

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

Lê Xuân Thạch

**NGHIÊN CỨU HỆ THỐNG CUNG CẤP NHIÊN LIỆU
VÀ QUÁ TRÌNH CHÁY CỦA ĐỘNG CƠ ĐÁNH LỬA
CƯỜNG BỨC CÓ TỈ SỐ NÉN CAO SỬ DỤNG BIOGAS**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng - Năm 2013

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

Lê Xuân Thạch

**NGHIÊN CỨU HỆ THỐNG CUNG CẤP NHIÊN LIỆU
VÀ QUÁ TRÌNH CHÁY CỦA ĐỘNG CƠ ĐÁNH LỬA
CƯỜNG BỨC CÓ TỈ SỐ NÉN CAO SỬ DỤNG BIOGAS**

**Chuyên ngành: KỸ THUẬT ĐỘNG CƠ NHIỆT
Mã số: 62.52.34.01**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Người hướng dẫn I: PGS.TS. Trần Văn Nam

Người hướng dẫn II: GS. TSKH. Bùi Văn Ga

Đà Nẵng - Năm 2013

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây 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.

Nếu có gì sai sót, tôi xin chịu hoàn toàn trách nhiệm.

Tác giả

LÊ XUÂN THẠCH

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
MỤC LỤC	ii
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT	v
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	vii
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ.....	viii
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1 NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN.....	6
1.1. Tình hình sản xuất và ứng dụng biogas trên thế giới và tại Việt Nam	6
1.1.1. Tình hình sản xuất biogas trên thế giới trong những năm gần đây.....	6
1.1.2. Tình hình sản xuất và sử dụng biogas tại Việt Nam	10
1.2. Biogas làm nhiên liệu cho động cơ đốt trong	11
1.2.1. Tình loại biogas	11
1.2.2. Các tiêu chí xác định tiêu chuẩn đối với khí thiên nhiên và nhiên liệu thay thế khí thiên nhiên.....	16
1.3. Động cơ đốt trong chạy bằng biogas.....	19
1.4. Các nghiên cứu sử dụng biogas trên động cơ đánh lửa cưỡng bức	24
1.5. Hiệu quả bảo vệ môi trường do sử dụng biogas làm nhiên liệu	32
1.6. Kết luận và định hướng nghiên cứu của đề tài.....	33
CHƯƠNG 2 NGHIÊN CỨU CHUYỂN ĐỔI ĐỘNG CƠ DIESEL SANG ĐỘNG CƠ BIOGAS ĐÁNH LỬA CƯỜNG BỨC	35
2.1. Các phương án chuyển đổi động cơ sử dụng nhiên liệu lỏng thành động cơ chạy bằng nhiên liệu biogas	35
2.1.1. Chuyển đổi động cơ xăng	35
2.1.2. Chuyển đổi động cơ diesel.....	36
2.1.3. Phân tích ưu nhược điểm của các phương án	36
2.2. Chuyển đổi động cơ diesel thành động cơ biogas đánh lửa cưỡng bức.....	38
2.2.1. Những vấn đề chung	38
2.2.2. Tháo bỏ hệ thống nhiên liệu diesel	40
2.2.3. Giảm tỉ số nén	40
2.2.4. Bổ sung hệ thống cung cấp nhiên liệu biogas.....	44
2.2.5. Bổ sung hệ thống đánh lửa.....	48

2.2.6. Dẫn động bướm ga.....	52
2.3. Kết luận	55
CHƯƠNG 3 MÔ HÌNH HÓA QUÁ TRÌNH CẤP NHIÊN LIỆU VÀ QUÁ TRÌNH CHÁY TRONG ĐỘNG CƠ BIOGAS ĐÁNH LỬA CƯỜNG BỨC.....	56
3.1. Giới thiệu phần mềm động lực học thủy khí CFD FLUENT	56
3.2. Lý thuyết dòng chảy rối	57
3.2.1. Giới thiệu.....	57
3.2.2. Các đặc điểm của dòng chảy rối	58
3.2.3. Các phương trình tổng quát không chế dòng chảy rối.....	59
3.2.4. Khép kín hệ phương trình	63
3.3. Lý thuyết quá trình cháy nhiên liệu khí	66
3.4. Lý thuyết quá trình cháy hỗn hợp hòa trộn trước	66
3.4.1. Tổng quan.....	66
3.4.2. Sự lan tràn của màng lửa.....	67
3.4.3. Tốc độ màng lửa rối	68
3.4.4. Tốc độ màng lửa chảy tầng	69
3.4.5. Mô hình cháy hỗn hợp hòa trộn trước trong FLUENT.....	70
3.4.6. Các phương pháp tính nhiệt độ	70
3.5. Lý thuyết quá trình cháy hòa trộn trước cục bộ	72
3.5.1. Tổng quan.....	72
3.5.2. Tính toán các đại lượng.....	72
3.5.3. Tốc độ màng lửa chảy tầng	73
3.6. Tính toán mô phỏng dòng chảy trong bộ tạo hỗn hợp động cơ biogas đánh lửa cưỡng bức chuyển đổi từ động cơ diesel ZH1115	79
3.6.1. Thiết lập mô hình tính toán	79
3.6.2. Kết quả tính toán	81
3.7. Tính toán mô phỏng quá trình cháy hỗn hợp biogas-không khí trong động cơ biogas đánh lửa cưỡng bức bằng phần mềm FLUENT.....	88
3.7.1. Thiết lập mô hình tính toán	89
3.7.2. Diễn biến quá trình cháy	91
3.7.3. Ảnh hưởng của dạng buồng cháy đến tính năng động cơ.....	93
3.7.4. Ảnh hưởng của tỉ số nén	94
3.7.5. Ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm.....	97

3.7.6. Ảnh hưởng của thành phần biogas.....	99
3.7.7. Ảnh hưởng của độ đậm đặc hỗn hợp đến tính năng động cơ.....	104
3.8. Kết luận	107
CHƯƠNG 4 THIẾT KẾ CHẾ TẠO VÀ LẮP ĐẶT CÁC PHỤ KIỆN CHUYỂN ĐỔI ĐỘNG CƠ DIESEL ZH1115 THÀNH ĐỘNG CƠ BIOGAS ĐÁNH LỬA CƯỜNG BỨC	109
4.1. Động cơ diesel ZH1115	109
4.2. Giảm tỉ số nén	110
4.3. Thiết kế lắp đặt hệ thống đánh lửa	110
4.4. Tính toán thiết kế bộ tạo hỗn hợp	112
4.5. Thiết kế cải tạo cơ cấu điều tốc.....	116
4.6. Quy trình chuyển đổi động cơ diesel 1 xi lanh thành động cơ biogas đánh lửa cường bức.....	118
4.7. Kết luận	120
CHƯƠNG 5 THỬ NGHIỆM ĐỘNG CƠ BIOGAS ĐÁNH LỬA CƯỜNG BỨC	121
5.1. Mục tiêu thí nghiệm	121
5.2. Hệ thống thí nghiệm.....	121
5.3. Kết quả và bàn luận.....	125
5.3.1. Kết quả thực nghiệm	125
5.3.2. So sánh kết quả cho bởi mô phỏng và thực nghiệm	131
5.4. Kết luận	133
KẾT LUẬN VÀ ĐỊNH HƯỚNG NGHIÊN CỨU	135
CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ	138
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	139

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

1. CÁC KÝ HIỆU MẪU TỰ LA TINH:

- V_h Thể tích công tác, dm^3
- V_c Thể tích buồng cháy, dm^3
- V_{cct} Thể tích buồng cháy sau chuyển đổi, dm^3
- S Hành trình piston, mm
- D Đường kính xi lanh, mm
- d Đường kính phần khoét lõm trên đỉnh piston, mm
- n Số vòng quay trục khuỷu, v/ph
- ΔV_c Thể tích buồng cháy cần mở rộng thêm, dm^3
- V_k Thể tích phần khoét lõm trên đỉnh piston, dm^3
- Δh Chiều cao đỉnh piston cần cắt bớt, mm
- d_b Đường kính buồng hỗn hợp, mm
- d_h Đường kính họng, mm
- a_n Hệ số dao động của dòng chảy
- v_{tb} Tốc độ trung bình của dòng khí, m/s
- l_b Chiều dài buồng hỗn hợp, mm
- Δp_h Độ chân không tại họng, Pa
- i Số xi lanh
- W_i Công chỉ thị, J

2. CÁC KÝ HIỆU MẪU TỰ HY LẠP:

- ε Tỷ số nén
- τ Số kỳ
- φ_s Góc đánh lửa sớm, độ góc quay trục khuỷu
- ε_{ct} Tỷ số nén sau chuyển đổi
- λ Hệ số dư lượng không khí

- μ_h Hệ số lưu lượng của họng
- ρ_{nl} Khối lượng riêng của nhiên liệu, kg/m^3
- ρ_{kk} Khối lượng riêng của không khí, kg/m^3
- ϕ Hệ số tương đương, độ đậm đặc của hỗn hợp
- η_v Hệ số nạp
- η_m Hiệu suất cơ giới

3. CÁC CHỮ VIẾT TẮT:

- A/F Tỷ lệ không khí/nhiên liệu
- MToE Triệu tấn dầu thô qui đổi
- Q_{HV} Nhiệt trị thể tích của nhiên liệu, MJ/m^3
- CH_4 Mê tan
- O_2 Ô xy
- LPG Khí dầu mỏ hóa lỏng
- ĐCT Điểm chết trên
- ĐCD Điểm chết dưới
- HVC Van tiết lưu
- A/D Analog/Digital
- H_2S Hydro Sunphua

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1.1. Thành phần các chất trong biogas	11
Bảng 1.2. Sự cần thiết lọc tạp chất trong biogas đối với các ứng dụng khác nhau ..	12
Bảng 1.3. Các tiêu chí theo bộ tiêu chuẩn DVGW G 260	18
Bảng 1.4. So sánh tính năng phát điện bằng biogas với những giải pháp khác nhau.	19
Bảng 3.1. Giá trị của các hệ số của phương trình 3.32	75
Bảng 3.2. Giá trị các hệ số phương trình 3.34	76
Bảng 3.3. Độ mở bướm ga tính theo phần trăm tiết diện lưu thông ứng với góc mở α ..	80
Bảng 3.4. Tỷ lệ nhiên liệu/không khí lý thuyết theo thành phần CH_4	81
Bảng 3.5. Tổng hợp giá trị của ϕ	83
Bảng 3.6. Độ dốc các đường cong biến thiên độ đậm đặc của hỗn hợp theo độ mở bướm ga	85
Bảng 4.1. Thông số kỹ thuật của động cơ ZH1115	109
Bảng 4.2. Hệ số dao động của dòng chảy	113
Bảng 4.3. Kích thước các chi tiết dẫn động trục bướm ga.....	117
Bảng 5.1. Thông số các thiết bị thí nghiệm	123

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Sản lượng biogas ở các nước EU năm 2009	7
Hình 1.2. Phân bố nguồn sử dụng biogas ở Châu Âu năm 2010 và dự báo năm	8
Hình 1.3. Công suất điện chạy bằng biogas ở Châu Âu	9
Hình 1.4. Yêu cầu lọc tạp chất trong biogas đối với các giải pháp sản xuất điện	12
Hình 1.5. Phoi sắt đã bị oxy hóa	15
Hình 1.6. Diatomite Phú Yên	16
Hình 1.7. Máy phát điện chạy bằng biogas	21
Hình 1.8. Sử dụng biogas trong hệ thống đồng sản xuất năng lượng	23
Hình 1.9. Hiệu quả sản xuất năng lượng bằng động cơ nhiên liệu kép và động cơ đánh lửa cưỡng bức chạy bằng biogas	23
Hình 1.10. Ảnh hưởng của thành phần nhiên liệu đến nhiệt độ ngọn lửa	25
Hình 1.11. Ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm đến công suất động cơ	25
Hình 1.12. Biến thiên công suất chỉ thị khi động cơ sử dụng hỗn hợp methane – hydrogen theo độ đậm đặc của hỗn hợp (a); theo thành phần hydrogen trong hỗn hợp nhiên liệu (b)	26
Hình 1.13. Giới hạn cháy của hỗn hợp biogas-không khí	26
Hình 1.14. Ảnh hưởng của tỉ số nén đến công suất chỉ thị ở các độ đậm đặc hỗn hợp khác nhau	27
Hình 1.15. Công suất và hiệu suất nhiệt của động cơ	28
Hình 1.16. Bugi tích hợp buồng cháy phụ	29
Hình 1.17. Sơ đồ hiệu quả bảo vệ môi trường khi sử dụng	32
Hình 2.1. Ảnh hưởng của hệ số tương đương đến tính năng động cơ	38
Hình 2.2. Ảnh hưởng của tỉ số nén động cơ đến công suất	38
Hình 2.3. Góc đánh lửa sớm tối ưu	39
Hình 2.4. Sơ đồ tính toán gia công	42
Hình 2.5. Các dạng piston cải tạo	43