

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

**NGUYỄN ĐỨC THUẬN**

**PHÂN TÍCH DAO ĐỘNG VÀ LỰA CHỌN THÔNG SỐ TỐI ƯU  
HỆ THỐNG TREO Ô TÔ KHÁCH NHẪM NÂNG CAO  
ĐỘ ÊM DỊU CHUYỂN ĐỘNG**

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

**Thái Nguyên – 2018**

## LỜI CAM ĐOAN

Họ và tên: **Nguyễn Đức Thuận**

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

Nơi công tác: Trường Cao đẳng Lào Cai

Tên đề tài luận văn thạc sỹ: ***Phân tích dao động và lựa chọn thông số tối ưu hệ thống treo ô tô khách nhằm nâng cao độ êm dịu chuyển động***

Chuyên ngành: Kỹ thuật Cơ khí Động lực

Mã số:

Sau gần hai năm học tập, rèn luyện và nghiên cứu tại trường, em lựa chọn thực hiện đề tài luận văn tốt nghiệp: ***Phân tích dao động và lựa chọn thông số tối ưu hệ thống treo ô tô khách nhằm nâng cao độ êm dịu chuyển động***. Được sự giúp đỡ và hướng dẫn tận tình của thầy giáo **PGS.TS. Lê Văn Quỳnh** 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**

**Nguyễn Đức Thuận**

## 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 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
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT .....	ix
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 khách.....	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 khách[5].....	5
1.2. Phương pháp tối ưu thông số thiết kế hệ thống treo .....	13
1.2.1. Phương pháp tối ưu một hàm mục tiêu.....	13
1.2.2 Phương pháp tối ưu nhiều hàm mục tiêu .....	15
1.3. Tình hình nghiên cứu trong nước và nước ngoài.....	16
1.3.1. Tình hình nghiên cứu trong nước.....	16
1.3.2. Tình hình nghiên cứu nước ngoài .....	18
1.4. Các chỉ tiêu, phương pháp đánh giá độ êm dịu chuyển động .....	21
1.4.1 Cường độ dao động .....	21
1.4.2. Gia tốc bình phương trung bình theo thời gian tác động.....	22
1.4.3. Chỉ tiêu về tải trọng động[11].....	23
1.5. Mục tiêu, phạm vi và nội dung nghiên cứu của luận văn .....	24
1.5.1. Mục tiêu nghiên cứu.....	24
1.5.2. Phạm vi nghiên cứu và đối tượng nghiên cứu .....	25
1.5.3. Phương pháp nghiên cứu.....	25
1.5.4. Nội dung nghiên cứu.....	25
1.6. Kết luận chương .....	25
CHƯƠNG 2.....	26
XÂY DỰNG MÔ HÌNH DAO ĐỘNG XE KHÁCH 2 CẦU .....	26

2.1. Xây dựng mô hình dao động của xe khách.....	26
2.1.1. Các giả thiết mô hình dao động tương đương.....	26
2.1.2. Mô hình dao động xe khách 2 cầu .....	27
2.1.3. Thiết lập phương trình vi phân mô tả dao động.....	28
2.1.4. Phân tích và lựa chọn kích thích dao động .....	39
2.2. Mô phỏng dao động toàn xe.....	47
2.2.1 Mô phỏng dao động của ô tô.....	47
2.2.2 Chọn thông số xe mô phỏng .....	48
2.2.3 Mô phỏng .....	50
2.3. Kết luận: .....	52
CHƯƠNG 3.....	53
PHÂN TÍCH VÀ LỰA CHỌN THÔNG SỐ THIẾT KẾ TỐI ƯU CHO HỆ THỐNG TREO XE KHÁCH.....	53
3.1. Phân tích hàm tối ưu .....	53
3.2 Phân tích và lựa chọn vùng thông số vùng độ cứng tối ưu.....	54
3.3 Phân tích ảnh hưởng và lựa chọn vùng thông số hệ số cản tối ưu.....	56
3.4 Phối hợp thỏa hiệp các thông số thiết kế hệ thống treo và đánh giá....	58
3.5. Kết luận .....	60
KẾT LUẬN VÀ NHỮNG KIẾN NGHỊ.....	61
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	63
PHỤ LỤC 1 .....	67
PHỤ LỤC 2.....	69
PHỤ LỤC 3.....	73

**DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU**

Bảng 1-1. Bảng đánh giá chủ quan độ êm dịu ô tô theo ISO 2631-1 .....	22
Bảng 2.1. Các lớp mấp mô mặt đường phân loại theo tiêu chuẩn ISO 8068[22] .....	45
Bảng 2.2. Các thông số kỹ thuật của xe khách 2 cầu[28] .....	49
Bảng 3.1. Bảng thỏa hiệp của hàm mục tiêu $a_{ws}(m/s^2)$ , $a_{w\phi}(rad/s^2)$ và $a_{w\theta}(rad/s^2)$ .....	58
Bảng 3.2. Kết quả so sánh trước và sau khi tối ưu.....	59

## DANH MỤC CÁC HÌNH ẢNH VÀ ĐỒ THỊ

<b>Hình 1.1.</b> Hệ thống treo sau phụ thuộc loại sử dụng nhíp lá.....	5
<b>Hình 1.2.</b> Hệ thống treo sau phụ thuộc sử dụng bộ nhíp kép.....	7
<b>Hình 1.3.</b> Hệ thống treo phụ thuộc sử dụng Balon khí nén- nhíp lá trên ô tô tải .....	7
<b>Hình 1.4.</b> Hệ thống treo sau phụ thuộc sử dụng Balon khí nén.....	8
<b>Hình 1.5.</b> Sơ đồ nguyên lý điều khiển .....	9
<b>Hình 1.6.</b> Điều khiển hệ thống cấp khí nén .....	9
<b>Hình 1.7.</b> Hệ thống treo trước phụ thuộc sử dụng Balon khí nén .....	10
<b>Hình 1.8.</b> Hệ thống treo cân bằng sử dụng buồng khí nén.....	12
<b>Hình 1.9.</b> Buồng đàn hồi khí nén.....	12
<b>Hình 2.1</b> Mô hình dao động của ô tô khách .....	28
<b>Hình 2.2.</b> Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên ghế trước.....	29
<b>Hình 2.3.</b> Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên cầu trước .....	30
<b>Hình 2.4.</b> Hệ thống treo sau xe khách .....	34
<b>Hình 2.5.</b> Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên cầu trước .....	34
<b>Hình 2.6.</b> Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên thân xe .....	38
<b>Hình 2.7.</b> Hàm điều hoà của mấp mô .....	40
<b>Hình 2.8.</b> Sơ đồ đo mấp mô mặt đường và xử lý kết quả đo[8].....	42
<b>Hình 2.9.</b> Kết quả đo mấp mô mặt đường quốc lộ 1A đoạn đường Hà Nội - Lạng Sơn (đoạn 1).....	42
<b>Hình 2.10.</b> Kết quả đo mấp mô mặt đường quốc lộ 1A đoạn đường Hà Nội - Lạng Sơn đã qua xử lý (đoạn 1).....	43
<b>Hình 2.11.</b> Kết quả đo mấp mô mặt đường quốc lộ 1A đoạn đường Hà Nội - Lạng Sơn (đoạn 2).....	43
<b>Hình 2.12.</b> Kết quả đo mấp mô mặt đường quốc lộ 1A đoạn đường Hà Nội - Lạng Sơn đã qua xử lý (đoạn 2).....	44

<b>Hình 2.13.</b> Chiều cao mấp mô mặt đường theo tiêu chuẩn ISO A (mặt đường có chất lượng rất tốt) .....	46
<b>Hình 2.14.</b> Chiều cao mấp mô mặt đường theo tiêu chuẩn ISO B (mặt đường có chất lượng trung bình) .....	46
<b>Hình 2.15.</b> Chiều cao mấp mô mặt đường theo tiêu chuẩn ISO C (mặt đường có chất lượng trung bình) .....	46
<b>Hình 2.16.</b> Chiều cao mấp mô mặt đường theo tiêu chuẩn ISO E (mặt đường có chất lượng rất xấu).....	46
<b>Hình 2.17</b> Sơ đồ mô phỏng tổng thể dao động bằng Matlab-Simulink 7.04 .	48
<b>Hình 2.18.</b> Gia tốc theo phương đứng khi xe chuyển động trên mặt đường iso loại B với vận tốc $v=80\text{km/h}$ .....	50
<b>Hình 2.19.</b> Gia tốc góc lắc dọc của thân khi xe chuyển động trên mặt đường ISO cấp B với vận tốc $v=80\text{km/h}$ .....	51
<b>Hình 2.20.</b> Gia tốc góc lắc ngang của thân khi xe chuyển động trên mặt đường iso loại B với vận tốc $v=80\text{km/h}$ .....	51
<b>Hình 3.1.</b> Ảnh hưởng độ cứng đến gia tốc bình phương trung bình tại vị trí trong tâm của xe khi xe chạy trên mặt đường ISO cấp B .....	55
<b>Hình 3.2.</b> Ảnh hưởng hệ số cản đến gia tốc bình phương trung bình tại vị trí trong tâm của xe khi xe chạy trên mặt đường ISO cấp B .....	57
<b>Hình 3.3.</b> Gia tốc ghế ngồi người điều theo phương thẳng đứng khi xe chuyển động trên đường loại B, với vận tốc $v=80\text{km/h}$ trước và sau tối ưu.....	59
<b>Hình 3.4.</b> Gia tốc góc lắc dọc xe khi xe chuyển động trên đường loại B, với vận tốc $v=80\text{km/h}$ trước và sau tối ưu .....	60
<b>Hình 3.5.</b> Gia tốc góc lắc ngang xe khi xe chuyển động trên đường loại B, với vận tốc $v=80\text{km/h}$ trước và sau tối ưu .....	60



## DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

<i>Ký hiệu</i>	<i>Đơn vị</i>	<i>Giải nghĩa</i>
$a_{ws}$	$m/s^2$	Gia tốc bình phương trung bình ghế ngồi theo phương đứng
$a_{w\varphi}$	$m/s^2$	Gia tốc góc lắc dọc bình phương trung bình vị trí trọng tâm của thân xe
$a_{w\theta}$	$m/s^2$	Gia tốc góc lắc ngang bình phương trung bình vị trí trọng tâm của thân xe
F	N	Lực theo phương đứng
M	N.m	Mô men
KB		Giới hạn dao động
W		Hệ số áp lực của đường
ISO		Tổ chức tiêu chuẩn thế giới
k		Hệ số tải trọng động
m	kg	Khối lượng được treo
$m_{a1}$	kg	Khối lượng không được treo cầu trước
$m_{a1}$	kg	Khối lượng không được treo cầu sau
$m_{s1}$	kg	Khối lượng ghế
a	m	Khoảng cách trọng tâm xe và cầu trước
b	m	Khoảng cách trọng tâm xe và cầu sau
$e_1$	m	Khoảng cách cầu trước và trọng tâm cầu trước
$e_2$	m	Khoảng cách cầu trước và trọng tâm cầu sau
$f_1$	m	Khoảng cách từ tâm bánh xe và trọng tâm cầu trước
$f_2$	m	Khoảng cách từ tâm bánh xe và trọng tâm cầu sau
$s_2$	m	Khoảng cách từ ghế và trọng tâm xe theo phương y

$s_1$	m	Khoảng cách từ ghế và trọng tâm xe theo phương x
$k_{1l}, k_{1r}$	N/m	Độ cứng của HTT cầu trước
$k_z$	N/m	Độ cứng của HTT cầu sau
$k_{t1}$	N/m	Độ cứng của lớp xe cầu trước
$k_{t2}$	N/m	Độ cứng của lớp xe cầu sau
$k_{s1}$	N/m	Độ cứng của ghế lái
$c_{1r}, c_{1l}$	N.s/m	Hệ số cản giảm chấn HTT cầu trước
$c_z$	N.s/m	Hệ số cản giảm chấn HTT cầu sau
$c_{s1}, c_{s2}$	N.s/m	Hệ số cản giảm chấn của ghế giữa và sau xe
$c_{t1}$	N.s/m	Hệ số cản giảm chấn lớp trước
$c_{t1}$	N.s/m	Hệ số cản giảm chấn lớp sau
$I_1$	kg.m <sup>2</sup>	Mô men quán tính của thân xe đối với trục y đi qua trọng tâm của thân xe
$I_2$	kg.m <sup>2</sup>	Mô men quán tính của thân xe đối với trục x đi qua trọng tâm của thân xe
$I_{a1}$	kg.m <sup>2</sup>	Mô men quán tính cầu trước đối với trục x đi qua trọng tâm cầu trước
$I_{a2}$	kg.m <sup>2</sup>	Mô men quán tính cầu sau đối với trục x đi qua trọng tâm cầu sau