarrow \beta = \arcsin(0,253) = 14,7^\circ.$$

Góc quay vòng của vô lăng sẽ là:

$$\varphi = i_1 \cdot \beta = 20 \cdot 14,7^\circ = 294^\circ.$$

Bài 3.21:



Hình 3.21

Ta có biểu thức điều kiện quay vòng đúng của ô tô 2 trục với trục trước dẫn hướng:

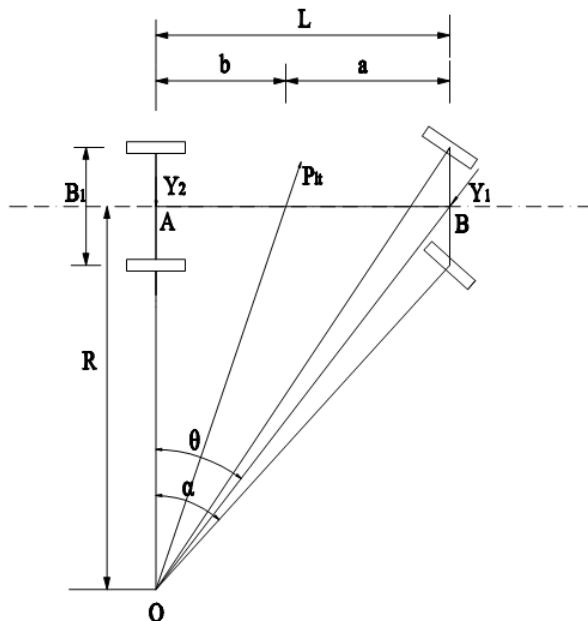
$$\cotan \beta - \cotan \alpha = \frac{B_1}{L} \Rightarrow \cotan \beta = \frac{B_1}{L} + \cotan \alpha$$

$$\cotan \beta = \frac{1,7}{4} + \cotan 25^\circ = 2,569 \Rightarrow \beta = \operatorname{arccotan}(2,569) = 21^\circ 15'.$$

Bán kính quay vòng của bánh xe dẫn hướng phía ngoài của ô tô:

$$R_N = \frac{L}{\sin \beta} = \frac{4}{\sin 21^\circ 15'} = 11,03 \text{ (m)}.$$

Bài 3.22:



Hình 3.22

Do $R \gg L$ cho nên ta có thể coi các góc γ và θ là rất nhỏ \Rightarrow Các lực Y_1 , Y_2 và R_{lt} có thể coi là chúng song song với nhau.

Ta có lực ly tâm:

$$P_{lt} = m \cdot \frac{v^2}{R} = 5000 \cdot \frac{30^2}{3,6^2 \cdot 50} = 6944 \text{ (N)}.$$

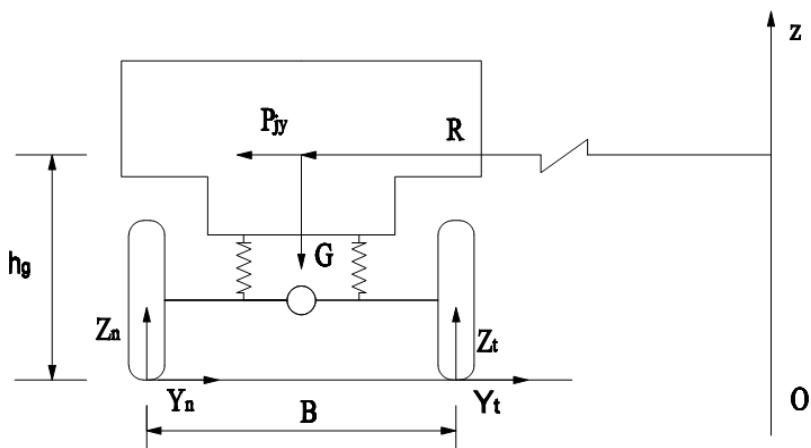
Lực bên sinh ra ở cầu sau:

$$\sum M_B = 0 \Leftrightarrow Y_2 \cdot L = P_{lt} \cdot a \Rightarrow Y_2 = P_{lt} \cdot \frac{a}{L} = 6944 \cdot \frac{1,2}{3,8} = 3655 \text{ (m)}.$$

Lực bên sinh ra ở cầu trước:

$$\sum M_A = 0 \Leftrightarrow Y_1 \cdot L = P_{lt} \cdot b \Rightarrow Y_1 = P_{lt} \cdot \frac{b}{L} = 6944 \cdot \frac{1,8}{3,8} = 3289 \text{ (m)}.$$

Bài 3.23:



Hình 3.23

Từ sơ đồ hình 3.23 ta có: R là bán kính quay vòng nhỏ nhất tính đến trục đối xứng dọc của ô tô.

Giả thiết: + Lớp không biến dạng.

+ Thùng xe không nghiêng.

Xét trường hợp ô tô bị trượt ngang.

Lực gây ra trượt ngang: P_j

$$Y_n + Y_t \geq P \varphi_y \Leftrightarrow P_j = Y_n + Y_t \geq P \varphi_y .$$

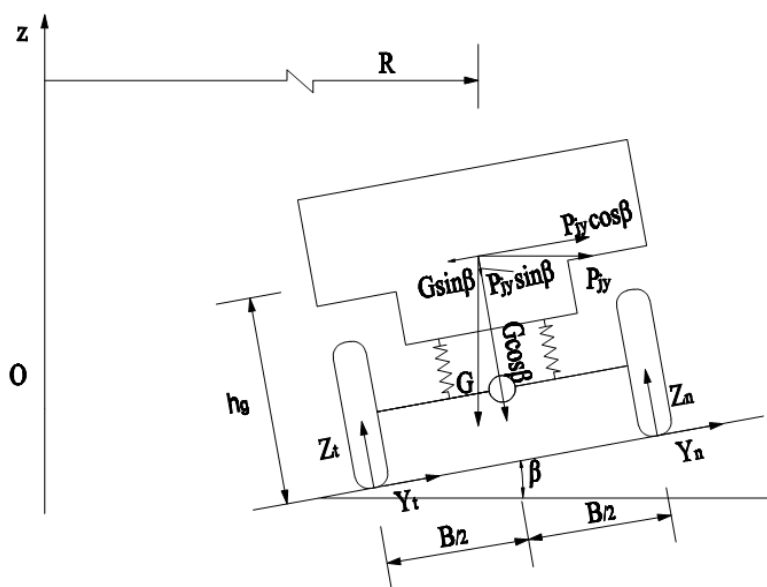
$$\Leftrightarrow \frac{G}{g} \cdot \frac{v_{ght}^2}{R} = G \cdot \varphi_y \Rightarrow v_{ght} = \sqrt{g \cdot R \cdot \varphi_y} .$$

Để ô tô quay vòng trên đường bằng phẳng với tốc độ $v = 30 \text{ km/h}$ không trượt thì:

$$v_{ght} > 8,33 \text{ m/s} \Leftrightarrow g \cdot R \cdot \varphi_y > 69,44$$

$$\Leftrightarrow R > \frac{6,944}{9,81 \cdot 0,27} \Leftrightarrow R > 26,218 \text{ (m)} .$$

Bài 3.24:



Hình 3.24

Ô tô quay vòng trên đường nghiêng.

Lực gây mất ổn định ngang: $P_j \cdot \cos \beta - G \cdot \sin \beta$

Điều kiện trượt: $Y_n + Y_t \geq P \varphi_y$

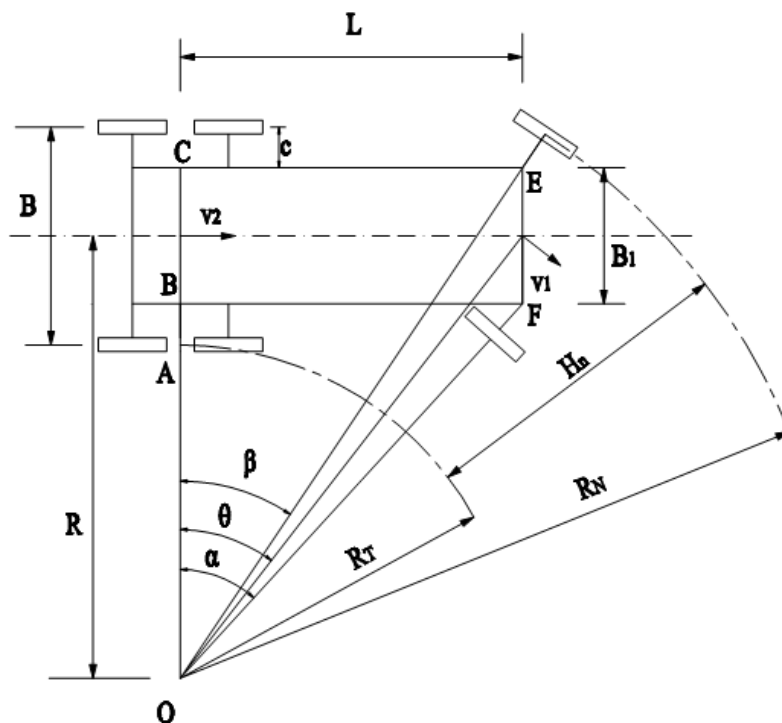
Khi lực bám ngang giữa bánh xe với mặt đường giảm tới 0 thì:

$$P_j \cdot \cos \beta - G \cdot \sin \beta = 0 \Leftrightarrow P_j \cdot \cos \beta = G \cdot \sin \beta$$

$$\Leftrightarrow \tan \beta = \frac{P_j}{G} = \frac{m \cdot v^2}{R \cdot G} = \frac{m \cdot v^2}{R \cdot m \cdot g} = \frac{v^2}{R \cdot g} = \frac{30^2}{3,6^2 \cdot 9,81 \cdot 45} = 0,1575$$

$$\Rightarrow \beta = \arctan(0,1575) = 8^{\circ}57' .$$

Bài 3.25:



Hình 3.25

Hành lang quay vòng của ô tô:

$$H_N = R_N - R_T \tag{3.43}$$

Trong đó: R_N, R_T là bán kính quay vòng giới hạn phía ngoài và phía trong của ô tô.

Bán kính quay vòng giới hạn phía trong của ô tô:

$$R_T = OB - c$$

Trong đó: $c = AB = \frac{B - B_1}{2} = \frac{1,64 - 1,4}{2} = 0,12 \text{ (m)}$.

$$R_T = \frac{3,5}{\tan 35^\circ} - 0,12 = 4,879 \text{ (m)}$$

Bán kính quay vòng giới hạn phía ngoài của ô tô:

$$R_N = OE + c$$

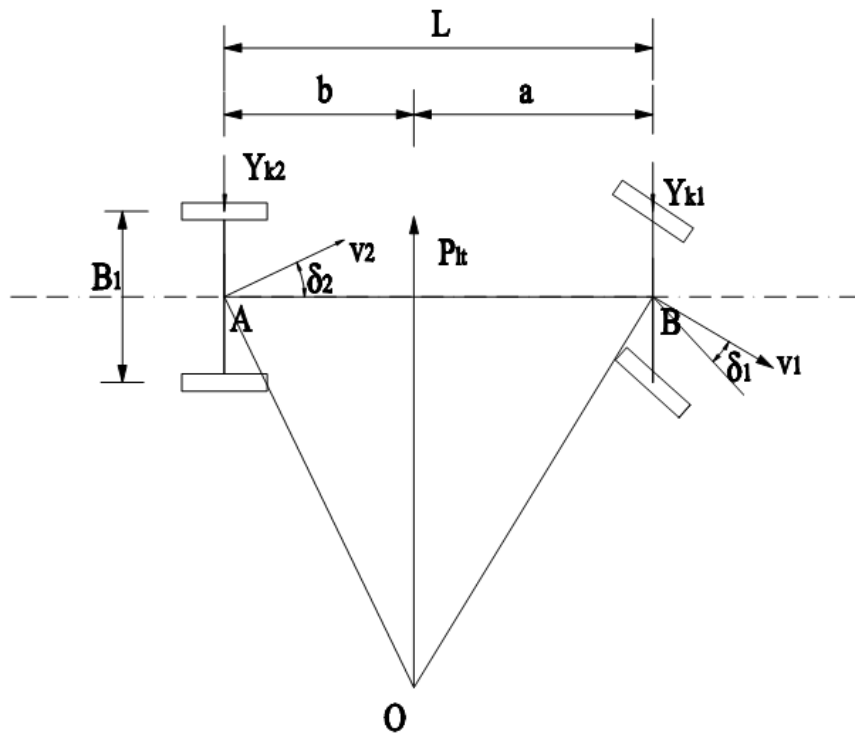
Trong đó: $OE = \sqrt{L^2 + OC^2} = \sqrt{L^2 + (OB + B_1)^2} = \sqrt{3,5^2 + (5 + 1,4)^2} = 7,29 \text{ (m)}$.

$$\Rightarrow R_N = OE + c = 7,29 + 0,12 = 7,414 \text{ (m)}$$

Thay các giá trị R_N, R_T vào (3.43) \Rightarrow Hành lang quay vòng của ô tô:

$$H_N = 7,414 - 4,879 = 2,535 \text{ (m)}$$

Bài 3.26:



Hình 3.26

Do $R \gg L$ nên các lực Y_1, Y_2, P_{lt} có thể xem chúng song song với nhau

Lực li tâm :

$$P_{lt} = m \cdot \frac{v^2}{R} = \frac{G}{g} \cdot \frac{v^2}{R} = 30000 \cdot \frac{40^2}{3,6^2 \cdot 35} = 10582 \text{ (N)}$$

Lực ngang tác dụng lên bánh xe cầu trước:

$$Y_{k1} = \frac{1}{2} P_{lt} \cdot \frac{b}{L} = \frac{1}{2} \cdot 10582 \cdot \frac{0,8}{2,7} = 1567,70 \text{ (N)}$$

Góc lặn lệch của bánh xe cầu trước :

$$\delta_1 = \frac{Y_{k1}}{C_{\delta 1}} = \frac{1567,70}{0,476 \cdot 10^4} = 0,3293 \text{ (rad)}$$

Để đảm bảo ô tô quay vòng đủ thì: $\delta_1 = \delta_2$.

Do đó: Góc lệch của bánh xe cầu sau:

$$\delta_2 = 0,3295 \text{ (rad)}$$

Lực ngang tác dụng lên bánh xe cầu sau:

$$Y_{k2} = \frac{1}{2} P_{lt} \cdot \frac{a}{L} = \frac{1}{2} \cdot 10582 \cdot \frac{1,9}{2,7} = 3723,296 \text{ (N)}$$

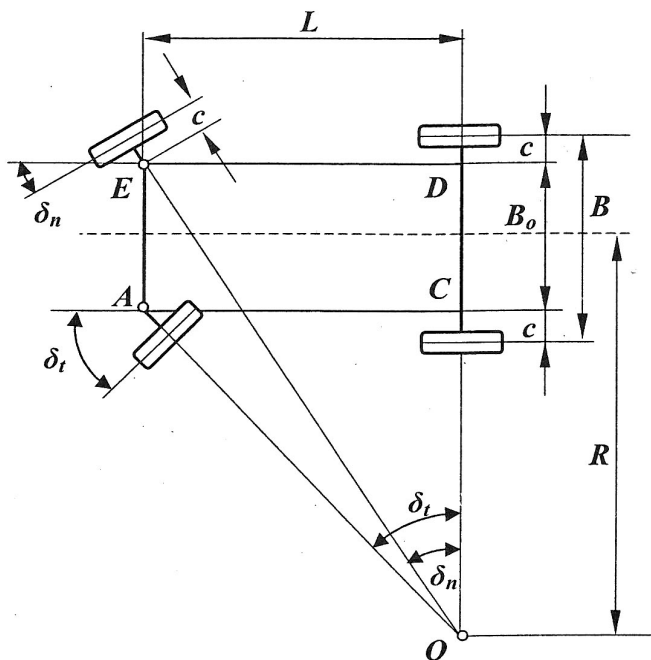
Do đó: Độ cứng ngang của lớp xe cầu sau:

$$C_{\delta 2} = \frac{Y_{k2}}{\delta_2} = \frac{3723,296}{0,3293} = 11306,7 \text{ (N/rad)}$$

Bài 3.27:

Phần 1:

1. Vẽ sơ đồ quay vòng:



Hình 3.27a

2. Bán kính quay vòng:

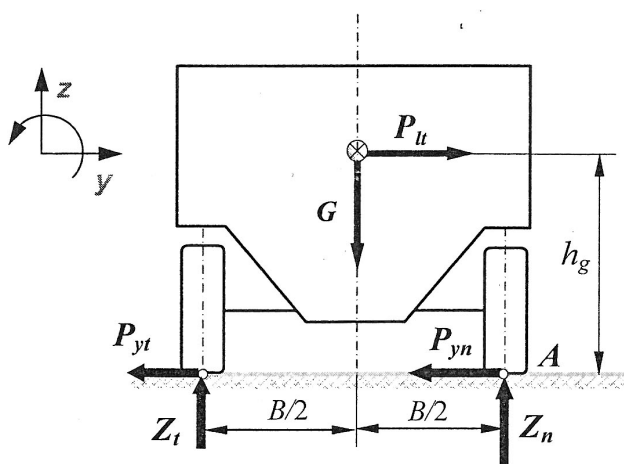
Bán kính quay vòng nhỏ nhất tính đến tâm trục dọc ô tô được xác định từ góc quay lớn nhất của bánh xe dẫn hướng phía trong:

$$R = OC + \frac{DC}{2} = \frac{AC}{\operatorname{tg} \delta_T} + \frac{B_0}{2} = \frac{L}{\operatorname{tg} \delta_T} + \left(\frac{B}{2} - C \right) \quad (3.44)$$

$$\Rightarrow R = \frac{4,0}{\operatorname{tg} 35^\circ} + \left(\frac{2,0}{2} - 0,3 \right) = 5,713 + 0,7 = 6,413(m)$$

Phần 2:

1. Vẽ sơ đồ quay vòng:



Hình 3.27b

2. Hệ số bám giữa bánh xe với mặt đường

Hệ số bám được xác định từ phương trình cân bằng các lực theo phương nằm ngang khi lực quán tính ly tâm đạt cực đại tới giá trị giới hạn cho phép:

$$P_{lt} = \frac{G.v_T^2}{g.R} = P_{yt} + P_{yn} = \varphi_T.Z_T + \varphi_N.Z_N \quad (3.45)$$

Hệ số bám : $\varphi_T = 0,8.\varphi_N$

Xác định Z_T, Z_N :

$$\sum M_A = 0 \Leftrightarrow Z_T.B + P_{lt}.h_g - G.\frac{B}{2} = 0$$

$$\Rightarrow Z_T = \frac{G.\frac{B}{2} - P_{lt}.h_g}{B} = \frac{70000.\frac{2,0}{2} - \frac{70000.\left(\frac{20}{3,6}\right)^2}{9,81.6,413} \cdot 1,1}{2,0} = 16112,02(N)$$

Do đó: $Z_N = 53888 (N)$

Thay vào (3.45) ta tìm được hệ số bám vết bánh xe phía ngoài:

$$\frac{70000.\left(\frac{20}{3,6}\right)^2}{9,81.6,413} = 0,8.\varphi_N.16112,02 + \varphi_N.53888$$

$$\Rightarrow \varphi_N = 0,514$$

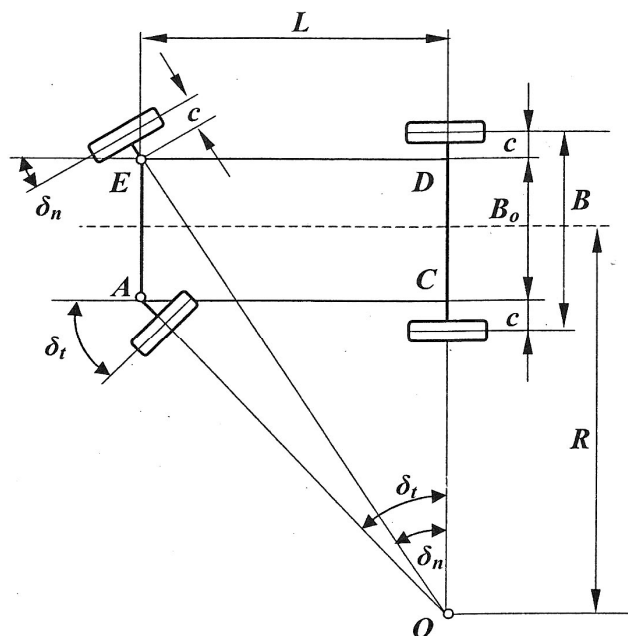
Hệ số bám vết bánh xe phía trong:

$$\varphi_T = 0,8.\varphi_N = 0,411$$

Bài 3.28:

Phần 1:

1. Vẽ sơ đồ quay vòng:



Hình 3.28a

2. Bán kính quay vòng:

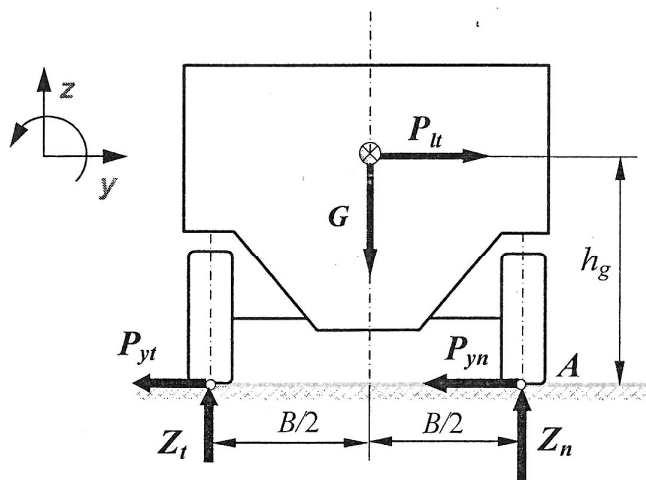
Bán kính quay vòng nhỏ nhất tính đến tâm trục dọc ô tô được xác định từ góc quay lớn nhất của bánh xe dẫn hướng phía trong:

$$R = OC + \frac{DC}{2} = \frac{AC}{\tan \delta_t} + \frac{B_0}{2} = \frac{L}{\tan \delta_t} + \left(\frac{B}{2} - c\right) \quad (3.46)$$

$$R = \frac{2,4}{\tan 36^\circ} + \left(\frac{1,5}{2} - 0,2 \right) = 3,8533 \text{ (m)}$$

Phần 2:

1. Vẽ sơ đồ quay vòng:



Hình 3.28b

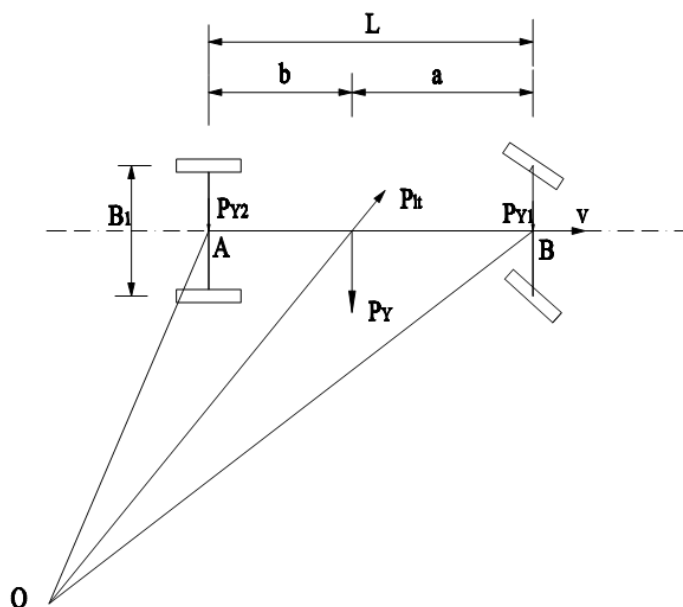
2. Vận tốc giới hạn trượt

Vận tốc giới hạn trượt được xác định từ phương trình cân bằng các lực theo phương nằm ngang khi lực quán tính ly tâm đạt tới giá trị giới hạn bám cho phép:

$$P_{tt} = \frac{G \cdot v_T^2}{g \cdot R} = P_{yt} + P_{yn} = \varphi \cdot Z_t + \varphi \cdot Z_n = \varphi \cdot (Z_t + Z_n) = \varphi \cdot G$$

$$\Rightarrow v_T = \sqrt{\varphi \cdot g \cdot R} = \sqrt{9,81 \cdot 0,7 \cdot 3,8533} = 5,144 \text{ (m/s)} = 18,5184 \text{ (km/h)}$$

Bài 3.29:



Hình 3.29

Bán kính quay vòng nhỏ nhất tính đến tâm trục dọc của ô tô khi có kể đến biến dạng của lốp:

$$R = \frac{L}{\delta_2 - \delta_1 + \theta} \tag{3.47}$$

Trong đó : θ là góc quay vòng trung bình; δ_1, δ_2 : góc lặn lệch ở cầu lệch trước, cầu sau.

Khi ô tô xảy ra tự quay vòng thì $\theta = 0$.

Do đó:
$$R = \frac{L}{\delta_2 - \delta_1} \quad (3.48)$$

Khi ô tô chịu tác dụng của lực ngang P_Y thì xuất hiện góc lặn lệch cầu trước và cầu sau δ_1, δ_2 .

$$P_{lt} = \frac{m \cdot v_{gh}^2}{R} = \frac{G}{g} \cdot \frac{v_{gh}^2 \cdot (\delta_2 - \delta_1)}{L} = P_Y$$

$$\Rightarrow v_{gh} = \sqrt{\frac{P_Y \cdot L \cdot g}{G(\delta_2 - \delta_1)}} \quad (3.49)$$

Góc lặn lệch cầu trước: $\delta_1 = \frac{P_{y1}}{K_1} = \frac{P_y \cdot b}{L \cdot K_1}$.

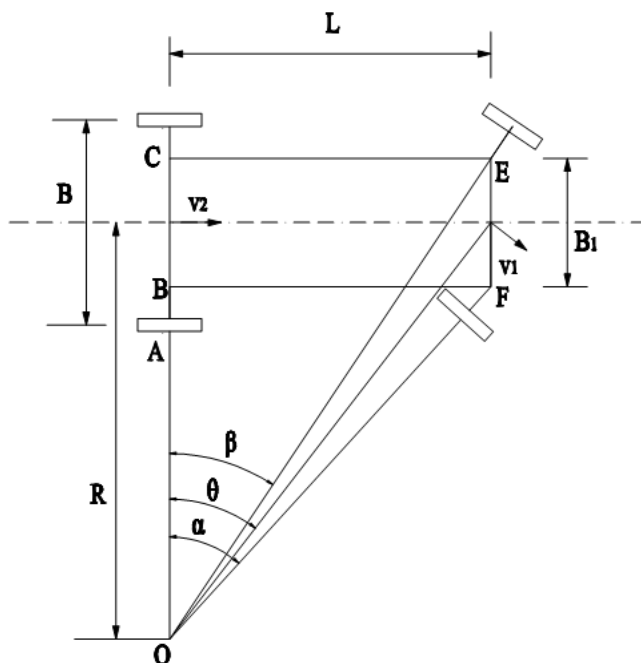
Góc lặn lệch cầu sau: $\delta_2 = \frac{P_{y2}}{K_2} = \frac{P_y \cdot a}{L \cdot K_2}$

Thay vào (3.49) $\Rightarrow v_{gh} = \sqrt{\frac{g \cdot L}{\frac{Z_2}{K_2} - \frac{Z_1}{K_1}}} = \sqrt{\frac{9,81 \cdot 2,5}{\frac{7000}{23} - \frac{7200}{24}}} = 2,37 \text{ (m/s)}$.

Bài 3.30:

Phần 1:

1. Vẽ sơ đồ quay vòng:



Hình 3.30a

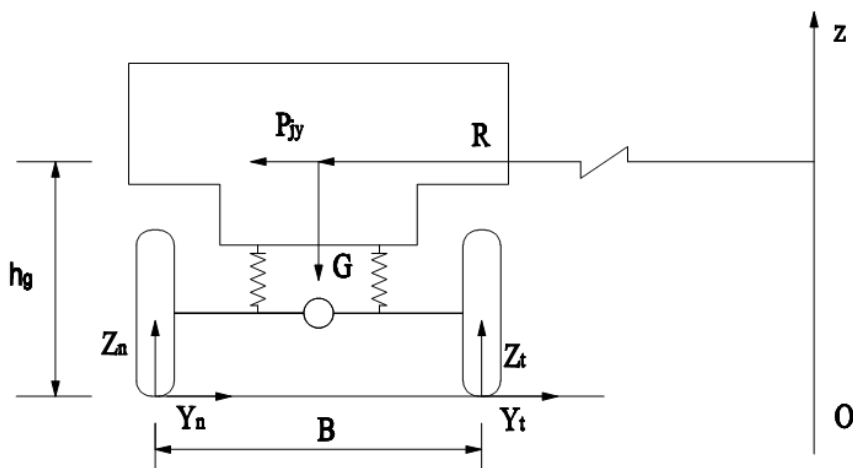
2. Bán kính quay vòng:

Bán kính quay vòng nhỏ nhất tính đến tâm đối xứng dọc của ô tô theo góc quay lớn nhất của bánh xe phía trong:

$$R = OB + \frac{BC}{2} = \frac{L}{\tan \alpha} + \left(\frac{B}{2} - c\right) = \frac{2,7}{\tan 35^\circ} + \left(\frac{1,7}{2} - 0,2\right) = 4,51 \text{ (m)}$$

Phần 2:

1. Vận tốc giới hạn trượt:



Hình 3.30b

Vận tốc giới hạn trượt được xác định từ phương trình cân bằng các lực theo phương nằm ngang khi lực quán tính ly tâm đạt giới hạn bám cho phép:

$$P_{lt} = \frac{G \cdot v_T^2}{g \cdot R} = P_{yt} + P_{yn} = \varphi_y \cdot Z_t + \varphi_y \cdot Z_n = \varphi_y \cdot (Z_t + Z_n) = \varphi_y \cdot G$$

$$\Rightarrow v_{ght} = \sqrt{\varphi_y \cdot g \cdot R} = \sqrt{9,81 \cdot 0,74 \cdot 51} = 5,565 (m/s) = 20,034 (km/h)$$

2. Vận tốc giới hạn lật ngang:

Ô tô có thể bị lật ngang quanh điểm A khi quay vòng với vận tốc $v = v_{ghl}$. Tại thời điểm bắt đầu lật $Z_n = 0$. Lúc đó:

$$P_{lt} \cdot h_g = G \cdot \frac{B}{2} \Leftrightarrow \frac{G}{g} \cdot \frac{v_{ght}^2}{R} \cdot h_g = G \cdot \frac{B}{2}$$

$$\Rightarrow v_{ghl} = \sqrt{\frac{g \cdot R \cdot B}{2 \cdot h_g}} = \sqrt{\frac{9,81 \cdot 4,51 \cdot 1,7}{2 \cdot 2,41}} = 5,847 (m).$$

Phần 3:

Khi $\varphi_y = 0,4$ thì vận tốc giới hạn trượt ngang là:

$$v_{ght} = \sqrt{\varphi_y \cdot g \cdot R} = \sqrt{9,81 \cdot 0,4 \cdot 4,51} = 4,20 (m/s) = 15,12 (km/h).$$

Vì $v_{ght} < v_{ghl}$ nên ô tô đảm bảo khả năng ổn định ngang.

CHƯƠNG IV: DAO ĐỘNG Ô TÔ

I. TÓM TẮT LÝ THUYẾT:

- Tần số dao động riêng: $\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$

Trong đó: c là độ cứng của phần tử đàn hồi (N/m)
 m là khối lượng được treo (kg)

- Tần số dao động kĩ thuật: $n_T = \frac{30\omega}{\pi}$ (đđ/ph)

- Độ cứng tương đương của hệ thống treo phụ thuộc:

$$c = \frac{c_n \cdot c_L}{c_n + c_L}$$

Trong đó: c_n là độ cứng của nhíp
 c_L là độ cứng của lớp

- Độ cứng tương đương của hệ thống treo độc lập:

$$c = \frac{l_1^2 \cdot c_n \cdot c_L}{l_1^2 \cdot c_n + l_2^2 \cdot c_L}$$

- Hệ số dập tắt dao động của ô tô:

$$\psi = \frac{k}{2\sqrt{c \cdot m}}$$

Trong đó k là hệ số cản của giảm chấn.

- Mập mô của mặt đường dạng điều hòa phụ thuộc vào thời gian:

$$q(t) = q_0 \cdot \sin \omega t = q_0 \cdot \sin \frac{2\pi}{T} \cdot t$$

Trong đó: q_0 là biên độ sóng mặt đường.

T là chu kỳ sóng mặt đường. (s)

- Mập mô của mặt đường dạng điều hòa phụ thuộc vào quãng đường:

$$q(x) = q_0 \cdot \sin \Omega t = q_0 \cdot \sin \frac{2\pi}{S} \cdot x$$

Trong đó: S là chiều dài sóng mặt đường. (m)

Ω là tần số sóng mặt đường (1/m)

- Vận tốc ô tô khi xảy ra cộng hưởng:

$$v = \frac{S}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{c}{m}}$$

- Phương trình dao động một bậc tự do của ô tô (mô hình 1/4 ô tô)

$$m\ddot{z} + k\dot{z} + cz = kq + cq$$

Trong đó:

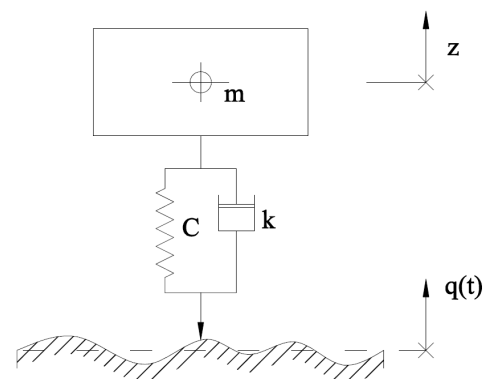
m là khối lượng được treo

z là chuyển dịch của khối lượng được treo.

c là độ cứng của hệ thống giảm treo.

k là hệ số cản giảm chấn.

q là kích thích từ mặt đường.



- Phương trình dao động hai bậc tự do của ô tô (mô hình ¼ ô tô):

$$\begin{cases} m_1 \ddot{z}_1 + k(\dot{z}_1 - \dot{z}_2) + c(z_1 - z_2) + c_t(z_1 - q) + k_t(z_1 - \dot{q}) = 0 \\ m_2 \ddot{z}_2 + k(\dot{z}_2 - \dot{z}_1) + c(z_2 - z_1) = 0 \end{cases}$$

Trong đó:

m_2 là khối lượng được treo.

m_1 là khối lượng không được treo.

z_2 là chuyển dịch của khối lượng được treo.

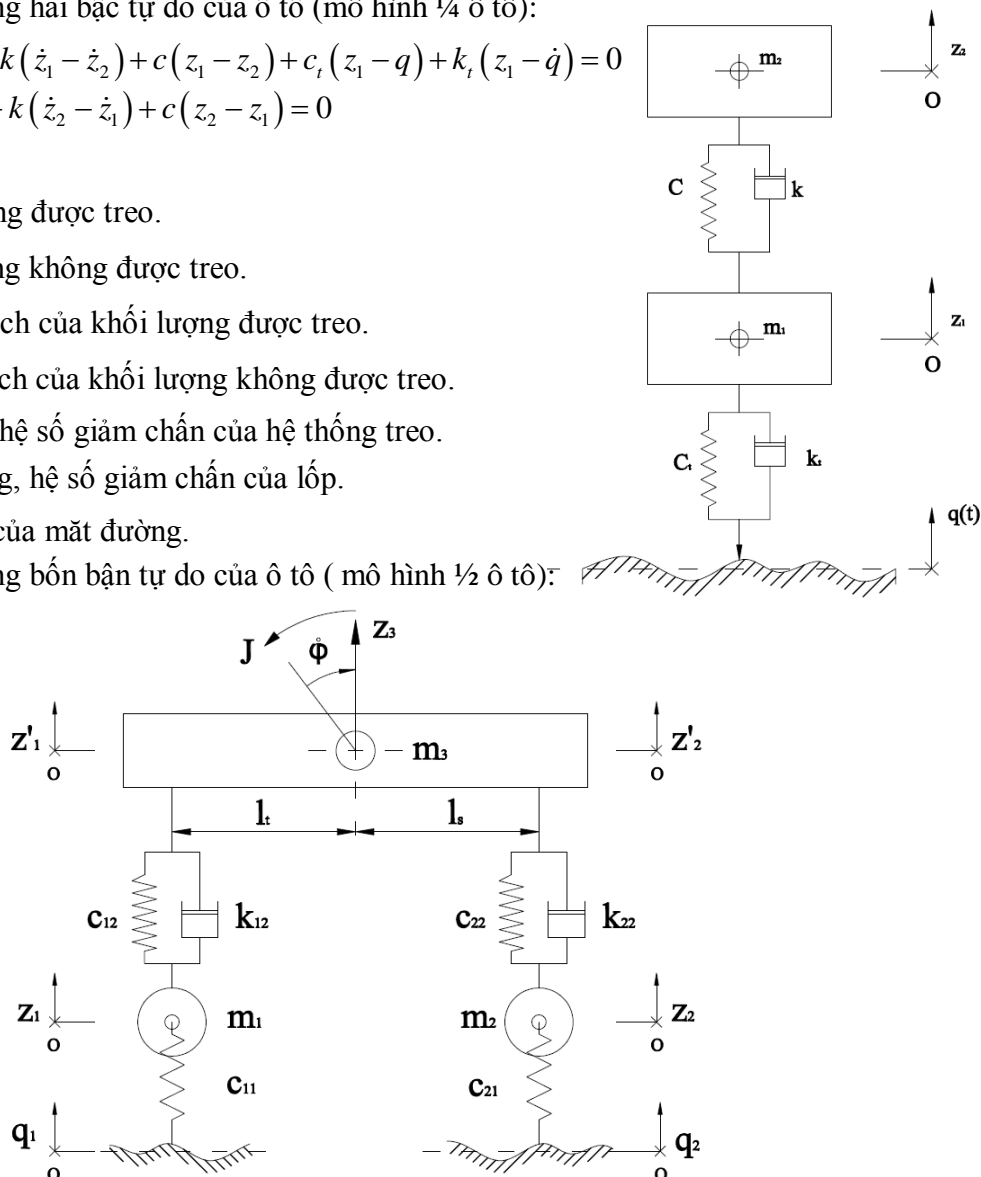
z_1 là chuyển dịch của khối lượng không được treo.

c, k là độ cứng, hệ số giảm chấn của hệ thống treo.

c_t, k_t là độ cứng, hệ số giảm chấn của lớp.

q là kích thích của mặt đường.

- Phương trình dao động bốn bậc tự do của ô tô (mô hình ½ ô tô):



$$\begin{cases} J\ddot{\phi} = -[c_{12}(z_1 - z_1') + k_{12}(\dot{z}_1 - \dot{z}_1')]l_1 + [c_{22}(z_2 - z_2') + k_{22}(\dot{z}_2 - \dot{z}_2')]l_2 \\ m_3 \ddot{z}_3 = c_{12}(z_1 - z_1') + c_{22}(z_2 - z_2') + k_{12}(\dot{z}_1 - \dot{z}_1') + k_{22}(\dot{z}_2 - \dot{z}_2') \\ m_1 \ddot{z}_1 = -c_{11}(z_1 - q_1) + c_{12}(z_1' - z_1) + k_{12}(\dot{z}_1' - \dot{z}_1) \\ m_2 \ddot{z}_2 = -c_{21}(z_2 - q_2) + c_{22}(z_2' - z_2) + k_{22}(\dot{z}_2' - \dot{z}_2) \end{cases}$$

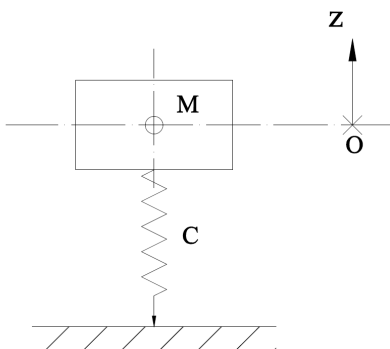
II. BÀI TẬP MẪU

III. BÀI TẬP

Bài 4.1: Ô tô chuyển động trên đường mấp mô hình sin có tần số kích thích $f=5\text{Hz}$. Xác định mối quan hệ giữa chiều dài sóng mặt đường và vận tốc chuyển động của ô tô.

Bài 4.2: Ô tô chuyển động đều với vận tốc $V=20\text{m/s}$ trên đường có biên dạng hình sin, với chiều dài sóng $S=2\text{m}$. Hãy xác định tần số sóng mặt đường kích thích ô tô dao động.

Bài 4.3: Mô hình dao động một bậc tự do của ô tô (Hình 4.1), có khối lượng được treo $M=500\text{kg}$, độ cứng của lò xo $c=3.10^4\text{N/m}$. Hãy lập phương trình vi phân dao động của hệ và xác định tần số dao động kỹ thuật.



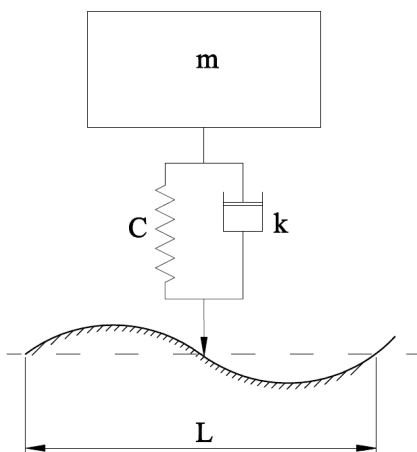
Hình 4.1

Bài 4.4: Ô tô có chiều dài cơ sở $L=2,5\text{m}$; chuyển động đều với vận tốc $V=20\text{m/s}$ trên đường có biến dạng hình sin. Hãy xác định chiều dài sóng S đối với các trường hợp sau:

1. Chỉ xảy ra dao động thẳng đứng không có dao động góc.
2. Chỉ xảy ra dao động góc.

Bài 4.5: Ô tô khối lượng m chuyển động đều với vận tốc v trên đường mấp mô hình sin. Hệ thống treo có độ cứng c và hệ số cản k (Hình 4.2).

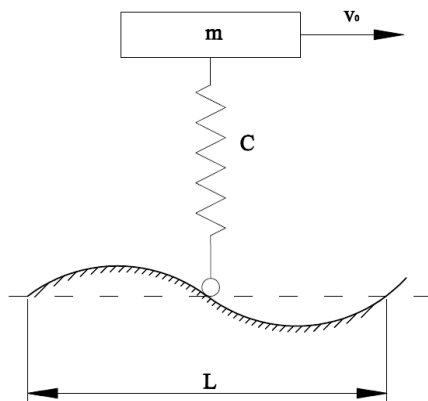
1. Lập phương trình vi phân dao động thẳng đứng của khối lượng m .
2. Xác định biên độ dao động của khối lượng m .



Hình 4.2

Bài 4.6: Mô hình cơ học đơn giản của một ô tô là hệ khối lượng – lò xo, chuyển động theo phương ngang với vận tốc không đổi v_0 trên mặt đường mấp mô hình sin (hình 4.3).

1. Thiết lập phương trình vi phân dao động và tìm tần số kích động Ω .
2. Xác định vận tốc tới hạn v_{th} của ô tô.



Hình 4.3

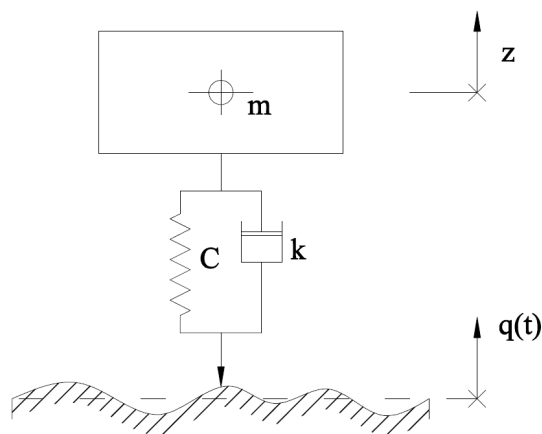
Bài 4.7: Xác định tần số góc và chu kỳ dao động riêng của khối lượng được treo phân bố lên cầu trước của ô tô. Biết khối lượng được treo $M=380\text{kg}$; $C=350\text{ N/cm}$. Giả thiết rằng khối lượng M phân bố tập trung (coi như chất điểm) được kẹp chặt trên lò xo.

Bài 4.8: Mô hình động lực học 1 bậc tự do của ô tô có các tham số sau: Khối lượng được treo $m=500\text{kg}$; độ cứng của hệ thống treo $c=3 \cdot 10^4\text{ N.m}^{-1}$; hệ số cản của giảm chấn $k=2,8 \cdot 10^3\text{ N.s.m}^{-1}$; chuyển động trên đường có biên dạng hình sin với chiều dài sóng mặt đường $S = 2\pi m$; biên độ $q=5\text{cm}$. Hãy xác định:

1. Hệ số dập tắt dao động tương đối.
2. Vận tốc của ô tô khi xảy ra cộng hưởng.

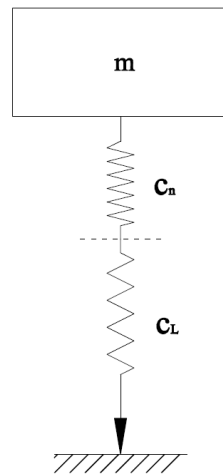
Bài 4.9: Dao động của ô tô được thay thế bằng hệ động lực học 1 bậc tự do với lò xo và giảm chấn như hình 4.4. Hãy xác định:

1. Phương trình chuyển động của hệ động lực học khi có kích thích động học từ mấp mô của đường là $q(t)$.
2. Phương trình chuyển động và nghiệm của dao động riêng của hệ tắt dần.



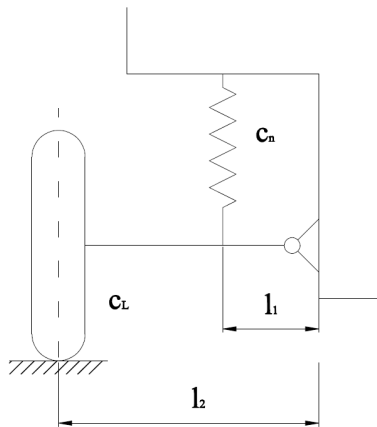
Hình 4.4

Bài 4.10: Mô hình dao động $1/4$ ô tô sử dụng hệ thống treo phụ thuộc (Hình 4.5) có độ cứng của hệ thống treo $C_n=5 \cdot 10^4\text{ N/m}$, độ cứng của lớp $C_L=6 \cdot 10^5\text{ N/m}$. Hãy xác định độ cứng tương đương của mô hình.



Hình 4.5

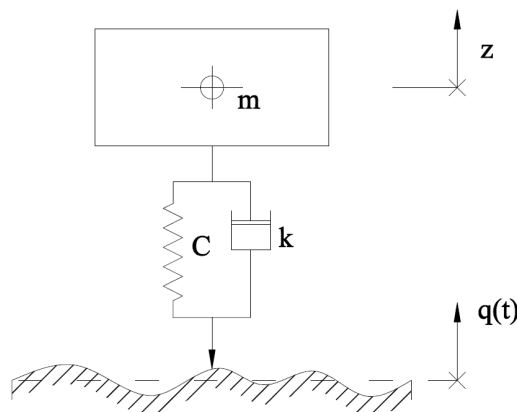
Bài 4.11: Xác định độ cứng tương đương của mô hình ¼ ô tô sử dụng hệ thống treo độc lập (Hình 4.6). Trong đó $l_1=0,2m$; $l_2=0,4m$; độ cứng của hệ thống treo $C_n=3.10^4N/m$, độ cứng của lốp $C_L=5.10^5N/m$



Hình 4.6

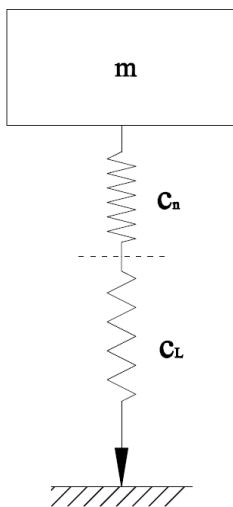
Bài 4.12: Ô tô được thay thế bằng hệ một bậc tự do (Hình 4.7) chuyển động với vận tốc $v=72km/h$ trên đường hình sin với biên độ $q=2cm$ và chiều dài sóng $S = 2\pi[m]$. Biên dạng tĩnh của lò xo là $65mm$; hệ số dập tắt dao động tương đối $\psi = 0,25$. Hãy xác định:

1. Tần số riêng của hệ dao động tắt dần.
2. Chuyển dịch thẳng đứng (Z) lớn nhất và gia tốc thẳng đứng lớn nhất khi không có giảm chấn ($k=0$).
3. Vận tốc chuyển động của ô tô để xảy ra cộng hưởng.
4. Ảnh hưởng của sự tắt dần đến tính chất dao động của ô tô.



Hình 4.7

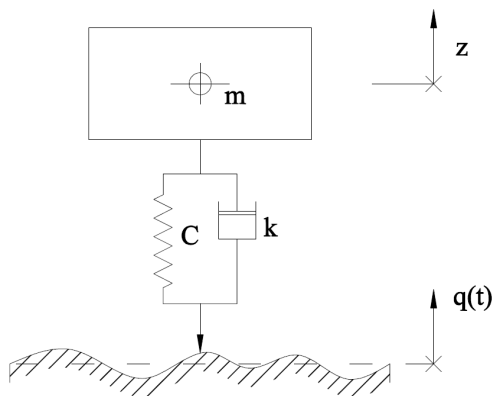
Bài 4.13: Xác định độ cứng của lò xo để khối lượng $M=850\text{kg}$ phân bố lên bánh xe có độ cứng là 2500 N/cm có tần số dao động riêng $f=50\text{ ph}^{-1}$.



Hình 4.8

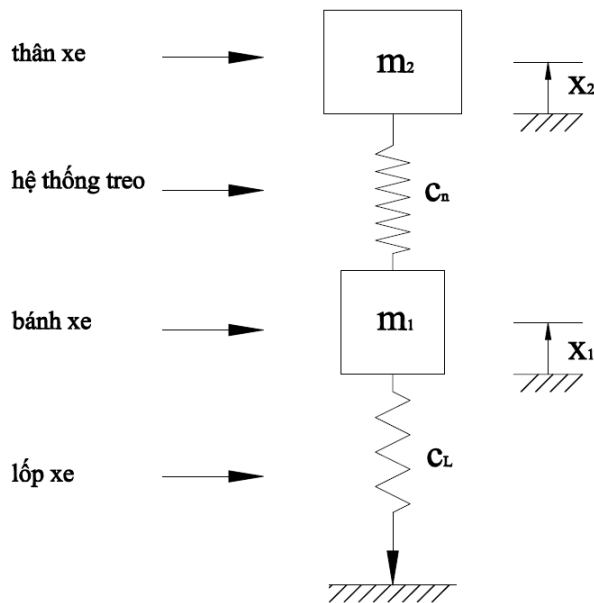
Bài 4.14: Một ô tô chuyển động với vận tốc rất lớn trên đường có biên dạng hình sin nhưng chiều dài sóng nhỏ. Mô hình khảo sát là mô hình $1/4$ ô tô như hình 4.9. Hãy xác định:

1. Chuyển dịch tương đối lớn nhất giữa thân xe và bề mặt đường.
2. Biên độ gia tốc thẳng đứng.
3. Biên độ của lực tác dụng xuống nền đường.



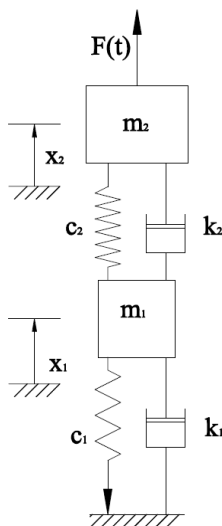
Hình 4.9

Bài 4.15: Mô hình hệ thống treo ô tô được đơn giản hóa như hình 4.10. Cho $m_1=200\text{kg}$; $m_2=800\text{kg}$; $c_1=6.10^5\text{N/m}$; $c_2=5.10^4\text{N/m}$. Xác định các tần số riêng và các dạng dao động riêng của cơ hệ.



Hình 4.10

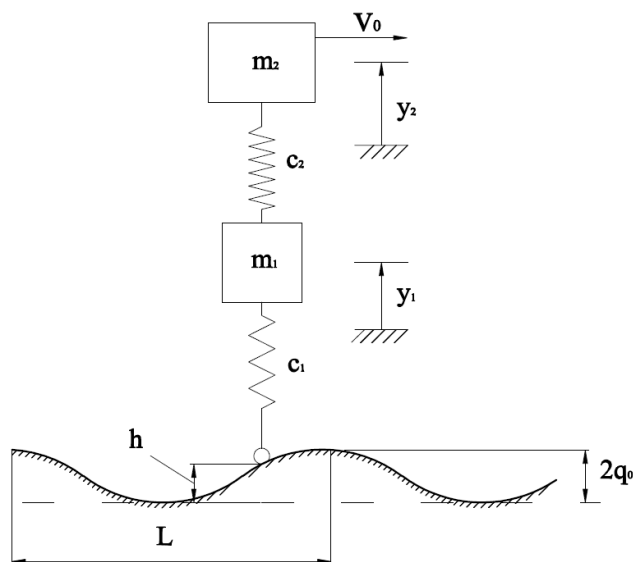
Bài 4.16: Mô hình dao động hai bậc tự do của ô tô như hình 4.11. Thiết lập phương trình vi phân dao động.



Hình 4.11

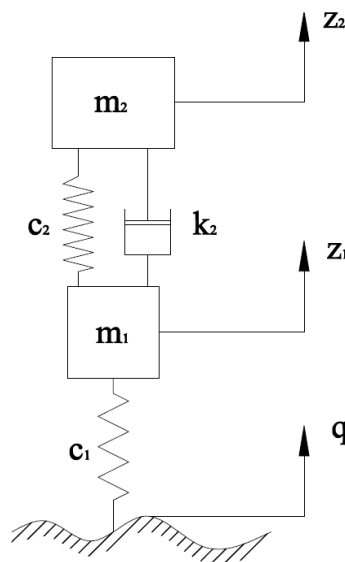
Bài 4.17: Mô hình ô tô hai bậc tự do chuyển động trên đường có dạng hình sin với biên độ h_0 , bước sóng L biểu diễn trên hình 4.12. Giả sử ô tô chuyển động đều với vận tốc v_0 . Khối lượng thùng xe $m_2=800\text{kg}$, khối lượng bánh xe $m_1=200\text{kg}$, độ cứng của hệ thống treo $c_2=5 \cdot 10^4 \text{ N/m}$, độ cứng lốp xe $c_1=6 \cdot 10^4 \text{ N/m}$.

1. Thiết lập phương trình vi phân dao động của cơ hệ.
2. Tính các tần số riêng, dạng riêng. Đưa phương trình vi phân dao động về dạng tọa độ chuẩn.
3. Tính các vận tốc giới hạn của ô tô.



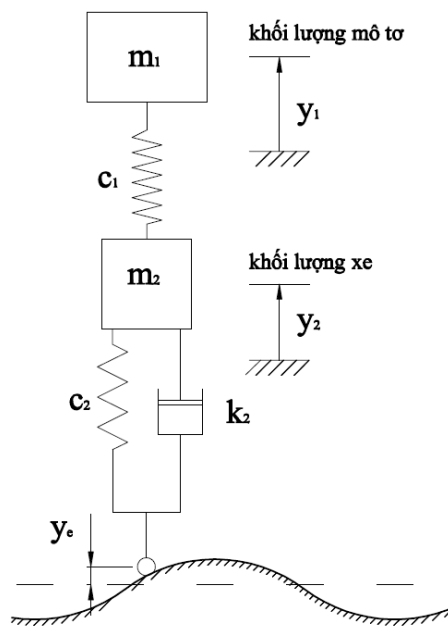
Hình 4.12

Bài 4.18: Mô hình dao động hai bậc tự do như hình 4.13. Số liệu của hệ $m_1=100\text{kg}$, $m_2=600\text{kg}$; $C_2=47,4\text{KN/m}$; trị số biến dạng tĩnh của lò là $f=2\text{cm}$; hệ số dập tắt tương đối $\psi_2 = 0,3$. Hãy xác định tần số dao động riêng không tắt dần của hệ, hệ số cản giảm chấn k_2 .



Hình 4.13

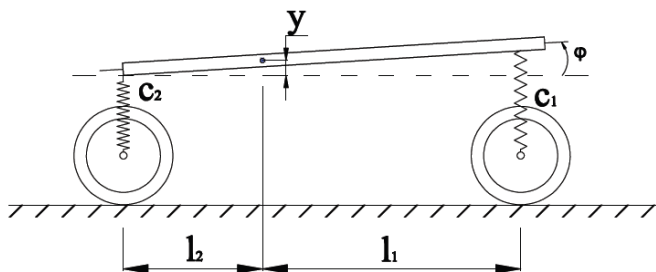
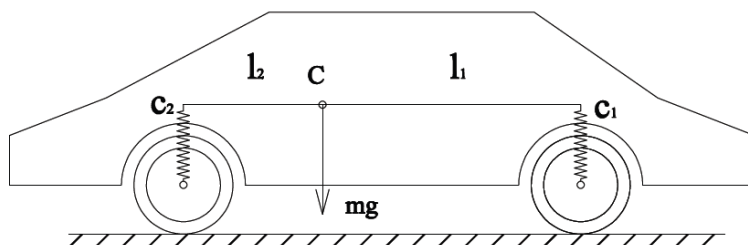
Bài 4.19: Để giảm rung động lên người trên ô tô có thể sử dụng bộ tắt chấn động (Hình 4.14). Để không làm tăng khối lượng của xe người ta sử dụng khối lượng mô tơ để làm khối lượng bộ tắt chấn của xe. Sử dụng mô hình dao động một bậc tự do của ô tô như hình vẽ, cho biết độ nhấp nhô mặt đường là $y_e(t) = e\text{Cos}\Omega t$. Hãy xác định khối lượng mô tơ và độ cứng lò xo nối ghép.



Hình 4.14

Bài 4.20: Mô hình ô tô là hệ dao động có hai bậc tự do biểu diễn trên hình 4.15. Thân xe có khối lượng m , khoảng cách từ khối tâm của nó đến cầu trước và sau là l_1, l_2 , mô men quán tính đối với trục đi qua khối tâm là J . Bỏ qua khối lượng và độ đàn hồi của các bánh xe.

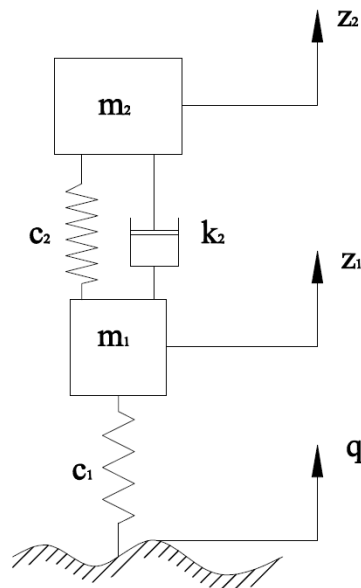
1. Thiết lập phương trình dao động của cơ hệ trong mặt phẳng thẳng đứng.
2. Trường hợp nào thì các tần số dao động riêng của hệ bằng nhau?
3. Cho $c_1=2000\text{N/cm}$, $c_2=2000\text{N/cm}$, $l_1=100\text{cm}$, $l_2=150\text{cm}$, $m=1500\text{kg}$, $J=300\text{kgm}^2$. Tính các tần số dao động riêng.



Hình 4.15

Bài 4.21: Dao động ô tô có thể thay bằng mô hình động lực học 2 bậc tự do theo hình 4.16. Số liệu của ô tô là $m_1=50\text{kg}$; $m_2=500\text{kg}$; $C_1=3 \cdot 10^5\text{N/m}$; $C_2=3 \cdot 10^4\text{N/m}$; $k_2=2 \cdot 10^3\text{N.s/m}$. Hãy xác định:

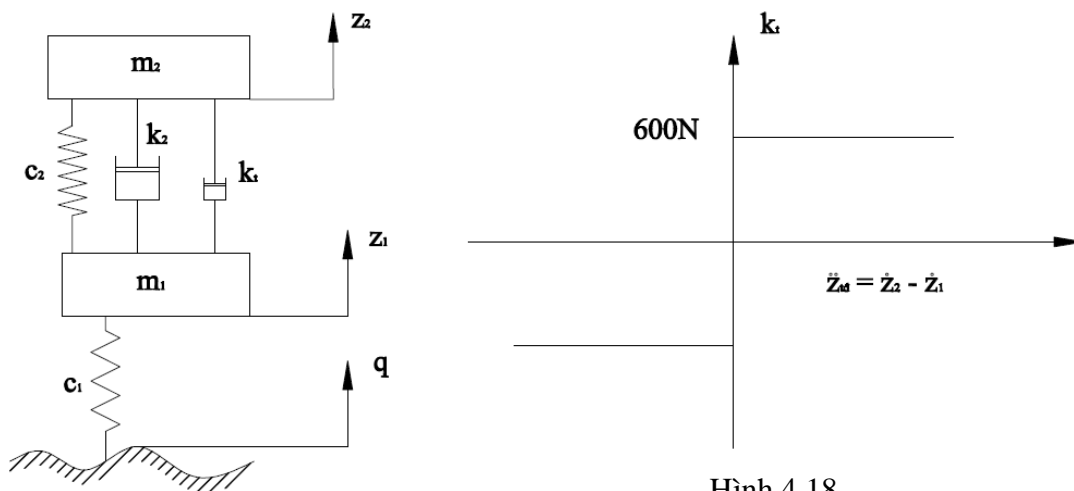
1. Hàm truyền gia tốc thân xe phụ thuộc vào biên độ mấp mô q .
2. Biên độ gia tốc thân xe ở vùng cộng hưởng khi $\omega = \omega_{02} = \sqrt{\frac{C_2}{m_2}}$ khi $q=1\text{cm}$.



Hình 4.16

Bài 4.22: Mô hình động lực học hai bậc tự do của ô tô có các thông số: $m_1=100\text{kg}$; $m_2=500\text{kg}$; $C_1=360\text{KN/m}$ (Hình 4.17), chuyển động với vận tốc 10m/s trên bề mặt đường hình sin có chiều dài sóng $S = 2\pi m$. Mô hình có kể đến ảnh hưởng của ma sát khô, đặc tính của nó thể hiện như hình 4.18. Hãy xác định:

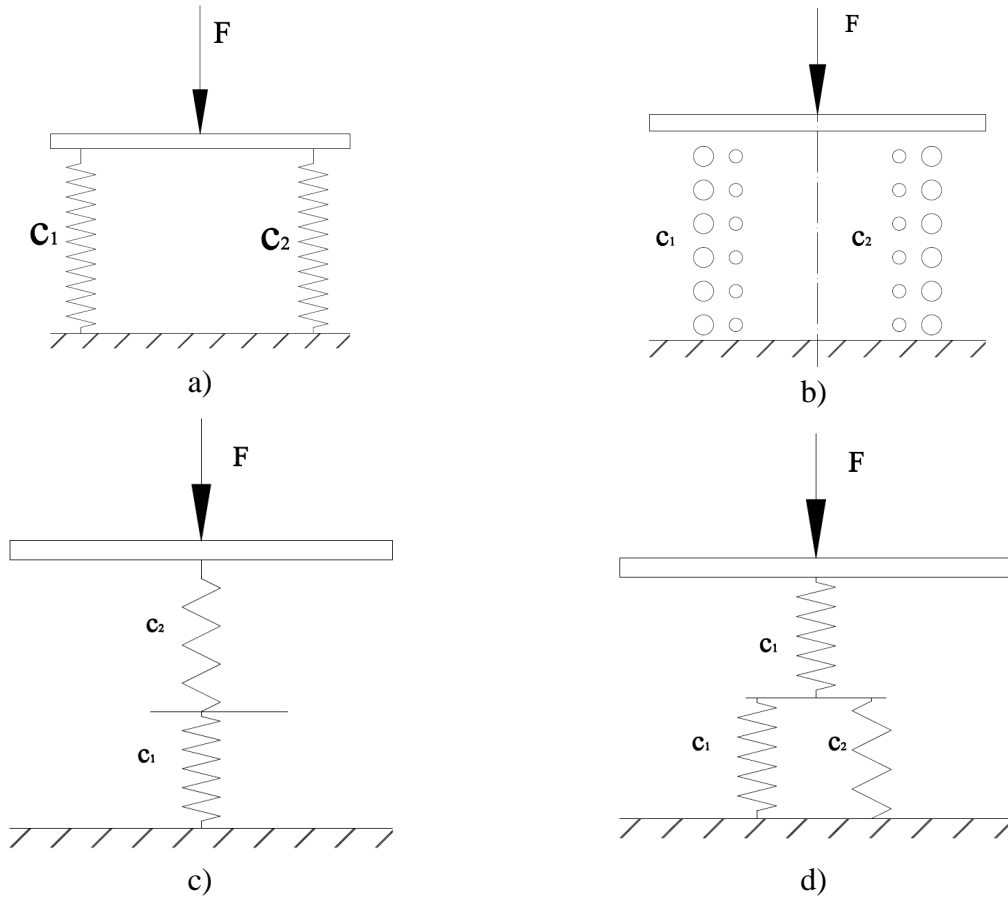
1. Tần số góc của đường Ω và tần số góc kích thích ω .
2. Xác định gia tốc \ddot{Z}_2 lớn nhất để cả 2 khối lượng m_1, m_2 dao động thành một khối ($Z_1(t) = Z_2(t)$).



Hình 4.17

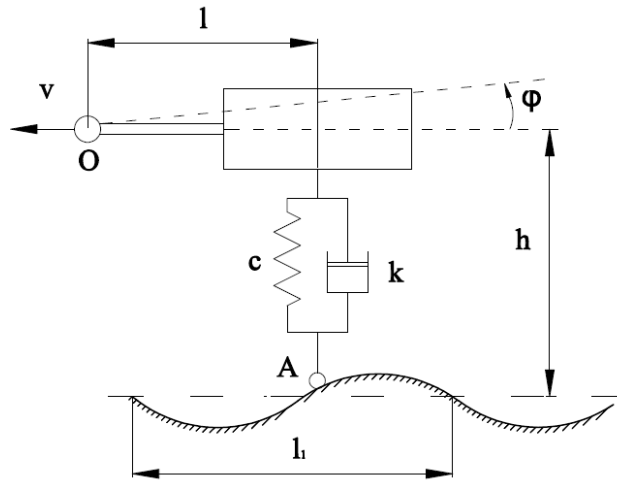
Hình 4.18

Bài 4.23: Sơ đồ bố trí các phần tử đàn hồi của ô tô như hình 4.19. Trong đó: $C_1=35000\text{N/m}$; $C_2=50000\text{N/m}$; $a=25\text{cm}$; $b=50\text{cm}$. Hãy xác định độ cứng tương đương với từng sơ đồ.



Hình 4.19

Bài 4.24: Rơmoóc có khối lượng m chuyển động với vận tốc không đổi v trên đường mấp mô (Hình 4.20). Mô men quán tính của rơmoóc đối với O là J_0 . Độ cứng của lò xo là c , hệ số cản là k . Mặt đường được mô tả bởi phương trình $h = h_0(1 - \cos 2\pi x/l_1)$; $x = vt$. Coi điểm O không có di chuyển thẳng đứng và $h \ll l$ (nghĩa là khi rơmoóc quay một góc φ dẫn đến di chuyển thẳng đứng của điểm A). Bỏ qua khối lượng của bánh xe và coi độ cứng của lốp là rất lớn so với độ cứng của hệ thống treo. Hãy xác định vận tốc của chuyển động ổn định khi biên độ dao động đạt giá trị cực đại.

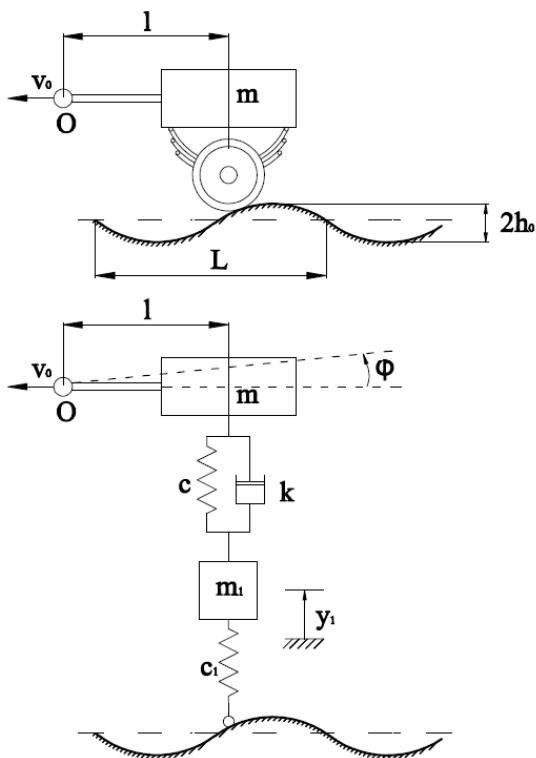


Hình 4.20

Bài 4.25: Mô hình của một rơmoóc chuyển động trên đường mấp mô được mô tả như hình 4.21. Khối lượng của rơmoóc là m ; của bánh xe là m_1 . Mô men quán tính của rơmoóc đối với trục

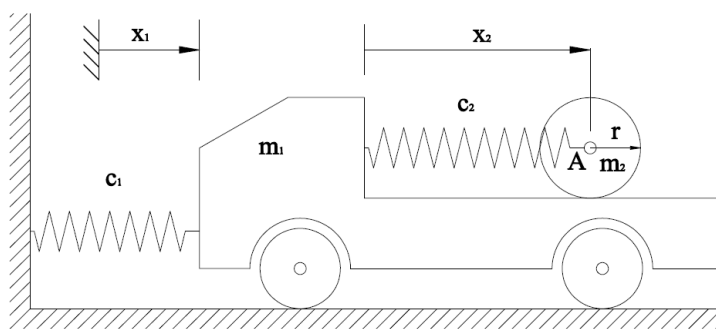
nằm ngang qua O bằng J_0 , độ cứng của lò xo bằng c , hệ số cản giảm chấn k , độ cứng của lớp bằng c_1 ; vận tốc kéo không đổi và bằng v_0 . Giả thiết rằng điểm nối giữa romoóc và ô tô (điểm O) chỉ có dịch chuyển ngang với vận tốc v_0 , phương trình của dạng mặt đường là $h = h_0 \left(1 - \cos \frac{2\pi x}{L}\right)$; $x = v_0 t$.

1. Thiết lập phương trình vi phân dao động của cơ hệ.
2. Khi $b=0$, hãy tính tần số riêng và giá trị tới hạn của vận tốc v_0 .



Hình 4.21

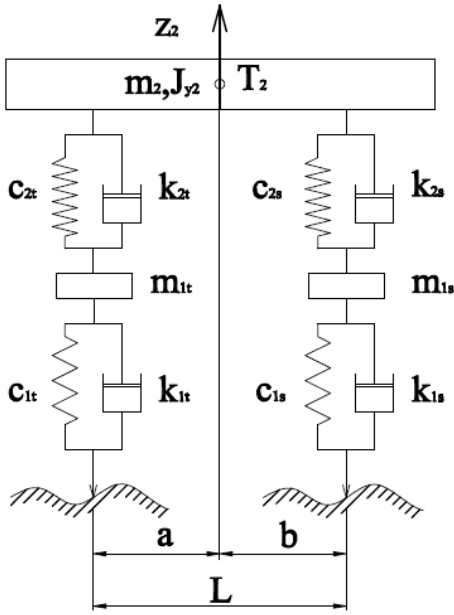
Bài 4.26: Ô tô chở khối trụ (Hình 4.22). Coi ô tô chuyển động tịnh tiến, khối trụ lăn không trượt trên sàn xe. Thiết lập phương trình vi phân dao động của cơ hệ và đưa về dạng tọa độ chính. Cho $m_1 = m_2 = m$, $c_1 = c_2 = c$.



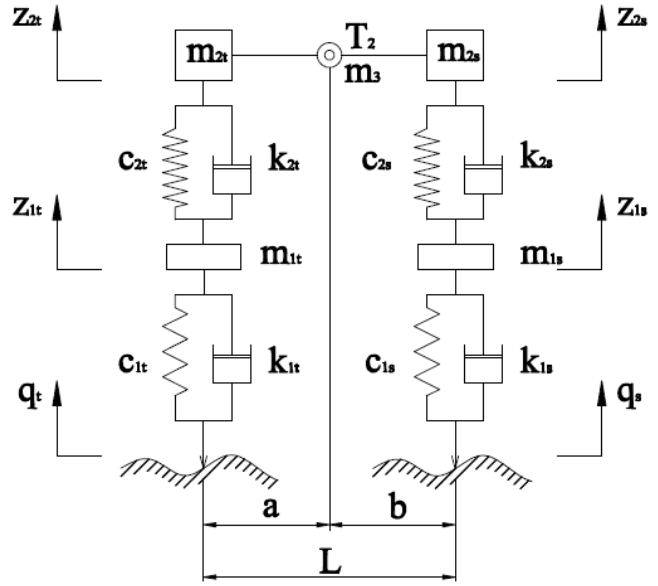
Hình 4.22

Bài 4.27: Một ô tô có khối lượng thân xe $m_2=1200\text{kg}$; chiều dài cơ sở $L=3,00\text{m}$; mô men quán tính đối với trục ngang $J_{Y2}=1950\text{kg.m}^2$. Mô hình động lực học dao động thể hiện như hình 4.23. Trọng tâm của ô tô gần trùng trọng tâm khối lượng phần thân xe (theo hướng dọc) và nằm giữa chiều dài cơ sở L . Hãy xác định:

1. Bán kính quán tính của thân xe đối với trục ngang i_y .
2. Khối lượng phân bố lên cầu trước và cầu sau, khối lượng liên kết (m_{2t} , m_{2s} , m_3); chiều dài cơ sở của ô tô (L) để $m_3=0$ (trong đó $J_{y2}=\text{const}$) như hình 4.24.



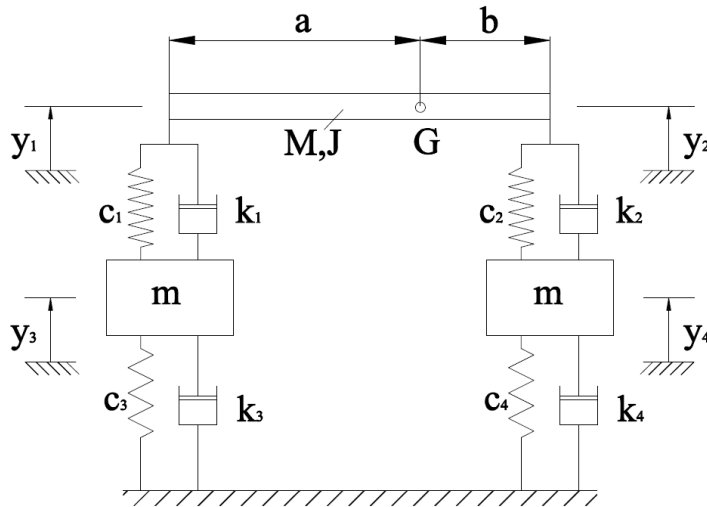
Hình 4.23



Hình 4.24

Bài 4.28: Mô hình dao động bốn bậc tự do thể hiện như hình 4.25. Cho $a=3\text{m}$, $b=1\text{m}$, $c_1=c_2=4 \cdot 10^5 \text{N/m}$, $c_3=c_4=10^5 \text{N/m}$, $M=200\text{kg}$, $m=30\text{kg}$, $J=200\text{kgm}^2$, $k_1=k_2=2000\text{N/m}$, $k_3=k_4=500\text{N/m}$.

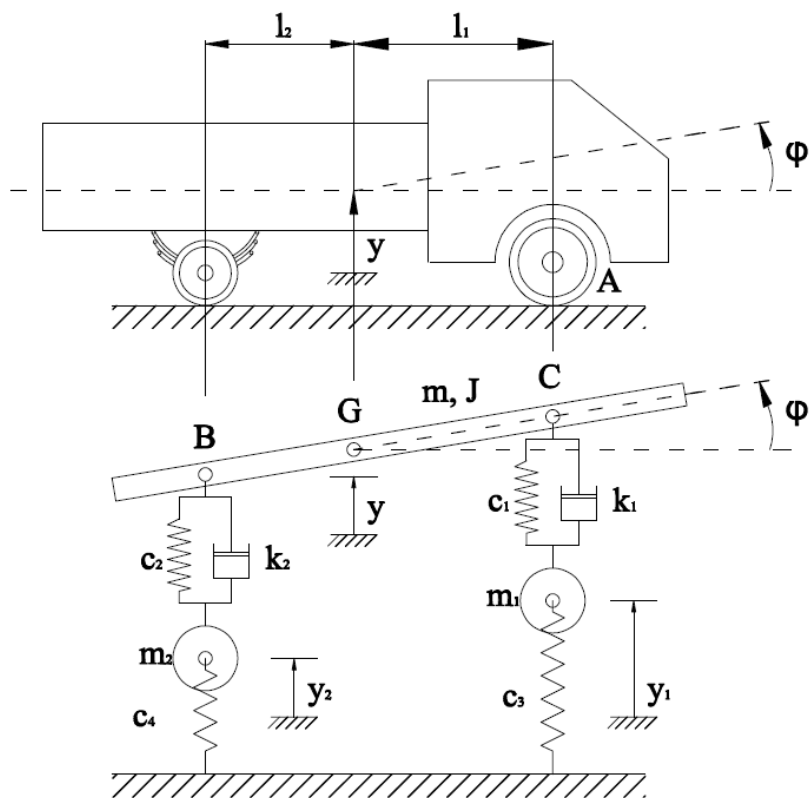
1. Thiết lập phương trình vi phân dao động của cơ hệ.
2. Tìm quy luật dao động của cơ hệ.



Hình 4.25

Bài 4.29: Mô hình dao động bốn bậc tự do biểu diễn trên hình 4.26. Thùng xe và khung có khối lượng m , mô men quán tính đối với trục nằm ngang đi qua trọng tâm G là J . Khối lượng không được treo cầu trước và cầu sau là m_1 và m_2 . Độ cứng của hệ thống treo cầu trước và cầu sau là c_1 , c_2 , độ cứng của các lớp xe trước và sau là c_3 và c_4 . Hệ số cản của giảm chấn ở cầu trước và cầu sau là k_1 , k_2 .

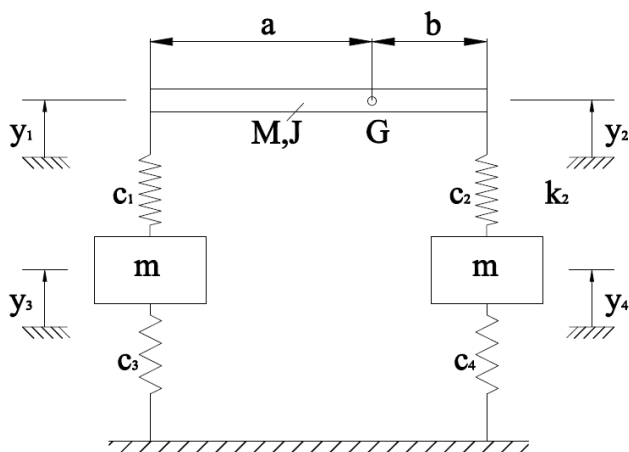
1. Thiết lập phương trình vi phân dao động trong mặt phẳng thẳng đứng.
2. Cho $J=200\text{kgm}^2$, $l_1=3\text{m}$, $l_2=1\text{m}$, $m=200\text{kg}$, $m_1=m_2=30\text{kg}$, $c_1=c_2=4 \cdot 10^5 \text{N/m}$, $k_1=k_2=0$, $c_3=c_4=10^5 \text{N/m}$. Tính các tần số dao động riêng và dạng riêng.
3. Xét sự trực giao của các dạng riêng với ma trận khối lượng và ma trận độ cứng.



Hình 4.26

Bài 4.30: Mô hình dao động bốn bậc tự do được biểu diễn như hình 4.27.

1. Thiết lập phương trình vi phân dao động của cơ hệ, chọn (y_1, y_2, y_3, y_4) làm tọa độ suy rộng.
2. Cho $a=3\text{m}$, $b=1\text{m}$, $c_1= c_2=4 \cdot 10^5 \text{N/m}$, $c_3= c_4=10^5 \text{N/m}$, $M=200\text{kg}$, $m=30\text{kg}$, $J=200\text{kgm}^2$. Tính các tần số riêng.



Hình 4.27

LỜI GIẢI

Bài 4.1:

Mấp mô có dạng hàm điều hòa có thể biểu thị quan hệ hàm phụ thuộc vào thời gian t , hoặc phụ thuộc vào quãng đường x :

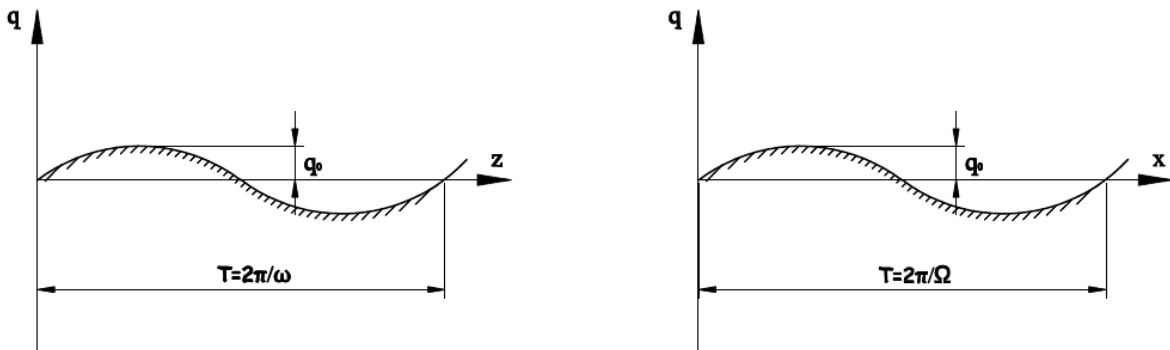
$$q(t) = q_0 \cdot \sin \omega t = q_0 \cdot \sin \frac{2\pi}{T} \cdot t \quad (4.1)$$

$$q(x) = q_0 \cdot \sin \Omega x = q_0 \cdot \sin \frac{2\pi}{S} \cdot x \quad (4.2)$$

Trong đó : T là chu kì mấp mô, S là chiều dài sóng, Ω là tần số sóng mặt đường.

Do: $q(t) = q(x) \Rightarrow \omega t = \Omega x \Rightarrow \frac{2\pi}{T} \cdot t = \frac{2\pi}{S} \cdot x$
 $\Rightarrow S = T \cdot \frac{x}{t} = \frac{1}{f} \cdot v = \frac{1}{5} \cdot v = 0,2v$

Bài 4.2:



Hình 4.28

Mấp mô có dạng hàm điều hòa có thể biểu thị quan hệ hàm phụ thuộc vào thời gian t , hoặc phụ thuộc vào quãng đường x :

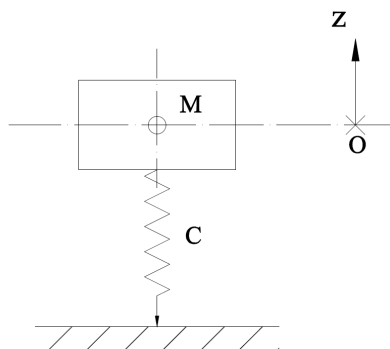
$$q(t) = q_0 \cdot \sin \omega t = q_0 \cdot \sin \frac{2\pi}{T} \cdot t$$

$$q(x) = q_0 \cdot \sin \Omega x = q_0 \cdot \sin \frac{2\pi}{S} \cdot x$$

Trong đó : T là chu kì mấp mô, S là chiều dài sóng, Ω là tần số sóng mặt đường.

Do: $q(t) = q(x) \Rightarrow \omega t = \Omega x$
 $\Rightarrow \omega = \Omega \cdot \frac{x}{t} = \Omega \cdot v = \frac{2\pi}{S} \cdot v = \frac{2\pi}{2} \cdot 20 = 20\pi \text{ [1/s]}$

Bài 4.3:



Hình 4.29

a) Phương trình dao động của hệ:

Xét tại một thời điểm bất kì khối lượng m dịch chuyển một khoảng z so với vị trí cân bằng tĩnh. Phương trình cân bằng lực tác dụng lên khối lượng m lúc đó là:

$$m\ddot{z} = -F_c \Leftrightarrow m\ddot{z} = -c \cdot z \Leftrightarrow m\ddot{z} + cz = 0 \tag{4.3}$$

$$\Leftrightarrow \ddot{z} + \omega^2 z = 0$$

Với : $\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$ là tần số góc của dao động riêng.

b) Tần số dao động kỹ thuật:

$$n_r = \frac{30 \cdot \omega}{\pi} = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{c}{m}} = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{3 \cdot 10^4}{500}} = 74,04 \text{ (đđ/ph)} \quad (4.4)$$

Bài 4.4:

Hàm kích thích các bánh xe cầu trước phụ thuộc vào quãng đường là:

$$q_t(x) = q_0 \cdot \sin \Omega x \quad (4.5)$$

Hàm kích thích các bánh xe cầu sau phụ thuộc vào quãng đường là:

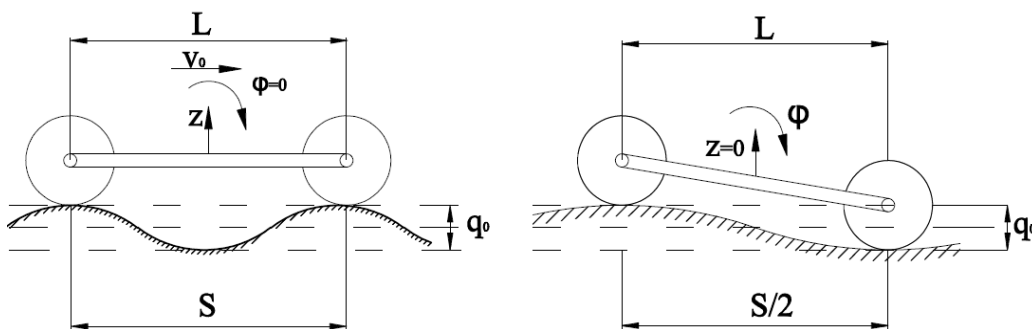
$$q_s(x) = q_0 \cdot \sin \Omega(x - L) = q(x) = q_0 \cdot \sin(\Omega x - \Omega L) \quad (4.6)$$

1) Để khi ô tô bị kích thích chỉ có dao động thẳng đứng thì dao động các bánh xe cầu trước và cầu sau phải dao động cùng pha, cùng biên độ:

$$\begin{aligned} q_t(x) = q_s(x) &\Rightarrow q_0 \cdot \sin \Omega x = q_0 \cdot \sin(\Omega x - \Omega L) \\ \Leftrightarrow \sin \Omega x &= \sin(\Omega x - \Omega L) \Leftrightarrow \Omega L = 2k\pi \quad (k \in \mathbb{N}^*) \\ \Leftrightarrow \frac{2\pi}{S} \cdot L &= 2k\pi \Rightarrow S = \frac{L}{k} = \frac{2,5}{k} \quad (k \in \mathbb{N}^*) \end{aligned} \quad (4.7)$$

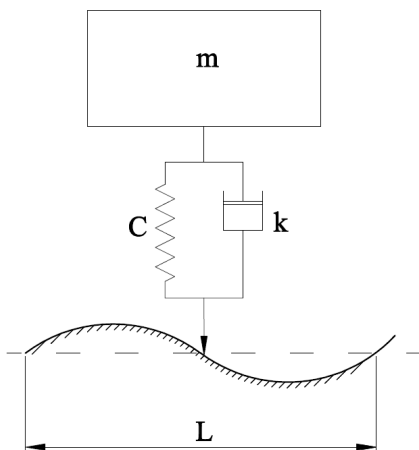
2) Để khi ô tô bị kích thích chỉ có dao động góc thì dao động các bánh xe cầu trước và cầu sau phải ngược pha nhau:

$$\begin{aligned} q_t(x) = -q_s(x) &\Rightarrow q_0 \cdot \sin \Omega x = -q_0 \cdot \sin(\Omega x - \Omega L) \\ \Leftrightarrow \sin \Omega x &= -\sin(\Omega x - \Omega L) \Leftrightarrow \Omega L = (2k+1)\pi \quad (k \in \mathbb{N}) \\ \Leftrightarrow \frac{2\pi}{S} \cdot L &= (2k+1)\pi \Rightarrow S = \frac{2L}{2k+1} = \frac{2 \cdot 2,5}{2k+1} = \frac{5}{2k+1} \quad (k \in \mathbb{N}) \end{aligned} \quad (4.8)$$



Hình 4.30

Bài 4.5:

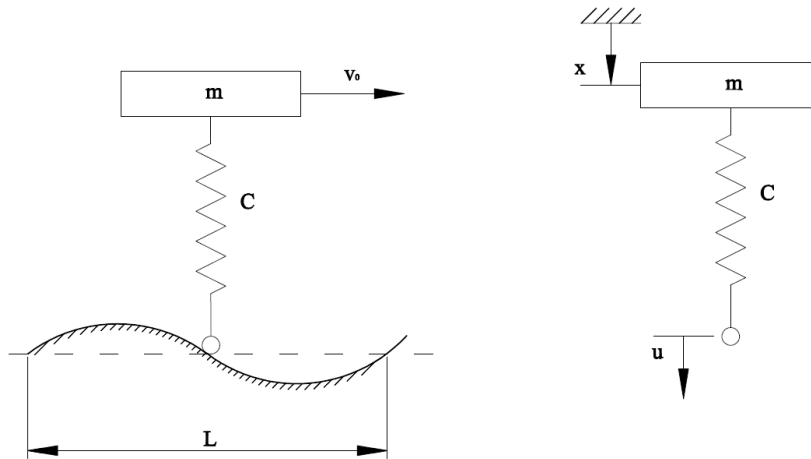


Hình 4.31

Đáp số: a) $m\ddot{x} + kx + cx = \hat{u}(c \cdot \sin \Omega t + k\Omega \cos \Omega t)$

$$b) A = \frac{\hat{u}\sqrt{c^2 + k^2\Omega^2}}{\sqrt{(c - m\Omega^2)^2 + (k\Omega)^2}}; \Omega = \frac{2\pi}{L} \cdot v$$

Bài 4.6:



Hình 4.32

Phương trình dao động theo phương thẳng đứng của ô tô:

$$m\ddot{x} = -c(x - u) \Rightarrow m\ddot{x} + cx = cu \tag{4.9}$$

Gọi s là quãng đường ô tô đi được: $s = v_0 t$

Từ đó phương trình mặt đường có dạng:

$$u = u_0 \cos \frac{2\pi s}{L} = u_0 \cos \frac{2\pi v_0 t}{L} = u_0 \cdot \cos \omega t \tag{4.10}$$

Trong đó: L là chiều dài sóng mặt đường, ω là tần số kích động.

Thế (4.10) vào (4.9) ta được:

$$m\ddot{x} + cx = cu_0 \cos \omega t \tag{4.11}$$

$$\Leftrightarrow \ddot{x} + \omega_0^2 x = \omega_0^2 u_0 \cos \omega t \tag{4.12}$$

Trong đó: $\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}}$ là tần số dao động riêng của ô tô

Phương trình (4.12) chính là phương trình vi phân dao động cần tìm.

Tần số kích thích: $\omega = \frac{2\pi v_0}{L}$

Nghiệm của phương trình (4.12) được tìm dưới dạng:

$$x = A \cos \omega t$$

Thay vào phương trình (4.12) ta được:

$$A = \frac{u_0}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}}$$

Khi $\omega_0 = \omega$, ô tô đạt vận tốc tới hạn xảy ra cộng hưởng là:

$$v_{th} = \frac{\omega_0 L}{2\pi} = \frac{L}{2\pi} \sqrt{\frac{c}{m}}$$

Bài 4.7:

Tần số dao động riêng:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}} = \sqrt{\frac{35000}{380}} = 9,597 \text{ [1/s]}$$

Chu kì dao động riêng:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{9,597} = 0,654 \text{ [s]}$$

Bài 4.8:

1. Hệ số dập tắt dao động tương đối:

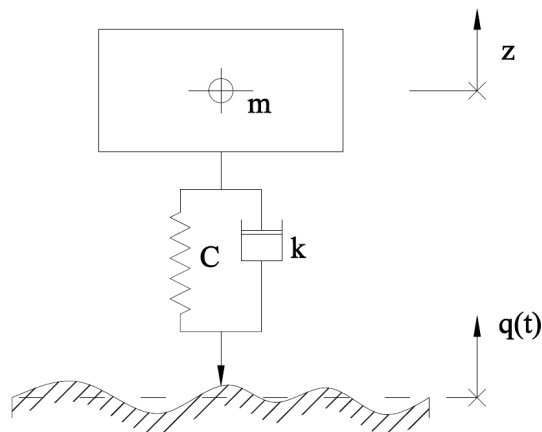
$$\psi = \frac{k}{2\sqrt{c.m}} = \frac{2,8.10^3}{2\sqrt{3.10^4.500}} = 0,361$$

2. Vận tốc khi xảy ra cộng hưởng:

Cộng hưởng xảy ra khi tần số kích động bằng tần số dao động riêng của ô tô:

$$\begin{aligned} \omega_0 = \omega &\Leftrightarrow \frac{2\pi}{S}.v = \sqrt{\frac{c}{m}} \Rightarrow v = \frac{S}{2\pi} \sqrt{\frac{c}{m}} \\ \Rightarrow v &= \frac{2\pi}{2\pi} \sqrt{\frac{3.10^4}{500}} = 7,746 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Bài 4.9:



Hình 4.33

1. Phương trình dao động của ô tô:

Phương trình cân bằng tác dụng lên khối lượng m:

$$m\ddot{z} = -F_c - F_k \tag{4.13}$$

Trong đó: lực đàn hồi của lò xo:

$$F_c = c.(z - q) \tag{4.14}$$

Lực cản của giảm chấn:

$$F_k = k.(\dot{z} - \dot{q}) \tag{4.15}$$

Phương trình chuyển động của hệ có dạng:

$$m\ddot{z} + k\dot{z} + cz = k\dot{q} + cq \tag{4.16}$$

2.

Phương trình dao động và nghiệm riêng tắt dần:

Phương trình dao động riêng của hệ tắt dần:

$$m\ddot{z} + k\dot{z} + cz = 0 \quad (4.17)$$

Kí hiệu: $\frac{k}{2m} = h; \omega_0^2 = \frac{c}{m}$

Phương trình dao động riêng được viết lại như sau:

$$\ddot{z} + 2h\dot{z} + \omega_0^2 z = 0 \quad (4.18)$$

Phương trình đặc tính (4.18) có dạng như sau:

$$\lambda + 2h\lambda + \omega_0^2 = 0 \quad (4.19)$$

Hai nghiệm của (4.19) có dạng như sau:

$$\lambda_{1,2} = -h \pm \sqrt{h^2 - \omega_0^2} \quad (4.20)$$

Dao động riêng của hệ có dáng điệu thay đổi có chu kì và tắt dần nếu nghiệm của phương trình đặc tính có dạng số phức:

Kí hiệu: $\omega_t^2 = \omega_0^2 - h^2 \quad (4.21)$

Khi đó: $\lambda_{1,2} = -h \pm j\omega_t \quad (4.22)$

Giải phương trình vi phân tuyến tính thuần nhất (4.18) có nghiệm sau:

$$z = A.e^{\lambda t}$$

Hoặc theo (4.22):

$$z = e^{-h.t} . (A_1 . e^{j\omega_t . t} + A_2 . e^{j\omega_t . t})$$

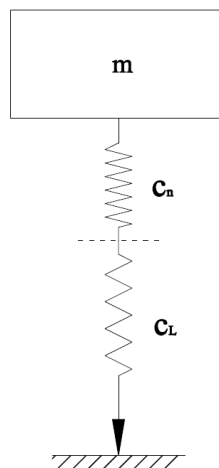
Biến đổi biểu thức trong dấu ngoặc về lượng giác nhờ phương trình Euler:

$$e^{\pm j\omega_t . t} = \cos \omega_t . t \pm j \sin \omega_t . t$$

Và nghiệm của nó có dạng sau:

$$z = A e^{-h.t} . \sin(\omega_t . t + \varphi)$$

Bài 4.10:

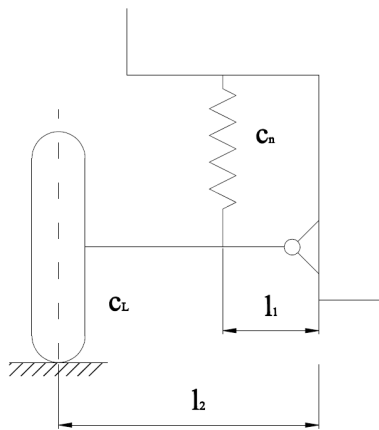


Hình 4.34

Độ cứng tương đương của mô hình:

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{c_n} + \frac{1}{c_L} \Rightarrow c = \frac{c_n . c_L}{c_n + c_L} = \frac{5 . 10^4 . 6 . 10^5}{5 . 10^4 + 6 . 10^5} = 4,615 . 10^4 \text{ N/m}$$

Bài 4.11:

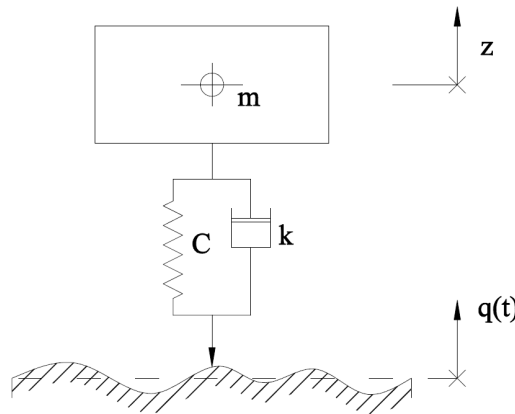


Hình 4.35

Độ cứng tương đương của mô hình:

$$c = \frac{l_1^2 \cdot c_n \cdot c_L}{l_1^2 \cdot c_n + l_2^2 \cdot c_L} = \frac{0,2^2 \cdot 3 \cdot 10^4 \cdot 5 \cdot 10^5}{0,2^2 \cdot 3 \cdot 10^4 + 0,4^2 \cdot 5 \cdot 10^5} \approx 7389 \text{ N/m}$$

Bài 4.12:



Hình 4.36

1) Tần số dao động riêng của hệ dao động tắt dần:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}} \tag{4.13}$$

Trong đó: $c = \frac{z_t}{f_t} = \frac{mg}{f_t}$ là độ cứng của lò xo

f_t là biến dạng tĩnh của lò xo

$$\Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}} = \sqrt{\frac{m \cdot g}{m \cdot f_t}} = \sqrt{\frac{g}{f_t}} = \sqrt{\frac{9,81}{0,065}} = 12,28 [1/s]$$

2) Khi không có giảm chấn (k=0):

Phương trình dao động theo phương thẳng đứng của ô tô:

$$m\ddot{z} = -c(z - q) \Rightarrow m\ddot{z} + cz = cq \tag{4.14}$$

Gọi x là quãng đường ô tô đi được : $x = v_0 t$

Từ đó phương trình mặt đường có dạng:

$$q = q_0 \cos \frac{2\pi}{S} \cdot x = q_0 \cos \frac{2\pi}{S} v_0 t = q_0 \cdot \cos \omega t \tag{4.15}$$

Trong đó: S là chiều dài sóng mặt đường, ω là tần số kích động.

$$\omega = \frac{2\pi}{S} \cdot v_0 = \frac{2\pi}{2\pi} \cdot \frac{72}{3,6} = 20 \text{ [1/s]}$$

Thế (4.15) vào (4.14) ta được:

$$m\ddot{z} + cz = cq_0 \cos \omega t \quad (4.16)$$

$$\Leftrightarrow \ddot{z} + \omega_0^2 z = \omega_0^2 q_0 \cos \omega t \quad (4.17)$$

Nghiệm của phương trình (4.17) được tìm dưới dạng:

$$z = Z \cos \omega t$$

Thay vào phương trình (4.17) ta được chuyển dịch thẳng đứng lớn nhất:

$$Z = \frac{q_0}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2}} = \frac{0,02}{1 - \frac{20^2}{12,28^2}} = -0,0121 \text{ [m]}$$

Lấy $Z_{\max} = |Z| = 0,0121 \text{ [m]}$

Phương trình gia tốc của ô tô khi không có giảm chấn:

$$\ddot{z} = -\omega^2 Z \cos \omega t = \ddot{Z} \cos \omega t$$

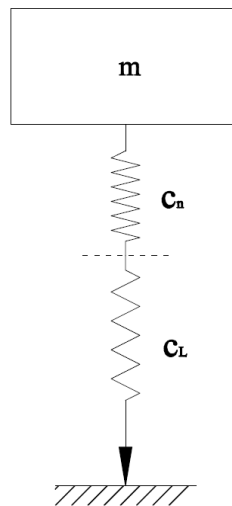
Gia tốc thẳng đứng lớn nhất:

$$\ddot{Z} = \omega^2 \cdot Z = 20^2 \cdot 0,0121 = 4,84 \text{ [m/s}^2\text{]}$$

3) Hiện tượng cộng hưởng xảy ra khi $\omega = \omega_0$

$$\Rightarrow \frac{2\pi}{S} \cdot v = \omega_0 \Rightarrow v = \frac{\omega_0 \cdot S}{2\pi} = \frac{12,28 \cdot 2\pi}{2\pi} = 12,28 \text{ [m/s]}$$

Bài 4.13:



Hình 4.37

Tần số dao động riêng: $\omega_0 = 2\pi f = 2\pi \frac{50}{60} \approx 5,23 \text{ [1/s]}$

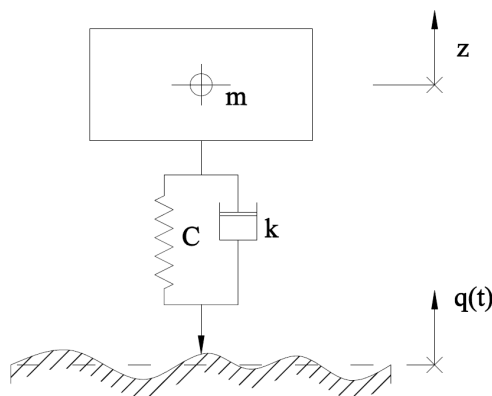
Mặt khác:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}} \Rightarrow c = m \cdot \omega_0^2 \quad (4.18)$$

Trong đó: c là độ cứng quy dẫn của hệ lò xo:

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} \Rightarrow c_2 = \frac{c \cdot c_1}{c_1 - c} = \frac{m \cdot \omega_0^2 \cdot c_1}{c_1 - m \cdot \omega_0^2} = \frac{850 \cdot 5,23^2 \cdot 250000}{250000 - 850 \cdot 5,23^2} = 25634 \text{ [N/m]}$$

Bài 4.14:



Hình 4.38

Nếu ô tô chuyển động với vận tốc lớn trên đường có chiều dài bước sóng nhỏ, có nghĩa là:

$$\omega = \left(\frac{2\pi}{S} \right) \cdot v \rightarrow \infty.$$

1) Chuyển dịch tương đối giữa thân xe với mặt đường:

$$z_{td} = z - q \tag{4.19}$$

Tương ứng với hàm truyền:

$$\frac{z_{td}(j\omega)}{q(j\omega)} = \frac{z(j\omega) - q(j\omega)}{q(j\omega)} = \frac{c + j\omega k}{c - \omega^2 m + j\omega k} - 1 = \frac{\omega^2 m}{c - \omega^2 m + j\omega k} \tag{4.20}$$

Biên độ hàm truyền là:

$$\left| \frac{z_{td}}{q} \right| = \sqrt{\frac{\omega^4 m^2}{(c - \omega^2 m)^2 + (\omega k)^2}} \tag{4.21}$$

$$\left| \frac{z_{td}}{q} \right|_{\omega \rightarrow \infty} = \lim_{\omega \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{\omega^4 m^2}{(c - \omega^2 m)^2 + (\omega k)^2}} = 1 \tag{4.22}$$

Đối với tần số kích thích lớn thì chuyển dịch tương đối không phụ thuộc vào giảm chấn.

2) Hàm truyền của gia tốc:

$$\frac{\ddot{z}(j\omega)}{q(j\omega)} = -\omega^2 \cdot \frac{z(j\omega)}{q(j\omega)} = -\omega^2 \cdot \frac{c + j\omega k}{c - \omega^2 m + j\omega k} \tag{4.23}$$

$$\left| \frac{\ddot{z}}{q} \right| = -\omega^2 \cdot \sqrt{\frac{c^2 + \omega^2 k^2}{(c - \omega^2 m)^2 + (\omega k)^2}} \tag{4.24}$$

$$\left| \frac{\ddot{z}}{q} \right|_{\omega \rightarrow \infty} = \lim_{\omega \rightarrow \infty} \omega^2 \cdot \sqrt{\frac{c^2 + \omega^2 k^2}{(c - \omega^2 m)^2 + (\omega k)^2}} \tag{4.25}$$

a) Đối với trường hợp $k \neq 0 \Rightarrow \left| \frac{\ddot{z}}{q} \right|_{\omega \rightarrow \infty} = \infty$

b) Đối với trường hợp hệ không tắt dần ($k=0$)

$$\left| \frac{\ddot{z}}{q} \right|_{\omega \rightarrow \infty} = \sqrt{\frac{c^2}{m^2}} = \omega_0^2 \tag{4.26}$$

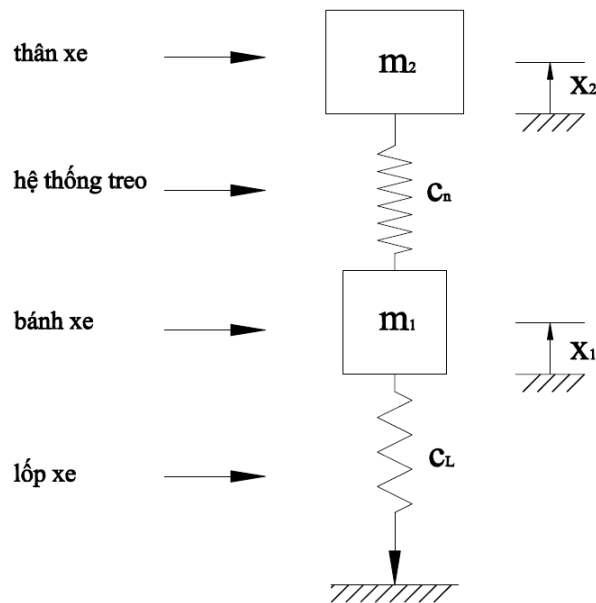
3) Biên độ của lực tác dụng xuống nền đường:

$$\left| \frac{F_d}{q} \right| = m \cdot \left| \frac{\ddot{z}}{q} \right| \quad (4.27)$$

a) Nếu $k \neq 0$: $\left. \frac{F_d}{q} \right|_{\omega \rightarrow \infty} = m \cdot \left. \frac{\ddot{z}}{q} \right|_{\omega \rightarrow \infty} = \infty$

b) Nếu $k = 0$: $\left. \frac{F_d}{q} \right|_{\omega \rightarrow \infty} = m \cdot \left. \frac{\ddot{z}}{q} \right|_{\omega \rightarrow \infty} = m \cdot \omega_0^2 = c$

Bài 4.15:



Hình 4.39

Chọn tọa độ suy rộng của cơ hệ là (x_1, x_2) , trong đó x_1, x_2 là độ lệch của các khối lượng m_1, m_2 so với vị trí cân bằng tĩnh.

Phương trình vi phân dao động của hệ có dạng:

$$\begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{x}_1 \\ \ddot{x}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_1 + c_2 & -c_2 \\ -c_2 & c_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad (4.28)$$

Ma trận khối lượng, ma trận độ cứng của cơ hệ là:

$$M = \begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix}; \quad C = \begin{bmatrix} c_1 + c_2 & -c_2 \\ -c_2 & c_2 \end{bmatrix}$$

Phương trình tần số có dạng:

$$\begin{vmatrix} c_1 + c_2 - \omega^2 m_1 & -c_2 \\ -c_2 & c_2 - \omega^2 m_2 \end{vmatrix} = 0$$

Với giá trị đã cho tìm được các tần số riêng:

$$\omega_1^2 = 57,6 \Rightarrow \omega_1 = 7,6 \text{ rad/s}$$

$$\omega_2^2 = 3255 \Rightarrow \omega_2 = 57 \text{ rad/s}$$

Tương ứng với các tần số riêng, các vectơ riêng được xác định từ phương trình:

$$\begin{bmatrix} c_1 + c_2 - \omega_k^2 m_1 & -c_2 \\ -c_2 & c_2 - \omega_k^2 m_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{1k} \\ a_{2k} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

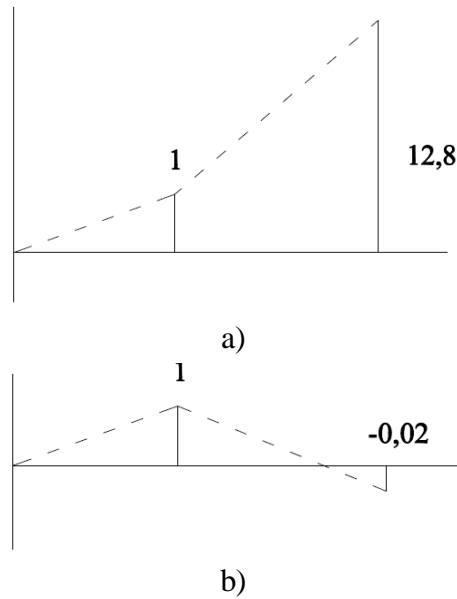
Với ω_1 : $(c_1 + c_2 - \omega_1^2 m_1).a_{11} - c_2 a_{21} = 0 \Rightarrow \frac{a_{21}}{a_{11}} = 12,8$

Với ω_2 : $(c_2 - \omega_2^2 m_2).a_{22} - c_2 a_{12} = 0 \Rightarrow \frac{a_{22}}{a_{12}} = -0,02$

Như vậy ma trận dạng riêng của cơ hệ là:

$$V = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 12,8 & -0,02 \end{bmatrix}$$

Các dạng riêng được biểu diễn trên hình 4.13

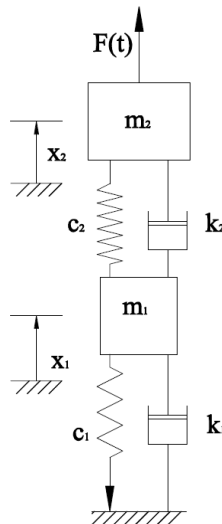


Hình 4.40

Dạng riêng 1 (hình 4.13a): Thân xe và bánh xe dao động cùng pha. Thân xe dịch chuyển gấp 12,8 lần trục bánh xe, nhưng tần số khá thấp, thấp hơn 3 vòng/s.

Dạng riêng 2 (hình 4.13b): Thân xe và bánh xe dao động ngược pha. Thân xe dịch chuyển ít hơn 0,02 lần so với trục bánh xe. Dạng dao động này gợi ý cho việc thiết kế xe chở khách.

Bài 4.16:



Hình 4.41

Ở trạng thái biến dạng tĩnh các lò xo biến dạng các đoạn δ_{10}, δ_{20} :

$$\begin{aligned} c_1 \delta_{10} &= (m_1 + m_2)g \\ c_2 \delta_{20} &= m_2 g \end{aligned} \quad (4.29)$$

Chọn tọa độ suy rộng của cơ hệ là (x_1, x_2) , trong đó x_1, x_2 là độ lệch của các khối lượng m_1, m_2 so với vị trí cân bằng tĩnh.

Động năng và thế năng của cơ hệ có dạng:

$$T = \frac{1}{2} m_1 \dot{x}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \dot{x}_2^2 \quad (4.30)$$

$$\Pi = \frac{1}{2} c_1 (x_1 - \delta_{10})^2 + \frac{1}{2} c_2 (x_2 - x_1 - \delta_{20})^2 + m_1 g x_1 + m_2 g x_2 \quad (4.31)$$

Hàm hao tán của cơ hệ:

$$\Phi = \frac{1}{2} k_1 \dot{x}_1^2 + \frac{1}{2} k_2 (\dot{x}_2 - \dot{x}_1)^2 \quad (4.32)$$

Các lực suy rộng của các lực hoạt động không có thế là:

$$Q_{x_1}^* = 0; \quad Q_{x_2}^* = F(t) \quad (4.33)$$

Biểu thức lực suy rộng:

$$Q_i = -\frac{\partial \Pi}{\partial q_i} - \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_i} + Q_i^*, \quad (i=1, \dots, n) \quad (4.34)$$

$$Q_{x_1} = -c_1 (x_1 - \delta_{10}) + c_2 (x_2 - x_1 - \delta_{20}) - m_1 g - k_1 \dot{x}_1 + k_2 (\dot{x}_2 - \dot{x}_1) \quad (4.35)$$

$$Q_{x_2} = -c_2 (x_2 - x_1 - \delta_{20}) - m_2 g - k_2 (\dot{x}_2 - \dot{x}_1) + F(t) \quad (4.36)$$

Sử dụng (4.29) nhận được:

$$Q_{x_1} = -(c_1 + c_2)x_1 + c_2 x_2 - (k_1 + k_2)\dot{x}_1 + k_2 \dot{x}_2 \quad (4.37)$$

$$Q_{x_2} = c_2 x_1 - c_2 x_2 - k_2 \dot{x}_1 - k_2 \dot{x}_2 + F(t) \quad (4.38)$$

Thay thế vào phương trình lagrange loại 2:

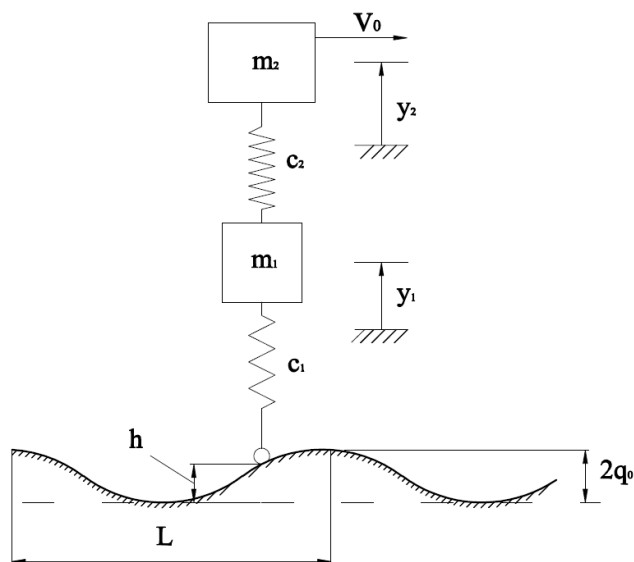
$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i; \quad i=1, \dots, n$$

Chúng ta nhận được hệ phương trình vi phân dao động của cơ hệ:

$$\begin{cases} m_1 \ddot{x}_1 + (k_1 + k_2)\dot{x}_1 - k_2 \dot{x}_2 + (c_1 + c_2)x_1 - c_2 x_2 = 0 \\ m_2 \ddot{x}_2 - k_2 \dot{x}_1 + k_2 \dot{x}_2 - c_2 x_1 + c_2 x_2 = F(t) \end{cases} \quad (4.39)$$

Nhận xét: Nếu chọn x_1, x_2 là độ lệch so với vị trí cân bằng tĩnh của cơ hệ thì biểu thức thế năng cơ hệ không chứa các trọng lượng $m_1 g, m_2 g$.

Bài 4.17:



Hình 4.42

Đáp số:

a) Phương trình vi phân dao động:

$$\begin{cases} m_1 \ddot{y}_1 + (c_1 + c_2)y_1 - c_2 y_2 = c_1 h_0 \cos \frac{2\pi v_0}{L} t \\ m_2 \ddot{y}_2 - c_2 y_1 + c_2 y_2 = 0 \end{cases} \quad (4.40)$$

b) Tần số riêng, dạng riêng:

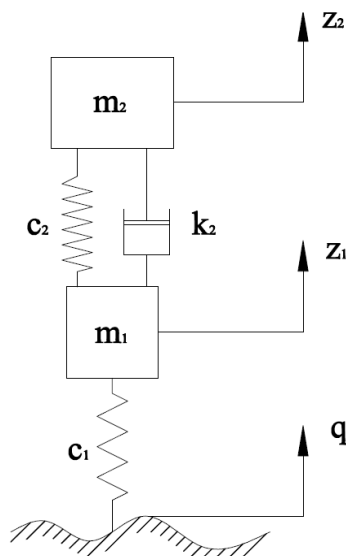
$$\begin{aligned} \omega_1 &= 5,62 \text{ rad/s} & v_1 &= [0,0196 \quad -0,03396]^T \\ \omega_2 &= 24,36 \text{ rad/s} & v_2 &= [0,06792 \quad -0,00983]^T \end{aligned}$$

Phương trình vi phân dao động ở dạng tọa độ chuẩn:

$$\begin{cases} \ddot{p}_1 + \omega_1^2 p_1 = 982,7 h_0 \cos \Omega t \\ \ddot{p}_2 + \omega_2^2 p_2 = 3396,2 h_0 \cos \Omega t \end{cases} \quad (4.41)$$

c) Vận tốc tới hạn: $v_{1,2}^* = \frac{L}{2\pi} \omega_{1,2}$ (4.42)

Bài 4.18:



Hình 4.43

Tần số dao động riêng của cầu xe: $\omega_{01} = \sqrt{\frac{c_1 + c_2}{m_1}}$ (4.43)

Tần số dao động riêng của thân xe: $\omega_{02} = \sqrt{\frac{c_2}{m_2}}$ (4.44)

Độ cứng hướng kính của lớp xe:

$$c = \frac{z_i}{f} = \frac{(m_1 + m_2) \cdot g}{f} = \frac{(100 + 600) \cdot 9,81}{0,02} = 343350 \text{ N/m}$$

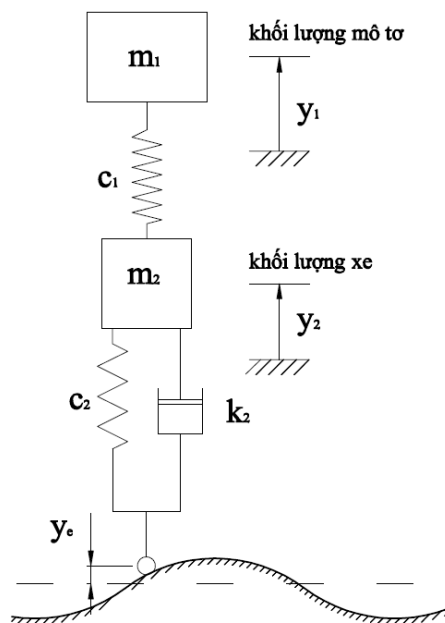
$$\Rightarrow \omega_1 = \sqrt{\frac{c_1 + c_2}{m_1}} = \sqrt{\frac{343350 + 47400}{100}} = 62,51 \text{ [1/s]}$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{c_2}{m_2}} = \sqrt{\frac{47,4 \cdot 10^3}{600}} = 8,89 \text{ [1/s]}$$

Hệ số cản giảm chấn:

$$k_2 = 2\psi_2 \sqrt{c_2 \cdot m_2} = 2 \cdot 0,3 \cdot \sqrt{47400 \cdot 600} = 3199,75 \text{ N.s.m}$$

Bài 4.19:



Hình 4.44

Chọn tọa độ suy rộng của cơ hệ là (y_1, y_2) , trong đó y_1, y_2 là độ dịch chuyển của khối lượng mô tơ và khối lượng xe so với chuyển động không dao động của xe trên đường nằm ngang.

Phương trình vi phân dao động của cơ hệ là:

$$M\ddot{y} + B\dot{y} + Cy = h(t) \tag{4.45}$$

Trong đó:

$$M = \begin{bmatrix} m_1 & 0 \\ 0 & m_2 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & k_2 \end{bmatrix}; C = \begin{bmatrix} c_1 & -c_1 \\ -c_1 & c_1 + c_2 \end{bmatrix}; h = \begin{bmatrix} 0 \\ c_2 y_e(t) + b_2 \dot{y}_e(t) \end{bmatrix}$$

Do $y_e(t) = e \cos \Omega t$ nên biểu diễn phức của hàm $h(t)$:

$$h(t) = \frac{e}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ c_2 + ik_2 \Omega \end{bmatrix} e^{i\Omega t} + \frac{e}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ c_2 - ik_2 \Omega \end{bmatrix} e^{-i\Omega t} \tag{4.46}$$

Vì hệ số của $e^{i\Omega t}$ và $e^{-i\Omega t}$ là hai số phức liên hợp nên ta xét phương trình:

$$M\ddot{y} + B\dot{y} + Cy = \frac{e}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ c_2 + ik_2\Omega \end{bmatrix} e^{i\Omega t} = \tilde{f}e^{i\Omega t} \quad (4.47)$$

Tìm nghiệm phương trình (4.47) dưới dạng:

$$y = \tilde{y}e^{i\Omega t} \quad (4.48)$$

Thế (4.48) vào (4.47) và rút gọn $e^{i\Omega t}$ nhận được:

$$(-\Omega^2 M + i\Omega B + C)\tilde{y} = \tilde{f} \quad (4.49)$$

Trong đó:

$$(-\Omega^2 M + i\Omega B + C)\tilde{y} = \begin{bmatrix} c_1 - m_1\Omega^2 & -c_1 \\ -c_1 & c_1 + c_2 - m_2\Omega^2 + ik_2\Omega \end{bmatrix} \tilde{y} \quad (4.50)$$

Các số phức \tilde{y}_1, \tilde{y}_2 là nghiệm của phương trình (4.49):

$$\tilde{y}_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta}; \quad \tilde{y}_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} \quad (4.51)$$

Trong đó:

$$\Delta = \det(-\Omega^2 M + i\Omega B + C) = \begin{bmatrix} c_1 - m_1\Omega^2 & 0 \\ -c_1 & c_1 + c_2 - m_2\Omega^2 + ik_2\Omega \end{bmatrix}$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 0 & -c_1 \\ \frac{e}{2}(c_2 + ik_2\Omega) & c_1 + c_2 - m_2\Omega^2 + ik_2\Omega \end{vmatrix} \quad (4.52)$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} c_1 - m_1\Omega^2 & 0 \\ -c_1 & \frac{e}{2}(c_2 + ik_2\Omega) \end{vmatrix}$$

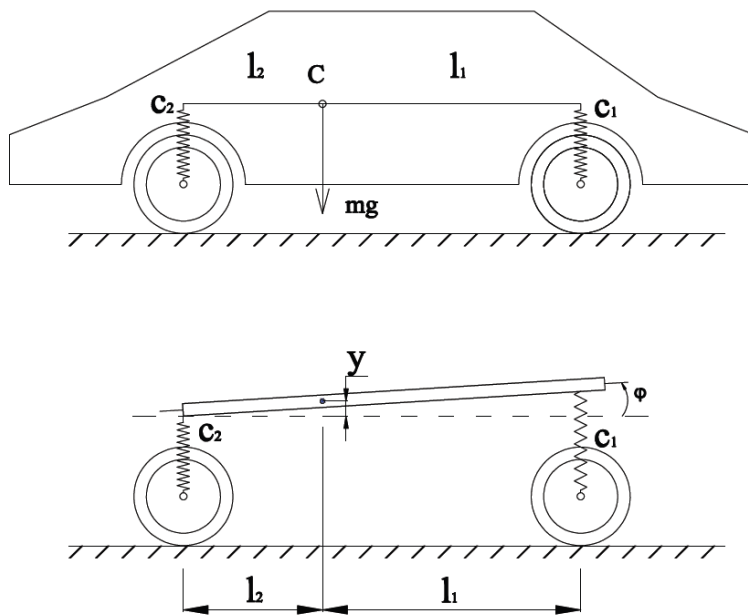
Tính toán cụ thể nhận được:

$$\tilde{y}_1 = \frac{ec_1(c_2 + ik_2\Omega^2)}{2\Delta}; \quad \tilde{y}_2 = \frac{e(c_1 - m_1\Omega^2)(c_2 + ik_2\Omega)}{2\Delta} \quad (4.53)$$

Từ (4.53) suy ra điều kiện để dập tắt dao động y_2 là $c_1 - m_1\Omega^2 = 0$, suy ra:

$$\Omega^2 = \frac{c_1}{m_1} \quad (4.54)$$

Bài 4.20:



Hình 4.45

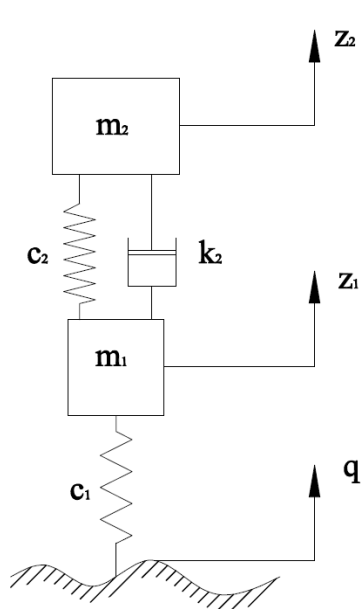
Đáp số:

$$a) \begin{cases} m\ddot{y} + (c_1 + c_2)y + (c_1l_1 - c_2l_2)\phi = 0 \\ J\ddot{\phi} + (c_1l_1 - c_2l_2)y + (c_1l_1^2 + c_2l_2^2)\phi = 0 \end{cases} \quad (4.55)$$

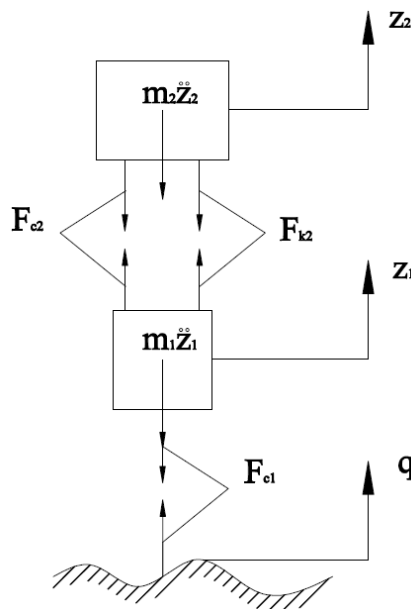
b) $\omega_1 = \omega_2$ nếu $\rho^2 = l_1l_2$, với ρ là bán kính quán tính của thân xe đối với trục nằm ngang đi qua khối tâm C.

c) $\omega_1 = 16,5 [1/s]$; $\omega_2 = 50 [1/s]$

Bài 4.21:



Hình 4.45



Hình 4.46

1) Hàm truyền gia tốc thân xe phụ thuộc vào biên độ mấp mô:

Phân tích các lực tác dụng lên hệ (Hình 4.19). Các phương trình chuyển động:

$$\begin{cases} m_2\ddot{z}_2 = -F_{k2} - F_{c2} \\ m_1\ddot{z}_1 = F_{k2} + F_{c2} - F_{c1} \end{cases} \quad (4.56)$$

Trong đó:

$$F_{k_2} = k_2 \cdot (z_2 - \dot{z}_1) \text{ là lực cản của giảm chấn}$$

$$F_{c_2} = c_2 \cdot (z_2 - z_1) \text{ là lực đàn hồi của lò xo}$$

$$F_{c_1} = c_1 \cdot (z_1 - q) \text{ là lực tác dụng của lớp.}$$

Sau khi thay các giá trị lực vào hai phương trình đầu ta được:

$$\begin{cases} m_2 \ddot{z}_2 + k_2 (z_2 - \dot{z}_1) + c_2 (z_2 - z_1) = 0 \\ m_1 \ddot{z}_1 - k_2 (z_2 - \dot{z}_1) - c_2 \cdot (z_2 - z_1) + c_1 \cdot z_1 = 0 \end{cases} \quad (4.57)$$

Bằng biến đổi Furie ta nhận được hàm truyền đối với chuyển dịch thẳng đứng của thân xe:

$$\frac{z_2(j\omega)}{q(j\omega)} = \frac{c_1 \cdot c_2 + j\omega k_2 \cdot c_1}{c_1 \cdot c_2 + j\omega k_2 \cdot c_1 - \omega^2 \cdot [c_2 \cdot m_1 + (c_1 + c_2) m_2]} - A \quad (4.58)$$

Trong đó: $(A = j\omega^3 k_2 (m_1 + m_2) + \omega^4 \cdot m_1 \cdot m_2)$

Hàm truyền đối với gia tốc là:

$$\frac{\ddot{z}_2(j\omega)}{q(j\omega)} = -\omega^2 \cdot \frac{z_2(j\omega)}{q(j\omega)} \quad (4.59)$$

Mô đun hàm truyền gia tốc thân xe:

$$\left| \frac{\ddot{z}_2(j\omega)}{q(j\omega)} \right|^2 = \omega^4 \cdot \frac{(c_1 \cdot c_2)^2 + (\omega k_2 \cdot c_1)^2}{\{c_1 \cdot c_2 - \omega^2 \cdot [c_2 \cdot m_1 + (c_1 + c_2) m_2] + \omega^4 \cdot m_1 \cdot m_2\}^2 + [\omega k_2 \cdot c_1 - \omega^3 k_2 (m_1 + m_2)]^2} \quad (4.60)$$

2) Biên độ gia tốc thân xe vùng cộng hưởng:

Tần số dao động riêng của thân xe:

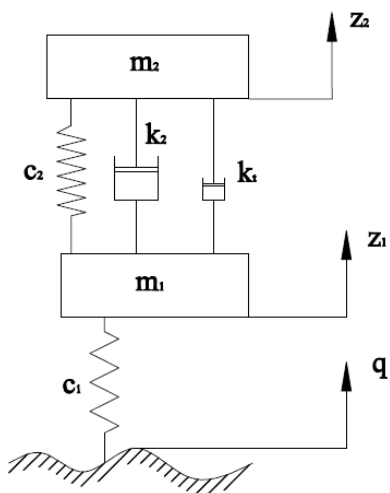
$$\omega_{02} = \sqrt{\frac{c_2}{m_2}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 10^4}{500}} = 7,746$$

Nếu chúng ta thay vào (4.60) các giá trị bằng số đồng thời cho $\omega = \omega_{02}$, chúng ta sẽ nhận được các giá trị như sau:

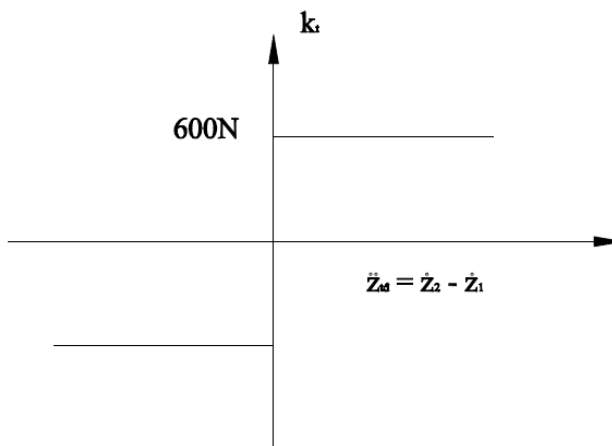
$$\left| \frac{\ddot{z}_2(j\omega)}{q(j\omega)} \right|_{\omega=\omega_0} = 113,77 [1/s^2]$$

$$\left| \ddot{z}_2(j\omega) \right|_{\omega=\omega_0} = 113,77 \cdot |q(j\omega)| = 113,77 \cdot 0,01 = 1,138 [1/s^2]$$

Bài 4.22:



Hình 4.47



Hình 4.48

1) Tần số góc của đường và tần số góc kích thích:

Tần số góc của đường:

$$\Omega = \frac{2\pi}{S} = \frac{2\pi}{2\pi} = 1 [1/m];$$

Tần số góc kích thích:

$$\omega = \Omega \cdot v = 10 \cdot 1 = 10 [1/s]$$

2) Gia tốc lớn nhất để cả hai khối lượng dao động thành một khối:

Phương trình chuyển động đối với thân xe:

$$m_2 \cdot \ddot{z}_2 + k_2 \cdot (\dot{z}_2 - \dot{z}_1) + c_2 \cdot (z_2 - z_1) + k_t \cdot \text{sign}(\dot{z}_2 - \dot{z}_1) = 0 \tag{4.61}$$

Với : $k_t = k_1 + k_2$

Khi dao động thành một khối nghĩa là:

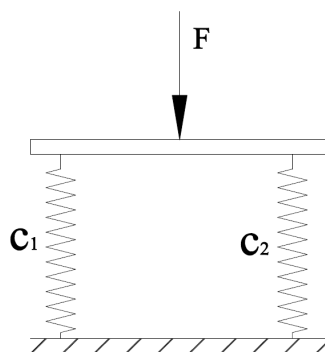
$$z_2 = z_1; \dot{z}_2 = \dot{z}_1 \text{ hoặc } |m_2 \cdot \ddot{z}_2| = |k_t|$$

Để cho dao động ở trạng thái liên khối cần thỏa mãn điều kiện:

$$|k_t| \geq |m_2 \cdot \ddot{z}_2|$$

Hoặc:
$$|\ddot{z}_2| \leq \frac{|k_t|}{m_2} = \frac{600}{500} = 1,2 [m/s^2]$$

Bài 4.23:



Hình 4.49

a) Phương trình cân bằng lực của cơ hệ ở trạng thái cân bằng tĩnh:

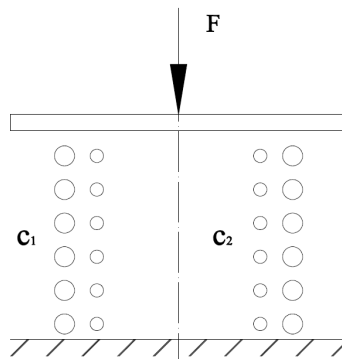
$$F = F_{c1} + F_{c2} \Leftrightarrow c \cdot f = c_1 \cdot f_1 + c_2 \cdot f_2 \tag{4.62}$$

Trong đó: f, f_1, f_2 lần lượt là chuyển vị của lò xo tương đương, lò xo 1, lò xo 2.

Theo sơ đồ: $f = f_1 = f_2$

$$\Rightarrow c = c_1 + c_2 = 35000 + 50000 = 85000 (N/m)$$

b)



Hình 4.50

Phương trình cân bằng lực của cơ hệ ở trạng thái cân bằng tĩnh:

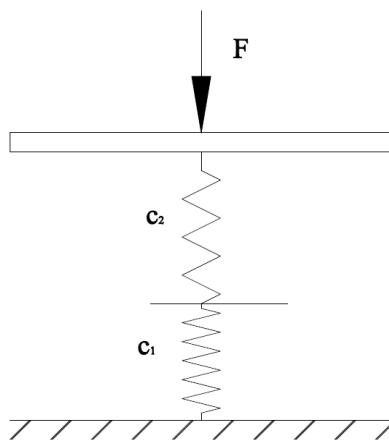
$$F = F_{c1} + F_{c2} \Leftrightarrow c \cdot f = c_1 \cdot f_1 + c_2 \cdot f_2 \quad (4.63)$$

Trong đó: f, f_1, f_2 lần lượt là chuyển vị của lò xo tương đương, lò xo 1, lò xo 2.

Theo sơ đồ: $f = f_1 = f_2$

$$\Rightarrow c = c_1 + c_2 = 35000 + 50000 = 85000 (N/m)$$

c)



Hình 4.51

Xét trạng thái cân bằng tĩnh của cơ hệ:

$$\text{Độ võng tĩnh của cơ hệ: } f = \frac{F}{c} \quad (4.64)$$

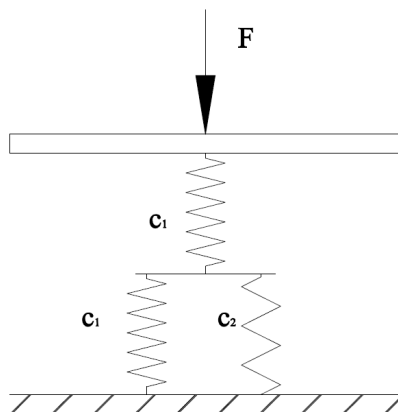
$$\text{Độ võng tĩnh của lò xo 1: } f_1 = \frac{F}{c_1}$$

$$\text{Độ võng tĩnh của lò xo 2: } f_2 = \frac{F}{c_2}$$

Mặt khác: $f = f_1 + f_2$

$$\Rightarrow \frac{F}{c} = \frac{F}{c_1} + \frac{F}{c_2} \Leftrightarrow \frac{1}{c} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} \Rightarrow c = \frac{c_1 \cdot c_2}{c_1 + c_2} = \frac{35000 \cdot 50000}{35000 + 50000} = 20588 (N/m)$$

d)



Hình 4.52

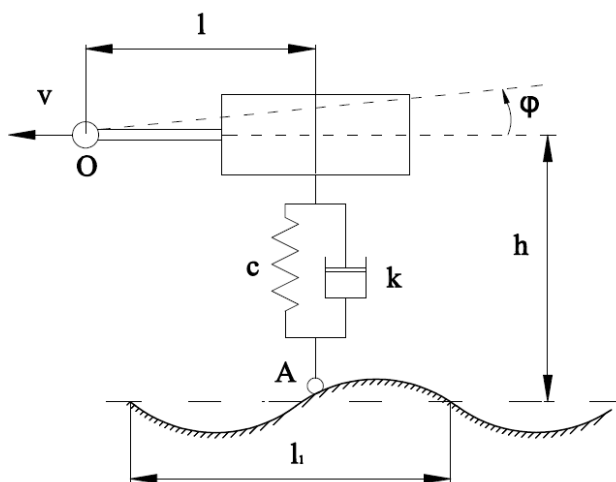
Áp dụng công thức trong sơ đồ (a) và (c) ta được độ cứng tương đương của hệ lò xo là:

$$c = \frac{c_1 \cdot c_{21}}{c_1 + c_{21}} \quad (4.65)$$

Trong đó: $c_{21} = c_1 + c_2$

$$\Rightarrow c = \frac{c_1 \cdot (c_1 + c_2)}{c_1 + c_2 + c_3} = \frac{35000 \cdot (35000 + 50000)}{35000 + 35000 + 50000} = 24791,67 \text{ (N/m)}$$

Bài 4.24:



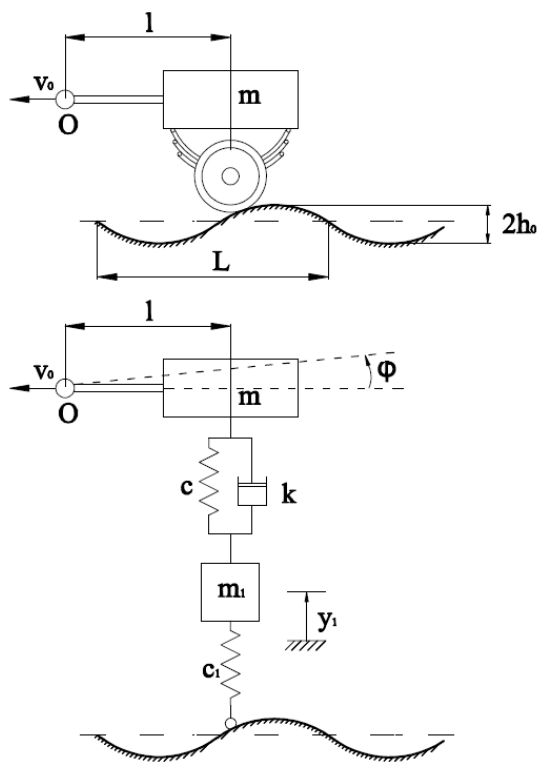
Hình 4.53

Đáp số:

$$v^* = \frac{l}{2\pi} \sqrt{-\omega_0^4 / 2\delta^2 + \sqrt{\omega_0^8 / 4\delta^4 + \omega_0^6 / \delta^2}}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}}; \delta = \frac{b}{2m}$$

Bài 4.25:



Hình 4.54

a) Thiết lập phương trình vi phân dao động:

Chọn tọa độ suy rộng của cơ hệ là $(y_1; \varphi)$ trong đó y_1 là dịch chuyển của khối tâm bánh xe, φ là góc xoay của thùng xe so với trạng thái bình ổn (xe chạy đều trên đường ngang phẳng).

Biểu thức của động năng, thế năng và hàm hao tán của cơ hệ là:

$$\begin{cases} T = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}J_0.\dot{\varphi}^2 + \frac{1}{2}m_1(\dot{y}_1^2 + v_0^2) \\ \Pi = \frac{1}{2}c(l\varphi - y_1)^2 + \frac{1}{2}c_1(y_1 - h)^2 \\ \Phi = \frac{1}{2}k(l\dot{\varphi} - \dot{y}_1)^2 \end{cases} \quad (4.66)$$

Thay thế vào phương trình Lagrange loại 2, nhận được phương trình vi phân dao động của cơ hệ:

$$\begin{cases} J_0\ddot{\varphi} + kl^2\dot{\varphi} - kl\dot{y}_1 + cl^2\varphi - cly_1 = 0 \\ m_1\ddot{y}_1 - kl\dot{\varphi} + k\dot{y}_1 - cl\varphi + (c + c_1)y_1 = c_1h_0\left(1 - \cos\frac{2\pi v_0}{L}t\right) \end{cases} \quad (4.67)$$

Rút gọn nhận được phương trình:

$$\begin{cases} \ddot{\varphi} + 2\delta\dot{\varphi} - 2\frac{\delta}{l}\dot{y}_1 + p_0^2\varphi - \frac{p_0^2}{l}y_1 = \\ \ddot{y}_1 - 2\delta_1l\dot{\varphi} + 2\delta_1\dot{y}_1 - p_{10}^2l\varphi + (p_{10}^2 + p_{20}^2)y_1 = p_{20}^2h_0\left(1 - \cos\frac{2\pi v_0}{L}t\right) \end{cases} \quad (4.68)$$

Trong đó:

$$2\delta = \frac{kl^2}{J_0}; p_0^2 = \frac{cl^2}{J_0}; 2\delta_1 = \frac{k}{m_1}; p_{10}^2 = \frac{c}{m_1}; p_{20}^2 = \frac{c_1}{m_1}$$

b) Tần số riêng và giá trị tới hạn của vận tốc khi k=0

Trường hợp không có cản ($k=0$), phương trình đặc trưng $|c - \omega^2 M| = 0$ có dạng:

$$\omega^4 - (p_0^2 + p_{10}^2 + p_{20}^2)\omega^2 + p_0^2 p_{20}^2 = 0 \quad (4.69)$$

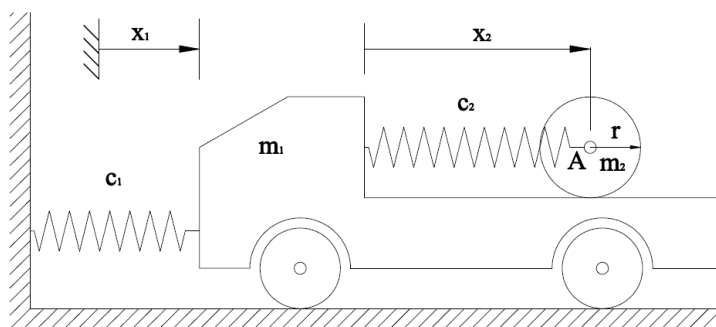
Các tần số dao động riêng:

$$\omega_{1,2} = \sqrt{\frac{p_0^2 + p_{10}^2 + p_{20}^2}{2} \mp \sqrt{\left(\frac{p_0^2 + p_{10}^2 + p_{20}^2}{2}\right)^2 - p_0^2 p_{20}^2}} \quad (4.70)$$

Trường hợp cộng hưởng xảy ra nếu: $\frac{2\pi v_0}{L} = \omega_1$ hoặc $\frac{2\pi v_0}{L} = \omega_2$

Do đó vận tốc giới hạn là: $v_{01} = \frac{L\omega_1}{2\pi}$ và $v_{02} = \frac{L\omega_2}{2\pi}$

Bài 4.26:



Hình 4.55

Chọn tọa độ suy rộng của cơ hệ là $(x_1; x_2)$, trong đó x_1 là dịch chuyển của khối tâm ô tô, x_2 là độ dài hiện thời của lò xo c_2 . Chọn gốc ở vị trí cân bằng (tại đó $x_1 = 0, x_2 = L$).

L là độ dài tự nhiên của lò xo c_2 .

Biểu thức động năng và thế năng của cơ hệ là:

$$T = \frac{1}{2} m_1 \dot{x}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 (\dot{x}_1 + \dot{x}_2)^2 + \frac{1}{2} J_A \frac{x_2^2}{r^2} \quad (4.71)$$

$$= m \dot{x}_1^2 + \frac{3}{4} m \dot{x}_2^2 + m \dot{x}_1 \dot{x}_2$$

$$\Pi = \frac{1}{2} c_1 x_1^2 + \frac{1}{2} c_2 (x_2 - L)^2$$

Phương trình vi phân dao động của cơ hệ có dạng:

$$\begin{cases} 2m\ddot{x}_1 + m\ddot{x}_2 + cx_1 = 0 \\ m\ddot{x}_1 + \frac{3}{2}m\ddot{x}_2 + cx_2 = cL \end{cases} \quad (4.72)$$

Đặt $q_1 = x_1; q_2 = x_2 - L$, nhận được phương trình vi phân:

$$\begin{cases} 2m\ddot{q}_1 + m\ddot{q}_2 + cq_1 = 0 \\ m\ddot{q}_1 + \frac{3}{2}m\ddot{q}_2 + cq_2 = 0 \end{cases} \quad M = \begin{bmatrix} 2m & m \\ m & 1,5m \end{bmatrix}; \quad C = \begin{bmatrix} c & 0 \\ 0 & c \end{bmatrix}$$

Phương trình tần số: $|C - \omega^2 M| = 0$, hay $4\lambda^2 - 7\lambda + 2 = 0$, với $\lambda = \frac{m}{c} \omega^2$

Giải ra thu được:

$$\lambda_1 = \frac{7 - \sqrt{17}}{8} \Rightarrow \omega_1 = 0,6 \sqrt{\frac{c}{m}}$$

$$\lambda_2 = \frac{7 + \sqrt{17}}{8} \Rightarrow \omega_2 = 1,18 \sqrt{\frac{c}{m}}$$

Ma trận riêng của cơ hệ:

$$V = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0,78 & -1,28 \end{bmatrix}$$

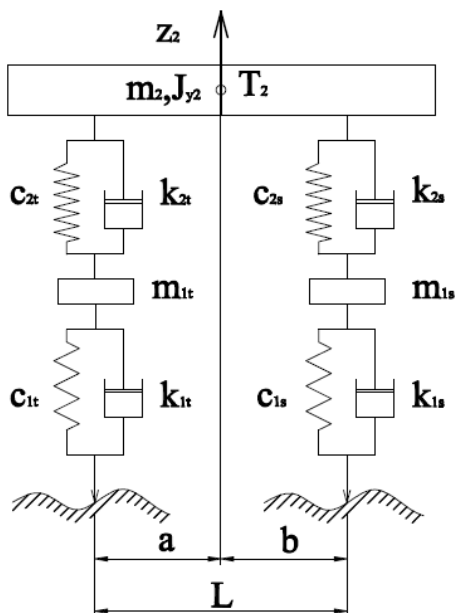
Tính toán nhận được:

$$V^T M V = \begin{bmatrix} 4,476m & 0 \\ 0 & 1,9 \end{bmatrix}; \quad V^T C V = \begin{bmatrix} 1,6c & 0 \\ 0 & 2,64c \end{bmatrix}$$

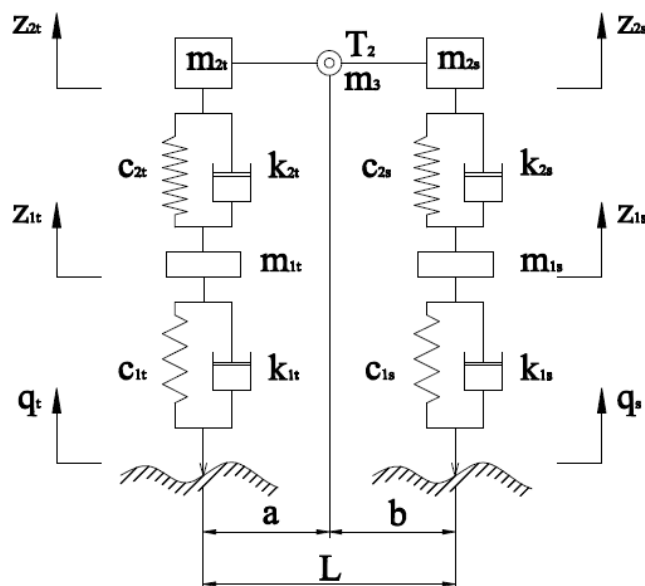
Phương trình vi phân của hệ ở dạng tọa độ chính:

$$\begin{cases} \ddot{p}_1 + 0,36 \frac{c}{m} p_1 = 0 \\ \ddot{p}_2 + 1,4 \frac{c}{m} p_2 = 0 \end{cases} \quad (4.73)$$

Bài 4.27:



Hình 4.56



Hình 4.57

1) Bán kính quán tính của thân xe đối với trục ngang:

$$J_{y2} = m_2 \cdot i_y^2 \Rightarrow i_y^2 = \frac{J_{y2}}{m_2} = \frac{1950}{1200} = 1,625 m^2 \quad (4.74)$$

$$\Rightarrow i_y = 1,2478 m$$

2) Các khối lượng phân bố:

Theo sơ đồ ta có:

$$\begin{cases} m_{2t} + m_{2s} + m_3 = m_2 \\ m_{2t}.a + m_{2s}.b = 0 \\ J_{Y2} = m_{2t}.a^2 + m_{2s}.b^2 \end{cases} \quad (4.75)$$

Từ đó rút ra được:

Khối lượng phân bố lên trục trước: $m_{2t} = m_2 \cdot \frac{i_y^2}{a.L} = 1200 \cdot \frac{1,625}{0,5.3.3} = 433,33 \text{ kg}$

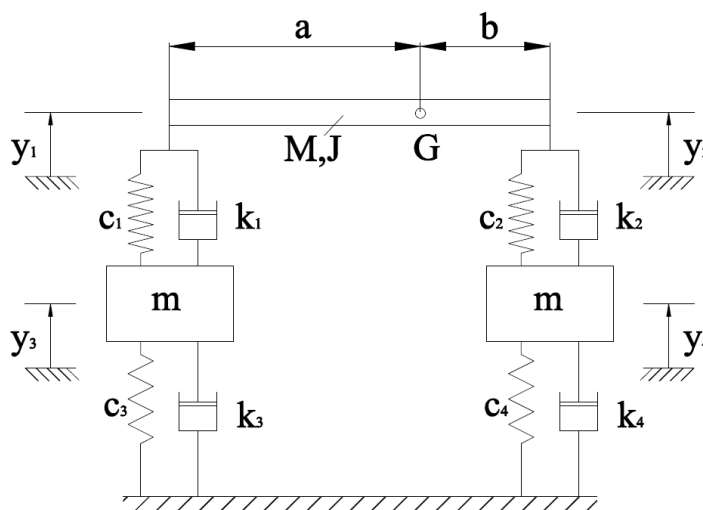
Khối lượng phân bố lên trục sau: $m_{2s} = m_{2t} = 433,33 \text{ kg}$

Khối lượng liên kết: $m_3 = m_2 - (m_{2t} + m_{2s}) = 1200 - (433,33 + 433,33) = 333,34 \text{ kg}$

Vì: $m_3 = m_2 \left(1 - \frac{i_y^2}{a.b} \right)$ nên $m_3 = 0$ khi $i_y^2 = a.b$

$$\Leftrightarrow i_y^2 = 0,5L.0,5L = 0,25L \Rightarrow L = \sqrt{\frac{i_y^2}{0,25}} = \sqrt{\frac{1,625}{0,25}} = 2,55 \text{ m}$$

Bài 4.28:



Hình 4.58

Đáp số:

Phương trình vi phân dao động của cơ hệ:

$$\begin{cases} \frac{J + Mb^2}{(a+b)^2} \ddot{y}_1 + \frac{-J + Mab}{(a+b)^2} \ddot{y}_2 + k_1 \dot{y}_1 - k_1 \dot{y}_3 + c_1 y_1 - c_1 y_3 = 0 \\ \frac{-J + Mab}{(a+b)^2} \ddot{y}_1 + \frac{J + Ma^2}{(a+b)^2} \ddot{y}_2 + k_2 \dot{y}_2 - k_2 \dot{y}_4 + c_2 y_2 - c_2 y_4 = 0 \\ m \ddot{y}_3 - k_1 \dot{y}_1 + (k_1 + k_3) \dot{y}_3 - c_1 y_1 + (c_1 + c_3) y_3 = 0 \\ m \ddot{y}_4 - k_2 \dot{y}_2 + (k_2 + k_4) \dot{y}_4 - c_2 y_2 + (c_2 + c_4) y_4 = 0 \end{cases} \quad (4.76)$$

Tìm nghiệm dưới dạng $y = ze^{\lambda t}$, phương trình đặc trưng:

$$225.10^4 \lambda^8 + 645.10^6 \lambda^7 + 177475.10^6 \lambda^6 + 198025.10^8 \lambda^5 + 2297.10^{12} \lambda^4 + 767.10^{14} \lambda^3 + 456.10^{16} \lambda^2 + 56.10^{18} \lambda + 16.10^{20} = 0$$

$$\lambda_1 = -88,312 \pm 166,86i; \quad \lambda_2 = -44,124 \pm 131,68i$$

$$\lambda_3 = -5,66 \pm 43,67i; \quad \lambda_1 = -5,327 \pm 22,5i$$

Các vectơ riêng $z_k = u_k \pm iv_k$ ứng với λ_k là:

$$u_1 = [1,0 \quad -0,23 \quad -0,71 \quad 0,105]^T, \quad v_1 = [0,0 \quad 0,01 \quad -0,0098 \quad -0,104]^T$$

$$u_2 = [-0,039 \quad -0,19 \quad 0,23 \quad 1,0]^T, \quad v_2 = [0,018 \quad -0,018 \quad 0,0024 \quad 0,0]^T$$

$$u_3 = [1,0 \quad -0,23 \quad 0,90 \quad -0,21]^T, \quad v_3 = [0,0 \quad -0,065 \quad 0,0044 \quad -0,025]^T$$

$$u_4 = [0,21 \quad 1,0 \quad 0,17 \quad 0,83]^T, \quad v_4 = [0,11 \quad 0,0 \quad 0,093 \quad -0,63]^T$$

Nghiệm tổng quát:

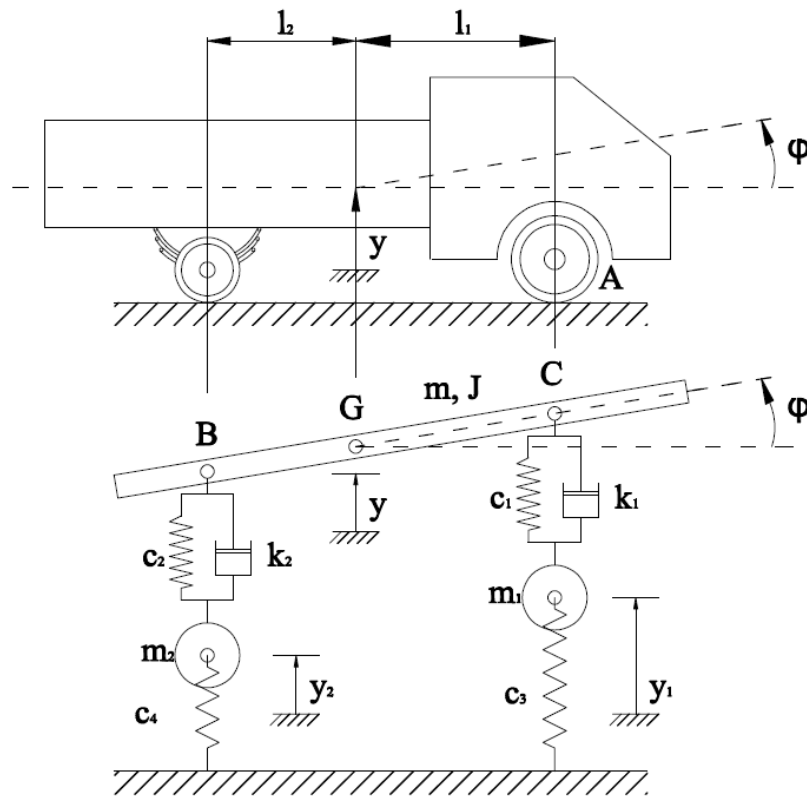
$$x = e^{-88,312t} \left[A_1 (u_1 \cos 166,86t - v_1 \sin 166,86t) + B_1 (u_1 \sin 166,86t + v_1 \cos 166,86t) \right] +$$

$$e^{-44,124t} \left[A_2 (u_2 \cos 131,86t - v_2 \sin 131,86t) + B_2 (u_2 \sin 131,86t + v_2 \cos 131,86t) \right] +$$

$$e^{-5,66t} \left[A_3 (u_3 \cos 43,67t - v_3 \sin 43,67t) + B_3 (u_3 \sin 43,67t + v_3 \cos 43,67t) \right] +$$

$$e^{-5,327t} \left[A_4 (u_4 \cos 22,5t - v_4 \sin 22,5t) + B_4 (u_4 \sin 22,5t + v_4 \cos 22,5t) \right].$$

Bài 4.29:



Hình 4.59

Chọn tọa độ suy rộng của hệ là (y, φ, y_1, y_2) trong đó y là dịch chuyển thẳng đứng của trọng tâm G , φ là góc quay của thùng xe so với phương ngang; y_1, y_2 là dịch chuyển thẳng đứng của trọng tâm cầu trước và cầu sau. Các đại lượng được tính so với vị trí cân bằng tĩnh. Biểu thức động năng, thế năng và hàm hao tán của cơ hệ là:

$$\begin{cases} T = \frac{1}{2}m\dot{y}^2 + \frac{1}{2}J\dot{\phi}^2 + \frac{1}{2}m_1\dot{y}_1^2 + \frac{1}{2}m_2\dot{y}_2^2 \\ \Pi = \frac{1}{2}c_3y_1^2 + \frac{1}{2}c_4y_2^2 + \frac{1}{2}c_1(y+l_1\phi-y_1)^2 + \frac{1}{2}c_2(y-l_2\phi-y_2)^2 \\ \Phi = \frac{1}{2}k_1(\dot{y}+l_1\dot{\phi}-\dot{y}_1)^2 + \frac{1}{2}k_2(\dot{y}+l_2\dot{\phi}-\dot{y}_2)^2 \end{cases} \quad (4.77)$$

Lưu ý: Các dịch chuyển thẳng đứng được tính so với vị trí cân bằng tĩnh nên bỏ qua các trọng lực trong các biểu thức thế năng của cơ hệ:

Phương trình dao động bé của cơ hệ xung quanh vị trí cân bằng:

$$M\ddot{q} + B\dot{q} + Cq = 0 \quad (4.78)$$

Với:

$$M = \begin{bmatrix} m & 0 & 0 & 0 \\ 0 & J & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & m_2 \end{bmatrix}; \quad B = \begin{bmatrix} k_1+k_2 & k_1l_1-k_2l_2 & -k_1 & -k_2 \\ k_1l_1-k_2l_2 & k_1l_1^2+k_2l_2^2 & -k_1l_1 & k_2l_2 \\ -k_1 & -k_1l_1 & k_1 & 0 \\ -k_2 & k_2l_2 & 0 & k_2 \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} c_1+c_2 & c_1l_1-c_2l_2 & -c_1 & -c_2 \\ c_1l_1-c_2l_2 & c_1l_1^2+c_2l_2^2 & -c_1l_1 & c_2l_2 \\ -c_1 & -c_1l_1 & c_1+c_3 & 0 \\ -c_2 & c_2l_2 & 0 & c_2+c_4 \end{bmatrix}; \quad q = \begin{bmatrix} y \\ \phi \\ y_1 \\ y_2 \end{bmatrix}$$

Thay các giá trị đã cho, phương trình tần số là:

$$\omega^8 - 57333,3\omega^6 + 0,822 \cdot 10^9 \omega^4 - 0,176 \cdot 10^{13} \omega^2 + 0,7 \cdot 10^{15} = 0$$

Sử dụng maple, tính được:

$$\omega_1 = 23,04[1/s]; \quad \omega_2 = 44,25[1/s]; \quad \omega_3 = 138,5[1/s]; \quad \omega_4 = 188,82[1/s];$$

Tính toán vectơ riêng, có ma trận riêng:

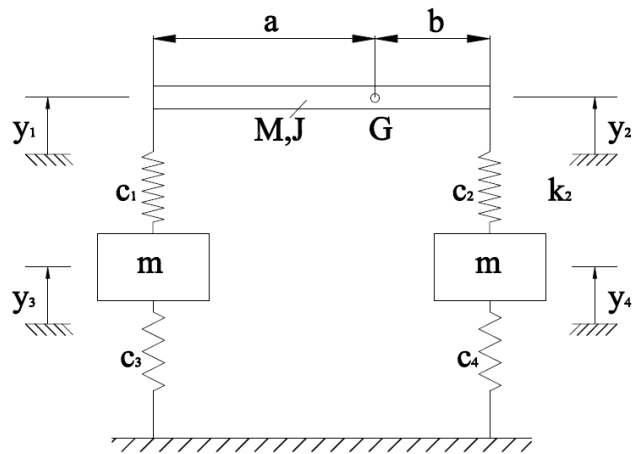
$$V = \begin{bmatrix} 0,98 & -0,34 & -0,15 & 0,44 \\ -0,23 & -1,44 & 0,036 & 1,86 \\ 0,24 & -4,24 & 0,24 & -4,24 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$V^T M V = \begin{bmatrix} 234,1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1003,6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 36,62 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1303,7 \end{bmatrix}$$

$$V^T C V = \begin{bmatrix} 2124210 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1965000 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 702830 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 46479000 \end{bmatrix}$$

Như vậy các dạng riêng trực giao với M và C.

Bài 4.30:



Hình 4.60

Đáp số:

a) Phương trình vi phân chuyển động:

$$\begin{cases} \frac{J + Mb^2}{(a+b)^2} \ddot{y}_1 + \frac{-J + Mab}{(a+b)^2} \ddot{y}_2 + c_1 y_1 - c_1 y_3 = 0 \\ \frac{-J + Mab}{(a+b)^2} \ddot{y}_1 + \frac{J + Ma^2}{(a+b)^2} \ddot{y}_2 + c_2 y_2 - c_2 y_4 = 0 \\ m \ddot{y}_3 - c_1 y_1 + (c_1 + c_3) y_3 = 0 \\ m \ddot{y}_4 - c_2 y_2 + (c_2 + c_4) y_4 = 0 \end{cases} \quad (4.79)$$

b) $\omega_1 = 23,0[1/s]$; $\omega_2 = 44,2[1/s]$; $\omega_3 = 138,5[1/s]$; $\omega_4 = 188,8[1/s]$;

PHẦN II – TÍNH TOÁN SỨC KÉO Ô TÔ

NHIỆM VỤ TÍNH TOÁN SỨC KÉO Ô TÔ

I. Số liệu cho trước.

- Loại ô tô và yêu cầu về tải trọng.
- Loại đường mà ô tô chuyển động gồm: hệ số cản lăn và góc dốc lớn nhất (f và α).
- Vận tốc lớn nhất của ô tô.
- Các số liệu tham khảo cần thiết khác: loại động cơ, loại lốp, hệ thống truyền lực.

II. Nội dung tính toán.

1/ Xây dựng đường đặc tính tốc độ ngoài của động cơ gồm:

- $N_e = f(n_e)$
- $M_e = f(n_e)$
- $G_e = f(n_e)$

2/ Xác định tỷ số truyền của hệ thống truyền lực.

- Xác định tỷ số truyền của truyền lực chính (i_0)
- Xác định tỷ số truyền của hộp số phụ (i_f)
- Xác định tỷ số truyền của hộp số chính (i_h)

3/ Tính toán các chỉ tiêu động lực học của ô tô.

- Tính toán chỉ tiêu về công suất (N_k)
- Tính toán chỉ tiêu về lực kéo (P_k)
- Tính toán nhân tố động lực học khi đầy tải (D) và tải thay đổi (D_x).
- Tính toán khả năng tăng tốc của ô tô:
 - + Gia tốc (j)
 - + Thời gian tăng tốc (t)
 - + Quãng đường tăng tốc (s)

III. Các bản vẽ đồ thị:

1/ Đồ thị đặc tính tốc độ ngoài của động cơ.

2/ Các đồ thị: Cân bằng công suất, cân bằng lực kéo, đồ thị nhân tố động lực học, đồ thị gia tốc, thời gian tăng tốc và quãng đường tăng tốc.

3/ Tất cả các đồ thị đều biểu thị trên tờ giấy kẻ ly khổ A_0 .

TRÌNH TỰ TÍNH TOÁN

CHƯƠNG I: XÂY DỰNG ĐƯỜNG ĐẶC TÍNH TỐC ĐỘ NGOÀI CỦA ĐỘNG CƠ. CHỌN ĐỘNG CƠ ĐẶT TRÊN Ô TÔ

Để xác định công suất của động cơ và xây dựng đường đặc tính tốc độ ngoài, trước tiên phải xác định trọng lượng của ô tô.

I. XÁC ĐỊNH TRỌNG LƯỢNG TOÀN BỘ Ô TÔ.

Các loại ô tô sử dụng hiện nay gồm: ô tô du lịch, ô tô chở khách, ô tô tải và các loại ô tô chuyên dùng khác. Trọng lượng toàn bộ của ô tô được xác định như sau:

1/ Đối với các loại ô tô du lịch:

$$G = G_0 + A.n + G_h$$

2/ Đối với ô tô chở khách chạy trong thành phố (còn gọi là ô tô buýt):

$$G = G_0 + A.(n + m + p)$$

3/ Đối với ô tô chở khách chạy liên tỉnh (còn gọi là xe ca):

$$G = G_0 + A.(n + p) + G_n$$

4/ Đối với ô tô tải:

$$G = G_0 + A.n_0 + G_e$$

Trong đó:

- + G: Trọng lượng toàn bộ của ô tô tính theo KG (N).
- + G₀: Trọng lượng sử dụng của ô tô (còn gọi là trọng lượng của ô tô khi không tải).
- + G_e: Tải trọng định mức của ô tô.
- + G_n: Trọng lượng của hành lý.
- + A: Trọng lượng trung bình của một người trên ô tô.
- + n: Số chỗ ngồi trong ô tô kể cả người lái.
- + m: Số chỗ đứng trong ô tô.
- + p: Số nhân viên trên ô tô gồm: phụ xe, nhân viên bán vé, p có thể lấy bằng 1 ÷ 2 tùy yêu cầu sử dụng.
- + n₀: Số chỗ ngồi trong buồng lái (còn gọi là cabin) kể cả người lái trên ô tô vận tải.

Khi tính toán cần chú ý:

- **G_e : Tải trọng định mức của ô tô được chọn theo yêu cầu sử dụng.
- **G₀ : Trọng lượng sử dụng là trọng lượng của xe ở trạng thái sẵn sàng vận hành chưa chất tải và người.

Nhưng ở các cụm đã được chăm sóc đầy đủ (nạp đủ dầu bôi trơn, nước làm mát, nhiên liệu cho động cơ, dầu trợ lực...) cùng các hòm phụ tùng đồ nghề của người lái, bánh xe dự trữ. Phần trọng lượng này được chọn theo quan điểm của nhà thiết kế trên cơ sở tham khảo loại ô tô tương tự.

Cũng có thể xác định theo tải trọng hữu ích và sử dụng và sử dụng tối ưu các chỉ tiêu về kích thước, trọng lượng của ô tô như sau:

Theo hệ số tải trọng:

$$\eta_G = \frac{G_e}{G_0} \quad \text{Trong đó } G_e, G_0 \text{ đã được giải thích ở trên.}$$

Trị số η_G ảnh hưởng đến các chỉ tiêu động lực học và kinh tế của ô tô, phụ thuộc vào chủng loại kết cấu của ô tô, khi xác định có thể tham khảo số liệu sau:

- Ô tô du lịch: $\eta_G = 0,25 : 0,4$; với ô tô có dung tích động cơ càng lớn thì hệ số tải trọng càng nhỏ.
- Ô tô vận tải: $\eta_G = 0,6 : 1,1$; với ô tô tải trọng càng lớn thì η_G càng lớn.
 - Ô tô vận tải thông thường 1 cầu chủ động (4×2) : $\eta_G = 0,9 : 1,1$
 - Ô tô có tính cơ động cao: hệ số η_G nhỏ hơn xe thông thường.

** Chọn kích thước lớp ô tô:

Sau khi chọn trọng lượng, cần tiến hành chọn kích thước lớp ô tô. Tùy thuộc vào chủng loại ô tô và điều kiện sử dụng để chọn loại lớp (áp suất trong lớp thuộc loại cao hay thấp), hình dạng lớp, kích thước lớp. Sau đó kiểm tra tải trọng trên lớp theo tải trọng cho phép được trình bày trong bảng 1 phần phụ lục.

II. XÂY DỰNG ĐƯỜNG ĐẶC TÍNH TỐC ĐỘ NGOÀI CỦA ĐỘNG CƠ

Các đường đặc tính tốc độ ngoài của động cơ là những đường cong biểu diễn sự phụ thuộc của các đại lượng công suất, momen và suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ theo số vòng quay trục khuỷu động cơ. Các đường đặc tính này gồm có:

- Đường công suất $N_e = f(n_e)$
- Đường momen xoắn $M_e = f(n_e)$
- Đường suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ $G_e = f(n_e)$

Khi động cơ làm việc, các đại lượng N_e , M_e , G_e thay đổi theo số vòng quay của trục khuỷu (n_e); trị số của n_e biến thiên từ n_{emin} đến n_{emax} hoặc n_0 (số vòng quay tại điểm bộ hạn chế số vòng quay của động cơ xăng hoặc bộ điều tốc ở động cơ diesel bắt đầu làm việc).

Trong phần tính toán này, các đại lượng đặc tính trên được xác định theo hai phương pháp:

* Phương pháp 1:

- Đối với những động cơ đã có sẵn (trường hợp kiểm nghiệm ô tô đã có hoặc chọn theo ô tô tham khảo đã có sẵn động cơ). Các đường đặc tính của động cơ có được bằng thử công suất. Cần chú ý rằng các trị số công suất và momen của động cơ phát ra chưa kể đến sự tiêu hao do các thiết bị phụ như: quạt gió, bơm dầu cho hệ thống cường hóa, máy nén khí, cũng như tiêu hao ma sát trong hệ thống truyền lực.

- Một số đường đặc tính tốc độ ngoài của các loại động cơ có sẵn được giới thiệu ở bảng 2 phần phụ lục.

* Phương pháp 2:

Khi thiết kế ô tô mới cần phải xác định công suất cần thiết theo yêu cầu sử dụng (khả năng chở tải, điều kiện đường xá, tốc độ lớn nhất ...). Trường hợp này, phải sử dụng công thức thực nghiệm (đã giải thích trong phần giáo trình).

Các bước tính toán như sau:

1. Xác định công suất động cơ theo điều kiện cần chuyển động:

$$N_v = \left[\frac{Gf \cdot V_{\max}}{270} + \frac{kFV_{\max}^3}{3500} \right] \frac{1}{\eta_t} \quad (\text{mã lực}) \quad (1)$$

Trong đó:

N_v : Công suất của động cơ cần thiết để ô tô khắc phục sức cản chuyển động đạt vận tốc lớn nhất trên đường tốt.

G : Trọng lượng toàn bộ của ô tô (KG).

f : hệ số cản lăn của đường (tham khảo bảng 1 trang 10).

V_{\max} : Tốc độ chuyển động lớn nhất của ô tô (km/h).

k : Hệ số cản của không khí (KGS^2/m^4) tham khảo **bảng II trang 10**.

F : Diện tích cản chính diện của ô tô (m^2) (Tham khảo bảng II). hoặc tính theo công thức:

* $F = B \cdot H$ Với ô tô tải, ô tô khách

* $F = B_0 \cdot H \cdot m$ Với ô tô du lịch

Các số liệu m, B_0, B, H tham khảo ô tô tương tự.

Trong đó:

* B : Chiều rộng cơ sở của ô tô (m).

* H : chiều cao lớn nhất của ô tô tính từ mặt đường đến điểm cao nhất của ô tô (m).

* m : Hệ số điền đầy diện tích, với $m = 0,78 : 0,85$

η_t : Hiệu suất của hệ thống truyền lực (tham khảo bảng III trang 11).

2. Xác định công suất cực đại của động cơ:

Sau khi xác định được công suất N_v của động cơ, cần xác định công suất lớn nhất của động cơ theo công thức sau:

$$N_{\text{emax}} = \left[\frac{N_v}{a \cdot \lambda + b \cdot \lambda^2 - c \cdot \lambda^3} \right] \quad (2)$$

Trong đó:

$\lambda = \frac{n_v}{n_N}$ với λ là tỷ số giữa số vòng quay của động cơ ứng với vận tốc lớn nhất của ô tô và

công suất lớn nhất của động cơ.

Các trị số λ của động cơ xăng:

- Loại động cơ không hạn chế số vòng quay $\lambda = 1,1 \div 1,3$

- Loại động cơ có hạn chế số vòng quay $\lambda = 0,8 \div 0,9$

Với động cơ diesel $\lambda = 1$.

a, b, c : Các hệ số thực nghiệm phụ thuộc vào loại động cơ, tham khảo bảng trang 10.

n_N : Số vòng quay của động cơ ứng với công suất lớn nhất. Trị số của n_N có thể tham khảo ở động cơ của ô tô tương tự hoặc tính theo hệ số λ và số vòng quay n_v . Trong đó n_v được tính theo ω_{\max} của các ô tô tham khảo:

+ Ô tô du lịch $\omega_{\max} = 523 \div 575 \text{ rad/s}$

+ Ô tô buýt và ô tô tải có đặt động cơ xăng $\omega_{\max} = 272 \div 266 \text{ rad/s}$

+ Ô tô buýt và ô tô tải đặt động cơ diesel: $\omega_{\max} = 209 \div 272 \text{ (rad/s)}$.

Bảng I: Hệ số cản lăn của một số loại đường

Loại đường		Hệ số cản lăn f ứng với $v \leq 22,2 \text{ m/s}$
Đường nhựa bê tông	- Đặc biệt tốt	0,012 ÷ 0,015
	- Tốt	0,015 ÷ 0,018
Đường rải đá:	- Dăm mịn	0,020 ÷ 0,025
	- Đá thường	0,030 ÷ 0,040
Đường đất	- Đất khô, bằng phẳng	0,030 ÷ 0,050
	- Đất ướt sau mưa	0,050 ÷ 0,10
Đường cát		0,10 ÷ 0,30

Khi ô tô chuyển động với tốc độ $v > 22,2$ m/s hệ số f được tính theo công thức (II-16) trong tài liệu I

Bảng II: Hệ số cản không khí

Loại ô tô	Hệ số cản k (NS^{2/m^4})	Diện tích cản F (m^2)
Du lịch - Vô kín - Vô hở	0,20÷0,35 (0,02÷0,035 $\frac{KGS^2}{m^4}$)	1,6÷2,8 1,5÷2,0
	0,4÷0,5 (0,04÷0,05 $\frac{KGS^2}{m^4}$)	
Ô tô tải	0,60÷0,7 (0,06÷0,07 $\frac{KGS^2}{m^4}$)	3,0÷5,0
Ô tô khách	0,25÷0,4 (0,025÷0,04 $\frac{KGS^2}{m^4}$)	4,5÷6,5
Ô tô đua	0,13÷0,15 (0,013÷0,015 $\frac{KGS^2}{m^4}$)	1,0÷1,3

Chú ý: Khi tính theo hệ đơn vị cũ, hệ số K được sử dụng theo trị số trong ngoặc (KGS^2 / m^4)

3. Xây dựng đồ thị đặc tính tốc độ ngoài của động cơ:

+ Đường biểu diễn công suất của động cơ:

$$N_e = N_{e_{max}} \cdot [a \lambda + b \lambda^2 - c \lambda^3] \quad (3)$$

Trong đó:

$N_{e_{max}}, n_N$: Công suất lớn nhất của động cơ và số vòng quay tương ứng.

N_e, n_e : Công suất và số vòng quay tại một điểm trên đường đặc tính của động cơ.

a, b, c : Hệ số đã giải thích ở trên.

$$\lambda = \frac{n_e}{n_N} \quad \text{các đại lượng } n_e, n_N \text{ đã biết.}$$

Trong khi lập bảng đặt tỷ số $\frac{n_e}{n_N} = 0,2; 0,3; 0,4 \dots$ Sau đó tính sẵn biểu thức trong ngoặc của công thức (3) để việc tính N_e tiện lợi và nhanh.

$$\text{Đặt } A = [a \lambda + b \lambda^2 - c \lambda^3]$$

$$N_e = N_{e_{max}} \cdot A$$

A được tính sẵn theo bảng IV.

+ Cần chú ý rằng tỷ số $\frac{n_e}{n_N}$ lớn nhất trong bảng được tính ứng với số vòng quay n_e khi chuyển động với tốc độ lớn nhất.

* Đường biểu diễn momen xoắn của động cơ:

$$M_e = 716,2 \frac{N_e}{n_e} \text{ (KG.m)}$$

Trong đó:

- +N_e có thứ nguyên mã lực
- + n_e có thứ nguyên số vòng quay/phút.

Hoặc:
$$M_e = \frac{10^4}{1,047} \frac{N_e}{n_e}$$

Với:

n_e : tính theo vòng/phút.

N_e : tính theo KW.

M_e : tính theo Nm.

Tham khảo bảng V quan hệ N_e, M_e theo n_e để vẽ đồ thị đặc tính tốc độ ngoài của động cơ .

Bảng III: Hiệu suất truyền lực η_t

Loại ô tô	Trị số trung bình của hiệu suất truyền lực η_t
* Ô tô du lịch	0,90 ÷ 0,95
* Ô tô tải và ô tô khách	0,85 ÷ 0,90
* Ô tô có tính năng cơ động cao (loại từ 2 cầu chủ động trở nên)	0,80 ÷ 0,85

Bảng IV: Các hệ số để xây dựng đặc tính tốc độ ngoài động cơ.

Hệ số a, b, c	Loại động cơ				
	Động cơ xăng (1)	Động cơ diesel 4 kì			Động cơ diesel 2 kì
		Buồng cháy trực tiếp (2)	Buồng cháy dự bị (3)	Buồng cháy xoáy lốc (4)	
a	1	0,5	0,6	0,7	0,87
b	1	1,5	1,4	1,3	1,13
c	1	1,0	1,0	1,0	1,00
$\lambda_i = \frac{n_e}{n_N}$	$A = [a \lambda + b \lambda^2 - c \lambda^3]$				
	(1)	(2)	(3)	(4)	
0,2	0,232	0,152	0,168	0,184	
0,3	0,363	0,258	0,279	0,300	
0,4	0,496	0,376	0,400	0,424	
0,5	0,625	0,500	0,525	0,550	
0,6	0,744	0,624	0,646	0,672	
0,7	0,847	0,742	0,763	0,847	
0,8	0,928	0,848	0,864	0,880	
0,9	0,981	0,936	0,945	0,900	
1,0	1,000	1,00	1,000	1,000	

1,1	0,980	-	-	-	
1,2	0,914	-	-	-	

Bảng V: Bảng tính các thông số của động cơ.

n_e	N_{emin}	n_1	n_2	.....	.....	n_N	n_{max}
$\lambda = \frac{n_e}{n_N}$	0,2	0,4	0,6	.....	.....	1,0	-
N_e (ml)	x	x	X	.....	.....	x	x
M_e (KGm)	x	x	X	.....	.....	x	x
N_k (ml) = $N_e \cdot \eta_t$	x	x	X	.....	.....	x	x

Chú ý:

Khi trong nhiệm vụ có yêu cầu tính toán tính kinh tế nhiên liệu của ô tô thì phải xây dựng thêm đường suất tiêu hao nhiên liệu $g_e = f(n_e)$ trong trường hợp bướm ga (hoặc thanh răng) mở hoàn toàn, ở đây g_e được tính theo công thức sau:

$$g_e = 1000 \frac{G_T}{N_e} \quad \left(\frac{g}{m.l.h} \right)$$

Trong đó:

G_T : lượng tiêu hao nhiên liệu (kg/h), G_T được xác định bằng thực nghiệm, đo trên băng thử các động cơ tương tự.

N_e : Công suất động cơ (ml) đã tính ở trên.

Mỗi đường đặc tính biểu diễn trên đồ thị cần chọn một giá trị tỷ lệ xích hợp lý:

$$\mu_v = x \left(\frac{v/ph}{mm} \right) \text{ _ biểu diễn trên trục hoành.}$$

$$\mu_{N_e} = y \left(\frac{ml}{mm} \right) \text{ _ biểu diễn trên trục tung.}$$

$$\mu_{M_e} = z \left(\frac{KGm}{mm} \right) \text{ _ biểu diễn trên trục tung.}$$

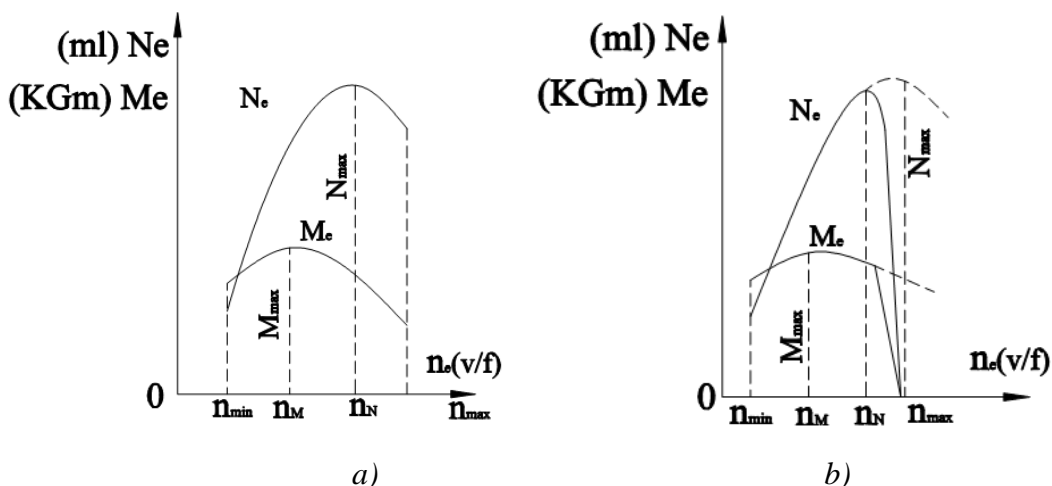
$$\mu_{n_e} = p \left(\frac{v/ph}{mm} \right) \text{ _ biểu diễn trên trục hoành.}$$

* Các loại động cơ có các dạng đường biểu diễn trên các đồ thị sau (hình1) trang 14

Trị số công suất N_{emax} ở công thức (2) chỉ là phần công suất động cơ dùng để khắc phụcchuyển động. Để chọn động cơ đặt trên ô tô, cần phải tăng thêm phần công suất, giảm sức cản phụ: tiêu âm, quạt gió, máy nén khí, các loại bơm dầu, radio, điều hòa... Ta phải chọn công suất động cơ có công suất lớn nhất là:

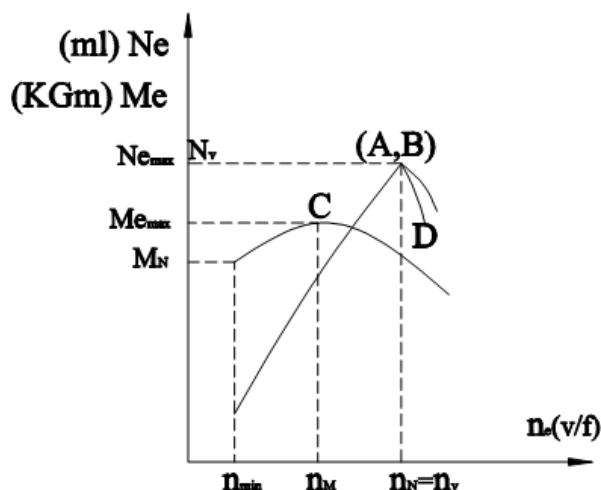
$$N_{emax} = (1,1 \div 1,30 \cdot N_{emax}) \tag{7}$$

Tùy mức độ hoàn thiện của động cơ mà chọn độ tăng công suất cho phù hợp.



Hình 1: Đồ thị đường đặc tính tốc độ ngoài của động cơ xăng.

- a. Động cơ xăng không hạn chế số vòng quay.
- b. Động cơ xăng có hạn chế số vòng quay.



Hình 1:c . Đồ thị đường đặc tính tốc độ ngoài của động cơ diesel.

III. XÁC ĐỊNH TỶ SỐ TRUYỀN CỦA HỆ THỐNG TRUYỀN LỰC.

Tỷ số truyền của hệ thống truyền lực trong trường hợp tổng quát được xác định theo công thức sau:

$$i_t = i_h \cdot i_f \cdot i_0$$

Trong đó:

- i_h : Tỷ số truyền của hộp số chính.
- i_f : Tỷ số truyền của hộp số phụ hoặc hộp phân phối.
- i_0 : Tỷ số truyền của truyền lực chính.

Đối với xe một cầu chủ động, truyền lực chính loại đơn thì các tỷ số truyền:

- $i_f = 1$
- i_0 : Chỉ gồm một cặp bánh răng côn xoắn.

1. Xác định tỷ số truyền của truyền lực chính (i_0):

Tỷ số truyền của truyền lực chính i_0 được xác định từ điều kiện đảm bảo cho ô tô đạt vận tốc lớn nhất, được xác định theo công thức:

$$i_0 = 0,377 \frac{r_b \cdot n_v}{i_{fc} \cdot i_{hn} \cdot v_{\max}} \quad (8)$$

Trong đó:

N_v : Số vòng quay của động cơ khi ô tô đạt vận tốc lớn nhất (V_{\max}).

r_b : Bán kính làm việc trung bình của bánh xe, được xác định theo kích thước lốp, tính theo (m).

$r_b = \lambda_1 \cdot r_0$ với r_0 : bán kính thiết kế của bánh xe.

+ λ_1 : Hệ số kể đến sự biến dạng của lốp.

$\lambda_1 = 0,93 \div 0,935$ với lốp áp suất thấp.

$\lambda_1 = 0,945 \div 0,950$ với lốp áp suất cao.

n_v : số vòng quay của trục khuỷu động cơ, ứng với vận tốc lớn nhất của ô tô tính theo vòng/phút.

v_{\max} : Vận tốc lớn nhất của ô tô tính theo km/h.

i_{fc} : Tỷ số truyền của hộp số phụ hoặc hộp phân phối ở số truyền cao.

Thường chọn $i_{fc} = 1 \div 1,5$ hoặc theo ô tô tham khảo.

i_{hn} : Tỷ số truyền của hộp số chính ở số truyền thấp $i_{hn}=1$ hoặc số truyền cao $i_{hn}<1$. Chọn số truyền cao theo ô tô tham khảo $i_{hn}= 0.7 \div 0,85$

2. Xác định tỉ số truyền của hộp số phụ hoặc hộp phân phối.

Trên những ô tô có những tính năng cơ động cao (có số cầu chủ động từ 2 trở lên thường bố trí thêm hộp phân phối kết hợp với hộp số phụ). Hộp số này thường có hai tỉ số truyền:

+ Tỷ số truyền cao (được kí hiệu là i_{fc}) để ô tô chạy ở đường tốt và tải nhỏ. Tỷ số truyền i_{fc} thường được chọn bằng 1 ($i_{fc} = 1$). Đôi khi ở một số xe có thể chọn i_{fc} lớn hơn 1 ($i_{fc}=1 \div 1.5$).

+ Tỷ số truyền thấp (được ký hiệu là i_{ft}) có trị số lớn hơn 1 thường được xác định theo điều kiện sau:

+) Theo điều kiện bám dọc của bánh xe với đường:

$$i_{ft} = \frac{\varphi \cdot G_b \cdot r_b}{M_{e\max} \cdot i_{h1} \cdot i_0 \cdot \eta_t} \quad (9)$$

Trong đó:

φ : Hệ số bám của bánh xe với mặt đường phụ thuộc vào điều kiện sử dụng xe trên loại đường mà ô tô thường xuyên làm việc. Trong tính toán có thể chọn trị số trung bình theo bảng VI trang 1.

G_b : Trọng lượng bám (là trọng lượng đặt trên bánh xe chủ động). Ở ô tô có bố trí cầu sau chủ động trọng lượng bám được xác định theo công thức:

$$G_b = m_{2k} \cdot G_2$$

Với:

G_2 là trọng lượng tĩnh tác dụng lên các bánh xe sau.

m_{2k} hệ số phân bố lại trọng lượng, $m_{2k} = 1,1 \div 1,30$

Ô tô có tất cả các bánh xe chủ động thì:

$$G_b = G$$

$M_{e\max}$: Momen xoắn cực đại của động cơ.

η_t : Hiệu suất truyền lực phụ thuộc vào các thông số kết cấu của xe, trị số trung bình tra theo bảng [III].

i_{h1} : Tỷ số truyền của hộp số chính ở số truyền 1.

r_b, i_0 : đã giải thích ở trên.

+) **Theo điều kiện tốc độ cực tiểu ổn định của ô tô:**

$$i_{ft} = \frac{0,377 \cdot r_b \cdot n_{e\min}}{V_{\min} \cdot i_{h1} \cdot i_0} \quad (10)$$

Trong đó:

$n_{e\min}$: Số vòng quay ổn định cực tiểu của động cơ khi đầy tải.

+ V_{\min} : Tốc độ ổn định cực tiểu của ô tô.

Bảng VI: Hệ số bám của các loại đường.

Loại đường		Hệ số bám dọc φ
- Đường nhựa – bê tông: * Tình trạng đường	- Khô và sạch - Ướt	0,7 ÷ 0,8 0,35 ÷ 0,45
- Đá dăm: * Tình trạng đường	- Khô - Ướt	0,60 ÷ 0,70 0,3 ÷ 0,4
- Đường đất: * Tình trạng đường	- Pha sét, khô - Ướt	0,5 ÷ 0,6 0,2 ÷ 0,4
- Đường cát: * Tình trạng đường	- Khô - Ướt	0,2 ÷ 0,3 0,4 ÷ 0,5

- Khi tính toán ta thay đổi i_{ft} theo điều kiện bám, rồi kiểm tra đảm bảo $V_{\min} = (3 \div 5) \text{km/h}$.

3. Xác định tỷ số truyền của hộp số chính:

Trong phần này chỉ xác định tỷ số truyền của hộp số cơ khí có cấp, còn các loại khác sẽ được trình bày ở phần sau.

a. Xác định tỷ số truyền ở số truyền 1.

Trị số tỷ số truyền i_{h1} được xác định theo điều kiện cần cả đủ để ô tô khắc phục sức cản lớn nhất và bánh xe chủ động không bị trượt trong mọi điều kiện chuyển động.

+) **Theo điều kiện chuyển động để khắc phục lực cản lớn nhất:**

$P_{k\max} \geq P_{\psi\max}$, khai triển hai vế của biểu thức ta được:

$$i_{h1}^{\psi} \geq \frac{\psi_{\max} \cdot G \cdot r_b}{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{fc} \cdot \eta_t} \quad (11a)$$

+) **Theo điều kiện đảm bảo cho bánh xe không bị trượt quay:**

$P_{k\max} \leq P_{\varphi}$, khai triển hai vế của biểu thức, rút gọn ta được:

$$i_{h1}^{\varphi} \geq \frac{\psi_{\max} \cdot G_b \cdot r_b}{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{fc} \cdot \eta_t} \quad (11b)$$

Trong đó:

ψ_{\max} : Hệ số cản tổng cộng lớn nhất của đường.

$$\psi_{\max} = f + \tan \alpha_{\max}$$

với:

f: Hệ số cản lăn của đường, tra bảng 1 trang 10.

α_{\max} : Góc dốc lớn nhất cực đại của đường (tính theo độ).

i_{fc} : Tỷ số truyền của hộp số phụ ở số truyền cao.

Các thông số còn lại đã giải thích ở trên.

Sau khi xác định được i_{h1} theo công thức (11a) và (11b), chọn trị số i_{h1} theo điều kiện khắc phục sức cản (công thức 11a) để thiết kế hộp số chính.

Trường hợp i_{h1} theo điều kiện bám (công thức 11b) không thỏa mãn thì phải chọn lại bố trí chung của ô tô ($m_{1k}, m_{2k}, a, b, \dots$).

b. Xác định tỷ số truyền các số truyền trung gian hộp số.

Chọn số cấp số, trong hộp số, Đối với hộp số cơ khí, số cấp số tiến thường được chọn $n \leq 5$ (n là số cấp số tiến).

- Đối với ô tô du lịch, ô tô khách cỡ nhỏ và ô tô tải cỡ lớn, số cấp số tiến được chọn $n \leq 3 \div 4$, còn ô tô tải và ô tô khách cỡ trung bình và lớn số cấp số n được chọn: $n \leq 4 \div 5$.

- Tỷ số truyền của các số truyền trung gian trong hộp số ô tô được chọn theo quy luật cấp số nhân. Khi biết số truyền i_{h1} và số truyền i_{hn} (i_{hn} là số truyền thẳng $i_{hn} = 1$), trị số các số truyền trung gian được xác định theo công thức:

$$i_{hm} = \sqrt[n-1]{i_{h1}^{n-m}} \quad (12)$$

Trong đó: + n: Cấp số tiến của hộp số.

+ m: Là chỉ số ở số truyền đang tính, m được lấy từ 2 đến (n-1)

Ví dụ: Với hộp số có 4 cấp số thì: $n = 4$; $m = 2$ và 3.

Trong một số ô tô vận tải, số truyền cuối cùng của hộp số được chọn $i_{hn} < 1$ (gọi là số truyền tắng). Thông thường trị số i_{hn} được chọn từ $0,7 \div 0,85$. Do đó các số truyền trung gian khác sẽ được xác định theo công thức:

$$i_{hm} = \sqrt[n-2]{i_{h1}^{[n-(m+1)]}} \quad (13)$$

Trong đó n, m đã được giải thích ở trên, ở trường hợp này tỷ số truyền $i_{h(n-1)} = 1$.

c. Xác định tỷ số truyền của số lùi.

- Trong hộp số, thường bố trí một tỷ số truyền số lùi (kí hiệu i_l). Trị số của tỷ số truyền số lùi được chọn lớn hơn số truyền số 1:

$$i_l = (1,2 \div 1,3) i_{h1} \quad (14)$$

4. Lập bảng xác định vận tốc của ô tô tương ứng với từng số truyền.

Vận tốc chuyển động của ô tô ở các số truyền được xác định theo công thức:

$$v_m = 0,377 \cdot \frac{r_b \cdot n_e}{i_0 \cdot i_{fc} \cdot i_{hm}} \quad (15)$$

Trong đó:

m: Chỉ số chỉ số truyền đang tính, $m = 1 \div n$.

n: số cấp số tiến trong hộp số.

i_o, i_{fc} : Đã giải thích ở trên, cần chú ý rằng nếu không có yêu cầu cụ thể, khi tính kiểm nghiệm sức kéo của ô tô đã có sẵn chỉ tính với i_{fc} .

n_e : Số vòng quay của động cơ, n_e biến thiên từ n_{emin} đến n_{emax} (n_{emax} là số vòng quay tương ứng với vận tốc lớn nhất của ô tô).

Lập bảng VII tính vận tốc của ô tô theo các số truyền.

Chú ý: Với những ô tô có từ 2 cầu chủ động trở lên chỉ lập bảng tính cho tỉ số truyền của hộp số phụ là số truyền cao.

Bảng VII: Tính vận tốc của ô tô theo các số truyền.

Số vòng quay của động cơ $n_e(v/p)$ Vận tốc ở các số truyền v (km/h)	n_{emin}	n_{e1}	n_{e2}$	..... ....	n_{emax} (n_v)$
Số truyền I (v_{II})	v_{1min}	v_2	v_3	.....	v_{1max}
Số truyền II (v_{II})	v_{2min}	v_3	v_4	.....	v_{2max}
.....
Số truyền thứ m (v_m)	v_{mmin}	X	X	.....	v_{mmax}

CHƯƠNG II: XÂY DỰNG ĐỒ THỊ CÁC CHỈ TIÊU ĐỘNG LỰC HỌC CỦA Ô TÔ

I. XÁC ĐỊNH CHỈ TIÊU VỀ CÔNG SUẤT.

1. Phương trình cân bằng công suất.

Trong trường hợp ô tô làm việc tổng quát trên dốc nghiêng (theo tài liệu 1).

$$N_k = N_f + N_\omega \pm N_i \pm N_j + N_m \quad (16)$$

Trong đó:

N_k : công suất kéo ở bánh xe chủ động, được xác định theo công thức:

$$N_k = N_e - N_T = N_e \cdot \eta_t$$

Với : N_e Công suất của động cơ.

N_T : công suất tiêu hao cho tổn thất cơ khí.

η_t : tham khảo ở bảng 3 trang 11.

N_f : Công suất tiêu hao cho cản lăn.

$$N_f = G \cdot f \cdot \cos \alpha \cdot \frac{v}{270}$$

N_i : Công suất tiêu hao cho cản lên dốc.

$$N_i = G \sin \alpha \cdot \frac{v}{270}$$

N_ω : Công suất tiêu hao cho cản không khí.

$$N_\omega = \frac{K \cdot F \cdot v^3}{3500}$$

N_j : Công suất tiêu hao cho lực cản quán tính khi tăng tốc:

$$N_j = \frac{G}{g} \cdot \delta_j \cdot j \cdot \frac{v}{270}$$

N_m : Công suất tiêu hao cho lực cản móc kéo.

$$N_m = n \cdot Q \cdot (f + \tan \alpha) \cdot \frac{v}{270} = n \psi \cdot Q \cdot \frac{v}{270}$$

Thay trị số của các đại lượng vào công thức (16) ta được phương trình cân bằng công suất dạng khai triển đầy đủ. Tuy nhiên trong phương trình chỉ cần xác định thành phần công suất N_k , N_f , N_ω theo tốc độ của từng tay số trên hộp số.

*Chú ý:

- Để xây dựng đồ thị cần sử dụng thêm công thức: $v = 0,377 \frac{r_b \cdot n_e}{i_0 \cdot i_T \cdot i_h}$

- Các thông số trong các biểu thức trên đã được giải thích ở phần trên.

- Trị số của đường biểu diễn công suất N_k là như nhau ở mọi số truyền khi hiệu suất

$\eta_t = const$ với 1 loại ô tô.

- Đường biểu diễn N_f là đường bậc nhất qua gốc tọa độ, chỉ cần xác định tại 2 điểm:

$$N_{f v=0} = 0 \text{ và } N_f = G \cdot f \cdot \frac{v_{\max}}{270}$$

- Đường biểu diễn của đồ thị N_o là đường cong $N_o = f(v^3)$ được cộng tiếp với N_f theo trục tung.

- Các đồ thị $N_k - v$ theo các số truyền nên bố trí cùng với đồ thị đặc tính tốc độ ngoài của động cơ: $M_e = f(n_e)$ và $N_e = f(n_e)$.

- Lập bảng tính trị số N_k nên kết hợp với bảng 7 trang 19: $v = f(n_e)$

- Lập bảng tính trị số N_f , N_o theo tốc độ v (v thay đổi từ $v_{\max} \div v_{\min}$)

Bảng 8: Tính công suất của ô tô.

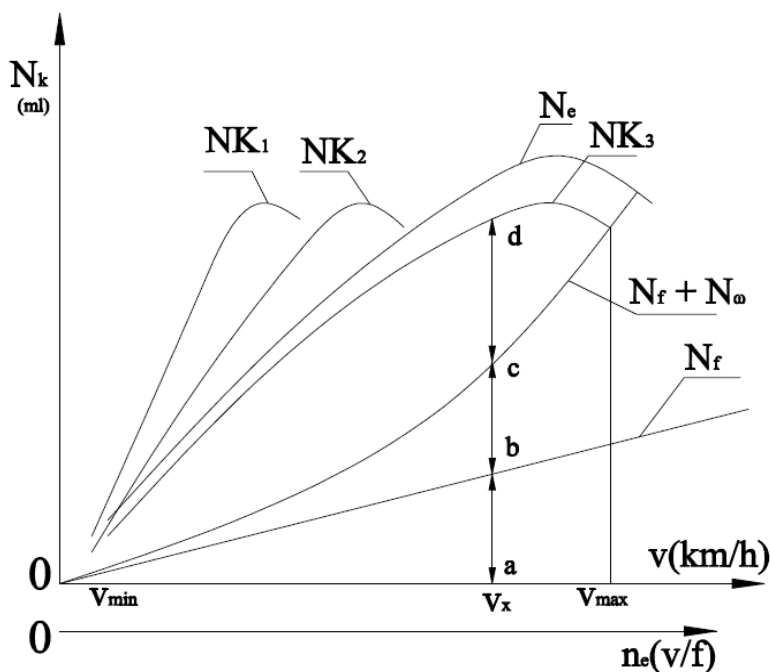
Tốc độ v (km/h)	0	$v_{1\min}$	v_2	.....	.....	v_{\max}
Công suất N (ml)						
N_o	0	-	-	-	.....	-
N_f	0	-	-			x
$N_k = N_{k1} = N_{k2} = \dots = N_{km} = N_e \cdot \eta_t$ với mọi số truyền.						

2. Đồ thị cân bằng công suất.

Trên đồ thị, đoạn nằm giữa N_k và $(N_f + N_o)$ là công suất dư. Công suất dư này để ô tô có thể khắc phục các công suất cản sau:

- + Công suất cản lên dốc.
- + Công suất cản tăng tốc.
- + Công suất cản ở móc kéo.

Sau khi xây dựng đồ thị cân bằng công suất sinh viên phải nắm ý nghĩa sử dụng và biết cách vận dụng để giải quyết các bài toán cụ thể.



Hình 2: Đồ thị cân bằng công suất ô tô.

III. XÁC ĐỊNH CHỈ TIÊU VỀ LỰC KÉO:

1. Phương trình cân bằng lực kéo

Phương trình cân bằng lực kéo của ô tô khi chuyển động tổng quát trên dốc với đầy đủ các thành phần lực cản được biểu diễn dưới dạng sau(theo tài liệu I)

$$P_k = P_f + P_\omega \pm P_i \pm P_j + P_m \quad (17)$$

Phương trình (17) có thể viết dưới dạng khai triển:

$$\frac{M_e \cdot i_o \cdot i_t \cdot i_h \cdot \eta_t}{r_b} = G \cdot f \cdot \cos \alpha + k \cdot F \frac{v^2}{13} \pm G \sin \alpha \pm \delta_i \frac{G}{g} j + n \psi \cdot Q \quad (18)$$

Trong đó:

P_k là lực kéo tiếp tuyến ở các bánh xe chủ động.

P_f là lực cản lăn.

P_i là lực cản lên dốc.

P_ω là lực cản không khí.

P_j là lực cản quán tính.

P_m là lực cản kéo moóc.

δ_i là hệ số kể đến ảnh hưởng của các khối lượng của các chi tiết chuyển động quay khi tăng tốc.

$$\delta_i = 1 + \sigma_1 \cdot i_{hl}^2 + \sigma_2 \text{ với } \sigma_1 = 0,04 \div 0,05$$

$$\sigma_2 = 0,03 \div 0,04$$

ψ là hệ số cản tổng cộng của đường :

$$\psi = f \pm \tan \alpha \text{ với } \alpha \text{ là góc dốc của đường.}$$

Bảng 9 : Tính lực kéo P_k theo tốc độ của ô tô

Số vòng n_e (vg/ph)	$n_{e\min}$	n_{e1}	n_{e2}	...	n_{em}
Các thông số tính toán					
M_e (KGm)	X	X	X	...	X
Tốc độ ở số truyền I (v_1)	$v_{1\min}$	X	X	...	$v_{1\max}$
P_{k1}	X	X	X	...	X
Tốc độ ở số truyền II (v_2)	$v_{2\min}$	X	X	...	X
P_{k2}	X	X	X	...	X
...
Tốc độ ở số truyền m (v_m)	$v_{m\min}$	X	X	...	$v_{m\max}$
P_{km}	X	X	X	...	X

Bảng 10 : Tính lực cản không khí P_{ω} theo tốc độ ô tô :

V(km/h)	0	V_{\min}	V_2	...	V_{\max}
P_{ω} (KG)	0	x	x	...	x

2. Đồ thị cân bằng lực kéo :

Khi biểu diễn phương trình cân bằng lực kéo, tương tự như đồ thị cân bằng công suất, cần sử dụng công thức tính vận tốc và bảng VII.

$$v = 0,377 \frac{r_b \cdot \eta_e}{i_0 \cdot i_f \cdot i_h} \text{ (km / h)}$$

Để thuận lợi cho việc vẽ đồ thị P_k , cần phải xác định lực kéo $P_k = f(v)$, lực cản lăn $P_f = f(v)$ và lực cản không khí $P_{\omega} = (v^2)$. Phương pháp trên tiến hành như sau :

Lập bảng 9 tính P_k theo vận tốc của từng số truyền. Đối với một ô tô nhất định các trị số : $i_0; i_f; r_b; \eta_t$ là không đổi nên trị số lực kéo P_k sẽ thay đổi theo hai thông số là momen xoắn M_e và tỉ số truyền của hộp số. Do đó công thức xác định P_k có thể viết dưới dạng :

$$P_{km} = C \cdot M_e \cdot i_{km} \tag{19}$$

Trong đó:
$$C = \frac{i_0 \cdot i_f \cdot \eta_t}{r_b}$$

Momen thay đổi từ $M_{e\min}$ đến $M_{e(nv)}$

P_{km} là lực kéo ở các số truyền đang tính.

i_{hm} : trị số tỉ số truyền đang tính, với hộp số có n tay số truyền tiến, $m = 1 \div n$

P_k được lập theo bảng 9.

Lực cản lăn P_f được biểu diễn trên đồ thị là đường thẳng song song với trục hoành (ở trường hợp này coi hệ số cản lăn $f = \text{const}$, khi tốc độ chuyển động của ô tô $v \leq 80(\text{km / h})$. Khi tốc độ của ô tô $v \geq 80(\text{km / h})$, hệ số cản lăn thay đổi phụ thuộc vận tốc chuyển động. Công thức xác định (f) được trình trong tài liệu I, công thức tính lực cản lăn và đồ thị biểu diễn lực cản lăn sẽ thay đổi so với trường hợp trên.

Biểu thức tính lực cản lăn được biểu thị $P_f = fG$. Để vẽ đồ thị P_f không cần lập bảng.

Lực cản không khí P_{ω} được xác định theo biểu thức :

$$P_{\omega} = \frac{kFv^2}{13} \text{ (KG)} \tag{20}$$

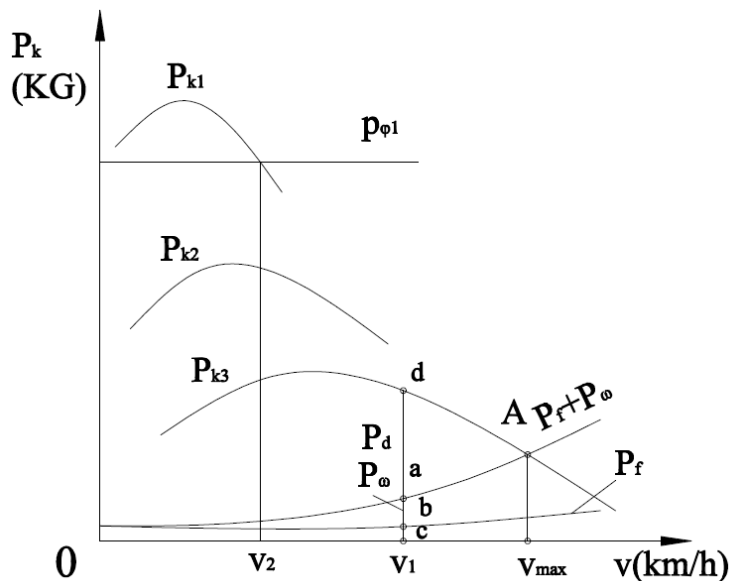
Với: v là vận tốc của ô tô (km/h)

k, F: tính theo bảng 2 trang 10

Khi tính toán lực cản không khí và vẽ đồ thị cần lập bảng theo các số truyền với vận tốc của ô tô thay đổi từ trị số v_{\min} đến v_{\max} .

Đường biểu diễn P_{ω} là đường parabol tương ứng với các trị số trong bảng 10. Đồ thị P_{ω} khi vẽ được đặt trên đồ thị biểu diễn lực cản lăn P_f (có nghĩa là cộng đồ thị $P_f + P_{\omega}$.

Nhận xét: theo ví dụ trên hình 3



Hình 3: đồ thị cân bằng lực kéo

Đồ thị $P_k - v$ được xây dựng với cấp số tiến $n=3$, số truyền $i_{h3}=1$. Trục tung biểu diễn các lực $P_k, P_f, P_\omega, \dots$ theo (KG). Trục hoành biểu diễn vận tốc chuyển động của ô tô theo (km/h).

Các đường cong P_k có dạng tương tự như M_e (là đường cong lồi, có điểm cực đại mà tại đó P_k đạt cực đại ứng với v_m .

Tại thời điểm này đường cong được chia thành hai nhánh:

- + Nhánh bên phải là nhánh ổn định
- + Nhánh bên trái là nhánh không ổn định.
- + Khái niệm ổn định và không ổn định được giải thích trong tài liệu I.

Trên đồ thị (hình 3) đường P_{k3} (đường lực kéo khi xe chạy ở số truyền 3) cắt nhau với đường biểu diễn lực cản ($P_f + P_\omega$) tại thời điểm A, dóng xuống trục hoành ta được vận tốc lớn nhất của ô tô v_{max} .

ở các vận tốc khác, không tung độ nằm giữa đường P_k và ($P_f + P_\omega$) là lực kéo dư được tính bằng hiệu số: $P_{kd} = P_k - (P_f + P_\omega)$. P_{kd} dùng để ô tô khắc phục lực cản leo dốc, lực cản tăng tốc và lực cản kéo momen.

Qua đồ thị sinh viên cần nắm vững các ý nghĩa sử dụng và biết vận dụng các bài toán sử dụng.

Cần biết sử dụng điều kiện cần và đủ để ô tô chuyển động trong mọi điều kiện:

$$P_\psi \leq P_k \leq P_\omega \quad (21)$$

Để xây dựng được đồ thị bám ta sử dụng công thức sau:

$$P_\phi = \phi \cdot G_b \cdot m_{2k} \quad (22)$$

Các đại lượng sử dụng trong công thức (22) đã giải thích ở phần trên. Đồ thị biểu diễn P_ϕ là đường nằm ngang (song song với trục hoành). Ví dụ: ứng với một hệ số bám ϕ_1 của bánh xe với mặt

đường theo công thức (22) ta xây dựng được đường $P_{\phi 1}$. Để ô tô chuyển động được tốt (không bị trượt quay) thì miền sử dụng phải nằm dưới đường $P_{\phi 1}$ và trên đường biểu diễn $(P_f + P_{\omega})$.

IV. XÁC ĐỊNH CHỈ TIÊU VỀ NHÂN TỐ ĐỘNG LỰC HỌC D.

A. XÁC ĐỊNH NHÂN TỐ ĐỘNG LỰC HỌC D KHI Ô TÔ CHỞ TẢI ĐỊNH MỨC

1. Phương trình nhân tố động lực học D.

Phương trình nhân tố động lực học của ô tô ở điều kiện chở tải định mức (hay đầy tải) được biểu thị bằng phương trình sau (theo tài liệu I):

$$D = \frac{P_k - P_{\omega}}{G} \quad (23)$$

Phương trình (23) có thể viết dưới dạng khai triển (trong trường hợp ô tô không kéo mooc):

$$D = \frac{\frac{M_e \cdot i_0 \cdot i_f \cdot i_h \cdot \eta_t}{r_b} - kF \frac{v^2}{13}}{G} = \frac{P_{\psi} \pm P_j}{G}$$

$$D = \psi \pm \frac{\delta_i}{g} j \quad (24)$$

Các đại lượng của phương trình (23), (24) được giải thích ở phần trên.

2. Đồ thị nhân tố động lực học khi ô tô chở tải định mức:

Để xây dựng đồ thị D, cần lập bảng tính các trị số trong phương trình (23), trong trường hợp này, ta xây dựng đồ thị D với hộp số chính của ô tô có 3 số truyền ($n = 3$), số truyền $i_{h3} = 1$. Các giá trị của D trong bảng (11) được tính theo công thức sau:

$$D_m = \frac{P_{km} - P_{\omega m}}{G} \quad (25)$$

Trong đó: $+m$ là chỉ số ứng với số truyền đang tính, $m = 1 \div n$ với $n = 3$

Các trị số nhân tố động lực học D được tính theo bảng 11.

Đồ thị D (không thứ nguyên) được biểu diễn trên trục tung, trục hoành biểu diễn vận tốc chuyển động (km/h) của ô tô.

Bảng 11: Nhân tố động lực học D theo tốc độ

Tốc độ của ô tô	v_{min}	v_1	v_2	...	v_m	v_{max}
Các thông số						
Số truyền I	v_{1min}	X	X	...	X	v_{1max}
P_{k1}	X	X	X	...	X	X
$P_{\omega 1}$	X	X	X	...	X	X
D_1	X	X	X	...	X	X
Số truyền II	v_{2min}	X	X	...	X	v_{2max}
P_{k2}	X	X	X	...	X	X
$P_{\omega 2}$	X	X	X	...	X	X

D_2	X	x	x	...	x	x
...
Số truyền thứ m	v_{mmin}	x	x	...	x	v_{mmax}
P_{km}	X	x	x	...	x	x
$P_{\omega m}$	X	x	x	...	x	x
D_m	X	x	x	...	x	x

Bảng 12: Tính % tải trọng của ô tô

% tải trọng hoặc số người (ô tô du lịch + khách)	Lượng hàng hóa hoặc người theo % tải trọng(kg) G_{ex}	Khối lượng toàn bộ của xe (kg) $G_x = G_0 + G_{ex}$	Tải trọng tính theo góc $\tan \alpha_{lk} = \frac{G_{xk}}{G}$	α (độ)
0%	0	$G_x = G_0$	x	x
20%	X	$G_x = 0,2G_e + G_0$	x	x
40%	X	$G_x = 0,4G_e + G_0$	x	x
...
100%	G_e	$G_x = G_e + G_0$	x	x
120%	X	$G_x = 1,2G_e + G_0$	x	x
...

- Đồ thị D-v được biểu diễn trên góc phần tư bên phải.

3. Giới hạn của đồ thị theo điều kiện tám:

Cần chú ý rằng các ý nghĩa sử dụng của đồ thị D đều được xem xét dựa trên điều kiện sau:

$$\psi \leq D \leq D_\varphi \quad (26)$$

Trị số của hệ số cản tổng cộng của đường: $\psi = f \pm \tan \alpha$

$D \geq \varphi$ là điều kiện cần cần thiết khi ô tô chuyển động ở vận tốc của các số truyền khác nhau (trường hợp không tăng tốc).

Điều kiện $D \leq D_\varphi$ là giới hạn của nhân tố động lực học D theo điều kiện tám. D_φ được xác định theo biểu thức:

$$D_\varphi = \frac{P_\varphi - P_\omega}{G} = \frac{m_{2k} \cdot \varphi \cdot G_b - \frac{(kFv^2)}{G}}{G} \quad (27)$$

Đối với những xe có nhiều cầu chủ động, toàn bộ trọng lượng của xe đều được sử dụng để tám: $G_b = G$ nên biểu thức (27) có thể viết:

$$D_\varphi = \varphi - \frac{kFv^2}{13G} \quad (28)$$

Dạng của đường D_ϕ là đường cong có điểm xuất phát từ điểm có trị số bám ϕ_1 nào đó và thoải dần theo tốc độ của ô tô (tại điểm đó vận tốc của ô tô bằng 0)

Các bài toán vận dụng các ý nghĩa sử dụng của đồ thị đều thỏa mãn biểu thức (26) có nghĩa là miền sử dụng phải nằm trên đường ψ và dưới đường D_ϕ ; có thể đưa ra các ví dụ như sau:

- + Xác định các vận tốc chuyển động cực đại của ô tô trong điều kiện đường xá đã cho.
- + Xác định khả năng khắc phục sức cản của đường (góc dốc của đường khi biết các điều kiện cản khác).
- + Xác định được khả năng tăng tốc (gia tốc của ô tô) hoặc khả năng kéo moóc của ô tô.
- + Xác định vận tốc chuyển động hợp lý của ô tô khi biết các điều kiện chuyển động khác.
- + Chú ý rằng: các đường đồ thị D ở các số truyền đều tương ứng với đường đặc tính ngoài của động cơ, khi vận dụng các bài toán trên, trường hợp các đồ thị biểu diễn sức cản của mặt đường không cắt các đường D thì phải dùng đặc tính cục bộ (được giải thích trong tài liệu I).

B. XÁC ĐỊNH NHÂN TỐ ĐỘNG LỰC HỌC D_x KHI TẢI TRỌNG THAY ĐỔI:

1. Biểu thức xác định D_x :

Ở phần A đã xác định nhân tố động lực học khi ô tô chở đầy tải (tải định mức). Trong thực tế ô tô có thể làm việc với tải trọng thay đổi (non tải, không tải, quá tải,..), khi đó ta có biểu thức xác định nhân tố động lực học như sau:

$$D_x = \frac{P_k - P_\omega}{G_x} \quad (29)$$

Mặt khác theo (23) ta có: $D = \frac{P_k - P_\omega}{G}$

Kết hợp với (29) ta xác định được biểu thức nhân tố động lực học D_x như sau:

$$D_x \cdot G_x = D \cdot G \Rightarrow \frac{D}{D_x} = \frac{G_x}{G} = \tan \alpha_1 \quad (30)$$

Trong đó: α_1 : góc nghiêng biểu thị tỉ số giữa tải trọng của xe đang tính với khối lượng toàn bộ của xe

G_x : khối lượng của ô tô ở tải trọng đang tính, $G_x = G_0 + G_{ex}$

G_{ex} : trọng tải của ô tô ở vị trí đang tính.

G_{ex} thay đổi từ 0 đến G_e

G_x thay đổi từ G_0 đến G

Trị số của α_1 (tia tải trọng) được biểu diễn theo góc với thứ nguyên độ.

Khi : + $G_e < G \rightarrow \tan \alpha < 1 \Rightarrow \alpha_1 < 45^\circ$ (non tải)

+ $G_e = G \rightarrow \tan \alpha = 1 \Rightarrow \alpha_1 = 45^\circ$ (đầy tải)

+ $G_e > G \rightarrow \tan \alpha > 1 \Rightarrow \alpha_1 > 45^\circ$ (quá tải)

Đối với ô tô vận tải, tia tải trọng được biểu diễn theo % G_x .

Đối với ô tô du lịch và ô tô khách, tia tải trọng được biểu diễn theo số người.

Khi tính G_0 có thể kể thêm khối lượng của người lái.

Đồ thị nhân tố động lực học D_x (còn gọi là đồ thị tia) được biểu diễn kết hợp với đồ thị D. Phần bên phải là đồ thị D khi ô tô chở đầy tải, phần bên trái là đồ thị biểu diễn nhân tố động lực học khi xe chở tải thay đổi D_x hoặc ψ_x (trục hoành), trục tung biểu thị nhân tố động lực học D khi đầy tải (hoặc ψ).

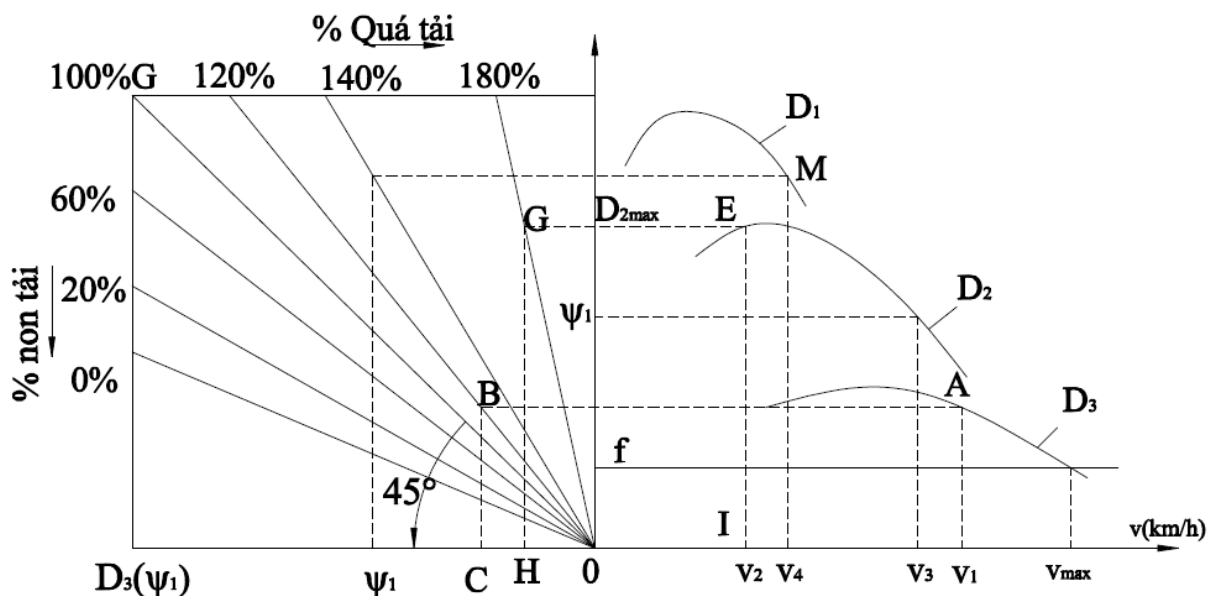
2. Đồ thị nhân tố động lực học D_x (đồ thị tia) khi tải trọng thay đổi:

Để thuận lợi cho việc vẽ đồ thị, ta lập bảng (11) tính D theo v và bảng (12) xác định các tia tải trọng ứng với các góc α_1 theo công thức (25) và công thức:

$$\tan \alpha_{1k} = \frac{G_{xk}}{G} \tag{31}$$

Trong đó: k là chỉ số ứng với mức tải trọng đang tính.

$k = 0 \div G_c$ với ô tô du lịch chỉ người, với ô tô tải chỉ % tải trọng.



Hình4: Đồ thị nhân tố động lực học khi đầy tải D và khi tải trọng thay đổi

* **Nhận xét:**

Khi vẽ đồ thị ở góc bên phải, chọn tỉ lệ xích trên các trục:

$$\text{Trục tung } \mu_D = \frac{D}{D} (1 / \text{mm})$$

$$\text{Trục hoành } \mu_v = \frac{v}{v} \left(\frac{\text{km} / \text{h}}{\text{mm}} \right)$$

Đồ thị ở góc bên trái (đồ thị D_x) vẽ các tia tải trọng tỉ lệ xích

Trục hoành: μ_{D_x} giống nhau như μ_D

Vận dụng các bài toán sử dụng trên đồ thị tia (D_x) tương tự như đồ thị D, nhưng với các tia tải trọng khác nhau. Ngoài ra ở đồ thị $D - D_x$ còn cho ta xác định được mức tải trọng hợp lý khi biết các điều kiện chuyển động ở một số truyền nhất định với tốc độ, sức cản của đường đã cho.

Ví dụ:

1. Xác định khả năng khắc phục sức cản lớn nhất của đường khi biết sức chở (tải trọng và vận tốc ở số truyền sử dụng). Khi xe chạy với vận tốc v_2 ứng với số truyền 2 trên đường có hệ số cản lăn f , ta xác định được khả năng leo dốc cực đại trong các trường hợp sau:

- Trường hợp ô tô chở đầy tải: $i_{2max} = D_{2max} = IE - f$
- Trường hợp ô tô chở quá tải 180%: $i'_{max} = GH - f$
- Khi ô tô chạy ở vận tốc v_1 số truyền 3 cũng xét tương tự.

2. Xác định vận tốc hợp lý và số truyền tương ứng khi biết khả năng chở tải và điều kiện sức cản của đường $\psi_1 = \psi_x$.

- Khi ô tô chở tải định mức (đầy tải), từ sức cản của đường ψ_1 đóng đến các đường D_2 , ô tô sẽ chuyển động với vận tốc hợp lý v_3 ứng với số truyền II.

- Khi ô tô chở quá tải ($G_x = 140\%$) ở cùng điều kiện sức cản của đường $\psi_1 = \psi_x$ ô tô sẽ chuyển động với vận tốc hợp lý v_3 ứng với số truyền I.

3. Xác định khả năng chở tải ($\%G_{ex}$) khi biết tốc độ chuyển động v_1 ứng với số truyền III và sức cản của đường là trị số ứng với đoạn OC. Bằng cách dóng từ v_1 lên điểm A của số truyền III, dóng sang trái mặt khác dóng từ C song song với trục tung cắt đường dóng từ A song song với trục hoành tại B. Tia OB xác định mức độ tải trọng ($120\% = G_{ex}$) mà ô tô có thể chở được ở điều kiện đã cho.

*** Chú ý:**

Khi xây dựng đồ thị tia ($D_x - D$) cần lưu ý các trường hợp sau:

Với các ô tô vận tải biểu diễn các tia tải trọng theo $\% G_{ex}$.

Với ô tô du lịch và ô tô khách biểu diễn các tia tải trọng theo số người (có kèm theo hành lý).

IV. XÁC ĐỊNH KHẢ NĂNG TĂNG TỐC CỦA Ô TÔ.

A. XÁC ĐỊNH GIA TỐC CỦA Ô TÔ:

1. Biểu thức xác định gia tốc:

Vận dụng công thức tính gia tốc trong tài liệu (I).

$$j = \frac{(D - \psi)g}{\delta_j} \tag{32}$$

Khi ô tô chuyển động trên đường bằng ($\alpha = 0$), công thức trên có thể viết:

$$j_m = \frac{(D_m - f)g}{\delta_{im}} \tag{33}$$

Trong đó:

M là chỉ số ứng với số truyền đang tính; $m = 1 \div n$ với n là số cấp số của hộp số chính.

D là nhân tố động lực học khi ô tô chở đủ tải.

δ_{im} là hệ số kể đến ảnh hưởng của các khối lượng quay được tính theo công thức sau:

$$\delta_{im} = 1,04 + 0,05i_{hm}^2 \tag{34}$$

F, g đã được giải thích ở trên.

Để thuận lợi trong tính toán ta lập bảng xác định hệ số δ_i .

Bảng 13: Tính hệ số δ_i

Số truyền Thông số	I	II	...	M
i_h	x	x	...	x
i_h^2	x	x	...	x
δ_i	x	x	...	x

2. Lập đồ thị xác định gia tốc của ô tô:

Lập bảng 14 xác định gia tốc theo các số truyền:

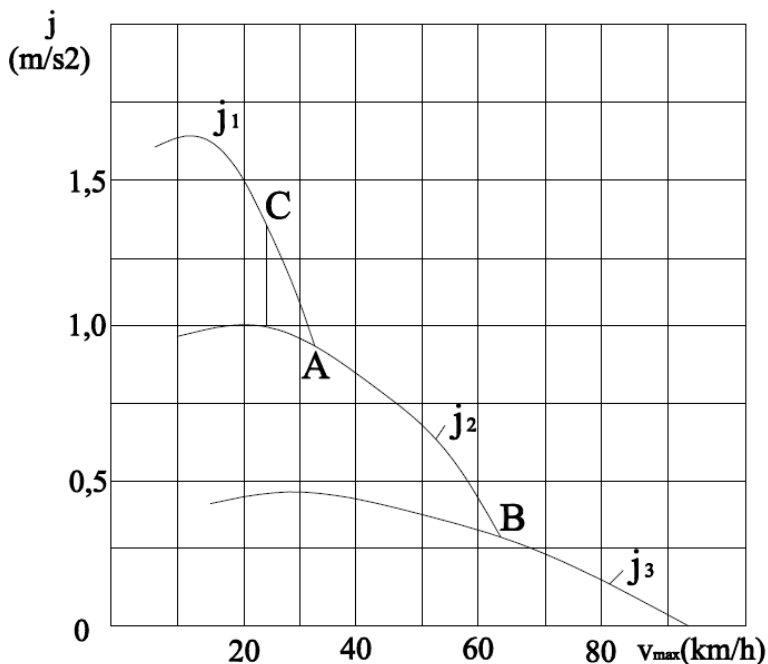
Bảng 14: Tính gia tốc của ô tô theo các số truyền:

Tốc độ ô tô Các thông số	V_{min}	V_1	V_2	...	V_{max}
Số truyền I $D_1 - f$ j_1	V_{1min} - -	- - -	- - -	... ... ...	V_{1max} - -
Số truyền II $D_2 - f$ j_2	V_{2min} - -	- - -	- - -	... ... ...	V_{2max} - -
...
Số truyền m $D_m - f$ j_m	V_{mmin} - -	- - -	- - -	... ... ...	V_{mmax} - -

Bảng 15: Trị số giới hạn của gia tốc ô tô theo các số truyền

Loại ô tô	Trị số gia tốc ở số truyền: $j(m/s^2)$	
	Cao nhất (i_{hm}) (m/s)	Thấp nhất (i_{hl}) (m/s)
Ô tô du lịch	0,8 ÷ 1,2	2,0 ÷ 2,5
Ô tô vận tải	0,25 ÷ 0,5	1,7 ÷ 2,0
Ô tô khách	0,40 ÷ 0,8	1,8 ÷ 2,3
Ô tô kéo móc	0,20 ÷ 0,5	1,0 ÷ 1,2

Lập đồ thị gia tốc của ô tô với tỉ lệ xích:



Hình 5: đồ thị gia tốc ô tô

Nhận xét :

Các đường biểu diễn $j-v$ đều tương ứng với đặc tính của động cơ.
 Ở tốc độ $v_{,max}$ của ô tô ; $j_{,max} = 0$ vì xe không còn khả năng tăng tốc.
 Ở một số loại ô tô tải và ô tô khách cỡ tải trọng lớn có thể đường $j_{,2}$ (gia tốc ở tay số 2) lớn hơn gia tốc ở số truyền 1 do ảnh hưởng của hệ số $\delta_{,1f}$.
 Trị số giới hạn của gia tốc ở các số truyền của các loại ô tô được trình bày ở trong bảng 15 trang 32.

B. XÁC ĐỊNH THỜI GIAN TĂNG TỐC CỦA ÔTÔ

1. Biểu thức xác định thời gian tăng tốc.

Áp dụng công thức tính gia tốc trong tài liệu [I]

$$J = \frac{dv}{dt} \Rightarrow dt = \frac{dv}{J} \quad (35) \Rightarrow dt = \frac{dv}{J} \quad (36)$$

$$t = \int \frac{dv}{J} \quad (37)$$

Để xác định thời gian tăng tốc t , có thể xác định bằng 2 cách:

- Dùng phương pháp tính toán trên máy tính(Sẽ được trình bày ở phần sau)
- Dùng phương pháp tính gần đúng:

Biểu thức trong dấu **Error!** có thể xác định trên đồ thị **Error!** .

Lập bảng (16) tính biểu thức **Error!** trong đó $m = 1 \div k$; trên đồ thị **Error!** chia các khoảng đều nhau từ $v_{,min} \div 0,95 v_{,max}$ làm k khoảng

Bảng 16: Trị số gia tốc ngược của ô tô

Tốc độ					
$V(km/h)$	$V_{,min}$	$V_{,1}$	$V_{,2}$	.....	$V_{,4}$
Thông số					

Số truyền I $J_{,1}$ Error!	$V_{,Imin}$	-	-	....	-
		-	-	....	$V_{,Imax}$
		-	-	-
		-	-	-
Số truyền II $J_{,2}$ Error!	$V_{,IImin}$	-	-	....	-
		-	-	.....	$V_{,IImax}$
		-	-	-
		-	-	-
.....
Số truyền thứ m $j_{,m}$ Error!	$V_{,m.min}$	-	-		-
		-	-		$V_{,m.min}$
		-	-		-
		-	-		-

Bảng 17: Tính thời gian tăng tốc của ô tô

Tốc độ ô tô (Km/h)	$V_{,min} \div V_{,1}$	$V_{,1} \div V_{,2}$	$V_{,2} \div V_{,3}$	....	$V_{,m-1} \div 0,95 v_{,max}$
Các thông số					
Khoảng diện tích $\Delta F_{,i}$ (mm ² ,)	$\Delta F_{,1}$	$\Delta F_{,2}$	$\Delta F_{,3}$	.....	$\Delta F_{,m}$
Khoảng thời gian $\Delta t_{,i}$ (séc)	$\Delta t_{,1}$	$\Delta t_{,2}$	$\Delta t_{,3}$	.....	$\Delta t_{,m}$
Thời gian tăng tốc t(sec)	0	$\Delta t_{,1}$	$\Delta t_{,2}$	....	$\Delta t_{,m}$
Các thông số					
Tốc độ ô tô(km/h)	$V_{,min}$	$V_{,1}$	$V_{,2}$	.....	$0,95V_{,max}$

Lấy một khoảng thứ i, $i = 1 \div k$, $\Delta F_i = \Delta v_i \cdot 1 / j_{tbi}$ (mm²)

Vận dụng công thức tính các ô diện tích trong tài liệu II

$$t = \sum_{i=1}^k \Delta t_i = \sum_{i=1}^k \Delta t_i \cdot \frac{1}{j_{tbi}} \cdot \mu_v \cdot \mu_{1/j} \cdot \frac{1}{3,6} \quad (38)$$

Trong đó:

Δv_i : khoảng cách vận tốc thứ i; i được lấy từ v_{\min} đến $0,95v_{\max}$

$$\Delta v_1 = v_1 - v_{\min}; \Delta v_2 = v_2 - v_1; \Delta v_i = v_i - v_{i-1}$$

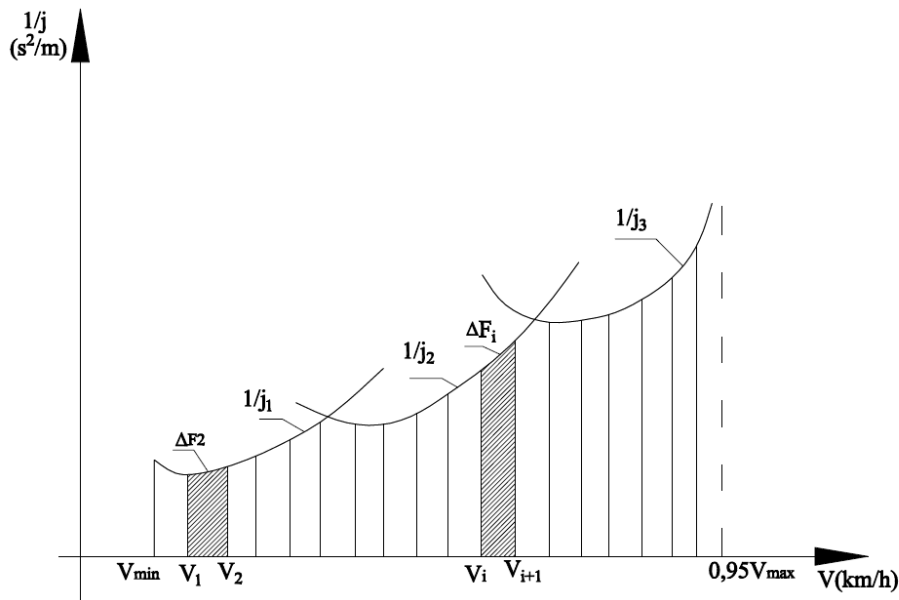
$$j_{tbi} = \frac{j_i + j_{i+1}}{2}$$

Thứ nguyên của vận tốc v: km/h; j: m / s²

Thứ nguyên của thời gian tăng tốc t (s)

Lập bảng (17) tính các khoảng thời gian với cách nút gọn:

$$\Delta F_i = \Delta v_i \cdot \frac{1}{j_{tbi}}; \Delta t_i = \Delta F_i \cdot \mu_i \cdot \mu_{1/j} \cdot \frac{1}{3,6} \text{ (s)}$$

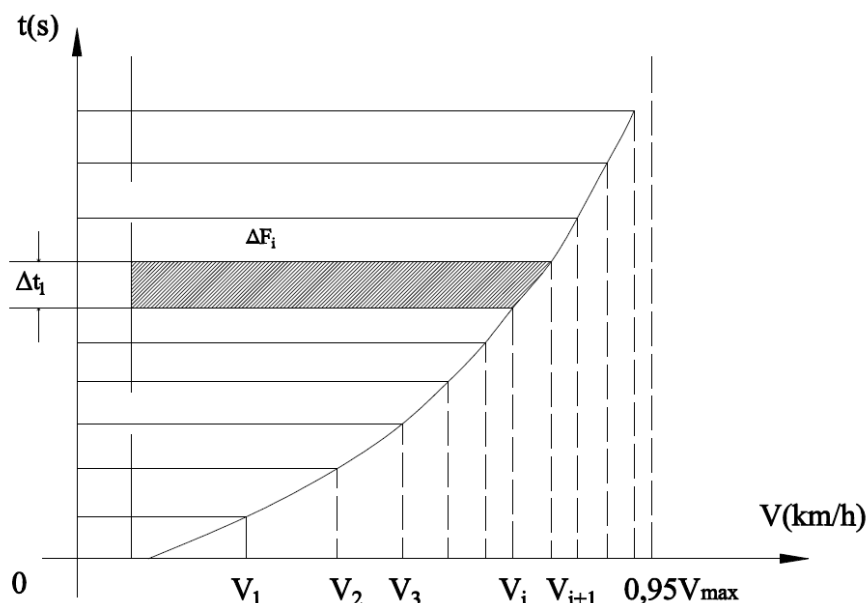


Hình 6: Đồ thị gia tốc ngược:

Dựa vào đồ thị lập đồ thị t-v với các tỉ lệ xích:

Trục tung : $\mu_{,t} = \text{Error!}$

Trục hoành: $\mu_{,v} = \text{Error!}$



Hình 7 đồ thị thời gian tăng tốc

Chú ý:

Với ô tô có truyền động cơ khí đường cong t bắt đầu từ $v_{,min}$.

Với ô tô có truyền động thủy cơ đường cong t bắt đầu từ $v=0$.

C. XÁC ĐỊNH QUÃNG ĐƯỜNG TĂNG TỐC CỦA Ô TÔ:

1. Biểu thức xác định quãng đường tăng tốc:

Áp dụng công thức tính quãng đường tăng tốc trong tài liệu[I].

$V = \text{Error!} \Rightarrow ds = v \cdot dt$; trong đó S là quãng đường tăng tốc, được xác định như sau:

$$S = \text{Error!} \cdot v \cdot dt \tag{39}$$

Để xác định S, cũng áp dụng hai phương pháp:

- Phương pháp 1: Dùng phương pháp lập trình trên máy tính (sẽ được trình bày ở phần sau)
- Phương pháp 2: Dùng phương pháp tính tích phân gần đúng:

Dựa vào đồ thị t-v, chia thành k khoảng từ $v_{,min} \div 0,95 v_{,max}$, lấy một khoảng bất kì thứ I;

Áp dụng công thức tính trong tài liệu [II]

$$S = \sum_{i=1}^k \Delta s_i = \sum_{i=1}^k \Delta F_i \cdot \eta_i \cdot \eta_v \cdot \frac{1}{3.6} \text{ (m)} \tag{40}$$

Trong đó:

$\Delta t_{,i}$: khoảng thời gian thứ i \Rightarrow I được lấy từ $v_{,min} \div 0,95 v_{,max}$

$\Delta t_{,1} = t_{,2} - t_{,1}$; $\Delta t_{,2} = t_{,3} - t_{,2}$; $\Delta t_{,3} = t_{,4} - t_{,3}$; ... $\Delta t_{,i} = t_{,i+1} - t_{,i}$; ...

$$V_{,tbi} = \frac{V_i + V_{i+1}}{2}$$

Thứ nguyên của S là :m

Lập bảng (18) tính các $\Delta S_{,i}$ với $\Delta F_{,i} = \Delta t_{,i} \cdot v_{,tbi}$ (mm²,)

$$\Delta S_{,i} = \Delta F_{,i} \cdot \mu_{,v} \cdot \mu_{,t} \cdot \text{Error!} \text{ (m)}$$

Bảng 18: Tính quãng đường tăng tốc của ô tô

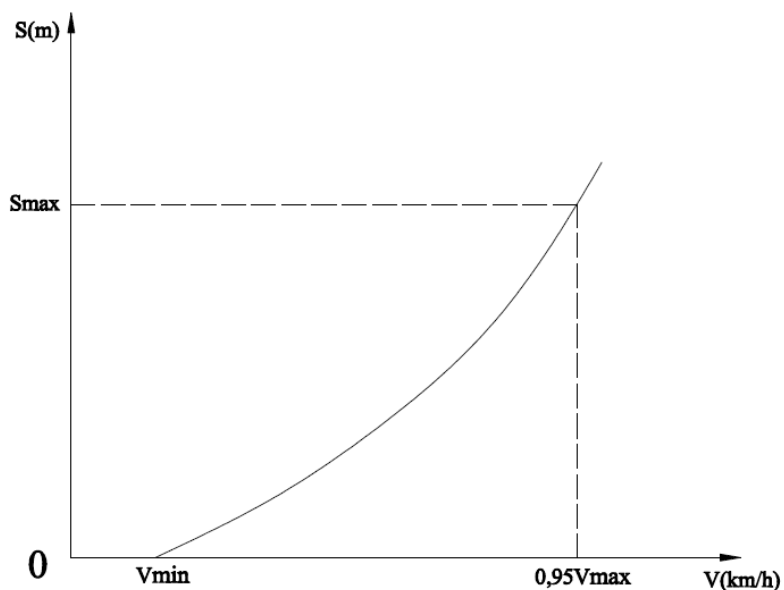
Khoảng tốc độ (Km/h)	$V_{,min} \div V_{,1}$	$V_{,1} \div V_{,2}$	$V_{,2} \div V_{,3}$	.....	$V_{,m-1} \div 0,95V_{,max}$
	Các thông số				
Khoảng diện tích $\Delta F_{,i}$ (mm ² ,)	ΔF_1	$\Delta F_{,2}$	ΔF_3$	.....	\Delta F_{,m}$
Khoảng diện tích $\Delta S_{,i}$	$\Delta S_{,1}$	ΔS_2	ΔS_3$	.....	\Delta S_{,m}$
Quãng đường tăng tốc S(m)	0	$\Delta S_{,1}$	$\Delta S_{,1} + \Delta S_{,2}$	.....	$\Delta S_{,1} + \Delta S_{,2} + \dots + \Delta S_{,m}$
Các thông số	$V_{,min}$	$V_{,1}$	$V_{,2}$	.....	0,95 Vmax
Tốc độ ô tô					

2. Lập đồ thị quãng đường tăng tốc:

Trên cơ sở bảng s-v, xây dựng đồ thị s-v với hệ tọa độ có các tỉ lệ xích :

Trục tung : $\mu_{,s} = \frac{soán}{mm}$ (biểu diễn quãng đường theo m)

Trục hoành biểu diễn tốc độ chuyển động với : $\mu_{,v} = \frac{soákm / h}{m.m}$



Hình 8: Đồ thị quãng đường tăng tốc của ô tô

Chú ý:

Trong quá trình tính toán thời gian tăng tốc và quãng đường tăng tốc, không kể đến sự mất mát vận tốc trong quá trình chuyển số, vì vậy đường cong t và s là đường liên tục. Khi có kể đến sự mất mát vận tốc và thời gian chuyển số (kí hiệu là $V_{,c}$ và $t_{,c}$) đường t và s sẽ không cong liên tục mà bị gãy khúc ở những đoạn chuyển số. Thời gian chuyển số phụ thuộc vào trình độ người lái , kết cấu của hộp số và loại động cơ. Qua thực nghiệm, có thể xác định được $t_{,c}$, $v_{,c}$, và $S_{,c}$ và biểu diễn trên đồ thị $t,s-v$. Điều này sẽ được giải thích kĩ trong tài liệu [I]

Những chú ý khi tính toán động lực học :

- Để thuận lợi cho vẽ đồ thị các đại lượng trong các công thức tính toán nên tính theo thứ nguyên cũ . Ví dụ : lực (KG); độ dài (m); vận tốc (km/h)...

- Trên các trục tọa độ chỉ ghi các trị số thực tại các điểm đặc biệt (max,min..)hoặc chia đều các khoảng để thuận tiện sử dụng . Chia tỉ lệ xích được ghi trong phần thuyết minh.

- Các trang thuyết minh nên kẻ khung theo tiêu chuẩn , các đồ thị nên bố trí cân đối với nhau.

- Các đồ thị trình bày trên bản vẽ khổ giấy A₀ kẻ li(theo cách bố trí trên hình 9 trang 40)

- Phần thuyết minh phải viết rõ ràng đầy đủ , không viết tắt , có đánh số trang, có phần mục lục và tài liệu tham khảo.

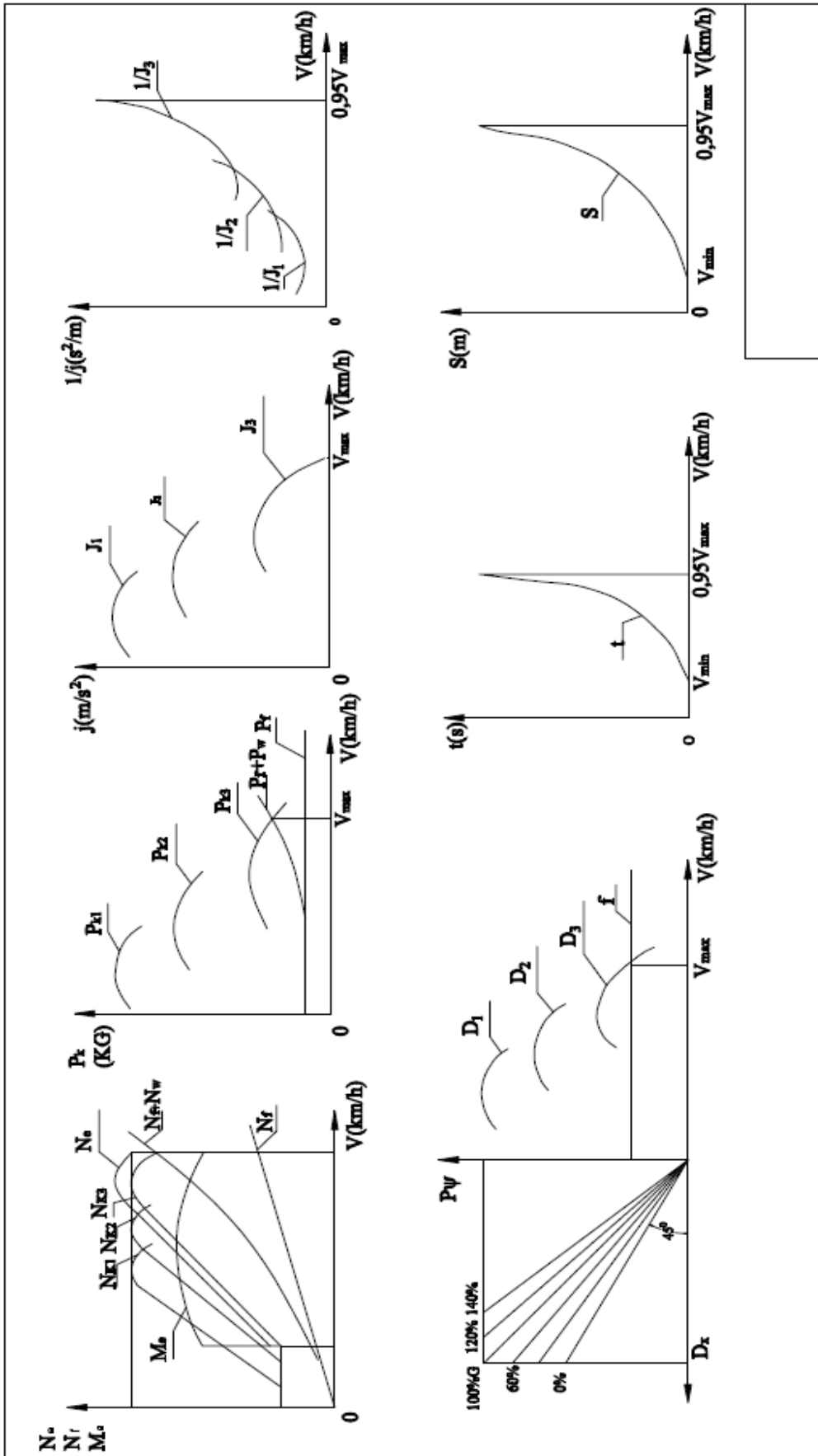
- Các số liệu trong các bảng phụ lục khi sử dụng phải phù hợp với chủng loại ô tô mà tác giả cần tính toán.

- Việc lập bảng chỉ để phục vụ cho xây dựng đồ thị thuận tiện. Do đó các bảng có thể lập riêng rẽ hoặc kết hợp tùy yêu cầu sử dụng.

- Phần cuối của bảng thuyết minh cần phải có kết luận, nhận xét về các kết quả tính toán so với yêu cầu đặt ra.

- Sau khi tính công suất cần thiết của động cơ theo điều kiện đã cho, có thể chọn động cơ có sẵn trên ô tô theo số liệu tham khảo trên các trang 42÷ 46 phụ lục [II]

HÌNH 9: ĐỒ THỊ ĐẶC TÍNH ĐỘNG LỰC HỌC ĐƯỢC BIỂU DIỄN THEO DẠNG SAU:



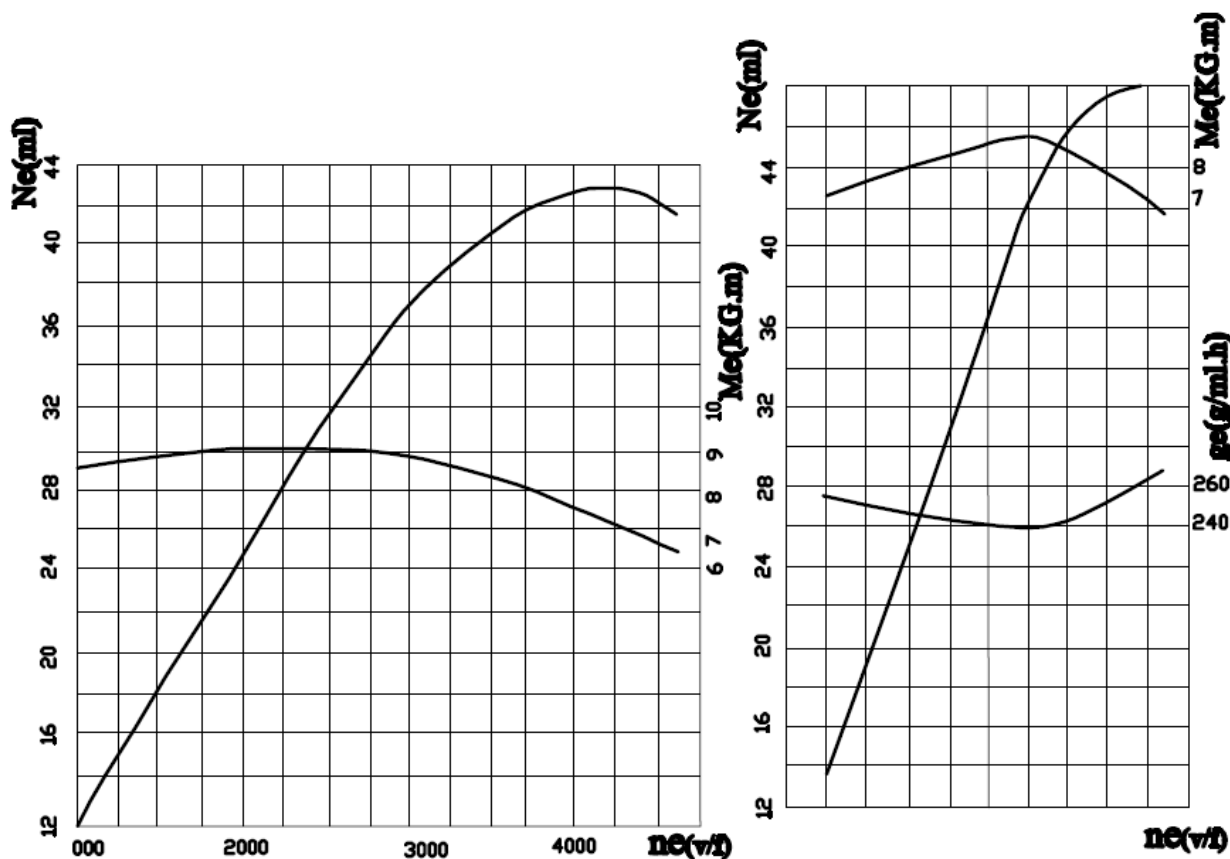
PHỤ LỤC

PHỤ LỤC I

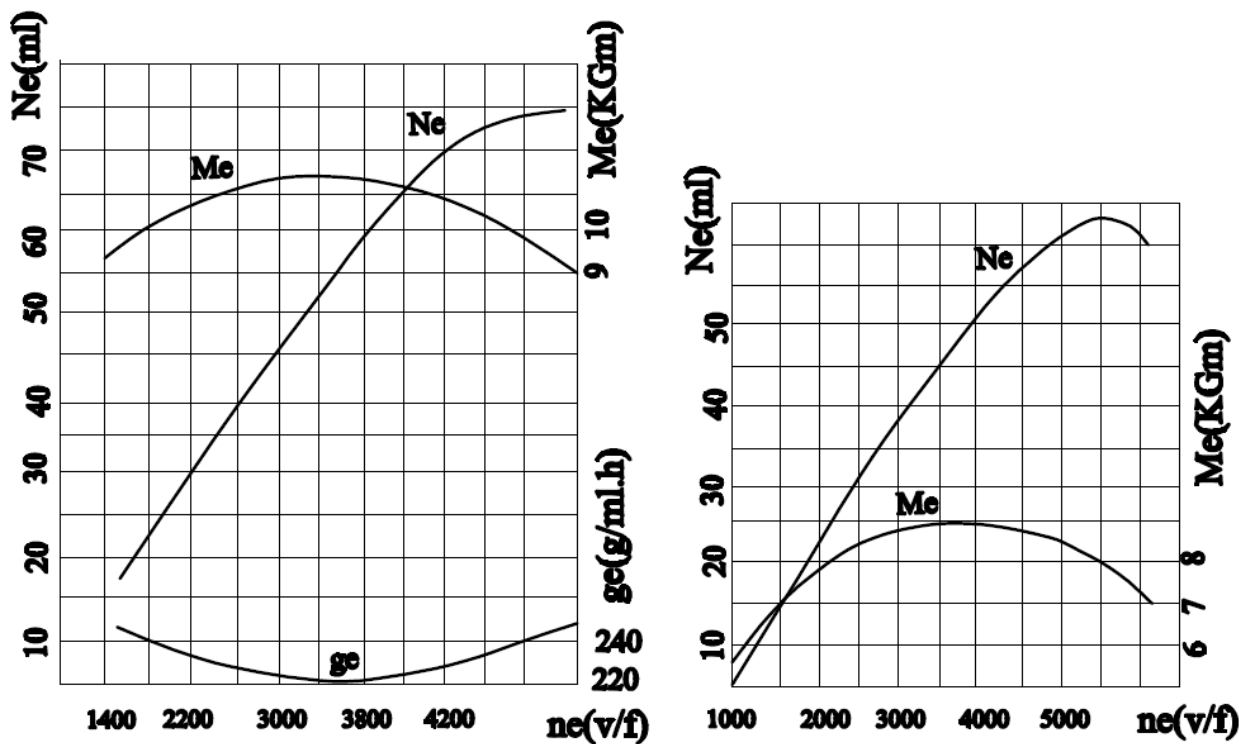
Bảng 1: Kích thước lớp theo tải trọng và áp suất

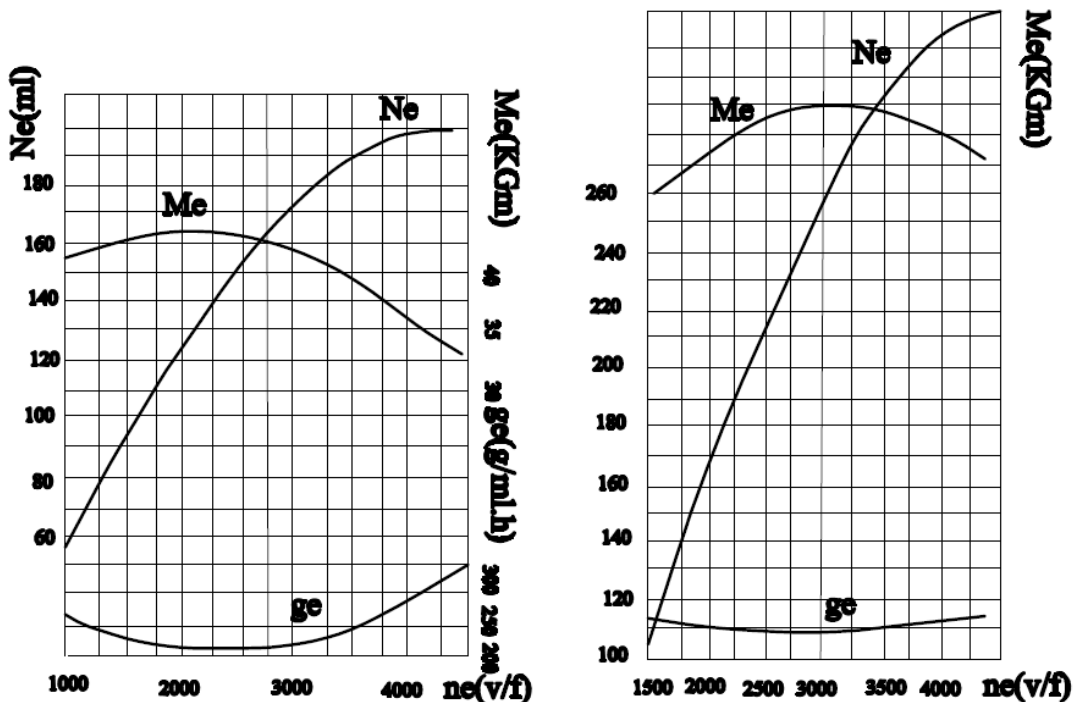
Kích thước lớp < theo kí hiệu của Nga.	Tải trọng lớn nhất cho phép trên lớp và áp suất tương ứng				Tải trọng trên lớp tương ứng với áp suất nhỏ nhất.			
	Tải trọng $q_{,max}$ KG N		Áp suất $P_{,w}$ KG/ cm ² , N/m ² ,		$P_{,w,min}$ KG/cm ² , N/m ² ,		Tải trọng q KG N	
Ô tô du lịch								
7,5-18	775	7750	2,50	$2,5 \cdot 10^{-3}$,	2,0	$2,0 \cdot 10^{-3}$,	600	6000
7,5-17	750	7500	2,50	$2,5 \cdot 10^{-3}$,	2,0	$2,0 \cdot 10^{-3}$,	580	5800
7,5-16	785	7850	2,50	$2,5 \cdot 10^{-3}$,	1,5	$1,5 \cdot 10^{-3}$,	500	5000
7,0-16	520	5200	1,75	$1,75 \cdot 10^{-3}$,	1,5	$1,5 \cdot 10^{-3}$,	445	4450
6,5-16	550	5500	2,50	$2,5 \cdot 10^{-3}$,	1,5	$1,5 \cdot 10^{-3}$,	390	3900
6,0-16	460	4600	2,20	$2,2 \cdot 10^{-3}$,	1,5	$1,5 \cdot 10^{-3}$,	340	3400
5,5-16	365	3650	2,10	$2,1 \cdot 10^{-3}$,	1,5	$1,5 \cdot 10^{-3}$,	290	2900
5,0-15	320	3200	2,10	$2,1 \cdot 10^{-3}$,	1,5	$1,5 \cdot 10^{-3}$,	255	2550
Ô tô vận tải Ô tô khách và rơ moóc								
12-20	2400	24000	5,5	$5,5 \cdot 10^{-3}$,	4,25	$4,25 \cdot 10^{-3}$,	2100	21000
11-20	2050	20500	5,0	$5,0 \cdot 10^{-3}$,	3,5	$3,5 \cdot 10^{-3}$,	1700	17000
10-20	1800	18000	5,0	$5,0 \cdot 10^{-3}$,	3,5	$3,5 \cdot 10^{-3}$,	1500	15000
10-18	1700	17000	5,0	$5,0 \cdot 10^{-3}$,	3,5	$3,5 \cdot 10^{-3}$,	1400	14000
9-20	1550	15500	4,5	$4,5 \cdot 10^{-3}$,	3,25	$3,25 \cdot 10^{-3}$,	1250	12500
8,25-20	1300	13000	4,5	$4,5 \cdot 10^{-3}$,	2,75	$2,75 \cdot 10^{-3}$,	1000	10000
7,5-20	1000	10000	4,0	$4,0 \cdot 10^{-3}$,	2,75	$2,75 \cdot 10^{-3}$,	800	8000
Kích thước lớp theo kí hiệu Châu Âu (tính trị số $r_{,b}$ để sử dụng bảng trên)	Số chỗ ngồi:n							
	n=5		n=8÷ 12			n=14		
	185 R14S		7,00-15-SPRLT			165/70R13T		

PHỤ LỤC II
Các đồ thị đặc tính tốc độ ngoài của một số loại động cơ

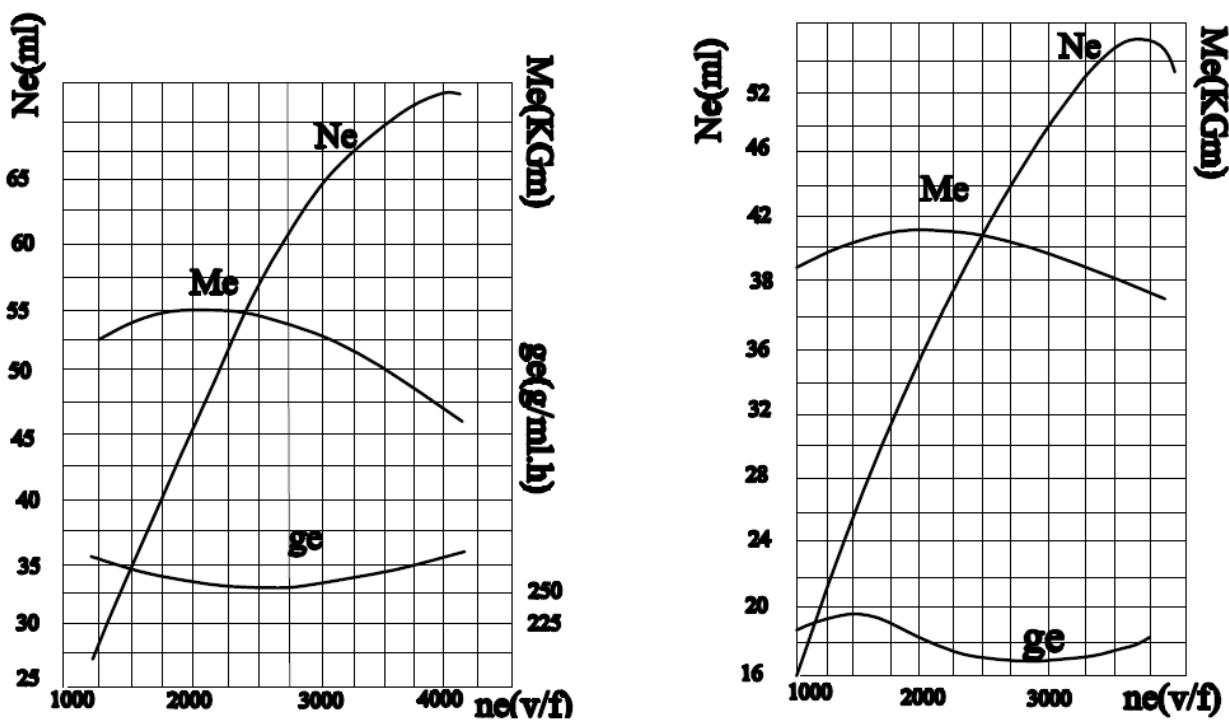


Hình 1: Đồ thị đặc tính tốc độ ngoài của động cơ xăng đặt trên ô tô du lịch

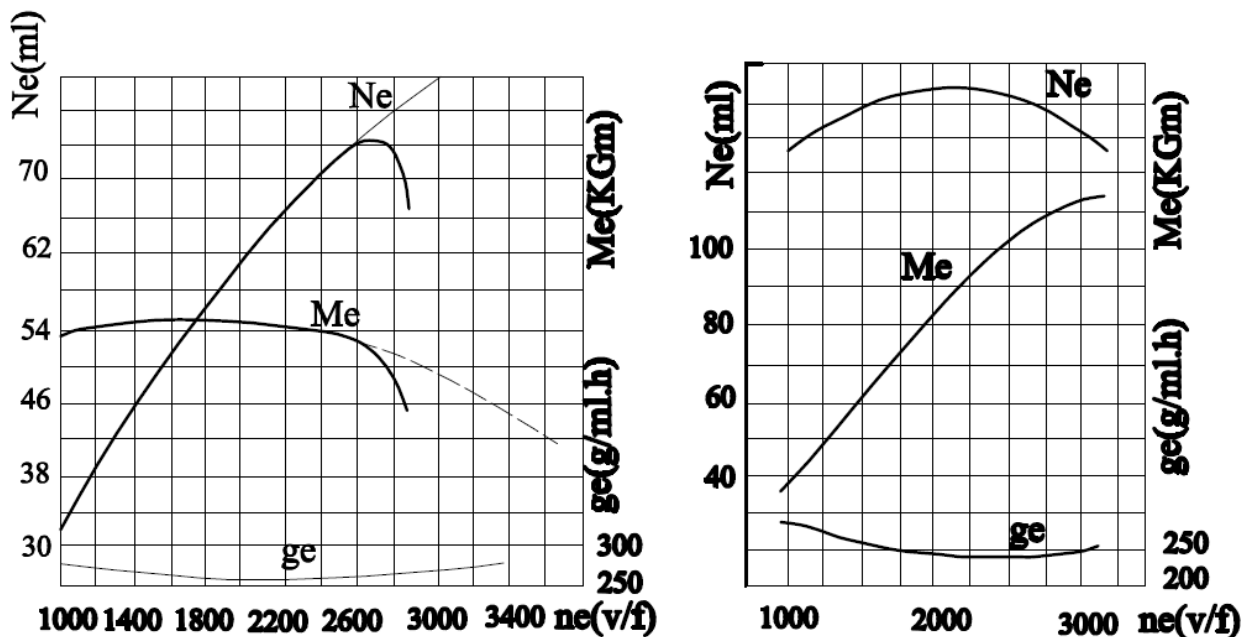




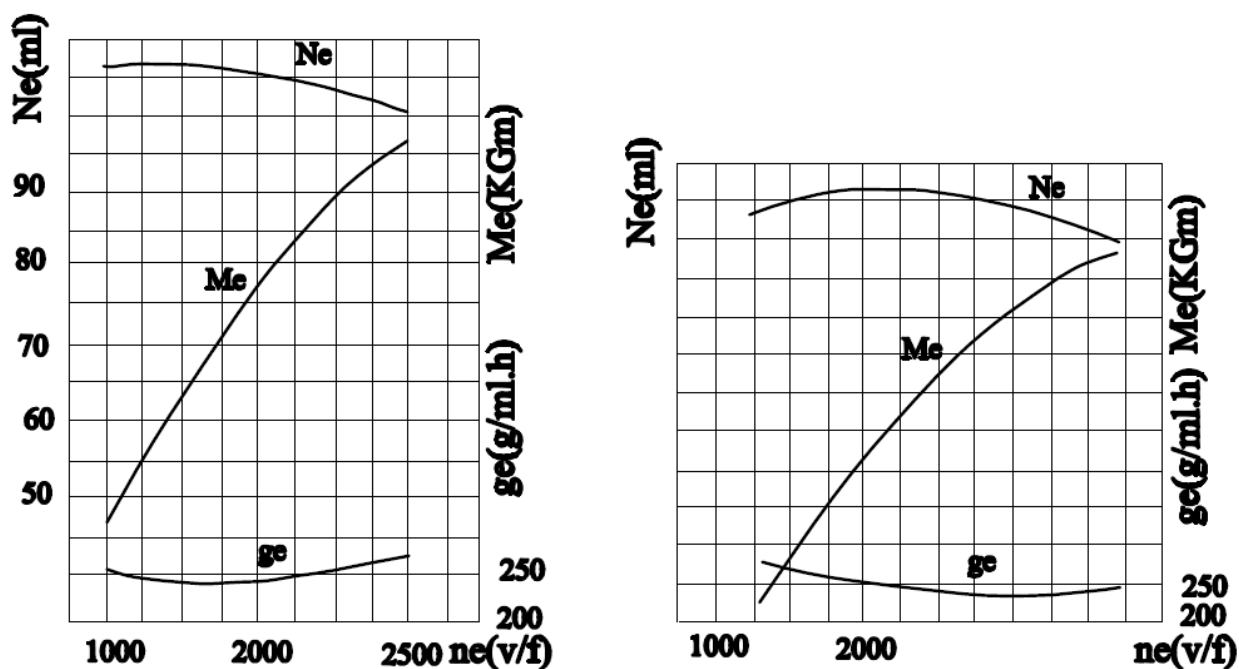
Hình 2: đồ thị đặc tính ngoài của động cơ xăng dùng trên ô tô du lịch



Hình 3: Đồ thị đặc tính tốc độ ngoài của động cơ xăng dùng trên ô tô có tính cơ động cao



Hình 4: Đồ thị đặc tính tốc độ ngoài của động cơ xăng đặt trên ô tô tải cỡ tải trọng (2,5-4) tấn



Hình 5: Đồ thị đặc tính tốc độ ngoài của động cơ xăng đặt trên ô tô tải cỡ tải trọng (4-6) tấn

Bảng 2: Các thông số kỹ thuật của xe ô tô du lịch

Loại ô tô Các thông số kỹ thuật	Ô tô có số chỗ ngồi n=4	Ô tô có số chỗ ngồi n=5	Ô tô có số chỗ ngồi n=7	Ô tô có số chỗ ngồi n=8
Khối lượng của ô tô khi không tải $G_{,0}$ (kg)	990	1450	2100	1535
Khối lượng của ô tô khi đầy tải G	1330	1875	2625	2175
Khối lượng của ô tô đặt tại cầu sau $G_{,2}$	690	985	1320	1235
Tốc độ cực đại của ô tô (km/h)	120	130	160	90
Công suất cực đại của động cơ $N_{e,max}$ (mã lực)	50 Động cơ xăng	75 Động cơ xăng	195 Động cơ xăng	52 Động cơ xăng
Số vòng quay của động cơ ứng với công suất $n_{e,N}$ (v/f)	4750	4000	4200	3600
Mô men xoắn cực đại của động cơ $M_{e,max}$ (KGm)	9,3	17	41	12,5
Số vòng quay của động cơ ứng với mô men $n_{e,M}$ (v/p)	2700÷ 2900	2200	2200	2000
Tỉ số truyền của hộp số chính	$i_{,h1}=3,81$ $i_{,h2}=2,12$ $i_{,h3}=1,45$ $i_{,h4}=1$	$i_{,h1}=3,115$ $i_{,h2}=1,772$ $i_{,h3}=1,00$	$i_{,h1}=2,84$ $i_{,h2}=1,62$ $i_{,h3}=1,00$ có biến mô	$i_{,h1}=4,124$ $i_{,h2}=2,641$ $i_{,h3}=1,58$ $i_{,h4}=1,0$
Tỉ số truyền của hộp số phụ	-	-	-	-
Tỉ số truyền của truyền lực chính	$i_{,0}=4,22$	$i_{,0}=4,55$	$i_{,0}=3,38$	$i_{,0}=5,125$
Kích thước lớp: B-d	6,00-13	6,70-15	8,20-15	6,5-10
Kích thước chiều cao lớn nhất $H_{,max}$ (m)	1440	1620	1637	2030
Kích thước theo chiều rộng B(m)	1550	1800	2000	1440

Hiệu sức truyền lực $n_{,p}$	0,9	0,92	0,92	0,83
Hệ số cản không khí $K(KGS^2, / m^4,)$	0,025	0,021	0,025	0,04

Bảng 3: các thông số kỹ thuật của ô tô khách

Loại ô tô Các Thông số kỹ thuật	Ô tô có số chỗ ngồi $n=10$	Ô tô có số chỗ ngồi $n=20$ số chỗ đứng $n=24$	Ô tô có số chỗ ngồi $n=33$	Ô tô có số chỗ ngồi $n=45$
Khối lượng của ô tô khi không tải $G_{,o}(kg)$	1720	4340	6950	7600
Khối lượng của ô tô khi đầy tải G	2550	7640	10230	11420
Khối lượng của ô tô đặt tại cầu sau $G_{,2}$	1330	4905	6640	7985
Tốc độ cực đại của ô tô(km/h)	110	80	75	95
Công suất cực đại của động cơ $Ne_{,max}$ (mã lực)	75 Động cơ xăng	90 Động cơ xăng	150 Động cơ xăng	180 Động cơ xăng
Số vòng quay của động cơ ứng với công suất $ne_{,N}$ (v/f)	4000	3600	3200	3200
Mô men xoắn cực đại của động cơ $Me_{,max}$ (KGm)	17	21,5	41	47,5
Số vòng quay của động cơ ứng với mô men $ne_{,M}$	2200	1800	1800÷ 2000	1800
Tỉ số truyền của hộp số chính	$i_{,h1}=3,115$ $i_{,h2} =1,772$ $i_{,h3} =1,00$	$i_{,h1}=6,4$ $i_{,h2} =3,09$ $i_{,h3} =1,69$ $i_{,h4} =1,00$	$i_{,h1}=7,44$ $i_{,h2} =4,10$ $i_{,h3} =2,29$ $i_{,h4} =1,00$	$i_{,h1}=6,17$ $i_{,h2} =3,40$ $i_{,h3} =1,00$ $i_{,h4} =0,78$
Tỉ số truyền của hộp số phụ	-	-	-	-
Tỉ số truyền của truyền lực chính	$i_{,0} =4,55$	$i_{,0} =7,6$	$i_{,0} =7,63$	$i_{,0} =7,73$
Kích thước lớp: B-d	7,00-15	8,25-20	11,00-20	11,00-20
Kích thước chiều cao lớn nhất $H_{,max}$ (m)	2050	2800	2990	2900
Kích thước theo chiều rộng B(m)	1410	1900	2116	2076

Hiệu sức truyền lực $n_{,p}$	0,90	0,85	0,85	0,85
Hệ số cản không khí $K(KGS^2, / m^4,)$	0,03	0,03	0,03	0,03

Bảng 4: Các thông số kỹ thuật của ô tô tải:

Loại ô tô Các thông Số kỹ thuật	Ô tô có sức trở $G_e = 1000kg$	Ô tô có sức trở $G_e = 3000kg$	Ô tô có sức trở $G_e = 5000kg$	Ô tô có sức trở $G_e = 7500kg$
Khối lượng ô tô khi không tải (G_0 kg)	1510	2710	4300	6500
Khối lượng ô tô khi đầy tải G_0	2660	5750	9525	14225
Khối lượng ô tô đặt lên cầu sau G_2	1540	3750	6950	10000
Tốc độ cực đại của ô tô $V(km/h)$	100	85	90	75
Công suất cực đại của động cơ N_{emax} (mã lực)	70 Động cơ xăng	115 Động cơ xăng	150 Động cơ xăng	180 Động cơ xăng
Số vòng quay của động cơ ứng với n_N (v/f)	4000	3200	3200	2100
Mô men xoắn cực đại của động cơ M_{emax} (KGm)	17	29	41	68
Số vòng quay cực đại của động cơ ứng với n_{max}	2000	2000÷2500	1800÷2000	1500
Tỉ số truyền của hộp số chính	$i_{,h1}=4,124$ $i_{,h2} =2,641$ $i_{,h3} =1,58$ $i_{,h4} =1,00$	$i_{,h1}=6,48$ $i_{,h2} =3,09$ $i_{,h3} =1,71$ $i_{,h4} =1,00$	$i_{,h1}=7,44$ $i_{,h2} =4,1$ $i_{,h3} =1,47$ $i_{,h4} =1,00$	$i_{,h1}=6,17$ $i_{,h2} =3,40$ $i_{,h3} =1,00$ $i_{,h4} =0,78$
Tỉ số truyền của hộp số phụ	-	-	-	-
Tỉ số truyền của truyền lực chính	$i_0 = 5,125$	$i_0 = 6,83$	$i_0 = 6,32$	$i_0 = 8,9$
Kích thước lốp B-d	8,4-15	8,25-20	9-20	14-20
Kích thước chiều cao lớn nhất H_{max} (m)	2040	2200	2350	2620

Kích thước theo chiều rộng B(m)	1442	1630	1800	2000
Hiệu suất truyền lực η_p	0,90	0,9	0,85	0,8
Hệ số cản không khí K(KGS ² , / m ⁴ ,)	0,03	0,07	0,07	0,085

PHỤ LỤC III

Chương trình Matlab tính toán sức kéo ô tô

```
format bank
clear
%Nhập các thông số động cơ
AddOpts.Resize='on';
AddOpts.WindowStyle='normal';
AddOpts.Interpreter='tex';
dongnhac1 = {'Số vòng quay tối thiểu (vòng/phút)', 'Số vòng quay n_e_M (vòng/phút)', 'Momen
M_e_m_a_x (Nm)', 'Số vòng quay n_e_N (vòng/phút)', 'Công suất N_e_m_a_x (Kw)', 'Số điểm lấy số
liệu: n'};
tieude1='Nhập Thông số Động cơ ô tô';
sodong1 = 1;
macdinh1={'500','1800','383','3200','114','100'};
giatrinhap1=inputdlg(dongnhac1,tieude1,sodong1,macdinh1,AddOpts);
nemin=str2num(char(giatrinhap1(1)));
neM=str2num(char(giatrinhap1(2)));
Memax=str2num(char(giatrinhap1(3)));
neN=str2num(char(giatrinhap1(4)));
MeN=30*1000*str2num(char(giatrinhap1(5)))/(neN*pi);
n =str2num(char(giatrinhap1(6)));
%-----
Km=Memax/MeN;
Kc=neN/neM;
Md=(Km-1)*100;

%=====
==
%Nhập các hệ số a-b-c trong công thức Laydecman
AddOpts.Resize='on';
AddOpts.WindowStyle='normal';
AddOpts.Interpreter='tex';
dongnhac3 = {'Hệ số a', 'Hệ số b', 'Hệ số c'};
tieude3='Nhập các hệ số a-b-c trong công thức Laydecman';
sodong3 = 1;
macdinh3={'1','1','1'};
giatrinhap3=inputdlg(dongnhac3,tieude3,sodong3,macdinh3,AddOpts);
a=str2num(char(giatrinhap3(1)));
b=str2num(char(giatrinhap3(2)));
c=str2num(char(giatrinhap3(3)));
%=====
% a=1;
% b=1;
```

```

% c=1;
%=====
% DUNG SYMBOLIC
syms n_e

Me=MeN*(a+b*(n_e/neN)-c*((n_e/neN)^2)); %Nm
Ne=Me*n_e*pi/30;% W
Omega_e = linspace(nemin,3200,n);
M_e = subs(Me,Omega_e);
N_e = subs(Ne,Omega_e);

%=====
% Nhập các thông số kết cấu
AddOpts.Resize='on';
AddOpts.WindowStyle='normal';
AddOpts.Interpreter='tex';
dongnhac = {'Ma tran TY SO TRUYEN cua HS: i_h_s','Ty so truyền cấu xe: i_0','Ma tran HIEU
SUAT cua HS: eta_h_s','Ban kính tính toán: r_k (m)','Chiều rộng Oto: B(m)','Chiều cao lớn nhất
Oto: H(m)','Trong lượng Oto: G(N)'};
tieude='Nhập Thông số của ô tô';
sodong = 1;
macdinh={'5.38 3.028 1.70 1 0.722','8.8','0.85 0.85 0.85 0.85 0.85','0.55','2.035','2.755','6600'};
giatrinhap=inputdlg(dongnhac,tieude,sodong,macdinh,AddOpts);
I_hs=str2num(char(giatrinhap(1)));
I_0=str2num(char(giatrinhap(2)));
Eta_tl=str2num(char(giatrinhap(3)));
R_k=str2num(char(giatrinhap(4)));
B=str2num(char(giatrinhap(5)));
H=str2num(char(giatrinhap(6)));
G=9.81*str2num(char(giatrinhap(7)));
I_tl=I_hs*I_0;
%=====
AddOpts.Resize='on';
AddOpts.WindowStyle='normal';
AddOpts.Interpreter='tex';
dongnhac2 = {'He so can khong khi: K(N.s^2/m^4)','He so can lan duong: fcl'};
tieude2='Nhập Thông số của điều kiện bên ngoài';
sodong2 = 1;
macdinh2={'0.45','0.015'};
giatrinhap2=inputdlg(dongnhac2,tieude2,sodong2,macdinh2,AddOpts);
K=str2num(char(giatrinhap2(1)));
fcl0=str2num(char(giatrinhap2(2)));

```

%=====

% Tinh cac gia tri VAN TOC va LUC KEO va NHAN TO DONG LUC HOC

% Tinh VAN TOC va LUC KEO

```
for i=1:5
    for j=1:n
        V(i,j)=pi*Omega_e(j)*R_k/(30*I_tl(i));
        P_k(i,j)=N_e(j)*Eta_tl(i)/V(i,j);
        D(i,j)=(P_k(i,j)-K*B*H*(V(i,j))^2)/G;
    end
end
```

% Tinh NHAN TO DONG LUC HOC

```
V1=V(1,:);
P_k1=P_k(1,:);
D1=D(1,:);
```

```
V2=V(2,:);
P_k2=P_k(2,:);
D2=D(2,:);
```

```
V3=V(3,:);
P_k3=P_k(3,:);
D3=D(3,:);
```

```
V4=V(4,:);
P_k4=P_k(4,:);
D4=D(4,:);
```

```
V5=V(5,:);
P_k5=P_k(5,:);
D5=D(5,:);
```

%=====

% DAC TINH NGOAI DONG CO

```
Dth = figure;
set(Dth,'Numbertitle','off');
set(Dth,'Color',[0.4 0.6 0.8]);
set(Dth,'Name','Dac tinh ngoai cua dong co');
% Ve dac tinh ngoai cua dong co
```



```

plot(Omega_e,M_e*200,Omega_e,N_e)
grid on
zoom on
legend('Me','Ne')
xlabel('ne(v/ph)')
ylabel('200*Me(Nm); Ne(W)')
%=====
% VE DAC TINH DLH
dtdl = figure;
    set(dtdl,'Numbertitle','off');
    set(dtdl,'Color',[.4 .6 .8]);
    set(dtdl,'Name','DAC TINH DONG LUC HOC');
% Ve Dac tinh DLH
plot(3.6*V1,D1,3.6*V2,D2,3.6*V3,D3,3.6*V4,D4,3.6*V5,D5);
grid on
zoom on
legend('Tay so 1','Tay so 2','Tay so 3','Tay so 4','Tay so 5')
xlabel('Van toc Oto: V(Km/h)')
ylabel('Nhan to dong luc hoc: D')
%=====
% VE DAC TINH KEO
dtk = figure;
set(dtk,'Numbertitle','off');
set(dtk,'Color',[0.4 0.6 0.8]);
set(dtk,'Name','DO THI CAN BANG LUC KEO');
% TINH HE SO CAN
% fcl0 = 0.015;
alpha = 5*pi/180;
Vgd=[0:0.05:V5(n)];
fcl=fcl0 + 0.000007*Vgd.^2;
Pf = fcl*G*cos(alpha);
Pi = G*sin(alpha);
Ptc = Pf+Pi+K*B*H*Vgd.^2;
% Ve Dac tinh keo
plot(3.6*V1,P_k1,3.6*V2,P_k2,3.6*V3,P_k3,3.6*V4,P_k4,3.6*V5,P_k5)
grid on
zoom on
legend('P_k_1','P_k_2','P_k_3','P_k_4','P_k_5')
xlabel('Van toc Oto: V(km/h)')
ylabel('Luc keo theo dong co: P_k(N)')
%=====
% THOI GIAN TANG TOC

```

```

%Sy=0.02;
Sy=fc10;
Denta=1+0.05*(1+I_hs.*I_hs);

for i=1:5
    for j=1:n
        gt(i,j)=9.81*(D(i,j)-Sy)/Denta(i);
    end
end

for i=1:5
    for j=1:n
        gtn(i,j)=1/gt(i,j);
    end
end

gtn1=gtn(1,:);
gtn2=gtn(2,:);
gtn3=gtn(3,:);
gtn4=gtn(4,:);
gtn5=gtn(5,:);
% Noi suy cac duong gia toc nguoc
bac=2;
p1=polyfit(V1,gtn1,bac);
p2=polyfit(V2,gtn2,bac);
p3=polyfit(V3,gtn3,bac);
p4=polyfit(V4,gtn4,bac);
p5=polyfit(V5,gtn5,bac);

%=====
v_1=linspace(V1(1),V1(n),100);
gtn_1=polyval(p1,v_1);
for k=1:99
    Dt1(1)=0;
    Dt1(k+1)=(v_1(k+1)-v_1(k))*(gtn_1(k)+gtn_1(k+1))/2;
end
for k=1:99
    T1(1)=Dt1(1);
    T1(k+1)=T1(k)+Dt1(k+1);
end
ts1 = 1.2; vs1 = 9.3*ts1*Sy;
%=====

```

```

v_2=linspace(v_1(100)-vs1,V2(n),100);
gtn_2=polyval(p2,v_2);
for k=1:99
    Dt2(1)=0;
    Dt2(k+1)=(v_2(k+1)-v_2(k))*(gtn_2(k)+gtn_2(k+1))/2;
end
for k=1:99
    T2(1)=Dt2(1);
    T2(k+1)=T2(k)+Dt2(k+1);
end
T2=T2+T1(100)+ts1;
ts2 = 1; vs2 = 9.3*ts2*Sy;
%=====
v_3=linspace(v_2(100)-vs2,V3(n),100);
gtn_3=polyval(p3,v_3);
for k=1:99
    Dt3(1)=0;
    Dt3(k+1)=(v_3(k+1)-v_3(k))*(gtn_3(k)+gtn_3(k+1))/2;
end
for k=1:99
    T3(1)=Dt3(1);
    T3(k+1)=T3(k)+Dt3(k+1);
end
T3=T3+T2(100)+ts2;
ts3 = 1; vs3 = 9.3*ts3*Sy;
%=====
v_4=linspace(v_3(100)-vs3,V4(n),100);
gtn_4=polyval(p4,v_4);
for k=1:99
    Dt4(1)=0;
    Dt4(k+1)=(v_4(k+1)-v_4(k))*(gtn_4(k)+gtn_4(k+1))/2;
end
for k=1:99
    T4(1)=Dt4(1);
    T4(k+1)=T4(k)+Dt4(k+1);
end
T4=T4+T3(100)+ts3;
ts4 = 1; vs4 = 9.3*ts4*Sy;
%=====
v_5=linspace(v_4(100)-vs4,V5(n),100);
gtn_5=polyval(p5,v_5);
for k=1:99
    Dt5(1)=0;

```

```

    Dt5(k+1)=(v_5(k+1)-v_5(k))*(gtn_5(k)+gtn_5(k+1))/2;
end
for k=1:99
    T5(1)=Dt5(1);
    T5(k+1)=T5(k)+Dt5(k+1);
end
T5=T5+T4(100)+ts4;
%!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
v=3.6*[v_1 v_2 v_3 v_4 v_5];
Ttt=[T1 T2 T3 T4 T5];

dtdl = figure;
set(dtdl,'Numbertitle','off');
set(dtdl,'Color',[0.4 0.6 0.8]);
set(dtdl,'Name','DO THI THOI GIAN TANG TOC');

% Ve DO THI THOI GIAN TANG TOC
plot(v,Ttt)
grid on
zoom on
hold on
xlabel('Van toc Oto: V(km/h)')
ylabel('Thoi gian tang toc: t_t_t(s)')
%=====
% QUANG DUONG TANG TOC

for i=1:5
    for j=1:n
        gtn(i,j)=1/gt(i,j);
    end
end

gtn1=gtn(1,:);
gtn2=gtn(2,:);
gtn3=gtn(3,:);
gtn4=gtn(4,:);
gtn5=gtn(5,:);
% Noi suy cac duong gia toc nguoc
bac=2;
p1=polyfit(V1,gtn1,bac);
p2=polyfit(V2,gtn2,bac);
p3=polyfit(V3,gtn3,bac);
p4=polyfit(V4,gtn4,bac);

```

```
p5=polyfit(V5,gtn5,bac);
```

```
%=====
```

```
v_1=linspace(V1(1),V1(n),100);
```

```
gtn_1=polyval(p1,v_1);
```

```
for k=1:99
```

```
    Dt1(1)=0;
```

```
    Dt1(k+1)=(v_1(k+1)-v_1(k))*(gtn_1(k)+gtn_1(k+1))/2;
```

```
end
```

```
for k=1:99
```

```
    T1(1)=Dt1(1);
```

```
    T1(k+1)=T1(k)+Dt1(k+1);
```

```
end
```

```
ts1 = 1; vs1 = 9.3*ts1*Sy;
```

```
for k=1:99
```

```
    D_t1(1)=0;
```

```
    D_t1(k+1)=(T1(k+1)-T1(k))*(v_1(k)+v_1(k+1))/2;
```

```
end
```

```
for k=1:99
```

```
    S1(1)=D_t1(1);
```

```
    S1(k+1)=S1(k)+D_t1(k+1);
```

```
end
```

```
ss1 = (v_1(100)-4.73*ts1*Sy)*ts1;
```

```
%=====
```

```
v_2=linspace(v_1(100)-vs1,V2(n),100);
```

```
gtn_2=polyval(p2,v_2);
```

```
for k=1:99
```

```
    Dt2(1)=0;
```

```
    Dt2(k+1)=(v_2(k+1)-v_2(k))*(gtn_2(k)+gtn_2(k+1))/2;
```

```
end
```

```
for k=1:99
```

```
    T2(1)=Dt2(1);
```

```
    T2(k+1)=T2(k)+Dt2(k+1);
```

```
end
```

```
T2=T2+T1(100)+ts1;
```

```
ts2 = 1; vs2 = 9.3*ts2*Sy;
```

```
for k=1:99
```

```
    D_t2(1)=0;
```

```
    D_t2(k+1)=(T2(k+1)-T2(k))*(v_2(k)+v_2(k+1))/2;
```

```
end
```

```

for k=1:99
    S2(1)=D_t2(1);
    S2(k+1)=S2(k)+D_t2(k+1);
end
S2 = S2+S1(100)+ss1;
ss2 = (v_2(100)-4.73*ts2*Sy)*ts2;

%=====
v_3=linspace(v_2(100)-vs2,V3(n),100);
gtn_3=polyval(p3,v_3);
for k=1:99
    Dt3(1)=0;
    Dt3(k+1)=(v_3(k+1)-v_3(k))*(gtn_3(k)+gtn_3(k+1))/2;
end
for k=1:99
    T3(1)=Dt3(1);
    T3(k+1)=T3(k)+Dt3(k+1);
end
T3=T3+T2(100)+ts2;
ts3 = 1; vs3 = 9.3*ts3*Sy;

for k=1:99
    D_t3(1)=0;
    D_t3(k+1)=(T3(k+1)-T3(k))*(v_3(k)+v_3(k+1))/2;
end
for k=1:99
    S3(1)=D_t3(1);
    S3(k+1)=S3(k)+D_t3(k+1);
end
S3 = S3+S2(100)+ss2;
ss3 = (v_3(100)-4.73*ts3*Sy)*ts3;

%=====
v_4=linspace(v_3(100)-vs3,V4(n),100);
gtn_4=polyval(p4,v_4);
for k=1:99
    Dt4(1)=0;
    Dt4(k+1)=(v_4(k+1)-v_4(k))*(gtn_4(k)+gtn_4(k+1))/2;
end
for k=1:99
    T4(1)=Dt4(1);
    T4(k+1)=T4(k)+Dt4(k+1);
end

```

```

T4=T4+T3(100)+ts3;
ts4 = 1; vs4 = 9.3*ts4*Sy;

for k=1:99
    D_t4(1)=0;
    D_t4(k+1)=(T4(k+1)-T4(k))*(v_4(k)+v_4(k+1))/2;
end
for k=1:99
    S4(1)=D_t4(1);
    S4(k+1)=S4(k)+D_t4(k+1);
end
S4 = S4+S3(100)+ss3;
ss4 = (v_4(100)-4.73*ts4*Sy)*ts4;
%=====
v_5=linspace(v_4(100)-vs4,V5(n),100);
gtn_5=polyval(p5,v_5);
for k=1:99
    Dt5(1)=0;
    Dt5(k+1)=(v_5(k+1)-v_5(k))*(gtn_5(k)+gtn_5(k+1))/2;
end
for k=1:99
    T5(1)=Dt5(1);
    T5(k+1)=T5(k)+Dt5(k+1);
end
T5=T5+T4(100)+ts4;

for k=1:99
    D_t5(1)=0;
    D_t5(k+1)=(T5(k+1)-T5(k))*(v_5(k)+v_5(k+1))/2;
end
for k=1:99
    S5(1)=D_t5(1);
    S5(k+1)=S5(k)+D_t5(k+1);
end
S5 = S5+S4(100)+ss4;
%!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
v=3.6*[v_1 v_2 v_3 v_4 v_5];
T=[T1 T2 T3 T4 T5];
Stt = [S1 S2 S3 S4 S5];

dtdl = figure;
set(dtdl,'Numbertitle','off');
set(dtdl,'Color',[0.4 0.6 0.8]);

```

```

set(dtdl,'Name','DO THI QUANG DUONG TANG TOC');

% Ve DO THI QUANG DUONG TANG TOC
plot(v,Stt)
grid on
zoom on
hold on
xlabel('Van toc Oto: V(km/h)')
ylabel('Quang duong tang toc: S_t_t(m)')
%=====
% GIA TOC CUA XE

% Sy = 0.02 He so can cua duong tinh ca he so can doc ;
Sy=fc10;
Denta=1+0.05*(1+I_hs.^2);

for i=1:5
    for j=1:n
        gt(i,j)=9.81*(D(i,j)-Sy)/Denta(i);
    end
end

gt1=gt(1,:);
gt2=gt(2,:);
gt3=gt(3,:);
gt4=gt(4,:);
gt5=gt(5,:);

dtdl = figure;
set(dtdl,'Numbertitle','off');
set(dtdl,'Color',[0.4 0.6 0.8]);
set(dtdl,'Name','DO THI GIA TOC');

% Ve DO THI GA TOC
plot(3.6*V1,gt1,3.6*V2,gt2,3.6*V3,gt3,3.6*V4,gt4,3.6*V5,gt5)
grid on
zoom on
legend('Tay so 1','Tay so 2','Tay so 3','Tay so 4','Tay so 5')
xlabel('Van toc Oto: V(Km/h)')
ylabel('Gia toc Oto: j(m/s^2)')
%=====THE END=====

```