

BỘ GIAO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

ĐÀO HỮU ĐOÀN

**NGHIÊN CỨU TÍNH NĂNG KÉO BẮM
CỦA HỆ THỐNG DI ĐỘNG
XÍCH MÁY NÔNG NGHIỆP TỰ HÀNH**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ
CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ**

HÀ NỘI – 2015

BỘ GIAO DỤC VÀ ĐÀO TẠO BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PTNT

HỌC VIỆN NÔNG NGHIỆP VIỆT NAM

ĐÀO HỮU ĐOÀN

**NGHIÊN CỨU TÍNH NĂNG KÉO BẮM
CỦA HỆ THỐNG DI ĐỘNG
XÍCH MÁY NÔNG NGHIỆP TỰ HÀNH**

CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ

MÃ SỐ : 62 52 01 03

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

- 1. PGS.TS. NGUYỄN NGỌC QUẾ**
- 2. PGS.TS. NÔNG VĂN VÌN**

HÀ NỘI – 2015

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 dùng bảo vệ để lấy 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 05 tháng 01 năm 2015

Tác giả luận án

Đào Hữu Đoàn

LỜI CẢM ƠN

Với tất cả lòng chân thành, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới hai thầy hướng dẫn: PGS.TS. Nguyễn Ngọc Quế và PGS.TS. Nông Văn Vìn, Học viện Nông Nghiệp Việt Nam đã tận tình chỉ bảo, hướng dẫn và giúp đỡ để tôi hoàn thành bản luận án này.

Tôi xin chân thành cảm ơn các thầy trong ban lãnh đạo, tập thể cán bộ giáo viên Khoa Cơ điện, Học viện Nông nghiệp Việt Nam, Ban Giám hiệu và các đơn vị, Trường Đại học Lâm nghiệp Việt Nam, Ban Giám hiệu và các đơn vị, Trường Cao đẳng Nghề Bắc Giang đã giúp đỡ về chuyên môn cũng như tạo điều kiện cho tôi trong quá trình thực hiện luận án.

Tôi xin trân trọng cảm ơn các nhà khoa học, các bạn đồng nghiệp và đặc biệt các thành viên trong gia đình đã giúp đỡ, ủng hộ và động viên để tôi hoàn thành bản luận án này.

Xin trân trọng cảm ơn!

Tác giả luận án

Đào Hữu Đoàn

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 nghiên cứu	1
2 Mục tiêu nghiên cứu	3
3 Đối tượng nghiên cứu	3
4 Nhiệm vụ của luận án	3
5 Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án	3
6 Những đóng góp mới của luận án	4
Chương 1 TỔNG QUAN VỀ TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU	6
1.1 Tính chất cơ lý của đất	6
1.1.1 Các tính chất vật lý của đất	6
1.1.2 Các tính chất cơ học của đất	8
1.2 Tổng quan về xích máy kéo nông nghiệp	11
1.2.1 Xích cứng	12
1.2.2 Xích mềm	12
1.3 Nghiên cứu trên thế giới về tính chất kéo bám của hệ thống di động xích	13
1.3.1 Phân bố ứng suất của đất dưới tải trọng xe	14
1.3.2 Ứng dụng của lý thuyết cân bằng dẻo đối với tương tác máy-đất	16
1.3.3 Phương pháp thực nghiệm xác định tính chất kéo bám của máy kéo xích	22
1.3.4 Xác định ứng suất và biến dạng của đất	24
1.3.5 Một số nghiên cứu về hệ thống di động xích mềm ở ngoài nước	30
1.4 Một số kết quả nghiên cứu về xe xích ở Việt Nam	33
1.5 Kết luận chương và nhiệm vụ của luận án	35

Chương 2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	37
2.1 Nghiên cứu lý thuyết	37
2.1.1 Phương pháp mô hình hóa	37
2.1.2 Phương pháp xác định tính chất kéo bám máy kéo xích cứng	41
2.1.3 Phương pháp mô hình hóa xác định tính chất kéo bám của hệ thống di động xích mềm	44
2.2 Phương pháp nghiên cứu thực nghiệm	50
2.2.1 Mục tiêu và nhiệm vụ của nghiên cứu thực nghiệm	50
2.2.2 Thực nghiệm xác định các thông số đầu vào cho mô hình nghiên cứu lý thuyết	52
2.2.3 Nghiên cứu thực nghiệm xác định tính chất kéo bám của máy kéo xích với hệ thống di động xích cao su	59
2.3 Kết Luận chương 2	63
Chương 3 MÔ HÌNH LÝ THUYẾT XÁC ĐỊNH TÍNH CHẤT KÉO BẮM CỦA MÁY KÉO XÍCH CAO SU	65
3.1 Đặt vấn đề	65
3.2 Mô hình lý thuyết xác định tính chất kéo bám của hệ thống xích cứng	67
3.2.1 Mô hình vật lý	67
3.2.2 Mô hình toán	69
3.3 Mô hình xác định tính chất kéo bám của hệ thống di động xích cao su	77
3.3.1 Tính phân bố áp suất tiếp xúc dưới dải xích cao su $p'_i(X)$	77
3.3.2 Tính lực đẩy P'_k	79
3.3.3 Tính lực cản lăn P'_f	80
3.3.4 Tính độ lệch của tâm áp lực e'_{oi}	80
3.3.5 Phương trình cân bằng công suất và hiệu suất kéo	80
3.4 Lưu đồ tính	81
3.5 Khảo sát tính chất kéo bám của máy kéo xích cao su thiết kế mới B2010	83
3.5.1 Thông số kỹ thuật của xe	83
3.5.2 Hệ số thực nghiệm phụ thuộc loại đất	84
3.5.3 Một số kết quả mô phỏng tính chất kéo bám của máy kéo xích cao su	85
3.6 Khảo sát ảnh hưởng của một số thông số kết cấu và sử dụng đến tính chất kéo bám của máy kéo xích cao su	89

3.6.1	Ảnh hưởng của trọng lượng G	89
3.6.2	Ảnh hưởng của bề rộng dải xích B và chiều cao máu xích h (B/h)	92
3.6.3	Ảnh hưởng của lực căng xích T_0 đến chất lượng kéo bám	94
3.6.4	Ảnh hưởng của khoảng cách bánh đà xích lp đến chất lượng kéo bám	97
3.7	Kết luận chương 3	100
Chương 4 NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM		101
4.1	Đặt vấn đề	101
4.2	Xác định các thông số đầu vào cho mô hình nghiên cứu lý thuyết	101
4.2.1	Xác định các thông số của mô hình đất	101
4.2.2	Xác định các thông số kết cấu và kỹ thuật của máy kéo xích cao su	110
4.3	Nghiên cứu thực nghiệm tính chất kéo bám của máy kéo xích cao su B2010	116
4.3.1	Mô hình thí nghiệm	116
4.3.2	Mô hình vật lý	117
4.3.3	Thiết bị đo	118
4.3.4	Thiết kế và chế tạo thiết bị lắp ráp dụng cụ đo mômen	121
4.3.5	Thiết bị chuyển đổi Analog – Digital (Card A/D) và phần mềm DASYSLab	125
4.4	Quy trình thí nghiệm	125
4.5	Kết quả thí nghiệm	126
4.6	Tính toán các số liệu thí nghiệm	128
4.6.1	Xác định các thành phần lực, mô men và độ trượt	128
4.6.2	Xử lý số liệu	130
4.6.3	So sánh kết quả nghiên cứu lý thuyết với kết quả nghiên cứu thực nghiệm	133
4.7	Kết luận chương 4	134
KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ		136
1	Kết luận	136
2	Đề nghị	137
Danh mục công trình đã công bố liên quan đến luận án		138
Tài liệu tham khảo		139
Phụ lục		145

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu	Tên gọi	Đơn vị
τ	Ứng suất cắt của đất	kPa
α	Góc lệch tâm của bánh sau	Rad
σ	Ứng suất pháp của đất	kPa
η	Hiệu suất kéo	%
γ_s	Trọng lượng riêng của đất	N/m ³
β	Góc lệch tâm của bánh trước	Rad
ω_k	Vận tốc góc bánh sao chủ động	Rad/s
δ	Độ trượt của dải xích so với nền đất	%
θ_f	Góc tiếp xúc của bánh dẫn hướng	Rad
θ_r	Góc tiếp xúc của bánh chủ động	Rad
θ_{t0}	Góc nghiêng của xe	Rad
a	Hệ số biến dạng cắt phụ thuộc loại đất tương tác với xích	1/cm ²
c_0	Hệ số lún trượt phụ thuộc loại đất tương tác với xích	cm ^{2c₁-c₂+1} /N ^{c₁}
c_1	Hệ số mũ lún trượt phụ thuộc loại đất tương tác với xích	-
c_2	Hệ số mũ lún trượt phụ thuộc loại đất tương tác với xích	-
CI	Chỉ số nón	
e	Độ lệch của tọa độ trọng tâm xe	m
e_0	Độ lệch tâm tương đối của phản lực đất Z	m
E_1	Năng lượng do lực P_1 gây ra	kNm/s
E_2	Năng lượng do lực P_f gây ra	kNm/s
E_3	Năng lượng do lực P_k gây ra	kNm/s
E_4	Năng lượng do lực P_m gây ra	kNm/s
F	Lực kéo	kN
F_{ca}	Lực bám dính của đất	kN
F_d	Lực kéo ở móc kéo	kN
F_{max}	Lực kéo cực đại	kN
F_p	Phản lực của đất	kN

G	Trọng lượng xe (Tải trọng pháp)	kN
h	Chiều cao vấu xích	m
h_g	Chiều cao tọa độ trọng tâm xe	m
j	Khoảng trượt của mấu xích	m
K	Mô đun biến dạng cắt	
k_1	Hệ số lún 1 phụ thuộc loại đất tương tác với xích	-
k_2	Hệ số lún 2 phụ thuộc loại đất tương tác với xích	-
K_{pc}, K_{pq}	Hệ số hàm góc ma sát trong của đất	
K_r	Tỷ lệ của ứng suất tiếp dư τ_r trên ứng suất tiếp tối đa τ_{max}	
K_ω	Khoảng trượt ở ứng suất tiếp đạt cực đại τ_{max}	
m_c	Hệ số kết dính phụ thuộc loại đất tương tác với xích	kPa
m_f	Hệ số ma sát phụ thuộc loại đất tương tác với xích	-
MI	Chỉ số di động	
M_k	Mô men xoắn tác động lên bánh sao chủ động	kNm
MMP	Áp suất tối đa trung bình	kPa
n_1	Hệ số mũ 1 lún phụ thuộc loại đất tương tác với xích	-
n_2	Hệ số mũ 2 lún phụ thuộc loại đất tương tác với xích	-
N_c	hệ số khả năng chịu lực Terzaghi c	
N_q	hệ số khả năng chịu lực Terzaghi q	
N_γ	hệ số khả năng chịu lực Terzaghi γ	
p	Áp suất tiếp xúc dưới dải xích	kPa
P_1	Lực chủ động tác động lên phần dưới của dải xích.	kN
p_f	Áp suất tiếp xúc dẫn hướng,	kPa
P_f	Lực cản nén tác động theo chiều ngang tại độ sâu z phần trước của xích	kN
p_{f0}	Áp suất tiếp xúc tĩnh dưới điểm trước tiên của phần chính dải xích	kPa
P_{fb}	Lực thành phần của lực đẩy P_k tác dụng lên đỉnh mấu phần bánh dẫn hướng	kN
P_k	Tổng lực đẩy tác dụng vào dải xích chưa biến dạng	kN

p_m	Áp suất tiếp xúc trung bình dưới dải xích	kPa
P_m	Lực chủ động có ích tác động theo chiều ngang qua điểm đặt lực ở móc kéo	kN
P_{mb}	Lực thành phần của P_k tác dụng lên đỉnh mấu phần chính dải xích	kN
P_{ms}	Lực thành phần của P_k tác dụng cạnh mấu phần chính dải xích	kN
p_r	Áp suất bánh xích sau	kPa
p_{r0}	Áp suất tiếp xúc tĩnh dưới điểm sau cùng của phần chính dải xích	kPa
P_{rb}	Lực thành phần của P_k tác dụng lên đỉnh mấu phần bánh sau	kN
P_{rs}	Lực thành phần của P_k tác dụng lên cạnh mấu phần bánh dẫn hướng	kN
P_s	Tác dụng theo chiều dọc theo hàng của bánh dè	kN
P_{sf}	Lực thành phần của P_k tác dụng lên cạnh mấu phần bánh sau	kN
R_c	Lực cản đất	kN
RCI	Chỉ số nón danh nghĩa	
R_f	Bán kính bánh dẫn hướng	m
RI	Chỉ số nén lại	
R_{k_s}	Bán kính chia của bánh sao chủ động	m
R_r	Bán kính bánh sau	m
s_0	Độ lún tĩnh của dải xích	m
$s_0(X)$	Độ lún tĩnh tại điểm khảo sát X	m
s_{f0}	Lượng lún tĩnh điểm đầu của dải xích tiếp xúc với đất	m
s_{r0}	Lượng lún tĩnh điểm sau của dải xích tiếp xúc với đất	m
s_s	Độ lún trượt của dải xích	m
t	Bước vấu xích	m
T	Lực căng xích	kN
T_0	Lực căng xích ban đầu	kN
V	Vận tốc thực của xe	m/s
V'	Vận tốc lý thuyết	m/s
V_s	Vận tốc trượt của xe	m/s
W'_{ct}	Lực phá hỏng do cắt cục bộ của dải xích	kN