

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

-----

**VŨ TRƯỜNG SƠN**

**MÔ PHỎNG VÀ PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ HỆ THỐNG TREO THỦY  
KHÍ CỦA Ô TÔ TẢI HẠNG NẶNG ĐẾN KHẢ NĂNG THÂN THIỆN  
MẶT ĐƯỜNG**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC**  
**Chuyên ngành: Kỹ thuật Cơ khí Động lực**

**Thái Nguyên - Năm 2018**

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

**VŨ TRƯỜNG SƠN**

**MÔ PHỎNG VÀ PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ HỆ THỐNG TREO THỦY  
KHÍ CỦA Ô TÔ TẢI HẠNG NẶNG ĐẾN KHẢ NĂNG THÂN THIỆN  
MẶT ĐƯỜNG**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC**

**Chuyên ngành: KỸ THUẬT CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC**

**Mã số: 80520116**

**KHOA CHUYÊN MÔN  
TRƯỞNG KHOA**

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN  
KHOA HỌC**

**PGS.TS. Lê Văn Quỳnh**

**TS. Dương Thế Hùng**

**PHÒNG ĐÀO TẠO**

**Thái Nguyên - Năm 2018**

## LỜI CAM ĐOAN

Họ và tên: **Vũ Trường Sơn**

Học viên: Lớp cao học K19- Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp-  
Đại học Thái Nguyên.

Nơi công tác: Công ty cổ phần đăng kiểm xe cơ giới giao thông Lào  
Cai - 2401D

Tên đề tài luận văn thạc sỹ: **Mô phỏng và phân tích hiệu quả hệ  
thống treo thủy khí của ô tô tải hạng nặng đến khả năng thân thiện mặt  
đường**

Chuyên ngành: Kỹ thuật Cơ khí Động lực

Mã số: 80520116

Sau gần hai năm học tập, rèn luyện và nghiên cứu tại trường, tác giả  
lựa chọn thực hiện đề tài luận văn tốt nghiệp: **Mô phỏng và phân tích hiệu  
quả hệ thống treo thủy khí của ô tô tải hạng nặng đến khả năng thân  
thiện mặt đường** .

Được sự giúp đỡ và hướng dẫn tận tình của các thầy giáo TS. Dương  
Thế Hùng, và sự nỗ lực của bản thân, đề tài đã được hoàn thành đáp được nội  
dung đề tài thạc sĩ kỹ thuật cơ khí động lực.

Tác giả xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các  
số liệu, kết quả có trong luận văn là trung thực và chưa từng được công bố  
trong bất kỳ một công trình nào khác trừ công bố của chính tác giả. Tất cả các  
tài liệu tham khảo đều có nguồn gốc, trích dẫn rõ ràng.

*Thái Nguyên, ngày..... tháng..... năm 2018*

**Tác giả luận văn**

**Vũ Trường Sơn**

## LỜI CẢM ƠN

Trong thời gian học tập nghiên cứu làm đề tài luận văn thạc sĩ được sự truyền đạt trao đổi phương pháp tư duy, lý luận của quý thầy cô trong Nhà trường, sự quan tâm giúp đỡ tận tình của tập thể giảng viên Nhà trường, khoa Kỹ thuật Ô tô & máy động lực trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp –Đại học Thái Nguyên, gia đình và các đồng nghiệp.

Tác giả xin bày tỏ lời cảm ơn sâu sắc đến Ban giám hiệu Nhà trường, Tổ đào tạo Sau đại học - Phòng đào tạo, quý thầy cô giáo tham gia giảng dạy đã tận tình hướng dẫn tạo điều kiện để hoàn thành luận văn này, TS. Dương Thế Hùng, PGS.TS. Lê Văn Quỳnh, ThS. Lê Xuân Long, ThS. Bùi Văn Cường và tập thể cán bộ giáo viên khoa Kỹ thuật Ô tô & MĐL, hội đồng bảo vệ đề cương đã hướng dẫn cho em hoàn thành luận văn theo đúng kế hoạch và nội dung đề ra.

Trong quá trình, thời gian thực hiện mặc dù đã có nhiều cố gắng song do kiến thức và kinh nghiệm chuyên môn còn hạn chế nên chắc chắn luận văn còn nhiều thiếu sót, rất mong được sự đóng góp quý báu của quý thầy cô và các bạn đồng nghiệp tiếp tục trao đổi đóng góp giúp em để luận văn được hoàn thiện hơn.

*Xin chân thành cảm ơn !*

**HỌC VIÊN**

**Vũ Trường Sơn**

## MỤC LỤC

<b>LỜI CAM ĐOAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LỜI CẢM ƠN .....</b>	<b>ii</b>
<b>DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU .....</b>	<b>v</b>
<b>DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ .....</b>	<b>vi</b>
<b>DANH MỤC CÁC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT.....</b>	<b>viii</b>
<b>LỜI NÓI ĐẦU .....</b>	<b>1</b>
<b>CHƯƠNG 1.....</b>	<b>3</b>
<b>TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU.....</b>	<b>3</b>
1.1. Tổng quan về hệ thống treo ô tô tải .....	3
1.1.1. Nhiệm vụ, một số bộ phận cơ bản, phân loại hệ thống treo .....	3
1.1. 2. Giới thiệu một số kết cấu hệ thống treo xe tải .....	4
1.2. Tình hình nghiên cứu trong nước và nước ngoài.....	18
1.2.1. Tình hình nghiên cứu trong nước.....	18
1.2.2. Tình hình nghiên cứu nước ngoài .....	19
1.3. Các chỉ tiêu đánh giá khả năng thân thiện mặt đường quốc lộ.....	21
1.3.1. Chỉ số đánh giá tải trọng động bánh xe .....	21
1.3.2. Chỉ tiêu về tải trọng theo tiêu chuẩn Đức .....	22
1.4. Mục tiêu, phạm vi và nội dung nghiên cứu của luận văn .....	23
1.4.1. Mục tiêu nghiên cứu .....	23
1.4.2. Phạm vi nghiên cứu và đối tượng nghiên cứu .....	24
1.5. Kết luận chương .....	24
<b>CHƯƠNG 2.....</b>	<b>25</b>
<b>XÂY DỰNG MÔ HÌNH DAO ĐỘNG XE TẢI HẠNG NẶNG 3 CẦU... 25</b>	<b>25</b>
2.1. Mô hình toán hệ thống treo thủy khí.....	25
2.2. Mô hình toán hệ thống treo cao su.....	27
2.3. Xây dựng mô hình dao động toàn xe tải .....	28
2.3.1. Các giả thiết mô hình dao động tương đương.....	28
2.3.2. Mô hình dao động toàn xe tải hạng nặng.....	30
2.3.3. Thiết lập phương trình vi phân mô tả dao động.....	30
2.3.4. Mấp mô mặt đường dạng ngẫu nhiên .....	38

2.4. Kết luận: .....	41
<b>CHƯƠNG 3.....</b>	<b>42</b>
<b>MÔ PHÒNG VÀ PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ HỆ THỐNG TREO THỦY KHÍ .....</b>	<b>42</b>
3.1. Mô phỏng .....	42
3.1.1 Mô phỏng dao động của ô tô.....	42
3.1.2 Chọn thông số xe mô phỏng .....	43
3.1.3 Mô phỏng .....	45
3.2. Đánh giá hiệu quả hệ thống treo thủy khí.....	48
3.2.1. Đánh giá hiệu quả hệ thống treo khí khí đi chuyển các mặt đường khác nhau .....	48
3.2.2. Đánh giá hiệu quả hệ thống treo thủy khí với vận tốc chuyển động thay đổi.....	49
3.2.3. Đánh giá hiệu quả hệ thống treo thủy khí với tải trọng thay đổi thay đổi.....	50
3.3. Kết luận .....	51
<b>KẾT LUẬN VÀ NHỮNG KIẾN NGHỊ.....</b>	<b>52</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>54</b>
<b>PHỤ LỤC 1.....</b>	<b>58</b>
<b>PHỤ LỤC 2.....</b>	<b>60</b>
<b>PHỤ LỤC 3.....</b>	<b>61</b>
<b>PHỤ LỤC 3.....</b>	<b>69</b>

**DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU**

<b>Bảng 2.1. Các lớp mấp mô mặt đường phân loại theo tiêu chuẩn ISO 8068[17] .....</b>	<b>40</b>
<b>Bảng 3.1. Thông số hệ thống treo thủy khí[37] .....</b>	<b>43</b>

## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ ĐỒ THỊ

Hình 1.1. Hệ thống treo với các phần tử khí.....	6
Hình 1.2. Hệ thống treo thủy khí .....	7
Hình 1.3. Hệ thống treo thủy khí trang bị van điều áp.....	8
Hình 1.4.a.b Van điều chỉnh độ cao.....	9
Hình 1.4.c.d Van điều chỉnh độ cao.....	10
Hình 1.5. Cụm thủy khí tự động điều chỉnh.....	12
Hình 1.6. Tự động điều chỉnh chiều cao .....	13
Hình 1.7. Kết cấu mô nhíp .....	14
Hình 1.8. Một số kết cấu đầu bắt nhíp quang nhíp .....	15
Hình 1.9. Nhíp có độ cứng thay đổi.....	16
Hình 1.10. Hình dáng bề ngoài của xe tải AD250 của Trung Quốc.....	17
Hình 1.11. Hệ thống treo cao su.....	17
Hình 2.1. Mô hình dao động của hệ thống treo thủy khí.....	25
Hình 2.2. Mô hình dao động hệ thống treo cao su.....	27
Hình 2.3 Mô hình dao động của ô tô tải hạng nặng 3 cầu .....	30
Hình 2.4. Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên cabin .....	32
Hình 2.5. Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên thân xe .....	34
Hình 2.6. Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên cầu 1 .....	35
Hình 2.7. Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên cầu 2 .....	36
Hình 2.8. Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên cầu 3 .....	37
Hình 2.9. Chiều cao mấp mô mặt đường theo tiêu chuẩn ISO A (mặt đường có chất lượng rất tốt) .....	40
Hình 2.10. Chiều cao mấp mô mặt đường theo tiêu chuẩn ISO C (mặt đường có chất lượng trung bình) .....	41
Hình 2.11. Chiều cao mấp mô mặt đường theo tiêu chuẩn ISO E (mặt đường có chất lượng rất xấu).....	41
Hình 3.1 Sơ đồ mô phỏng tổng thể dao động bằng Matlab-Simulink 7.04 ....	43
Hình 3.2. So sánh lực động của bánh xe bên trái cầu thứ 3 với 2 hệ thống treo khi xe chuyển động trên các mặt đường ISO cấp B với vận tốc $v=40$ km/h ..	46



Hình 3.3. So sánh lực động của bánh xe bên trái cầu thứ 3 với 2 hệ thống treo khi xe chuyển động trên các mặt đường ISO cấp C với vận tốc $v=40$ km/h..	46
Hình 3.4. So sánh lực động của bánh xe bên trái cầu thứ 3 với 2 hệ thống treo khi xe chuyển động trên các mặt đường ISO cấp D với vận tốc $v=40$ km/h..	47
Hình 3.5. So sánh lực động của bánh xe bên trái cầu thứ 3 với 2 hệ thống treo khi xe chuyển động trên các mặt đường ISO cấp E với vận tốc $v=40$ km/h..	47
Hình 3.6. So sánh hiệu quả hệ thống treo thủy khí và cao su khi xe chuyển động trên các mặt đường khác nhau.....	48
Hình 3.7. So sánh hiệu quả hệ thống treo thủy khí và cao su khi xe chuyển động trên mặt đường quốc lộ ISO cấp C và ISO cấp E với các vận tốc chuyển động khác nhau.....	49
Hình 3.8. So sánh hiệu quả hệ thống treo thủy khí và hệ thống treo cao su khi xe chuyển động với vận tốc $v=40$ km/h và 60km/h trên mặt đường quốc lộ ISO cấp C với các tải trọng khác nhau .....	50

## DANH MỤC CÁC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

<i>Ký hiệu</i>	<i>Đơn vị</i>	<i>Thông số</i>
$V_0$	$m^3$	Thể tích bình khí
$p_b$	MPa	Áp suất ban đầu bình khí
$d_s$	m	Đường kính piston
$d$	m	Đường kính lỗ tiết lưu
$p_a$	bar	Áp suất khí quyển
$k$		Hằng số đoạn nhiệt
$m_1$	kg	Khối lượng không được treo cầu 1
$m_3$	kg	Khối lượng không được treo cầu 2
$m_5$	kg	Khối lượng không được treo cầu 3
$m_7$	kg	Khối lượng thân xe
$m_{13}$	kg	Khối lượng cabin
$l_{ct}$	m	Khoảng cách tâm hai bánh xe và tâm xe
$l_{10}$	m	Khoảng cách tâm cabin đến đệm cách dao động cabin theo phương x
$l_{c1}$	m	Khoảng cách tâm cabin đến đệm cách dao động cabin theo phương y
$l_{06}$	m	Khoảng cách từ đệm cách dao động sau cabin đến trọng tâm thân xe
$l_{04}$	m	Khoảng cách từ tâm gối đỡ cầu 2, 3 đến trọng tâm thân xe
$l_{42}$	m	Khoảng cách từ cầu 2,3 đến tâm gối đỡ cầu 2,3 theo phương x
$l_{r1}$	m	Khoảng cách từ cầu 2,3 đến tâm gối đỡ cầu 2,3 theo phương y