

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI**

VƯƠNG VĂN SƠN

**XÁC ĐỊNH THÀNH PHẦN KHÍ THẢI PHÁT TÁN
VÀO MÔI TRƯỜNG CỦA ĐỘNG CƠ Ô TÔ
SỬ DỤNG LƯỢNG NHIÊN LIỆU DIESEL-LPG**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

HÀ NỘI - 2014

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI**

VƯƠNG VĂN SƠN

**XÁC ĐỊNH THÀNH PHẦN KHÍ THẢI PHÁT TÁN
VÀO MÔI TRƯỜNG CỦA ĐỘNG CƠ Ô TÔ
SỬ DỤNG LŨNG NHIÊN LIỆU DIESEL-LPG**

Chuyên ngành: Kỹ thuật ô tô máy kéo

Mã số: 62.52.35.01

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

- 1. PGS. TS Cao Trọng Hiền**
- 2. PGS. TS Đào Mạnh Hùng**

HÀ NỘI - 2014

LỜI CẢM ƠN

Tôi xin chân thành cảm ơn Ban giám hiệu Trường Đại học Giao thông Vận tải, Phòng Sau đại học, Khoa Cơ khí, Bộ môn Cơ khí ô tô đã tạo điều kiện thuận lợi và giúp đỡ tôi trong suốt quá trình làm luận án.

Tôi xin chân thành biết ơn PGS.TS Cao Trọng Hiền và PGS.TS Đào Mạnh Hùng đã hướng dẫn tôi hết sức tận tình, chu đáo về mặt chuyên môn để tôi có thể thực hiện và hoàn thành luận án.

Tôi xin chân thành cảm ơn tập thể Phòng thí nghiệm động cơ đốt trong, Viện Cơ khí Động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội về những ý kiến đóng góp quý báu và tạo mọi điều kiện để tôi hoàn thành nghiên cứu mô phỏng trên phần mềm AVL Boost.

Tôi xin chân thành cảm ơn Trung tâm thử nghiệm khí xả - Cục Đăng kiểm Việt Nam, Công ty Cơ khí ô tô Ngô Gia Tự, Công ty TNHH Tân An Bình đã tạo điều kiện giúp đỡ để tôi hoàn thành được các thí nghiệm quan trọng cho luận án và định hướng nghiên cứu trong tương lai.

Tôi xin chân thành cảm ơn các thầy giáo Học viện Quân sự, Đại học Nông nghiệp, Đại học Lâm nghiệp, các Nhà khoa học trong ngành Cơ khí Động lực đã nhiệt tình giúp đỡ và đóng góp nhiều ý kiến quý báu cho luận án.

Tôi cũng xin bày tỏ lòng biết ơn đến tất cả bạn bè, đồng nghiệp, những người thân trong gia đình đã động viên, khích lệ tôi rất nhiều trong suốt thời gian tôi tham gia nghiên cứu và hoàn thành luận án.

Nghiên cứu sinh

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan luận án này là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu, kết quả nêu trong luận án là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Hà Nội, tháng 4 năm 2014

Tác giả luận án

Vương Văn Sơn

MỤC LỤC

Mục lục.....	i
Danh mục các ký hiệu và chữ viết tắt.....	iv
Danh mục các bảng trong luận án.....	ix
Danh mục các hình vẽ và ảnh trong luận án.....	xi
MỞ ĐẦU.....	1
Chương I. TỔNG QUAN VỀ VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU.....	5
1.1 Tổng quan về ô nhiễm môi trường do phát thải của ô tô	5
1.1.1. Sự phát triển phương tiện giao thông ở Việt Nam.....	5
1.1.2. Tình hình ô nhiễm môi trường do phát thải của ô tô.....	7
1.2. Tình hình sản xuất và sử dụng LPG.....	10
1.2.1. Tình hình sản xuất LPG.....	10
1.2.2. Tình hình sử dụng LPG.....	11
1.3. Các nghiên cứu trong và ngoài nước về khí thải của động cơ diesel và động cơ diesel-LPG.....	11
1.3.1. Các kết quả nghiên cứu trên thế giới.....	11
1.3.2. Các kết quả nghiên cứu trong nước.....	16
1.4 Kết luận chương I.....	19
Chương II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT TÍNH TOÁN THÀNH PHẦN KHÍ THẢI CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL VÀ ĐỘNG CƠ DIESEL – LPG.....	22
2.1. Chọn phương án hòa trộn lưỡng nhiên liệu diesel- LPG.....	22
2.1.1. Các phương án hòa trộn lưỡng nhiên liệu diesel-LPG.....	22
2.1.2. Chọn phương án hòa trộn lưỡng nhiên liệu diesel- LPG.....	25
2.2. Cơ sở lý thuyết quá trình cháy trong động cơ diesel và động cơ diesel-LPG	26
2.2.1. Quá trình cháy trong động cơ diesel.....	26
2.2.2. Cơ sở lý thuyết quá trình cháy trong động cơ diesel-LPG	31
2.2.3. Cơ sở mô hình hóa quá trình hình thành hỗn nọc và cháy trong động cơ lưỡng nhiên liệu diesel-LPG	37

2.3. Các thành phần khí thải	47
2.3.1. Mônôxít cacbon.....	48
2.3.2. Hyđrô cacbon.....	49
2.3.3. Ôxít nitơ.....	52
2.3.4. Phát thải hạt.....	54
2.4. Cơ sở tính toán các thành phần phát thải trong động cơ diesel và động cơ diesel - LPG	59
2.4.1. Tính toán phát thải NO _x	59
2.4.2. Tính toán phát thải CO.....	60
2.4.3. Tính toán phát thải HC.....	60
2.4.4. Tính toán phát thải bồ hóng (Soot).....	61
2.5. Kết luận chương II.....	63
Chương III. XÂY DỰNG MÔ HÌNH XÁC ĐỊNH CÁC THÀNH PHẦN KHÍ THẢI CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL VÀ ĐỘNG CƠ DIESEL-LPG	65
3.1. Phần mềm AVL BOOST.....	65
3.1.1. Các phần mềm mô phỏng động cơ.....	65
3.1.2. Phần mềm AVL BOOST.....	66
3.2. Ứng dụng phần mềm AVL BOOST tính toán các thành phần khí thải của động cơ FAWDE - 4DX23.....	68
3.2.1. Các thông số cơ bản của động cơ FAWDE- 4DX23.....	68
3.2.2. Nhiên liệu diesel và LPG.....	69
3.2.3. Xây dựng mô hình động cơ diesel trên AVL Boost.....	72
3.2.4. Kiểm chứng độ chính xác của mô hình.....	73
3.2.5. Xây dựng mô hình động cơ diesel - LPG trên AVL Boost.....	74
3.2.6. Kết quả tính toán mô phỏng.....	77
3.3. Khảo sát ảnh hưởng của một số thông số kết cấu và điều chỉnh đến lượng phát thải của động cơ diesel-LPG bằng phương pháp mô phỏng	80
3.3.1. Ảnh hưởng của góc phun sớm đến lượng phát thải của động cơ diesel - LPG.....	80

3.3.2. Ảnh hưởng của pha phân phối khí đến lượng phát thải của động cơ diesel - LPG.....	83
3.4. Kết luận chương III.....	85
Chương IV. THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ.....	87
4.1. Mục tiêu và nội dung thử nghiệm.....	87
4.1.1. Mục tiêu thử nghiệm.....	87
4.1.2. Nội dung thử nghiệm.....	87
4.2. Thiết bị thí nghiệm.....	87
4.2.1. Sơ đồ thiết bị thí nghiệm.....	88
4.2.2. Các bộ phận cơ bản của thiết bị thử nghiệm.....	90
4.3. Lựa chọn và lắp đặt hệ thống cung cấp LPG vào động cơ diesel thí nghiệm.....	99
4.4. Quy trình thí nghiệm.....	103
4.4.1. Điều kiện thí nghiệm.....	103
4.4.2. Thí nghiệm đo khí xả động cơ diesel nguyên thủy.....	104
4.4.3. Thí nghiệm đo khí xả động cơ lưỡng nhiên liệu diesel-LPG.....	107
4.5. Kết quả thử nghiệm và đánh giá.....	110
4.5.1. Tiêu chuẩn EURO về phát thải của động cơ diesel.....	110
4.5.2. Kết quả đánh giá động cơ thử nghiệm.....	110
4.5.3. Đánh giá chất lượng phát thải của động cơ diesel khi chạy lưỡng nhiên liệu diesel-LPG.....	112
4.5.4. Đánh giá kết quả mô phỏng và thực nghiệm.....	118
4.6. Kết luận chương IV.....	121
KẾT LUẬN CHUNG VÀ KIẾN NGHỊ.....	122
DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ.....	124
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	125
PHỤ LỤC.....	133

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu	Tên gọi	Đơn vị
AVL-BOOST	Phần mềm mô phỏng một chiều của hãng AVL	-
AVL-MCC	Mô hình cháy của hãng AVL	-
CA	Góc quay trục khuỷu	-
CO	Mônôxít cacbon	-
CNG	Khí thiên nhiên	-
CRT	Bộ lọc tái sinh liên tục	-
DOC	Bộ xúc tác ôxi hóa	-
DPF	Bộ lọc phát thải hạt, dạng khép kín	-
ECE R49	Chu trình thử châu Âu 13 mode đối với động cơ xe tải hạng nặng	-
EGR	Hệ thống luân hồi khí thải	-
HAP	Hyđrô các bon thơm mạch vòng	-
HC	Hyđrô các bon	-
LHC	Luân hồi áp suất cao	-
LHT	Luân hồi áp suất thấp	-
LNT	Bộ xúc tác hấp thụ NO _x	-
LPG	Khí dầu mỏ hóa lỏng	-
CNG	Khí thiên nhiên	-
MN	Máy nén	-
MP	Mô phỏng	-
NETC	Trung tâm thử nghiệm khí thải các phương tiện cơ giới đường bộ, Cục Đăng Kiểm Việt Nam	-
NO _x	Ôxít nitơ	-
PM	Phát thải hạt	-
PM- cat	Bộ lọc phát thải hạt (dạng lọc hở)	-
PM ₁₀	Phát thải hạt có kích thước nhỏ hơn 10 μ m	-
ROHR	Đồ thị tốc độ tỏa nhiệt	-
SCR	Bộ xúc tác khử NO _x	-
SCRT	Hệ thống xử lý khí thải tổng hợp CRT và SCR	-
SMF	Bộ lọc phát thải hạt có trang bị sợi đốt	-

Smoke	Độ khói	-
SOOT	Bồ hóng	-
SO _x	Ôxít lưu huỳnh	-
TB	Tua bin	-
TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam	-
TN	Thực nghiệm	-
TSP	Tổng lượng bụi lơ lửng trong không khí	-
VOCs	Hàm lượng các chất hữu cơ độc hại bay lên trên không khí	-
θ	Góc quay trục khuỷu hiện thời	Độ
$\hat{Q}(\theta)$	Nhiệt tỏa ra tính đến góc quay của trục khuỷu	J
Q	Tổng nhiệt lượng tỏa ra trong quá trình cháy	J
aw	Hằng số phụ thuộc vào tỷ lệ nhiên liệu LPG cung cấp vào xy lanh	-
$\theta_0, \Delta\theta$	Thời điểm và thời gian diễn ra quá trình cháy	Độ
ε^k	Sai số	%
CCR	Tỷ lệ phần trăm năng lượng do LPG sinh ra trong tổng năng lượng của lưỡng nhiên liệu diesel-LPG	%
m_{LPG}	Khối lượng LPG tiêu thụ	kg
H_{uLPG}	Nhiệt trị thấp của LPG	MJ/kg
m_{diesel}	Khối lượng diesel tiêu thụ	kg
$H_{udiesel}$	Nhiệt trị thấp của diesel	MJ/kg
m_c	Khối lượng môi chất bên trong xy lanh	kg
u	Nội năng	-
p_c	Áp suất bên trong xy lanh	Pa
V	Thể tích xy lanh	m ³
Q_F	Nhiệt lượng của nhiên liệu cung cấp	kJ
Q_W	Tổn thất nhiệt qua vách	kJ
α	Góc quay trục khuỷu	độ
h_{BB}	Trị số entanpy	-
dm_i	Lượng khí đi vào xy lanh	kg

dm_e	Lượng khí đi ra khỏi xy lanh	kg
h_i	Entanpy của môi chất khí đi vào xy lanh	-
h_e	Entanpy của môi chất khí đi ra khỏi xy lanh	-
q_{ev}	Nhiệt hóa hơi của nhiên liệu	kJ
f	Phần nhiệt hóa hơi của môi chất trong xy lanh	kJ
m_{ew}	Khối lượng nhiên liệu bay hơi	kg
A_{eff}	Diện tích thông qua	m^2
P_{ol}	Áp suất môi chất trước họng tiết lưu	Pa
P_2	Áp suất môi chất sau họng tiết lưu	Pa
T_{ol}	Nhiệt độ môi chất trước họng tiết lưu	K
R_o	Hằng số chất khí	-
ψ	Hệ số phụ thuộc tỷ lệ áp suất môi chất	-
k	Tỷ số nhiệt dung riêng của môi chất	-
$\mu\sigma$	Hệ số cản dòng của đường ống	-
d_{vi}	Đường kính xu páp	m
S	Vị trí của piston tính từ điểm chết trên	-
r	Bán kính quay	m
l	Chiều dài thanh truyền	m
φ	Góc giữa đường nối tâm quay với piston ở điểm chết trên với trục thẳng đứng (trường hợp xy lanh lệch tâm)	độ
e	Khoảng lệch tâm	m
Q_{wi}	Nhiệt truyền đến các chi tiết (nắp máy, đỉnh piston, thành xy lanh)	K
A_{wi}	Diện tích bề mặt các chi tiết (nắp máy, đỉnh piston, thành xy lanh)	m^2
α_w	Hệ số truyền nhiệt	
T_c	Nhiệt độ môi chất trên bề mặt thành xy lanh	K
T_{wi}	Nhiệt độ bề mặt chi tiết (nắp máy, đỉnh piston, thành xy lanh)	K
D	Đường kính xy lanh	m
C_m	Tốc độ trung bình của piston	m/s
C_u	Tốc độ tiếp tuyến của môi chất	m/s