

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

**DƯƠNG ĐỨC MINH**

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

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

**Thái Nguyên – 2018**

## LỜI CAM ĐOAN

Họ và tên: **Dương Đức Minh**

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 sĩ: **Mô phỏng và phân tích hiệu quả hệ thống treo cao su của ô tô tải hạng nặng đến khả năng thân thiện mặt đường.**

Chuyên ngành: Kỹ thuật Cơ khí Động lực

Mã số: 60520116

Sau gần hai năm học tập, rèn luyện và nghiên cứu tại trường, em lựa chọn thực hiện đề tài luận văn tốt nghiệp: **Mô phỏng và phân tích hiệu quả hệ thống treo cao su 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 PGS.TS. Lê Văn Quỳnh, ThS. Lê Xuân Long, ThS. Bùi Văn Cường 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.

Em xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của cá nhân em. 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.

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

**HỌC VIÊN**

**Dương Đức Minh**

## LỜI CẢM ƠN

Trong thời gian học tập nghiên cứu làm đề tài luận văn thạc sĩ, em đã tiếp nhận 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 & MĐL, quý thầy cô giáo trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp –Đại học Thái Nguyên, gia đình và các đồng nghiệp.

Em xin chân thành cảm ơn 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 em hoàn thành luận văn này.

Em cũng xin bày tỏ biết ơn sâu sắc đến các thầy giáo PGS.TS. Lê Văn Quỳnh, ThS. Lê Xuân Long, ThS. Bùi Văn Cường và tập thể cán bộ giảng 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**

## MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN .....	i
LỜI CẢM ƠN .....	iii
MỤC LỤC .....	iv
DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU .....	vi
DANH MỤC CÁC HÌNH ẢNH VÀ ĐỒ THỊ.....	vii
LỜI NÓI ĐẦU .....	1
CHƯƠNG 1.....	3
TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU.....	3
1.1. Tổng quan về hệ thống treo ô tô tải .....	3
1.1.1 Hệ thống treo.....	3
1.1.2. Giới thiệu một số kết cấu hệ thống treo xe tải[5,6] .....	4
1.2. Tình hình nghiên cứu trong nước và nước ngoài.....	11
1.2.1. Tình hình nghiên cứu trong nước.....	11
1.2.2. Tình hình nghiên cứu nước ngoài .....	15
1.3. Các chỉ tiêu đánh giá khả năng thân thiện mặt đường quốc lộ .....	16
1.3.1. Chỉ số đánh giá tải trọng động bánh xe.....	16
1.3.2. Chỉ tiêu về tải trọng theo tiêu chuẩn Đức[34,35] .....	17
1.4. Mục tiêu, phạm vi và nội dung nghiên cứu của luận văn .....	18
1.4.1. Mục tiêu nghiên cứu.....	18
1.4.2. Phạm vi nghiên cứu và đối tượng nghiên cứu .....	19
1.4.3. Phương pháp nghiên cứu.....	19
1.4.4. Nội dung nghiên cứu.....	19
1.5. Kết luận chương.....	19
CHƯƠNG 2.....	20
XÂY DỰNG MÔ HÌNH DAO ĐỘNG XE TẢI .....	20
2.1. Các phương pháp xây dựng và mô phỏng dao động.....	20
2.2. Xây dựng mô hình dao động của xe tải .....	21
2.2.1. Các giả thiết mô hình dao động tương đương.....	21

2.2.2. Mô hình dao động xe tải hạng nặng.....	23
2.2.3. Thiết lập phương trình vi phân mô tả dao động.....	24
2.2.4. Mô hình và xác định lực của hệ thống treo.....	36
2.2.5. Phân tích và lựa chọn kích thích dao động .....	39
2.3. Kết luận: .....	46
<b>CHƯƠNG 3 MÔ PHỎNG VÀ PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ HỆ THỐNG TREO</b>	
<b>CAO SU .....</b>	<b>47</b>
3.1. Mô phỏng .....	47
3.1.1. Mô phỏng dao động của ô tô.....	47
3.1.2 Chọn thông số xe mô phỏng .....	48
3.1.3 Mô phỏng .....	50
3.2. Đánh giá hiệu quả hệ thống treo cao su .....	53
3.2.1. Đánh giá hiệu quả hệ thống treo cao su khi xe chuyển động trên các mặt đường khác nhau .....	53
3.2.2. Đánh giá hiệu quả hệ thống treo cao su với vận tốc chuyển động thay đổi.....	54
3.2.3. Đánh giá hiệu quả hệ thống treo cao su với tải trọng thay đổi thay đổi .....	56
3.3. Kết luận .....	57
<b>KẾT LUẬN VÀ NHỮNG KIẾN NGHỊ.....</b>	<b>58</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>60</b>
<b>PHỤ LỤC 1 .....</b>	<b>64</b>
<b>CHƯƠNG TRÌNH MIÊU TẢ MÁP MÔ MẶT ĐƯỜNG QUỐC LỘ THEO</b>	
<b>TIÊU CHUẨN ISO 8068 .....</b>	<b>64</b>
<b>PHỤ LỤC 2.....</b>	<b>66</b>
<b>KHỐI CHƯƠNG TRÌNH CON TRONG SIMULINK-MATLAB.....</b>	<b>66</b>
<b>PHỤ LỤC 3 .....</b>	<b>72</b>
<b>BÀI BÁO QUỐC GIA .....</b>	<b>72</b>

**DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU**

Bảng 2.1. Các lớp mấp mô mặt đường phân loại theo tiêu chuẩn ISO 8068[15] .....	45
Bảng 3.1. Các thông số kỹ thuật của xe tải 3 cầu[38,39].....	48
Bảng 3.2. Thông số hệ thống treo phần tử khí.....	50

## DANH MỤC CÁC HÌNH ẢNH VÀ ĐỒ THỊ

Hình 1-1. Hệ thống treo phụ thuộc loại nhíp lá. ....	4
Hình 1-2. Sơ đồ nguyên lý kết cấu của hệ thống treo khí nén. ....	7
Hình 1-3. Hệ thống treo khí nén đơn .....	7
Hình 1-4. Hệ thống treo khí nén kép. ....	8
Hình 1-5. Hệ thống treo khí nén ba cầu sau. ....	8
Hình 1-6. Hình dáng bề ngoài của xe tải AD250 của Trung Quốc. ....	9
Hình 1-7. Hệ thống treo cao su .....	9
Hình 1-8. Hệ thống treo kết hợp giữa khí nén và nhíp .....	10
Hình 1-9. Túi hơi đặt trên nhíp và chính giữa. ....	10
Hình 1-10. Túi hơi đặt trên nhíp và lệch qua một bên .....	10
Hình 1-11. Túi hơi không đặt trên nhíp. ....	11
Hình 2-1. Sơ đồ xây dựng mô hình và phân tích dao động phương pháp 1 ...	20
Hình 2-2. Sơ đồ xây dựng mô hình và phân tích dao động phương pháp 2 ...	21
Hình 2-3 Mô hình dao động của ô tô tải hạng nặng 3 cầu .....	24
Hình 2-4. Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên cabin. ....	25
Hình 2-5. Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên thân xe. ....	28
Hình 2-6. Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên cầu 1 .....	32
Hình 2-7. Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên cầu 2 .....	33
Hình 2-8. Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên cầu 3 .....	35
Hình 2-9. Mô hình hệ thống treo khí nén. ....	36
Hình 2-10. Mô hình hệ thống treo khí nén mới .....	38
Hình 2-11. Hàm điều hoà của mấp mô .....	40
Hình 2-12. Sơ đồ đo mấp mô mặt đường và xử lý kết quả đo[15] .....	41
Hình 2-13. Kết quả đo mấp mô mặt đường quốc lộ 1A đoạn đường Hà Nội - Lạng Sơn (đoạn 1) .....	42
Hình 2-14. Kết quả đo mấp mô mặt đường quốc lộ 1A đoạn đường Hà Nội - Lạng Sơn đã qua xử lý (đoạn 1) .....	42

Hình 2-15. Kết quả đo mấp mô mặt đường quốc lộ 1A đoạn đường Hà Nội - Lạng Sơn (đoạn 2).....	43
Hình 2-16. Kết quả đo mấp mô mặt đường quốc lộ 1A đoạn đường Hà Nội - Lạng Sơn đã qua xử lý (đoạn 2).....	43
Hình 2-17. Chiều cao mấp mô mặt đường theo tiêu chuẩn ISO A (mặt đường có chất lượng rất tốt) .....	45
Hình 2-18. Chiều cao mấp mô mặt đường theo tiêu chuẩn ISO C (mặt đường có chất lượng trung bình) .....	46
Hình 2-19. Chiều cao mấp mô mặt đường theo tiêu chuẩn ISO E (mặt đường có chất lượng rất xấu).....	46
Hình 3-1. Sơ đồ mô phỏng tổng thể dao động bằng Matlab-Simulink 7.04...	48
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..	51
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..	51
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..	52
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. .	52
Hình 3-6. So sánh hiệu quả hệ thống treo phần tử đàn hồi cao su và phần tử đàn hồi khí nén khi xe chuyển động trên các mặt đường khác nhau với vận tốc $v=60$ km/h .....	53
Hình 3-7. So sánh hiệu quả hệ thống treo phần tử đàn hồi cao su và phần tử đàn hồi khí nén khi xe chuyển động trên các mặt đường khác nhau với vận tốc $v=60$ km/h .....	54
Hình 3-8. So sánh hiệu quả hệ thống treo phần tử đàn hồi cao su và phần tử đàn hồi khí nén khi xe chuyển động trên mặt đường quốc lộ ISO cấp C với các vận tốc chuyển động khác nhau.....	55

- Hình 3-9. So sánh hiệu quả hệ thống treo phần tử đàn hồi cao su và phần tử đàn hồi khí nén khi xe chuyển động trên mặt đường quốc lộ ISO cấp E với các vận tốc chuyển động khác nhau..... 55
- Hình 3-10. So sánh hiệu quả hệ thống treo phần tử đàn hồi cao su và phần tử đàn hồi khí nén khi xe chuyển động với vận tốc  $v=40\text{km/h}$  trên mặt đường quốc lộ ISO cấp C với các tải trọng khác nhau..... 56
- Hình 3-11. So sánh hiệu quả hệ thống treo phần tử đàn hồi cao su và phần tử đàn hồi khí nén khi xe chuyển động với vận tốc  $v=60\text{km/h}$  trên mặt đường quốc lộ ISO cấp C với các tải trọng khác nhau..... 57

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

<i>Ký hiệu</i>	<i>Đơn vị</i>	<i>Thông số</i>
$m_1$	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
$k_{41}$	N/m	Độ cứng của HTT cầu trước
$k_{51}$	N/m	Độ cứng của HTT cầu thứ 2
$k_{61}$	N/m	Độ cứng của HTT cầu thứ 3
$k_7$	N/m	Độ cứng của đệm cách dao động cabin trước
$k_8$	N/m	Độ cứng của đệm cách dao động cabin sau
$k_1$	N/m	Độ cứng của lớp xe cầu 1
$k_2$	N/m	Độ cứng của lớp xe cầu 2