

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

ĐOÀN THANH BÌNH

**NGHIÊN CỨU ĐIỀU KHIỂN
HỆ THỐNG ĐỆM CÁCH DAO ĐỘNG CABIN MÁY XÂY DỰNG**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC
Chuyên ngành: Kỹ thuật cơ khí động lực

Thái Nguyên - 2020

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

ĐOÀN THANH BÌNH

NGHIÊN CỨU ĐIỀU KHIỂN
HỆ THỐNG ĐỆM CÁCH DAO ĐỘNG CABIN MÁY XÂY DỰNG

Chuyên ngành: KỸ THUẬT CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC

Mã số: 8520116

LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC

KHOA CHUYÊN MÔN
TRƯỞNG KHOA

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

PGS.TS. Lê Văn Quỳnh
PHÒNG ĐÀO TẠO

Thái Nguyên – 2020

LỜI CAM ĐOAN

Họ và tên: **Đoàn Thanh Bình**

Học viên: Lớp cao học K20- Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp-Đại học Thái Nguyên.

Nơi công tác: Cao đẳng nghề số 1 Bộ Quốc phòng (cơ quan trước đây)

Tên đề tài luận văn thạc sỹ: **Nghiên cứu điều khiển hệ thống đệm cách dao động cabin máy xây dựng.**

Chuyên ngành: Kỹ thuật cơ khí động lực

Mã số: 8520116

Sau hơn hai năm học tập, rèn luyện và nghiên cứu tại trường, em lựa chọn thực hiện đề tài tốt nghiệp: **Nghiên cứu điều khiển hệ thống đệm cách dao động cabin máy xây dựng.** 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 sỹ 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 2020

HỌC VIÊN

Đoàn Thanh Bình

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 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 luận văn không tránh khỏi sai 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

Đoàn Thanh Bình

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT	vi
DANH MỤC HÌNH VẼ	vii
DANH MỤC BẢNG	ix
LỜI NÓI ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU	4
1.1. Tình hình phát triển máy xây dựng tại thị trường Việt Nam	4
1.2. Phân tích dao động của máy xây dựng	7
1.3. Đệm cách dao động cabin máy xây dựng	8
1.3.1. Đệm cách dao động cao su	9
1.3.2. Đệm cách dao động cao su và thủy lực	9
1.3.3. Đệm cách dao động bán chủ động	11
1.3.4. Đệm cách dao động chủ động	12
1.4. Đệm cách dao động máy xây dựng	13
1.5. Tình hình nghiên cứu trong nước và nước ngoài	14
1.5.1. Đối với nhà nghiên cứu Việt Nam	14
1.5.2. Đối với nhà nghiên cứu trên thế giới	16
1.6. Các chỉ tiêu đánh giá độ êm dịu [11, 12]	17
1.6.1. Tần số và gia tốc dao động	18
1.6.2. Chỉ tiêu về độ êm dịu được Hiệp hội kỹ sư Đức VDI	18
1.6.3. Đánh giá độ êm dịu theo tiêu chuẩn ISO	22
1.7. Mục tiêu, ý nghĩa, đối tượng, phương pháp và phạm vi nghiên cứu	24
1.8. Kết luận chương 1	25

CHƯƠNG 2: XÂY DỰNG MÔ HÌNH DAO ĐỘNG VÀ BỘ ĐIỀU KHIỂN CHO CABIN XE LU RUNG BÁNH KÉP	26
2.1. Mô hình dao động tương đương của xe lu rung bánh kép	26
2.1.1. Các giả thiết tương đương	26
2.1.2. Mô hình dao động tương đương	27
2.1.3. Thiết lập phương trình vi phân miêu tả dao động xe lu rung	28
2.1.4. Kích thích mặt đường trường hợp xe di chuyển đến công trường ..	36
2.2. Cơ sở về điều khiển tự động	40
2.3. Các phương pháp điều khiển hệ thống treo hoặc hệ thống đệm cách dao động	43
2.3.1. Phân tích các bộ điều khiển cổ điển	44
2.3.2 Điều khiển thông minh và điều khiển tối ưu	49
2.4. Xây dựng bộ điều khiển mờ	55
2.4.1. Kết cấu đệm cách dao động bán chủ động	55
2.4.2. Biến vào bao gồm:	56
2.4.3. Xác định tập mờ.....	56
2.4.4. Tập luật điều khiển:	58
2.4.5. Chọn thiết bị hợp thành:	59
2.5. Kết luận	60
CHƯƠNG 3: MÔ PHỎNG VÀ PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ CỦA HỆ THỐNG ĐỆM CÁCH DAO ĐỘNG CABIN BÁN CHỦ ĐỘNG	61
3.1. Mô phỏng	61
3.1.1. Thông số mô phỏng	61
3.1.2. Mô phỏng	62
3.2.3. Phân tích kết quả mô phỏng	63
3.2. Phân tích đánh giá hiệu quả đệm cách dao động bán tích cực.....	67
3.2.1. Điều kiện 1: Xe di chuyển đến công trường làm việc	68
3.2.2. Điều kiện 2: Xe hoạt động trên công trường	70

3.4. Kết luận	71
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	73
TÀI LIỆU THAM KHẢO	74
PHỤ LỤC	77
KHỐI CHỨC NĂNG CƠ BẢN CỦA CHƯƠNG TRÌNH MÔ PHỎNG	77

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

<i>Ký hiệu</i>	<i>Đơn vị</i>	<i>Giải nghĩa</i>
m_s	kg	Khối lượng ghế
m_c	kg	Khối lượng của cabin
m_b	kg	Khối lượng thân xe
$m_{d1,2}$	kg	Khối lượng bánh lu phía trước và phía sau
z	m	Các chuyển vị theo phương đứng
k_s	N/m	Độ cứng hệ thống treo ghế ngồi người điều khiển
k_{cr}	N/m	Độ cứng đệm cách dao động sau của cabin
k_{cf}	N/m	Độ cứng đệm cách dao động trước của cabin
$k_{d1,2}$	N/m	Độ cứng của hệ thống cách dao động bánh lu trước và sau
c_s	N.s/m	Hệ số cản hệ thống treo ghế ngồi người điều khiển
c_{cr}	N.s/m	Hệ số cản đệm cách dao động sau của cabin
c_{cf}	N.s/m	Hệ số cản đệm cách dao động trước của cabin
$c_{d1,2}$	N.s/m	Hệ số cản của hệ thống cách dao động bánh lu
\vec{F}_{qt}	N	Véc tơ lực quán tính tác dụng lên vật
\vec{F}	N	Véc tơ lực ngoại lực
F_t	N	Tải trọng tĩnh tác dụng lên bánh xe
Ω	Hz	Tần số sóng mặt đường
S	m	Chiều dài sóng mặt đường
v	m/s	Vận tốc xe
n	Chu kỳ/m	Tần số sóng mặt đường
n_0	Chu kỳ/m	Tần số mẫu
$S_q(n)$	m^3 /chu kỳ	Mật độ phổ chiều cao mấp mô mặt đường
ω	Rad	Hệ số tần số được miêu tả tần số mật độ phổ của mặt đường

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Cabin và người điều khiển xe công trình	7
Hình 1.2. Các vị trí tiếp xúc dao động của người điều khiển	8
Hình 1.3. Lịch sử phát triển hệ thống đệm cách dao động của động cơ.....	8
Hình 1.4. Kết cấu đệm cao su cabin máy công trình	9
Hình 1.5. Đệm cách dao động cao su thủy lực cabin.....	10
Hình 1.6. Đệm cách dao động cao su, lò xo và thủy lực cabin.....	10
Hình 1.7. Đệm cách dao động bán chủ động MR của cabin.....	11
Hình 1.8. Đệm cách dao động điện từ chủ động.....	12
Hình 1.9. Bố trí đệm cách dao động máy múc và ủi.....	13
Hình 1.10. Hệ thống đệm cách dao động xe lu rung bánh kép.....	13
Hình 1.11. Các đường cong cảm giác như nhau ở dao động điều hòa	20
Hình 1.12. Sơ đồ xác định thực nghiệm hệ số độ êm dịu K	20
Hình 2.1. Mô hình dao động của xe lu rung bánh kép.....	28
Hình 2.2. Sơ đồ lực tác dụng lên khối lượng ghế ngồi người điều khiển.....	30
Hình 2.3. Sơ đồ lực tác dụng lên cabin	31
Hình 2.4. Sơ đồ lực tác dụng lên thân xe	32
Hình 2.5. Sơ đồ lực tác dụng lên bánh lu	34
Hình 2.6. Hàm điều hoà của mấp mô.....	37
Hình 2.7. Chiều cao mấp mô mặt đường theo tiêu chuẩn ISO C (mặt đường có chất lượng trung bình).....	40
Hình 2.8. Chiều cao mấp mô mặt đường theo tiêu chuẩn ISO E (mặt đường có chất lượng rất xấu)	40
Hình 2.9. Sơ đồ khối hệ thống điều khiển tự động điển hình	41
Hình 2.10. Các quá trình quá độ điều chỉnh của quy luật PI	47
Hình 2.11. Cấu trúc bộ điều khiển	48
Hình 2.12. Sơ đồ bài toán LQR.....	50
Hình 2.13. Phép xâu chuỗi mờ có thể dùng để rút ra các định tính nếu - thì	54
Hình 2.14. Mạng nơ-ron nhân tạo (Artificial Neural Networks)	54
Hình 2.15. Kết cấu đệm cách dao động thủy lực bán chủ động	55

Hình 2.16. Mô hình điều khiển hệ số cản thủy lực	56
Hình 2.17. Mô hình hóa hệ đệm cách thủy lực điều khiển bán chủ động	56
Hình 2.18. Khai báo biến vào ra bộ điều khiển mờ trong Matlab.....	58
Hình 3.1. Sơ đồ mô phỏng tổng thể Matlab/Simulink.....	62
Hình 3.2. Sơ đồ bộ điều khiển Fuzzy trong Matlab/Simulink	62
Hình 3.3. Gia tốc theo phương thẳng đứng của ghế ngồi người điều khiển...	63
Hình 3.4. Gia tốc lắc dọc của cabin	63
Hình 3.5. Gia tốc theo phương thẳng đứng của ghế ngồi người điều khiển ở trường hợp 1 với kích thích tần số $f_1=48\text{Hz}$ và $f_2=0\text{ Hz}$	64
Hình 3.6. Gia tốc lắc dọc của cabin ở trường hợp 1 với kích thích tần số $f_1=48\text{Hz}$ và $f_2=0\text{ Hz}$	65
Hình 3.7. Gia tốc theo phương thẳng đứng của ghế ngồi người điều khiển ở trường hợp 1 với kích thích tần số $f_1=0\text{Hz}$ và $f_2=54\text{ Hz}$	65
Hình 3.8. Gia tốc lắc dọc của cabin ở trường hợp 1 với kích thích tần số $f_1=0\text{Hz}$ và $f_2=54\text{ Hz}$	66
Hình 3.9. Gia tốc theo phương thẳng đứng của ghế ngồi người điều khiển ở trường hợp 2 với kích thích tần số $f_1=48\text{Hz}$ và $f_2=54\text{ Hz}$	67
Hình 3.10. Gia tốc lắc dọc của cabin ở trường hợp 2 với kích thích tần số $f_1=48\text{Hz}$ và $f_2=54\text{ Hz}$	67
Hình 3.11. So sánh gia tốc theo phương thẳng đứng của ghế ngồi người điều khiển khi xe chuyển động trên mặt đường ISO loại C với vận tốc $v=15\text{ km/h}$	69
Hình 3.12. So sánh gia tốc góc lắc dọc của xe khi xe chuyển động trên mặt đường ISO loại C với vận tốc $v=15\text{ km/h}$	69
Hình 3.13. So sánh gia tốc theo phương thẳng đứng của ghế ngồi người điều khiển ở trường hợp 2 với kích thích tần số $f_1=48\text{Hz}$ và $f_2=54\text{ Hz}$	71
Hình 3.14. So sánh gia tốc lắc dọc của cabin ở trường hợp 2 với kích thích tần số $f_1=48\text{Hz}$ và $f_2=54\text{ Hz}$	71