

XÁC ĐỊNH ÁP LỰC TRUNG BÌNH CỦA DẢI XÍCH TÁC DỤNG LÊN ĐẤT KHI MÁY KÉO LÀM VIỆC TRÊN ĐỊA HÌNH ĐỐC ĐỌC

Đỗ Tuấn Anh¹, Nguyễn Phúc Duy²

¹Trường Đại học Lâm nghiệp

²Trường Cao đẳng Nông Lâm Đông Bắc

<https://doi.org/10.55250/jo.vnuf.2023.3.111-119>

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu lý thuyết xây dựng phương trình xác định áp lực trung bình cho phép của dải xích khi máy kéo làm việc trên địa hình dốc dọc. Áp lực trung bình của dải xích có ảnh hưởng đến hệ số chèn dạp của đất và khả năng chịu tải của đất. Do đó khi lựa chọn máy kéo khai thác phù hợp với điều kiện độ dốc và loại đất khác nhau cần xem xét yếu tố áp lực trung bình của dải xích. Phương trình tính áp lực trung bình cho phép của dải xích khi giới hạn bởi độ sâu vết lún được đề xuất không cần sử dụng phép lặp số học và có thể áp dụng thực tiễn. Bên cạnh đó, chúng tôi đề xuất phương trình tính chiều sâu vết lún của dải xích và phương trình tính sức chịu tải của đất phụ thuộc vào tính chất cơ lý của đất khi máy kéo làm việc trên địa hình dốc với độ tin cậy cao. Các thông số trên giúp đánh giá khả năng làm việc của máy kéo và tác động của máy kéo lên môi trường đất. Lý thuyết động lực học máy kéo, cơ học đất và các kết quả nghiên cứu cùng lĩnh vực trước đây đã được tham khảo áp dụng.

Từ khóa: áp lực trung bình, địa hình dốc, độ lún, máy kéo bánh xích.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhiều quốc gia trên thế giới có diện tích rừng nằm trên địa hình đồi núi với độ dốc lớn. Có thể kể đến như Liên bang Nga (khu vực Viễn Đông, một phần của Siberia, một phần lãnh thổ Krasnodar...), các nước thuộc khu vực Châu Á Thái Bình Dương (trong đó có Việt Nam), Hoa Kỳ và một số nước châu Âu (Cộng hòa Séc, Áo...).

Khai thác gỗ trong điều kiện trên làm giảm đáng kể năng suất, hiệu quả lao động và tăng rủi ro cho người lao động và thiết bị vận hành. Ở những nước công nghiệp hóa, các phương pháp cơ giới được sử dụng trong khai thác khá phổ biến, ngay cả đối với điều kiện địa hình dốc. Các thiết bị khai thác bánh xích và bánh hơi có gắn thêm dải xích được sử dụng phổ biến nhờ khả năng kéo bám khi di chuyển trên sườn núi. Tuy nhiên, điều này làm ảnh hưởng xấu đến môi trường, đặc biệt là môi trường đất. Trên địa hình dốc, dưới tác động của thiết bị khai thác sẽ gây xói mòn, sạt lở, hình thành rãnh lún.

Áp lực trung bình của dải xích là một trong những thông số kỹ thuật quan trọng để lựa chọn máy kéo bánh xích. Áp lực trung bình ảnh hưởng đến khả năng làm việc của máy kéo, và

cũng tác động trực tiếp đến độ sâu vết lún của đất. Theo chiều ngược lại, độ sâu vết lún cũng ảnh hưởng đến khả năng di chuyển của máy kéo. Vì vậy, xác định áp lực trung bình của dải xích và độ sâu vết lún là cần thiết. Qua đó lựa chọn được máy kéo phù hợp, vừa đảm bảo yêu cầu kỹ thuật, hiệu quả làm việc, vừa giảm thiểu tác động xấu đến môi trường đất.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp kế thừa tài liệu

Các tài liệu chuyên khảo và những nghiên cứu trước đây trong lĩnh vực động lực học máy kéo, cơ học đất đã được thu thập, chọn lọc và sử dụng làm cơ sở lý thuyết để lựa chọn vấn đề nghiên cứu và xây dựng tổng quan cho vấn đề nghiên cứu.

2.2. Phương pháp nghiên cứu lý thuyết

Dựa vào các nghiên cứu trước đây, chúng tôi nhận thấy đã có rất nhiều những nghiên cứu về giải pháp nâng cao hiệu quả khai thác gỗ và đã được chứng minh thông qua thực tiễn [1]. Có thể kể đến các tác giả V.A. Azarenok, G.M. Anisimov, S.M. Bazarov, Yu. A. Bit, O. N. Burmistrova, G. K. Vinogorov, I. V. Grigoriev, A. V. Zhukov, A. P. Kalashnikov, V. M. Kotikov, A. N. Kochanov, V. G. Kochegarov,

A. M. Kochnev, V. K. Kuryanov, V. A. Makuev, A. P. Matveiko, V. I. Patyakin, V. S. Syuney, A. F. Fedorenchik, I. R. Shegelman, Yu. V. Shelgunov và những người khác. Các nghiên cứu của các tác giả đã phân loại được các yếu tố chính ảnh hưởng đến hoạt động của thiết bị khai thác, trong đó có các thông số của máy móc thiết bị như khối lượng, tải trọng, công suất truyền động, loại bộ phận đẩy, tốc độ... và yếu tố tự nhiên như địa hình, sức chịu tải của đất, trữ lượng rừng... Từ đó chúng tôi lựa chọn đối tượng nghiên cứu bao gồm áp lực trung bình của dải xích, các hệ số bám, hệ số cản lăn, độ dốc, chiều sâu vết lún và sức chịu tải của đất.

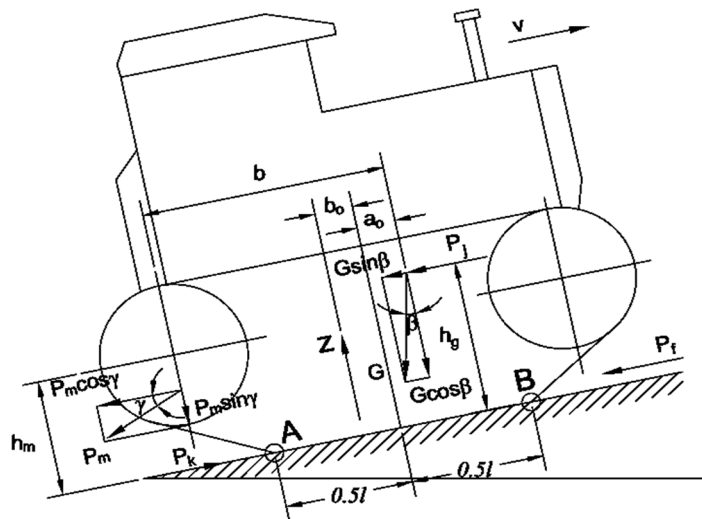
Dựa vào lý thuyết ô tô máy kéo, xác định mối quan hệ giữa áp lực trung bình của dải xích với khả năng hoạt động của máy kéo. Cụ thể là mối quan hệ của áp lực trung bình của dải xích với

hệ số cản lăn của máy kéo bánh xích. Dựa vào lý thuyết về cơ học đất, xác định được ảnh hưởng của độ dốc dọc đến sức chịu tải của đất và tương quan giữa áp lực trung bình của dải xích với khả năng chịu tải của đất. Từ đó xác định hàm mục tiêu và tham số phụ thuộc (hàm áp lực trung bình cho phép của dải xích, sức chịu tải của đất và các tham số góc nội ma sát, độ lệch vectơ tải trọng, kích thước dải xích). Sử dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất để tìm giá trị các tham số phụ thuộc sao cho hàm mục tiêu đạt cực tiểu và biểu diễn thông qua phương trình gần đúng.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của áp lực trung bình đến hệ số cản chèn đập đất [2]

Xét quá trình chuyển động lên dốc của máy kéo bánh xích theo sơ đồ Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ lực tác dụng lên máy kéo bánh xích

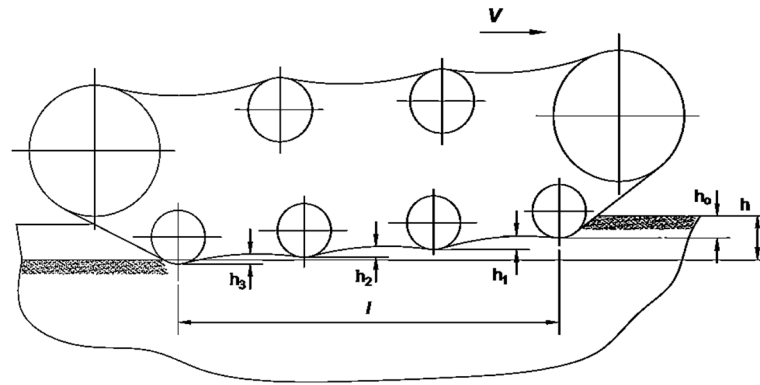
Khi đó máy kéo chịu tác dụng của các lực sau:

- G - trọng lượng máy;
- P_m - lực kéo mooc;
- P_j - lực quán tính;
- Z - phản lực của đất lên xích;
- P_f - lực cản chuyển động;
- P_k - lực kéo tiếp tuyến.

Đối với lực cản lăn của máy kéo bánh xích gồm lực cản lăn do chèn đập đất và lực cản do ma sát giữa bánh xe đè với dải xích và ma sát do lực căng ban đầu gây ra ở các khâu xích. Ta xét lực cản chèn đập đất:

Khi chuyển động, dải xích đè đất lún xuống làm cho các lớp đất bề mặt bị chèn đập, kết quả là tạo thành vết xích trên mặt địa hình. Trong quá trình biến dạng, đất đá làm cản trở sự chuyển động của dải xích và xuất hiện lực cản chèn đập. Lực cản chèn đập sinh ra không chỉ do lực cản ở tiết diện mặt đầu (tiết diện phần xích trước bị lún xuống đất) của dải xích, mà còn sinh ra trên cả tiết diện dải xích do các bánh xe phía sau vẫn tiếp tục làm biến dạng đất.

Quá trình sinh ra lực cản chèn đập của đất được minh họa ở Hình 2.



Hình 2 – Biến dạng của đất dưới mặt tựa xích
 h_0 – độ lún do bánh xe thứ nhất, $h_{1,2,3}$ – độ lún do các bánh xe kế tiếp

Khi bánh xe đề thứ nhất đi qua, đất bị lún xuống một độ sâu h_0 . Sau đó, chỗ lún được phục hồi ở một mức độ nào đó, rồi lại bị bánh xe thứ 2 tác dụng làm cho lún sâu hơn. Quá trình cứ tiếp diễn có đến khi bánh xe đề cuối cùng đi qua. Kết quả đất bị lún xuống một độ sâu h ($h > h_0$).

Quá trình chuyển động như vậy làm máy kéo sinh ra một công nào đó làm biến dạng đất. Công đó được tính như sau:

$$L_{cd} = P_{f1} \cdot S \quad (1)$$

Trong đó:

P_{f1} – lực cản chèn đập đất;

S – quãng đường đi được của máy kéo.

Mặt khác công đó chính là công máy kéo cần sinh ra để làm biến dạng đất tạo ra vết xích nên ta có phương trình sau:

$$L_{cd} = L'_{cd1} + L'_{cd2} \quad (2)$$

Trong đó:

L'_{cd1} – công tính cho hai bánh xe đề thứ nhất;

L'_{cd2} – công tính cho các bánh xe đề còn lại.

Ta có:

$$P_{f1} \cdot S = 2 \cdot p \cdot b \cdot S \cdot h_0 + 2 \sum_{i=1}^n p \cdot b \cdot S \cdot h_i \quad (3)$$

Trong đó:

p – áp suất trung bình của dải xích;

b – chiều rộng dải xích;

h_0 – độ lún của đất do bánh xe đề thứ nhất;

n – số nhịp bề mặt tựa xích (số bánh xe còn lại tác dụng lên đất);

h_i – độ lún của đất do bánh xe đề thứ i gây ra.

Để đơn giản cho quá trình tính toán, coi rằng độ võng của từng nhịp xích bằng nhau và bằng $\frac{1}{2}$ độ lún của bánh xe đề thứ nhất.

$$h_i = 0,5h_0 \quad (4)$$

Thay (4) vào (3) ta có:

$$P_{f1} = pbh_0(2+n) \quad (5)$$

Hệ số cản chèn đập đất f_1 được tính như sau

$$f_1 = \frac{P_{f1}}{G} = \frac{pbh_0(2+n)}{2pbl} = \frac{h_0}{l} \left(1 + \frac{n}{2}\right) \quad (6)$$

Trong đó:

l- chiều dài trung bình của phân dải xích tiếp xúc;

G- trọng lượng máy kéo.

$$G = 2pbl \quad (7)$$

Đối với bề mặt tiếp xúc hình chữ nhật thì quan hệ giữa biến dạng của đất với áp lực dải xích như sau:

$$h_0 = \frac{p}{E} \sqrt[3]{lb^2} \quad (8)$$

Trong đó: E – mô đun đàn hồi của đất.

Thay (8) vào (6) ta có

$$f_1 = \frac{G(2+n)}{4E\sqrt[3]{bl^5}} \quad (9)$$

Như vậy hệ số f_1 phụ thuộc vào trọng lượng máy kéo, kích thước bề mặt tựa xích (áp suất lên đất), tính chất cơ lý của đất và số lượng bánh xe đề.

3.2. Ảnh hưởng của độ dốc đến khả năng chịu lực của đất

Theo nghiên cứu trước đây của các tác giả Khitrov E.G., Lukhminskiy B.A., Larin V.V. [1, 3-4], áp lực của dải xích làm thay đổi phương pháp tuyến của vectơ tải trọng và làm suy yếu sức tải của đất. Trước tiên ta cần xem xét mức

giảm là bao nhiêu. Biết rằng sức chịu tải của nền đất dưới tác dụng của máy động lực được xác định theo công thức [4]:

$$p = p_{so} \alpha \quad (10)$$

Trong đó: α là hệ số xét đến chiều sâu lan truyền biến dạng trong nền đất, p_{so} là khả năng chịu lực của nền đất khi chưa tính đến chiều sâu lan truyền biến dạng.

$$p_{so} = 0,5 J_1 B_1 b \gamma + N_2 \gamma h + J_2 B_2 N_3 C \quad (11)$$

với γ – trọng lượng riêng của đất ; C – lực liên

$$N_1 = \frac{1 - III^4}{III^5}, N_2 = \frac{1}{III^2}, N_3 = \frac{2 \cdot (1 + III^2)}{III^3}, III = \operatorname{tg} \frac{\pi - 2\varphi}{4} \quad (13)$$

B_1, B_2 là các hệ số xét đến ảnh hưởng độ lệch vectơ tải trọng đến khả năng chịu lực:

$$B_1 = \frac{\pi - 4\beta \operatorname{tg} \varphi}{\pi + 4\beta \operatorname{tg} \varphi}, B_2 = \frac{3\pi - 2\beta}{3\pi + 2\beta}, \quad (14)$$

Trong đó:

φ – góc nội ma sát của các hạt đất.

$$H^* = \frac{\sqrt{2}}{2} \operatorname{tg} \varphi \cos \frac{3\varphi}{4} \exp \left(\left(\frac{\pi}{4} + \frac{3\varphi}{4} \right) \operatorname{tg} \frac{3\varphi}{4} \right), \quad (16)$$

Các tính toán cho thấy độ lệch của vectơ tải trọng dẫn đến khả năng chịu lực của đất dưới tác động của động cơ bánh xích giảm đáng kể, điều này đặc biệt rõ rệt trên nền đất không kết dính (cát), trong đó khả năng chịu lực tại $\beta = 30^\circ$ giảm gần hai lần so với $\beta = 0^\circ$.

Các công thức (9) – (15) đã được kiểm chứng và cho phép ước tính về khả năng chịu lực phù hợp với thực tế. Tuy nhiên việc sử dụng chúng trong các mô hình toán học để ước tính chiều sâu vết lún và các đặc tính lực kéo của động cơ bánh xích là khó khăn do các phương trình và thuật toán phức tạp. Điều này dẫn đến thu hẹp phạm vi ứng dụng thực tế. Vì vậy chúng tôi đã tiến hành thí nghiệm và xử lý số liệu theo phương pháp xấp xỉ số để xác định các yếu tố phù hợp với thực tế nghiên cứu. Lấy hàm khả năng chịu lực ở dạng:

$$p_s = q_s \delta_\beta \quad (19)$$

Trong đó:

$$q_s = p_s(\beta)_{\beta=0}. \quad (20)$$

kết riêng của các hạt đất; h – độ sâu của vết lún; J_1, J_2 là các hệ số xét đến tỷ lệ giữa các cạnh dài xích tiếp xúc với nền đất [4]:

$$J_1 = \frac{l}{l + 0,4b}, J_2 = \frac{l + b}{l + 0,5b}, \quad (12)$$

Trong đó: b – chiều rộng trung bình của phần tiếp xúc; N_1, N_2, N_3 – các hệ số xét đến ảnh hưởng góc nội ma sát của các hạt đất đến khả năng chịu lực:

Phương trình tính hệ số xét đến chiều sâu lan truyền biến dạng trong nền đất:

$$\alpha = 1 + \frac{0,5hH^*}{H(H - h - 0,25H^* \exp(-0,1|\beta|))}, \quad (15)$$

Trong đó: H là chiều sâu lan truyền biến dạng trong nền đất ; H^* là ký hiệu phụ trợ.

$$\delta_\beta = \frac{p_s(\beta)_{\beta=\text{var}}}{p_s(\beta)_{\beta=0}} \quad (21)$$

Kết quả sức chịu tải q_s không tính đến độ dốc thu được với các giá trị ngẫu nhiên phân bố đều: $C = 0,005 \div 0,05$ Mpa, $\varphi = 5^\circ \div 30^\circ$, $\gamma = 0,015 \div 0,025$ MN/m³, $b = 0,4 \div 0,7$ m, $\beta = 0^\circ$, $h = 0,01 \div 0,39$ m, $H = 2b$, $l = 5b$ (1000 tổ hợp). Bằng phương pháp bình phương nhỏ nhất, phương trình thu được từ kết quả tính gần đúng cho phép xác định q_s gần như chính xác về mặt chức năng ($R^2 > 0,98$):

$$q_s = 5,22C + \frac{109C + 1,5B}{10000} \varphi^2 \quad (22)$$

Trong đó: B – chiều rộng của dải xích.

Cách tính hệ số δ_β được thực hiện tương tự, có tính đến sự suy giảm khả năng chịu lực khi vectơ tải trọng lệch khỏi phương pháp tuyến. Dữ liệu thu được $C = 0,005 \div 0,05$ Mpa, $\varphi = 5^\circ \div 30^\circ$, $\gamma = 0,015 \div 0,025$ MN/m³, $b = 0,4 \div 0,7$ m, $\beta = 1^\circ \div 30^\circ$, $h = 0,01 \div 0,39$ m, $H = 2b/\cos\beta$, $l = 5b$.

Phương trình thu được từ kết quả tính gần đúng cho phép xác định δ_β gần như chính xác về mặt chức năng ($R^2 > 0,98$):

$$\delta_\beta = 1 - \frac{56 + \varphi}{10000} \beta \quad (23)$$

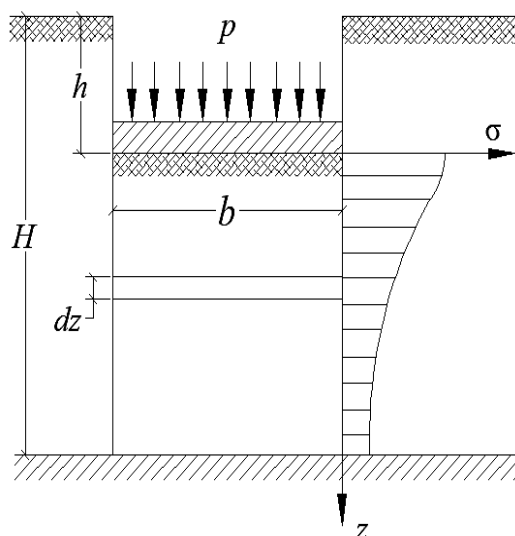
$$p_s = \left(5,22C + \frac{109C + 1,5B}{10000} \varphi^2 \right) \left(1 - \frac{56 + \varphi}{10000} \beta \right) \quad (24)$$

Phương trình (21) có thể áp dụng thực tế để phát triển một mô hình toán học xác định các đặc tính lực kéo của động cơ bánh xích hoạt

Do đó, trên cơ sở các phương trình (18)-(20), chúng ta thu được công thức tính khả năng chịu lực của đất dưới tác động của động cơ bánh xích, có tính đến độ lệch của vectơ tải trọng:

động trên dốc.

3.3. Xác định áp lực trung bình của dải xích



Hình 3. Sơ đồ tính toán độ sâu vết lún

Trong cơ học đất, khi đánh giá khả năng biến dạng và độ chặt của đất, thường sử dụng các thông số mô đun biến dạng E và sức chịu tải q_s . Ta coi đất là vật thể biến dạng tuyến tính với mô đun E, và độ lệch của biến dạng thực so với biến dạng tuyến tính (h) được chọn theo tỷ lệ giữa áp lực của bánh xích và khả năng chịu tải của đất [5]:

$$h = \frac{h_1 p_s}{(p_s - p)} \quad (25)$$

Theo nghiên cứu trước đây của các tác giả Khitrov E.G., Lukhminskyi B.A., Larin V.V. [1, 3-4]. Độ sâu vết lún được biến đổi và tính theo công thức:

$$h = \frac{p_s}{p_s - p} \cdot \frac{Jpab}{E \sqrt{1 - \frac{Jp}{E}}} \arctg \frac{H - h}{ab \sqrt{1 - \frac{Jp}{E}}} \quad (26)$$

Trong đó:

E – mô đun đàn hồi của đất;

J – hệ số có tính đến tỷ lệ các cạnh của phần tiếp xúc;

a – hệ số tính đến độ sâu lan truyền biến dạng trong nền đất;

b – chiều rộng trung bình của phần tiếp xúc

dải xích với đất;

H – chiều sâu lan truyền biến dạng;

p_s – sức chịu tải của đất.

Phương trình (26) khó sử dụng trong thực tế, vì vậy chúng tôi đề xuất phương trình tính độ sâu vết lún như sau:

$$h = \frac{H \left(H + A(3x_1 - 4x_2) - \sqrt{(H + A(x_1 - 4x_2))^2 + 4HAx_1} \right)}{4A(x_1 - 2x_2)}, \quad (27)$$

Với

$$x_1 = \operatorname{arctg} \frac{H}{ab\sqrt{1 - \frac{Jp}{E}}}, x_2 = \operatorname{arctg} \frac{H}{2ab\sqrt{1 - \frac{Jp}{E}}}, A = \frac{p_s}{p_s - p} \cdot \frac{Jpab}{E\sqrt{1 - \frac{Jp}{E}}} \quad (28)$$

Khi không giới hạn chiều dày lớp biến dạng (đối với lớp đất chịu lực yếu), công thức (27) trở thành:

$$h_M = \lim_{H \rightarrow \infty} h = Ax_1 = \frac{p_s}{p_s - p} \cdot \frac{J\pi pab}{2E\sqrt{1 - \frac{Jp}{E}}} \quad (29)$$

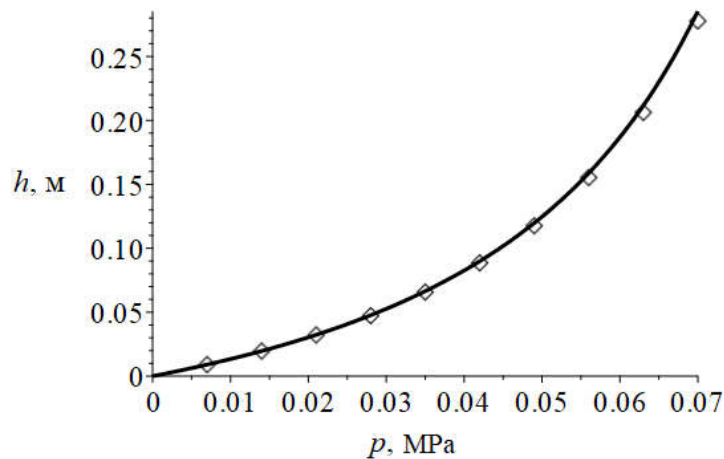
Để hoàn thiện mô hình toán học có thể tính toán độ sâu của vết lún dưới ảnh hưởng của máy kéo bánh xích trên địa hình dốc, chúng tôi trình bày các phương trình tính toán các tham số J, a [3-4]:

$$J = \frac{0,03 + \frac{l}{b}}{0,6 + 0,43 \frac{l}{b}}, \quad (30)$$

$$a = 0,64 \frac{H + b}{H} \quad (31)$$

Trong đó: l- chiều dài trung bình dải xích tiếp xúc với đất.

Các giá trị độ sâu vết lún thu được từ phương trình đề xuất (27) được so sánh với kết quả giải phương trình (26) (Hình 1) (với E = 1 Mpa, p_s = 0,1 Mpa, b = 0,6 m, β = 15°, H = 2b/cosβ, l = 5b).



Hình 4. So sánh kết quả hai phương trình (26) (điểm đánh dấu) và (27) (nét liền)

Biểu đồ cho thấy sự hội tụ tốt của các kết quả thu được từ phương trình (26) và phương trình (27) được đề xuất.

Để đảm bảo máy kéo hoạt động tốt trên địa hình dốc, chúng ta chấp nhận tiêu chí về độ sâu vết lún cho phép. Có thể thấy rằng khi độ sâu vết lún lớn hơn 0,2 m là không phù hợp từ quan điểm tác động môi trường đối với đất. Ngoài ra, hiệu suất làm việc của máy kéo giảm đáng kể

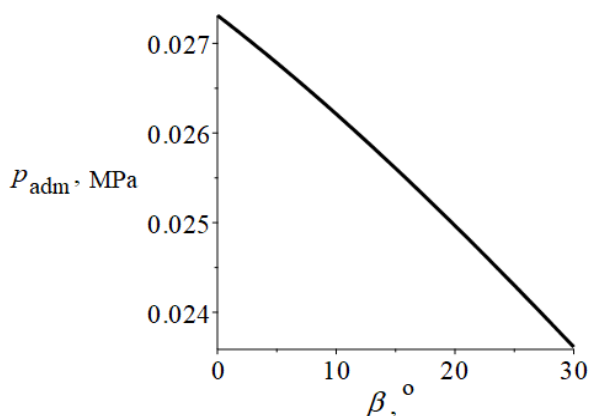
[2, 3, 9] khi độ sâu vết lún lớn hơn 0,2 m. Vì vậy ta sẽ tính áp suất $p = p_{adm}$ (áp suất trung bình cho phép), tại đó giá trị độ sâu vết lún h theo công thức công thức (2) sẽ không vượt quá 0,2 m, độ dốc sẽ để ở dạng giá trị thay đổi $\beta = \text{var}$, các tham số khác $b = 0,6 \text{ m}$, $l = 5b$, $H = 2b/\cos\beta$.

Xem xét đối với ba loại cường độ của đất, các tính chất vật lý và cơ học của chúng thay đổi theo bảng 1 (dữ liệu [6-9]).

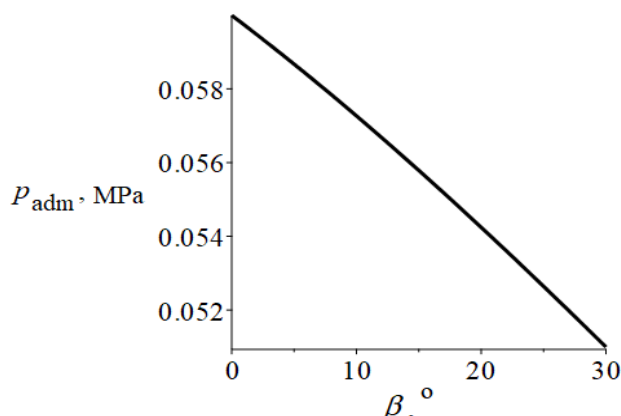
Bảng 1. Tính chất cơ lý của đất

Thông số	Loại đất		
	III (yếu)	II (trung bình)	I (chặt)
E, MPa	0,4	1	3
G, MPa	0,74	1,99	6,53
C, KPa	0,005	0,012	0,024
$\varphi, ^\circ$	11	15	16
q_s, MPa	0,047	0,095	0,233

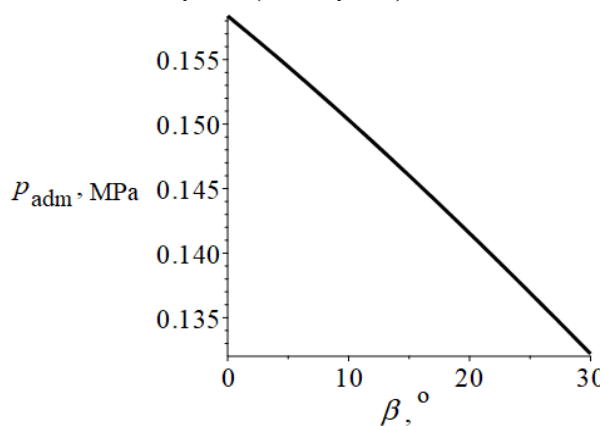
Kết quả nghiệm phương trình (27) được biểu diễn trên các Hình 5-7:



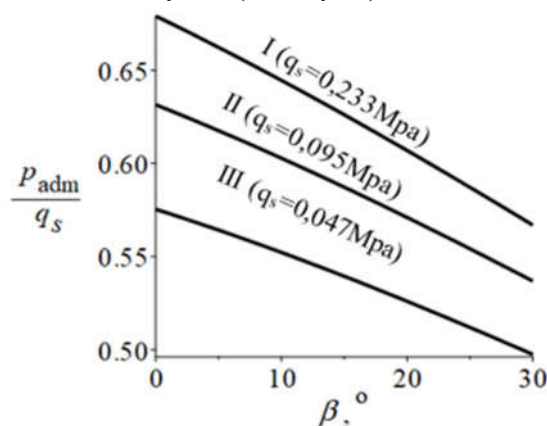
Hình 5. Áp lực trung bình cho phép của dải xích (giới hạn độ sâu vết lún 0,2 m) phụ thuộc vào độ dốc (đất loại III)



Hình 6. Áp lực trung bình cho phép của dải xích (giới hạn độ sâu vết lún 0,2 m) phụ thuộc vào độ dốc (đất loại II)



Hình 7. Áp lực trung bình cho phép của dải xích (giới hạn độ sâu vết lún 0,2 m) phụ thuộc vào độ dốc (đất loại I)



Hình 8. Ảnh hưởng của độ dốc và tỷ lệ áp lực trung bình và cho phép dải xích (giới hạn độ sâu vết lún 0,2 m) với sức chịu tải của đất

Căn cứ vào khuyến cáo của các nhà sản xuất giới hạn độ dốc lớn nhất của bề mặt chuyển động, ta sẽ lấy giá trị lớn nhất cho phép $\beta=30^\circ$,

áp lực trung bình cho phép của dải xích tương ứng được trình bày ở Bảng 2.

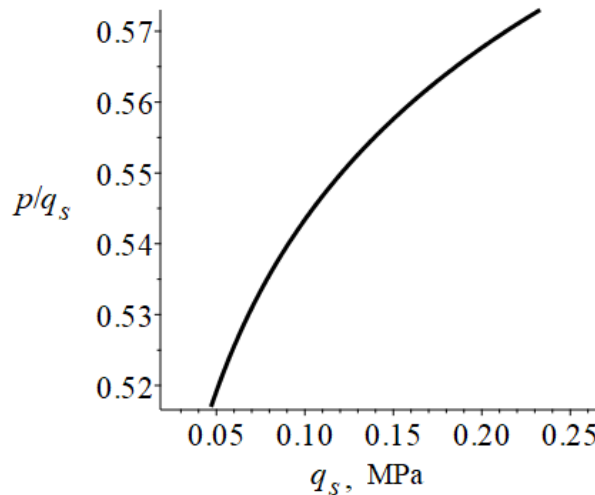
Bảng 2. Áp lực trung bình dải xích ở độ dốc 30°

Thông số	Loại đất		
	III (yếu)	II (trung bình)	I (chặt)
Áp lực trung bình cho phép p_{adm}, MPa	0,024	0,051	0,132
Sức chịu tải của đất q_s, MPa	0,047	0,095	0,233
Tỷ lệ giữa áp lực và sức chịu tải p_{adm}/q_s	0,51	0,54	0,57

Trong trường hợp xét một đặc tính định lượng về cường độ của đất (sức chịu tải q_s), áp suất trung bình cho phép của máy kéo bánh xích theo độ sâu rãnh có thể được ước tính bằng biểu

đồ (hình 6) dựa trên dữ liệu trong bảng 2 hoặc được tính theo công thức thu được từ phép tính gần đúng như sau:

$$p_{adm} = q_s (0,642 + 0,035 \ln q_s) \quad (32)$$



Hình 9 – Áp lực trung bình ở độ dốc 30°

Ví dụ lựa chọn thiết bị khai thác:

Máy kéo có trọng lượng $M = 15$ tấn, vận hành trên độ dốc $\beta = 20^\circ$, sức chịu tải của đất $q_s = 0,09$ MPa. Thông số hình học của bánh xích: chiều rộng $b = 0,6$ m, chiều dài $l = 5b = 3$ m. Trọng lượng của máy $G = 0,147$ MN, áp suất trung bình $p = 0,041$ Mpa nhỏ hơn giá trị cho phép $p_{adm} = 0,05$ MPa theo công thức (29). Hệ số bão hoà năng lượng [3] 3,82 kW/t, do đó công suất máy kéo lấy xấp xỉ 57,3 kW. Độ dốc dọc mà máy vượt qua được có tính đến độ bám $\beta = 12,4^\circ$, nhỏ hơn giá trị thực tế nên phải sử dụng thêm tời kéo làm việc song song với máy kéo, và lực kéo tối thiểu [3] $T = 0,0273$ MN = 23 kN.

4. KẾT LUẬN

Tại Liên bang Nga cũng như một số nước có ngành lâm nghiệp phát triển, các thiết bị khai thác trên địa hình dốc như máy kéo bánh xích kết hợp tời hoặc tời tự hành được sử dụng khá phổ biến do những ưu điểm về khả năng làm việc. Nghiên cứu các thông số của máy kéo cũng như tác động của chúng đến môi trường là cần thiết, có ý nghĩa thực tiễn.

Nghiên cứu đã xác định được ảnh hưởng của độ dốc đến sức chịu tải của đất, và mối tương

quan của áp lực trung bình cho phép của dải xích với sức chịu tải của đất khi giới hạn độ sâu vết lún. Áp lực trung bình cho phép là tiêu chí phổ biến để lựa chọn máy kéo.

Kết quả nghiên cứu đạt được là tài liệu tham khảo cho những nghiên cứu về sau cùng lĩnh vực và hoàn toàn có thể áp dụng trong điều kiện Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lukhminskiy V. A. (2018). Improving models and methods for predicting the cross-country ability of tracked forest machines. Ph.D. Saint - Peterburg. 179.
- [2]. Nguyễn Hữu Cần, Dư Quốc Thịnh, Phạm Minh Thái, Nguyễn Văn Tài & Lê Thị Vàng (2005). Lý thuyết ô tô máy kéo. NXB Khoa học và kỹ thuật. Hà Nội. 359.
- [3]. Khitrov E. G. (2020). Comprehensive substantiation of the parameters and modes of operation of the movers of forest machines, in technology and machines of logging and forestry. D.Sc. Voronezh. 319.
- [4]. Larin V. V. (2007). Methods for predicting and improving the ground clearance of multi-axle wheeled vehicles on the ground, in Wheeled and tracked vehicles. D.Sc. Moscow. 419.
- [5]. Ageikin Y. C. (1981). Soil trafficability. Machine industry. Moscow. 231.
- [6]. Grigoriev I. V., Nikiforova A. I., Pelymsky A. A., Khitrov E. G. & Khakhina A. M. (2013). Experimental determination of the stress relaxation time of the forest soil. Scientific Notes of Petrozavodsk State University. 77-80.

[7]. Burmistrova O. N., Teterevleva E. V., Rudov S. E., Grigoriev I. V., & Kunitskaya O. A. (2020). Methods and results of experimental studies of interaction of wheeled vehicles on low pressure pneumatics with forest soils. *Systems Methods Technologies*. 66-71. DOI: 10.18324/2077-5415-2020-1-66-71.

[8]. Burmistrova O. N., Teterevleva E. V., Rudov S. E., Grigoriev I. V., & Kunitskaya O. A. (2020). Justification of the initial requirements of a mathematical model of the interaction of wheeled vehicles on low

pressure pneumatics with forest soils. *Systems Methods Technologies*. 94-99. DOI: 10.18324/2077-5415-2020-2-94-99.

[9]. Burmistrova O. N., Teterevleva E. V., Rudov S. E., Grigoriev I. V., & Kunitskaya O. A. (2021). Experimental studies of forward operation with regard to its performance indicators, cutting area parameters and soil physic-mechanical properties. *Resources and Technology*. 94-124. DOI: 10.15393/j2.art.2021.5583.

DETERMINATION OF THE AVERAGE PRESSURE OF THE STRAP ON THE EARTH WHEN THE TRUCKER WORKS ON DELICIOUS TERRAIN

Do Tuan Anh¹, Nguyen Phuc Duy²

¹*Vietnam National University of Forestry*

²*Northeast College of Agriculture and Forestry*

ABSTRACT

This paper presents the results of theoretical research on building the equation to determine the allowable average pressure of the chain when the tractor works on steep vertical terrain. The average pressure of the chain band influences the compaction coefficient of the soil and the load capacity of the soil. Therefore, when selecting mining tractors suitable for different slope conditions and soil types, the average pressure factor of the chain should be considered. The equation for calculating the average allowable pressure of the chain when limited by the settlement depth is proposed without the use of arithmetic iteration and is practically applicable. In addition, we propose the equation for calculating the depth of settlement of the chain and the equation for calculating the bearing capacity of the soil depending on the physical and mechanical properties of the soil when the tractor works on sloping terrain with high reliability. The above parameters help evaluate the working ability of the tractor and the impact of the tractor on the soil environment. The theory of tractor dynamics, soil mechanics and previous research results in the same field have been applied.

Keywords: average pressure, crawler tractor, settlement, steep terrain.

Ngày nhận bài : 09/03/2023

Ngày phản biện : 11/04/2023

Ngày quyết định đăng : 28/04/2023