

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI

KHOA CƠ KHÍ

BỘ MÔN CƠ KHÍ Ô TÔ

----- ☐ ★ ☐ -----



BÀI TẬP LỚN LÝ THUYẾT Ô TÔ

Tên đề tài: Tính toán sức kéo ô tô

Loại ô tô: Xe khách

Tải trọng/Số chỗ ngồi: 16

Vận tốc chuyển động cực đại: 260 Km/h

Hệ số cản tổng cộng của đường lớn nhất: $\Psi_{\max} = 0.45$

Xe tham khảo: Ford Transit, 4x2

Sinh viên: LÊ HOÀNG LẬP

MSV: 171303009

Lớp: CK OTO2

Khóa: K58

Hệ: Chính quy.

GV hướng dẫn: Vũ Văn Tấn, Đào Mạnh Hùng

Hà Nội 2020

Mục lục

Mục lục

Lời Nói Đầu

CHƯƠNG 1: THIẾT KẾ TUYẾN HÌNH Ô TÔ

1.1.Xác định các kích thước cơ bản của xe.

1.2.Các thông số thiết kế, thông số chọn và tính chọn:

1.3.Xác định trọng lượng và phân bố trọng lượng lên ô tô.

CHƯƠNG 2: TÍNH TOÁN SỨC KÉO

2.1 Xây dựng đường đặc tính tốc độ ngoài của động cơ

2.2 Xác định tỷ số truyền của hệ thống truyền lực

2.2.1. Tỷ số truyền của truyền lực chính.

2.2.2, Tỷ số truyền của hộp số.

2.3.Xây dựng đồ thị.

2.3.1.Phương trình cân bằng lực kéo và đồ thị cân bằng lực kéo của ô tô.

2.3.2.Phương trình cân bằng công suất và đồ thị cân bằng công suất của ô tô

2.3.3.Đồ thị nhân tố động lực học.

2.3.4.Xác định khả năng tăng tốc của ô tô – xây dựng đồ thị gia tốc

2.3.5.Xây dựng đồ thị thời gian tăng tốc – quãng đường tăng tốc

2.3.5.1. Xây dựng đồ thị gia tốc ngược

2.3.5.2.Cách tính thời gian tăng tốc – quãng đường tăng tốc của ô tô

2.3.5.3. Lập bảng tính giá trị thời gian tăng tốc – quãng đường tăng tốc của ô tô

2.3.5.4. Vẽ đồ thị thời gian tăng tốc và quãng đường tăng tốc.

KẾT LUẬN

Lời Nói Đầu

Lý thuyết ô tô là một trong những môn cơ sở then chốt của chuyên ngành cơ khí ô tô có liên quan đến các tính chất khai thác để đảm bảo tính an toàn, ổn định và hiệu quả trong quá trình sử dụng. Các tính chất bao gồm: động lực học kéo, tính kinh tế nhiên liệu, động lực học phanh, tính ổn định, cơ động, êm dịu...

Bài Tập lớn môn học Lý thuyết ô tô là một phần của môn học, với việc vận dụng những kiến thức đã học về các chỉ tiêu đánh giá khả năng kéo của ô tô để vận dụng để tính toán sức kéo và động lực học kéo, xác định các thông số cơ bản của động cơ hay hệ thống truyền lực của một loại ô tô cụ thể. Qua đó, biết được một số thông số kỹ thuật, trạng thái, tính năng cũng như khả năng làm việc ô tô khi kéo, từ đó hiểu được nội dung, ý nghĩa của bài tập và góp phần vào việc củng cố nâng cao kiến thức phục vụ cho các môn học tiếp theo và bổ sung thêm vào vốn kiến thức phục vụ cho công việc sau này.

Nội dung bài tập lớn gồm 2 chương :

- **CHƯƠNG 1 : THIẾT KẾ TUYẾN HÌNH Ô TÔ**
- **CHƯƠNG 2 : TÍNH TOÁN SỨC KÉO Ô TÔ**

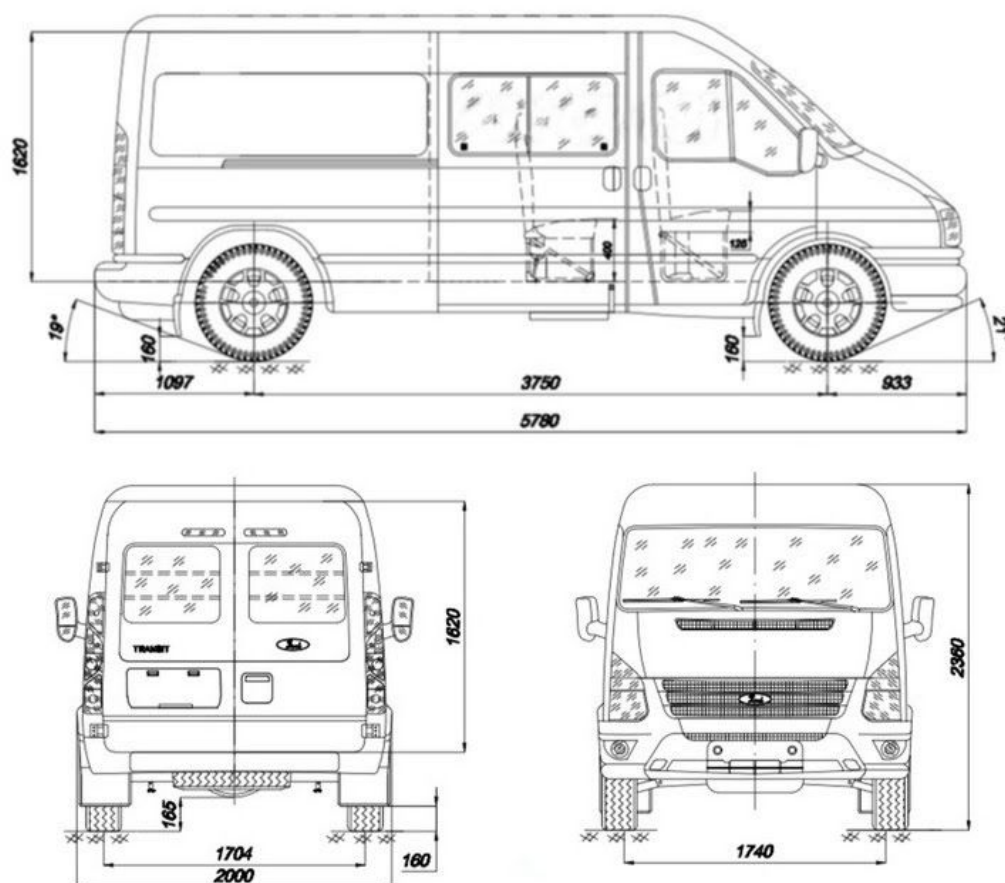
Nội dung bài tập lớn được hoàn thành dưới sự hướng dẫn của thầy Đào Mạnh Hùng, Vũ Văn Tấn. Bộ môn cơ khí ô tô – Đại học Giao Thông Vận Tải.

Sinh viên thực hiện

CHƯƠNG 1: THIẾT KẾ TUYẾN HÌNH Ô TÔ

1.1.Xác định các kích thước cơ bản của xe.

- Ba hình chiếu của xe Ford Transit.



- Các kích thước cơ bản:

STT	Thông số	Ký hiệu	Kích thước	Đơn vị
1	Chiều dài toàn bộ	L_0	5780	mm
2	Chiều rộng toàn bộ	B_0	2000	mm
3	Chiều cao toàn bộ	H_0	2360	mm
4	Chiều dài cơ sở	L	3750	mm
5	Vết bánh trước	B_1	1740	mm
6	Vết bánh sau	B_2	1704	mm
7	Khoảng sáng gầm xe	H_1	160	mm

8	Góc thoát trước	γ_1	21	Độ
9	Góc thoát sau	γ_2	19	Độ
10	Vận tốc tối đa	V_{\max}	260	km/h

1.2. Các thông số thiết kế, thông số chọn và tính chọn:

a) Thông số theo thiết kế phác thảo:

- Loại động cơ: Động cơ : Động cơ Turbo Diesel 2.4L - TDCi, trục cam kép có làm mát khí nạp.
- Dung tích công tác: $V_c = 2402$ (cc)
- $n_N = 3200$ ($\frac{\text{vòng}}{\text{phút}}$)
- Vận tốc lớn nhất: $V_{\max} = 260$ (km/h) = 72.222 (m/s)
- Hệ thống truyền lực:
 - + Động cơ đặt trước, cầu sau chủ động
 - + Hộp số tự động 6 cấp.

b) Thông số chọn

- Trọng lượng bản thân: 2455 kg
- Trọng lượng hành khách: 60 kg/người
- Trọng lượng hành lý: 20 kg/người
- Hiệu suất truyền lực: $\eta_{tl} = 0.92$
- Hệ số cản không khí: $K=0.2$
- Hệ số cản lăn: $f_0 = 0.016$ (Khi $V < 22.22$ m/s)
- Độ nghiêng mặt đường bằng 0 độ

c) Thông số tính chọn

- Hệ số cản mặt đường ứng với V_{\max} :

$$f = f_0 * (1 + \frac{V_{\max}^2}{1500}) \Rightarrow f = 0.016 * (1 + \frac{72.222^2}{1500}) = 0.07164$$

- Thông số bánh xe

Lốp xe có ký hiệu: **215/75R16**

(Bề rộng mặt lốp: 215mm, tỉ lệ H/B = 0.75, bán kính: 16 in)

$$\Rightarrow \text{Chiều cao lốp: } H = 0.75 \cdot 215 = 161.25 \text{ (mm)}$$

$$\Rightarrow \text{Bán kính thiết kế của xe: } r_o = 161.25 + \frac{16 \cdot 25.4}{2} = 364.45 \text{ (mm)}$$

\Rightarrow Bán kính động học và bán kính động lực học của bánh xe:

$$+ \quad r_b = r_k = \lambda * r_o \text{ (chọn hệ số biến dạng lốp } \lambda = 0.94 \text{)}$$

$$\rightarrow r_b = r_k = 0.94 * 364.45 = 342.583 \text{ (mm)}$$

- Diện tích cản chính diện

$$F = 0.78 * B_o * H_o = 0.78 \cdot 2000 \cdot 2360 = 3681600 \text{ (mm}^2 \text{)} = 3.682 \text{ (m}^2 \text{)}$$

- Công thức bánh xe 4x2

1.3.Xác định trọng lượng và phân bố trọng lượng lên ô tô.

- + Xe Ford Transit có 16 chỗ.

- Trọng lượng không tải: $G_o = 2455 \text{ kg}$

- Trọng lượng hành khách: 60 kg

- Trọng lượng hành lý: 20 kg

$$\Rightarrow \text{Trọng lượng } G = 2455 + 16 \cdot (60 + 20) = 3735 \text{ kg} = 36640.35 \text{ N}$$

- + Phân bố tải trọng (Chọn tải trọng cầu trước chiếm 55% tổng tải trọng)

- $Z_1 = 0.55 \cdot 36640.35 = 20152.193 \text{ N}$ (cầu trước)

- $Z_2 = (1 - 0.55) \cdot 36640.35 = 16488.158 \text{ N}$ (cầu sau)

CHƯƠNG 2: TÍNH TOÁN SỨC KÉO

2.1 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, mômen và suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ theo số vòng quay của trục khuỷu động cơ. Các đường đặc tính này gồm:

- + Đường công suất: $N_e = f(n_e)$
- + Đường momen xoắn : $M_e = f(n_e)$

Công suất động cơ được xác định

$$N_e = N_{emax} * (a * \lambda + b * \lambda^2 - c * \lambda^3)$$

- + Trong đó
 - a,b,c: hệ số phụ thuộc vào thuộc vào từng loại động cơ
(Chọn a=0.5, b=1.5, c=1 - Động cơ diesel 4 kỳ buồng cháy trực tiếp)
 - $\lambda = \frac{n_{emax}}{n_N}$: chọn $\lambda = 1$

Để tính công suất suất động cơ ta cần tính:

- + Công suất cần thiết của động cơ N_{ev}
- + Công suất cực đại của động cơ N_{emax}

Công suất cần thiết:

$$N_{ev} = \frac{1}{\eta_{tl}} * (G * \psi_v * V_{max} + K * F * V_{max}^3) [W]$$

- + Trong đó:
 - η_{tl} : hiệu suất truyền lực
 - G: tổng trọng lượng
 - ψ_v : hệ số cản tổng cộng ($\psi_v = f + i = f$ - vì đang xét ô tô chuyển động trên đường không có độ dốc)

- K: hệ số cản không khí
- F: diện tích cản chính diện

$$\Rightarrow N_{ev} = \frac{1}{0,92} * (36640,35 * 0,07164 * 72,222 + 0,2 * 3,682 * 72,222^3) = 507,594 \text{ KW}$$

Công suất cực đại:

$$N_{emax} = \frac{N_{ev}}{a*\lambda + b*\lambda^2 - c*\lambda^3}$$

$$\Rightarrow N_{emax} = 507,594 / (0.5 * 1 + 1.5 * 1^2 - 1 * 1^3) = 507,594 \text{ KW}$$

Vậy:

- + Công suất được xác định:

$$N_e = 507,594 * (0.5 * \lambda + 1.5 * \lambda^2 - 1 * \lambda^3) \text{ (CT-1)}$$

Ta có:

- + Tốc độ vòng quay:

$$n_e = \lambda * n_N = \lambda * 3200 \text{ (CT-2)}$$

- + Momen

$$M_e = 9550 * \frac{N_e}{n_e} \text{ (CT-3)}$$

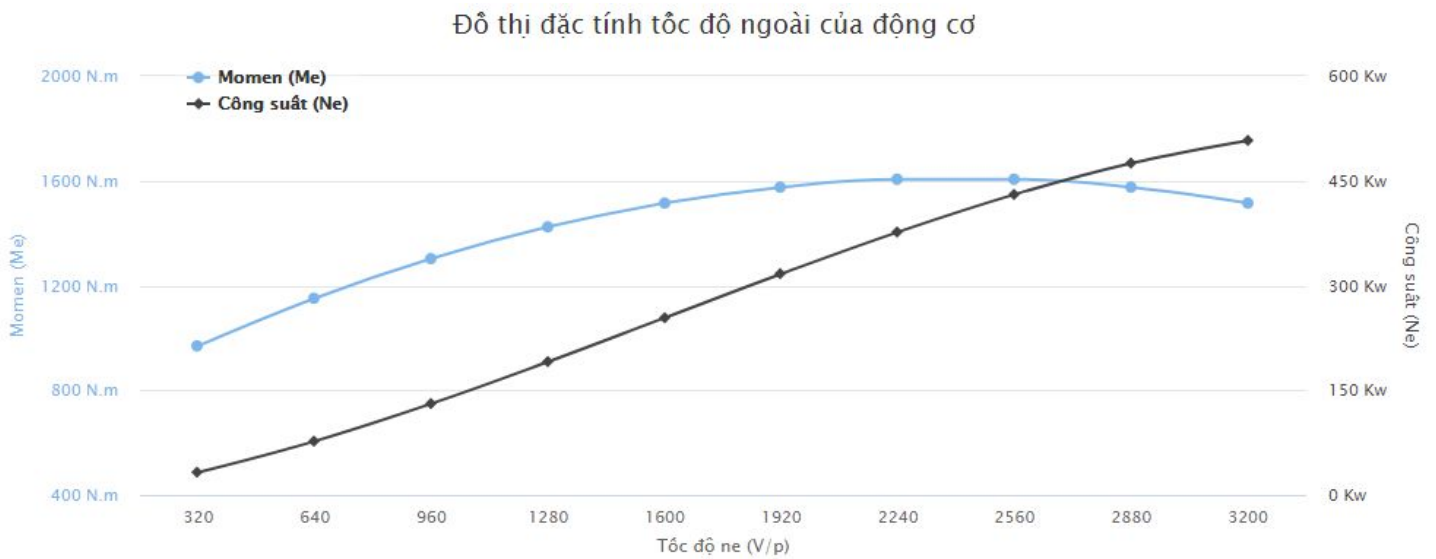
Từ CT-1, CT2, CT3 ta thiết lập được đồ thị đường đặc tính tốc độ ngoài của động cơ.

Kết quả tính được ghi bên dưới:

λ	N_e	n_e	M_e
0,1	32,486	320	969,504
0,2	77,154	640	1151,282
0,3	130,959	960	1302,769
0,4	190,855	1280	1423,957
0,5	253,797	1600	1514,851
0,6	316,739	1920	1575,447

0,7	376,635	2240	1605,743
0,8	430,44	2560	1605,743
0,9	475,108	2880	1575,445
1	507,594	3200	1514,851

Từ bảng giá trị trên ta có biểu đồ sau:



+ Nhận xét:

- Giá trị M_{emax} được xác định theo công thức Laydecman như sau :

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e} = \frac{N_{emax}}{\omega_N} \left[a + b * \frac{\omega_e}{\omega_N} - c * \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right)^2 \right]$$

$$\text{Đạo hàm 2 vế ta được: } 0 = \frac{N_e}{\omega_e} = \frac{N_{emax}}{\omega_N} \left[b - 2 * c * \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right) \right]$$

$$\Rightarrow b - 2 * c * \left(\frac{\omega_e}{\omega_N} \right) = 0$$

$$\Rightarrow \frac{\omega_e}{\omega_N} = \frac{b}{2c}$$

$$\text{Vậy } M_{emax} = \frac{N_{emax}}{\omega_N} * \left[a + \frac{b^2}{2c} - c * \left(\frac{b}{2c} \right)^2 \right]$$

$$(\text{với } \omega_N = n_N * 2 * 3.14 / 60 = 334,933 \text{ rad/s})$$

$$\Rightarrow M_e = \frac{507,594}{334,933} * [0.5 + \frac{1.5^2}{2*1} - 1 * (\frac{1.5}{2*1})^2]$$

$$= 1,610228 \text{ KN.m} = 1610,228 \text{ N.m}$$

- Trị số công suất N_{emax} ở trên chỉ là phần công suất động cơ dùng để khắc phục các lực cản chuyển động. Để chọn động cơ đặt trên ô tô, cần tăng thêm phần công khắc phục các lực cản phụ, quạt gió, máy nén khí ...

Vì vậy phải chọn công suất lớn nhất là :

$$N_{\text{emax}} = 1.1 * N_e = 1.1 * 507,594 = 558,353 \text{ [KW]}$$

2.2 Xác định tỷ số truyền của hệ thống truyền lực

- + Tỷ số truyền của hệ thống truyền lực:

$$i_{tl} = i_o * i_h * i_c * i_p$$

Trong đó:

- i_{tl} : tỷ số truyền của HTTL
- i_o : tỷ số truyền của truyền lực chính
- i_h : tỷ số truyền của hộp số
- i_c : tỷ số truyền của truyền lực cuối cùng
- i_p : tỷ số truyền của hộp số phụ

2.2.1. Tỷ số truyền của truyền lực chính.

- Được xác định theo điều kiện đảm bảo ô tô chuyển động với vận tốc lớn nhất ở tay số cao nhất của hộp số.

$$I_o = \frac{2\Pi.r_b.n_{\text{emax}}}{60.I_{hn}.I_{pc}.V_{\text{max}}}$$

- + Trong đó:

- r_b : bán kính bánh xe
- n_{max} : tốc độ quay max
- I_{hn} : tỷ số truyền tại tay số lớn nhất (chọn =1)
- I_{pc} : tỷ số truyền tại hộp số phụ (chọn=1)
- V_{max} : vận tốc lớn nhất

$$\Rightarrow I_o = \frac{2\pi \cdot 342,583 \cdot 3200}{60 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 72,222 \cdot 1000} = 1,589$$

2.2.2. Tỷ số truyền của từng tay số.

a) Tỷ số truyền của tay số 1.

- Tỷ số truyền của tay số 1 được xác định trên cơ sở đảm bảo khắc phục được lực cản lớn nhất của mặt đường mà bánh xe chủ động không bị trượt quay trong mọi điều kiện chuyển động.
- Theo điều kiện chuyển động, ta có:

$$P_k \geq P_\psi + P_w$$

+ Trong đó:

- P_k : lực kéo phát động
- P_ψ : lực cản tổng cộng của mặt đường
- P_w : lực cản của không khí

(Vì xe đi số nhỏ nên coi $P_w = 0$)

$$\Rightarrow P_k \geq P_\psi$$

$$\Leftrightarrow \frac{M_{emax} \cdot I_{h1} \cdot I_o \cdot I_{pc} \cdot \eta_{tl}}{r_b} \geq \psi_{max} \cdot G$$

$$\Rightarrow I_{h1} \geq \frac{\psi_{max} \cdot G \cdot r_b}{M_{emax} \cdot I_o \cdot I_{pc} \cdot \eta_{tl}}$$

(Theo đề bài $\psi_{max} = 0,45$)

$$\Rightarrow I_{h1} \geq \frac{0,45 \cdot 36640,35 \cdot 342,583}{1610,228 \cdot 1,589 \cdot 1 \cdot 0,92 \cdot 1000} = 2,4 \text{ (KQ-1)}$$

- Theo điều kiện bám đường:

$$P_{\varphi} \geq P_k$$

$$\Rightarrow \frac{M_{emax}.I_{h1}.I_o.I_{pc}.\eta_{tl}}{r_b} \leq m.G_{\varphi}.\varphi$$

+ Trong đó

- m: hệ số phân bố tải trọng (chọn m=1,5)
- G_{φ} : tải trọng tác dụng lên cầu chủ động
- φ : hệ số bám của bánh xe với mặt đường
(chọn $\varphi=0,9$)

$$\Rightarrow I_{h1} \leq \frac{m.G_{\varphi}.\varphi.r_b}{M_{emax}.I_o.I_{pc}.\eta_{tl}}$$

$$\Rightarrow I_{h1} \leq \frac{1,5*16488,158*0,9*342,583}{1610,228*1,589*1*0,9*1000} = 3,239 \text{ (KQ-2)}$$

- Từ KQ-1, KQ-2 $\Rightarrow 2,4 \leq I_{h1} \leq 3,239$
- Chọn tỷ số truyền tay số 1: $I_{h1} = 2,8$

b) Tỷ số truyền tại các tay số trung gian

- Chọn hệ thống tỷ số truyền của các cấp số trong hộp số theo 'cấp số nhân'
- Công bội được xác định theo biểu thức:

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{I_{h1}}{I_{hn}}}$$

+ Trong đó

- n: cấp hộp số (n=6)
- I_{h1} : tỷ số truyền tay số 1
- I_{hn} : tỷ số truyền tay số lớn nhất ($I_{hn} = 1$)

$$\Rightarrow q = \sqrt[6-1]{\frac{2,27}{1}} = 1,178$$

- Tỷ số truyền của tay số thứ i trong hộp số được xác định theo công thức sau:

$$I_{hi} = \frac{I_{h1}}{q^{i-1}}$$

- Chú ý: đối với tỷ số truyền tại số lùi phải thỏa mãn điều kiện bám, trong bài toán này chọn tỷ số tại số lùi bằng tỷ số truyền tay số 1

$$\Rightarrow I_{hl} = I_{h1} = 2,27$$

- + Bảng tỷ số truyền tại các tay số

Số 1	Số 2	Số 3	Số 4	Số 5	Số 6	Số lùi
2,8	2,278	1,854	1,508	1,227	1,00	2,8

2.3 Xây dựng đồ thị

2.3.1. Phương trình cân bằng lực kéo và đồ thị cân bằng lực kéo.

- Phương trình cân bằng lực kéo của ô tô:

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

- Trong đó

$$+ P_k: \text{ lực phát động } P_k = \frac{M_e \cdot I_{hn} \cdot I_o \cdot I_{pc} \cdot \eta_{tl}}{r_b}$$

$$+ P_f: \text{ Lực cản lăn } P_f = G \cdot f$$

$$+ P_i: \text{ Lực cản nghiêng mặt đường } = 0$$

$$+ P_w: \text{ Lực cản không khí } P_w = K \cdot F \cdot V^2$$

$$- \text{ Vận tốc: } V_n = \frac{2\pi \cdot r_b \cdot n_e}{60 \cdot I_o \cdot I_{hn} \cdot I_{pc}}$$

- Bảng giá trị lực kéo tại các tay số

ne	Me	Tay số 1		Tay số 2		Tay số 3		Tay số 4		Tay số 5		Tay số 6	
		V1	Pk1	V2	Pk2	V3	Pk3	V4	Pk4	V5	Pk5	V6	Pk6
320	969,504	2,579	11583,867	3,17	9424,303	3,895	7670,175	4,788	6238,74	5,885	5076,216	7,228	4132,958
640	1151,282	5,158	13755,794	6,34	11191,321	7,79	9108,301	9,577	7408,478	11,77	6027,985	14,457	4907,871
960	1302,769	7,737	15565,797	9,51	12663,888	11,685	10306,781	14,365	8383,294	17,655	6821,155	21,685	5553,654
1280	1423,957	10,316	17013,78	12,68	13841,926	15,579	11265,553	19,154	9163,136	23,541	7455,682	28,913	6070,274
1600	1514,851	12,895	18099,804	15,85	14725,483	19,474	11984,656	23,942	9748,037	29,426	7931,593	36,141	6457,751
1920	1575,447	15,474	18823,819	19,019	15314,522	23,369	12464,057	28,731	10137,971	35,311	8248,867	43,37	6716,07
2240	1605,743	18,053	19185,803	22,189	15609,021	27,264	12703,743	33,519	10332,925	41,196	8407,493	50,598	6845,22
2560	1605,743	20,632	19185,803	25,359	15609,021	31,159	12703,743	38,308	10332,925	47,081	8407,493	57,826	6845,22
2880	1575,445	23,211	18823,795	28,529	15314,502	35,054	12464,042	43,096	10137,958	52,966	8248,856	65,054	6716,061
3200	1514,851	25,789	18099,804	31,699	14725,483	38,948	11984,656	47,885	9748,037	58,851	7931,593	72,283	6457,751

- Phương trình lực cản

$$P_c = P_f + P_w$$

$$\Rightarrow P_c = f.G + K.F.V^2$$

+ chú ý:

- Nếu vận tốc xét <22,22m/s thì $f = f_o$ (chọn $f_o = 0,016$)
- Nếu vận tốc xét >22,22m/s thì $f = f_o.(1 + \frac{V^2}{1500})$

- Lực bám đường:

$$P_\varphi = m.G_\varphi.\varphi$$

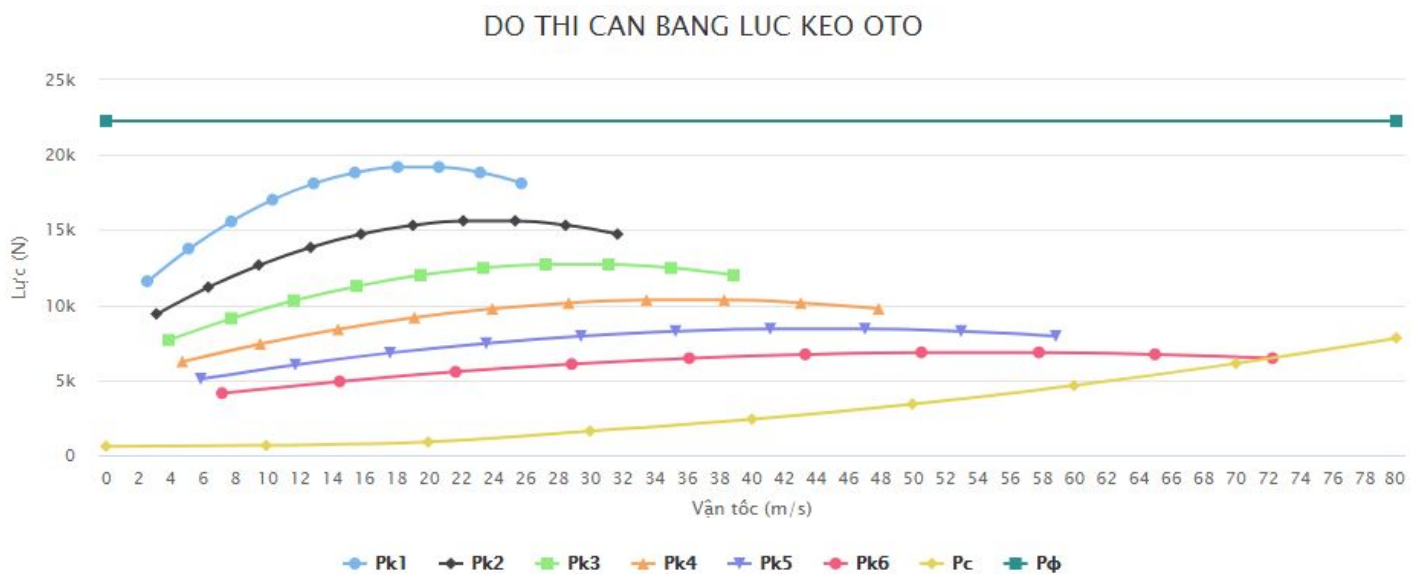
(chọn m=1,1 và $\varphi = 0,9$)

- Bảng giá trị lực cản, lực bám đường

Vận tốc	Lực bám	Lực cản
0	22259,013	586,246
10	22259,013	659,886
20	22259,013	880,806
30	22259,013	1600,753

40	22259,013	2389,814
50	22259,013	3404,322
60	22259,013	4644,275
70	22259,013	6109,675
80	22259,013	7800,52

Ta có đồ thị cân bằng lực kéo



+ Nhận xét:

- Trục tung biểu diễn P_k , P_f , P_w . Trục hoành biểu diễn v (m/s)
- Dạng đồ thị lực kéo của ô tô $P_{ki} = f(v)$ tương tự dạng đường cong $M_e = f(n_e)$ của đường đặc tính tốc độ ngoài của động cơ.
- Khoảng giới hạn giữa các đường cong kéo P_{ki} và đường cong tổng lực cản là lực kéo dư (P_{kd}) dùng để tăng tốc hoặc leo dốc.
- Tổng lực kéo của ô tô phải nhỏ hơn lực bám giữa bánh xe và mặt đường:
- Vận tốc lớn nhất là giao điểm của lực cản và lực ở tay số lớn nhất

2.3.2. Phương trình cân bằng công suất và đồ thị cân bằng công suất.

- Phương trình cân bằng công suất tại bánh xe chủ động:

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

- Công suất truyền đến các bánh xe chủ động khi kéo ở tay số thứ I được xác định theo công thức:

$$N_{kn} = N_e \cdot \eta_{tl}$$

- Công suất cần được xác định theo công thức sau:

$$N_c = N_f + N_w = G \cdot f \cdot V + K \cdot F \cdot V^3$$

(Chú ý giá trị cần lần theo vận tốc chuyển động)

- Bảng giá trị công suất ứng với từng vận tốc tại các tay số

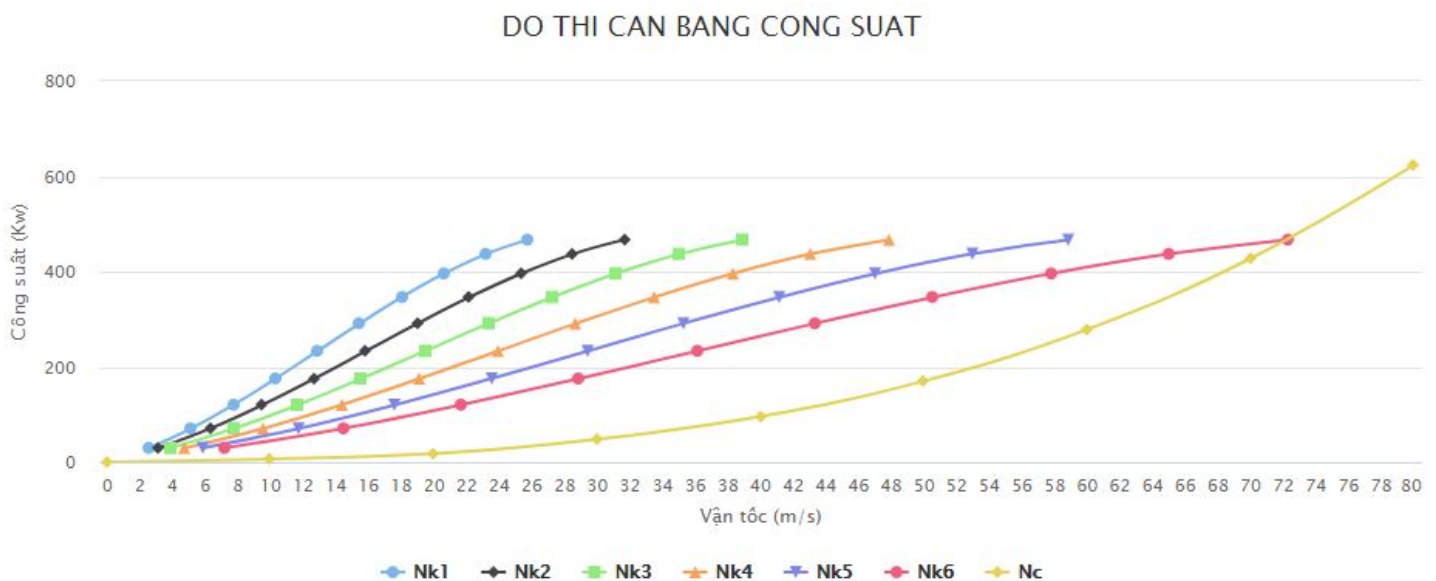
Ne	Tay số 1		Tay số 2		Tay số 3		Tay số 4		Tay số 5		Tay số 6	
	V1	Nk1	V2	Nk2	V3	Nk3	V4	Nk4	V5	Nk5	V6	Nk6
32,486	2,579	29,887	3,17	29,887	3,895	29,887	4,788	29,887	5,885	29,887	7,228	29,887
77,154	5,158	70,982	6,34	70,982	7,79	70,982	9,577	70,982	11,77	70,982	14,457	70,982
130,959	7,737	120,482	9,51	120,482	11,685	120,482	14,365	120,482	17,655	120,482	21,685	120,482
190,855	10,316	175,587	12,68	175,587	15,579	175,587	19,154	175,587	23,541	175,587	28,913	175,587
253,797	12,895	233,493	15,85	233,493	19,474	233,493	23,942	233,493	29,426	233,493	36,141	233,493
316,739	15,474	291,4	19,019	291,4	23,369	291,4	28,731	291,4	35,311	291,4	43,37	291,4
376,635	18,053	346,504	22,189	346,504	27,264	346,504	33,519	346,504	41,196	346,504	50,598	346,504
430,44	20,632	396,005	25,359	396,005	31,159	396,005	38,308	396,005	47,081	396,005	57,826	396,005
475,108	23,211	437,099	28,529	437,099	35,054	437,099	43,096	437,099	52,966	437,099	65,054	437,099
507,594	25,789	466,986	31,699	466,986	38,948	466,986	47,885	466,986	58,851	466,986	72,283	466,986

- Bảng giá trị công suất cần:

Vận tốc	Công suất cần chuyển động
0	0
10	6,599
20	17,616

30	48,023
40	95,593
50	170,216
60	278,657
70	427,677
80	624,042

- Biểu đồ cân bằng công suất:



- + Nhận xét:

- Giá trị giao nhau của công suất tại tay số lớn nhất với công suất cản là vận tốc lớn nhất

2.3.3. Nhân tố động lực học.

- Nhân tố động lực học là tỷ số giữa hiệu số của lực kéo tiếp tuyến P_k và lực cản không khí P_w với trọng lượng toàn bộ của ôtô. Tỷ số này được ký hiệu là “D”

$$D = \frac{P_k - P_w}{G}$$

- Xây dựng biểu đồ

+ Nhân tố động lực học ứng với từng tay số được xác định:

$$D_n = \frac{P_k - P_w}{G} = \left(\frac{M_e \cdot I_{hn} \cdot I_o \cdot I_{pc} \cdot \eta_{tl}}{G \cdot r_b} - \frac{K \cdot F \cdot V^2}{G} \right)$$

+ Nhân tố động lực học theo điều kiện bám của bánh xe với mặt đường:

$$D_\varphi = \frac{P_\varphi - P_w}{G} = \left(\frac{m \cdot \varphi \cdot G_\varphi}{G} - \frac{K \cdot F \cdot V^2}{G} \right)$$

+ Để bảo đảm chuyển động thì

$$D_\varphi \geq D_n \geq \psi$$

- Bảng giá trị nhân tố động lực học ứng với từ vận tốc trong các tay số

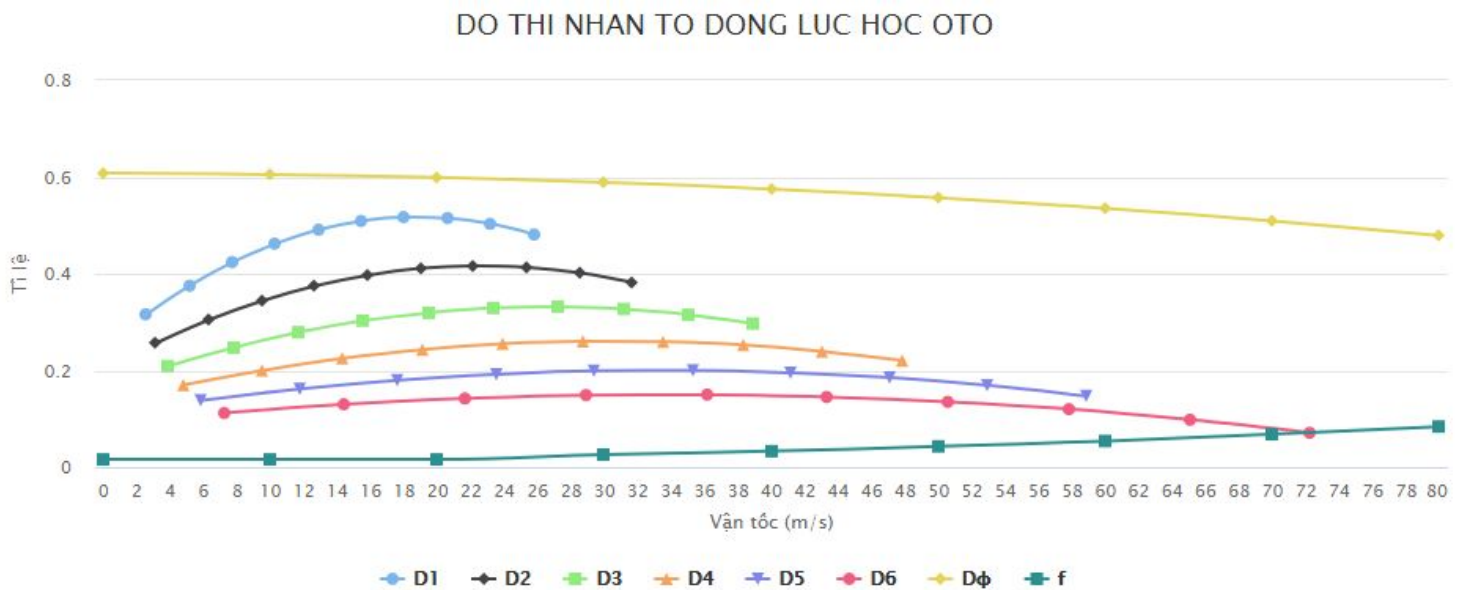
Tay số 1		Tay số 2		Tay số 3		Tay số 4		Tay số 5		Tay số 6	
V1	D1	V2	D2	V3	D3	V4	D4	V5	D5	V6	D6
2,579	0,316	3,17	0,257	3,895	0,209	4,788	0,17	5,885	0,138	7,228	0,112
5,158	0,375	6,34	0,305	7,79	0,247	9,577	0,2	11,77	0,162	14,457	0,13
7,737	0,424	9,51	0,344	11,685	0,279	14,365	0,225	17,655	0,18	21,685	0,142
10,316	0,462	12,68	0,375	15,579	0,303	19,154	0,243	23,541	0,192	28,913	0,149
12,895	0,491	15,85	0,397	19,474	0,319	23,942	0,255	29,426	0,199	36,141	0,15
15,474	0,509	19,019	0,411	23,369	0,329	28,731	0,26	35,311	0,2	43,37	0,145
18,053	0,517	22,189	0,416	27,264	0,332	33,519	0,259	41,196	0,195	50,598	0,135
20,632	0,515	25,359	0,413	31,159	0,327	38,308	0,253	47,081	0,185	57,826	0,12
23,211	0,503	28,529	0,402	35,054	0,315	43,096	0,239	52,966	0,169	65,054	0,098
25,789	0,481	31,699	0,382	38,948	0,297	47,885	0,22	58,851	0,147	72,283	0,071

- Bảng giá trị nhân tố động lực học theo điều kiện cản

Vận tốc	Nhân tố động lực học ĐK bám	Lực cản tổng cộng
0	0,608	0,016
10	0,605	0,016
20	0,599	0,016
30	0,589	0,026

40	0,575	0,033
50	0,557	0,043
60	0,535	0,054
70	0,509	0,068
80	0,479	0,084

- Đồ thị nhân tố động lực học



+ Nhận xét:

- Dạng của đồ thị nhân tố động lực học $D = f(v)$ tương tự như dạng đồ thị lực kéo $P_k = f(v)$; nhưng ở những vận tốc lớn thì đường cong dốc hơn.
- Khi chuyển động ở vùng tốc độ $v > v_{thi}$ (tốc độ v_{thi} ứng với $D_{i max}$ ở từng tay số) thì ô tô chuyển động ổn định, vì trong trường hợp này thì sức cản chuyển động tăng, tốc độ ô tô giảm và nhân tố động lực học D tăng. Ngược lại, vùng tốc độ $v < v_{thi}$ là vùng làm việc không ổn định ở từng tay số của ô tô.

- Giá trị nhân tố động lực học cực đại $D_{1\max}$ ở tay số thấp nhất biểu thị khả năng khắc phục sức cản chuyển động lớn nhất của đường: $D_{1\max} = \psi_{\max}$
- + Vùng chuyển động không trượt của ô tô:
 - Cũng tương tự như lực kéo, nhân tố động lực học cũng bị giới hạn bởi điều kiện bám của các bánh xe chủ động với mặt đường.
 - Nhân tố động học theo điều kiện bám D_{φ} được xác định theo công thức bên trên
 - Để ô tô chuyển động không bị trượt quay thì nhân tố động lực học D phải thỏa mãn điều kiện sau : $\Psi \leq D \leq D_{\varphi}$
 - Vùng giới hạn giữa đường cong D_{φ} và đường cong Ψ trên đồ thị nhân tố động lực học là vùng thỏa mãn điều kiện trên. Khi $D > D_{\varphi}$ trong giới hạn nhất định có thể dùng đường đặc tính cục bộ của động cơ để chống trượt quay nếu điều kiện khai thác thực tế xảy ra.

2.3.4. Xác định khả năng tăng tốc - xây dựng biểu đồ gia tốc chuyển động .

- Từ công thức nhân tố động lực học

$$D = \psi + \frac{\delta_i}{g} . J$$

+ Với:

- Ψ : hệ số cản tổng cộng
- δ_i : hệ số tính đến chuyển động quay
 $\delta_i = 1,05 + 0,05 . I_h^2$

$$\Rightarrow J = (D - f) . \frac{g}{\delta_i}$$

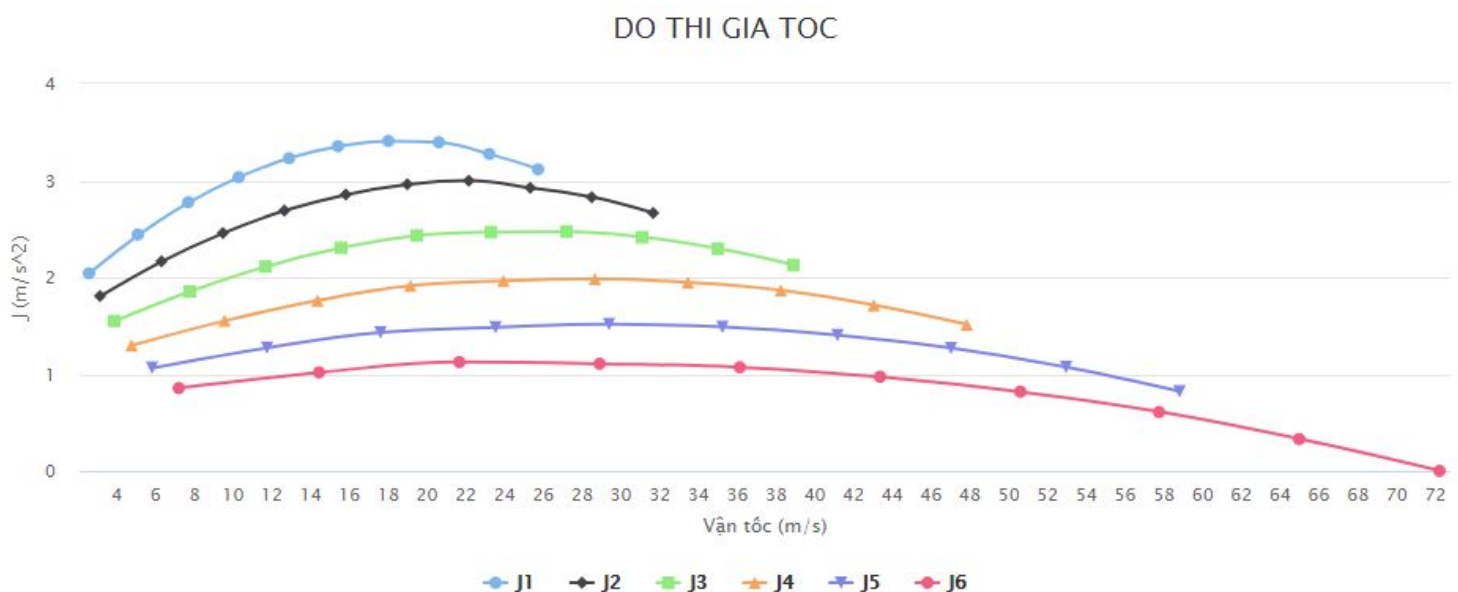
- Ta có bảng giá trị hệ số tính đến chuyển động xoay

	Tay số 1	Tay số 2	Tay số 3	Tay số 4	Tay số 5	Tay số 6
δ_j	1,442	1,309	1,222	1,164	1,125	1,1

- Bảng giá trị gia tốc với từng vận tốc tại các tay số

Tay số 1		Tay số 2		Tay số 3		Tay số 4		Tay số 5		Tay số 6	
V1	J1	V2	J2	V3	J3	V4	J4	V5	J5	V6	J6
2,579	2,041	3,17	1,806	3,895	1,549	4,788	1,298	5,885	1,064	7,228	0,856
5,158	2,442	6,34	2,166	7,79	1,854	9,577	1,551	11,77	1,273	14,457	1,017
7,737	2,776	9,51	2,458	11,685	2,111	14,365	1,761	17,655	1,43	21,685	1,124
10,316	3,034	12,68	2,678	15,579	2,304	19,154	1,913	23,541	1,483	28,913	1,107
12,895	3,231	15,85	2,835	19,474	2,432	23,942	1,963	29,426	1,515	36,141	1,071
15,474	3,354	19,019	2,931	23,369	2,466	28,731	1,982	35,311	1,489	43,37	0,972
18,053	3,408	22,189	2,958	27,264	2,473	33,519	1,947	41,196	1,403	50,598	0,818
20,632	3,395	25,359	2,924	31,159	2,414	38,308	1,865	47,081	1,268	57,826	0,609
23,211	3,274	28,529	2,828	35,054	2,295	43,096	1,712	52,966	1,073	65,054	0,329
25,789	3,115	31,699	2,663	38,948	2,126	47,885	1,513	58,851	0,82	72,283	0,007 \approx 0

- Biểu đồ gia tốc chuyển động của xe.



- Nhận xét

- + Gia tốc cực đại của ô tô lớn nhất ở tay số một và giảm dần đến tay số cuối cùng.
- + Tốc độ nhỏ nhất của ô tô $v_{\min} = 3,181$ (m/s) tương ứng với số vòng quay ổn định nhỏ nhất của động cơ $n_{\min} = 320$ (vòng/phút).

- + Trong khoảng vận tốc từ 0 đến v_{\min} ô tô bắt đầu khởi hành, khi đó, ly hợp trượt và bướm ga mở dần dần.
- + Ở tốc độ $v_{\max} = 72,222$ (m/s) thì $j_v = 0$, lúc đó xe không còn khả năng tăng tốc.

2.3.5. Xác định thời gian tăng tốc - quãng đường tăng tốc

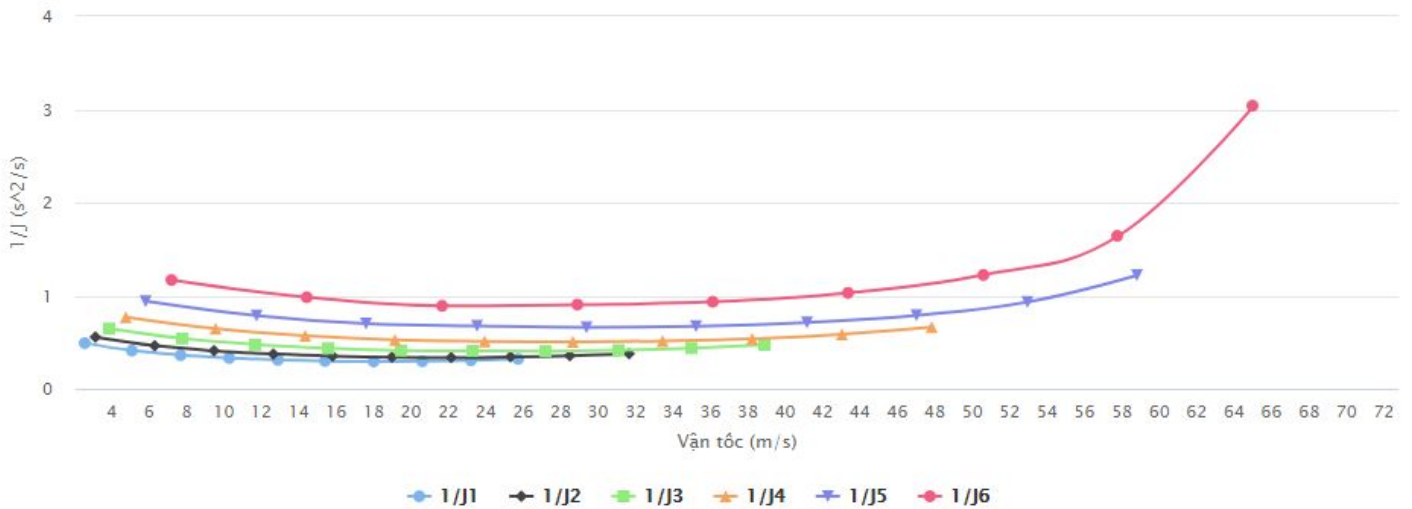
2.3.5.1. Xây dựng đồ thị gia tốc ngược

- Ta có bảng giá trị gia tốc ngược

Tay số 1		Tay số 2		Tay số 3		Tay số 4		Tay số 5		Tay số 6	
V1	1/J1	V2	1/J2	V3	1/J3	V4	1/J4	V5	1/J5	V6	1/J6
2,579	0,49	3,17	0,554	3,895	0,646	4,788	0,77	5,885	0,94	7,228	1,168
5,158	0,41	6,34	0,462	7,79	0,539	9,577	0,645	11,77	0,786	14,457	0,983
7,737	0,36	9,51	0,407	11,685	0,474	14,365	0,568	17,655	0,699	21,685	0,89
10,316	0,33	12,68	0,373	15,579	0,434	19,154	0,523	23,541	0,674	28,913	0,903
12,895	0,31	15,85	0,353	19,474	0,411	23,942	0,509	29,426	0,66	36,141	0,934
15,474	0,298	19,019	0,341	23,369	0,406	28,731	0,505	35,311	0,672	43,37	1,029
18,053	0,293	22,189	0,338	27,264	0,404	33,519	0,514	41,196	0,713	50,598	1,222
20,632	0,295	25,359	0,342	31,159	0,414	38,308	0,536	47,081	0,789	57,826	1,642
23,211	0,305	28,529	0,354	35,054	0,436	43,096	0,584	52,966	0,932	65,054	3,04
25,789	0,321	31,699	0,376	38,948	0,47	47,885	0,661	58,851	1,22	72,283	xxx

- Biểu đồ gia tốc ngược

DO THI GIA TOC NGUOC



2.3.5.2. Cách tính thời gian tăng tốc – quãng đường tăng tốc của ô tô

a) Thời gian tăng tốc

- Từ công thức tính gia tốc :

$$J = \frac{dv}{dt}$$

$$\Rightarrow dt = \frac{1}{J} \cdot dv$$

- Xét ô tô tăng tốc từ v_1 đến v_2 ta có công thức tính thời gian như sau:

$$t = \int_{v_1}^{v_2} \left(\frac{1}{J} \right) \cdot dv$$

$$\text{- Vậy : } \Delta t_i = \left(\frac{v_2 - v_1}{2} \right) \cdot \left(\frac{1}{J_{i1}} + \frac{1}{J_{i2}} \right)$$

$$\Rightarrow \text{Thời gian tăng tốc: } t = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_i$$

b) Quãng đường tăng tốc

- Từ công thức tính vận tốc:

$$v = \frac{ds}{dt}$$

$$\Rightarrow ds = v \cdot dt$$

- Xét quãng đường đi được của ô tô khi tăng tốc v_1 đến v_2 :

$$S = \int_{v1}^{v2} v.dv$$

- Vậy khoảng quãng đường tăng tốc là $\Delta S_i = \left(\frac{V_{i1} + V_{i2}}{2} \right) . \Delta t_i$
- Quãng đường tăng tốc được xác định:

$$S = \Delta S_1 + \Delta S_2 + \dots + \Delta S_n$$

2.3.5.3. Lập bảng tính giá trị thời gian tăng tốc – quãng đường tăng tốc của ô tô

- Khi có xét đến sự mất mát tốc độ và thời gian khi chuyển số.
 - + Sự mất mát về tốc độ khi chuyển số sẽ phụ thuộc vào trình độ người lái,
 - + Kết cấu của hộp số và loại động cơ đặt trên ô tô.
- Tính toán sự mất mát tốc độ trong thời gian chuyển số (giả thiết: người lái xe có trình độ thấp và thời gian chuyển số giữa các tay số là khác nhau): - có xét đến lực cản không khí

$$\Delta v_c = \left(\psi + \frac{K.F.v^2}{G} \right) . \frac{g.t_c}{\delta_i}$$

+ Trong đó:

- ψ : Hệ số cản tổng cộng
(vì xe đi trên đường có độ dốc = 0 nên $\psi = f$)
- t_c : Thời gian chuyển số (chọn = 2 s)
- δ_i : Hệ số tính đến chuyển động quay
($\delta_i = 1,05 + 0,05 * I_{hn}$)

- Quãng đường xe đi được trong quá trình chuyển số là:

$$\Delta S_c = \left[v_i - \left(\psi + \frac{K.F.v^2}{G} \right) . t_c \right] . t_c$$

+ Trong đó:

- v_i : Vận tốc max từng tay số

- t_c : Thời gian chuyển số (chọn=2s)

- Bảng giá trị độ giảm vận tốc, quãng đường đi được:

Chuyển số	Độ giảm vận tốc Δv_c	Quãng đường ΔS_c
Số 1 sang số 2	0,496	51,432
Số 2 sang số 3	0,703	63,21
Số 3 sang số 4	1,006	77,645
Số 4 sang số 5	1,459	95,424
Số 5 sang số 6	2,137	117,212

- Bảng giá trị:

Đặt:

$$- \left(\frac{1}{J_{n+1}} + \frac{1}{J_n} \right) \cdot \frac{1}{2} = J_{tb}; \quad v_{n+1} - v_n = \Delta v; \quad (v_{n+1} + v_n)/2 = V_{tb}$$

- Thời gian tăng tốc: T

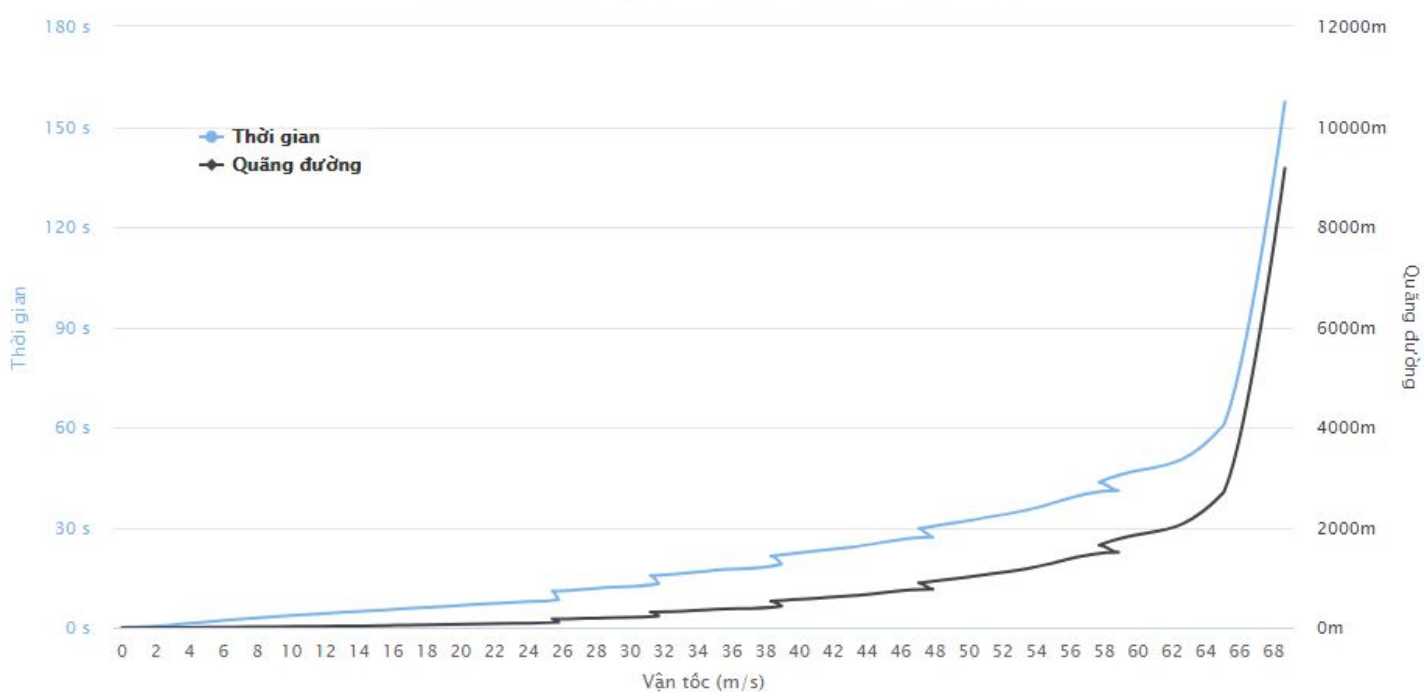
- Quãng đường tăng tốc: S

V	1/J	Δv	J_{tb}	Δt	T	V_{tb}	ΔS	S
0	0	2,579	0,245	0,632	0	1,2895	0,815	0
2,579	0,49	2,579	0,45	1,161	0,632	3,8685	4,491	0,815
5,158	0,41	2,579	0,385	0,993	1,793	6,4475	6,402	5,306
7,737	0,36	2,579	0,345	0,89	2,786	9,0265	8,034	11,708
10,316	0,33	2,579	0,32	0,825	3,676	11,6055	9,575	19,742
12,895	0,31	2,579	0,304	0,784	4,501	14,1845	11,121	29,317
15,474	0,298	2,579	0,2955	0,762	5,285	16,7635	12,774	40,438
18,053	0,293	2,579	0,294	0,758	6,047	19,3425	14,662	53,212
20,632	0,295	2,579	0,3	0,774	6,805	21,9215	16,967	67,874
23,211	0,305	2,578	0,313	0,807	7,579	24,5	19,772	84,841
25,789	0,321	xxx	xxx	xxx	8,386	xxx	xxx	104,613
25,293	0,321	0,066	0,3315	0,022	10,386	25,326	0,557	156,045
25,359	0,342	3,17	0,348	1,103	10,408	26,944	29,719	156,602

28,529	0,354	3,17	0,365	1,157	11,511	30,114	34,842	186,321
31,699	0,376	xxx	xxx	xxx	12,668	xxx	xxx	221,163
30,996	0,376	0,163	0,395	0,064	14,668	31,0775	1,989	284,373
31,159	0,414	3,895	0,425	1,655	14,732	33,1065	54,791	286,362
35,054	0,436	3,894	0,453	1,764	16,387	37,001	65,27	341,153
38,948	0,47	xxx	xxx	xxx	18,151	xxx	xxx	406,423
37,942	0,47	0,366	0,503	0,184	20,151	38,125	7,015	484,068
38,308	0,536	4,788	0,56	2,681	20,335	40,702	109,122	491,083
43,096	0,584	4,789	0,6225	2,981	23,016	45,4905	135,607	600,205
47,885	0,661	xxx	xxx	xxx	25,997	xxx	xxx	735,812
46,426	0,661	0,655	0,725	0,475	27,997	46,7535	22,208	831,236
47,081	0,789	5,885	0,8605	5,064	28,472	50,0235	253,319	853,444
52,966	0,932	5,885	1,076	6,332	33,536	55,9085	354,013	1106,763
58,851	1,22	xxx	xxx	xxx	39,868	xxx	xxx	1460,776
56,714	1,22	1,112	1,431	1,591	41,868	57,27	91,117	1577,988
57,826	1,642	7,228	2,341	16,921	43,459	61,44	1039,626	1669,105
65,054	3,04	3,615	26,77	96,774	60,38	66,8615	6470,455	2708,731
68,669	50,5	xxx	xxx	xxx	157,154	34,3345	xxx	9179,186

2.3.5.4. Vẽ đồ thị thời gian tăng tốc và quãng đường tăng tốc.

DO THỊ THỜI GIAN, QUANG ĐƯỜNG TĂNG TỐC



KẾT LUẬN

Việc tính toán động lực học kéo của ô tô chỉ có ý nghĩa về mặt lý thuyết do tính tương đối của 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 đánh giá chất lượng kéo của ô tô được thực hiện trên đường hoặc trên bộ thử chuyên dùng.