



KHẢO SÁT THỰC NGHIỆM XÁC ĐỊNH KHẢ NĂNG LÀM VIỆC CỦA MÁY KÉO XÍCH CAO SU LIÊN HỢP VỚI MÁY PHAY ĐẤT KHI LÀM VIỆC TRÊN ĐẤT ĐỒI DỐC

Phạm Thị Thu Hằng^{1*}, Nguyễn Ngọc Quế²

Tóm tắt: Nghiên cứu ảnh hưởng của một số thông số kết cấu và sử dụng đến khả năng làm việc của liên hợp máy kéo xích cao su với máy phay đất khi làm việc trên đất đồi dốc nhằm nâng cao chất lượng làm việc của liên hợp máy (LHM), cải tiến các thông số kết cấu và sử dụng là một mô hình phức tạp do đối tượng nghiên cứu là LHM có bộ phận làm việc tích cực, đối tượng tác động là đất với tính chất cơ lý khác nhau và đặc biệt do ảnh hưởng của độ dốc, dẫn đến kết quả khảo sát bằng lý thuyết chưa có độ tin cậy cao vì phải dựa nhiều vào các giả thiết và các hệ số chưa được kiểm chứng. Để có được các thông số đầu vào cho mô hình nghiên cứu lý thuyết cũng như để chứng minh độ tin cậy của kết quả khảo sát lý thuyết, bài báo này giới thiệu phương pháp cũng như kết quả nghiên cứu thực nghiệm ảnh hưởng của các thông số kết cấu và sử dụng đến chất lượng làm việc của LHM khi làm việc trên đất dốc ngang.

Từ khóa: Nghiên cứu thực nghiệm; khả năng làm việc; máy kéo xích; máy phay đất; liên hợp máy; thông số kết cấu và sử dụng.

Experimental study on determine working capacity of rubber caterpillar tractor combining with rotary tilling on hilly ground

Abstract: This thesis studies the effect of some structural and operation parameters on the working capacity of tractor- tilling combination on hilly land in order to improve its operating ratio, structural and operation parameters which is a complicated model as the object of study is a kind of tractors-implement combination that has positive working components, and the object these components act on is land with different physical properties. Especially due to the slope, the survey result is not highly reliable because it relies on many theories and assumptions that are not tested. To get the input parameters for the theoretical model as well as to demonstrate the reliability of the theoretical survey results, this paper introduces the method and the results of experimental studies on influence of structural and operation parameters on tractors-implement combination' capacity working on slopes sideways.

Keywords: Experimental research; working capacity; rubber caterpillar tractor; rotary tilling; tractors-implement combination; structural and operation parameters.

Nhận ngày 10/5/2017; sửa xong 16/6/2017; chấp nhận đăng 23/6/2017
Received: May 10, 2017; revised: June 16, 2017; accepted: June 23, 2017



1. Mở đầu

Máy kéo xích cao su kết hợp với máy phay đất cỡ trung là một liên hợp máy có kết cấu và nhiều đặc tính kỹ thuật rất phù hợp cho sản xuất đất nông lâm nghiệp trên đồi dốc, do dải xích có cấu tạo đặc biệt nên máy kéo có thể làm việc trên các địa hình phức tạp (cát, đất lầy lội...), đất có độ ẩm cao, độ dốc lớn hơn so với máy kéo bánh có công suất tương đương song vẫn đảm bảo an toàn lao động [1,2].

Sau khi đã tính toán lý thuyết và khảo sát một số thông số ảnh hưởng đến độ ổn định hướng chuyển động của liên hợp máy khi làm việc trên đất dốc ngang để khẳng định tính đúng đắn của mô hình nghiên cứu lý thuyết [3] chúng tôi tiến hành thực nghiệm trên máy thực. Do đó bài báo này giới thiệu phương pháp nghiên cứu thực nghiệm để xác định tính ổn định hướng chuyển động của liên hợp máy kéo khi làm việc trên đất dốc ngang.

¹ThS, Trường Đại học Công nghệ Việt Hưng.

²PGS.TS, Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

*Tác giả chính. E-mail: hangckvh81@gmail.com.



2. Mục tiêu và phương pháp nghiên cứu thực nghiệm xác định khả năng làm việc của liên hợp máy kéo xích với máy phay khi làm việc trên đất dốc

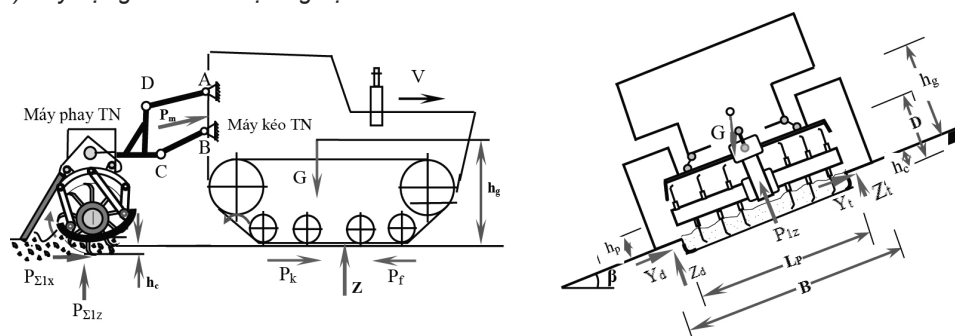
2.1 Mục tiêu nghiên cứu thực nghiệm

Mục tiêu nghiên cứu thực nghiệm bao gồm: xác định các tham số đầu vào của mô hình tính toán [3] (đo tốc độ quay của động cơ, tốc độ quay của mô tơ thủy lực, lưu lượng và áp suất dầu, thông số của đất như độ chặt của đất) và kiểm chứng độ chính xác cũng như mức độ tin cậy của mô hình tính toán [3] trong cùng một điều kiện làm việc thực tế (đo quỹ đạo chuyển động của LHM).

2.2 Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm

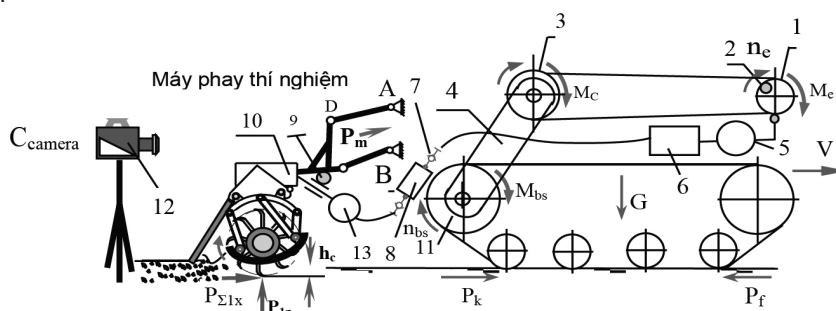
Phương pháp nghiên cứu dựa trên việc xây dựng mô hình nghiên cứu thực nghiệm. Tiến hành thực nghiệm xác định các đại lượng cần đo trong mô hình, từ các đại lượng đo được kết hợp với hệ thống công thức lý thuyết xây dựng các quan hệ phản ánh tính ổn định chuyển động của liên hợp máy kéo xích khi phay trên đất dốc ngang.

a) Xây dựng mô hình thực nghiệm



Hình 1. Sơ đồ thí nghiệm máy kéo trên đất dốc ngang

Mô hình thí nghiệm, lựa chọn máy kéo thí nghiệm và máy phay thí nghiệm (Hình 1). Trên mô hình lắp ráp các cụm chức năng (Hình 2) cần đo được các thông số kỹ thuật của máy thí nghiệm sau: y kéo thí nghiệm là: tốc độ quay động cơ n_e , lưu lượng (Q) và áp suất (p) của dầu trên bơm thủy lực đến mô tơ quay trống phay, tốc độ quay của mô tơ thủy lực đến máy phay n_p , quãng đường di chuyển theo phương dọc OX và ngang OY .



Hình 2. Sơ đồ bố trí các cảm biến đo trên máy kéo thí nghiệm;

- 1 - Puly động cơ; 2 - Cảm biến đo số tốc độ quay động cơ; 3 - Côn ly hợp; 4 - Hộp số; 5 - Bơm thủy lực; 6 - Hộp phân phối; 7 - Đầu nối nhanh; 8 - Cảm biến đo lưu lượng và áp suất dầu; 9 - Cảm biến đo tốc độ quay của mô tơ thủy lực truyền đến trống phay; 10 - Hộp số máy phay; 11 - Bánh sao chủ động; 12 - Camera tốc độ cao; 13 - Mô tơ thủy lực.

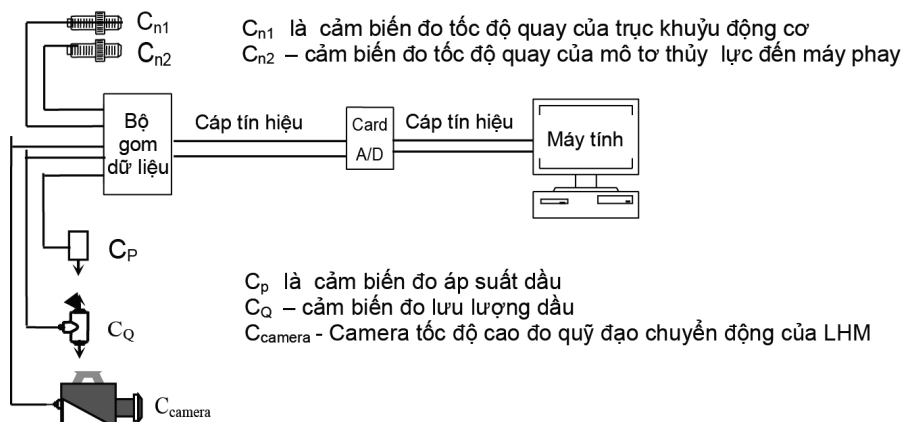
Các ký hiệu trên mô hình vật lý (Hình 2) được giải thích như sau: M_e , M_c , M_{bs} là mô men trên động cơ, mô men trên côn ly hợp, mô men trên bánh sao chủ động; P_k , P_f , P_m là lực chủ động, lực cản lăn và lực đẩy ở mooc, n_e , n_{LH} , n_{bs} là tốc độ quay của động cơ, côn ly hợp, bánh sao chủ động.

b) Sơ đồ liên kết thiết bị đo với máy tính trong thực nghiệm

Thiết bị đo: bao gồm máy camera tốc độ cao FASTCAM SA1.1 model 675K-C1 dùng đo quỹ đạo chuyển động của LHM theo phương X, Y , có tốc độ chụp từ 50 ÷ 675.000 ảnh/sec; cảm biến đo lưu lượng của dầu R-6HD-50RFAW (Mỹ) với độ chính xác $\pm 2,0\%$ dải đo dòng chảy 0-190LPM (50GPM), nhiệt độ tối đa

185°F (85°C); cảm biến đo áp suất Huba control 511 đo được áp suất trong khoảng 0-400bar với dòng điện 4-20mA đáp ứng điều kiện đo và cho độ tin cậy cao; cảm biến đo tốc độ quay bằng laser G-19151-4 nhãn hiệu OPTEX xuất xứ Nhật Bản sản xuất năm 1996 cho độ chính xác cao; thiết bị đo độ dốc và chiều dài di chuyển của LHM; máy đo khoảng cách cầm tay bằng laser Leica DISTO D5 máy có thể đo khoảng cách và góc lệch với độ chính xác $\pm 2\text{mm}$, phạm vi đo: 0,15-40m.

Sơ đồ liên kết thiết bị đo với máy tính trong thực nghiệm: Trên Hình 3 giới thiệu sơ đồ liên kết các cảm biến với thiết bị đo, trong đó các cảm biến C_{n1} là cảm biến đo tốc độ quay trục khuỷu động cơ, C_{n2} là cảm biến đo tốc độ quay của mô tơ thủy lực đến máy phay, C_Q và C_P là cảm biến đo lưu lượng và áp suất dầu và C_{camera} là thiết bị đo quỹ đạo chuyển động của LHM. Các cảm biến này được liên kết đến bộ phận thu gom dữ liệu, qua cáp tín hiệu đến bộ chuyển đổi tín hiệu A/D và nối vào máy tính.



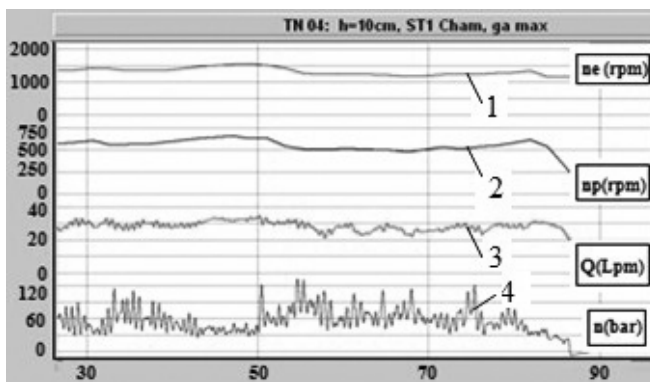
Hình 3. Sơ đồ kết nối các thiết bị đo với bộ gom dữ liệu và máy tính

c) Kết quả nghiên cứu thực nghiệm về khả năng làm việc của liên hợp máy kéo xích với máy phay khi làm việc trên đất dốc

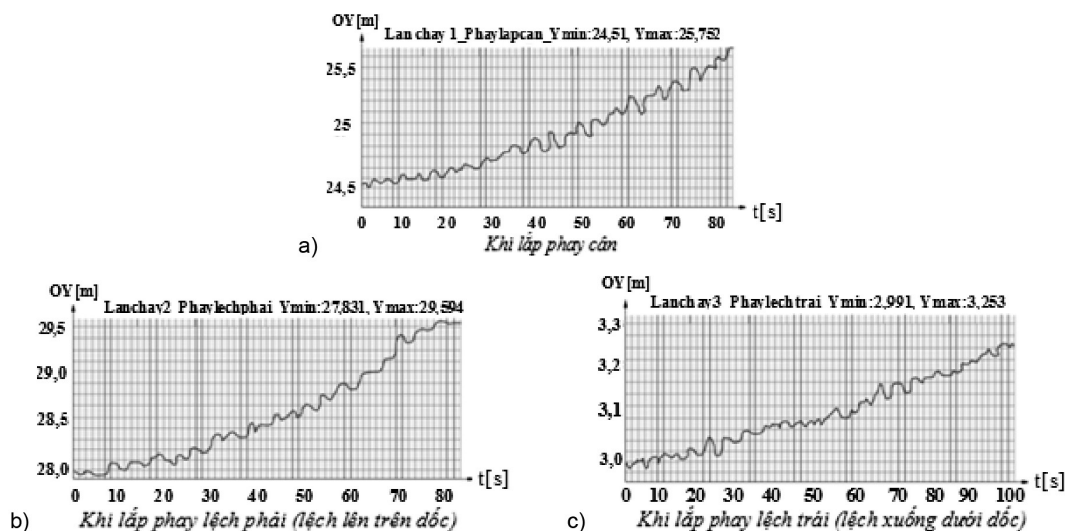
Khi LHM làm việc trên đất dốc ngang, do thành phần của lực ngang làm cho LHM luôn có xu hướng dịch chuyển xuống chân dốc, để ổn định hướng chuyển động của LHM có rất nhiều cách nhưng một trong những cách đó là thay đổi cách lắp máy phay khác nhau. Kết quả khảo sát được thể hiện trên Hình 4 khi lắp phay cân được đo trên màn hình DasyLab.

Kết quả trên Hình 4, đường (1) là tốc độ quay của trục động cơ n_e [v/ph]; đường (2) là tốc độ quay của mô tơ thủy lực đến phay n_p [v/ph]; đường (3) là lưu lượng bơm thủy lực Q [l/p]; đường (4) là áp suất bơm thủy lực đến phay p [bar]. Trên Hình 5 nhờ camera tốc độ cao, kết quả cho thấy quỹ đạo chuyển động của LHM khi làm việc trên dốc ngang 12° bị lệch về phía dưới dốc do ảnh hưởng của góc nghiêng ngang, trọng lượng của máy kéo phân bố không đều trên các dải xích làm xuất hiện các lực chủ động, lực cản ở các dải xích khác nhau từ đó làm xuất hiện mô men xoay thân máy kéo làm cho LHM lệch hướng chuyển động. Trong camera tốc độ cao, chiều dưới dốc đặt dương hướng lên trên còn trong kết quả mô phỏng và xử lý trên phần mềm Excel chiều dưới dốc là chiều âm và hướng xuống dưới (Hình 6-8).

Theo [3] khi lắp phay lệch trái (lệch phía dưới dốc) thì sẽ làm tăng độ ổn định hướng của LHM hơn khi lắp trên dốc và lắp cân vì mô men xoay do thành phần lực P_m (lực đẩy của phay tác động vào máy kéo) sinh ra sẽ làm cho LHM quay lên dốc (Hình 5c). Ngược lại khi lắp phay lệch phải (lệch phía trên dốc) thì mô men xoay do thành phần lực P_m sinh ra sẽ làm cho LHM quay xuống dưới dốc, dẫn đến LHM xoay xuống dốc nhanh hơn gây mất ổn định hướng chuyển động (Hình 5b).



Hình 4. Đồ thị kết quả quá trình đo



Hình 5. Kết quả đo quỹ đạo chuyển động của LHM



3. So sánh kết quả nghiên cứu thực nghiệm với mô phỏng lý thuyết về khả năng làm việc của liên hợp máy kéo xích với máy phay khi làm việc trên đất dốc

3.1 Xử lý kết quả số liệu thực nghiệm

Dựa trên các số liệu thực nghiệm và ứng dụng Matlab, hoàn toàn có thể xử lý số liệu thực nghiệm để so sánh giữa số liệu mô phỏng tính toán [3] nhằm khẳng định độ tin cậy của mô hình lý thuyết. Trong thực nghiệm khảo sát quỹ đạo chuyển động, LHM được lắp phay cân; lắp phay lệch trái và lệch phải với chế độ khảo sát ứng với máy kéo có trọng lượng là $G = 10507 \text{ N}$, nền đất feralit nâu, đây là loại đất có thành phần vật lý chủ yếu là sét (đất đặc trưng của vùng trung du miền núi phía bắc).

3.2 So sánh kết quả nghiên cứu thực nghiệm và mô phỏng lý thuyết

a) Khi lắp phay cân hai bên

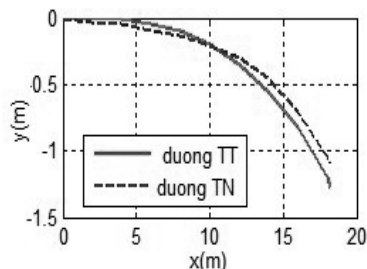
Làm thí nghiệm với chiều dài làm việc của LHM $OX = 18,1\text{m}$, chiều sâu phay $h_c = 10\text{cm}$, vận tốc trung bình $v_x = 1,38\text{km/h}$. Qua so sánh (Hình 6) giữa kết quả mô phỏng và kết quả thực nghiệm về quỹ đạo chuyển động của LHM khi lắp phay cân hai bên có sai lệch rất ít, chứng tỏ mô hình mô phỏng đã phản ánh trung thực các đặc trưng cơ bản của máy kéo nghiên cứu.

b) Khi lắp phay lệch trái

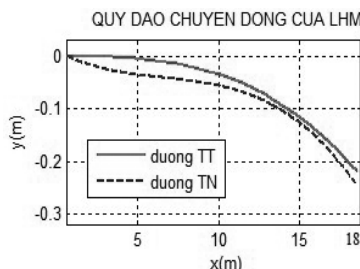
Khi lắp phay lệch trái 10cm (xuống phía dưới dốc), chiều dài LHM làm việc $OX = 17,85\text{m}$; chiều sâu phay $h_c = 10\text{cm}$; vận tốc $v_x = 0,65\text{km/h}$, kết quả thể hiện trên Hình 7.

c) Khi lắp phay lệch phải

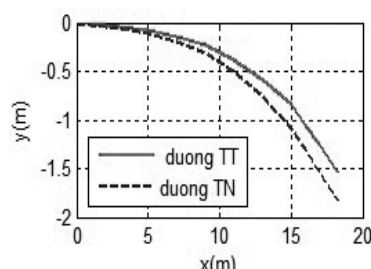
Khi lắp phay lệch phải 10cm (hướng phía trên dốc), LHM làm việc trên chiều dài $OX = 18,2\text{m}$; chiều sâu phay $h_c = 10\text{cm}$; vận tốc $v_x = 0,76\text{km/h}$ được kết quả trên Hình 8.



Hình 6. So sánh giữa lý thuyết và thực nghiệm quỹ đạo chuyển động của LHM khi lắp phay cân hai bên



Hình 7. So sánh giữa lý thuyết và thực nghiệm quỹ đạo chuyển động của LHM khi lắp phay lệch trái



Hình 8. So sánh giữa lý thuyết và thực nghiệm quỹ đạo chuyển động của LHM khi lắp phay lệch phải

Bảng 1. So sánh sự phụ thuộc của dịch chuyển ngang LHM trên sườn dốc

Độ dốc	h_c (cm)	Lắp phay	Chuyển dịch Y (m)		Sai số (%)
			TT	TN	
12°	10	Cân bằng	1,28	1,1	16,3
		Lệch trái	0,19	0,22	13.6
		Lệch phải	1,76	1,95	9,7
Sai số trung bình					12,2

Qua so sánh kết quả mô phỏng với đặc tính thực nghiệm (Hình 6-8) cho thấy quỹ đạo chuyển động của LHM khi lắp phay cân khá giống nhau cả về định tính và định lượng. Sự sai khác ở đây có thể còn một số thông số của mô hình được tính toán hoặc chọn chưa hoàn toàn giống với máy thực, hơn nữa do tính chất đất không đồng nhất. Kết quả tại Bảng 1 cho thấy sai số trung bình 12,2% là hoàn toàn có thể chấp nhận được.



4. Kết luận

Ứng dụng phương pháp thực nghiệm xác định quỹ đạo chuyển động của LHM bằng Camera tốc độ cao (FASTCAM SA1.1 675K-C1), khá chính xác và phù hợp với vận tốc chuyển động nhỏ của LHM khi làm việc trên đất dốc. Kết quả thực nghiệm đã khẳng định mô hình động lực học và mô hình toán học [4], cũng như phương pháp giải bài toán về quỹ đạo chuyển động của LHM khi làm việc trên đất dốc trong cùng điều kiện như nhau, cho thấy sai khác là không lớn (12,2%) và hoàn toàn tương thích về quy luật. Điều đó chứng tỏ mô hình mô phỏng đủ tin cậy cho nghiên cứu và có thể ứng dụng để khảo sát các loại máy kéo khác nhau.

Từ lý thuyết và thực nghiệm ta có thể khẳng định rằng khi LHM làm việc trên đất dốc ngang do có thành phần lực ngang lên LHM luôn có xu hướng trượt xuống phía dưới dốc nên ảnh hưởng đến tính chất ổn định hướng khi làm việc. Độ trượt nhiều hay ít phụ thuộc rất nhiều yếu tố như trọng lượng LHM, độ dốc nền đất, vận tốc máy, lực đẩy phay... tuy nhiên để tăng khả năng ổn định hướng thì biện pháp đơn giản ta có thể thay đổi điểm đặt lực của phay xuống phía dưới dốc là một biện pháp có tính khả thi cao.

Để thực hiện việc thay đổi điểm đặt lực của phay lên máy kéo, chúng tôi đề nghị giải pháp hai điểm treo dưới của phay, được lắp trên một xi lanh thủy lực, xi lanh này liên kết cứng với mặt sau thân máy kéo, khi cho dầu thủy lực vào xi lanh, piston dịch chuyển đồng thời hai điểm treo dưới sang phải hoặc sang trái, tùy theo chiều chuyển động và góc dốc của mặt đồng, nhờ đó sẽ tự động điều chỉnh được điểm đặt lực so với trục đối xứng dọc của máy kéo phụ thuộc chiều làm việc của LHM cũng như góc dốc ngang của mặt đồng.

Tài liệu tham khảo

1. Bekker M.G. (1968), *Introduction to Terrain-Vehicle Systems*, The University of Michigan Press.
2. Wong J.Y. (2008), *Theory of ground vehicles*, Department of Mechanical and Aerospace Engineering Carleton University, Ottawa Canada.
3. Phạm Thị Thu Hằng, Nguyễn Ngọc Quế, Lê Trung Dũng (2016), "Xây dựng mô hình lý thuyết xác định khả năng làm việc của máy kéo xích cao su liên hợp với máy phay khi làm việc trên đất dốc", *Tạp chí Cơ khí*, 195-200.