

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG NGHIỆP HÀ NỘI**

**HÀN TRUNG DŨNG**

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ YẾU TỐ  
SỬ DỤNG VÀ KẾT CẤU ĐẾN TÍNH CHẤT  
CHUYỂN ĐỘNG VÒNG CỦA MÁY KÉO BÁNH  
DÙNG TRONG NÔNG NGHIỆP**

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

**HÀ NỘI - 2014**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG NGHIỆP HÀ NỘI**

**HÀN TRUNG DŨNG**

**NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA MỘT SỐ YẾU TỐ  
SỬ DỤNG VÀ KẾT CẤU ĐẾN TÍNH CHẤT  
CHUYỂN ĐỘNG VÒNG CỦA MÁY KÉO BÁNH  
DÙNG TRONG NÔNG NGHIỆP**

**CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ  
MÃ SỐ: 62.52.01.03**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:  
PGS.TS. BÙI HẢI TRIỀU**

**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 16 tháng 12 năm 2013*

**Tác giả luận án**

**Hàn Trung Dũng**

## 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** – Bộ môn Động lực, Khoa Cơ Điện, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội, người đã tận tình động viên, chỉ bảo, hướng dẫn và giúp đỡ tôi trong nhiều năm để tôi đủ quyết tâm 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 Giám hiệu Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội và các khoa, phòng, ban, viện trong trường 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 đốc và tập thể cán bộ CNV Trung tâm Giám định máy và thiết bị (trực thuộc Viện Cơ Điện NN và Công nghệ STH) đã tạo điều kiện giúp đỡ tôi về thiết bị trong quá trình triển khai thí nghiệm.

Xin chân thành cảm ơn Th.S. Lê Anh Sơn, giảng viên Bộ môn Động lực, Khoa Cơ Điện, Trường Đại học Nông nghiệp đã giúp đỡ phần mềm và công cụ tính toán rất hiệu quả.

Tôi xin trân trọng cảm ơn các nhà khoa học, các bạn đồng nghiệp trong và ngoài cơ quan và đặc biệt là các thành viên trong gia đình, 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**

**Hàn Trung Dũng**

## MỤC LỤC

<b>LỜI CAM ĐOAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LỜI CẢM ƠN.....</b>	<b>ii</b>
<b>DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT.....</b>	<b>vii</b>
<b>DANH MỤC HÌNH VẼ - ĐỒ THỊ.....</b>	<b>x</b>
<b>DANH MỤC BẢNG .....</b>	<b>xiii</b>
<b>MỞ ĐẦU.....</b>	<b>1</b>
<b>Chương 1. TỔNG QUAN VỀ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU.....</b>	<b>5</b>
1.1. Khái quát về tình hình phát triển máy kéo nông nghiệp ở nước ta .....	5
1.1.1. Thực trạng trang bị máy kéo ở nước ta.....	5
1.1.2. Tình hình nghiên cứu chế tạo máy kéo ở nước ta .....	7
1.2. Khái quát về tính chất chuyển động của máy kéo.....	8
1.3. Sự cần thiết nghiên cứu tính chất chuyển động vòng của máy kéo nông nghiệp .....	11
1.4. Tình hình nghiên cứu trên thế giới về tính chất chuyển động của máy kéo	15
1.4.1. Quá trình và thành tựu nghiên cứu động lực học ô tô theo phương ngang....	15
1.4.2. Tình hình nghiên cứu về tính chất chuyển động của máy kéo bánh .....	19
1.5. Tình hình nghiên cứu tính chất chuyển động của máy kéo ở trong nước .	24
1.6. Mô hình động lực học nghiên cứu tính chất chuyển động của máy kéo ...	26
1.7. Các mô hình bánh xe để nghiên cứu tính chất chuyển động của máy kéo	30
1.8. Kết luận phần Tổng quan.....	37
<b>Chương 2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU .....</b>	<b>38</b>
2.1. Nội dung nghiên cứu.....	38
2.2. Phương pháp nghiên cứu.....	38
2.2.1. Phương pháp mô hình hoá đối tượng nghiên cứu .....	38
2.2.2. Phương pháp mô phỏng số kết hợp với mô phỏng thực nghiệm .....	40
2.2.3. Phương pháp giải bài toán chuyển động của ô tô máy kéo .....	43
2.2.4. Phương pháp đánh giá tính chất chuyển động của ô tô máy kéo .....	45

2.2.5. Phương pháp thí nghiệm xác định các tham số đặc trưng của mô hình nghiên cứu.....	47
2.2.6. Xây dựng phương pháp thí nghiệm xác định quỹ đạo chuyển động vòng của máy kéo .....	49
2.3. Kết luận chương 2.....	55
<b>Chương 3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH MÔ PHỎNG ĐỘNG LỰC HỌC CHUYỂN ĐỘNG VÒNG CỦA MÁY KÉO TRÊN ĐẤT NÔNG NGHIỆP .57</b>	
3.1. Lựa chọn mô hình động lực học chuyển động của máy kéo nông nghiệp	57
3.2. Xây dựng mô hình động lực học chuyển động vòng của máy kéo nông nghiệp trong trường hợp tổng quát.....	58
3.2.1. Các giả thiết khi xây dựng mô hình.....	58
3.2.2. Hệ thống phương trình vi phân mô tả tính chất chuyển động vòng.....	59
3.2.3. Các quan hệ động học bổ sung.....	61
3.2.4. Mô hình động cơ máy kéo .....	63
3.2.5. Mô hình hệ thống truyền lực .....	64
3.2.6. Mô hình bánh xe máy kéo nông nghiệp.....	71
3.2.7. Lực cản kéo của máy nông nghiệp .....	76
3.3. Thử nghiệm mô hình để khảo sát chuyển động vòng của máy kéo trên đất nông nghiệp.....	77
3.3.1. Mô hình một vết cho máy kéo có một cầu chủ động (4x2) .....	78
3.3.2. Sơ đồ khối thuật toán khảo sát tính chất chuyển động vòng của máy kéo một cầu chủ động .....	79
3.4. Kết luận chương 3.....	80
<b>Chương 4. KHẢO SÁT TÍNH CHẤT CHUYỂN ĐỘNG VÒNG CỦA MÁY KÉO TRÊN ĐẤT NÔNG NGHIỆP.....81</b>	
4.1. Chọn đối tượng để khảo sát.....	81
4.2. Khảo sát động lực học chuyển động vòng .....	82
4.2.1. Phương án thay đổi góc lái cuối .....	82
4.2.2. Phương án thay đổi tốc độ xoay bánh xe dẫn hướng .....	83
4.3. Khảo sát chuyển động vòng ổn định .....	84

4.3.1.	Các thông số chuyển động vòng ổn định khi thay đổi góc lái cuối .....	85
4.3.2.	Các thông số chuyển động vòng ổn định khi thay đổi tỉ số truyền .....	85
4.3.3.	Các thông số chuyển động vòng ổn định khi thay đổi lực cản kéo .....	87
4.3.4.	Các thông số vòng ổn định khi thay đổi phân bố trọng lượng .....	88
4.4.	Khảo sát sự sai lệch quỹ đạo chuyển động so với quỹ đạo cho trước .....	92
4.4.1.	Sai lệch quỹ đạo khi máy kéo quay vòng $90^0$ .....	93
4.4.2.	Sai lệch quỹ đạo khi vòng $180^0$ không nút .....	94
4.4.3.	Sai lệch quỹ đạo khi vòng $180^0$ theo hình quả lê .....	95
4.5.	Khảo sát ảnh hưởng của đặc tính bánh xe khi làm việc trên các loại nền .....	97
4.6.	Khảo sát ảnh hưởng của một số yếu tố sử dụng và kết cấu khác đến quỹ đạo chuyển động vòng .....	98
4.6.1.	Trường hợp trọng tâm liên hợp máy bị lệch hẳn về một phía .....	98
4.6.2.	Trường hợp thay đổi tỉ số truyền khi quay vòng .....	99
4.7.	Kết luận chương 4 .....	100
<b>Chương 5. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM .....</b>		<b>101</b>
5.1.	Thí nghiệm xác định mô men quán tính $J_z$ của máy kéo đối với trục đứng qua trọng tâm .....	101
5.2.	Xây dựng đặc tính động cơ bằng thực nghiệm .....	105
5.3.	Thí nghiệm xác định đặc tính bánh xe máy kéo .....	106
5.3.1.	Mô tả chung về thiết bị thí nghiệm bánh xe WTD-02 .....	106
5.3.2.	Sơ đồ lắp ráp các cụm chức năng .....	107
5.3.3.	Sơ đồ truyền động cho bánh xe thí nghiệm .....	108
5.3.4.	Sơ đồ bố trí thiết bị đo lường .....	108
5.3.5.	Kết nối thiết bị với máy kéo ngoài thực địa .....	109
5.3.6.	Tổ chức thí nghiệm .....	111
5.3.7.	Kết quả thí nghiệm .....	111
5.3.8.	Kết quả xác định các hệ số của mô hình bánh xe .....	113
5.4.	Thí nghiệm kiểm chứng kết quả mô phỏng .....	116
5.4.1.	Mục đích thí nghiệm .....	116

5.4.2. Xây dựng hệ thống đo lường, thu thập và xử lý số liệu thí nghiệm quá trình quay vòng máy kéo .....	116
5.4.3. So sánh kết quả tính toán khảo sát theo mô hình mô phỏng với kết quả thực nghiệm trên máy kéo MTZ-80 .....	122
5.5. Kết luận chương 5.....	125
<b>KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ.....</b>	<b>127</b>
Kết luận.....	127
Đề nghị.....	128
<b>DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN</b>	
<b>ÁN ĐÃ CÔNG BỐ</b>	
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>	
<b>PHỤ LỤC</b>	



## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

<b>Kí hiệu</b>	<b>Tên gọi</b>	<b>Đơn vị tính</b>
$\alpha_F$	Góc lệch bên trung bình của hai bánh xe cầu trước	rad
$\alpha_R$	Góc lệch bên trung bình của hai bánh xe cầu sau	rad
$\beta$	Góc chuyển động lệch tại vị trí trọng tâm	rad
$\delta$	Góc xoay trung bình của hai bánh xe dẫn hướng cầu trước quanh trục z trong theo hệ tọa độ thân xe	rad
$\varphi_{xF}$	Hệ số bám dọc trung bình của các bánh xe cầu trước	
$\varphi_{yF}$	Hệ số bám ngang trung bình của các bánh xe cầu trước	
$\varphi_{xR}$	Hệ số bám dọc trung bình của các bánh xe cầu sau	
$\varphi_{yR}$	Hệ số bám ngang trung bình của các bánh xe cầu sau	
$\varphi_{RF}$	Hệ số bám tổng hợp của bánh xe cầu trước	
$\varphi_{RR}$	Hệ số bám tổng hợp của bánh xe cầu sau	
$\eta_T$	Hiệu suất truyền lực cơ khí	
$\eta_H$	Hiệu suất truyền lực thủy lực	
$\lambda_F$	Hệ số phân bố tải trọng pháp tuyến trên cầu trước	
$\lambda_R$	Hệ số phân bố tải trọng pháp tuyến trên cầu sau	
$\mu$	Hệ số ma sát giữa bánh xe với mặt đường	
$\omega_E$	Vận tốc góc của trục khuỷu động cơ	rad/s
$\dot{\omega}_E$	Gia tốc góc của trục khuỷu động cơ	rad/s <sup>2</sup>
$\omega_{LH}$	Vận tốc góc của trục li hợp	rad/s
$\dot{\omega}_{LH}$	Gia tốc góc của trục li hợp	rad/s <sup>2</sup>
$\omega_F$	Vận tốc góc của bánh xe cầu trước	rad/s
$\dot{\omega}_F$	Gia tốc góc của bánh xe cầu trước	rad/s <sup>2</sup>
$\omega_R$	Vận tốc góc của bánh xe cầu sau	rad/s
$\dot{\omega}_R$	Gia tốc góc của bánh xe cầu sau	rad/s <sup>2</sup>
$\theta$	Góc lệch của phương lực kéo ở móc so với trục dọc máy kéo	rad
$\psi$	Góc xoay thân xe quanh trục z trong hệ tọa độ cố định	rad
$\dot{\psi}$	Vận tốc góc của thân xe xoay quanh trục z trong hệ tọa độ thân xe	rad/s
$\ddot{\psi}$	Gia tốc góc của thân xe quanh trục z trong hệ tọa độ thân xe	rad/s <sup>2</sup>
$\rho$	Bán kính cong của quỹ đạo trọng tâm của máy kéo	m
$f$	Hệ số cản lăn	
$k$	Hệ số kéo của máy kéo	
$l$	Chiều dài cơ sở của máy kéo	m
$l_F$	Khoảng cách từ trọng tâm máy kéo đến cầu trước	m

$l_R$	Khoảng cách từ trọng tâm máy kéo đến cầu sau	m
$l_M$	Khoảng cách từ cầu sau đến điểm móc máy nông nghiệp	m
$l_{MF}$	Khoảng cách từ trọng tâm máy nông nghiệp đến cầu trước	m
$l_{MR}$	Khoảng cách từ trọng tâm máy nông nghiệp đến cầu sau	m
$m$	Khối lượng của máy kéo	kg
$r_{dF}$	Bán kính động lực học của bánh xe cầu trước	m
$r_{dR}$	Bán kính động lực học của bánh xe cầu sau	m
$r_{tF}$	Bán kính tính toán của bánh xe cầu trước	m
$r_{tR}$	Bán kính tính toán của bánh xe cầu sau	m
$B$	Chiều rộng cơ sở của máy kéo	m
$C_{zF}$	Độ cứng theo phương thẳng đứng của bánh xe cầu trước	N/m
$C_{zR}$	Độ cứng theo phương thẳng đứng của bánh xe cầu sau	N/m
$C_{xF}$	Độ cứng của đường truyền lực đến bánh xe cầu trước	N/m
$C_{xR}$	Độ cứng của đường truyền lực đến bánh xe cầu sau	N/m
$C_{yF}$	Độ cứng theo phương ngang của bánh xe cầu trước	N/m
$C_{yR}$	Độ cứng theo phương ngang của bánh xe cầu sau	N/m
$F_{xF}$	Lực dọc trong vùng tiếp xúc tác dụng lên các bánh xe cầu trước	N
$F_{xR}$	Lực dọc trong vùng tiếp xúc tác dụng lên các bánh xe cầu sau	N
$F_{yF}$	Lực ngang trong vùng tiếp xúc tác dụng lên các bánh xe cầu trước	N
$F_{yR}$	Lực ngang trong vùng tiếp xúc tác dụng lên các bánh xe cầu sau	N
$F_{zF}$	Lực pháp tuyến trong vùng tiếp xúc tác dụng lên các bánh xe cầu trước	N
$F_{zR}$	Lực pháp tuyến trong vùng tiếp xúc tác dụng lên các bánh xe cầu sau	N
$F_{LF}$	Lực cản lăn của đất đối với các bánh xe cầu trước	N
$F_{LR}$	Lực cản lăn của đất đối với các bánh xe cầu sau	N
$F_M$	Lực cản kéo của máy nông nghiệp	N
$G$	Trọng lượng của máy kéo	N
$G_M$	Trọng lượng của máy nông nghiệp	N
$J_M$	Mô men quán tính của động cơ và phần chủ động của li hợp	kg.m <sup>2</sup>
$J_p$	Mô men quán tính của phần bị động của li hợp và các chi tiết quay trong hộp phân chia	kg.m <sup>2</sup>
$J_x$	Mô men quán tính của máy kéo theo trục dọc x qua trọng tâm	kg.m <sup>2</sup>
$J_y$	Mô men quán tính của máy kéo theo trục ngang y qua trọng tâm	kg.m <sup>2</sup>