MỞ ĐẦU

Thiết kế môn học Lý thuyết Ô tô là một phần của môn học "Lý thuyết các phương tiện vận tải đường bộ", vận dụng các lý luận, các nội dung của môn học để tiến hành tính toán sức kéo, động lực học kéo của một ô tô.

Tính toán sức kéo của ô tô nhằm xác định các thông số cơ bản của ô tô: Công suất động cơ, các thông số của hệ thống truyền lực ... nhằm đảm bảo chất lượng kéo cần thiết của ô tô.

Tính toán sức kéo cho ta biết một số thông số kỹ thuật, trạng thái, tính năng và khả năng làm việc của ô tô, nhằm mục đích phục vụ cho quá trình vận hành khai thác ô tô có hiệu quả, đảm bảo tính năng kinh tế - kỹ thuật tối ưu.

Nội dung của thiết kế gồm 3 phần :

Phần I : Thiết kế tuyến hình

Phần II : Tính toán động lực học kéo

Phần III : Tính toán ổn định chuyển động

Mẫu xe tải HINO FF3H

Nội dung thiết kế được hoàn thành dưới sự hướng dẫn của PGS.TS Cao Trọng Hiền. Bộ môn Cơ Khí Ôtô-Đại Học Giao Thông Vận Tải

SINH VIÊN THỰC HIỆN

Nguyễn Công Thành

GIỚI THIỆU NỘI DUNG THIẾT KẾ

I - CÁC THÔNG SỐ CHO TRƯỚC

- Loại ô tô : Ô tô tải 2 cầu
- Trọng tải hữu ích Ge : 8000 (kg)
- Tốc độ lớn nhất ở số truyền cao : Vmax = 100km/h = 27.78m/s
- Hệ số cản lớn nhất của đường mà ô tô có thể khắc phục (ở số I hoặc Dmax)

$\Psi max = 0.31$

- Động cơ dùng trên ô tô diesel
- Hệ thống truyền lực cơ khí

II - CÁC THÔNG SỐ CHỌN

- Trọng lượng bản thân Go = 5990 kg
- Nhân tố cản khí động học $W = K.F = 3.12 \left(\frac{N.s^2}{m^2}\right)$
- Hiệu suất cơ khí của hệ thống truyền lực $\eta_T = 0.89$

(Các thông số chọn dựa trên điều kiện sử dụng thực tế và trên cơ sở của ô tô mẫu có sẵn)

- Vmax = 27.78 m/s
- Hệ số cản của mặt đường tương ứng với Vmax

$$\Psi = f = fo\left(1+\frac{V\,max^2}{1500}\right) = 0.03\left(1+\frac{27.78^2}{1500}\right) = 0.045$$

III. CÁC THÔNG SỐ TÍNH TOÁN

- Công suất động cơ
- Tỷ số truyền của hệ thống truyền lực
- Các đại lượng đánh giá chất lượng kéo của ô tô.

PHẦN I : THIẾT KẾ TUYẾN HÌNH

1. Các kích thước cơ bản của ô tô

- Kích thước bao ngoài : Lo x Bo x Ho = 6420 x 2420 x 2900 (mm)
- Chiều dài cơ sở L 3780
- Chiều rộng cơ sở B 2380
- Chiều dài trước L1 1150
- Chiều dài thùng xe 4390
- Chiều rộng thùng xe 2420
- Khoảng cách 2 vệt bánh xe sau 2380
- Góc vát trước 30°
- Góc vát sau 28°
- Số cầu xe 2

- Lựa chọn tuyến hình theo mẫu

Diện tích cản chính diện F = B x Ho = 2380 x 2900 (mm^2)

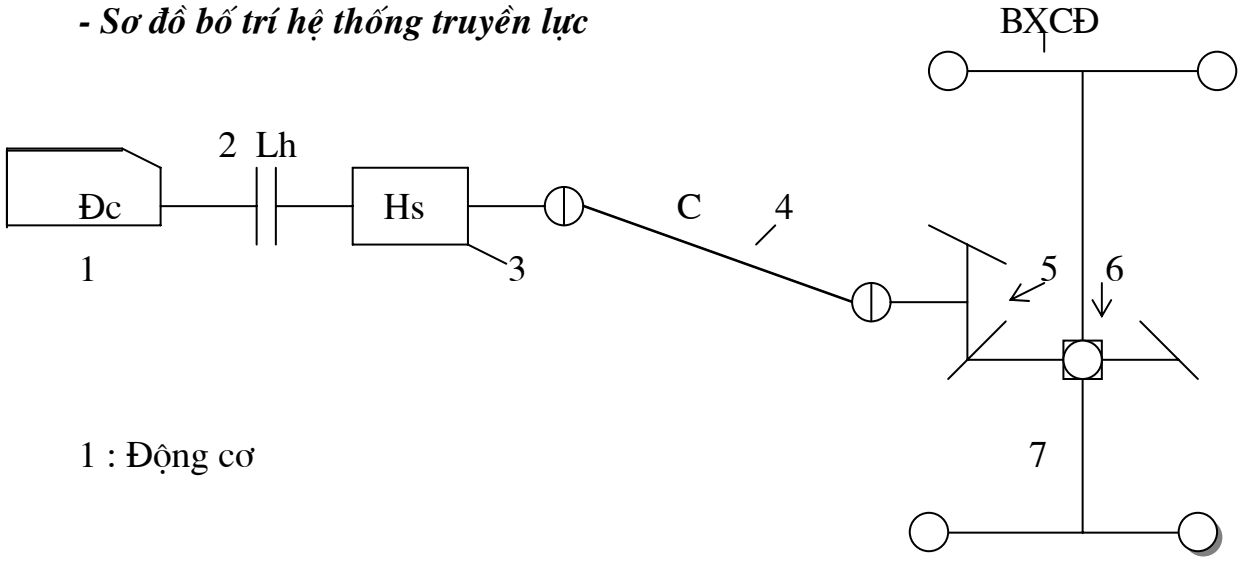
- Bố trí chung : trình bày trên bản vẽ TKMH01
- Số chỗ ngồi trong ca bin $n_c = 3$

2. Bố trí động cơ và hệ thống truyền lực

- Động cơ bố trí đằng trước phía trong cabin, dẫn động cầu sau chủ động (F-R).

- Công thức bánh xe 4 × 2 - cầu sau chủ động

- Sơ đồ bố trí hệ thống truyền lực



1 : Động cơ

2 : Li hợp 3 : Hộp số

4 : Truyền động cac đăng 5 : Truyền lực chính

6 : Vi sai 7 : Nửa trục

3. Trọng lượng xe thiết kế và sự phân bố trọng lượng trên các trục

(3 - 1). Trọng lượng xe thiết kế :

$G = G_o + n_c . G_h + G_e$

Trong đó : G_o : Trọng lượng bản thân của xe

G_e : Tải trọng hữu ích lớn nhất

G_h : Trọng lượng của 1 người + hành lý

n_c : Số chỗ ngồi trong cabin ($n_c = 3$)

G = 5990+ 3 (55 + 15) + 8000 = 14200 (kg)

(3 - 2) Phân bố tải trọng lên các trục

Khối lượng các cụm tổng thành của ô tô

- Động cơ + li hợp : Gdclh = 650 (kg)
- Cầu trước : Gct = 300 (kg)
- Cầu sau : Gcs = 600 (kg)
- Hộp số : Ghs = 100 (kg)
- Thùng xe : Gtx = 900 (kg)
- Khung xe : Gkx = 750 (kg)
- Ca bin : G_{CB} = 500 (kg)
- Hệ thống treo : G_T = 600 (kg)
- Hệ thống lái : G_L = 400 (kg)
- Các đăng : Gcđ = 150 (kg)
- Bánh xe + lốp : Gbx = 75 x 6 = 450 (kg)
- Thùng nhiên liệu : Gnl = 150 (kg)
- Ac quy : Gaq = 70 (kg)
- Nước làm mát + dầu bôi trơn $G_{LM + BT}$ = 40 (kg)
- Hệ thống khác G_{HTK} = 330 (kg)
- Tải trọng : Ge = 8000 (kg)

Để thuận tiện trong tính toán : quy dẫn khối lượng của các cụm tổng thành về các nhóm tải trọng Qi (i = 1 ÷ 7)

1. Gđc.lh + G_{HS} + G_{LMBT} = 650 + 100 + 40 = 790 (kg)

Q1 = 790 * 9.81 = 7749.9 (N)

2. G_{nl} +G_{aq} = 150 + 70 = 220 (kg)⇒ Q_2 = 220 * 9.81 = 2158.2 (N)

3. G_{TX} + $G_{CĐ}$ = 900 + 150 = 1050 (kg) -> Q_3 = 10300.5 (N)

(khi không tảI)

G_{TX} + $G_{CĐ}$ + Gc = 900 + 150 + 8000 = 9050 (kg) -> Q_3 = 88780.5 (N)

(khi toàn tải)

4. $G_{CT} + \frac{1}{3} G_T + \frac{2}{6} G_{BX} = 300 + 200 + \frac{2}{6} 450 = 650$ (kg)

Q_4 = 650 * 9.81 = 6376.5 (N)

5. $Gcs + \frac{2}{3} G_T + \frac{4}{6} G_{BX} = 600 + \frac{2}{3} 300 + \frac{4}{6} 450 = 1100$ (kg)

Q_5 = 1100* 9.81 = 10791 (N)

6. G_{KX} + G_{HTK} = 750 + 330 = 1080 (kg)

Q6 = 1080*9.81 =10594.8 (N)

7. G_{CB} + G_L = 500 + 400 = 900 (kg)

Q_7 = 900*9.81 = 8829 (N)

- Trọng lượng Q_6 phân bố đều trên toàn bộ chiều dài xe

Ta có :

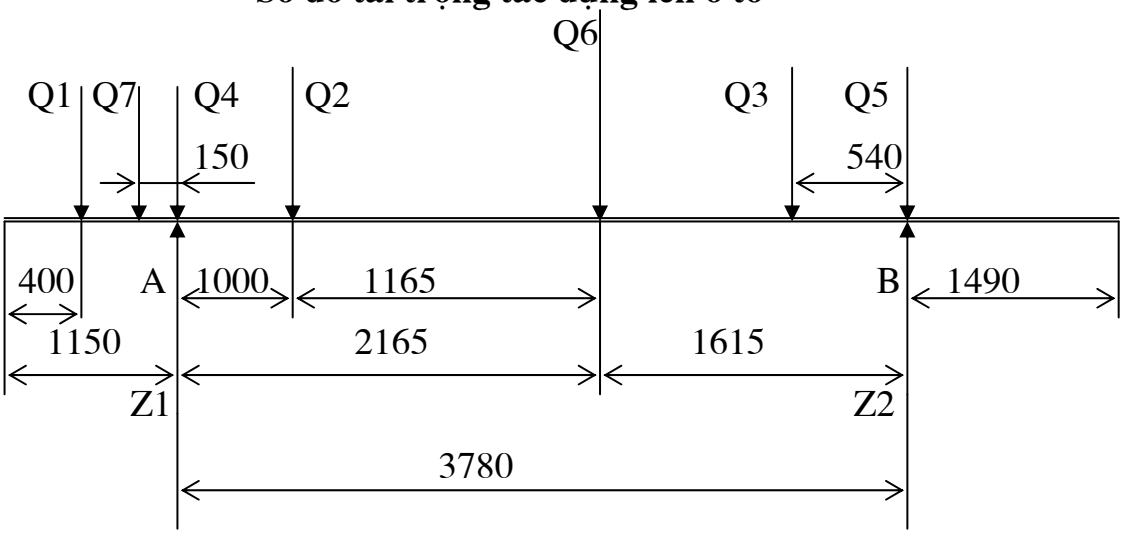
$$q_6 = \frac{Q_6}{L_o} = \frac{10594.8}{6.42} = 1650.28\left(\frac{N}{m}\right)$$

- Sơ đồ hoá tải trọng tác dụng lên ô tô

Gọi Z_{o1}, Z_{o2} : Phản lực từ đường tác dụng lên cầu trước , cầu sau khi không tải :

Z_1, Z_2 : Phản lực từ đường tác dụng lên cầu trước và cầu sau của ô tô khi toàn tải

Sơ đồ tải trọng tác dụng lên ô tô



Lấy momen tất cả các lực tác dụng đối với điểm A ta có :

$\Sigma m_A (Q_K) = 3.78\ Q_5 + Q_3 (3.78 – 0.54) + 1\ Q_2 + 2.165\ Q_6$

$Z_2 * 3.78 - Q_1 * 0.4 – 0.15 * Q_7 = 0$

-> $Z_2 = 99224.52$ (N)

$G_2 = 10114.63$ (kg)

$G_1 = G - G_2 = 14200 – 10114.63 = 4085.37$ (kg)

$Z_1 = G_1 . 9.81 = 40036.63$ (N)

- Số vòng quay $n_N = 3200$ vòng/phút

II. XÁC ĐỊNH CÔNG SUẤT CỦA ÔTÔ

- Công suất của động cơ khi ô tô chuyển động với tốc độ cực đại Vmax = 100 km/h = 27.78 m/s

$$Nv = \frac{1}{\eta_T} (\Psi * G * V_{max} + W * V^3_{max}) \qquad (W)$$

Trong đó : G : Trọng lượng toàn bộ của ô tô (kg)

Vmax : Vận tốc lớn nhất của ô tô (m/s)

Ψ : Hệ số cản tổng cộng của đường tương ứng với tốc độ lớn nhất Vmax

Ta có : Ψ = 0.045

W = 3.12

$$Nv = \frac{1}{0.89}(0.045 * 14200 * 27.78 + 3.12 * 27.78^3) = 95101 \text{ (W)}$$

Nv = 95.101 (KW)

- Công suất lớn nhất của động cơ

$$Nemax = \frac{Nv}{a\lambda + b\lambda^2 - c\lambda^3} \quad \text{(W)}$$

Trong đó : a, b, c là các hệ số thực nghiệm

Với động cơ diesel 4k :a = 0.5 ; b = 1.5; c = 1

$$\lambda = \frac{n_{c\,max}}{n_N}$$

n_{cmax} : Số vòng quay lớn nhất của trục khuỷu động cơ ứng với Vmax

n_N : Số vòng quay của trục khuỷu động cơ ứng với N_{cmax} .

Chọn $\lambda = 0.9$ $n_N = 3200$ v/p

Suy ra :

$$N_{emax} = \frac{Nv}{0.5*0.9+1.5*0.9^2-0.9^3} = \frac{95.101}{0.936} = 101.6 \text{ (KW)}$$

Vậy N_{emax} = 101.6 (KW)

- Tính công suất của động cơ ở số vòng quay η_c khác nhau.

Theo phương pháp S.R. Laydecman

$$Ne = N_{cmax}\left[a.\frac{n_e}{n_N} + b\left(\frac{n_e}{n_N}\right)^2 - c\left(\frac{n_e}{n_N}\right)^3\right]$$

- Tính momen xoắn của trục khuỷu động cơ ứng với số vòng quay η_c khác nhau.

$$Me = \frac{10^4 N_e}{1.047.n_e} \quad \text{(N.m)}$$

Lập bảng tính các giá trị trung gian Ne, Me để xây dựng các đường đặc tính Ne = f(n_c)

Me = f(n_c)

Bảng giá trị trung gian

Bảng 1

n_e/n_N	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
n_e (v/p)	640	960	1280	1600	1920	2240	2560	2880	3200
N_e (KW)	8.96	28.9	42.1	55.99	69.88	83.08	94.96	104.8	133.2
M_e/(N.)	133.7	287.5	314.1	334.2	347.6	354.2	354.3	347.5	334.2

$$\frac{M_{e\max}}{M_N} = K = 1.15$$

Mcmax = K. M_N = 1.15 *347.5 = 399.6 (N.m)

III. XÁC ĐỊNH THỂ TÍCH CÔNG TÁC CỦA ĐỘNG CƠ

$$Vc = \frac{17.5*10^5*Z*N_{c\max}}{P_{eN}*\eta_N} \qquad (1)$$

P_{CN} = 0.5 MPa : áp suất hữu ích trung bình ứng với công suất lớn nhất của động cơ

Z = 4 (động cơ 4 ky)

$$Vc = \frac{17.5*10^5*4*101.6}{0.5*3200} = 4.9(l)$$

IV. XÁC ĐỊNH TỶ SỐ TRUYỀN CỦA TRUYỀN LỰC CHÍNH

Công thức :

$$i_o = \frac{2\pi.\Gamma_b.\eta_{c\max}}{60.i_{nr}.i_{pc}.V_{\max}}$$

i_{nn} : Tỷ số truyền của hộp số ở số truyền cao nhất

Chọn i_{nn} = 0.66

i_{pc} = 1 : Tỷ số truyền của hộp số phụ và hộp phân phối (không có hộp số phụ và hộp phân phối)

$N_{cmax} = \lambda * n_N$ = 0.9 * 3200 = 2880 (v/p)

r_b : Bàn kính làm việc trung bình của bánh xe

$$i_o = \frac{2\pi*2880*0.457}{60*0.66*27.78} = 6.1$$

V. XÁC ĐỊNH TỶ SỐ TRUỀN Ở CÁC TAY SỐ CỦA HỘP SỐ

1. Tỷ số truyền ở số I :

Khi ô tô chuyển động bình thường (ổn định) thì lực kéo phải khắc phục được lực cản lớn nhất của mặt đường.

$P_{kmax} \geq P_{\Psi max} + P_w$

P_{kmax} : Lực kéo lớn nhất của động cơ phát ra ở bánh xe chủ động

$P_{\Psi max}$: Lực cản tổng cộng của đường

P_w : Lực cản không khí

Khi ô tô chuyển động ở số I, vận tốc của ô tô nhỏ nên bỏ qua Pw.

Vậy : $P_{Kmax} \geq P_{\Psi max} = \Psi_{max} . G$

$$\frac{M_{c\,max}.i_o.i_I.\eta_t}{r_b} \geq \Psi_{max} G$$

Suy ra $i_I \geq \dfrac{\psi_{max}.G\ .r_b}{M_{c\,max}.i_o.\eta_t}$

$M_{cmax} = 399.6$ (N.m)

$\Psi_{max} = 0.33$

$\eta_T = 0.89$

$$i_I \geq \frac{0{,}33*11000*9{,}81*0.457}{399.6*6.1*0{,}89} = 6.343$$

Mặt khác P_{Kmax} còn bị giới hạn bởi điều kiện bám giữa bánh xe với mặt đường.

$P_{Kmax} \leq P_\varphi = m . G_\varphi . \varphi$

(-) $\dfrac{m_{c\,max}.i_o.i_I.\mu_T}{r_b} \leq mG_\varphi.\ \varphi$

Theo điều kiện bám ta phải có :

$$i_I \leq \frac{mG_\varphi.\varphi\ .r_b}{M_{c\,max}.i_o.\eta_t}$$

m : Hệ số phân bổ tải trọng ở c ầu sau (cầu chủ động)

G_φ : Trọng lượng phân bổ ở cầu sau

$G_\varphi = Z_2 =$ 99224.52

φ : Hệ số bám của mặt đường, chọn $\varphi = 0.75$

r_b : Bán kính làm việc trung bình của bánh xe

$$m = \frac{G_2}{G} = \frac{10114,63}{14200} = 0,683$$

Do đó :

$$i_I \le \frac{0,683.10114,63.9,81.0,75.0,482}{661,7.5,2.0,89} = 8.27$$

Vậy ta chọn i_I =7.8

2. Xác định tỷ số truyền của các số trung gian

- Chọn hệ thống tỷ số truyền của các cấp số trong hộp số theo cấp số nhân.

- Công thức xác định

$$i_K = \sqrt[n-1]{i_I^{(n-K)}}$$

Trong đó : n : Số cấp số của hộp số thiết kế

K : Số thứ tự số truyền

- Tỷ số truyền của cấp số II

$$i_{II} = \sqrt[4]{i_I^3} = \sqrt[4]{7,8^3} = 4.67$$

- Tỷ số truyền của cấp số III

$$i_{III} = \sqrt[4]{i_I^2} = \sqrt{7,8} = 2.8$$

- Tỷ số truyền của cấp số IV

$$i_{III} = \sqrt[4]{i_I} = \sqrt[4]{7,8} = 1.67$$

- Tỷ số truyền của cấp số V :

i_v = 0.66 đã chọn

3. Tỷ số truyền số lùi :

$i_L = 1.2 . i_I = 1.2 * 7.8 = 9.36$

Tỷ số truyền tương ứng với từng cấp số

Bảng 2

Cấp số	I	II	III	IV	V	Số lùi

Tỷ số truyền	7.8	4.67	2.8	1.67	0.66	9.36

VI. XÁC ĐỊNH CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG KÉO CỦA Ô TÔ.

1. Cân bằng lực kéo của ô tô

a. Phương trình cân bằng lực kéo

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

- P_K : Lực kéo tiếp truyền ở bánh xe chủ động

- P_f : Lực cản lăn : $P_f = f.\ G.\ \cos\alpha$

- P_i : Lực cản lên dốc : $P_i = G.\ \sin\alpha$

- P_w : Lực cản không khí : $P_w = WV^2$

- P_j : Lực cản quán tính (xuất hiện khi xe chuyển động không ổn định)

$$Pj = \frac{G}{g}\partial_j.J$$

- α : Góc dốc của đường

- $i = tg\alpha$: độ dốc của đường

- f : Hệ số cản lăn của đường

$P_\Psi = P_f + P_i = G\ (f\ .\ \cos\alpha \pm \sin\alpha) \approx G\ (f \pm i) = G.\ \Psi$

$\Psi = f \pm i$: Hệ số cản tổng cộng của đường

* Xét trường hợp xe chuyển động ổn định không kéo moóc

$P_K = P_f \pm P_i + P_w = P_\Psi + P_w$

b. Đồ thị cân bằng lực kéo của ô tô

(*) Dựng đồ thị lực kéo

$$P_{Ki} = \frac{M_e.i_i.i_o.\eta_t}{r_b}$$

$$Vi = \frac{2\pi\ .n_e.r_b}{60i_o i_i}$$

Trong đó :

P_{Ki} : Lực kéo tương ứng ở cấp số i

i_i : Tỷ số truyền của cấp số i

i_o : Tỷ số truyền lực chính

V_i : Vận tốc chuyển động của ô tô theo số vòng quay của trục khuỷu động cơ khi ô tô chuyển động ở cấp số i

Dựa vào biểu thức (2) và (3) thiết lập bảng toạ độ trung gian.

Bảng 3

n_e (v/p)	460	690	920	1150	1380	1610	1840	2070	2300
M_e(N.)	420,8	475,6	520	533,1	575,3	586,1	586,56	575,4	553,13
V_1 (m/s)	0,6	0,86	1,15	1,43	1,72	2	2,3	2,6	2,86
P_{K1} (N)	31492,5	35619	38944,3	41425,5	43086	43896,25	43929,2	43093,4	41425,5
V_2 (m/s)	0,96	1,434	1,91	2,4	2,87	3,35	3,82	4,3	4,8
P_{K2} (N)	18855,1	21325,8	23316,6	24802,2	25796,3	26281,5	26301,2	25800,8	24802,2
V_3 (m/s)	1,6	2,4	3,2	4	4,8	5,58	6,4	7,2	8
P_{K3} (N)	1130,5	12786,3	1398,0	14870,7	15466,7	15757,6	15769,5	15469,4	14870,7
V_4 (m/s)	2,67	4	5,34	6,68	8,02	9,36	10,69	12,03	13,4
P_{K4} (N)	6742,6	7626,14	8338,08	8869,3	9224,8	9398,3	9405,35	9226,4	8869,3
V_S (m/s)	6,77	10,15	13,53	16,91	20,29	23,68	27,06	27.78	33,85
P_{KS} (N)	2664,75	3013,9	3295,3	3505,24	3645,7	3714,3	3717,08	3646,36	3505,24
Ne(KW)	20,25	34,36	50,08	66,6	83,12	98,8	113,00	124,7	133,2

Đồ thị lực cản

$Pc = Pf + Pw = f(n_e)$

$Pc = fG + Wv^2$

$f = fo\left[1 + \frac{v^2}{1500}\right]$: Chọn $f_o = 0.03$

Ta có $P_c = fG + Wv^2$

Sau khi tính toán ta có bảng sau :

W = 3.12 : Hệ số cản khí động học

Bảng 4

V (m/s)	2,6	4,3	7,2	12,03	27.78

Pc (N)	467,4	507,5	621,4	938,7	3646,36

Từ bảng trên dựng đồ thị Pc = f(v)

Từ đồ thị $P_{Ki} = f(v)$

$Pc = f(v)$

Ta có thể nhận thấy mức độ dự trữ lực kéo của ô tô ở các tay số khác nhau (sử dụng khi tăng tốc hoặc vượt dốc) .

Việc sử dụng lực kéo của ô tô còn bị giới hạn bởi khả năng bám của bánh xe với mặt đường. Vì vậy để đánh giá khả năng bị trượt quay của bánh xe ta dựng thêm đồ thị lực bám Pφ = f(v)

$P\varphi = mG_{\varphi}.\ \varphi = 0,683\ .\ 10114,63\ .\ 9,81\ .\ 0,70 = 47439,24$ (N)

Đồ thị là đường nằm ngang song song với trục hoành.

2. Cân bằng công suất của ô tô

a/ Phương trình cân bằng công suất

Phương trình cân bằng công suất tại bánh xe chủ động

$N_K = Nc - Nt = Nf + Nw \pm Ni + Nj$

Công suất của động cơ phát ra tại bánh xe chủ động

$N_K = Nc - Nt = Nc\ .\ \eta_t = 0,89\ Nc$

- Công suất tiêu hao cho lực cản của đường

$N\varphi = Nf \pm Ni = G.f.\ v.\ \cos\alpha \pm Gv.\ \sin\alpha$

- Công suất tiêu hao cho lực cản không khí

$Nw = WV^3$

- Công suất tiêu hao khi tăng tốc

$$Nj = \frac{G}{g}\ \delta j.\ v.\ j$$

Trong đó : j : Gia tốc của ô tô

v : Vận tốc chuyển động của ô tô

δj : Hệ số kể đều ảnh hưởng của các khối lượng quay

g : Gia tốc trọng trường

b. Đồ thị cân bằng công suất

* Dựng đồ thị công suất kéo $N_K = f(v)$

$N_K = Nc\eta t$

Theo Lay Decman ta có :

$$N_K = 0{,}89\ Nemax\left[a.\left(\frac{n_e}{n_N}\right) + b\left(\frac{n_e}{n_N}\right)^2 - c\left(\frac{n_e}{n_N}\right)^3\right] \quad (KW) \qquad (1)$$

$N_{Ki} = f(vi)$

N_{Ki} : Công suất kéo của động cơ phát ra ở bánh xe chủ động khi ô tô chuyển động ở cấp số i của hộp số.

v_i : Vận tốc tương ứng với số vòng quay trục khuỷu động cơ khi ô tô chuyển động ở cấp số i của hộp số

$$v_i = \frac{2\pi\eta_c.\Gamma_b}{60i_o i_i} \qquad (2)$$

Dựa vào công thức (1) và (2) thiết lập bảng giá trị trung gian để xây dựng đồ thị N_{Ki}.

Bảng 5

n_c v/p	640	960	1280	1600	1920	2240	2560	2880	3200
N_e (KW)	9.2	29.68	43.25	57.52	71.79	85.36	97.56	99.13	101.6
V_1(m/s)	0,6	0,86	1,15	1,43	1,72	2	2,3	2,6	2,86
V_2 (m/s)	0,96	1,434	1,91	2,4	2,87	3,35	3,82	4,3	4,8
V_3(m/s)	1,6	2,4	3,2	4	4,8	5,58	6,4	7,2	8
V_4(m/s)	2,67	4	5,34	6,68	8,02	9,36	10,69	12,03	13,4
V_5(m/s)	6,77	10,15	13,53	16,91	20,29	23,68	27,06	27.78	33,83
N_K (KW)	18	30,6	44,57	59,3	74	87,9	100,57	110,98	100,75

Dựa vào bảng trên dựng đồ thị $N_{Ki} = f(vi)$

Dựng đồ thị công suất cản

$Nc = Nf + Nw = Gf\ .\ \cos\alpha\ .\ v + Wv^3$

$Nc = v\ (Gf + Wv^2)\ .\ 10^{-3}$ (KW)

Từ đó ta có bảng sau :

Bảng 6

V (m/s)	2,6	4,3	7,2	12,03	27.78
Ne (N)	1,22	2,2	4,48	11,3	99.13

Ta dựng được đồ thị $N_{Ki} = f(v)$

$Ne = f(v)$

Gọi là đồ thị cân bằng công suất của ô tô.

Dựa vào đồ thị ta có thể đánh giá mức độ dự trữ công suất (để tăng tốc hoặc vượt dốc) của ô tô ở các cấp số truyền khác nhau của hộp số.

3. Nhân tố động lực học của ô tô

a. Nhân tố động lực học

$$D = \frac{P_K - P_W}{G} = \left(\frac{M_c i_{ti} \eta_t}{r_b} - w.v^2\right)\frac{1}{G}$$

Trong đó : D : Nhân tố động lực học của ô tô

Pw : Lực cản không khí

P_K : Lực kéo tiếp tuyến tại bánh xe chủ động

i_{ti} : Tỷ số truyền của hệ thống truyền lực ở tay số i của hộp số

Nhân tố động lực học bị giới hạn bởi điều kiện bám của bánh xe.

$$D\varphi = \frac{P_\varphi - P_W}{G} = \left(\frac{m\eta.\ G_\varphi - wv^2}{G}\right)$$

Để ô tô chuyển động không bị trượt

$D\varphi \geq D \geq \Psi$

b. Xây dựng đồ thị nhân tố động lực học

$D = f(v)$

* Đồ thị nhân tố động lực học của ô tô ở các số truyền khác nhau của hộp số

$Di = f(vi)$

$$Di = \frac{1}{G}\left(\frac{M_e i_{ti}\eta_t}{r_b} - wv^2\right)$$

$$v_i = \frac{2\pi\eta_c.\Gamma_b}{60 i_o i_i}$$

Thiết lập bảng giá trị trung gian.

Ta có bảng giá trị trung gian của Di ở các tay số khác nhau và theo tốc độ chuyển động của ô tô.

Bảng 7

n_c (v/p)	640	960	1280	1600	1920	2240	2560	2880
M_c (N.m)	420,25	475,6	52,0	553,13	575,3	586,12	586,56	575,4
V_1 (m/s)	0,6	0,86	1,15	1,43	1,72	2	2,3	2,6
D_1	0,217	0,245	0,268	0,285	0,2965	0,302	0,3022	0,296
V_2 (m/s)	0,96	1,434	1,91	2,4	2,87	3,35	3,82	4,3
D_2	0,130	0,147	0,160	0,1706	0,177	0,1806	0,1807	0,177
V_3 (m/s)	1,6	2,4	3,2	4	4,8	5,58	6,4	7,2
D_3	0,078	0,088	0,096	0,102	0,106	0,108	0,107	0,1054
V_4 (m/s)	2,67	4	5,34	6,68	8,02	9,36	10,69	12,03
D_4	0,046	0,052	0,057	0,06	0,062	0,063	0,062	0,06
V_5 (m/s)	6,77	10,15	13,53	16,91	20,29	23,68	27,06	27.78
D_5	0,036	0,038	0,042	0,048	0,049	0,05	0,049	0,0486

* Đồ thị $D\varphi = f(v)$

$$D\varphi = \frac{m.\varphi.G\varphi - wv^2}{G} = \frac{0,683.0,75.99224,52 - 3,12.v^2}{145286,1}$$

Ta có bảng giá trị trung gian của $D\varphi$

Bảng 8

v (m/s)	2,6	4,3	7,2	12,03	27.78
$D\varphi$	0,350	0,349	0,348	0,3467	0,3298

Dựng đường hệ số cản lăn $f = fo\left(1+\frac{v^2}{1500}\right)$

Bảng 9

v (m/s)	2,6	4,3	7,2	12,03	27.78
F	0,030	0,030	0,031	0,033	0,0486

Dựa vào đồ thị nhân tố động lực học để xác định các thông số đặc trưng cho hoạt động của ô tô.

(Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng kéo của ô tô).

4. Xác định gia tốc, thời gian tăng tốc, quãng đường, vận tốc lớn nhất của ô tô và độ dốc lớn nhất mà ô tô có thể khắc phục được.

a. Xác định vận tốc lớn nhất của ô tô

- Từ đồ thị cân bằng công suất của ô tô đồ thị N_{K5} cắt đồ thị Pc tại A, từ A dòng xuống trục hoành ta được Vmax = 27.78(m/s)

b. Độ dốc lớn nhất mà ô tô có thể khắc phục (i_{max})

Khi ô tô chuyển động ổn định (j = 0).

$i_{max} = D_{max} - f$

Dựa vào đồ thị nhân tố động lực học của ô tô xác định được độ dốc lớn nhất mà ô tô có thể khắc phục được ở mỗi tay số.

Bảng 10

Số truyền	I	II	III	IV	V
V (m/s)	2,3	3,82	5,58	9,36	22
D_{max}	0,3022	0,1807	0,108	0,063	0,05
i_{max}	0,2722	0,1503	0,078	0,033	0,02032

c. Xác định khả năng tăng tốc của ô tô

$$D = \Psi + \frac{\delta_j}{g} j$$

Ta có $j = (D - \Psi)\ \dfrac{g}{\delta j}$

Trong đó : g : Gia tốc trọng trường

δj : Hệ số kể đến ảnh hưởng của các khối lượng chuyển động quay

$\delta j = 1{,}05 + 0{,}05\ .\ l_i^2$

- ở tay số I : $\delta j_1 = 1{,}44$
- ở tay số II : $\delta j_2 = 1{,}284$
- ở tay số III : $\delta j_3 = 1{,}19$
- ở tay số IV : $\delta j_4 = 1{,}134$
- ở tay số V : $\delta j_5 = 1{,}083$

$$j = (D - f)\ \frac{9{,}81}{(1{,}05 + 0{,}05 i_i^2)}$$

- Khi xe chuyển động với vận tốc v < 22,2 m/s thì f = fo = 0,03
- Khi xe chuyển động với vận tốc v>22,2m/s

$$f = fo\left(1 + \frac{v^2}{1500}\right)$$

Bảng 11

Số I	V_1 (m/s)	0,6	0,86	1,12	1,43	1,72	2	2,3	2,6
	D_1	0,217	0,245	0,268	0,285	0,296	0,302	0,302	0,296
	J_1 (m/s)	1,3	1,46	1,62	1,74	1,82	1,85	1,853	1,81
Số II	V_2 (m/s)	0,96	1,434	1,91	2,4	2,87	3,35	3,82	4,3
	D_2	0,130	0,147	0,160	0,1706	0,177	0,1806	0,1807	0,177
	J_2 (m/s)	0,764	0,894	1	1,074	1,12	1,15	1,17	1,12
Số III	V_3 (m/s)	1,6	2,4	3,2	4	4,8	5,58	6,4	7,2
	D_3	0,078	0,088	0,096	0,102	0,106	0,108	0,107	0,1054
	J_3 (m/s)	0,4	0,48	0,54	0,6	0,63	0,64	0,635	0,62
	V_4 (m/s)	2,67	4	5,34	6,68	8,02	9,36	10,69	12,03

Số IV	D_4	0,046	0,052	0,057	0,06	0,062	0,063	0,062	0,06
	J_4 (m/s)	0,14	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,28	0,26
Số V	V_5 (m/s)	6,77	10,15	13,53	16,91	20,29	23,68	27,06	30,55
	D_5	0,036	0,038	0,042	0,048	0,049	0,05	0,049	0,0486
	f	0,03	0,03	0,031	0,035	0,038	0,041	0,0446	0,486
	J_5 (m/s)	0,055	0,073	0,1	0,12	0,1	0,082	0,045	0

Từ bảng trên ta dựng đồ thị $j_{ii} = f(v)$

d. Xác định thời gian tăng tốc và quãng đường tăng tốc :

(*) Xác định thời gian tăng tốc của ô tô

Từ phương trình $j = \frac{dv}{dt}$ -> $đt = \frac{1}{j}.dv$

Suy ra : Khoảng thời gian tăng tốc từ v_1 -> v_2 của ô tô là :

$$t_{1,2} = \int_{v_1}^{v_2} \frac{1}{j} dv$$

- Dựng hàm số $\frac{1}{j} = f(v)$ (Dựa vào đồ thị $j = f(v)$

ti : là thời gian tăng tốc từ $v_1 \div v_2$

t_i = Fi : Với Fi là diện tích giới hạn bởi phần đồ thị $\frac{1}{j} = f(v)$; $v = v_1$; $v = v_2$ và trục hoành (ov) .

Suy ra : Thời gian tăng tốc toàn bộ

$$t = \sum_{i=1}^{n} Fi$$

n : Số khoảng chia vận tốc (Vmin đến Vmax)

(Vì tại Vmax j = 0 -> $\frac{1}{j} = \infty$. Do đó chỉ tính tới giá trị V = 0,91 Vmax = 28m/s).

- Lập bảng tính gia tốc ngược $\frac{1}{j}$

Bảng 12

Số I	V_1 (m/s)	0,6	0,86	1,15	1,43	1,72	2	3,2	2,6
	j (m/s^2)	1,3	1,46	1,62	1,74	1,82	1,85	1,853	1,81
	1/j	0,77	0,68	0,62	0,57	0,55	0,54	0,54	0,55
Số II	V_{12}(m/)	0,96	1,434	1,91	2,4	2,87	3,35	3,82	4,3
	j (m/s^2)	0,764	0,894	1	1,074	1,12	1,15	1,17	1,12
	1/j	1,31	1,12	1	0,93	0,89	0,87	0,855	0,89
Số III	V_3 (m/s)	1,6	2,4	3,2	4	4,8	5,58	6,4	7,2
	j (m/s^2)	0,4	0,48	0,54	0,6	0,63	0,64	0,635	0,62
	1/j	2,5	2,08	1,85	1,7	1,59	1,56	1,57	1,6
Số IV	V_4 (m/s)	2,67	4	5,34	6,68	8,02	9,36	1969	12,03
	j (m/s^2)	0,14	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,28	0,26
	1/j	7,14	5,26	4,35	3,85	3,57	3,45	3,57	3,85
Số V	V_5 (m/s)	6,67	10,15	13,53	16,91	20,29	23,68	27,06	30,5
	j (m/s^2)	0,055	0,073	0,1	0,12	0,1	0,082	0,045	0
	1/j	18,18	13,7	10	8,33	10	12,2	22,2	∞

Từ $\frac{1}{j}$ = f(v) ta tìm t = f(v)

(Dựa vào đồ thị gia tốc ngược)

+ Quãng đường tăng tốc

$$ds = v.dt \rightarrow s = \int_{t_1}^{t_2} v\,.\,dt$$

Từ đồ thị t = f(v)

Ta có Si = Fis : với Fis giới hạn bởi các đường t = f(v) ; t = t_1; t = t_2 và trục o.t (trục tung).

Quãng đường tăng tốc từ Vmin ÷ Vmax là :

$$S = \sum_{i=1}^{n} Fis$$: n : Số khoảng chia vận tốc

Bảng giá trị thời gian tăng tốc, quãng đường tăng tốc

Trong trường hợp không xét đến sự mất mát vận tốc và thời gian khi sang số ta có thể có bảng sau :

Xác lập đò thị t=f(v) và s=f(v) ,dựa vào đồ thị ta cóbảng sau

Bảng 14

V(m/s)	2,6	4,3	7,2	12,03	27.78
T (s)	0,945	2,3625	6,73	23,74	203,74
s(m)					

Trường hợp có tính đến mất mát vận tốc khi sang số và thời gian khi sang số, ta có thể xác định độ giảm vận tốc chuyển động khi sang số dựa vào phương trình chuyển động lăn trơn của ô tô;

$$\Delta v = \Psi.g.t_l/\delta_i$$

t_l: thời gian chuyển số
(trong thiết kế không tính phần này)

PHẦN III : TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH CHUYỂN ĐỘNG CỦA Ô TÔ

I. XÁC ĐỊNH TOẠ ĐỘ TRỌNG TÂM CỦA Ô TÔ

- Xác định khoảng cách a, b

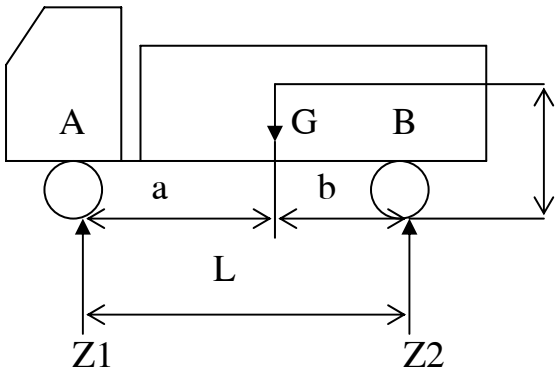
Lấy momen đối với điểm A

.$\Sigma M_A = 0$

-> G.a - Z_2 . L = 0

a = $\frac{Z_2}{G}.L = \frac{99224,52}{139302}$. 3,95 = 2,697 (m)

b = L - a = 3,95 - 2,697 = 1,253 (m)



- Xác định chiều cao trọng tâm $h_g = \frac{h_i G_i}{G}$

Trong đó : h_i : Chiều cao các cụm tổng thành

G_i : Khối lượng các cụm tổng thành.

Chiều cao trọng tâm các cụm tổng thành.

$H_{đc,lh}$ = 1000 (mm) $H_{nl,\ aq}$ = 1000 (mm)

H_{cs} = 350 (mm) H_{tx} = 1650 (mm)

H_{ct} = 420 (mm) H_{kx} = 1250 (mm)

H_{cb} = 1200 (mm) Hl = 700 (mm)

Ht = 1100 (mm) Hcd,hs = 1100 (mm)

 EMBED Equation.3

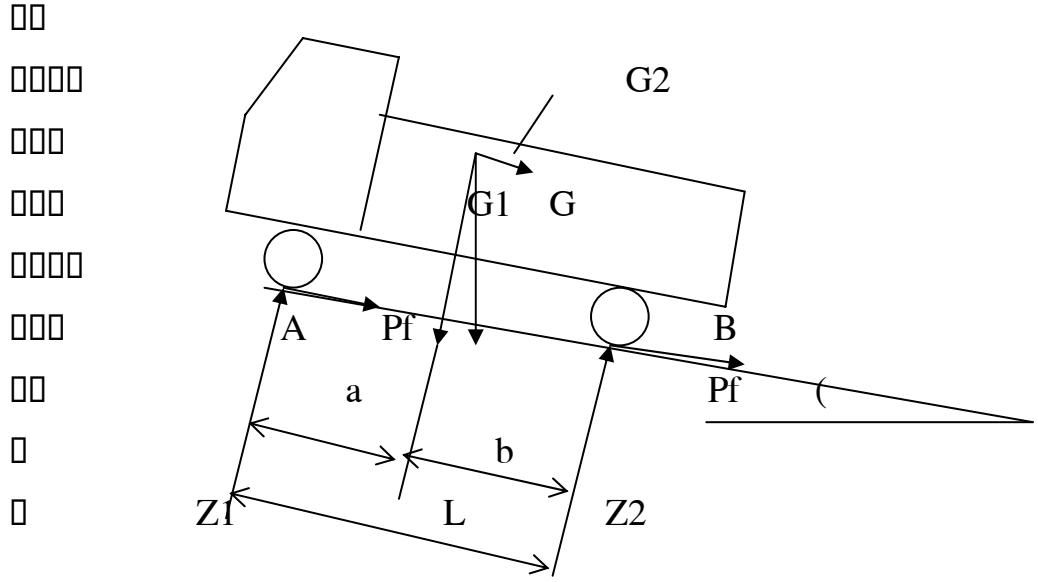
Suy ra : hg = 1,380 (m) = 1380 (mm)

Vậy toạ độ trọng tâm của ô tô

O (a; b; hg) = (2,697 ; 1,253; 1,380) (m)

II. TíNH TOáN ổn định dọc của ô tô

Xét các lực tác dụng lên xe trong mặt phẳng dọc khi xe chuyển động lên dốc.



(*) Trường hợp ô tô quay đầu lên dốc

- Góc giới hạn lật của ô tô ((l)

tg(1 = EMBED Equation.3 = 0,908

Suy ra (L = arctg (0,908) = 42o14' 18"

- Góc dốc giới hạn trượt ((T)

(Trong điều kiện phanh xe có hiệu quả nhất)

tg(T = (. EMBED Equation.3

α_T = arctg (0,633) = 35°54'41"

Từ đó ta có $\alpha_L > \alpha_T$

Đảm bảo điều kiện ổn định (xe trượt trước khi lật)

* Trường hợp ô tô xuống dốc

- Góc tới hạn lật (α'_L)

$$tg\alpha'_L = \frac{a}{hg} = \frac{2,697}{1,38} = 1,954$$

-> $\alpha'_L = 69^o53'$

- Góc tới hạn trượt ($\alpha'_{T)}$

$$tg\alpha'_T = \varphi\frac{a}{L + \varphi.hg} = 0,7\frac{2,697}{3,95 + 0,7.1,38} = 0,384$$

Suy ra $\alpha'_T = 23^o20'$

Ta có $\alpha'_L > \alpha'_{T:}$ Đảm bảo điều kiện ổn định

* Trường hợp ô tô chuyển động trên đường bằng

Vận tốc giới hạn lật

$$Vghl = \sqrt{\frac{G.b}{W.h_n}}$$

Giả sử hw = hg = 1,38 (m)

$$Vghl = \sqrt{\frac{14200.1,253}{3,12.1,38}} = 65,65 \text{ (m/s)}$$

Vghl > Vmax : Đảm bảo điều kiện

III. TÍNH TOÁN ỔN ĐỊNH NGANG CỦA Ô TÔ

1. Khi xe chuyển động trên đường có góc nghiêng ngang β

- Góc nghiên βđ : Tại đó xe bị lật đổ

$$tg\beta đ = \frac{B}{2hg} = \frac{1970}{2.1380} = 0,72$$

- Góc nghiêng βφ : Tại đó xe bị trượt ngang

tgβφ = φy = 0,7

tgβđ > tgβφ -> Đảm bảo điều kiện ổn định

2. Khi ô tô quay vòng trên đường bằng

Bán kính quy vòng tối thiểu của ô tô R = 11 (m)

- Vận tốc giới hạn lật ngang

$$Vghl = \sqrt{\frac{B.g.R}{2hg}} = \sqrt{\frac{1970.9,81.11}{2.1380}} = 8,8\left(\frac{m}{s}\right)$$

- Vận tốc giới hạn trượt ngang

$$Vght = \sqrt{g.R.\varphi_y} = \qquad = 8,6\left(\frac{m}{s}\right)$$

Vghl > Vght : Đảm bảo điều kiện ổn định

3. Khi ô tô quay vòng trên đường có góc nghiêng β.

a. Khi hướng nghiêng của đường cùng phía với trục quay vòng

(Xét góc lật nguy hiểm và góc trượt nguy hiểm bằng với khi chuyển động trên đường bằng).

- Vận tốc nguy hiểm khi xe bị lật đổ

$$Vn = \sqrt{\frac{g.R(B/2hg + tg\beta_d)}{1 - B/2hg.tg\beta_d}} = \sqrt{\frac{9,81.11(1790/2.1380 + 0,72)}{1 - 1970/2.1380.(0,72)}}$$

$$= 17,85\left(\frac{m}{s}\right)$$

- Vận tốc nguy hiểm khi xe bị trượt ngang

$$V\varphi = \sqrt{\frac{g.R(\varphi_y + tg\beta_\varphi)}{1 - \varphi_y.tg\beta_\varphi}} = \sqrt{\frac{9,81.11(0,7 + 0,7)}{1 - 0,7.0,7}} = 17,2\left(\frac{m}{s}\right)$$

Vn > Vφ : Đảm bảo điều kiện ổn định

b. Khi hướng nghiêng của đường ngược phía với trục quay vòng

- Vận tốc nguy hiểm xe bị lật

$$Vn = \sqrt{\frac{g.R(B/2hg - tg\beta_d)}{1 + B/2hg.tg\beta_d}}$$

- Vận tốc nguy hiểm khi xe bị trượt ngang

$$V\varphi = \sqrt{\frac{g.R(\varphi_y - tg\beta_\varphi)}{1 + \varphi_y.tg\beta_\varphi}}$$

Để đảm bảo điều kiện ổn định

$$tg\beta đ < \frac{B}{2hg} = 0,72 \qquad \beta đ < 35^o29'$$

$$tg\beta\varphi < \varphi y = 0,7 \qquad \beta\varphi < 34^o59'$$

Vận tốc chuyển động khi quay vòng của xe phải thoả mãn

$$V < V\varphi = 8{,}6\left(\frac{m}{s}\right)$$

NHẬN XÉT

Việc tính toán động lực kéo của ô tô chỉ có ý nghĩa về mặt lý thuyết do tính tương đối của các phép tính , và sự lựa chọn các hệ số trong quá trình tính toán không chính xác so với thực tế. Trong thực tế , việc nghiên cứu đánh giá chất lượng kéo của ôtô được thực hiện trên đường hoặc trên các bệ thử chuyên dùng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Lý thuyết ô tô - máy kéo . GS.TSKH Nguyễn Hữu Cẩn (chủ biên). NXB Khoa học kỹ thuật. 2000.

- Kết cấu - tính toán ô tô . TS. Thái Nguyễn Bạch Liên (Chủ biên). NXB Giao thông vận tải Hà Nội 1984.

MỤC LỤC

Đề mục	Trang
- Mở đầu	2
- Giới thiệu nội dung	3
- Phần I : Thiết kế tuyến hình	4
- Phần II : Tính toán động lực học kéo	8
- Phần III : Tính toán ổn định chuyển động	24

Hà Nội, 12 - 2002