

**XÁC ĐỊNH KHẢ NĂNG LÀM VIỆC CHO XE Ô TÔ TẢI THACO HD 72
THEO ĐIỀU KIỆN KÉO, BÁM KHI CHUYỂN CHỖ HÀNG HÓA
TẠI KHU VỰC NÔNG THÔN MIỀN NÚI PHÍA BẮC**

PGS, TS. Lê Văn Thái - Đại học Thành Đông

Lethaikh59@gmail.com; ĐT: 0912726745

ThS. Lê Thái Hà – Đại học Lâm nghiệp

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả xây dựng mô hình tính toán khả năng kéo, bám của xe ô tô tải Thaco HD72 chuyên chở hàng hóa trên đường giao thông nông thôn miền núi phía bắc. Từ đó, vận dụng lý thuyết ô tô để xây dựng biểu thức xác định trọng lượng toàn bộ cần thiết của xe, đáp ứng điều kiện kéo, bám, đảm bảo cho xe chuyển động bình thường trên đường. Nhờ đó mà tính toán được trọng lượng toàn bộ của xe theo điều kiện kéo và bám trên một số loại đường khác nhau (đường nhựa, đường bê tông và đường đất khô và ướt...) với độ dốc dọc của đường từ 0° đến 15° ở các số truyền khác nhau. Kết quả đạt được sẽ là căn cứ cho việc xác định khả năng làm việc của xe trong điều kiện địa hình cụ thể cũng như giúp người lái lựa chọn tay số, tải trọng chuyên chở phù hợp với điều kiện thực tế.

Từ khóa: Khả năng làm việc, điều kiện kéo, bám, xe tải Thaco HD72, chuyên chở hàng hóa, độ dốc dọc, trọng lượng toàn bộ ...

SUMMARY

This paper presents the results of building a model to calculate the capacity of traction and adhesion of Thaco HD72 trucks when transporting goods on rural roads in the northern mountainous region. Applying automobile theory to build an expression to determine the necessary total weight of the vehicle to meet the conditions of traction and adhesion to ensure the vehicle's movement on road. Based on that, the total weight of the vehicle can be calculated according to the traction and adhesion conditions on a number of different types of roads (asphalt, concrete surface, dry and wet dirty roads...) with the longitudinal slope of the road from 0° to 15° degrees with different transmissions of the gear box. The results obtained will be the basis for determining the vehicle's ability to work in specific terrain conditions as well as helping the driver choose the right gear and carrying load in accordance with the actual conditions.

Keywords: Working capacity, traction and adhesion conditions, Thaco HD72 truck, cargo handling, vertical slope, total weight, etc.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo Chiến lược phát triển ngành công nghệ ô tô ở Việt Nam đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2035: Năm 2020, sản lượng xe tải được sản xuất trong nước là 97.960 chiếc, đạt 78% so

với nhu cầu nội địa. Theo quy hoạch, đến năm 2035 tổng số xe sản xuất tại Việt Nam đạt 1.531.400 chiếc, trong đó xe tải đạt 587.900 chiếc [5].

Thaco Auto là tập đoàn hàng đầu về lĩnh vực sản xuất, lắp ráp ô tô đáp ứng

nhu cầu thị trường trong nước và xuất khẩu. Tập đoàn có một tổ hợp sản xuất lắp ráp ô tô đặt tại Khu Công nghiệp Chu Lai gồm 7 nhà máy và hơn 400 Showroom trải dài trên khắp các tỉnh thành Việt Nam từ Bắc đến Nam [6].

Xe ô tô tải Thaco HD72 thuộc loại xe tải hạng nhẹ được sản xuất và lắp ráp tại Việt Nam, xe có chất lượng vượt trội, nhiều tính năng ưu việt như động cơ Diesel, 4 kỳ, 4 xi-lanh, turbo tăng áp, làm mát bằng nước, hệ thống truyền lực với ly hợp 1 đĩa, ma sát khô, dẫn động thủy lực, trợ lực chân không và hộp số với 5 số tiến, 1 số lùi, xe được trang bị phanh ABS, có phanh xả khí khi leo đèo dốc, đặc biệt giá cả hợp lý (khoảng 450 triệu) [7]. Với những ưu điểm đó nên xe được lựa chọn rất phổ biến để chuyên chở hàng hóa ở khu vực nông thôn miền núi nước ta.

Do đặc thù của đường nông thôn miền núi phía bắc là đường dốc, trơn, nhiều loại mặt đường khác nhau...cho nên việc nghiên cứu xác định khả năng kéo, bám cho xe ô tô tải Thaco HD72 khi chuyên chở hàng hóa trên đường giao thông nông thôn miền núi phía bắc là cần thiết và có ý nghĩa thực tiễn cao. Kết quả nghiên cứu đạt được là cơ sở làm cho việc đưa ra các chỉ dẫn, khuyến cáo giới hạn phạm vi hoạt động nhằm khai thác, sử dụng xe ô tô hiệu quả và hợp lý.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

- Thiết bị nghiên cứu: Xe ô tô tải Thaco HD72 sản xuất, lắp ráp tại Việt Nam;

- Đường giao thông nông thôn miền núi phía bắc với những đặc điểm đặc trưng sau: Loại đường phổ biến bao gồm: Đường nhựa, đường bê tông và đường đất với tình trạng mặt đường: khô sạch và mặt đường ướt sau mưa; Độ dốc dọc nghiên cứu được chọn từ tiêu chuẩn Quốc gia thiết kế đường giao thông nông thôn miền núi từ ba loại đường là A, B và C tương ứng với độ dốc dọc lớn nhất lần lượt là 11%, 13% và 15%. Chọn loại đường khó khăn nhất là loại C với độ dốc dọc lớn nhất là 15% (tương đương $8,6^0$), để mở rộng phạm vi làm việc cho xe, ta chọn loại đường D với độ dốc dọc tối đa đến 25% tương đương 15^0 [4].

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp kế thừa tài liệu: Thu thập, sưu tầm các tài liệu chuyên môn liên quan đến lĩnh vực động lực học dọc của xe ô tô để làm cơ sở cho việc nghiên cứu lý thuyết.

2.2.2. Phương pháp nghiên cứu lý thuyết: Sử dụng lý thuyết ô tô, cơ học kỹ thuật để xây dựng mô hình tính toán về khả năng kéo, bám của xe để làm cơ sở cho việc xác định khả năng làm việc của xe ô tô Thaco72 khi chuyên chở hàng hóa trên các loại đường với độ dốc dọc khác nhau ở các số truyền của hộp số.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Giới thiệu thông số kỹ thuật của xe ô tô tải Thaco HD72

Xe ô tô tải Thaco HD72 được sản xuất và lắp ráp ở Việt Nam có các thông số kỹ thuật ghi trong bảng 1 [3].

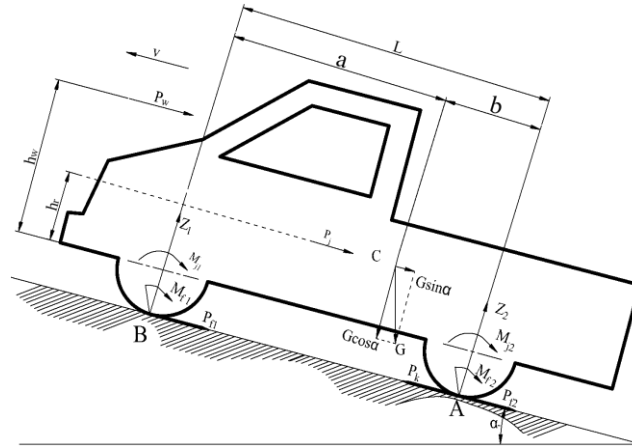
Bảng 1. Thông số kỹ thuật của ô tô Thaco HD72

Thông số	Giá trị	Đơn vị
Kích thước tổng thể (D x R x C)	6.740 x 2.170 x 2.290	mm
Kích thước lọt lòng thùng (D x R x C)	4.880 x 2.030 x 390	mm
Chiều dài cơ sở	3.735	mm
Tọa độ trọng tâm (axbxh)	2,365 x 1,470 x 1,30	m
Vệt bánh xe	1.650/1.495	trước/sau
Khoảng sáng gầm xe	235	mm
Bán kính vòng quay nhỏ nhất	7,3	m
Khả năng leo dốc	38,1%	%
Tốc độ tối đa	104	km/h
Dung tích thùng nhiên liệu	100	Lít
Trọng lượng bản thân	3.000	Kg
Tải trọng cho phép	3.500	Kg
Trọng lượng toàn bộ	6.695	Kg
Trọng lượng phân bố lên trục 1	2350	Kg
Trọng lượng phân bố lên trục 2	4345	Kg
Số chỗ ngồi	03	Chỗ
Công suất cực đại/Tốc độ quay	96 kW(130PS)/2900 v/p	Ps/rpm
Mô men xoắn cực đại	38 kG.m (372N.m)/ 1800 vòng/phút	N.m/rpm
Ly hợp	01 đĩa, ma sát khô, dẫn động thủy lực, trợ lực chân không	
Số tay	Cơ khí, 5 số tiến, 1 số lùi	
Tỷ số truyền hộp số chính	$i_{h1}=5,380; i_{h2}=3,208;$ $i_{h3}=1,700; i_{h4}=1,000;$ $i_{h5}=0,722; i_R=5,38$	
Tỷ số truyền cuối	5.428	
Thông số lốp	7.50-16(7.50R16) / 7.50-16(7.50R16)	Trước/sau

3.2. Khả năng kéo, bám của xe ô tô chuyên chở hàng hóa trên mặt đường dốc dọc

3.2.1. Xây dựng mô hình tính toán khả năng kéo, bám của xe ô tô Thaco HD72

Khi ô tô chuyên chở hàng hóa trên mặt đường dốc dọc, xét cho trường hợp nguy hiểm hơn, đó là trường hợp xe ô tô vận chuyển hàng hóa lên dốc. Sơ đồ phân tích các lực, mô men tác dụng lên xe ô tô Thaco HD72 trong trường hợp chuyển động lên dốc như hình 1.



Hình 1. Sơ đồ lực, mô men tác dụng lên xe ô tô khi chuyển động lên dốc

Khi chuyển động lên dốc, xe ô tô sẽ chịu tác dụng của các lực và các mômen sau:

+ Trọng lượng toàn bộ của xe ô tô G (bao gồm tự trọng của xe ô tô, 3 người ngồi trên xe và tải trọng chuyên chở theo thiết kế);

+ Lực cản lăn: P_{f1}, P_{f2} ; (lực cản lăn trên các bánh xe trước và sau);

+ Lực cản không khí: P_w ;

+ Lực cản quán tính: P_j ;

+ Lực kéo tiếp tuyến tại bánh xe chủ động: P_k ;

+ Mômen xoắn ở cầu chủ động: M_k ;

$$\Rightarrow Z_1 = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot (b - fr_{bx}) - (G \cdot \sin \alpha + P_j + P_w) \cdot h_r}{L} \quad (1)$$

$$\text{và} \quad Z_2 = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot (a + fr_{bx}) + (G \cdot \sin \alpha + P_j + P_w) \cdot h_r}{L} \quad (2)$$

Trong đó:

G - Trọng lượng toàn bộ của xe ô tô, (N);

L - Chiều dài cơ sở của xe ô tô, (m);

+ Mômen cản lăn ở các bánh xe: M_{fi}

+ Mômen quán tính ở các bánh xe: M_{ji}

+ Phản lực pháp tuyến tại bánh xe trước và sau Z_1, Z_2 .

3.2.2. Xác định giá trị các lực tác dụng lên xe ô tô khi chuyển động lên dốc

3.2.2.1. Phản lực pháp tuyến ở các bánh xe ô tô

Để xác định phản lực pháp tuyến ở các bánh xe ô tô Z_1 và Z_2 bằng cách thiết lập các phương trình cân bằng mômen đối với điểm A và B, sau đó biến đổi (coi $h_w \approx h_r$) ta có:

a, b - Khoảng cách từ trọng tâm đến trục bánh xe trước và sau, (m);

h_r - Tọa độ chiều cao trọng tâm của xe ô tô, (m);

h_w - Khoảng cách từ điểm đặt lực cản của không khí đến mặt đường, (m).

α - Góc dốc của đường trong mặt phẳng dọc, (độ);

P_i - Lực cản lên dốc, (N);

P_w - Lực cản của không khí, (N);

P_j - Lực cản quán tính khi xe ô tô khi chuyển động không ổn định, (N);

3.2.2.2. Xác định lực kéo tiếp tuyến ở bánh xe chủ động theo các số truyền

Lực kéo tiếp tuyến được xác định theo biểu thức: $P_k = \frac{M_k}{r_k}$ (3)

Trong đó: M_k - Mô men xoắn ở bánh chủ động, khi xe chuyển động ổn định được xác định theo biểu thức:

$$M_k = M_e \cdot i_t \cdot \eta_t \quad (4)$$

r_k - Bán kính đặt lực P_k , thông thường được tính từ bán kính lăn của bánh xe:

$$r_k = r_{bx} \cdot \lambda \quad (5)$$

r_{bx} - Bán kính bánh xe, theo ký hiệu của lớp xe trong catalogue (7.5R16) ta có:

$$r_{bx} = \frac{D}{2} + H \quad (6)$$

Từ thông số của lớp xe ta tính:

$$r_{bx} = \frac{D}{2} + H = \frac{40,64}{2} + 16,76 = 37,08 \text{ (cm)}$$

λ - là hệ số kể đến ảnh hưởng của sự biến dạng lốp xe, chọn: $\lambda = 0,945$, [1].

Vậy ta có: $r_k = 0,945 \cdot 37,08 \text{ (cm)} = 35 \text{ (cm)} = 0,35 \text{ (m)}$.

M_e - Mô men xoắn cực đại trên trục động cơ, $M_e = 372 \text{ Nm}$ (bảng 1)

i_t - Tỷ số truyền chung của hệ thống truyền lực:

$$i_t = i_{hi} \cdot i_c \quad (7)$$

Với i_{hi} - Tỷ số truyền của hộp số ở số truyền i ;

i_c - Tỷ số truyền của truyền lực chính, $i_c = 5,428$ (bảng 1);

η_t - Hiệu suất chung của hệ thống truyền lực, chọn $\eta_t = 0,86$, [1];

Thay các công thức (4) và (5) vào công thức (3) ta có:

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_t \cdot \eta_t}{r_{bx} \cdot \lambda} \quad (8)$$

Thay các giá trị (M_e, i_t, r_{bx}, η_t và λ) vào công thức (8) ta sẽ xác định được lực kéo tiếp tuyến ở các số truyền khác nhau, kết quả tính toán được ghi ở bảng 2.

Bảng 2. Lực kéo tiếp tuyến tại bánh xe chủ động ở các số truyền khác nhau

Số truyền	Tỷ số truyền hộp số	Tỷ số truyền chung	$M_e \cdot i_t \cdot \eta_t$	Lực kéo tiếp tuyến (N)
1	5,38	29,20	9341,66	26690,45
2	3,208	17,41	5569,80	15913,71
3	1,7	9,23	2952,86	8436,74
4	1,0	5,428	1736,52	4961,48
5	0,722	3,92	1254,08	3583,08

3.2.2.3. Xác định lực bám của xe ô tô

Lực bám P_φ được xác định theo công thức sau:

$$P_\varphi = \varphi.Z_2 \quad (9)$$

$$P_\varphi = \frac{G.\cos\alpha.(a + fr_{bx}) + (G.\sin\alpha + P_j + P_w).h_r}{L}.\varphi \quad (10)$$

3.2.2.4. Xác định các lực cản chuyển động

Tổng các lực cản tác dụng lên ô tô trong trường hợp chuyển động lên dốc được xác định theo công thức:

$$\sum P_c = P_{f1} + P_{f2} + P_i + P_j + P_w \quad (11)$$

Trong đó:

a) *Lực cản lăn chuyển động của xe ô tô (P_{f1}, P_{f2})*

- Lực cản lăn chuyển động của xe tại các bánh xe được xác định theo công thức:

$$P_f = (P_{f1} + P_{f2}) = (Z_1 + Z_2).f = f.G.\cos\alpha \quad (12)$$

c) *Lực cản do độ dốc (P_i)*

Lực cản độ dốc (P_i) khi xe chuyển động lên dốc được xác định theo công thức: $P_i = G.\sin\alpha$ (13)

d) *Lực cản của không khí (P_w)*

Bằng thực nghiệm đã xác định lực cản không khí của xe ô tô khi chuyển động theo công thức:

$$\sum P_c = fG\cos\alpha + G\sin\alpha + \delta_i \frac{G}{g} J + KFv_0^2 \quad (17)$$

3.2.3. Điều kiện đảm bảo cho xe ô tô chuyển động bình thường trên đường

a) *Tính theo điều kiện kéo*

Điều kiện xe ô tô chuyển động đảm bảo điều kiện kéo (động cơ không quá tải) cần thỏa mãn bất đẳng thức sau: $(P_k \geq \sum P_c)$ (18)

b) *Tính theo điều kiện bám*

Giá trị của hệ số bám φ tùy thuộc vào từng loại đường và tình trạng mặt đường.

Thay Z_2 từ công thức (2) vào công thức (9) ta có:

$$P_w = K.F.v_0^2 \quad (14)$$

e) *Lực cản quán tính*

Lực cản quán tính P_j xuất hiện khi xe ô tô chuyển động không ổn định (lúc tăng tốc, lúc giảm tốc), được xác định theo công thức:

$$P_j = \delta_i \frac{G}{g} j \quad (15)$$

Trong đó: δ_i - Hệ số tính đến ảnh hưởng của các khối lượng chuyển động quay, được tính gần đúng theo công thức:

$$\delta_i = 1,05 + 0,05i_h^2 \quad (16)$$

Với i_h là tỷ số truyền của hộp số khi tính toán ở một số truyền cụ thể.

Thay các công thức (12), (13), (14) và 15 vào công thức (11) ta xác định được biểu thức xác định tổng lực cản tác dụng lên xe khi chuyển động không ổn định lên dốc:

Điều kiện xe ô tô chuyển động đảm bảo điều kiện bám (bánh xe không bị trượt trơn) cần thỏa mãn bất đẳng thức sau: $(P_\varphi \geq P_k)$ (19)

c) *Tính theo điều kiện cần và đủ cho xe chuyển động trên đường*

Điều kiện cần và đủ cho xe ô tô chuyển động bình thường thỏa mãn bất đẳng thức: $P_\varphi \geq P_k \geq \sum P_c$ (20)

3.2.4. Xác định trọng lượng toàn bộ của xe khi làm việc trong điều kiện cụ thể

a) Tính theo điều kiện kéo ($P_k \geq \sum P_c$) cho các số truyền của hộp số

Thay công thức (17) vào điều kiện (18), ta có:

$$P_k \geq fG\cos\alpha + G\sin\alpha + KFv_0^2 + \delta_i \frac{G}{g} J \quad (21)$$

Suy ra:

$$P_k - KFv_0^2 \geq G(f\cos\alpha + \sin\alpha + \delta_i \frac{1}{g} J) \quad (22)$$

Từ công thức (22) ta rút ra: Để đảm bảo chuyển động điều kiện kéo thì trọng lượng toàn bộ xe phải thỏa mãn bất đẳng thức: $G \leq \frac{P_k - P_\omega}{f\cos\alpha + \sin\alpha + \delta_i \frac{1}{g} J}$ (23)

$$\frac{G \cdot \cos\alpha \cdot (a + fr_{bx}) + (G \cdot \sin\alpha + P_j + P_w) \cdot h_r}{L} \cdot \varphi \geq P_k \quad (24)$$

Biến đổi bất đẳng thức (24), ta được trọng lượng toàn bộ xe cần thiết đảm bảo điện kiện bám cho xe chuyển động bình thường cần thỏa mãn bất đẳng thức:

$$G \geq \frac{\frac{(P_k \cdot L)}{\varphi} - (P_w h_r)}{(a \cos\alpha + fr_{bx} + h_r \sin\alpha + \frac{1}{g} h_r)} \quad (25)$$

$$\frac{P_k - P_\omega}{f\cos\alpha + \sin\alpha + \delta_i \frac{1}{g} J} \geq G \geq \frac{\frac{(P_k \cdot L)}{\varphi} - (P_w h_g)}{(a \cos\alpha + fr_b + h_g \sin\alpha + \frac{1}{g} h_g)} \quad (26)$$

b) Tính theo điều kiện bám ($P_\phi \geq P_k$) cho các số truyền của hộp số

Thay biểu thức (10) xác định lực bám vào vào bất đẳng thức (19) ta được:

c) Tải trọng toàn bộ của xe đảm bảo cho xe hoạt động bình thường

Thay các công thức (23) và (25) vào điều kiện cần và đủ cho xe chuyển động bình thường trên đường (bất đẳng thức 20), biến đổi ta được trọng lượng toàn bộ cần thiết của xe thỏa mãn điều kiện kéo và bám theo bất đẳng thức sau:

3.3. Xác định khả năng kéo, bám và khả năng làm việc của xe trong điều kiện cụ thể

3.3.1. Số liệu đầu vào phục vụ tính toán

- Lực kéo tiếp tiếp ở các số truyền khác nhau (bảng 02);

- Lực cản không khí $P_w = 215,71$ (N), được xác định theo công thức 14, cụ thể như sau:

+ Chọn hệ số cản không khí theo bảng ta được: $K = 0,625$ ($N \cdot s^2 / m^4$), [2];

+ Diện tích cản chính diện của xe ô tô: $F = B \cdot H$ (m^2)

Với B - chiều rộng cơ sở của ô tô, $B = 2,17$ m; H - chiều cao lớn nhất của ô

tô, $H = 2,29$ m (bảng 01); Ta có: $F = 2,17 \cdot 2,29 = 4,97$ (m^2);

v_0 - Vận tốc chuyển động của xe ô tô, chọn theo TCVN 10380: 2014, ta có $v_0 = 30$ (m/s), [5].

Vậy lực cản không khí $P_w = 0,625 \cdot 4,97 \cdot 8,33^2 = 215,71$ N

- Chiều dài cơ sở xe: $L = 3,735$ (m) [bảng 01];

- Tọa độ trọng tâm của xe: $a = 2,365$ (m); $h_g = 1,30$ (m), [bảng 01];

- Hệ số cản lăn: Đường đất (khô $f = 0,025$, ướt $f = 0,05$), [1];

Đường nhựa (hoặc bê tông) (khô $f = 0,018$, ướt $f = 0,02$), [1];

- Hệ số bám: Đường đất (khô $\varphi = 0,55$, ướt $\varphi = 0,30$), [1];

Đường nhựa (hoặc bê tông) (khô $\varphi = 0,75$, ướt $\varphi = 0,4$), [1];

3.3.2. Kết quả tính toán

Kết quả tính toán trọng lượng toàn bộ xe đảm bảo điều kiện kéo, bám theo các bất đẳng thức (23) và (25) cho điều kiện làm việc cụ thể của xe (số truyền, loại đường và độ dốc dọc khác nhau)

được ghi ở bảng 03, 04, 05 và 06. Dựa vào kết quả tính toán khả năng kéo bám của xe, dựa vào điều kiện cần và đủ đảm bảo cho xe hoạt động bình thường (bất đẳng thức 26) cho phép xác định được khả năng làm việc của xe trong trường hợp xe chuyên chở đủ tải trọng theo thiết kế (3500 kg) được ghi ở các bảng 03,04,05 và 06.

a) Đường đất khô

Bảng 3. Khả năng làm việc của xe chuyển động trên đường đất khô ở các cấp độ dốc khác nhau tương ứng với các số truyền của hộp số

Số truyền	Độ dốc dọc của đường (độ)	Trọng lượng toàn bộ xe theo điều kiện kéo G_k (N)	Trọng lượng toàn bộ xe theo điều kiện bám G_φ (N)	Trọng lượng toàn bộ xe theo độ bền thiết kế G_{tk} (N)	Khả năng hoạt động của xe khi chở đủ tải theo thiết kế (35000 N)		
1	5^0	238712.5	72761.06	Tải trọng toàn bộ xe theo thiết kế là 66950 N, trong đó: Tự trọng là 31950 N và tải trọng là 35000 N	Xe không hoạt động được ở số truyền 1 ở mọi cấp độ dốc của đường vì không đáp ứng được điều kiện bám		
	$6^0 - 10^0$	134912.4	70594.8425				
	$11^0 - 15^0$	94528.34	68821.3739				
2	5^0	140098.2	43336.97		Tải trọng toàn bộ xe theo thiết kế là 66950 N, trong đó: Tự trọng là 31950 N và tải trọng là 35000 N	Xe hoạt động tốt tại số truyền 2 với mọi độ dốc dọc của đường $\leq 10^0$, trường hợp đường có độ dốc dọc $>10^0$ xe không hoạt động được vì không đáp ứng điều kiện kéo (quá tải)	
	$6^0 - 10^0$	79178.86	42046.7617				
	$11^0 - 15^0$	55477.81	40990.4719				
3	5^0	73369.3	22922.36			Tải trọng toàn bộ xe theo thiết kế là 66950 N, trong đó: Tự trọng là 31950 N và tải trọng là 35000 N	Hoạt động tốt khi độ dốc dọc của đường $\leq 5^0$
	$6^0 - 10^0$	41465.9	22239.9236				
	$11^0 - 15^0$	29053.68	21681.217				
4	5^0	42354.04	13433.74				Tải trọng toàn bộ xe theo thiết kế là 66950 N, trong đó: Tự trọng là 31950 N và tải trọng là 35000 N
	$6^0 - 10^0$	23937.1	13033.7997				
	$11^0 - 15^0$	16771.88	12706.3674				
5	5^0	30058.46	9670.254	Tải trọng toàn bộ xe theo thiết kế là 66950 N, trong đó: Tự trọng là 31950 N và tải trọng là 35000 N			
	$6^0 - 10^0$	16988.05	9382.35462				
	$11^0 - 15^0$	11902.92	16801.8235				

b) Đường đất ướt

Bảng 4. Khả năng làm việc của xe chuyển động trên đường đất ướt ở các cấp độ dốc khác nhau tương ứng với các số truyền của hộp số

Số truyền	Độ dốc dọc của đường (độ)	Trọng lượng toàn bộ xe theo điều kiện kéo G_k (N)	Trọng lượng toàn bộ xe theo điều kiện bám G_ϕ (N)	Trọng lượng toàn bộ xe theo độ bền thiết kế G_{tk} (N)	Khả năng hoạt động của xe khi chở đủ tải theo thiết kế (35000 N)
1	5^0	195296,00	133021.3	Tải trọng toàn bộ xe theo thiết kế là 66950 N, trong đó: Tự trọng là 31950 N và tải trọng là 35000 N	Xe không hoạt động được ở số truyền 1 và số truyền 2 ở mọi cấp độ dốc của đường vì không đáp ứng được điều kiện bám
	$5^0 - 10^0$	116863.6	129074.471		
	$10^0 - 15^0$	87097.82	125842.643		
2	5^0	114617.4	79266.21		
	$5^0 - 10^0$	68586.16	76914.3587		
	$10^0 - 15^0$	51116.9	74988.5407		
3	5^0	60025.04	41970.63		Xe không hoạt động được tại các số truyền 3,4 và 5 ở mọi cấp độ dốc của đường vì không đáp ứng được điều kiện kéo (quá tải)
	$5^0 - 10^0$	35918.52	40725.3448		
	$10^0 - 15^0$	26769.88	39705.6445		
4	5^0	34650.77	24635.82		
	$5^0 - 10^0$	20734.75	23904.8638		
	$10^0 - 15^0$	15453.5	23306.3225		
5	5^0	24591.49	17760.27		
	$5^0 - 10^0$	14715.35	17233.3195		
	$10^0 - 15^0$	10967.27	9146.65311		

c) Đường nhựa (đường bê tông) khô

Bảng 5. Khả năng làm việc của xe chuyển động trên đường nhựa (bê tông) khô ở các cấp độ dốc khác nhau tương ứng với các số truyền của hộp số

Số truyền	Độ dốc dọc của đường (độ)	Trọng lượng toàn bộ xe theo điều kiện kéo G_k (N)	Trọng lượng theo điều kiện bám G_ϕ (N)	Trọng lượng toàn bộ xe theo độ bền thiết kế G_{tk} (N)	Khả năng hoạt động của xe khi chở đủ tải theo thiết kế (35000 N)
1	5^0	261975.9	53577.9566	Tải trọng toàn bộ xe theo thiết	Xe hoạt động bình thường tại các số truyền 1 ở mọi cấp độ dốc của đường và số truyền 2 khi
	10^0	141973.1	51790.8476		
	15^0	97869.52	50488.503		
2	5^0	153751.2	31899.175		

Số truyền	Độ dốc dọc của đường (độ)	Trọng lượng toàn bộ xe theo điều kiện kéo G_k (N)	Trọng lượng theo điều kiện bám G_ϕ (N)	Trọng lượng toàn bộ xe theo độ bền thiết kế G_{tk} (N)	Khả năng hoạt động của xe khi chở đủ tải theo thiết kế (35000 N)
	10^0	83322.72	30835.1683	kế là 66950 N, trong đó: Tự trọng là 31950 N và tải trọng là 35000 N	đường có độ dốc dọc $\leq 10^0$. Trường hợp độ dốc dọc $> 10^0$ xe sẽ không hoạt động được tại số truyền 2 vì không đáp ứng điều kiện kéo (quá tải)
	15^0	57438.71	30059.7801		
3	5^0	80519.39	16858.2999		Xe hoạt động bình thường tại số truyền 3 trên đường có độ dốc $\leq 5^0$. Trường hợp đường có độ dốc lớn $6^0 - 15^0$ xe không hoạt động được vì không đáp ứng được điều kiện kéo (quá tải)
	10^0	43636.04	16295.9862		
	15^0	30080.61	15886.2036		
4	5^0	46481.59	9867.37294		Tại số truyền 4 và 5 sẽ không hoạt động được vì không đáp ứng được điều kiện kéo (quá tải)
	10^0	25189.86	9538.24372		
	15^0	17364.69	9298.39284		
5	5^0	32987.76	7094.54623		
	10^0	17877.12	6857.90548		
	15^0	12323.64	6685.45501		

d) Đường nhựa (đường bê tông) ướt

Bảng 6. Khả năng làm việc của xe chuyển động trên đường nhựa (bê tông) ướt ở các cấp độ dốc khác nhau tương ứng với các số truyền của hộp số

Số truyền	Độ dốc dọc của đường (độ)	Trọng lượng toàn bộ xe theo điều kiện kéo G_k (N)	Trọng lượng toàn bộ xe theo điều kiện bám G_ϕ (N)	Trọng lượng toàn bộ xe theo độ bền thiết kế G_{tk} (N)	Khả năng hoạt động của xe khi chở đủ tải theo thiết kế (35000 N)
1	5^0	252099.3	100529.358	Tải trọng toàn bộ xe	Tại số truyền 1 sẽ không hoạt động được ở mọi cấp
	10^0	139093.8	97177.0872		

	15 ⁰	96492.57	94734.1006	theo thiết kế là 66950 N, trong đó: Tụ trọng là 31950 N và tải trọng là 35000 N	độ dốc của đường vì không đáp ứng được điều kiện bám (batine)
2	5 ⁰	147954.8	59893.1329		
	10 ⁰	81632.87	57895.9251		
	15 ⁰	56630.59	56440.4487		
3	5 ⁰	77483.79	31699.4642		Xe chở đủ tải, tại số truyền 3 sẽ hoạt động tốt trên đường có độ dốc $\leq 5^0$. Trường hợp đường có độ dốc lớn $6^0 - 15^0$ xe không hoạt động được vì không đáp ứng được điều kiện kéo (quá tải)
	10 ⁰	42751.07	30642.4079		
	15 ⁰	29657.4	29872.072		
4	5 ⁰	44729.22	18595.1814		Xe chở đủ tải, tại số truyền 4 và 5 sẽ không hoạt động được vì không đáp ứng được điều kiện kéo (quá tải)
	10 ⁰	24678.99	17975.103		
	15 ⁰	17120.38	17523.2173		
5	5 ⁰	31744.11	13397.601		
	10 ⁰	17514.56	12950.842		
	15 ⁰	12150.25	12625.2639		

3.3.3. Nhận xét

Từ kết quả tính toán khả năng kéo và bám của xe ô tô ghi ở bảng 3, 4, 5 và 6 cho phép rút ra các nhận xét sau:

Xe ô tô chở đủ tải trọng theo thiết kế (3500 kg) thì phạm vi làm việc của xe trong điều kiện địa hình cụ thể ở các số truyền khác nhau:

* Đường đất khô:

- Xe ô tô hoạt động bình thường ở số truyền 2 với độ dốc dọc của đường $\leq 10^0$ và ở số truyền 3 khi độ dốc dọc của đường $\leq 5^0$;

- Xe ô tô không hoạt động được ở số truyền 1 với mọi độ dốc dọc của đường, ở số truyền 2 khi đường có độ dốc $\geq 10^0$, ở số truyền 3 khi đường có độ dốc từ $6^0 - 15^0$ và số truyền 4, 5 ở mọi cấp độ dốc;

* Đường đất ướt:

- Xe ô tô không hoạt động được ở số truyền 1 và số truyền 2 (patine) cùng như số truyền 3, 4 và 5 (xe bị quá tải). Trong trường hợp này muốn xe hoạt động được cần chở non tải.

* Đường nhựa (bê tông) khô:

- Xe ô tô hoạt động bình thường ở số truyền 1 với mọi độ dốc dọc của đường, ở số truyền 2 khi đường có độ dốc $\leq 10^0$ và ở số truyền 3 khi đường có độ dốc $\leq 5^0$;

- Xe ô tô không hoạt động được ở số truyền 2 khi đường có độ dốc $\geq 10^0$, ở số truyền 3 khi đường có độ dốc từ $6^0 - 15^0$ và số truyền 4, 5 ở mọi cấp độ dốc;

* Đường nhựa (bê tông) ướt:

- Xe ô tô hoạt động bình thường ở số truyền 1 với mọi độ dốc dọc của đường và số truyền 2 khi độ dốc đường $\leq 10^0$ và ở số truyền 3 khi độ dốc của đường $\leq 5^0$;

- Xe ô tô không hoạt động được ở số truyền 1, 4 và 5 ở mọi cấp độ dốc của đường cũng như tại số truyền 2 khi độ dốc của đường $>10^0$ và tại số truyền 3 khi đường có độ dốc $>5^0$.

4. KẾT LUẬN

Bằng phương pháp nghiên cứu lý thuyết đã xây dựng được mô hình tính toán theo điều kiện kéo, bám cho xe ô tô tải Thaco HD72 khi chuyên chở hàng hóa trên đường có độ dốc dọc, từ đó xây dựng được biểu thức xác định trọng lượng toàn bộ của xe cần thiết cho xe hoạt động bình thường trên đường.

Kết quả tính toán trọng lượng toàn bộ cần thiết của xe theo điều kiện kéo và bám cho phép xác định được phạm vi làm việc của xe trên một số loại đường khác nhau (đường nhựa, đường bê tông và đường đất khô và ướt...) với độ dốc dọc của đường $0^0 - 15^0$. Kết quả đó là tài liệu chỉ dẫn, khuyến cáo cho khai thác và sử dụng xe ô tô Thaco Foton HD72 khi chuyên chở hàng hóa phục vụ vùng nông thôn miền núi đạt hiệu quả cao.

TÀI LIỆU TRÍCH DẪN

- [1]. Nguyễn Hứa Cẩn, Phạm Quốc Thịnh, Phạm Minh Thái, Nguyễn Văn Tài, Lê Thị Vàng (2004), *Lý thuyết ô tô máy kéo*, Nxb Khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
- [2]. Đinh Thị Nguyệt (2015), *Nghiên cứu khả năng kéo, bám và ổn định của ô tô tải Thaco HD72 sản xuất tại Việt Nam khi vận chuyển gỗ*, Luận văn thạc sĩ kỹ thuật, Đại học Lâm nghiệp, Hà Nội.
- [3]. Đặng Quý (2012), *Giáo trình Lý thuyết ô tô*, Nxb Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
- [4]. Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 1038:2014 - *Đường giao thông nông thôn - Yêu cầu thiết kế*.
- [5]. <https://daehan.vn>
- [6]. <https://thacogroup.vn/linh-vuc-hoat-dong/o-to>
- [7]. <https://otoxetaihcm.com/san-pham/thaco-m4-350/>