

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT
HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

NGUYỄN CÔNG THUẬT

NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT TRUYỀN ĐỘNG VÀ ĐIỀU KHIỂN
HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG VÔ CẤP PHÂN TẦNG
TRÊN MÁY KÉO NHỎ 4 BÁNH

LUẬN ÁN TIẾN SĨ
CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ

HÀ NỘI – 2014

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT
HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

NGUYỄN CÔNG THUẬT

NGHIÊN CỨU TÍNH CHẤT TRUYỀN ĐỘNG VÀ ĐIỀU KHIỂN
HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG VÔ CẤP PHÂN TẦNG
TRÊN MÁY KÉO NHỎ 4 BÁNH

CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ
MÃ SỐ : 62 52 01 03

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

- 1. PGS.TS. BÙI HẢI TRIỀU**
- 2. TS. BÙI VIỆT ĐỨC**

HÀ NỘI – 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi, các kết quả nghiên cứu được trình bày trong luận án là trung thực, khách quan và chưa từng để bảo vệ ở bất kỳ học vị nào.

Tôi xin cam đoan rằng mọi sự giúp đỡ cho việc thực hiện luận án đã được cảm ơn, các thông tin trích dẫn trong luận án này đều được chỉ rõ nguồn gốc.

Hà Nội, ngày tháng năm 2014

Tác giả luận án

Nguyễn Công Thuật

LỜI CẢM ƠN

Với tất cả lòng chân thành, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới Thầy hướng dẫn: PGS.TS. Bùi Hải Triều, TS. Bùi Việt Đức – Bộ môn Động lực, khoa Cơ điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam, đã tận tình động viên, chỉ bảo, hướng dẫn và giúp đỡ tôi để tôi hoàn thành bản luận án này.

Tôi xin chân thành cảm ơn tập thể các thầy, cô giáo Bộ môn Động lực, Khoa Cơ điện, Ban Quản lý đào tạo, Ban lãnh đạo Học viện Nông nghiệp Việt Nam đã giúp đỡ về chuyên môn cũng như tạo điều kiện cho tôi trong quá trình thực hiện luận án.

Xin chân thành cảm ơn Ban Giám hiệu và tập thể cán bộ Khoa Ô tô Trường Đại học Công nghiệp Việt - Hung đã tạo điều kiện giúp đỡ tôi trong quá trình triển khai thí nghiệm, thực hiện luận án.

Tôi xin trân trọng cảm ơn các nhà khoa học, các bạn đồng nghiệp trong và ngoài cơ quan và người thân đã giúp đỡ, ủng hộ, động viên, góp ý kiến để tôi hoàn thành bản luận án này.

Xin trân trọng cảm ơn!

Tác giả luận án

Nguyễn Công Thuật

MỤC LỤC

Lời cam đoan	i
Lời cảm ơn	ii
Mục lục	iii
Danh mục các ký hiệu và chữ viết tắt	vi
Danh mục bảng	x
Danh mục hình	xi
MỞ ĐẦU	1
1 Tính cấp thiết của đề tài	1
2 Giả thuyết vấn đề nghiên cứu	2
3 Phương án kiểm định giả thiết	3
4 Mục tiêu của luận án	3
5 Đối tượng nghiên cứu	3
6 Giới hạn nghiên cứu	3
7 Đóng góp mới của luận án	3
Chương 1 TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU	5
1.1 Khái quát về tình hình máy kéo nhỏ sử dụng trong sản xuất nông nghiệp Việt Nam	5
1.2 Tổng quan về truyền động vô cấp trên máy kéo	9
1.2.1 Khái quát về các loại hình truyền lực vô cấp	9
1.2.2 So sánh các loại CVT	15
1.3 Công trình nghiên cứu trong và ngoài nước liên quan đến đề tài luận án	18
1.3.1 Các nghiên cứu về máy kéo với truyền lực vô cấp	18
1.3.2 Các nghiên cứu về điều khiển truyền động vô cấp	24
1.4 Ứng dụng truyền lực vô cấp phân tầng cho máy kéo nhỏ sản xuất tại Việt Nam	28
Chương 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	31
2.1 Phương pháp mô hình hóa và mô phỏng	31

2.2	Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm	36
2.2.1	Phương pháp đo các đại lượng không điện	37
2.2.2	Phương pháp điều khiển tỷ số truyền	39
2.2.3	Phương pháp tạo tải	46
2.2.4	Phương pháp xử lý và gia công số liệu thực nghiệm	47
Chương 3 XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐỘNG LỰC HỌC MÁY KÉO BỐN BÁNH VỚI HỆ THỐNG TRUYỀN LỰC VÔ CẤP PHÂN TẦNG		48
3.1	Phác thảo sơ đồ truyền lực vô cấp phân tầng cho máy kéo nhỏ bốn bánh	48
3.2	Xây dựng mô hình các hệ thống thành phần	49
3.2.1	Mô hình động cơ máy kéo	49
3.2.2	Mô hình truyền lực vô cấp phân tầng	50
3.2.3	Mô hình hộp số- truyền lực chính và cuối	80
3.2.4	Mô hình bánh xe máy kéo nông nghiệp	81
3.2.5	Mô hình máy nông nghiệp	82
3.2.6	Phần tử điều khiển (ECU) và cảm biến	83
3.2.7	Kết nối mô hình mô phỏng và thử nghiệm mô hình	84
Chương 4 PHÂN TÍCH MỘT SỐ TÍNH CHẤT HOẠT ĐỘNG VÀ ĐIỀU KHIỂN CỦA MÁY KÉO TRUYỀN LỰC VÔ CẤP PHÂN TẦNG		92
4.1	Lựa chọn máy nông nghiệp đi kèm	92
4.2	Ảnh hưởng của vị trí lắp cảm biến tải trọng đến tính chất điều khiển tỷ số truyền của CVT	94
4.3	Ảnh hưởng của hệ thống tự động điều khiển tỷ số truyền đến tính chất hoạt động của máy kéo	98
4.3.1	Liên hợp với cày trụ	99
4.3.2	Liên hợp với cày chảo	103
4.3.3	Phân tích sự biến thiên của lực cản cày và tỷ số truyền CVT	106
Chương 5 NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM		110
5.1	Mục đích nghiên cứu	110
5.2	Thiết kế, chế tạo mô hình thí nghiệm	110
5.2.1	Mô tả chung	110

5.2.2	Tính toán, thiết kế các phần tử thiết bị thí nghiệm	111
5.2.3	Hoàn thiện thiết bị thí nghiệm	115
5.3	Tổ chức thí nghiệm	115
5.3.1	Thí nghiệm hệ thống điều khiển tỷ số truyền vô cấp bằng tay	116
5.3.2	Thí nghiệm điều khiển tự động tỷ số truyền vô cấp	118
5.3.3	Thí nghiệm đối chứng đánh giá độ tin cậy của mô hình mô phỏng	119
	KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ	122
1	Kết luận	122
2	Đề nghị	122
	Danh mục công trình đã công bố có liên quan đến luận án	124
	Tài liệu tham khảo	125
	Phụ lục	129

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

Kí hiệu	Tên gọi	Đơn vị
A	Diện tích tác động của xi lanh tác động một chiều	[mm ²]
A ₁	Diện tích tác động khoang 1 của xi lanh hai chiều	[mm ²]
A ₂	Diện tích tác động khoang 2 của xi lanh hai chiều	[mm ²]
b	Bề rộng vành đai CVT	[mm]
b _x	Hệ số giảm chấn Shafai	[mm/N]
C _{lx}	Độ cứng của lò xo	[N/mm]
d	Đường kính con trượt điều khiển van thủy lực	[mm]
E	Mô đun đàn hồi dầu thủy lực	[mm ⁻²]
e	Khoảng cách trục của CVT	[mm]
f	Hệ số cản lăn	[-]
f _n	Thành phần lực pháp tuyến tác dụng lên phân tổ đai	[N]
f _R	Lực ma sát giữa phân tổ đai và bánh đai	[N]
f _t	Thành phần lực tiếp tuyến tác dụng lên phân tổ đai	[N]
F	Lực căng đai	[N]
F ₁	Lực căng của nhánh đai chủ động CVT	[N]
F ₂	Lực căng của nhánh đai bị động CVT	[N]
F _{ax1}	Lực ép bánh đai chủ động	[N]
F _{ax2}	Lực ép bánh đai bị động	[N]
F _c	Lực cản máy nông nghiệp	[N]
F _l	Lực cản lăn	[N]
F _{lx}	Lực ép của lò xo	[N]
F _{lx0}	Lực ép ban đầu của lò xo	[N]
F _{lx1}	Giá trị thay đổi của lực ép lò xo	[N]
F _n	Lực pháp tuyến tác dụng lên dây đai	[N]
F _t	Lực tiếp tuyến tác dụng lên dây đai	[N]
F _x	Lực kéo	[N]
F _{xl}	Lực tác động xi lanh thủy lực	[N]

G	Trọng lượng máy kéo	[kG]
h	Chiều cao vành đai CVT	[mm]
i_{CVT}	Tỷ số truyền của CVT	[-]
i_t	Tỷ số truyền hệ thống truyền lực	[-]
J	Mô-men quán tính máy kéo quy dẫn bánh xe chủ động	[kgm ²]
J_1	Mô-men quán tính CVT chủ động	[kgm ²]
J_2	Mô-men quán tính CVT bị động	[kgm ²]
k	Hệ số hồi quy	[-]
k_{DR}	Hệ số lưu lượng qua van	[mm ² /(s√N)]
K_{PR}	Hệ số điều chỉnh	[V/V]
K_{VS}	Hệ số khếch đại trước	[mm/mA]
L	Chiều dài dây đai	[mm]
M	Khối lượng của CVT	[kg]
M_c	Mô-men cảm của máy nông nghiệp	[Nm]
M_{CVT}	Mô-men trực thứ cấp CVT	[Nm]
M_e	Mô-men động cơ	[Nm]
M_k	Mô-men kéo của máy kéo	[Nm]
n_e	Số vòng quay động cơ	[min ⁻¹]
p	Áp suất dầu thủy lực trong xi lanh một chiều	[N/m ²]
p_1	Áp suất dầu thủy lực khoang 1 xi lanh hai chiều	[N/m ²]
p_2	Áp suất dầu thủy lực khoang 2 xi lanh hai chiều	[N/m ²]
P_{DQ}	Áp suất dầu thủy lực	[N/m ²]
Q	Lưu lượng dầu thủy lực	[mm ³ /s]
Q_1	Lưu lượng dầu thủy lực ra van điều khiển	[mm ³ /s]
Q_2	Lưu lượng dầu thủy lực về van điều khiển	[mm ³ /s]
Q_{1z}	Lưu lượng từ nguồn vào van qua mép điều khiển 1	[mm ³ /s]
Q_{2z}	Lưu lượng từ nguồn vào van qua mép điều khiển 2	[mm ³ /s]
Q_{1a}	Lưu lượng từ van về thùng qua mép điều khiển 1	[mm ³ /s]
Q_{2a}	Lưu lượng từ van về thùng qua mép điều khiển 2	[mm ³ /s]

r	Bán kính bánh đai	[mm]
R	Bán kính bánh xe máy kéo	[mm]
t	Thời gian khảo sát	[s]
U	Điện áp điều khiển	[V]
U_{ist}	Điện áp chuyển đổi	[V]
U_{soll}	Điện áp so sánh	[V]
v	Vận tốc máy kéo	[m/s]
V_0	Thể tích ban đầu xi lanh tác động một chiều	[mm ³]
V_{10}	Thể tích ban đầu khoang 1 xi lanh tác động hai chiều	[mm ³]
V_{20}	Thể tích ban đầu khoang 2 xi lanh tác động hai chiều	[mm ³]
x	Quãng đường di chuyển của máy kéo	[m]
x_K	Hành trình điều khiển piston	[mm]
α	Góc nghiêng bánh đai	[°]
β	Góc nghiêng dây đai	[°]
γ	Góc giữa đường tâm của dây đai và hướng lực ma sát	[°]
δ_d	Độ trượt đai	[%]
δ_m	Độ trượt bánh xe máy kéo	[%]
ξ	Hệ số Shafai	[-]
ν	Modun đàn hồi của chất lỏng	[mm ² /N]
φ	Góc ôm của dây đai trên bánh đai	[°]
φ_1	Góc ôm của dây đai trên bánh đai chủ động	[°]
φ_2	Góc ôm của dây đai trên bánh đai bị động	[°]
ω	Vận tốc góc bánh xe	[rad/s]
ω_{d1}	Vận tốc góc bánh đai chủ động CVT	[rad/s]
ω_{d2}	Vận tốc góc bánh đai bị động CVT	[rad/s]
μ	Hệ số ma sát Coulomb	[-]
Φ	Hệ số Guebeli	[-]