

LỜI NÓI ĐẦU

Ô tô ngày càng được sử dụng rộng rãi ở nước ta như một phương tiện đi lại cá nhân cũng như vận chuyển hành khách, hàng hoá rất phổ biến. Sự gia tăng nhanh chóng số lượng ô tô trong xã hội, đặc biệt là các loại ô tô đời mới đang kéo theo nhu cầu đào tạo rất lớn về nguồn nhân lực phục vụ trong ngành công nghiệp ô tô nhất là trong lĩnh vực thiết kế.

Sau khi học xong giáo trình “ Lý thuyết ô tô - máy kéo ” chúng em được tổ bộ môn giao nhiệm vụ làm bài tập lớn môn học. Vì bước đầu làm quen với công việc tính toán, thiết kế ô tô nên không tránh khỏi những bỡ ngỡ và vướng mắc. Nhưng với sự quan tâm, động viên, giúp đỡ, hướng dẫn tận tình của thầy giáo **HOÀNG VĂN THỨC**, và các thầy giáo trong khoa nên chúng em đã cố gắng hết sức để hoàn thành bài tập lớn trong thời gian được giao. Qua bài tập lớn này giúp sinh viên chúng em nắm được phương pháp thiết kế tính toán ô tô mới như : chọn công suất của động cơ, xây dựng đường đặc tính ngoài của động cơ, xác định tỷ số truyền và thành lập đồ thị cần thiết để đánh giá chất lượng động lực học của ô tô máy kéo, đánh giá các chỉ tiêu của ô tô-máy kéo sao cho năng suất là cao nhất với giá thành thấp nhất. Đảm bảo khả năng làm việc ở các loại đường khác nhau, các điều kiện công tác khác nhau. Vì thế nó rất thiết thực với sinh viên ngành công nghệ kỹ thuật ô tô.

Tuy nhiên trong quá trình thực hiện dù đã cố gắng rất nhiều không tránh khỏi những thiếu sót. Vì vậy chúng em rất mong nhận được sự quan tâm đóng góp ý kiến của các thầy, các bạn để em có thể hoàn thiện bài tập lớn của mình hơn và cũng qua đó rút ra được những kinh nghiệm quý giá cho bản thân nhằm phục vụ tốt cho quá trình học tập và công tác sau này.

Em xin chân thành cảm ơn !

A : Thuyết minh:**B: Trình tự tính toán:*****I: Xác định toàn bộ trọng lượng ô tô;***

Đây là loại xe ô tô du lịch chuyên lưu thông trên các loại đường, có công thức tính toán toàn bộ khối lượng xe như sau:

$$G = G_0 + n_c G_n + G_h$$

Trong đó: G_0 – trọng lượng bản thân ô tô

n_c – số chỗ ngồi trong xe ô tô (cả người lái)

G_n - trọng lượng trung bình của mỗi người

G_h – trọng lượng hành lý

k -Đối với loại xe này ta chọn : $G_0 = 2145 \text{ kg}$

$$n_c = 7$$

$$G_n = 65 \text{ kg}$$

$$G_h = 70 \text{ kg}$$

- Vậy ta có : $G = 2145 + 5.65 + 70 = 2670 \text{ kg}$

II: Chọn lốp

Đối với loại xe này trọng lượng đặt lên bánh xe là 2670 kg ở ô tô du lịch trọng lượng phân bố ra cầu trước và cầu sau gần như là bằng nhau, ở loại xe này ta chọn khối lượng phân bố vào cầu trước là 48,8% , vào cầu sau là 51,2%. Như vậy khối lượng đặt vào cầu trước và cầu sau gần như là tương đương.

Trọng lượng phân bố ra cầu trước: 1303 kg

Trọng lượng phân bố ra cầu sau là: 1367 kg

Do đó lốp trước và lốp sau ta sẽ chọn cùng một loại lốp và theo thông số lốp sau:

- Bánh trước : 225/70 R 19

- Bánh sau : 225/55 R 19

III. Xác định công suất cực đại của động cơ (tối sửa)

Xác định công suất của động cơ ứng với tốc độ cực đại của động cơ (N_{ev}).

$$N_v = \frac{1}{1000\eta_t} (\psi G V_{\max} + K F V_{\max}^3) (kW)$$

$$\psi = i + f = 0,39 + 0,04 = 0,43$$

Trong đó: η_t - Hiệu suất truyền lực

K - Hệ số cản khí động học ($KG.s^2/m^4$)

F - Diện tích cản chính diện. (m^2)

V_{\max} - Vận tốc cực đại của ô tô. (m/s)

G - Trọng lượng toàn bộ ô tô, KG

f - Hệ số cản lăn của mặt đường

*Các thông số lựa chọn:

a. η_t - Hiệu suất truyền lực chính

Để đánh giá sự tổn thất năng lượng trong hệ thống truyền lực người ta dùng hiệu suất trong hệ thống truyền lực (η_t) là tỷ số giữa công bánh xe chủ động và công suất hữu ích của động cơ, thường được xác định bằng công thức thực nghiệm. Khi tính toán ta chọn theo loại xe như sau:

xe du lịch: $\eta_t = 0,90 \dots 0,93$ nên ta chọn $\eta_t = 0,93$

b, K - Hệ số cản khí động học :

Hệ số cản khí động học phụ thuộc vào mật độ không khí, hình dạng chất lượng bề mặt của ô tô ($KG.s^2/m^4$). K được xác định bằng thực nghiệm:

Đối với xe du lịch: đối với ô tô con thùng xe không có mui

$$K = 0,04 \dots 0,05 \quad (kG.s^2/m^4)$$

$$\text{ta chọn } K = 0,04 \quad (kG.s^2/m^4)$$

c, F - Diện tích cản chính diện

Diện tích cản chính diện của ô tô là diện tích hình chiếu của ô tô lên mặt phẳng vuông góc với trục dọc của xe ô tô (m^2). Việc xác định diện tích có

nhieu khó khăn, để đơn giản trong tính toán người ta dùng công thức gần đúng sau:

$$\text{Đối với xe ô tô con: } F = m B_0 \cdot H_0 \text{ (m}^2\text{)}$$

Trong đó: B_0 - Chiều rộng toàn bộ của ô tô (m)

H_0 - Chiều cao toàn bộ của ô tô (m)

Ta chọn các thông số là: $B_0 = 1,983$ (m) xe du lịch 7 chỗ ngồi

$H_0 = 1,69$ (m) , xe du lịch 7 chỗ

Do đó $F = 2,681$ (m²)

-Các thông số đã cho: $V_{\max} = 240$ km/h = 66,68 (m/s)

$$f = 0,012$$

áp dụng công thức ta có:

$$N_V = \frac{1}{1000\eta_t} (\psi G V_{\max} + K F V_{\max}^3) = \frac{1}{1000 \cdot 0,93} (0,43 \cdot 2670 \cdot 66,68 + 0,04 \cdot 2,681 \cdot 66,68^3) = 116,48 \text{ (kW)}$$

Căn cứ vào loại động cơ để tìm công suất cực đại của nó

$$N_{e\max} \frac{N_V}{a\lambda + b\lambda^2 - c\lambda^3} \quad (\text{CV})$$

Trong đó : a,b,c -Các hệ số thực nghiệm, đối với động cơ xăng ta

chọn: a = b = c = 1

Đối với động cơ xăng không có bộ phận hạn chế số vòng quay ta chọn

$$\lambda = 1,1$$

$$N_{e\max} \frac{N_V}{a\lambda + b\lambda^2 - c\lambda^3} = \frac{116,48}{1 \cdot 1,1 + 1 \cdot 1,1^2 - 1 \cdot 1,1^3} = 118,98 \text{ kW}$$

IV. Xác định thể tích công tác của động cơ

Thể tích công tác của động cơ được tính theo công thức sau:

$$V_c = \frac{17,5 \cdot 10^5 \cdot z \cdot N_{e\max}}{p_{eN} \cdot n_N}$$

Trong đó:

p_{eN} - áp suất hữu ích trung bình ứng với công suất lớn nhất của động cơ

$p_{eN} = 0,45 - 0,6$ (Mpa) chọn $p_{eN} = 0,45$ Mpa

đổi sang đơn vị (pa): $p_{eN} = 0,45 \cdot 10^6$ pa

n_N – số vòng quay của động cơ ứng với công suất lớn nhất

z – số kỳ của động cơ

$N_{\max} = 118,98$ (kw)

$$\text{Vậy: } V_c = \frac{17,5 \cdot 10^5 \cdot z \cdot N_{\max}}{p_{eN} \cdot n_N} = \frac{17,5 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 118,98}{0,45 \cdot 10^6 \cdot 5800} = 0,32(l)$$

Sau khi xác định được N_{\max} , V_c căn cứ vào loại động cơ có sẵn trên thị trường để chọn loại động cơ phù hợp hoặc đặt chế tạo loại động cơ mới.

V. Xác định tỷ số truyền của truyền lực chính

Tỷ số truyền lực chính (i_0) được xác định đảm bảo tốc độ chuyển động cực đại của ô tô ở số truyền cao nhất trong hộp số. (i_0) được xác định theo

$$\text{công thức: } i_0 = \frac{\pi n_v \cdot r_b}{30 \cdot i_{ht} \cdot i_{pc} \cdot V_{\max}}$$

Trong đó: n_v – tốc độ vòng quay trục khuỷu động cơ khi đạt vận tốc lớn nhất (v/ph)

r_b – bán kính của bánh xe (m)

i_{pc} – tỷ số truyền của hộp số phụ hoặc hộp phân phối ở tỷ số truyền cao nhất

i_{ht} – tỷ số truyền cao nhất trong hộp số

V_{\max} – vận tốc lớn nhất của ô tô (km/h)

Thông số cho trước: $V_{\max} = 240$ (km/h)

Thông số lựa chọn:

$$+ i_{ht} = 1$$

+ r_b : bán kính của bánh xe. Khi tính toán sức kéo đối

tượng nghiên cứu không phải là bánh xe thì ta có thể coi gần đúng:

$$r_b = \lambda r_0 \quad (*)$$

Trong đó: r_0 – bán kính thiết kế của bánh xe

λ – hệ số kể đến sự biến dạng của lốp đối với lốp có áp suất

cao ta chọn: $\lambda = 0,950$

$$\text{mà: } r_0 = \left(B + \frac{d}{2} \right) \cdot 25,4 \text{ (mm)}$$

với: $B=8,9$ -là bề rộng của lốp (inch)

$d=19$ -là đường kính vành bánh xe (inch)

$$r_0 = \left(8,9 + \frac{19}{2} \right) \cdot 25,4 = 467,36 \text{ (mm)} = 0,467 \text{ (m)}$$

thay vào (*) ta có bán kính làm việc trung bình của bánh xe

$$r_k = r_b = 0,467 \cdot 0,95 = 0,44 \text{ (m)}$$

Mặt khác:

$$\text{Ta có: } n_v = \lambda \cdot n_N \quad (\text{v/ph})$$

Trong đó:

- n_N số vòng quay trục khuỷu ứng với công suất lớn nhất (v/ph)

- đối với động cơ xăng không hạn chế số vòng quay thì $\lambda = 1-1,1$, ta chọn

$$\lambda = 1,1$$

$$\text{Suy ra: } n_v = 1,1 \cdot 5800 = 6380 \text{ (v/ph)}$$

$$\text{Vậy: } i_o = \frac{\pi n_v r_b}{30 i_{ht} i_{pc} V_{\max}} = \frac{3,14 \cdot 6380 \cdot 0,44}{30 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{240}{3,6}} = 4,25$$

(do xe không có hộp số phụ nên ta không tính i_{pc} trong này)

VI. Xác định tỷ số truyền của hộp số và hộp số phụ (nếu có)

1. Xác định tỷ số truyền của hộp số

a. Xác định tỷ số truyền của tay số 1

Tỷ số truyền của tay số 1 được xác định dựa trên cơ sở đảm bảo khắc phục được sức cản lớn nhất của mặt đường mà không bị trượt:

$$p_{\psi \max} \leq p_{kl} \leq p_{\varphi}$$

Do đó i_{hl} được xác định theo điều kiện cân chuyển động:

$$i_{hl} = \frac{G \psi_{\max} r_b}{M_{e \max} i_o i_{pc} \eta_{tl}}$$

Trong đó :

ψ_{\max} - hệ số cản cực đại của đường mà ô tô có thể khắc phục được

G - trọng lượng toàn bộ của xe (kg)

r_b - bán kính của bánh xe

$M_{e\max}$ - mô men xoắn cực đại của động cơ

i_0 - tỷ số truyền của truyền lực chính

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

η_{tl} - hiệu suất truyền lực

+ Các thông số đã cho: $M_{e\max} = 40 \text{ kg.m} = 400\text{Nm}$ (xe tham khảo BMW X6)

+ Các thông số lựa chọn:

$$\psi_{\max} = 0,43$$

$$\eta_{tl} = 0,93$$

+ Các thông số đã tính toán trong các phần trên:

$$G = 2670 \text{ (kg)}$$

$$r_b = 0,467 \text{ (m)}$$

$$i_0 = 4,25$$

Thay các thông số vào công thức ta được:

$$i_{hl} = \frac{2670 \cdot 0,43 \cdot 0,467}{40 \cdot 4,25 \cdot 0,93} = 3,39$$

(do xe không có hộp số phụ nên ta không tính i_{pc} trong công thức này)

Mặt khác lực kéo cực đại của ô tô bị hạn chế bởi điều kiện bám cho nên khi tính i_{hl} xong ta phải kiểm tra lại theo điều kiện bám:

$$i_{hl} \leq \frac{G_{\varphi} \cdot \varphi \cdot r_b \cdot m_p}{M_{e\max} \cdot i_0 \cdot i_{pc} \cdot \eta_{tl}}$$

Trong đó : m_p - hệ số phân bố lại tải trọng lên cầu chủ động khi truyền lực kéo

Đối với cầu trước: $m_p = 0,8 - 0,9$ chọn $m_p = 0,9$

Đối với cầu sau : $m_p = 1,1 - 1,2$

G_{φ} - trọng lượng phân bố lên cầu chủ động

Đối với loại xe này trọng lượng phân bố lên cầu trước khi có tải là:

$G_{b1}=1303 \text{ kg}$, cầu sau $G_{b2}=1367 \text{ kg}$

φ - hệ số bám cực đại giữa lốp với đường

φ có thể chọn trong khoảng: 0,6 - 0,8 chọn $\varphi=0,8$

Vậy ta kiểm tra điều kiện bám:

$$3,39 = i_{hl} \leq \frac{G_{\varphi} \cdot \varphi \cdot r_b \cdot m_p}{M_{e_{max}} \cdot i_0 \cdot i_{pc} \cdot \eta_{tl}} = \frac{2670 \cdot 0,8 \cdot 0,467 \cdot 0,9}{40 \cdot 4,25 \cdot 0,93} = 5,6$$

$\Rightarrow i_{hl}=4,53 \Rightarrow$ Đảm bảo yêu cầu

b. Tỷ số truyền trung gian.

*** phương pháp phân phối theo cấp số nhân**

Công bội được xác định theo biểu thức:

$$q = \sqrt[n-1]{\frac{i_{hl}}{i_{hn}}} = \sqrt[6-1]{\frac{4,53}{1}} = 1,35$$

Trong đó: n – số cấp trong hộp số

i_{hl} - tỷ số truyền tay số 1

i_{hn} - tỷ số truyền tay số cuối cùng trong hộp số

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

$$i_{hi} = \frac{i_{h(n-1)}}{q} = \frac{i_{hl}}{q^{i-1}}$$

Trong đó: i_{hi} – tỷ số truyền tay số thứ i trong hộp số ($i=2,3,\dots,n-1$)

suy ra: $i_2= 3,3$

$i_3= 2,48$

$i_4=1,84$

$i_5=1,36$

$i_6=1$

*** Tỷ số truyền của số cao nhất trong hộp số:**

Đối với hộp số có số truyền thẳng: $i=1$

Đối với hộp số có số truyền tăng, chọn i_{hn} trong khoảng $i_{hn} = 0,8 \dots 0,9$.
 Khi sử dụng số truyền tăng phải tính kiểm tra lại động lực học xem ở tỷ số truyền tăng công suất kéo có đủ hay không

* **Tỷ số truyền số lùi: (i_l)**

Tỷ số truyền số lùi trong hộp số thường được chọn trong khoảng

$$i_l = (1,1 \dots 1,3) i_{hl}$$

Trong đó: i_{hl} - tỷ số truyền tay số 1

Đối với xe này ta chọn tỷ số truyền số lùi như sau:

$$i_l = 1,3 \cdot 3,59 = 5,9$$

Chú ý: Khi chọn tỷ số truyền số lùi ta phải kiểm tra lại điều kiện bám

VII: Xây dựng đường đặc tính ngoài của động cơ xăng không có bộ phận hạn chế số vòng quay.

Những động cơ không có bộ phận hạn chế số vòng quay thường được đặt trên những ô tô du lịch và ở một số xe tải tải trọng nhỏ

Đường đặc tính của động cơ nhận được bằng cách thí nghiệm động cơ trên bệ thử, khi cho động cơ làm việc ở chế độ cung cấp nhiên liệu cực đại, tức là mở bướm ga hoàn toàn ta sẽ nhận được đường đặc tính ngoài của động cơ, nếu bướm ga mở ở các vị trí khác nhau sẽ cho ta các đường đặc tính cục bộ. Như vậy ứng với mỗi loại động cơ sẽ có một đường đặc tính ngoài nhưng sẽ có rất nhiều đường đặc tính cục bộ.

Khi không có đường đặc tính tốc độ ngoài bằng thực nghiệm, ta có thể xây dựng đường đặc tính nói trên nhờ công thức thực nghiệm của S.R.Lây Đecman.

Công suất tại số vòng quay n_e của động cơ:

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

Trong đó: N_e - công suất hữu ích của động cơ

n_e - số vòng quay của trục khuỷu

N_{\max} -công suất có ích cực đại

n_N - số vòng quay ứng với công suất cực đại

a, b, c – các hệ số thực nghiệm được chọn theo từng loại

động cơ

đối với động cơ xăng ta chọn: $a = b = c = 1$

để tính toán N_e được nhanh chóng ta chọn: $k = \left[a \frac{n_e}{n_N} + b \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^2 - c \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^3 \right]$

lúc này $N_e = N_{\max} \cdot k$

đại lượng k được xác định nhanh chóng theo bảng sau:

$\frac{n_e}{n_N}$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
k	0,232	0,363	0,496	0,625	0,744	0,847	0,928	0,981	1,00	0,98
N_e (kW)	27,6	43,1	59	74,35	88,5	100,7 6	110,4	116,7	118, 97	116, 6

Từ các điểm trên ta sẽ xây dựng được đồ thị $N_e=f(n_e)$ với số vòng quay và công suất cực đại tại giá trị $\frac{n_e}{n_N} = 1,0$ và $k=1,00$ và tốc độ lớn nhất tại giá

trị $\frac{n_e}{n_N} = 1,1$ và $k= 0,98$

Khi có đồ thị $N_e=f(n_e)$ ta có thể xây dựng đồ thị mômen quay của động cơ theo công thức sau:

$$M_e = \frac{10^4 \cdot N_e}{1,047 \cdot n_e} \text{ (kG.m)}$$

M_e : đơn vị tính : (N.m)

N_e - tính theo đơn vị là: (KW)

$$1\text{CV(mã lực)} = 0,7355 \text{ KW}$$

$$1\text{kGm} = 9,80665 \text{ N.m}$$

hoặc ta có thể tính M_e theo công thức sau:

$$M_e = 716 \cdot \frac{N_e}{n_e} \quad (\text{kG.m})$$

nên sau khi tính M_e ta quy đổi ra kGm theo hệ số chuyển đổi ở trên.

Ngoài ra để vẽ đồ thị công suất và momen quay của động cơ phụ thuộc số vòng quay ta cần chú ý đến mối quan hệ giữa công suất và moment quay bằng hệ thức liên hệ S.R.Lây.Đecman sau đây:

$$M_{\max} = 1,25M_N \text{ và } n_M = 0,5n_N$$

Trong đó: M_{\max} - moment quay cực đại của động cơ

M_N – moment quay khi ở công suất cực đại N_{\max}

n_M – số vòng quay khi moment quay cực đại M_{\max}

n_N - số vòng quay khi ở công suất cực đại N_{\max}

Để xây dựng đường đặc tính công suất và đường đặc tính moment quay được thuận lợi khỏi nhầm lẫn ta đặt những trị số tính toán vào bảng sau:

$\frac{n_e}{n_N}$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
K	0,23 2	0,36 3	0,496	0,625	0,74 4	0,847	0,928	0,981	1,00	0,98
N_e (kW)	27,6	43,1	59	74,35	88,5	100,7 6	110,4	116,7	118, 97	116,6
M_e kG.m	64,6	33,6	27,7	24,92	23,07	21,5	19,93	18,3	16,4	14,4

Từ các thông số trên ta đã xây dựng được đường đặc tính ngoài của động cơ xăng.

Đồ thị đường đặc tính ngoài động cơ xăng không hạn chế số vòng quay được biểu diễn trên Ao

Từ công thức: $N_v = \frac{1}{1000\eta_t} (\psi G V_{\max} + K F V_{\max}^3)$

ta đã tính được $N_{ev} = 116,47$ (kW)

công suất này được biểu diễn ở điểm A trên đồ thị (hình 1) nghĩa là tương ứng với số vòng quay n_v của động cơ và số vòng quay n_v (tốc độ vòng quay trục của khuỷu động cơ khi đạt tốc độ lớn nhất) là 5800 (v/ph). Vị trí điểm A nằm bên phải vị trí điểm B. Điểm B là điểm ứng với công suất cực đại của động cơ $N_{\max} = 118,97$ (kW) có số vòng quay tương ứng là $n_N = 5186$ (v/ph)

Số vòng quay tại $n_{\min} = 306$ của trục khuỷu là số vòng quay nhỏ nhất mà động cơ có thể làm việc ở chế độ toàn tải. khi tăng số vòng thì môment và công suất của động cơ tăng lên. môment xoắn đạt giá trị cực đại $M_{\max} = 40$ kG.m ở số vòng quay $n_M = 5000$ và công suất đạt giá trị cực đại $N_{\max} = 118,97$ (kW) ở số vòng quay $n_N = 5800$ (v/ph). Động cơ ô tô chủ yếu làm việc trong vùng $n_M - n_N$.

Khi tăng số vòng quay của trục khuỷu lớn hơn giá trị n_N thì công suất sẽ giảm, chủ yếu là do sự nạp hỗn hợp khí kém đi và do tăng tổn thất ma sát trong động cơ. Ngoài ra khi tăng số vòng quay sẽ làm tăng tải trọng động gây hao mòn nhanh các chi tiết động cơ. Vì thế khi thiết kế ô tô du lịch thì số vòng quay của trục khuỷu động cơ tương ứng với tốc độ cực đại của ô tô trên đường nhựa tốt nằm ngang không vượt quá 10 - 20 % so với số vòng quay của n_N .

VIII. Lập đồ thị cân bằng công suất của động cơ

Đồ thị cân bằng công suất của ô tô là đồ thị biểu thị mối quan hệ giữa công suất phát ra của động cơ và các công suất cản trong quá trình chuyển động ô tô phụ thuộc với tốc độ chuyển động hoặc số vòng quay của trục khuỷu động cơ.

Ta có phương trình cân bằng công suất: $N_e = N_T + N_f \pm N_i \pm N_j \pm N_\omega$

Trong đó:

N_f – công suất tiêu hao để khắc phục lực cản lăn

N_e – công suất của động cơ, lấy theo đường đặc tính ngoài.

N_T – công suất tiêu hao dùng cho hệ thống truyền lực

N_i – công suất tiêu hao để khắc phục lực cản lên dốc

N_ω - công suất tiêu hao để khắc phục lực cản không khí

N_j – công suất tiêu hao để khắc phục lực cản quán tính

chú ý:

N_i – lấy dấu (+) khi xe chuyển động lên dốc

- lấy dấu (-) khi xe chuyển động xuống dốc

N_j - lấy dấu (+) khi xe chuyển động tăng tốc

- lấy dấu (-) khi xe chuyển động giảm tốc

Trong trường hợp tổng quát ta có phương trình cân bằng công suất:

$$N_k = N_e - N_t = N_e \eta_{tl} = N_f + N_i + N_\omega \pm N_j$$

Ta có:

$$N_f = G \cdot f \cdot v \cdot \cos \alpha$$

$$N_i = G \cdot v \cdot \sin \alpha$$

$$N_j = \delta_i \cdot \frac{G}{g} \cdot j \cdot v$$

$$N_\omega = k \cdot F \cdot v^3 = W \cdot v^3$$

Với:

G: trọng lượng của ô tô

f: hệ số cản lăn

v: vận tốc của ô tô

W: nhân tố cản của không khí

α : góc dốc của mặt đường

Phương trình cân bằng công suất của ô tô có thể biểu diễn bằng đồ thị

$$N = f(v),$$

chúng ta xây dựng đường công suất kéo: $N_{kt} = N_e \cdot \eta_{tl}$

N_e – lấy theo đường đặc ngoài, $N_e = f(n_e)$

Chuyển tốc độ quay của động cơ thành tốc độ quay của ô tô:

$$V_i = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_e \cdot r_b}{60 i_i} = 0,1047 \cdot \frac{r_b \cdot n_e}{i_0 \cdot i_{hi} \cdot i_{pc}}$$

Trong đó: i_{hi} – tỷ số truyền của hệ thống truyền lực ở tay số thứ i

n_e – tốc độ vòng quay nhỏ nhất của trục khuỷu (v/ph)

r_b – bán kính của bánh xe (m)

i_0 – tỷ số truyền của truyền lực chính

Lập bảng giá trị - v_i

n_e	306	916	1526	2136	2746	3356	3966	4576	5186	5800
v_1 (km/h)	3,79	11,2	18,6	26,1	33,55	41	48,47	55,9	63,37	70,87
v_2 (km/h)	3,84	11,4	19,1	26,8	34,48	42,12	49,8	57,9	65,1	72,8
v_3 (km/h)	5,11	15,3	25,5	35,6	45,86	56,65	66,25	76,4	86,6	96,19
v_4 (km/h)	6,8	20,6	34,36	48,08	61,8	75,56	89,3	103,0 2	116,8	130,5 7
v_5 (km/h)	9,32	27,9	46,48	65,86	83,64	102,2	120,8	139,4	157,9 6	176,7
v_6 (km/h)	12,6	37,9	63,2	88,5	113,7	134,0 2	164,3	189,6	214,8	240,0

Tính công suất phát ra tại các bánh xe chủ động (N_{kt})

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

với $n_N = 5800$ (v/ph) ; $N_{\max} = 118,97$ (kW)

N_{f6} (CV)	4,7	15,3	24,92	34,8	44,69	55,37	65,26	75,15	88,04	94,9
N_{w6} (CV)	0,05	1,68	2,6	200,8	44,2	80,1	137,6	210,2	304,5	423,6
N_C (CV)	4,75	16,7	32,52	55,6	88,9	139,4	202,9	285,3	389,5	518,5

Đồ thị cân bằng công suất của động cơ được biểu diễn trên giấy Ao

IX. Lập đồ thị cân bằng lực kéo.

Đồ thị cân bằng lực kéo là đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa lực kéo phát ra tại bánh xe chủ động p_k và các lực cản chuyển động phụ thuộc vào vận tốc chuyển động của ô tô, nghĩa là: $p_k = f(v)$

Từ lý thuyết ta đã biết phương trình cân bằng lực kéo tổng quát của ô tô như sau: $P_k = P_j + P_w + P_i + P_j + P_{mk}$

Trong đó:

P_k – là lực kéo tiếp tuyến của bánh xe chủ động(kg) N_ω

$P_j = fG\cos\alpha$ – lực cản lăn (kg)

$P_w = \frac{KFV^2}{(3.6)^2}$ – lực cản của không khí (kg)

$P_i = G\sin\alpha$ – lực cản lên dốc(kg)

$P_j = \frac{G}{g}\delta_{ij}$ – lực cản tăng tốc(kg)

P_{mk} – lực cản kéo móc(kg)

Lực kéo của bánh xe chủ động được tính theo công thức sau:

$$P_k = \frac{M_k}{r_{bx}} = \frac{M_e \cdot i_h \cdot i_0 \cdot n_h}{r_{bx}}$$

$$P_k = \frac{716 \cdot N_e \cdot i_h \cdot i_0 \cdot \eta_{tl}}{r_{bx} \cdot n_e}$$

Trong đó:

M_k - mô men xoắn của bánh xe chủ động (kgm)

r_{bk} - bán kính lăn của bánh xe chủ động (m)

$r_{bk} = 0,467$ (m)

M_e - mô men xoắn của trục khuỷu động cơ (kgm)

N_e - công suất động cơ (CV)

n_e - số vòng quay của động cơ ứng với N_e (vòng/phút)

i_0 - Tỷ số truyền của truyền lực chính

$i_0 = 4,25$

i_h - Tỷ số truyền của hộp số tùy từng tay số tính toán

$i_{h1} = 3,39$ $i_{h4} = 1,84$

$i_{h2} = 3,3$ $i_{h5} = 1,36$

$i_{h3} = 2,48$ $i_{h6} = 1$

η_{tl} - Hiệu suất truyền lực chung của ô tô , $\eta_{th} = 0,93$

Tính tỉ số P_k ở các số truyền khác nhau ta lập bảng sau:

BẢNG GIÁ TRỊ LỰC KÉO										
n_e	306	916	1526	2136	2746	3356	3966	4576	5186	5800
N_e (CV)	27,6	43,1	59	74,35	88,5	100,87	110,4	116,7	118,97	116,59
v_1	3,79	11,2	18,6	26,1	33,55	41	48,47	55,9	63,37	70,87

(km/h)										
P _{k1}	1857,9	966,6	742,4	715,5	662,1	616,2	571,7	523,6	471,5	412
v ₂ (km/h)	3,84	11,4	19,1	26,8	34,48	42,12	49,8	57,9	65,1	72,8
P _{k2}	1803	946,9	773,1	696,1	644,5	600,4	556,6	509,9	458,8	401,9
v ₃ (km/h)	5,11	15,3	25,5	35,6	45,86	56,65	66,25	76,4	86,6	96,19
P _{k3}	1355,5	707,1	581,1	523,1	485,4	451,2	418,3	383,3	34,8	301,1
v ₄ (km/h)	6,8	20,6	34,36	48,08	61,8	75,56	89,3	103,02	116,8	130,57
P _{k4}	1005,7	524,6	431,1	388,2	359,3	334,7	310,3	284,4	255,8	224,1
v ₅ (km/h)	9,32	27,9	46,48	65,86	83,64	102,2	120,8	139,4	157,96	176,7
P _{k5}	743,3	387,7	318,6	286,8	256,6	247,4	229,4	210,1	189,1	165,6
v ₆ (km/h)	12,6	37,9	63,2	88,5	113,7	134,02	164,3	189,6	214,8	240,0
P _{k6}	546,5	285,1	234,2	210,9	195,3	181,9	168,6	154,5	134,5	121,8

Xây dựng đồ thị lực cản:

Để đạt tốc độ cực đại thì ô tô chỉ có thể đạt được trên đường bằng và không kéo móc, do đó khi xây dựng đồ thị cân bằng lực kéo ta coi

$$P_i = P_j = P_m = 0$$

do đó thành phần lực chỉ bao gồm cản lăn và cản gió:

$$P_c = P_f + P_\omega = G \cdot f + \frac{KFV^2}{13} (kG)$$

Trong đó:

G- Trọng lượng toàn bộ xe ô tô 2670 (kG)

f- Hệ số cản lăn của đường va lốp

K- Hệ số cản khí động học = 0,04 kG.s²/m⁴;

F- Diện tích cản chính diện = 2,681 m²

V- Vận tốc chuyển động của ô tô km/h.

$$p_f = p_{\psi} = G.f = 2670.0,04 = 106,8$$

Từ đó ta có bảng giá trị $P_{\psi} + P_{\omega}$ như sau:

V (Km/h)	13	38	63	88	112	140	165	190	215	240
P_{ω}	1,4	12	32	63	106	161	224	297	381	475
$P_{\omega} + P_{\psi}$	108,2	118,8	138,8	169,8	212,8	267,8	330,8	403,8	487,8	581,8

Đồ thị cân bằng lực kéo của ô tô được biểu diễn trên giấy Ao

Trên trục tung ta đặt các giá trị của lực kéo tiếp tuyến ứng với các số truyền khác nhau của hộp số $p_{KI}, p_{KII}, p_{KIII}, \dots$ trên trục hoành ta đặt các giá trị của vận tốc. đồ thị biểu diễn quan hệ giữa các lực nói trên và vận tốc chuyển động của ô tô, được gọi là đồ thị cân bằng lực kéo của ô tô

Sau đó ta xây dựng đường lực cản của mặt đường $P_{\psi} = f(v)$. Nếu hệ số cản lăn và độ dốc của mặt đường không đổi thì đường lực cản tổng $P_{\psi} + P_{\omega}$ của mặt đường P_{ψ} là một đường nằm ngang vì chúng không phụ thuộc vào vận tốc chuyển động của ô tô (đường song song với trục hoành).

Tiếp theo đó xây dựng đường cong lực cản không khí P_{ω} , đây là một đường cong bậc 2 phụ thuộc vào vận tốc chuyển động của ô tô. Các giá trị của đường cong lực cản không khí được đặt trên đường cong lực cản tổng cộng

của mặt đường P_{ψ} . Như vậy ta đã được đường cong tổng hợp là tổng số lực cản của mặt đường P_{ψ} và lực cản không khí P_{ω} , nghĩa là $P_{\psi} + P_{\omega}$. Đường cong giữa lực kéo tiếp tuyến $P_{kIV} = f(v)$ và đường cong $P_{\psi} + P_{\omega} = f(v)$ cắt nhau tại điểm A, khi chiếu điểm A xuống trục hoành, ta được vận tốc lớn nhất của ô tô $v_{\max} = 240 \text{ km/h}$. Tương ứng với các vận tốc khác nhau của ô tô, thì các tung độ nằm giữa các đường cong lực kéo tiếp tuyến P_k và đường cong lực cản tổng cộng $P_{\psi} + P_{\omega}$ nằm về bên trái của điểm A là lực kéo dư của ô tô, ký hiệu là P_d , lực kéo dư nhằm để tăng tốc ô tô hoặc ô tô chuyển động lên dốc với vận tốc góc tăng lên.

Chú ý, tại giao điểm A ô tô không còn khả năng tăng tốc và khắc phục độ dốc cao hơn.

X. Lập đồ thị đặc tính động lực học của ô tô

Chỉ tiêu về lực kéo chưa đánh giá được chất lượng động lực học của ô tô này so với ô tô khác. Bởi vì nếu hai ô tô có cùng lực kéo bằng nhau thì ô tô nào có nhân tố cản không khí bé hơn thì có chất lượng động lực học tốt hơn, và cho dù hai ô tô có cùng nhân tố cản đi nữa ô tô nào có trọng lượng bé hơn cũng tốt hơn. Chính vì vậy để đánh giá đúng đắn chất lượng động lực học của ô tô này so với ô tô khác ta đưa ra khái niệm nhân tố động lực học.

$$D = \frac{P_k - P_{\omega}}{G} = \left(\frac{M_e \cdot i_{ti} \cdot \eta_{tl}}{r_b} - \frac{KFV^2}{13} \right) \cdot \frac{1}{G}$$

Chuyển tốc độ quay của động cơ thành tốc độ của ô tô

$$V_i = 0,377 \cdot \frac{n_e \cdot r_k}{i_{ti}} \quad (\text{km/h})$$

Trong công thức trên:

P_k : Lực kéo tiếp tuyến (kG).

P_w : Lực cản không khí (kG).

M_e : Mô men xoắn của động cơ lấy theo đường đặc tính ngoài (kG.m)

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

η_{tl} : Hiệu suất truyền lực

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

K : Hệ số cản khí động học ($\text{kG.s}^2/\text{m}^4$).

F : Diện tích cản chính diện (m^2).

V : Vận tốc chuyển động của ô tô (km/h).

G : Trọng lượng toàn bộ ô tô (kG).

n_e : Tốc độ vòng quay trục khuỷu (vòng/ phút).

Từ các thông số trên ta có bảng giá trị:

n_e (v/p)	306	916	1526	2136	2746	3356	3966	4576	5186	5800
M_e kG.m	64,6	33,6	27,7	24,9	23,0	21,5	19,9	18,3	16,4	14,4
V_1	3,79	11,2	18,6	26,1	33,5	41	48,4	55,9	63,3	70,8
					5		7		7	7

D ₁	0,69	0,36	0,29	0,26	0,24	0,22	0,2	0,18	0,14	0,13
V ₂	3,84	11,4	19,1	26,8	34,4 8	42,1 2	49,8	57,9	65,1	72,8
D ₂	0,67	0,35	0,28	0,25	0,23	0,21	0,2	0,18	0,14	0,13
V ₃	5,11	15,3	25,5	35,6	45,8 6	56,6 5	66,2 5	76,4	86,6	96,1 9
D ₃	0,5	0,19	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,1	0,08
V ₄	6,8	20,6	34,3 6	48,0 8	61,8	75,5 6	89,3	103, 02	116, 8	130, 57
D ₄	0,37	0,11	0,15	0,13	0,12	0,1	0,09	0,07	0,05	0,03
V ₅	9,32	27,9	46,4 8	65,8 6	83,6 4	102, 2	120, 8	139, 4	157, 96	176, 7
D ₅	0,27	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02
V ₆	12,6	37,9	63,2	88,5	113, 7	134, 02	164, 3	189, 6	214, 8	240, 0
D ₆	0,2	0,1	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01

Đồ thị nhân tố động lực của ô tô được biểu diễn trên giấy Ao

Trong quá trình sử dụng thực tế, không phải lúc nào ô tô cũng tải đầy và tải trọng hàng hoá cũng như hành khách có thể thay đổi trong một phạm vi khá lớn như các loại ô tô vận tải, thậm chí có thể thay đổi nhiều hơn nữa nếu ô tô có kéo móc.

Từ biểu thức tính toán nhân tố động lực học ta nhận xét rằng: Giá trị nhân tố động lực học của ô tô tỷ lệ nghịch với trọng lượng toàn bộ của nó. Điều này cho phép chúng ta tính được nhân tố động lực học của ô tô tương ứng với trọng lượng bất kỳ nào đó theo công thức: $D_x \cdot G_x = D \cdot G$

$$\text{Hay: } D_x = D \cdot \frac{G}{G_x}$$

Trong đó:

G_x : Trọng lượng toàn bộ của ô tô khi chở với tải trọng thay đổi (gồm trọng lượng thiết kế G_0 và trọng lượng hàng thực tế chất lên xe G_{ex}).

D_x : Nhân tố động lực học của ô tô tương ứng với trọng lượng mới

G : Trọng lượng của ô tô khi đầy tải (Gồm trọng lượng thiết kế G_0 và trọng lượng chở hàng, hành khách theo định mức G_e).

D : Nhân tố động lực học của ô tô tương ứng với khi đầy tải

Để xác định đặc tính động lực của xe khi chở với tải trọng thay đổi ta phải lập đồ thị D tương ứng gọi là đồ thị tia.

$$\text{Ta có: } \operatorname{tg} \alpha = \frac{D}{D_x} = \frac{G_x}{G}$$

Với: α : Là góc nghiêng của các tia ứng với số phần trăm tải trọng sử dụng từ trục hoành.

Ta đem chất tải lên xe theo số phần trăm tải trọng định mức, ta sẽ xác định được trọng lượng toàn bộ của xe với trọng lượng chở hàng thực tế, từ đó ta tìm ra được góc α tương ứng với số phần trăm tải trọng nói trên. Ta thành lập theo bảng sau:

% Tải trọng tính theo tải	Quy ra trọng lượng	$G_x = G_0 + G_{ex}$	$G = G_0 + G_e$	α (độ)
------------------------------	-----------------------	----------------------	-----------------	------------------

trọng định mức	G_{ex} (kG)			
0	0	2610	3130	39,69
20%	104	2714	3130	41,02
40%	208	2818	3130	42
60%	312	2922	3130	42,92
80%	416	3026	3130	44,13
100%	520	3130	3130	45
120%	624	3234	3130	45,85
140%	728	3338	3130	46,94
160%	832	3442	3130	47,73
180%	936	3546	3130	48,49
200%	1040	3650	3130	49,48

Dựa vào bảng trên, ta xây dựng được đồ thị dạng tia của nhân tố động lực học khi tải trọng thay đổi. Xác định độ dốc lớn nhất của đường i mà xe có thể khắc phục được ở mỗi số truyền

Ta có: $D = f + i$

$\Rightarrow i = D - f$ Với: $i = \operatorname{tg}\alpha$

Trong đó:

$f = 0,04$: Hệ số cản lăn mặt đường

Số truyền	D_{\max}	Tốc độ V_{\max}	$i = \operatorname{tg}\alpha$	
-----------	------------	-------------------	-------------------------------	--

		(km/h) của xe ứng với lực D_{\max}		α (độ)
1	0,69	70,8	0,20	11,31
2	0,67	72,8	0,16	9,10
3	0,5	96,19	0,13	7,41
4	0,37	130,57	0,10	5,71
5	0,27	176,7	0,09	5,21
6	0,2	240	0,07	4,0

XI. Lập đồ thị gia tốc của ô tô.

Gia tốc của xe được xác định theo công thức:

$$j = (D + \psi) \cdot \frac{g}{\delta}$$

Trong đó:

D -nhân tố động lực của xe

ψ -hệ số cản tổng cộng của đường

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

δ -hệ số tính đến ảnh hưởng của các khối lượng quay xe khi tăng tốc

Để đơn giản khi tính HĐ 1: ta tính với trường hợp xe tăng tốc trên đường bằng ở các số truyền. Do đó $\psi = f(i=0) = 0.04$ (Đã tính ở phần trước)

Trị số δ có thể tính theo công thức gần đúng:

$$\delta = 1,03 + ai_h^2$$

với $a=0.05 \div 0.07$

i_h là tỉ số truyền của hộp số ở số h .

Đối với loại xe du lịch này ta lấy $a=0.05$

Ta có bảng giá trị cho từng tay số:

$$i_1 = 3,39 \Rightarrow \delta = 1,6$$

$$i_4 = 1,84 \Rightarrow \delta = 1,19$$

$$i_2 = 3,3 \Rightarrow \delta = 1,57$$

$$i_5 = 1,36 \Rightarrow \delta = 1,12$$

$$i_3 = 2,8 \Rightarrow \delta = 1,33$$

$$i_6 = 1 \Rightarrow \delta = 1,08$$

Tay số 1:

$$i_1 = 3,39 \Rightarrow \delta = 1,6$$

V_1	3,79	11,2	18,6	26,1	33,55	41	48,47	55,9	63,37
D_1	0,69	0,36	0,29	0,26	0,24	0,22	0,2	0,18	0,14
J_1	4,48	2,45	2,02	1,84	1,72	1,59	1,47	1,35	1,1
$1/J_1$	0,21	0,41	0,5	0,54	0,58	0,63	0,68	0,74	0,91

Tay số 2:

$$i_2 = 3,3 \Rightarrow \delta = 1,57$$

V_2	3,84	11,4	19,1	26,8	34,48	42,12	49,8	57,9	65,1
D_2	0,67	0,35	0,28	0,25	0,23	0,21	0,2	0,18	0,14
J_2	4,44	2,44	2,00	1,81	1,69	1,56	1,5	1,37	1,12
$1/J_2$	0,23	0,41	0,5	0,55	0,59	0,64	0,67	0,73	0,89

Tay số 3

$$i_3 = 2,8 \Rightarrow \delta = 1,33$$

V_3	5,11	15,3	25,5	35,6	45,86	56,65	66,25	76,4	86,6
D_3	0,5	0,19	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,1
J_3	3,98	1,7	1,84	1,7	1,55	1,4	1,33	1,18	1,03
$1/J_3$	0,25	0,59	0,54	0,59	0,65	0,71	0,75	0,85	0,97

Tay số 4

$$i_4 = 1,84 \Rightarrow \delta = 1,19$$

V_4	6,8	20,6	34,36	48,08	61,8	75,56	89,3	103,02	116,8	130,57
D_4	0,37	0,11	0,15	0,13	0,12	0,1	0,09	0,07	0,05	0,03
J_4	3,38	1,24	1,56	1,4	1,32	1,15	1,07	0,91	0,74	0,58
$1/J_4$	0,3	0,8	0,64	0,71	0,76	0,87	0,93	1,1	1,35	1,73

Tay số 5

$$i_5 = 1,36 \Rightarrow \delta = 1,12$$

V_5	9,32	27,9	46,48	65,86	83,64	102,2	120,8	139,4	157,96	176,7
D_5	0,27	0,14	0,11	0,09	0,07	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02
J_5	2,72	1,58	1,31	1,14	0,96	0,88	0,7	0,61	0,61	0,53
$1/J_5$	0,37	0,63	0,76	0,88	1,04	1,14	1,43	1,63	1,63	1,90

Tay số 6:

$$i_6 = 1 \Rightarrow \delta = 1,08$$

V_6	12,6	37,9	63,2	88,5	113,7	134,02	164,3	189,6	214,8
D_6	0,2	0,1	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01
J_6	2,18	1,27	0,91	0,64	0,64	0,55	0,55	0,45	0,45
$1/J_6$	0,46	0,79	1,10	1,57	1,57	1,83	1,83	2,2	2,2

Đồ thị gia tốc và gia tốc ngược của ô tô được biểu diễn trên giấy A_o

Từ biểu thức
$$j = \frac{dv}{dt};$$

Ta suy ra :
$$dt = \frac{1}{j} dv;$$

Thời gian tăng tốc của ô tô từ tốc độ v_1 đến vận tốc v_2 sẽ là:

$$t = \int_{v_1}^{v_2} \frac{1}{j} dv$$

tích phân này không thể giải được bằng phương pháp giải tích, do nó không có quan hệ phụ thuộc chính xác về giải tích giữa sự tăng tốc của ô tô j và vận tốc chuyển động của chúng v . nhưng tích phân này có thể giải được bằng đồ thị dựa trên cơ sở đặc tính động lực học hoặc dựa vào đồ thị gia tốc của ô tô $j = f(v)$. Để tiến hành xác định thời gian ta cần xây dựng đường cong gia tốc nghịch ở mỗi số truyền khác nhau, nghĩa là xây dựng đồ thị $1/j = f(v)$.

ở đây ta xây dựng đồ thị $1/j = f(v)$ ở số cao nhất của hộp số.

Để tiện lợi cho tính toán lập đồ thị $1/j$ theo tốc độ V ta chọn tỷ lệ biểu diễn trên trục hoành ta chia ra các khoảng tốc độ 5– 10 m/s; 10 – 15 m/s...

Theo đó ta xây dựng được bảng số liệu sau.

v(km/h)	2	6	10	13	17	21	25	29	33	36
v(km/h)	7	21	35	48	61	76	90	103	117	130
Ne	306	916	1526	2136	2746	3356	3966	4576	5186	5800
Ne	27,6	43,1	59	74,35	88,5	100,8	110,4	116,7	118,97	116,4
Me	64,6	33,6	27,7	24,92	23,07	21,5	19,93	18,3	16,4	14,4
D	0,37	0,11	0,15	0,13	0,12	0,1	0,09	0,07	0,05	0,03
J	7,6	5,1	4,7	4,6	4,5	4,3	4,2	4,1	3,9	3,7
1/J	0,11	0,14	0,21	0,21	0,22	0,23	0,23	0,24	0,25	0,27

Từ các số liệu ở bảng trên ta xây dựng được đồ thị gia tốc ngược

Chúng ta lấy một phần diện tích nào đó tương ứng với khoảng biến thiên vận tốc dv , phần diện tích được giới hạn bởi đường cong $1/j$, trục hoành và hai tung độ tương ứng với sự biến thiên vận tốc dv , sẽ biểu thị thời gian

tăng tốc của ô tô. Tổng cộng tất cả các diện tích nhỏ này lại, ta được đồ thị thời gian tăng tốc của ô tô từ vận tốc v_1 đến vận tốc v_2 và xây dựng được đồ thị thời gian tăng tốc của ô tô phụ thuộc vào vận tốc chuyển động của ô tô $t = f(v)$.

Giả sử ô tô tăng tốc từ vận tốc 13m/s lên vận tốc 17m/s thì cần có khoảng thời gian xác định bằng diện tích (I).

Từ đồ thị gia tốc ngược ta xác định được diện tích (I) = 1,65 (S).

Giả sử ô tô tăng tốc từ vận tốc 17m/s lên vận tốc 21m/s thì cần có khoảng thời gian xác định bằng diện tích (I) + diện tích (II)

Từ đồ thị gia tốc ngược ta xác định được diện tích (I) = 1,65 (S). và (II) = 1,87. vậy thời gian để ô tô tăng tốc từ vận tốc 13m/s lên vận tốc 21m/s cần khoảng thời gian bằng diện tích (I) + (II) sẽ là $1,65 + 1,87 = 3,51$ (S).

Giả sử ô tô tăng tốc từ vận tốc 21m/s lên vận tốc 25m/s thì cần có khoảng thời gian xác định bằng diện tích (I) + diện tích (II) + diện tích (III)

Từ đồ thị gia tốc ngược ta xác định được diện tích (I) = 1,65(S). (II) = 1,87(S) và (III) = 3,51(S) vậy thời gian để ô tô tăng tốc từ vận tốc 13m/s lên vận tốc 25m/s cần khoảng thời gian bằng diện tích (I) + (II) + (III) sẽ $1,65 + 1,87 + 3,51 = 5,16$ (S).

Giả sử ô tô tăng tốc từ vận tốc 25m/s lên vận tốc 29m/s thì cần có khoảng thời gian xác định bằng diện tích (I) + diện tích (II) + diện tích (III) + diện tích (IV)

Từ đồ thị gia tốc ngược ta xác định được diện tích (I) = 1,65 (S). (II) = 1,87(S) , (III) = 3,51(S) và (IV) = 5,16(S). vậy thời gian để ô tô tăng tốc từ vận tốc 13m/s lên vận tốc 29m/s cần khoảng thời gian bằng diện tích (I) + (II) + (III) + (IV) = 10,32(S).

Giả sử ô tô tăng tốc từ vận tốc 29m/s lên vận tốc 33m/s thì cần có khoảng thời gian xác định bằng diện tích (I) + diện tích (II) + diện tích (III) + diện tích (IV) + diện tích (V)

Từ đồ thị gia tốc ngược ta xác định được diện tích (I) = 1,65 (S). (II)=1,87(S) , (III) = 3,51(S) , (IV) =5,16(S), (V)=10,32 (S) .Vậy thời gian để ô tô tăng tốc từ vận tốc 13m/s lên vận tốc 33m/s cần khoảng thời gian bằng diện tích (I)+(II)+(III) +(IV) +(V) =20,64 (S).

Giả sử ô tô tăng tốc từ vận tốc 33m/s lên vận tốc 36m/s thì cần có khoảng thời gian xác định bằng diện tích (I) + diện tích (II) + diện tích (III) + diện tích (IV) + diện tích (V) + diện tích (VI)

Từ đồ thị gia tốc ngược ta xác định được diện tích (I) = 1,65 (S). (II)=1,87(S) , (III) = 3,51(S) , (IV) =5,16(S), (V)=10,32 (S),(VI)=20,64 (S).

Vậy thời gian để ô tô tăng tốc từ vận tốc 13m/s lên vận tốc 36m/s cần khoảng thời gian bằng diện tích (I)+(II)+(III) +(IV) +(V) +(VI)=41,28 (S).

Để thuận lợi cho xây dựng đồ hi thời gian tăng tốc ta xây dựng bảng số liệu sau

ô tô tăng tốc từ vận tốc	Thời gian tăng tốc
13m/s lên 17m/s	1,65 (S)
17m/s lên 21m/s	3,51 (S)
21m/s lên 25m/s	5,16 (S)
25m/s lên 29m/s	10,32 (S)
29m/s lên 33m/s	20,64 (S)
33m/s lên 36m/s	41,28 (S)

Sau khi xác định được mối quan hệ phụ thuộc giữa thời gian tăng tốc và tốc độ chuyển động rời, ta có thể xác định quãng đường mà ô tô đi được sau thời gian tăng tốc và gọi là quãng đường tăng tốc.ta có

Từ biểu thức $v = \frac{ds}{dt}$;

Ta suy ra : $ds = vdt$;

Từ quãng đường tăng tốc s trong phạm vi biến đổi của tốc độ từ v_1 đến v_2 được xác định từ biểu thức sau;

$$s = \int_{v_1}^{v_2} v dt ;$$

tích phân này cũng không thể giải được bằng phương pháp giải tích, do nó cũng không có quan hệ phụ thuộc chính xác về giải tích giữa thời gian tăng tốc và vận tốc chuyển động của ô tô. vì vậy chúng ta cũng áp dụng phương pháp giải bằng đồ thị trên cơ sở đồ thị thời gian tăng tốc của ô tô.

Chúng ta lấy một phần nào đó diện tích tương ứng với khoảng biến thiên thời gian dt , phần diện tích được giới hạn bởi đường cong thời gian tăng tốc, trục tung và hai hoành độ tương ứng với độ biến thiên thời gian dt , sẽ biểu thị quãng đường tăng tốc của ô tô. tổng cộng tất cả các diện tích nhỏ này lại, ta được quãng đường tăng tốc của ô tô từ vận tốc v_1 đến v_2 và xây dựng được đồ thị quãng đường tăng tốc của ô tô phụ thuộc vào vận tốc chuyển động của chúng. Giả sử ô tô tăng tốc từ vận tốc 13m/s lên vận tốc 17m/s thì ô tô đi được quãng xác định bằng diện tích (I). diện tích (I) = $12,55$ (m). Giả sử ô tô tăng tốc từ vận tốc 25m/s lên vận tốc 30m/s thì ô tô đi được quãng xác định bằng diện tích (II). diện tích (II) = $38,26$ (m). Giả sử ô tô tăng tốc từ vận tốc 30m/s lên vận tốc 35m/s thì ô tô đi được quãng xác định bằng diện tích (III). diện tích (III) = $67,30$ (m). Giả sử ô tô tăng tốc từ vận tốc 35m/s lên vận tốc 40m/s thì ô tô đi được quãng xác định bằng diện tích (IV). diện tích (IV) = $102,60$ (m). Giả sử ô tô tăng tốc từ vận tốc 40m/s lên vận tốc 45m/s thì ô tô đi được quãng xác định bằng diện tích (V). diện tích (V) = $162,53$ (m). Tương tự ta có diện tích (VI) = $75,94$ (m).

Để thuận lợi cho xây dựng đồ thị thời gian tăng tốc ta xây dựng bảng số liệu sau :

ô tô tăng tốc từ vận tốc	Quãng đường tăng tốc
17m/s lên 21m/s	2,13 (m)

21m/s lên 25m/s	5,7 (m)
25m/s lên 30m/s	13,6 (m)
30m/s lên 35m/s	31,64 (m)
35m/s lên 40m/s	65 (m)
40m/s lên 45m/s	75,94 (m)

Đồ thị quãng đường tăng tốc của ô tô được biểu diễn trên giấy A_o