

MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VỀ QUÁ TRÌNH KÉO GỖ BẰNG TÒI ĐẶT TRÊN MÁY KÉO NÔNG NGHIỆP VẬN XUẤT GỖ RỪNG TRỒNG

Nguyễn Văn Quân¹

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày tóm tắt một số kết quả nghiên cứu về quá trình kéo gỗ bằng tời đặt trên máy kéo nông nghiệp cải tiến để vận xuất gỗ rừng trồng. Trên cơ sở phân tích các lực tác động lên hệ thống kéo gỗ khi thiết bị làm việc, vận dụng các phương pháp của cơ học giải tích thiết lập được các phương trình động học và hệ phương trình vi phân mô tả quá trình kéo gỗ bằng tời trên mặt dốc. Giải hệ các phương trình này theo phương pháp Runge - Kutta với sự trợ giúp của máy vi tính, từ đó xây dựng được các đồ thị, bảng, biểu diễn tả sự phụ thuộc của các đại lượng nghiên cứu vào các tham số ảnh hưởng. Trên cơ sở đó rút ra các kết luận cần thiết làm cơ sở cho quá trình thiết kế thiết bị kéo gỗ và lựa chọn các chế độ sử dụng thiết bị đảm bảo an toàn, hiệu quả.

Từ khóa: Đồ thị, động lực học, lực tác dụng, máy kéo nông nghiệp, mặt dốc, phương trình động học, rừng trồng, tời vận xuất gỗ.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để nâng cao hiệu quả vốn đầu tư, phát huy tối đa năng lực của máy móc thiết bị, các máy kéo nông nghiệp (MKNN) trong thời gian nông nhàn được sử dụng rộng rãi để vận xuất gỗ bằng cách trang bị thêm cho chúng các thiết bị phù hợp như: tời, rơ moóc, cơ cấu bốc gỗ.... Trong đó, trang bị tời cho MKNN để kéo gỗ là phương án phổ biến nhất. Tuy nhiên, để có thể sử dụng MKNN an toàn, có hiệu quả ở những điều kiện làm việc mới cần thiết phải nghiên cứu cụ thể cả về lý thuyết và thực nghiệm làm cơ sở cho việc thiết kế hoặc lựa chọn các thiết bị thích hợp kèm theo cũng như các chế độ sử dụng chúng. Dưới đây trình bày tóm tắt cơ sở lý thuyết về quá trình gom gỗ bằng tời đặt trên các MKNN vận xuất gỗ rừng trồng.



Hình 1. Máy kéo nông nghiệp MTZ-50 được trang bị tời, rơ moóc để vận xuất gỗ rừng trồng

2. NỘI DUNG, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Khảo sát quá trình gom gỗ bằng tời đặt trên MKNN

Các giả thiết: Vì mục tiêu bài toán đặt ra là xác định các số liệu cơ sở ban đầu phục vụ việc tính toán thiết kế mới hệ thống kéo gỗ và sử dụng LHM nên khi giải bài toán có thể chấp nhận một số giả thiết sau: Mặt kéo gỗ là một mặt phẳng có góc dốc không đổi; hệ số ma sát giữa cây gỗ và mặt đất là không đổi trong quá trình kéo gỗ; vì vận tốc kéo gỗ nhỏ, hệ số cản giữa cây gỗ và mặt đất lớn nên có thể bỏ qua sự quay của cây gỗ trong mặt kéo gỗ tức là coi cây gỗ như một chất điểm có khối lượng tập trung tại trọng tâm cây gỗ, bỏ qua dao động của dây cáp, ảnh hưởng của các yếu tố này sẽ được tính đến trong hệ số tải trọng động, hệ số chống lật máy; vận tốc của dây cáp tời là không đổi, điểm tiếp xúc giữa dây cáp và chống tời là cố định.

Xét sơ đồ MKNN đỗ trên đường dùng tời kéo gỗ lật trên mặt đất nghiêng góc (α) so với phương nằm ngang như trên hình 2. Để lập các phương trình động lực học của cây gỗ ta xây dựng các hệ quy chiếu vuông góc:

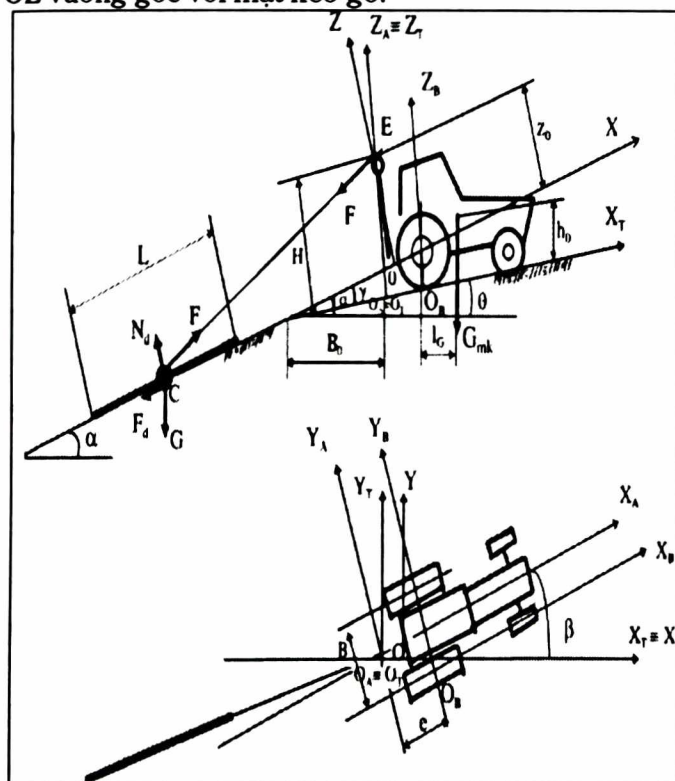
- Hệ quy chiếu thứ nhất $(OXYZ)_A$ có: Góc O_A trùng với hình chiếu điểm treo pully xuống mặt đường đỗ máy kéo, trục $O_A X_A$ trùng với trục dọc máy kéo; trục $O_A Z_A$ vuông góc với mặt đường.

- Hệ quy chiếu thứ hai $(OXYZ)_T$ có: góc O_T trùng với O_A nhưng các trục $O_T X_T$ và $O_T Y_T$

¹ Trường Đại học Lâm nghiệp

lệch một góc β so với hệ $(OXYZ)_A$ - góc β gọi là góc đổ máy; trục $O_T X_T$ vuông góc với giao tuyến mặt kéo gỗ và mặt đường đổ máy; trục $O_T Z_T$ trùng với $O_A Z_A$.

- Hệ quy chiếu thứ ba $(OXYZ)$: có gốc O trùng với hình chiếu của điểm treo pully tời trên mặt kéo gỗ; trục OX nằm theo phương dốc nhất của mặt kéo gỗ (phương vuông góc với đường đồng mức); trục OZ vuông góc với mặt kéo gỗ.



Hình 2. Sơ đồ khảo sát chuyển động của cây gỗ khi MKNN dùng tời kéo gỗ

Gọi γ - góc giữa mặt đường và mặt kéo gỗ; α - góc dốc của mặt kéo gỗ; các kích thước khác như trên hình 2. Xét chuyển động của cây gỗ có khối lượng m tập trung tại trọng tâm $C(x_c, y_c)$ trong hệ quy chiếu OXYZ, véc tơ đơn vị trên các trục OX, OY, OZ lần lượt là $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$.

Các lực tác dụng lên cây gỗ gồm:

Trọng lực: $\vec{G} = -mg \cos \alpha \vec{k} - mg \sin \alpha \vec{i} + 0 \cdot \vec{j}$ (1)

- Phản lực của mặt đất lên cây gỗ:

$$\vec{N}_d = N_d \vec{k} \quad (2)$$

- Lực kéo của cáp tời:

$$\vec{F} = F_o(-x_c \vec{i} - y_c \vec{j} + z_o \vec{k}) \quad (3)$$

$$F_o = \frac{F}{\sqrt{x_c^2 + y_c^2 + z_o^2}}$$

Trong công thức (3):

Lực kéo của cáp tời có thể viết dưới dạng:

$$\vec{F} = F_z \vec{k} + F_x \vec{i} + F_y \vec{j} \quad (4)$$

- Lực ma sát giữa cây gỗ và mặt đất:

$$\vec{F}_d = -N f_d \left[\frac{\dot{x}_c \vec{i} + \dot{y}_c \vec{j}}{\sqrt{\dot{x}_c^2 + \dot{y}_c^2}} \right] \quad (5)$$

Lập phương trình vi phân chuyển động của cây gỗ dưới tác dụng của hệ lực trên, sau khi biến đổi rút gọn được hệ phương trình sau:

$$\begin{cases} \ddot{x}_c = -F_o^* x_c - g \sin \alpha - \frac{\dot{x}_c}{\sqrt{\dot{x}_c^2 + \dot{y}_c^2}} (g \cos \alpha - F_o^* z_o) f_d \\ \ddot{y}_c = -F_o^* y_c - \frac{\dot{y}_c}{\sqrt{\dot{x}_c^2 + \dot{y}_c^2}} (g \cos \alpha - F_o^* z_o) f_d \\ F_o^* = \frac{v_o^2 - \dot{x}_c^2 - \dot{y}_c^2 + g x_c \sin \alpha + \frac{g f_d (x_c \dot{x}_c + y_c \dot{y}_c) \cos \alpha}{\sqrt{\dot{x}_c^2 + \dot{y}_c^2}}}{-(x_c^2 + y_c^2) + \frac{z_o f_d (x_c \dot{x}_c + y_c \dot{y}_c)}{\sqrt{\dot{x}_c^2 + \dot{y}_c^2}}} \end{cases} \quad (6)$$

$$F_o^* = \frac{F_o}{m} = \frac{F}{m \sqrt{x_c^2 + y_c^2 + z_o^2}} ; \quad v_o -$$

Ở đây:

vận tốc của dây cáp tời.

Giải gần đúng hệ phương trình vi phân (6) theo phương pháp Runge-Kutta với sự trợ giúp của máy vi tính sẽ xác định được $F_o = F_o(t)$. Kết hợp với (3) và (4) ta tính được lực $F = F(t)$.

2.2. Mô men gây lật và mô men chống lật của máy kéo

2.2.1. Mô men gây lật

Khi kéo gỗ dưới tác dụng của lực kéo cáp tời, máy kéo có xu hướng bị lật ngang quanh trục $O_B X_B$ qua tâm hai vết tiếp xúc của bánh trước và bánh sau với mặt đất hoặc bị lật dọc quanh trục $O_B Y_B$ qua tâm hai vết tiếp xúc của bánh sau với mặt đất. Mô men lật do lực F gây ra trong hệ tọa độ lật $(OXYZ)_B$ sẽ là:

$$\begin{aligned} \vec{M} = & \left\{ \left[(F_x \cos \gamma - F_z \sin \gamma) \cos \beta + F_y \sin \beta \right] H + e \left[(F_x \sin \gamma + F_z \cos \gamma) \right] \right\} \vec{j}_A - \\ & - \left\{ \left[(-F_x \cos \gamma - F_z \sin \gamma) \sin \beta + F_y \cos \beta \right] H + \left[F_x \sin \gamma - F_z \cos \gamma \right] \frac{B}{2} \right\} \vec{i}_A \\ & - \left\{ \left[(-F_x \cos \gamma - F_z \sin \gamma) \sin \beta + F_y \cos \beta \right] e - \left[(F_x \cos \gamma - F_z \sin \gamma) \cos \beta \right] \frac{B}{2} \right\} \vec{k}_A \end{aligned} \quad (7)$$

Ở đây: e - khoảng cách giữa hai gốc tọa độ: $e = \overline{O_A O_B}$

2.2.2. Mô men chống lật của máy kéo

Khi gom gỗ, khả năng chống lật của máy kéo là do trọng lượng bản thân máy tạo ra. Mô men chống lật ngang lớn nhất của máy kéo đối với trục $O_B X_B$ là:

$$M_d^x = \left| G_z \frac{B}{2} - G_y h_o \right| \quad (8)$$

Mô men chống lật dọc lớn nhất của máy kéo đối với trục $OBYB$ là:

$$M_d^y = \left| G_z \frac{B}{2} - G_y h_o \right| \quad (9)$$

Trong các công thức (8) và (9):

$$G_x = -m_{mk} g \cdot \sin(\alpha - \gamma) \cos \beta;$$

$$G_y = -m_{mk} g \cdot \sin(\alpha - \gamma) \sin \beta;$$

$$G_z = -m_{mk} g \cdot \cos(\alpha - \gamma);$$

B - chiều rộng cơ sở máy kéo; h_o - chiều cao trọng tâm máy kéo;

m_{mk} - khối lượng máy kéo; l_G - khoảng cách từ trọng tâm máy kéo đến trục $O_B Z_B$.

2.2.3. Điều kiện để máy kéo không bị lật khi gom gỗ

$$K_x = \left| \frac{M_{cl}^x}{M_{x\max}} \right| > 1,2 - 1,5 \quad \text{và} \quad K_y = \left| \frac{M_{cl}^y}{M_{y\max}} \right| > 1,2 - 1,5 \quad (10)$$

Trong đó: K_x, K_y - hệ số chống lật ngang và chống lật dọc của máy kéo; $M_{x\max}, M_{y\max}$ - mô men lật ngang và mô men lật dọc lớn nhất của lực F đối với các trục lật $O_B X_B$ và $O_B Y_B$, trị số của chúng xác định nhờ công thức (7).

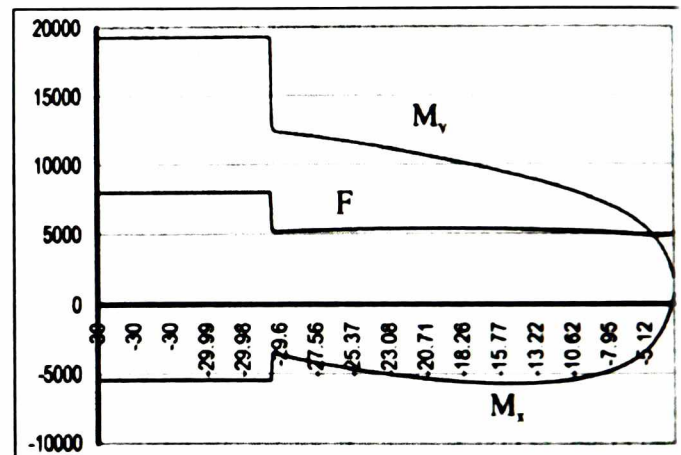
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Sự phụ thuộc của lực kéo cáp tời (F) và các mô men lật M_x, M_y vào vị trí cây gỗ (x_c)

Khảo sát bài toán với MKNN được chọn là MTZ-50 được trang bị tời để vận xuất gỗ rừng trồng với các tham số khảo sát: $m = 500 \text{ kg}$; $f_d = 0,7$; $\gamma = \alpha = 45^\circ$; $\beta = 55^\circ$; $H = 3,35 \text{ m}$; $B = 1,3 \text{ m}$; $v_0 = 0,4 \text{ m/s}$.

Sự phụ thuộc của lực kéo của dây cáp tời và các mô men lật vào vị trí cây gỗ (tọa độ trọng tâm x_c trong quá trình tời kéo gỗ được thể hiện trên đồ thị hình 3. Khảo sát các trường hợp khác đều cho dạng đồ thị tương tự.

$F(N), M(Nm)$



Hình 3. Sự phụ thuộc của lực kéo cáp tời và các mô men lật vào vị trí cây gỗ

Đồ thị này cho thấy: Trong quá trình gom gỗ trị số F, M_x, M_y không phải là hằng số mà luôn thay đổi theo khoảng cách kéo gỗ. Do F, M_x, M_y thay đổi trong quá trình kéo gỗ nên khi sử dụng LHM cần quan tâm đến trị số lớn nhất của chúng, vậy cần tiến hành khảo sát ảnh hưởng của các góc β, α, γ đến lực kéo cáp tời lớn nhất ($F_{\max}$), các mô men gây lật máy lớn nhất ($M_{x\max}, M_{y\max}$) và các mô men chống lật lớn nhất của máy (M_d^x, M_d^y) trong trường hợp LHM làm việc ở điều kiện thiết kế với $m = 500 \text{ kg}$, $f_d = 0,7$ để tìm ra trị số giới hạn của chúng đảm bảo cho máy không bị lật khi gom gỗ.

3.2. Ảnh hưởng của các góc dốc α đến lực kéo cáp tời và trị số các mô men lớn nhất

Đồ thị hình 3 và bảng 1 là kết quả khảo sát ảnh hưởng của góc dốc mặt kéo gỗ đến lực kéo cáp tời lớn nhất và trị số các mô men lớn nhất trong trường hợp

$m = 500 \text{ kg}$; $f_d = 0,7$; $\alpha = 45^\circ$; $\gamma = 33^\circ$; $H = 3,35 \text{ m}$; $B = 1,5 \text{ m}$; $v_0 = 0,4 \text{ m/s}$. Kết quả tính toán các trường hợp khác cho thấy ảnh hưởng của góc α đến các đại lượng nghiên cứu đều có dạng tương tự.

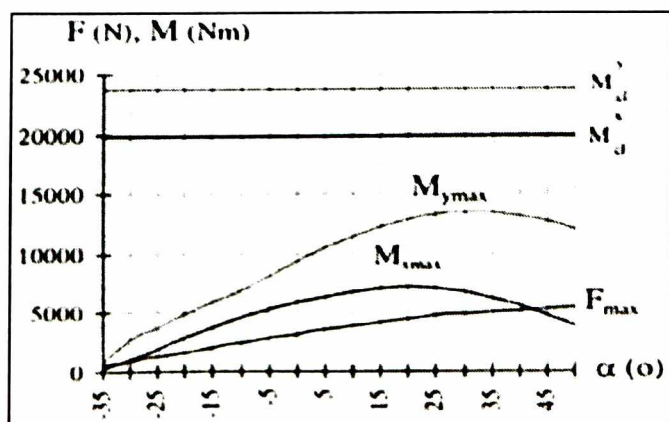
Từ đây ta có một số nhận xét sau:

- Lực kéo của cáp tời đồng biến với góc dốc mặt kéo gỗ, trong trường hợp khảo sát tại góc dốc $\alpha = 50^\circ$ lực kéo cáp tời lớn nhất là $F_{\max} = 5428,22 \text{ N}$.

- Khi góc dốc tăng, các mô men gây lật tăng rồi đạt trị số lớn nhất sau đó giảm xuống: mô men gây lật ngang đạt trị số lớn nhất khi $\alpha = 20^\circ$, mô men gây lật dọc đạt trị số lớn nhất khi $\alpha = 30 - 35^\circ$. Do vậy, khi gom gỗ tại địa hình có góc dốc nằm trong khoảng $\alpha = 20 - 35^\circ$, người vận hành cần tránh mọi nguyên nhân làm tăng sức căng của cáp tời để đảm bảo an toàn cho máy.

Bảng 1. Hệ số chống lật theo góc α

$\alpha (^\circ)$	K_x	K_y	$\alpha (^\circ)$	K_x	K_y
-35	87,2	25,5	10	2,91	2,07
-30	20,4	8,46	15	2,78	1,91
-25	10,1	6,25	20	2,65	1,82
-20	6,77	4,84	25	2,79	1,75
-15	5,16	3,95	30	2,90	1,73
-10	4,26	3,37	35	3,12	1,73
-5	3,71	2,90	40	3,50	1,79
0	3,35	2,51	45	4,08	1,85
5	3,12	2,21	50	5,02	1,96



Hình 4. Sự phụ thuộc của lực kéo cáp tời và các mô men lật vào vào góc dốc mặt kéo gỗ

3.3. Ảnh hưởng của góc đổ máy (β) đến lực kéo cáp tời và trị số các mô men lớn nhất

Khảo sát bài toán với các tham số:

$m = 500 \text{ kg}$; $f_d = 0,7$; $\alpha = 45^\circ$; $\beta = 55^\circ$; $H = 3,35 \text{ m}$; $B = 1,3 \text{ m}$; $v_0 = 0,4 \text{ m/s}$; góc dốc của mặt đổ máy

$\theta = \alpha - \gamma = 12^\circ$; góc lệch ban đầu của phương kéo gỗ so với trục OX là 20° , đã lập được đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của lực kéo cáp tời, các mô men gây lật và chống lật vào góc β và bảng hệ số chống lật của máy kéo theo góc β . Kết quả nhận được cho thấy: khi máy kéo đổ ở hai vị trí vuông góc với phương kéo gỗ và song song với phương kéo gỗ, hệ số chống lật do chênh lệch nhau lớn nhất. Còn trong khoảng $\beta = 55 - 65^\circ$ hệ số chống lật ngang và hệ số chống lật dọc của máy chênh lệch nhau ít nhất, do vậy khi gom gỗ nên đổ máy trong phạm vi này.

3.4. Ảnh hưởng của góc γ đến lực kéo cáp tời và trị số các mô men lớn nhất

Bài toán được khảo sát với các tham số:

$m = 500 \text{ kg}$; $f_d = 0,7$; $\alpha = 45^\circ$; $\beta = 55^\circ$; $H = 3,35 \text{ m}$; $B = 1,3 \text{ m}$; $v_0 = 0,4 \text{ m/s}$ từ đó lập được đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của lực kéo cáp tời, các mô men gây lật và chống lật vào góc γ và bảng hệ số chống lật của máy theo góc γ cho hai trường hợp nguy hiểm nhất: máy đổ vuông góc với phương kéo gỗ và dọc theo phương kéo gỗ.

- Trường hợp máy đổ vuông góc với phương kéo gỗ, kết quả nhận được cho thấy: với $\gamma < 35^\circ$ thì $K_x < 1,2$ nên máy có thể bị lật ngang, do vậy để máy không bị lật thì góc dốc ngang tối đa của mặt đường đổ máy xác định được: $\theta_{ng} = 10^\circ$.

- Trường hợp máy đổ dọc theo phương kéo gỗ theo hướng lên dốc, kết quả nhận được cho thấy: khi $\gamma < 35^\circ$ thì hệ số $K_y < 1,2$ nên máy có thể bị lật dọc, do vậy để máy không bị lật thì góc dốc tối đa của mặt đường đổ máy xác định được $\theta_d = 10^\circ$.

4. KẾT LUẬN

Sử dụng MKNN để vận xuất gỗ rừng trồng bằng cách lắp đặt thêm cho chúng các trang bị chuyên dùng (phổ biến là tời kéo gỗ) là một giải pháp phù hợp với điều kiện kinh tế kỹ thuật ở giai đoạn đầu của quá trình cơ giới hóa, hiện đại hóa các hoạt động khai thác rừng mà nhiều nước đã và đang thực hiện.

Trên cơ sở phân tích lực tác động lên hệ thống kéo gỗ, đề tài đã xây dựng được hệ phương trình vi phân mô tả quá trình kéo gỗ trên mặt dốc (hệ

phương trình 6), mô men gây lật máy (phương trình 7) khi MKNN kéo gỗ bằng tời.

Kết quả khảo sát quá trình chuyển động của cây gỗ trong giai đoạn chuyển động bình ổn với thiết bị nghiên cứu là máy kéo nông nghiệp MTZ- 50 cho thấy:

- Lực kéo cáp tời luôn thay đổi trong quá trình kéo gỗ. Với khối lượng tải $m=500$ kg; hệ số cản $f_d=0,7$; góc dốc địa hình $\alpha=50^\circ$; chiều cao pully tời $H=3,35$ m thì lực kéo lớn nhất của cáp tời $F_{max}=5428$ N.

- Mô men gây lật ngang có trị số lớn nhất khi góc dốc địa hình kéo gỗ $\alpha=20^\circ$, mô men gây lật dọc có trị số lớn nhất khi góc dốc địa hình kéo gỗ $\alpha=30-35^\circ$.

- Trong trường hợp phương kéo gỗ ban đầu lệch 20° so với trục OX, hệ số chống lật ngang và chống lật dọc của máy kéo có trị số xấp xỉ nhau khi góc dốc máy $\beta=55-65^\circ$. Vì vậy, khi dùng tời kéo gỗ nên đổ

máy kéo trong phạm vi này.

- Đối với máy kéo MTZ- 50, khi đổ trên đường dùng tời gom gỗ ngược dốc với khối lượng tải $m=500$ kg; chiều cao pully tời $H=3,35$ m thì góc dốc ngang, góc dốc dọc giới hạn của đường, tại đó máy có thể lật là 10° .

Các kết quả nghiên cứu trên cần được tham khảo trong quá trình sử dụng MKNN dùng tời kéo gỗ để đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Đặng Thế Huy, 1995. Một số vấn đề về cơ học giải tích và cơ học máy. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.
2. Forsythe G. E., Malcolm M. A., Moler C. E. 1990. Computer Methods for Mathematic Computation. Prentice Hall, NC Englewood Clif Nj 07632.

SOME RESULTS OF THE REASERCH ON LOG PULLING PROCESS BY WINCH MOUNTED ON AN AGRICULTURAL TRACTOR TO EXTRACT LOGS FROM PLANTATION

Nguyen Van Quan¹

¹*Vietnam Forestry University*

Summary

The paper gives a brief some results of the research on log pulling process by winch mounted on an agricultural tractor to extract logs from plantation. Based on analysis of the forces effecting on the log pulling system, by applying methods of analytic mechanics, kinematic and dynamic equations expressing log pulling by winch on the steep ground have been established. Solving these equations by Runghe-kutta method on computer, from that the graphs, tables expressing the relations between studied and affected parameters have been established. Based on the studied result several needed conclusion have been given to be the base for designing the log pulling system and selecting working procedure safety and effectively.

Key words: *Agricultural tractor, log extraction, forces effecting on the system, kinematic and dynamic equations, graph, plantation, steep ground, winch.*

Người phản biện: GS.TSKH. Phạm Văn Lang

Ngày nhận bài: 7/03/2014

Ngày thông qua phản biện: 7/4/2014

Ngày duyệt đăng: 14/4/2014