

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT

BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TRƯỜNG

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN
PHUN KHÍ TRỰC TIẾP CHO ĐỘNG CƠ DIESEL

Mã số: T2023-06-09

Chủ nhiệm đề tài: ThS. Hồ Trần Ngọc Anh

Đơn vị : Khoa Cơ khí

Chương trình đào tạo: Công nghệ Kỹ thuật Ô tô

Đà Nẵng, tháng 02 năm 2025

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT

BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TRƯỜNG

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN
PHUN KHÍ TRỰC TIẾP CHO ĐỘNG CƠ DIESEL

Mã số: T2023-06-09

Xác nhận của cơ quan chủ trì đề tài

KT. HIỆU TRƯỞNG
PHÓ HIỆU TRƯỞNG



PGS. TS. Võ Trung Hùng

Chủ nhiệm đề tài

(ký, họ tên)

ThS. Hồ Trần Ngọc Anh

MỤC LỤC

MỤC LỤC	i
DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ	v
THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU.....	viii
INFORMATION ON RESEARCH RESULTS	xii
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN	3
1.1. Tính cấp thiết của đề tài.....	3
1.2. Hiện tượng ô nhiễm môi trường và nóng lên toàn cầu.....	4
1.3. Các nỗ lực nhằm hạn chế sự gia tăng nhiệt độ khí quyển trên thế giới.....	5
1.4. Tổng quan về nhiên liệu sinh khối, nhiên liệu thay thế.....	8
1.4.1. Giới thiệu về nhiên liệu syngas, biogas, LPG.	8
1.4.2. Ứng dụng của syngas và LPG lên động cơ đốt trong.....	11
1.5. Kết luận chương 1	16
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT	18
2.1 Giới thiệu khái quát về động cơ Diesel Dongfeng D12.	18
2.1.1. Giới thiệu chung	18
2.1.2. Thông số của động cơ Diesel Dongfeng D12	19
2.2. Nhiên liệu thực nghiệm	20
2.3. Đặc tính của động cơ Diesel – LPG	20
2.3.1. Đặc điểm.....	20
2.3.2. Đặc tính của nhiên liệu LPG	21
2.3.3. Quá trình cháy	22
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ, CHẾ TẠO HỆ THỐNG	24
3.1. Hệ thống điều khiển.....	24
3.1.1. Hệ thống điều khiển.....	24
3.1.2. Chi tiết cải thiện tính an toàn cho hệ thống.....	24
3.2. Thiết kế, chế tạo kim phun	25
3.2.1. Cấu tạo chi tiết kim phun.....	26
3.2.2. Kiểm nghiệm nhiệt kim phun	33

3.2.3. Kiểm nghiệm bền kim phun	33
3.2.4. Kim phun sau khi gia công.....	35
3.2.5. Nguyên lý hoạt động của kim phun.....	36
3.3. Quá trình cải tạo động cơ Diesel D12	36
3.3.1. Cải tạo nắp máy	36
3.3.2. Cải tạo đường ống nạp.....	38
3.3.3. Thiết kế lắp đặt hệ thống tín hiệu	39
3.3.4. Thiết kế lắp đặt kim phun.....	40
3.3.5. Thiết kế lắp đặt hệ thống khởi động.....	41
3.4. Thiết kế lắp đặt máy phát điện	41
3.4.1. Giới thiệu về máy phát điện	41
3.4.2. Thiết kế lắp đặt máy phát điện	42
CHƯƠNG 4: THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ	44
4.1. Giới thiệu thiết bị đo kiểm.....	44
4.1.1. Thiết bị phân tích khí thải.....	44
4.1.2. Máy đo tốc độ.....	45
4.1.3. Đồng hồ vạn năng Hioki 3280-10F	46
4.1.4. Hệ thống tải điện	47
4.1.5. Hệ thống làm mát	47
4.1.6. Van điều áp.....	48
4.1.7. Van một chiều.....	49
4.2. Sơ đồ bố trí thực nghiệm	50
4.3. Quá trình thực nghiệm.....	51
4.3.1. Ảnh hưởng của LPG đến công suất động cơ khi phun trực tiếp và phun gián tiếp	51
4.3.2. Chế độ thực nghiệm.....	51
4.3.3. Quy trình thực nghiệm.....	54
4.4. Kết quả thực nghiệm.....	54
4.4.1. Ảnh hưởng của LPG đến phát thải động cơ	57
KẾT LUẬN	66
TÀI LIỆU THAM KHẢO	

Thuyết minh đề tài

Hợp đồng triển khai đề tài

Bảng Danh mục minh chứng của các sản phẩm đề tài

Các minh chứng sản phẩm của đề tài

DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ

Bảng 2.1 Thông số động cơ Dongfeng D12	19
Bảng 2.2 Đặc tính nhiên liệu Diesel và khí dầu mỏ hóa lỏng (LPG)	22
Bảng 3.1 Thông số máy phát điện	42
Bảng 4.1 Thông số thiết bị đo khí xả	44
Bảng 4.2 Thông số kỹ thuật của máy	45
Bảng 4.3 Thông số đồng hồ vận năng	46
Bảng 4.4 Bảng thông số thời gian phun của chế độ phun gián tiếp và trực tiếp áp suất phun 3kg/cm ²	53
Bảng 4.5 Bảng thông số thời gian phun của chế độ phun gián tiếp và trực tiếp áp suất phun 1kg/cm ²	53
Bảng 4.6 Bảng đánh giá công suất của động cơ sau khi phun trên kim cải tạo và kim chế tạo	55
Bảng 4.7 Bảng đánh giá công suất của động cơ ở áp suất phun 3kg/cm ²	56
Bảng 4.8 Ảnh hưởng của LPG đến phát thải CO ₂ ở áp suất phun 3 kg/cm ²	57
Bảng 4.9 Ảnh hưởng của LPG đến phát thải CO ₂ ở áp suất phun 1 kg/cm ²	58
Bảng 4.10 Ảnh hưởng của LPG đến thành phần phát thải NO _x ở áp suất phun 3kg/cm ²	60
Bảng 4.11 Ảnh hưởng của LPG đến thành phần phát thải NO _x ở áp suất phun 1kg/cm ²	61
Bảng 4.12 Ảnh hưởng của LPG đến thành phần phát thải CO ở áp suất phun 3kg/cm ²	63
Bảng 4.13 Ảnh hưởng của LPG đến thành phần phát thải CO ở áp suất phun 1kg/cm ²	64

Hình 1.1 Biểu đồ khí thải CO ₂ của Việt Nam	6
Hình 1.2 Một số phương pháp loại bỏ CO ₂ ra khỏi khí quyển.....	8
Hình 1.3 Quy trình sản xuất khí biogas.....	10
Hình 1.4 Công thức hóa học của (a) propan, (b) iso -butan, (c) butan.....	11
Hình 2.1 Động cơ Dongfeng D12	18
Hình 2.2 Động cơ Diesel-LPG	23
Hình 3.1 Hộp điều khiển kim phun	24
Hình 3.2 Module công suất MOSFET HA 210N06-TH325	24
Hình 3.3 Diot 1 chiều.....	25
Hình 3.4 Thiết kế kim phun.....	26
Hình 3.5 Bản vẽ đế kim phun.....	27
Hình 3.6 Đế kim phun đã gia công.....	27
Hình 3.7 Bản vẽ xupap	28
Hình 3.8 upap đã gia công.....	28
Hình 3.9 Bản vẽ lò xo.....	28
Hình 3.10 Bản vẽ thân solenoid	29
Hình 3.11 thân solenoid đã gia công	29
Hình 3.12 Bản vẽ cục hút từ.....	30
Hình 3.13 Cục hút từ đã gia công.....	30
Hình 3.14 Bản vẽ vỏ solenoid	31
Hình 3.15 Vỏ solenoid đã gia công	31
Hình 3.16 Bản vẽ đai ốc cố định	32
Hình 3.17 Bản vẽ đầu nối khí.....	32
Hình 3.18 Kiểm nhiệt nhiệt	33
Hình 3.19 Kiểm nghiệm bền	34
Hình 3.20 Kim phun đã gia công và lắp ghép	35
Hình 3.21 Quấn cuộn cảm solenoid	35
Hình 3.22 Lò xo.....	36
Hình 3.23 Nắp máy trước cải tiến	37
Hình 3.24 Bản vẽ cục gá kim phun	37
Hình 3.25 Nắp máy sau cải tiến.....	38

Hình 3.26 Đường ống nạp sau khi cải tạo.....	39
Hình 3.27 Lắp đặt trực tín hiệu	40
Hình 3.28 Thiết kế lắp đặt kim phun	40
Hình 3.29 Hệ thống khởi động.....	41
Hình 3.30 Máy phát điện	42
Hình 3.31 Lắp đặt máy phát điện.....	43
Hình 4.1 Thiết bị phân tích khí xả	44
Hình 4.2 Máy đo tốc độ kỹ thuật số AR926	45
Hình 4.3 Đồng hồ vạn năng Hioki 3280-10F	46
Hình 4.4 Hệ thống tải điện.....	47
Hình 4.5 Hệ thống làm mát.....	48
Hình 4.6 Đồng hồ điều áp	49
Hình 4.7 Van một chiều	49
Hình 4.8 Sơ đồ hệ thống phun LPG trực tiếp	50
Hình 4.9 Hình ảnh thực tế sơ đồ bố trí thực nghiệm	51
Hình 4.10 Biểu đồ đánh giá công suất của động cơ sau khi phun trên kim cải tạo và kim chế tạo	55
Hình 4.11 Biểu đồ đánh giá công suất động cơ ở áp suất phun 3 kg/cm ²	56
Hình 4.12 Biểu đồ đánh giá mức độ phát thải khí CO ₂ ở áp suất phun 3 kg/cm ²	57
Hình 4.13 Biểu đồ đánh giá mức độ phát thải khí CO ₂ ở áp suất phun 1 kg/cm ²	59
Hình 4.14 Biểu đồ đánh giá mức độ phát thải khí NO _x ở áp suất phun 3 kg/cm ²	60
Hình 4.15 Biểu đồ đánh giá mức độ phát thải khí NO _x ở áp suất phun 1 kg/cm ²	62
Hình 4.16 Biểu đồ đánh giá mức độ phát thải khí CO ở áp suất phun 3kg/cm ²	63
Hình 4.17 Biểu đồ đánh giá mức độ phát thải khí CO ở áp suất phun 1kg/cm ²	64

THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Thông tin chung:

- Tên đề tài: Thiết kế, chế tạo hệ thống điều khiển phun khí trực tiếp cho động cơ Diesel
- Mã số: T2023-06-09
- Chủ nhiệm: ThS. Hồ Trần Ngọc Anh
- Cơ quan chủ trì: Đại học Sư phạm Kỹ thuật – Đại học Đà Nẵng
- Thời gian thực hiện: Từ tháng 03 năm 2024 đến tháng 02 năm 2025

2. Mục tiêu:

Thiết kế, chế tạo hệ thống điều khiển phun khí trực tiếp trên động cơ lưỡng nhiên liệu hoạt động trong hệ thống năng lượng tái tạo lai solar-biomass. Cải tạo động cơ tĩnh tại truyền thống sử dụng nhiên liệu Diesel thành động cơ dual-fuel tĩnh tại điều khiển điện tử quá trình cung cấp nhiên liệu khí trực tiếp.

3. Tính mới và sáng tạo:

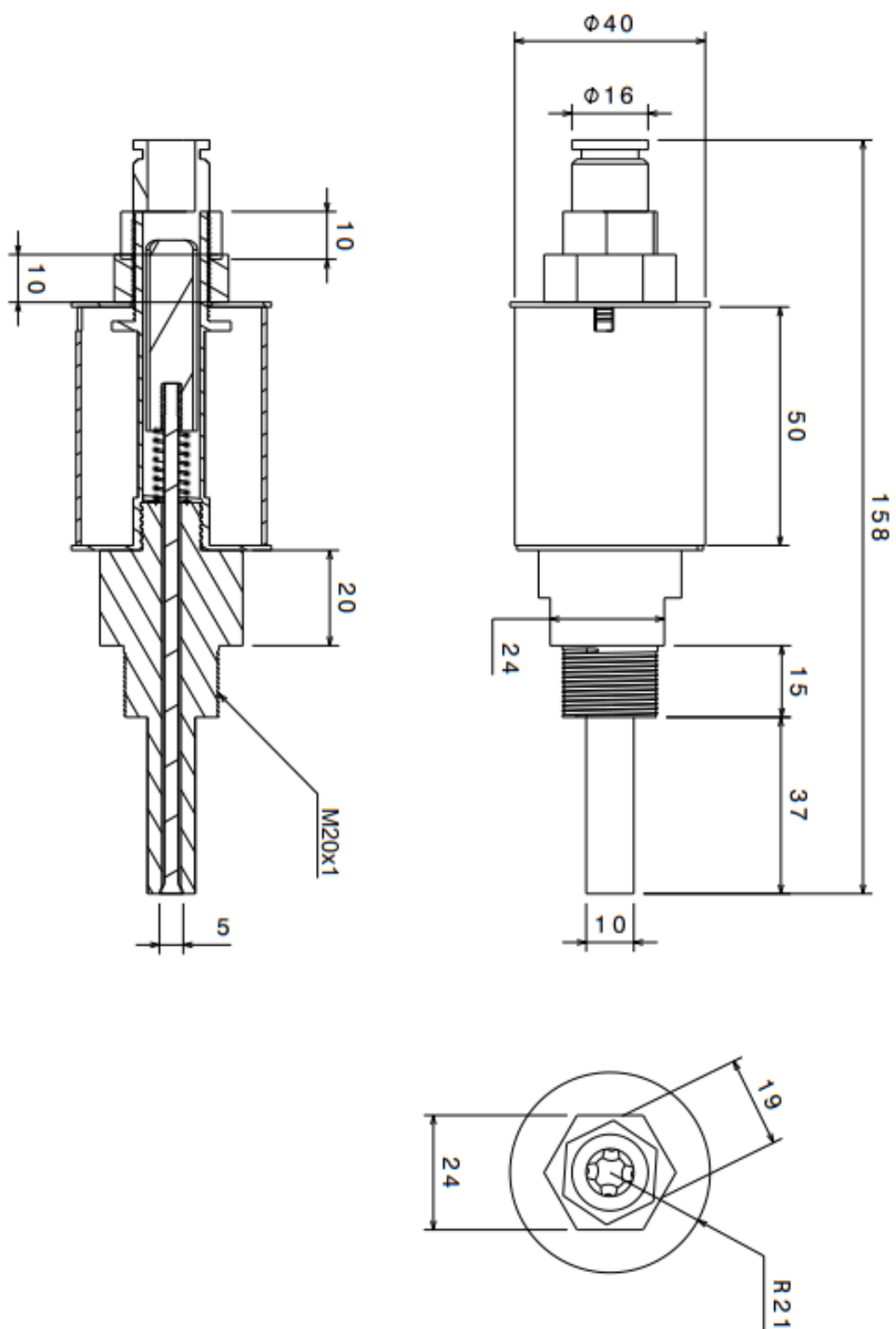
Cải tạo động cơ diesel tĩnh tại truyền thống thành động cơ dual fuel tĩnh tại phun khí trực tiếp.

4. Tóm tắt kết quả nghiên cứu:

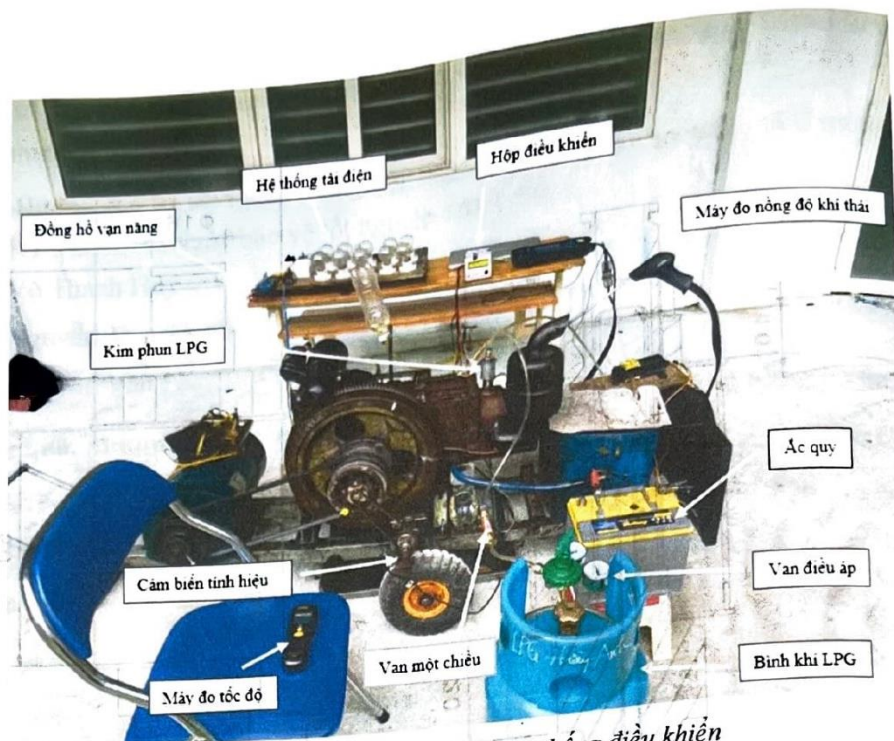
Thiết kế, chế tạo thành công hệ thống điều khiển phun khí trực tiếp trên động cơ Diesel D12. Bộ điều khiển điện tử sử dụng Arduino được cài đặt chương trình điều khiển hoạt động của vòi phun khí trực tiếp. Một cảm biến từ Hall để gửi tín hiệu về bộ điều khiển điện tử, từ đó bộ điều khiển sẽ điều khiển được thời điểm và thời gian mở vòi phun.

5. Tên sản phẩm:

+ 01 bài báo đăng trên Kỷ yếu Hội thảo AtiGB 2024. Ho Tran Ngoc Anh, Vo The Hac, Phan Nhu Thuat, Dao Huu Viet Thang, Duong Anh Khoa, Ta Cong Vuong, Lam Dao Nhon, Pham Viet Anh Dien, Vo Du Dinh, Bui Van Hung*. “*Designing a direct syngas injector following the reverse-flow pattern in Si engine*”. Chủ nhiệm đề tài là tác giả chính.



Hình 2. Bản vẽ thiết kế vòi phun khí trực tiếp



Hình 3. Mô hình thực nghiệm hệ thống điều khiển

Ngày 10 tháng 02 năm 2025

Chủ nhiệm đề tài
(ký, họ và tên)

TM. Hội đồng Khoa
Chủ tịch
(ký, họ và tên)

TS. Hồ Trần Anh Ngọc

ThS. Hồ Trần Ngọc Anh

XÁC NHẬN CỦA TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
KT. HIỆU TRƯỞNG
PGS. HIỆU TRƯỞNG



PGS. TS. Võ Trung Hùng

INFORMATION ON RESEARCH RESULTS

1. General information:

Project title: Design and build direct injection control system on diesel engine

Code number: T2023-06-09

Coordinator: MSc. Ho Tran Ngoc Anh

Leading agency: University of Technology and Education - The University of Danang

Duration: From 3/2024 to 02/2025

2. Objective(s):

- Design and build direct injection control system on dual-fuel engine

3. Creativeness and innovativeness:

Direct injection control system on dual-fuel engine.

4. Research results:

Successfully designed and builded direct gas injection control system on the D12 diesel engine. The electronic controller uses an Arduino which programed to control the nozzle. A sensor from Hall sends a signal to the electronic controller, from which the controller will determine the nozzle timing and opening duration.

5. Products:

+ 01 article published in the AtiGB 2024 conference proceedings. Authors: Ho Tran Ngoc Anh, Vo The Hac, Phan Nhu Thuat, Dao Huu Viet Thang, Duong Anh Khoa, Ta Cong Vuong, Lam Dao Nhon, Pham Viet Anh Dien, Vo Du Dinh, Bui Van Hung*. *“Designing a direct syngas injector following the reverse-flow pattern in Si engine”*.

+ 01 Model of direct gas injection control system on a diesel engine using dual fuel

+ 03 graduating students majoring in Automotive Engineering, University of Science and Technology - University of Da Nang (Graduation defense date: June 22,

2023):

- | | |
|---------------------|---------------------|
| - Vo Thanh Huy | MSV: 2050421200148 |
| - Nguyen Thai Thinh | MSV: 21115042120159 |
| - Nguyen Van Phap | MSV: 21115042120140 |

6. Effects, transfer alternatives of reserach results and applicability:

Research products will be transferred to the Automotive Mechanic workshop, Department of Automotive Mechanics, Faculty of Mechanical Engineering, University of Technical Education, University of Danang.

MỞ ĐẦU

Năng lượng đóng một vai trò quan trọng trong sự tiến bộ của cả nền kinh tế và chất lượng cuộc sống. Khi nền kinh tế mở rộng, mức sống cũng vậy, và do đó nhu cầu về năng lượng. Tuy nhiên, tình hình năng lượng hiện nay trên toàn thế giới và thực tế là các nguồn năng lượng chính như dầu thô, khí đốt tự nhiên, than đá và nhiên liệu hạt nhân không thể tái tạo được đã làm tăng tầm quan trọng của các nguồn năng lượng khác như năng lượng thủy điện, năng lượng mặt trời, năng lượng gió và khí sinh học. Sinh khối là nguồn nguyên liệu từ các phụ phẩm nông nghiệp hay từ các hoạt động sản xuất lâm nghiệp... Nguồn sinh khối này có giá thành thấp đồng thời là nguyên liệu có hàm lượng lưu huỳnh thấp. Hơn nữa, việc sử dụng sinh khối cũng góp phần làm giảm phát thải CO₂ ra bầu khí quyển

Việt Nam sở hữu điều kiện khí hậu thuận lợi cho phép trồng nhiều loại cây trồng đa dạng để sản xuất nhiên liệu sinh học. Ngoài ra, đất nước này có nguồn sinh khối dồi dào và nhiều lợi thế khác nhau cho sự phát triển của nguồn nhiên liệu này. Sinh khối đề cập đến chất thải nông nghiệp (như rơm, bã mía, trấu và sợi ngô), chất thải lâm nghiệp (bao gồm cả lá khô và dăm gỗ), giấy vụn, metan có nguồn gốc từ bãi chôn lấp và nhà máy xử lý nước thải, cũng như chất thải từ các trang trại gia súc và gia cầm. Những nguyên liệu thô sinh khối này có thể được sử dụng ở dạng rắn, lỏng hoặc khí. Đáng chú ý, gỗ là một loại sinh khối phổ biến, phục vụ như là nhiên liệu chính cho nấu ăn gia đình ở nhiều quốc gia trên toàn thế giới. Sinh khối đại diện cho một dạng nhiên liệu năng lượng cung cấp khả năng sử dụng tại chỗ và tiềm năng to lớn. Tuy nhiên, có một số bất tiện liên quan đến việc sử dụng nó, chẳng hạn như nhiệt trị thấp (tính bằng kJ/kg), mật độ thấp (tính bằng kg/m³), độ ẩm cao và lượng khói và bụi thải đáng kể khi chịu nhiệt. Do đó, để tăng cường sản xuất và sử dụng năng lượng sinh khối một cách hiệu quả hơn và thân thiện với môi trường, nhiều quốc gia trên toàn cầu đã liên tục theo đuổi nghiên cứu về cải tiến công nghệ đốt cháy. Cụ thể, ngày càng có nhiều mối quan tâm trong việc chuyển đổi từ phương pháp “đốt trực tiếp” truyền thống sang đốt gián tiếp thông qua việc thực hiện công nghệ ra hoa. Công nghệ đặc biệt này được coi là một phương tiện hiệu quả để chuyển đổi nhiên liệu rắn thành nhiên liệu khí, sau đó có thể được lưu trữ trong bể để vận chuyển dễ dàng hơn. Hơn nữa, công nghệ này cho phép điều chỉnh tốt hơn quá trình đốt cháy, dẫn đến tăng hiệu quả và giảm ô nhiễm liên quan đến nhiên liệu khí. Việc sử dụng nguyên liệu sinh khối làm nhiên liệu thay thế được coi là thuận tiện, sạch sẽ và rất phù hợp cho các ứng dụng sưởi ấm khác nhau, bao gồm cả sản xuất điện.

Nghiên cứu sử dụng nhiên liệu khí trong ĐCĐT, trong đó có nghiên cứu ứng dụng khí tổng hợp sinh khối vào động cơ Diesel cho các máy phát điện cỡ nhỏ có thể giúp khắc phục tình trạng trên, nhưng vấn đề này chưa được quan tâm đúng mức ở Việt Nam. Để giải quyết vấn đề trên, tác giả đã thực hiện đề tài **“Thiết kế, chế tạo hệ thống điều khiển phun khí trực tiếp cho động cơ diesel”**.

1. Mục tiêu đề tài

- Thiết kế, chế tạo hệ thống điều khiển phun khí trực tiếp trên động cơ lưỡng nhiên liệu hoạt động trong hệ thống năng lượng tái tạo lai solar-biomass.

2. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của đề tài được chọn là động cơ dual fuel được cải tạo từ diesel công suất nhỏ.

3. Phương pháp nghiên cứu

Kết hợp giữa lý thuyết và thực nghiệm

4. Cấu trúc Báo cáo tổng kết

Báo cáo tổng kết gồm các nội dung như sau:

- Tổng quan.
- Cơ sở lý thuyết
- Thiết kế, chế tạo hệ thống
- Thực nghiệm và đánh giá kết quả.

Kết luận.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN

1.1. Tính cấp thiết của đề tài

Nhu cầu tiêu thụ năng lượng đang gia tăng do sự gia tăng dân số và tiến bộ công nghệ. Điều này đặc biệt đúng đối với ngành giao thông vận tải, nơi có nhu cầu ngày càng tăng về năng lượng có nguồn gốc từ nhiên liệu hóa thạch như xăng và dầu diesel. Động cơ diesel, đặc biệt, mang lại hiệu quả kinh tế cao hơn và mô-men xoắn lớn hơn so với động cơ xăng. Do đó, chúng được sử dụng rộng rãi không chỉ trong giao thông vận tải mà còn trong nhiều lĩnh vực khác bao gồm nông nghiệp, máy phát điện và xây dựng. Tuy nhiên, một nhược điểm lớn của động cơ diesel là lượng khí thải gây ô nhiễm đáng kể mà chúng tạo ra, chẳng hạn như NO_x và bồ hóng. Để giải quyết vấn đề này, đã có nhiều phương pháp khác nhau được đề xuất để giảm phát thải, bao gồm sử dụng phun nhiên liệu điện tử Common Rail, khí thải tuần hoàn và lọc xúc tác [1]. Tuy nhiên, một giải pháp tiềm năng đã thu hút sự chú ý ở nhiều quốc gia là ứng dụng nhiên liệu thay thế. Bằng cách sử dụng nhiên liệu thay thế, có thể giảm thiểu tác động môi trường của động cơ diesel và giảm phát thải các chất ô nhiễm có hại. Việc sử dụng nhiên liệu thay thế không chỉ giúp giảm lượng khí thải gây ô nhiễm mà còn mang lại những lợi ích khác. Ví dụ, một số nhiên liệu thay thế có hàm lượng carbon thấp hơn so với nhiên liệu hóa thạch truyền thống, có nghĩa là quá trình đốt cháy của chúng tạo ra ít phát thải khí nhà kính hơn. Ngoài ra, nhiên liệu thay thế có thể được lấy từ các nguồn tái tạo, chẳng hạn như nhiên liệu sinh học làm từ cây trồng hoặc vật liệu phế thải. Điều này mang lại tiềm năng cho một nguồn năng lượng bền vững và thân thiện với môi trường hơn.

Một cách tiếp cận khả thi để giải quyết vấn đề này liên quan đến việc sử dụng năng lượng sinh khối, trong đó đề cập đến việc chuyển đổi các vật liệu hữu cơ dư thừa như trấu, rơm, bã mía hoặc chất thải có nguồn gốc từ các hoạt động của con người, chẳng hạn như rác và bùn/cống rãnh, thành một nguồn năng lượng khả thi. Phương pháp này cung cấp một giải pháp tiềm năng bằng cách khai thác sức mạnh của khí tổng hợp, còn được gọi là khí tổng hợp, có thể phục vụ như một lựa chọn nhiên liệu thay thế, do đó phục vụ như là một thay thế cho dầu diesel và xăng thông thường. Mục tiêu cơ bản đằng sau chiến lược này là giảm sự phụ thuộc của chúng ta vào các nguồn nhiên liệu hóa thạch, do đó giảm thiểu tác động bất lợi của phát thải khí nhà kính, đồng thời bảo vệ môi trường trong quá trình sản xuất và sinh hoạt hàng ngày.

1.2. Hiện tượng ô nhiễm môi trường và nóng lên toàn cầu

Nguồn ô nhiễm chính tạo ra từ động cơ đốt trong là carbon monoxide (CO), hydrocarbon (HC), oxit nitric (NO_x) và một lượng nhỏ oxit lưu huỳnh (SO_x), chì (Pb) và vật chất dạng hạt. Động cơ đốt trong được vận hành bởi sự đốt cháy nhiên liệu hóa thạch. Khí thải từ các phương tiện giao thông là nguyên nhân gây ra hai phần ba ô nhiễm không khí trong khu vực đô thị. Ô nhiễm từ khí thải ô tô là một trong những vấn đề lớn của hầu hết các quốc gia thế giới. Quá trình cháy lý tưởng của hỗn hợp hydrocarbon với không khí chỉ sinh ra CO₂, H₂O, và N₂. Tuy nhiên do sự không đồng nhất của hỗn hợp, cũng như tính chất phức tạp của hiện tượng lý hoá diễn ra trong quá trình cháy nên trong khí xả động cơ đốt trong luôn có chứa một hàm lượng đáng kể các chất độc hại như: - Oxit nito: NO, NO₂, N₂O gọi chung là NO_x. - Monoxide cacbon: CO - Hydrocarbon chưa cháy: HC - Bỏ hóng, muội than - Chì: Pb - Lưu huỳnh: S Những chất như lưu huỳnh, chì và các chất phụ gia trong nhiên liệu cũng có ảnh hưởng đến thành phần các chất ô nhiễm trong sản phẩm cháy. Một trong những thông số có tính tổng quát ảnh hưởng đến mức độ phát sinh ô nhiễm của động cơ là hệ số dư lượng không khí. Đối với con người CO ngăn cản sự dịch chuyển của hồng cầu trong máu, làm cho các bộ phận của cơ thể bị thiếu oxy. Nạn nhân bị tử vong khi 70% số hồng cầu bị không chế (khi nồng độ CO trong không khí >1000 ppm). Ở nồng độ thấp hơn, CO cũng có thể gây nguy hại lâu dài với con người. Khi 20% hồng cầu bị không chế, nạn nhân bị nhức đầu, chóng mặt và buồn nôn. Khi 50% hồng cầu bị không chế, não bộ con người bị ảnh hưởng mạnh. Tuy nhiên CO là chất trung gian quan trọng trong quá trình oxy hoá cacbon thành cacbonic, khí cacbonic thông qua quang hợp tạo ra oxy. NO₂ là chất khó hoà tan, do đó nó có thể theo đường hô hấp đi vào phổi gây viêm và hủy hoại các tế bào của cơ quan hô hấp. Nạn nhân bị mất ngủ, ho, khó thở. HC gây tác hại đến con người chủ yếu là các HC thơm. Khi nồng độ của các HC thơm lớn hơn 40 ppm gây ra bệnh ung thư máu. Khi nồng độ lớn hơn 1 [g/cm³] gây rối loạn hệ thần kinh. Ngoài ra, HC cũng là nguyên nhân gây ra các bệnh về gan. SO₂ là một chất háo nước, do vậy SO₂ rất dễ hòa tan vào nước mũi, sau đó oxy hoá thành H₂SO₄ rồi đi theo đường hô hấp vào trong phổi. Ngoài ra SO₂ còn làm giảm khả năng đề kháng của cơ thể và làm tăng cường độ tác hại của các chất ô nhiễm khác đối với nạn nhân. Chì có trong không khí thải do tetraethyl chì Pb (C₂H₅)₄ được pha vào xăng nhằm tăng tính chống kích nổ của nhiên liệu. Sự pha trộn chất này vào xăng đang là vấn đề bàn cãi của giới khoa học. Chì tồn tại trong khí xả dưới dạng hạt, có đường kính rất nhỏ. Vì vậy rất dễ xâm nhập vào cơ thể qua da hoặc đường hô hấp. Khi đã vào được cơ thể, khoảng 30-40% lượng chì này đi vào máu. Sự hiện diện của chì gây xáo trộn sự trao đổi ion ở não, làm trở ngại cho sự tổng hợp enzyme để hình thành hồng cầu. Điều đặc biệt là chì tác động lên hệ thần kinh làm cho trẻ em chậm phát triển trí tuệ. Chì bắt đầu gây nguy hiểm cho con người khi nồng độ của nó trong máu vượt quá 200-250 [mg/lít] [34]

Sự gia tăng nhiệt độ toàn cầu hiện nay, hiện đang ở mức 1°C, có khả năng leo thang lên mức đáng kinh ngạc 2°C, do đó gây ra các mối đe dọa đáng kể cho cả nhân

loại và môi trường thiên nhiên. Một báo cáo được công bố bởi Ủy ban Liên hợp quốc về Biến đổi Khí hậu (IPCC) nổi tiếng nhấn mạnh nhu cầu cấp thiết của các biện pháp để hạn chế sự nóng lên toàn cầu ở mức $1,5^{\circ}\text{C}$ so với thời kì tiền công nghiệp, nếu không làm như vậy có thể dẫn đến hậu quả nghiêm trọng về biến đổi khí hậu vào năm 2040 [4]. Các hành động nhanh chóng và hiệu quả phải được thực hiện ở các cấp độ khác nhau, cá nhân, quốc gia và quốc tế để chống lại xu hướng đáng báo động này. Điều quan trọng là nhấn mạnh vai trò then chốt của kiến thức khoa học và nghiên cứu trong việc đưa ra và thực hiện các chiến lược để giảm thiểu các tác động bất lợi của biến đổi khí hậu.

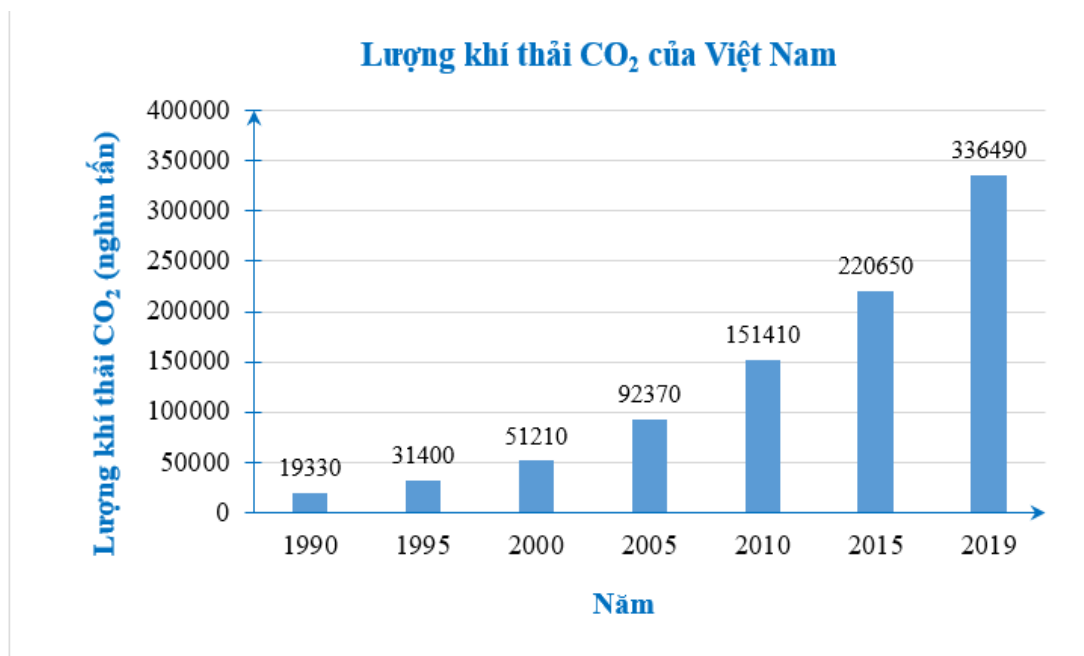
Mặc dù thực trạng nóng lên toàn cầu đã và đang diễn ra nhưng nó vẫn đang là chủ đề nóng hổi được đánh dấu bằng sự hoài nghi và tranh cãi, có nhiều ý kiến khác nhau về vấn đề này. Bất chấp tất cả những tranh cãi xung quanh chủ đề nóng lên toàn cầu, không thể phủ nhận rằng sự nóng lên toàn cầu là một thực tế không thể chối cãi. Việc sử dụng dữ liệu vệ tinh và phòng thí nghiệm đã liên tục chứng minh rằng sự tích tụ carbon dioxide và các chất ô nhiễm khác trong bầu khí quyển của Trái đất là nguyên nhân dẫn đến sự gia tăng dần nhiệt độ toàn cầu. Hiện tượng này, được gọi là biến đổi khí hậu do con người gây ra, được hỗ trợ bởi một mạng lưới rộng lớn các trạm thời tiết trải rộng trên toàn cầu, cũng như các phép đo dựa trên phao và nghiên cứu sâu rộng được thực hiện ở vùng xa xôi của Nam Cực. Các phát hiện tập thể của các nhà khoa học cho thấy rằng hậu quả sắp xảy ra của biến đổi khí hậu, được kích hoạt bởi sự phát thải quá mức CO_2 đang nhanh chóng đến gần. Hơn nữa, việc phát hiện ra các bằng chứng cổ xưa, được tìm thấy trong các môi trường khác nhau như vòng cây, sông băng, rạn san hô và đá trầm tích, cung cấp thêm chứng minh cho tốc độ đáng báo động mà hành tinh hiện đang nóng lên. Trên thực tế, những ghi chép lịch sử này chỉ ra rằng tốc độ ấm lên hiện tại nhanh hơn gấp mười lần so với tốc độ trung bình quan sát được trong thời kỳ hậu kỳ băng hà. Sự tiết lộ này, bắt nguồn từ sự thay đổi nhiệt độ dựa trên proxy, đóng vai trò là một dấu hiệu rõ ràng rằng những thay đổi hiện tại về nhiệt độ bề mặt là chưa từng có trong 1.300 đến 1.700 năm qua [3]. Bằng chứng khoa học cho thấy khí hậu Trái đất đang thay đổi do hiệu ứng nhà kính và nhiều nguyên nhân gây ô nhiễm do con người gây ra, dẫn đến lở đất, lũ lụt và sự di chuyển dân cư.

1.3. Các nỗ lực nhằm hạn chế sự gia tăng nhiệt độ khí quyển trên thế giới

Hiện tượng nóng lên toàn cầu, đặc trưng bởi sự gia tăng dần nhiệt độ trung bình của Trái đất, là một vấn đề liên tục và dai dẳng đã thu hút sự chú ý đáng kể trong giới học thuật và khoa học. Nghiên cứu sâu rộng và bằng chứng thực nghiệm ủng hộ mạnh mẽ quan điểm rằng các hoạt động của con người có tác động đáng kể đến biến đổi khí

hậu, củng cố hơn nữa quan niệm rằng các yếu tố con người đóng một vai trò quan trọng trong việc làm trầm trọng thêm cuộc khủng hoảng môi trường này.

Vào năm 2014, người ta quan sát thấy rằng Hoa Kỳ, một quốc gia công nghiệp hóa cao, là nước phát thải chất ô nhiễm lớn thứ hai, chiếm 15% lượng khí thải toàn cầu, sau Trung Quốc 25% vào tổng lượng phát thải.



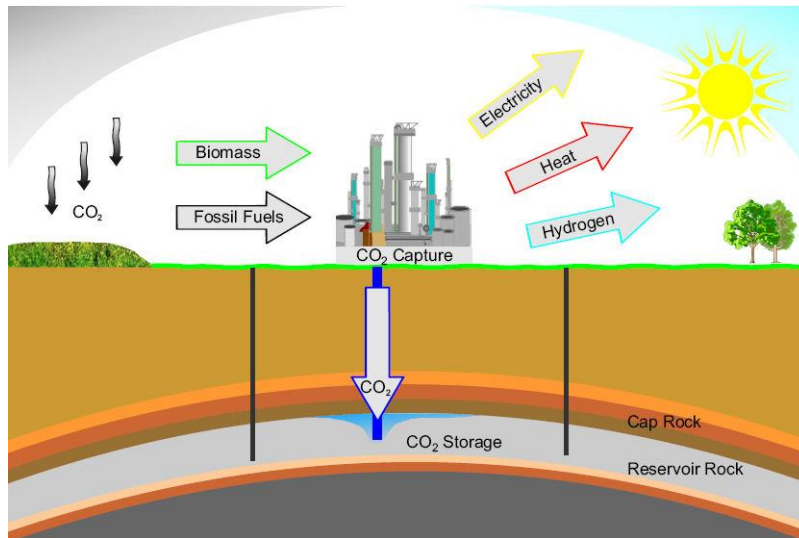
Hình 1.1 Biểu đồ khí thải CO₂ của Việt Nam [5]

Để chống lại vấn đề nóng lên toàn cầu và cố gắng hạn chế sự gia tăng nhiệt độ chỉ ở mức 1,5°C, điều quan trọng hàng đầu là tất cả các quốc gia phải cùng nhau thực hiện các nỗ lực phối hợp để giảm phát thải khí nhà kính của họ. Điều này có thể đạt được bằng cách áp dụng một cách tiếp cận đa diện bao gồm việc áp dụng các nguồn năng lượng tái tạo, áp dụng các công nghệ tiết kiệm năng lượng và thúc đẩy các nguyên tắc bền vững trong tất cả các lĩnh vực của nền kinh tế. Tại Hội nghị Liên Hợp Quốc về Biến đổi Khí hậu ở Paris [5], được tổ chức vào năm mà số lượng quốc gia tham gia là 195, điều quan trọng cần lưu ý là một thỏa thuận tập thể đã đạt được giữa các quốc gia này. Thỏa thuận này, được gọi là thỏa thuận Paris, được thành lập với mục tiêu cao cả là duy trì các cam kết của các quốc gia này nhằm chống lại vấn đề nóng lên toàn cầu. Mục đích cụ thể là hạn chế sự gia tăng nhiệt độ toàn cầu chỉ ở mức 1,5 độ C, liên quan đến nhiệt độ quan sát được trong thời kỳ tiền công nghiệp. Tuy nhiên, điều quan trọng là phải thừa nhận rằng những thách thức mà các nhà hoạch định chính sách phải đối mặt trong việc đạt được mục tiêu này là nhiều mặt, bao gồm một loạt các vấn đề như sử dụng đất và biển, khai thác trực tiếp các sinh vật sống, biến đổi khí hậu, ô nhiễm và tác động bất lợi của các loài ngoại lai xâm lấn. Hơn nữa, điều bắt buộc là phải nhận ra rằng các nước đang phát triển, đặc biệt, cần có sự hỗ trợ đáng kể để chuyển đổi thành công sang

các công nghệ năng lượng sạch hơn, không chỉ góp phần giảm thiểu biến đổi khí hậu mà còn mang lại lợi ích kinh tế đáng kể cho các quốc gia này. Đã có một số nhóm người phản đối chính sách khí hậu nhấn mạnh rằng các nhà hoạch định chính sách nên bỏ qua các cảnh báo về biến đổi khí hậu, cho rằng hiện tượng nóng lên toàn cầu đã chậm lại kể từ năm 1988. Tuy nhiên, các nhà khoa học tiết lộ rằng sự gián đoạn gây tranh cãi này chưa bao giờ xảy ra và dựa trên dữ liệu sai lệch.

Một cách tiếp cận dựa trên công nghệ như vậy liên quan đến việc sử dụng công nghệ thu giữ CO₂ trực tiếp từ không khí. Phương pháp đặc biệt này đòi hỏi một quá trình hóa học phức tạp giúp tách CO₂ ra khỏi không khí xung quanh một cách hiệu quả và sau đó đưa nó đến các bộ lọc được thiết kế đặc biệt [8]. Sau khi CO₂ đã được thu giữ, bộ lọc phải trải qua quá trình gia nhiệt, cho phép chiết xuất và cô lập CO₂. Một khi điều này đã được thực hiện, CO₂ thu được sau đó được chuyển và bơm vào các hồ chứa dưới lòng đất, loại bỏ nó khỏi khí quyển một cách hiệu quả. Điều đáng chú ý là phương pháp này đã được áp dụng trên quy mô toàn cầu, theo Cơ quan Năng lượng Quốc tế (IEA) báo cáo hiện có 15 nhà máy thu giữ CO₂ đang hoạt động trên toàn thế giới. Các nhà máy này thu được một lượng đáng kinh ngạc hơn 9.000 tấn CO₂ mỗi năm.

Một cách đáng chú ý khác dựa trên công nghệ là sử dụng kết hợp thu giữ và lưu trữ carbon năng lượng sinh học (BECCS) [8]. Nguyên tắc cơ bản đằng sau BECCS liên quan đến việc trồng sinh khối cụ thể, chẳng hạn như thực vật, sau đó phải chịu sự đốt cháy để tạo ra nhiệt hoặc nhiên liệu sinh học. Trong quá trình đốt cháy này, lượng khí thải carbon thu được được thu giữ một cách hiệu quả và lưu trữ an toàn dưới lòng đất, do đó loại bỏ CO₂ khỏi khí quyển một cách hiệu quả. Phương pháp này có tiềm năng to lớn về mặt giảm lượng khí thải carbon và giảm thiểu tác động bất lợi của biến đổi khí hậu.



Hình 1.2 Một số phương pháp loại bỏ CO₂ ra khỏi khí quyển [5]

1.4. Tổng quan về nhiên liệu sinh khối, nhiên liệu thay thế.

1.4.1. Giới thiệu về nhiên liệu syngas, biogas, LPG.

1.4.1.1. Giới thiệu về Syngas.

Khái niệm về Syngas

Khí tổng hợp syngas là một loại hỗn hợp khí nhiên liệu chứa chủ yếu là hydro (H₂), cacbon monoxit (CO), và nhiều khi cả một chút cacbon đioxit (CO₂). Cái tên này tới từ công dụng của nó như là một chất trung gian trong việc tạo ra khí tự nhiên tổng hợp và để sản xuất amoniac hoặc methanol. Khí tổng hợp thường là một sản phẩm của quá trình khí hóa và ứng dụng chính là sản xuất điện. Khí tổng hợp thì dễ cháy và thường được sử dụng làm nhiên liệu của động cơ đốt trong. Nó có ít hơn một nửa mật độ năng lượng so với khí tự nhiên [9]. Đặc điểm của khí Syngas: Tính chất vật lý và hóa học của syngas phụ thuộc vào nguồn nguyên liệu sản xuất, công nghệ sản xuất và đặc biệt là thành phần các khí đơn chất cấu tạo nên.

Ưu điểm:

Syngas so với nhiên liệu đốt trực tiếp là được sản xuất từ nguồn nguyên liệu có giá trị thấp và có thể tái tạo được. Syngas được sử dụng như sinh nhiệt, chuyển đổi thành điện và còn là nhiên liệu cho các phương tiện vận tải. Trong những năm sắp tới, nó sẽ giữ vai trò chính để bổ sung nhu cầu năng lượng của thế giới. Sử dụng công nghệ tiên tiến như tua bin khí và pin nhiên liệu với syngas được tạo ra từ kết quả của quá trình khí hóa hiệu suất cao. Trong hệ thống khí hóa đồng phát nhiệt điện, các chất gây ô nhiễm trong khói như SO_x, NO_x được loại bỏ hiệu quả, kết quả lượng phát thải ô nhiễm thấp hơn nhiều. Hơn nữa, nhiên liệu lỏng, khí tạo ra dễ dàng cho quá trình xử lý, vận chuyển và sử dụng làm nhiên liệu cho vận tải. Sản phẩm khí đầu ra phù hợp làm nhiên liệu cho hầu hết các loại động cơ đốt trong. Trong khi đó, nhiều cơ sở sản xuất và chế biến nông

sản lại cần nhiều năng lượng nhiệt mà hiện tại đang phải sử dụng các loại nhiên liệu không có khả năng tái tạo như than đá, hoặc một số nhiên liệu phải nhập từ nước ngoài như dầu FO, DO, nhiên liệu khí. Như vậy, nếu phế phẩm nông nghiệp (vỏ trấu, lõi ngô) được sử dụng để chuyển đổi thành năng lượng theo công nghệ mới thì không những khắc phục được sự thiếu hụt về nguồn nhiên liệu hiện nay mà còn hạn chế được ô nhiễm môi trường, ngoài ra còn góp phần đem lại hiệu quả kinh tế cho các doanh nghiệp [10].

Nhược điểm:

Một số nghiên cứu như của tác giả Bùi Thành Trung và Viện Chế tạo máy nông nghiệp Bộ Công thương tiến hành nghiên cứu các mẫu thiết bị khi hóa viên sinh khối để nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng từ viên ép sinh khối, nhưng vẫn tồn tại các nhược điểm như khả năng sinh khí syngas bị gián đoạn, chưa ổn định, cường độ khi syngas và hiệu suất nhiệt chưa cao, yêu cầu nguyên liệu phải khô. Ngoài những nhược điểm về công nghệ khí hóa còn vấp phải vấn đề như khả năng lưu trữ, hóa lỏng syngas, syngas thường phải được sử dụng ngay sau khi khí hóa. Các thành phần khí có trong syngas có tỉ trọng và mật độ năng lượng thấp hơn rất nhiều so với nhiên liệu khác như khí thiên nhiên và xăng nên việc tích trữ và vận chuyển để làm nhiên liệu cung cấp cho các phương tiện vận tải sẽ gặp nhiều khó khăn và chi phí cao [11]

1.4.1.2. Tổng quan biogas

Biogas là một loại khí sinh học được sản xuất từ quá trình phân hủy kỵ khí của chất hữu cơ. Đây là một nguồn năng lượng tái tạo, có thể được sử dụng để sản xuất điện, nhiệt hoặc làm nhiên liệu cho các phương tiện giao thông.

Thành phần chính

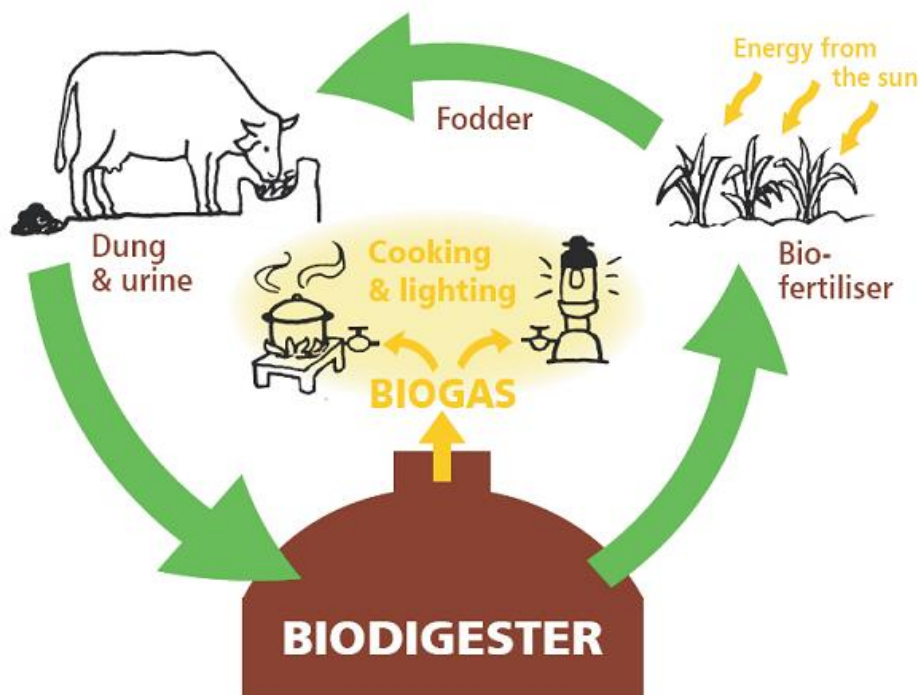
Methane (CH_4): Chiếm từ 50% đến 70% trong biogas, là thành phần chính, có giá trị năng lượng cao.

Carbon Dioxide (CO_2): Chiếm khoảng 30% đến 50%, không có giá trị năng lượng nhưng cần thiết trong quá trình sản xuất.

Một số khí khác: Bao gồm hydrogen sulfide (H_2S), ammonia (NH_3) và trace gases.

Quy trình sản xuất

1. Thu gom nguyên liệu: Chất hữu cơ được thu thập từ nguồn như phân động vật, rác thải thực phẩm, và chất thải nông nghiệp.
2. Phân hủy kỵ khí: Trong điều kiện không có oxy, vi khuẩn sẽ phân hủy chất hữu cơ để sản xuất biogas.
3. Lưu trữ và xử lý: Biogas được thu thập và có thể được tinh chế để loại bỏ tạp chất, tạo thành khí methane tinh khiết.



Hình 1.3 Quy trình sản xuất khí biogas [14]

Lợi ích của Biogas

Năng lượng tái tạo: Giảm phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch.

Giảm phát thải khí nhà kính: Năng lượng từ biogas giúp giảm lượng CO₂ thải ra môi trường.

Xử lý chất thải hiệu quả: Biogas giúp xử lý rác thải hữu cơ và giảm ô nhiễm môi trường.

Phân bón tự nhiên: Phần bã sau khi sản xuất biogas có thể được sử dụng làm phân bón cho cây trồng.

Ưu điểm:

Phát điện: Sử dụng biogas để chạy các máy phát điện.

Sản xuất nhiệt: Được dùng trong các hệ thống sưởi ấm hoặc nấu nướng.

Nhiên liệu giao thông: Có thể chuyển đổi thành CNG (Compressed Natural Gas) để sử dụng cho xe cộ.

Biogas là một giải pháp bền vững cho vấn đề năng lượng và môi trường, đồng thời góp phần vào phát triển nông nghiệp và bảo vệ hệ sinh thái.

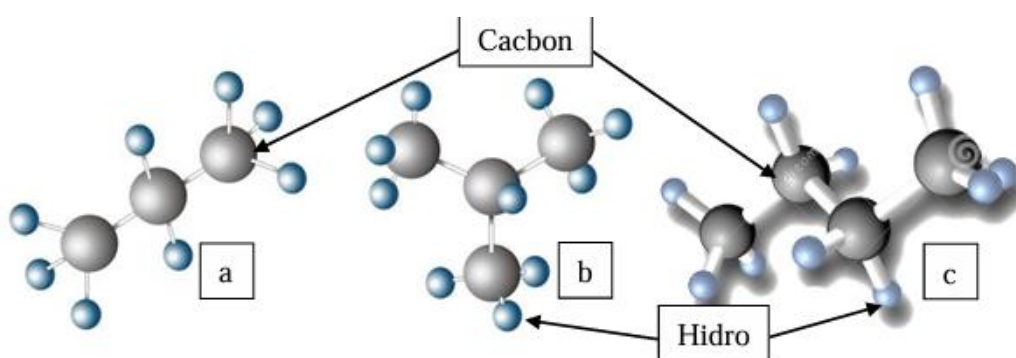
1.4.1.3. Tổng quan LPG

❖ Thành phần của nhiên liệu LPG

Khí hóa lỏng (còn gọi là LPG, GPL, LP Gas, hoặc autogas) là một hỗn hợp dễ cháy của hydrocarbongases và được sử dụng rộng rãi. Ngày nay, LPG càng được sử

dụng như một chất nổ đẩy aerosol và chất làm lạnh, thay thế chlorofluorocarbons trong một nỗ lực để giảm thiệt hại đến tầng ôzôn. Thành phần LPG mua và bán bao gồm hỗn hợp mà chủ yếu là Propan (C_3H_8); chủ yếu là Butan (C_4H_{10}) và Propan (C_3H_8), phổ biến nhất là hỗn hợp bao gồm cả Propan và Butan. Tùy theo mùa mà các thành phần của từng chất của hỗn hợp nhiều hay ít, cụ thể trong mùa đông Propan nhiều hơn và trong mùa hè Butan nhiều hơn. Propylene (C_3H_6) và butylenes (C_4H_8) thường cũng có mặt ở nồng độ nhỏ. Bản thân của LPG là một chất không màu, không mùi ít độc nhưng khả năng cháy nổ là rất cao để nhận biết rõ ràng người ta thêm ethanethiol để tạo mùi.

Butan cũng là một Hidrocarbonrate NO, có hai đồng vị có cấu tạo mạch thẳng và cấu tạo mạch nhánh:



Hình 1.4 Công thức hóa học của (a) propan, (b) iso -butan, (c) butan [16]

Trong LPG có thành phần iso – Butan càng cao thì tính chống kích nổ càng lớn, tính chống kích nổ giảm dần từ iso – Butan, n – Butan, Propan. Thường iso – Butan chiếm 25% có trong hỗn hợp (iso – Butan và n – Butan). Ngoài ra, LPG còn có chứa etan (1 – 3% mol) và pentan (không quá 1,5% mol).

1.4.2. Ứng dụng của syngas và LPG lên động cơ đốt trong

1.4.2.1. Ứng dụng syngas, LPG trên thế giới

❖ Ứng dụng đối với nhiên liệu Syngas

Việc sử dụng động cơ chạy bằng khí tổng hợp để tạo ra điện được sử dụng ở các nước phát triển như một chiến lược để giảm thiểu phát thải khí nhà kính, trong khi ở các nước đang phát triển, nó phục vụ như một phương pháp cung cấp điện ở các vùng nông thôn nơi có sẵn sinh khối. Một lợi thế đáng kể của việc sử dụng khí tổng hợp trong động cơ Spark Ignition (SI), khi so sánh với động cơ đánh lửa nén (CI) hoặc động cơ diesel, nằm ở khả năng hoạt động độc quyền trên nhiên liệu khí tổng hợp mà không cần chế độ nhiên liệu kép, được yêu cầu trong động cơ CI vận hành tổng hợp, do đó loại bỏ sự cần thiết cho bất kỳ nhiên liệu dầu mỏ động cơ nào. Hiệu suất nhiệt cao đáng chú ý có thể đạt được với động cơ SI chạy bằng khí tổng hợp, do khả năng đạt được tỉ lệ nén cao hơn, có thể được quy cho các đặc tính đặc biệt của CO và CH_4 , chẳng hạn như khả năng

chống nổ cao (tốc độ ngọn lửa thấp), cũng như sự hiện diện của N_2 và CO_2 pha loãng trong khí tổng hợp, vượt qua khả năng khả thi trong động cơ SI chạy bằng xăng. Các tính chất này có hiệu quả chống lại độ nghiêng của hydro trong khí tổng hợp để kích nổ (tốc độ đốt cháy cao), đồng thời giảm nhiệt độ và áp suất xi lanh, cũng như giảm thiểu phát thải NO_x . Điều quan trọng là phải thừa nhận rằng một tỉ lệ đáng kể năng lượng có trong khí tổng hợp có nguồn gốc từ thành phần hydro của nó. Điều đáng chú ý là hàm lượng hydro đóng một vai trò quan trọng trong việc tăng cường tiềm năng năng lượng tổng thể của khí tổng hợp. Các nghiên cứu chỉ ra rằng, không có bất kỳ sự gia tăng nào về tỉ lệ nén, động cơ xăng đánh lửa tia lửa (SI), được cung cấp bởi khí tổng hợp, được ước tính hiệu suất nhiệt từ 10% đến 15%. Phạm vi hiệu suất này thấp hơn đáng kể so với động cơ chạy bằng xăng, có thể đạt được hiệu suất nhiệt khoảng 15% đến 20%. Sự chênh lệch về hiệu quả bắt nguồn từ thực tế là hàm lượng năng lượng của hỗn hợp khí-không khí trong khí tổng hợp tương đối thấp hơn. Tuy nhiên, để nâng cao tỉ số nén của động cơ xăng SI, bắt buộc phải sửa đổi các thành phần khác nhau như chính động cơ, đầu xi lanh và thậm chí cả piston của động cơ. Những thay đổi này rất quan trọng để đạt được kết quả mong muốn của việc nén cao.

+ Nghiên cứu đối với động cơ Diesel

Động cơ được cung cấp nhiên liệu bằng khí syngas và dầu diesel là một giải pháp thay thế khả thi để giảm thiểu những lo ngại liên quan đến sự sẵn có của tài nguyên dầu mỏ và tác động bất lợi của ô nhiễm môi trường. Tuy nhiên, việc sử dụng syngas trong động cơ diesel đánh lửa nén (CI) đòi hỏi phải giảm đáng kể cả sản lượng điện và hiệu suất động cơ khi so sánh với hoạt động chỉ bằng nhiên liệu diesel. Hơn nữa, việc đánh giá hiệu suất thực tế của khí tổng hợp trong động cơ diesel CI chứng tỏ là một nhiệm vụ đầy thách thức do sự thay đổi vốn có trong thành phần khí. Để tăng cường đốt cháy và đạt được lượng khí thải thấp hơn, nhiều động cơ đánh lửa nén (CI) đã được chuyển đổi để hoạt động bằng nhiên liệu khí bằng cách sử dụng kết hợp dầu diesel và khí đốt, tất cả trong khi vẫn duy trì thiết kế động cơ ban đầu mà không có bất kỳ sửa đổi nào. Quá trình chuyển đổi này cho phép chuyển đổi liền mạch từ hoạt động nhiên liệu kép sang hoàn toàn dựa vào nhiên liệu diesel khi cần thiết, mang lại sự linh hoạt trong vận hành động cơ. Bằng cách cho phép khả năng thích ứng như vậy, động cơ CI nhiên liệu kép cung cấp tính linh hoạt để đáp ứng với các quy định về môi trường và nguồn nhiên liệu khác nhau.

Việc tích hợp syngas và nhiên liệu diesel trong động cơ giải quyết các mối quan tâm liên quan đến cung cấp dầu và ô nhiễm môi trường. Tuy nhiên, sự kết hợp này đòi hỏi sự đánh đổi về sản lượng điện và hiệu suất động cơ so với sử dụng 100% nhiên liệu diesel. Ngoài ra, việc đánh giá chính xác hiệu suất của khí tổng hợp trong động cơ diesel

đánh lửa nén rất phức tạp bởi hàm lượng khí đa dạng có trong các tình huống khác nhau. Để tối ưu hóa quá trình đốt cháy và giảm lượng khí thải, động cơ đánh lửa nén đã được sửa đổi để chạy trên hệ thống nhiên liệu kép kết hợp dầu diesel và khí đốt, trong khi vẫn giữ nguyên thiết kế động cơ. Điều này cho phép chuyển đổi liên mạch giữa hoạt động trên nhiên liệu kép và sử dụng nhiên liệu diesel tinh khiết, mang lại sự linh hoạt trong hoạt động của động cơ.

Một số nhà nghiên cứu đã tiến hành các thí nghiệm sử dụng cả khí tự nhiên và khí tổng hợp để điều tra hiệu suất của động cơ và khí thải được tạo ra bởi động cơ nhiên liệu kép. Những kết quả của các thí nghiệm này cho thấy động cơ nhiên liệu kép có khả năng đạt được mức NO_x và khí thải khói thấp hơn so với động cơ diesel thông thường, trong khi vẫn duy trì mức hiệu suất nhiệt tương tự như động cơ diesel. Trong một nghiên cứu của McTaggart-Cowan và cộng sự [17] đã nghiên cứu tác động của việc phun áp suất cao đối với động cơ khí tự nhiên đã được kiểm tra, đặc biệt là những động cơ sử dụng phun trực tiếp. Các nhà nghiên cứu phát hiện ra rằng ở mức tải cao hơn, việc tăng áp suất phun dẫn đến giảm đáng kể lượng phát thải vật chất dạng hạt (PM). Tuy nhiên, ở mức tải thấp hơn, lượng khí thải PM được phát hiện là độc lập với áp suất phun. Ngoài ra, nếu không thực hiện tuần hoàn khí thải (EGR), các nhà nghiên cứu đã quan sát thấy sự gia tăng nhẹ lượng khí thải NO_x khi áp suất phun được tăng lên. Điều này có thể được quy cho sự đốt cháy nhanh hơn và dữ dội hơn xảy ra do sự trộn nhiên liệu không khí được cải thiện và tăng nhiệt độ trong các xi lanh. Một nghiên cứu khác được thực hiện bởi Su và Lin [18] tập trung vào khối lượng phun thí điểm và hiệu suất của động cơ nhiên liệu kép khí tự nhiên. Các nhà nghiên cứu phát hiện ra rằng lượng nhiên liệu diesel thí điểm cần thiết thay đổi tùy thuộc vào tải trọng và tốc độ động cơ. Tomita và cộng sự. đã nghiên cứu các đặc tính đốt cháy và hiệu suất của khí tổng hợp tăng áp được đốt cháy bằng cách đánh lửa vi mô (tốc độ phun nhiên liệu 2 mg mỗi chu kỳ) trong động cơ nhiên liệu kép

Các kết luận rút ra từ nghiên cứu nói trên như sau: khi khí tổng hợp được sử dụng như một chất bổ sung cho động cơ diesel trong quá trình đốt nhiên liệu kép, nó dẫn đến giảm sản lượng điện, nhiệt độ khí thải, hiệu suất thể tích và hiệu suất nhiệt phanh, đồng thời dẫn đến tiêu thụ nhiên liệu cụ thể phanh cao hơn. Sự đốt cháy hoàn toàn khí tổng hợp phụ thuộc rất nhiều vào sự hiện diện của carbon monoxide và metan trong thành phần của nó, vì chúng góp phần làm tăng giá trị suôi ẩm của nó. Sự thay đổi mật độ khí composite và giá trị gia nhiệt có tác động đáng kể đến hiệu suất động cơ, đặc biệt bị ảnh hưởng bởi tốc độ động cơ [19]. Mật độ khí tổng hợp là vô cùng quan trọng trong hoạt động của động cơ, đặc biệt là khi nhằm duy trì mức tiêu thụ diesel thấp nhất, hay nói cách khác, tỉ lệ thay thế diesel cao. Đáng chú ý, nghiên cứu đã ghi nhận mức thay thế

động cơ diesel tối đa 74,2% với tỉ lệ 3 ở tốc độ động cơ 1200 vòng/phút. Ở chế độ nhiên liệu kép, việc sử dụng tỉ lệ 3 dẫn đến sản lượng công suất cao nhất, mức tiêu thụ nhiên liệu riêng cho phanh thấp nhất và hiệu suất nhiệt phanh cao nhất so với các tỉ lệ khác. Hơn nữa, việc thay thế động cơ diesel lên tới 51, 1% có thể đạt được ở chế độ nhiên liệu kép với việc sử dụng tỉ lệ 2 ở 1200 vòng/phút, cho thấy nhiệt độ xả thấp nhất

❖ Nghiên cứu sử dụng nhiên liệu LPG

Ciniviz [23] tiến hành một nghiên cứu về ảnh hưởng của việc sử dụng nhiên liệu kép diesel/LPG trong động cơ diesel đối với hiệu suất và khí thải. Họ đã phát triển hệ thống van điều chỉnh khí để đưa LPG vào đường ống nạp động cơ với tỉ lệ 30%. Kết quả thực nghiệm cho thấy rằng việc sử dụng nhiên liệu kép đã cải thiện công suất, mômen, và hiệu suất nhiên liệu của động cơ. So sánh với việc sử dụng nhiên liệu đơn, việc sử dụng nhiên liệu kép đã tăng công suất động cơ, mômen động cơ, và hiệu suất nhiên liệu lần lượt 5,8%, và giảm lượng phát thải NO_x là 5,9%. Ngoài ra, họ cũng đã chỉ ra rằng lượng khí thải CO_2 thấp hơn trong chế độ nhiên liệu kép vì khí CO không thể chuyển đổi thành CO_2 trong chế độ này.

Mirgal và các cộng sự [16] thực hiện một nghiên cứu về động cơ nhiên liệu kép sử dụng diesel và LPG. Họ cung cấp khí LPG vào hệ thống nạp khí của động cơ diesel một xi-lanh. Các thí nghiệm được thực hiện ở điều kiện động cơ hoạt động ở mức tải 50% và tốc độ cố định 1500 vòng/phút. Các kết quả thử nghiệm ghi nhận được cho các tỉ lệ nhiên liệu LPG là 35%, 67%, 73% và 90%. Khi tỉ lệ nhiên liệu LPG tăng, lượng khí thải NO_x giảm trong khi lượng khí thải HC tăng. Ngoài ra, lượng khí thải CO tăng ban đầu và sau đó giảm nhẹ.

Những kết quả thu được từ các nghiên cứu được thực hiện về việc sử dụng Syngas và LPG làm nhiên liệu cho động cơ đốt trong, như các minh họa ở trên, đã cho thấy không thể chối cãi các đặc tính vốn có của động cơ đốt trong, cũng như tác động của tỉ lệ Syngas, LPG thay cho nhiên liệu thông thường đối với các chế độ hoạt động của động cơ nói trên. Sự thay thế này đã dẫn đến sự gia tăng rõ rệt về công suất và hiệu suất cụ thể, đồng thời dẫn đến giảm phát thải các chất độc hại phát ra từ động cơ diesel và xăng. Do đó, rõ ràng là hiện nay có vô số cuộc nghiên cứu liên quan đến việc sử dụng nhiên liệu thay thế trong động cơ đốt trong, vì vậy đã góp phần nâng cao hiệu suất kinh tế và kỹ thuật của chúng, cũng như giảm thiểu phát thải bất lợi vào môi trường. Đáng chú ý, khi chuyển đổi từ chỉ sử dụng nhiên liệu tinh khiết sang sử dụng nhiên liệu sinh học (bao gồm cả nhiên liệu truyền thống và nhiên liệu khí) trong quá trình chuyển đổi động cơ, các thông số cấu trúc cơ bản của động cơ, bao gồm đường kính xi lanh và hành trình piston, phần lớn vẫn không thay đổi. Tuy nhiên, một quá trình nghiên cứu toàn diện là bắt buộc khi xem xét kỹ lưỡng việc cung cấp nhiên liệu khí cho động cơ, cũng như quá

trình đốt cháy của động cơ khi sử dụng nhiên liệu sinh học. Phân tích kỹ lưỡng này tạo điều kiện tối ưu hóa hệ thống nạp và xả, từ đó đánh giá tác động của tỉ lệ khí-nhiên liệu đối với các thuộc tính kỹ thuật và khí thải của động cơ.

1.4.2.2. Nghiên cứu sử dụng Syngas và LPG tại Việt Nam

a) Nghiên cứu sử dụng Syngas.

Đối mặt với sự cạn kiệt năng lượng có nguồn gốc từ các nguồn hóa thạch và vấn đề cấp bách của sự nóng lên toàn cầu gây ra bởi hiệu ứng nhà kính, chủ yếu bắt nguồn từ việc giải phóng khí nhà kính (chủ yếu là CO_2) từ các ngành công nghiệp, nông nghiệp và giao thông vận tải, bắt buộc phải nâng cao hiệu quả năng lượng và hạn chế phát thải ô nhiễm đã trở thành một yêu cầu cấp thiết đối với tất cả các nước trên thế giới, bao gồm cả Việt Nam. Các động cơ đốt trong được sử dụng trong xe cộ, cũng như các ứng dụng cố định, tiêu thụ một phần đáng kể nhiên liệu hóa thạch và là một trong những yếu tố đóng góp chính vào việc phát thải các chất ô nhiễm cần được điều tra kỹ lưỡng để giảm thiểu hiệu quả. Do đó, việc kiểm tra việc sử dụng khí tổng hợp trong động cơ đốt trong là vô cùng quan trọng trong bối cảnh ngày nay.

Nghiên cứu được thực hiện bởi Trần Thị Thu Hương và các đồng nghiệp [21] của cô tại Đại học Bách khoa Hà Nội đi sâu vào lĩnh vực phân tích tính toán, đặc biệt với chủ đề được chọn là “A Computational Study of the Effects of Injection Strategies on Performance and Emissions of a Syngas/Diesel Dual-Fuel Engine” Để thực hiện nghiên cứu, các nhà nghiên cứu đã sử dụng phần mềm AVL Boost để mô phỏng hiệu suất và khí thải của động cơ theo các chiến lược phun khác nhau. Nghiên cứu đã kiểm tra tỉ mỉ tác động của việc phun phân chia và thời gian của nó, phun thí điểm và thời gian của nó, cũng như sau phun với thời gian sau phun khác nhau đối với công suất đầu ra của động cơ. Hơn nữa, các nhà nghiên cứu cũng xem xét kỹ lưỡng ba lượng khí thải ô nhiễm chính, đó là NO_x , CO và bồ hóng. Những phát hiện này đóng vai trò là nền tảng quan trọng cho các nỗ lực nghiên cứu thực nghiệm trong tương lai nhằm đánh giá tiềm năng hoạt động của chế độ nhiên liệu kép, đặc biệt liên quan đến sản phẩm khí hóa sinh khối nhiên liệu diesel. Ngoài ra, những phát hiện này cũng sẽ giúp đảm bảo rằng các giới hạn phát thải cần thiết được đáp ứng, cung cấp một giải pháp đầy hứa hẹn để hạn chế ô nhiễm, bằng cách sử dụng nhiều chiến lược phun.

Việt Nam được có rất nhiều nguyên liệu sinh khối và dồi dào, đây là cơ hội duy nhất để khám phá việc sản xuất khí tổng hợp để sử dụng năng lượng. Tuy nhiên, việc sử dụng nguồn năng lượng này hiện tại vẫn chưa tối ưu, chủ yếu giới hạn trong việc sinh nhiệt, với sự chú ý nghiên cứu không đầy đủ dành riêng cho việc thăm dò động cơ đốt trong. Sự khan hiếm này trong nghiên cứu liên quan đến việc sử dụng động cơ đốt trong nhấn mạnh sự cần thiết phải phát triển trong lĩnh vực này.

b) Nghiên cứu sử dụng LPG.

Nghiên cứu do Võ Tấn Châu và các đồng nghiệp tại Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật Thành Phố Hồ Chí Minh thực hiện, tập trung vào chủ đề "A Study on LPG-Injection-Based Speed Regulator for Dual Fuel Diesel Engine." [1] Đây là một nghiên cứu thực hiện trên động cơ diesel loại Vikyno RV125, nhằm chuyển chế độ vận hành sang đốt kép LPG/diesel và đánh giá sơ bộ hiệu suất hoạt động với hệ thống điều tốc phun LPG. Trong nghiên cứu, đã sử dụng một mạch điều khiển kim phun LPG để điều chỉnh vận hành động cơ với các chế độ tải khác nhau, lên đến công suất 5,0 kW ở tốc độ động cơ tương ứng. Điều chỉnh ống nạp khí là một phần quan trọng để đảm bảo hiệu quả vận hành của hệ thống.

Kết quả của nghiên cứu cho thấy hệ thống DAC (LPG-Injection-Based Speed Regulator) có khả năng thực hiện thuật toán điều khiển tốc độ động cơ dựa trên PID để đáp ứng yêu cầu vận hành và theo dõi tiến trình làm việc theo thời gian. Hệ thống này cũng có khả năng quan sát các thông số như công suất động cơ, mô-men xoắn và tốc độ dòng khí. Ngoài ra, nghiên cứu đã chỉ ra sự khác biệt về nhiệt độ khí thải giữa chế độ sử dụng nhiên liệu Diesel và chế độ sử dụng nhiên liệu kép. Trong chế độ sử dụng nhiên liệu kép, nhiệt độ khí thải thấp hơn, điều này được giải thích bởi tốc độ đốt cháy nhanh hơn trong quá trình đốt cháy khuếch tán. Điều này dẫn đến việc đốt cháy hoàn toàn hơn và giảm thiểu lượng nhiên liệu chưa đốt.

Mục tiêu chính của nghiên cứu là đánh giá ảnh hưởng của việc thay đổi góc phun nhiên liệu trong ba trường hợp cụ thể: "LPG thay thế 20% nhiên liệu diesel ở 100% tải, tốc độ 1600 vòng/phút", "LPG thay thế 20% nhiên liệu diesel ở 100% tải, tốc độ 2000 vòng/phút", và "LPG thay thế 20% nhiên liệu diesel ở 100% tải, tốc độ 2500 vòng/phút."

1.5. Kết luận chương 1

Việt Nam có nguồn cung cấp vật liệu sinh khối phong phú, điều này đã tạo động lực cho nhiều nỗ lực nghiên cứu nhằm khai thác tiềm năng của nguồn năng lượng này thông qua sản xuất khí tổng hợp. Tuy nhiên, việc sử dụng nguồn năng lượng này phần lớn vẫn tập trung vào ứng dụng nhiệt, trong khi các nỗ lực hạn chế dành riêng để thử nghiệm và nghiên cứu việc sử dụng khí tổng hợp trong động cơ đốt trong. Do đó, lĩnh vực này vẫn còn hạn chế về mức độ nghiên cứu và phát triển.

Syngas, là sự kết hợp của CO và H₂, có thể phục vụ như một sự thay thế khả thi cho nhiên liệu diesel và xăng truyền thống để giảm thiểu sự phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch, do đó đảm bảo một tương lai bền vững. Sự thay thế này nhằm giảm thiểu tác động bất lợi của phát thải khí nhà kính đối với môi trường, đồng thời thúc đẩy một cách tiếp cận có ý thức sinh thái hơn đối với cả sản xuất và cuộc sống hàng ngày.

Việc tận dụng LPG sẽ giúp giảm thiểu tác động tiêu cực đến môi trường từ việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch truyền thống và giúp Việt Nam bước đi một bước trong hướng thúc đẩy tài nguyên năng lượng sạch và bền vững. Tuy nhiên, điều quan trọng là cần nghiên cứu và phát triển công nghệ cụ thể để ứng dụng LPG trong động cơ đốt trong một cách hiệu quả và an toàn.

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1 Giới thiệu khái quát về động cơ Diesel Dongfeng D12.

2.1.1. Giới thiệu chung

Động cơ Diesel D12 là một động cơ dầu Diesel phổ biến được sử dụng trong nhiều ứng dụng khác nhau, từ ô tô đến thiết bị công nghiệp, nông nghiệp và thậm chí các máy phát điện. Động cơ Diesel D12 thường có dung tích xy lanh 566 cc, tùy thuộc vào phiên bản của máy.



Hình 2.1 Động cơ Dongfeng D12

Dongfeng D12 được tích hợp bơm cao áp PF tiên tiến, giúp cấp nhiên liệu một cách hiệu quả và đáng tin cậy đến hệ thống kim phun của động cơ. Điều này đảm bảo sự hoạt động ổn định và hiệu suất tối ưu của động cơ trong mọi điều kiện.

Ngoài việc sử dụng trong các lĩnh vực dân dụng, như gia đình và nông nghiệp để thay thế hoặc cung cấp sức mạnh cho các thiết bị và máy móc gia đình, động cơ Dongfeng D12 cũng rất phù hợp cho các ứng dụng công nghiệp. Với khả năng vận hành ổn định và sức mạnh đáng tin cậy, nó có thể làm việc hiệu quả trong nhiều môi trường công nghiệp khác nhau.

- Ưu điểm của động cơ chạy dầu so với động cơ chạy xăng:
- Hiệu suất cao hơn: Động cơ Diesel thường có hiệu suất cao hơn so với động cơ xăng. Điều này có nghĩa rằng nó chuyển đổi nhiên liệu thành công suất vận hành tốt hơn.
- Giá nhiên liệu rẻ hơn: Nhiên liệu dầu Diesel thường có giá thấp hơn xăng, làm cho việc vận hành và duy trì động cơ Diesel trở nên kinh tế hơn.
- Tiêu hao nhiên liệu thấp: Mức tiêu hao nhiên liệu riêng của động cơ Diesel thường thấp hơn động cơ xăng, giúp tiết kiệm nhiên liệu và giảm khí thải CO₂.

- An toàn hơn: Dầu Diesel không bốc cháy ở nhiệt độ thường, giảm nguy cơ cháy nổ và các nguy cơ liên quan đến xăng.
- Độ bền cao: Động cơ Diesel không có bộ chế hòa khí và bộ phận đánh lửa, loại bỏ một số yếu tố gây hỏng hóc và nâng cao độ bền của động cơ.

Tuy nhiên, động cơ Diesel có một số hạn chế, bao gồm tiếng ồn và khó khởi động ở nhiệt độ thấp hơn. Ngoài ra, mức độ tiếng ồn và khói thải cũng có thể là một vấn đề đối với môi trường.

2.1.2. Thông số của động cơ Diesel Dongfeng D12

Bảng 2.1 Thông số động cơ Dongfeng D12 [24]

Thông số	Giá trị	Đơn vị
Loại	Xylanh đơn nằm ngang, 4 thì làm mát bằng nước	
Kiểu buồng cháy	Buồng cháy thống nhất	
Đường kính Xylanh (D)	110	mm
Hành trình Piston (S)	115	mm
Công suất	8.82	Kw
Số vòng quay (n)	1500	v/ph
Tỉ số nén (ϵ)	17	
Số Xylanh	1	
Số kỳ	4	
Hướng quay trục khuỷu	Cùng chiều kim đồng hồ	
Vị trí công suất	Phía bánh đà	
Hệ thống khởi động	Tay quay, khởi động điện	
Nhiên liệu	Dầu Diesel	
Dung tích thùng chứa nhiên liệu	12	Lít
Suất tiêu hao nhiên liệu	$\leq 258,4$	g/(kw.h)
Tỉ lệ tiêu thụ dầu	$\leq 265,2$	g/(kw.h)
Kiểu Xupap	Xupap treo	
Phương pháp làm mát	Tản nhiệt hơi	
Thể tích nước làm mát	10	Lít
Hệ thống bôi trơn	Bôi trơn vùng tóa	

Dung tích dầu bôi trơn		3	Lít
Khối lượng		145	Kg
Kích thước	Dài	814	mm
	Rộng	551	mm
	Cao	620	mm

2.2. Nhiên liệu thực nghiệm

Nhiên liệu diesel được sử dụng trong quá trình thực nghiệm được mua từ đại lý xăng dầu và tuân thủ tiêu chuẩn chất lượng của Petrolimex. Khí LPG được mua tại cửa hàng Petrolimex và có sẵn trong bình khí nén Tỉ lệ pha trộn hỗn hợp khí C_3H_8/C_4H_{10} phổ biến như: 70%/30%, 60%/40%, 50%/50% đây là hỗn hợp khí gas dùng cho đun nấu ăn công nghiệp, nhà hàng, khách sạn, sơn tĩnh điện... Tỉ lệ pha trộn gas nặng 20%/80%, 30%/70% dùng cho đun nấu dân dụng, sản xuất xốp nhựa LDPE, sản xuất bột lửa gas, bình xịt côn trùng.

LPG được dùng trong thực nghiệm là loại có tỉ lệ pha trộn 30% C_3H_8 và 70% C_4H_{10} .

2.3. Đặc tính của động cơ Diesel – LPG

2.3.1. Đặc điểm

Ưu điểm

Động cơ Diesel/LPG giúp giảm phát thải các chất gây ô nhiễm môi trường, bao gồm CO, NO_x và các hạt bụi. Việc sử dụng khí LPG trong quá trình đốt cháy giúp làm sạch khí thải và bảo vệ môi trường. Ngoài ra Sự kết hợp giữa nhiên liệu Diesel và LPG cho phép tiết kiệm nhiên liệu hóa thạch. Điều này không chỉ giúp giảm chi phí hoạt động mà còn giảm ảnh hưởng tiêu cực đối với tài nguyên nhiên liệu.

Động cơ Diesel/LPG cho phép hoạt động ở chế độ cả nhiên liệu khí và Diesel hoặc chuyển đổi giữa chúng dựa trên tình huống cụ thể. Điều này tạo ra tính linh hoạt trong quản lý nhiên liệu và hiệu suất động cơ. Sự kết hợp giữa Diesel và LPG giúp đảm bảo hiệu suất ổn định của động cơ, đặc biệt trong các tình huống thay đổi tải trọng.

Nhược điểm

Hệ thống Diesel/LPG yêu cầu các thành phần phức tạp để xử lý cả nhiên liệu Diesel và LPG, bao gồm bộ chuyển đổi nhiên liệu và các thiết bị điều khiển. Điều này có thể tăng chi phí mua sắm, cài đặt và bảo dưỡng. Đồng thời Sử dụng nhiên liệu LPG yêu cầu hệ thống lưu trữ an toàn và chữa cháy. Việc thiết lập và bảo dưỡng hệ thống lưu trữ LPG đòi hỏi sự chú ý đặc biệt để đảm bảo an toàn.

Sự phụ thuộc vào tiến trình sản xuất LPG: Khả năng sử dụng LPG phụ thuộc vào khả năng sản xuất và cung cấp LPG. Biến đổi trong việc sản xuất LPG có thể ảnh hưởng đến sự ổn định của cung cấp nhiên liệu. Mặc dù việc sử dụng LPG giúp giảm phát thải và tiết kiệm nhiên liệu, hiệu suất nhiên liệu của khí hóa lỏng thường thấp hơn so với Diesel.

2.3.2. Đặc tính của nhiên liệu LPG

- **Trạng thái tồn tại.**

LPG tồn tại ở trạng thái hơi ở điều kiện nhiệt độ và áp suất thường. Để thuận tiện trong vận chuyển, bảo quản và sử dụng, LPG được hóa lỏng bằng cách nén vào bình chứa chịu áp lực ở nhiệt độ thường hoặc hóa lỏng để tồn chứa ở áp suất thấp. LPG có tỉ số giãn nở lớn, tức là 1 đơn vị thể tích gas lỏng tạo ra bằng 250 đơn vị thể tích gas hơi. Đặc điểm quan trọng nhất của LPG là chúng tồn tại ở trạng thái bão hòa, có nghĩa là tồn tại cùng một lúc ở dạng lỏng và hơi. Áp suất bão hòa trong bình chứa không phụ thuộc vào lượng LPG có trong bình mà hoàn toàn phụ thuộc vào nhiệt độ bên ngoài.

Nhiệt độ ngọn lửa của LPG khá cao, với Butan nóng chảy ở 1900°C và Propan nóng chảy ở 1935°C.

Tỉ trọng của LPG thể lỏng ở điều kiện 15°C và áp suất 760 mmHg là khoảng 0,53 - 0,58 kg/lít, nhẹ hơn so với nước (tỉ trọng của nước là 1 kg/lít).

- **Tính giãn nở.**

Áp suất tuyệt đối của LPG trong bồn chứa là:

- 1,7 bar ở -15°C
- 4,4 bar ở 15°C
- 12,5 bar ở 50°C

Vì sự tăng thể tích lớn với nhiệt độ của LPG (lên đến 25%), các bình chứa và bồn chứa LPG thường chỉ được đổ đầy đến khoảng 80 đến 85% dung tích toàn phần để dành không gian cho việc LPG mở rộng khi nhiệt độ tăng.

Khi LPG chuyển từ thể lỏng sang thể hơi, nó mở rộng lên khoảng 250 lần thể tích ban đầu. Điều này có ý nghĩa kinh tế lớn hơn so với nhiều loại khí nén khác, vì chỉ cần một ít không gian để chứa một lượng lớn LPG.

- **Giới hạn cháy nổ**

Giới hạn cháy nổ hơi gas trong hỗn hợp khí gas hay trong hỗn hợp oxy – gas là phần trăm về thể tích gas để tự bắt cháy, nổ. Giới hạn cháy nổ của gas trong không khí hẹp, từ 1,5 ÷ 10%. Chính vì vậy, LPG an toàn cháy nổ hơn nhiều nhiên liệu khác.

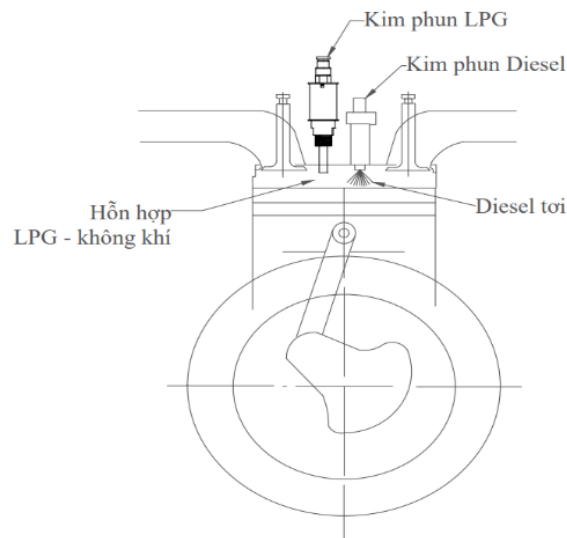
Dưới đây là một số tính chất LPG so sánh với Diesel:

Bảng 2.2 Đặc tính nhiên liệu Diesel và khí dầu mỏ hóa lỏng (LPG) [28]

Đặc tính	DIESEL	LPG
Cấu tạo hóa học	$C_{13}H_{28}$	$30\%C_3H_8 + 70\%C_4H_{10}$
Nhiệt trị thấp (KJ/Kg)	42.500	45.908
Nhiệt độ tự bốc cháy (°C)	240	454
Nhiệt độ sôi (°C)	160-370	-13
Chỉ số Cetan	52	8
Độ nhớt động học 40°C	3	0.32
Mật độ (15°C) (Kg/l)	0.83	0.560
Án nhiệt bay hơi (MJ/Kg)	0.260	0.383
Tỉ lệ cacbon/hydro(H/C)	~0.47	0.39

2.3.3. Quá trình cháy

Động cơ diesel có thể được điều chỉnh để hoạt động trong chế độ sử dụng cả nhiên liệu LPG và diesel, được gọi là chế độ nhiên liệu kép. Trong chế độ này, LPG được phun trực tiếp vào buồng cháy, trong khi hệ thống phun nhiên liệu diesel truyền thống vẫn cung cấp một lượng nhiên liệu diesel cố định, nhưng với tốc độ giảm đi, [29,30] Để thực hiện chế độ nhiên liệu kép, động cơ phải trải qua một số sửa đổi. Đường ống LPG được gắn trực tiếp vào nắp máy thông qua kim phun nhiên liệu với một thiết bị bay hơi diesel bên trong xi lanh. Sau giai đoạn cháy (EF) bắt đầu sau khi quá trình tăng áp suất nhanh kết thúc và tiếp tục trong giai đoạn hành trình giãn nở. Điều này xảy ra do tốc độ cháy chậm hơn của nhiên liệu LPG và có sự hiện diện của chất pha loãng từ nhiên liệu thử nghiệm. Sự thành công của giai đoạn này chủ yếu phụ thuộc vào độ trễ đánh lửa, và việc đảm bảo độ trễ này là quan trọng để đảm bảo hiệu suất tối ưu trong chế độ nhiên liệu kép.



Hình 2.2 Động cơ Diesel-LPG

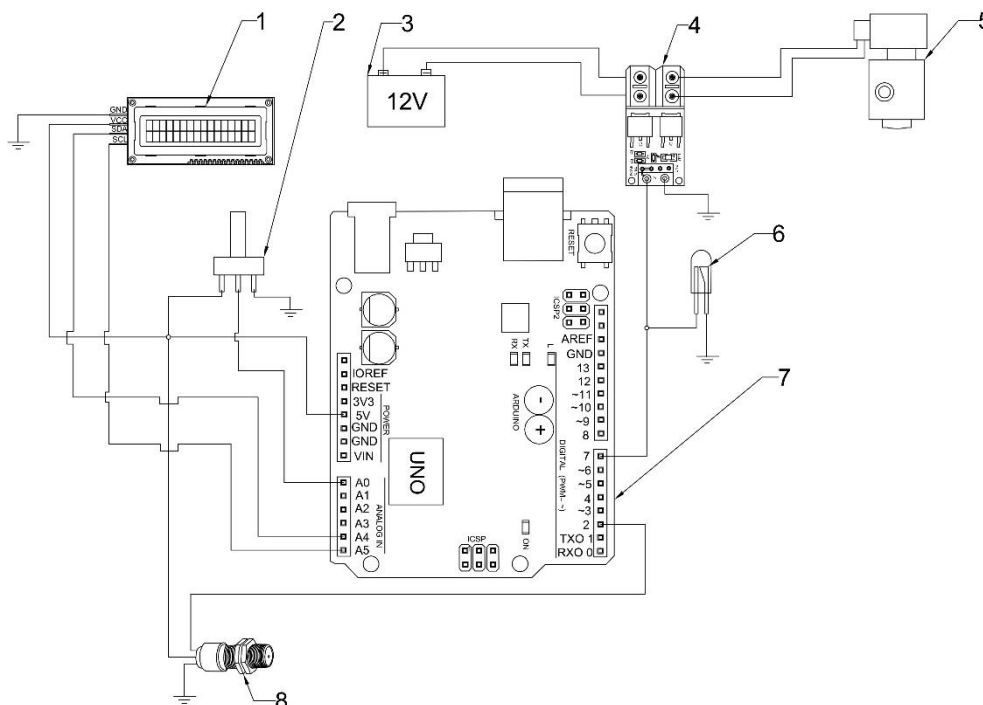
Tuy nhiên, trong quá trình cháy, chúng ta thường gặp phải hiện tượng kích nổ và cháy không đồng đều khi tỉ lệ nhiên liệu LPG tăng lên [31,32]. Vì vậy, khi tăng cường tỉ lệ nhiên liệu LPG trong quá trình nạp khí, cần phải cân nhắc khối lượng LPG sử dụng ở mức tải cao hơn để đối phó với hiện tượng kích nổ và cháy không đều.

Việc tăng lượng nhiên liệu diesel thử nghiệm cũng có thể giúp giảm tiếng kêu động cơ ở điều kiện công suất cao. Đối với động cơ sử dụng nhiên liệu kép LPG, áp suất tối đa luôn cao hơn so với khi sử dụng nhiên liệu diesel, do quá trình đốt cháy và lượng nhiệt tỏa ra từ nhiên liệu khí [33]. Sự tăng tỉ lệ LPG trong chế độ nhiên liệu kép có hai tác động chính.

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ, CHẾ TẠO HỆ THỐNG

3.1. Hệ thống điều khiển

3.1.1. Hệ thống điều khiển



Hình 3.1 Hộp điều khiển kim phun

1- Màn hình hiển thị LCD; 2- Biến trở; 3- Ắc quy; 4- Module Công suất; 5- Vòi phun; 6- Đèn Led; 7- Arduino; 8- Cảm biến Hal

Khi cảm biến tốc độ động cơ (loại Hall) gửi tín hiệu về Arduino, Arduino sẽ gửi tín hiệu điều khiển 5V đến module công suất cho nguồn điện 12V từ acquy qua kim phun. Thời gian mở cho dòng điện chạy qua vòi phun được điều chỉnh qua biến trở tùy theo tốc độ động cơ. Nhờ vậy có thể điều chỉnh phù hợp với nhiều điều kiện thực nghiệm khác nhau.

3.1.2. Chi tiết cải thiện tính an toàn cho hệ thống



Hình 3.2 Module công suất MOSFET HA 210N06-TH325

Module công suất MOSFET HA 210N06-TH325 được sử dụng để đóng ngắt tải DC bằng MOSFET HA 210N06-TH325 với công suất tối đa lên đến 24VDC 210A (theo thông số nhà SX), mạch có thiết kế nhỏ gọn, tiện lắp đặt, có Opto và IC đệm cách ly đảm bảo an toàn cho mạch điều khiển và giao tiếp, mạch có chất lượng cao, lớp đồng dày, IC MOSFET tích hợp tản nhiệt cho độ bền và độ ổn định cao

Thông số kỹ thuật Icchinh MOSFET N channel HA210N06 điện áp cấp cho tải tối đa 12 – 24VDC, dòng cấp cho tải tối đa 25A (nên sử dụng khoảng dưới 20A, trên 20A cần thêm tản nhiệt), điện áp giao tiếp (điện áp kích): 5.5VDC(với R5 = 10k) hoặc 5V (với R5 = 4k7)

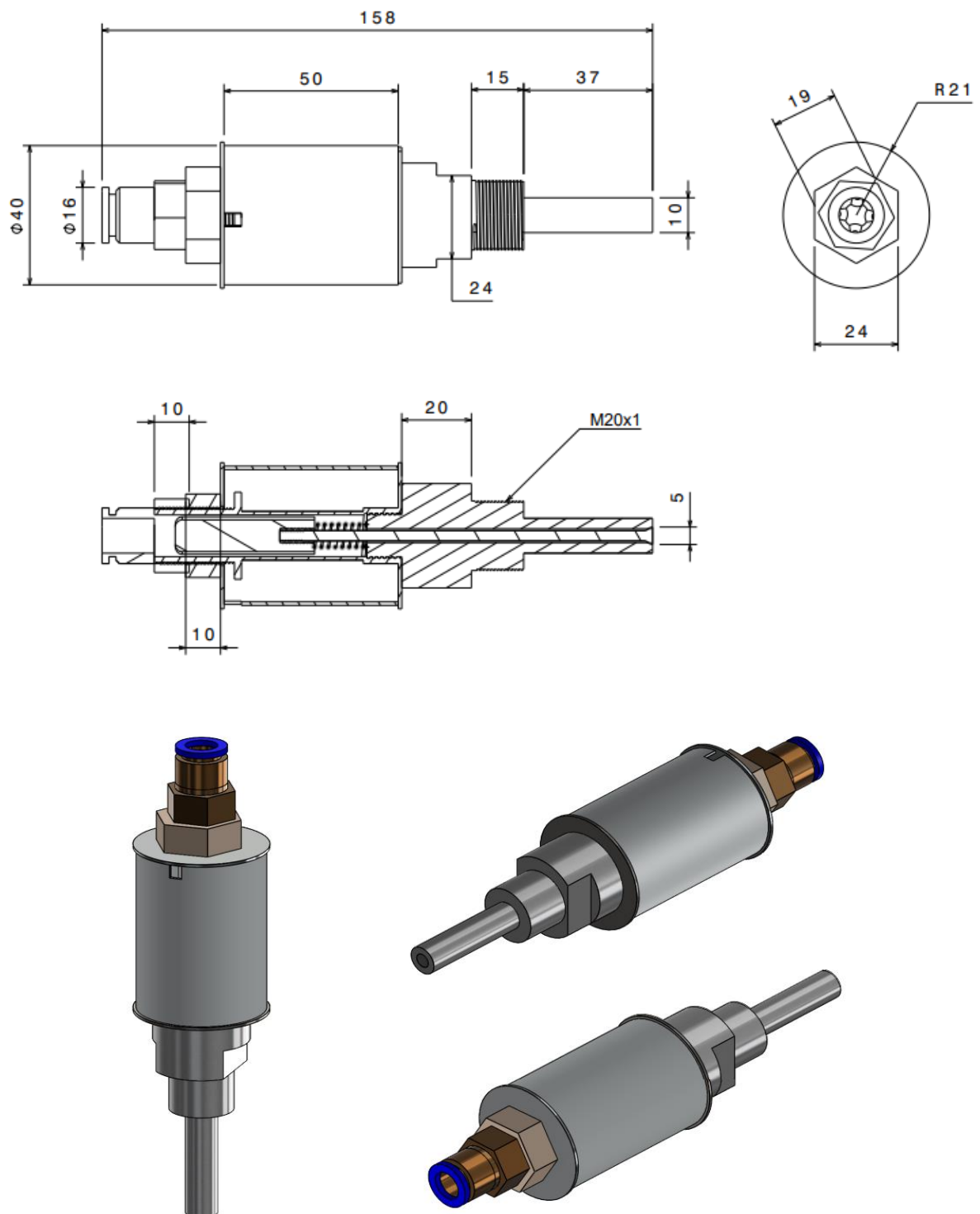
Diod: là một linh kiện điện tử quan trọng trong các mạch điện. Công dụng chính của diot 1 chiều là chuyển đổi điện áp xoay chiều thành điện áp một chiều. Nó cho phép dòng điện chỉ chảy theo một hướng duy nhất, giúp điều chỉnh dòng điện và bảo vệ các linh kiện khác trong mạch điện. Điều này làm cho diot 1 chiều trở thành một phần quan trọng trong các ứng dụng điện tử như bộ biến áp, bộ nguồn, và các mạch chỉnh lưu.



Hình 3.3 Diot 1 chiều

3.2. Thiết kế, chế tạo kim phun

Sử dụng phần mềm CATIA và SOLIDWORD để thiết kế và kiểm nghiệm kim phun

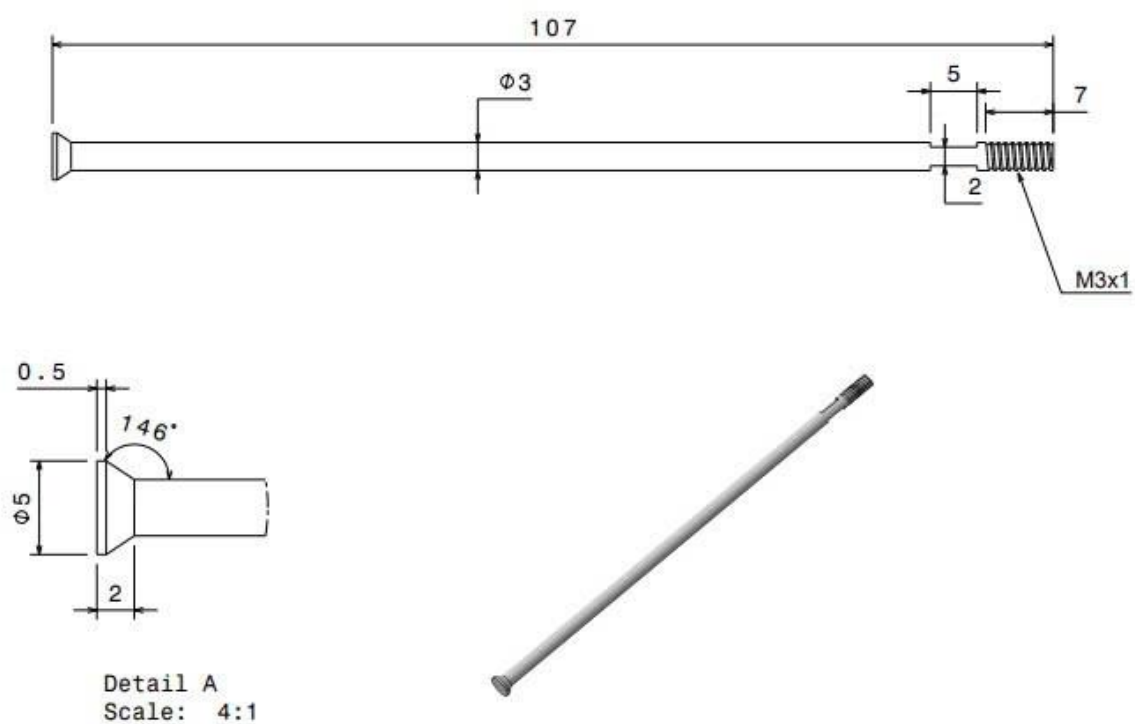


Hình 3.4 Thiết kế kim phun

3.2.1. Cấu tạo chi tiết kim phun

Kim phun bao gồm bởi các bộ phận: đế kim phun, xupap, lò xo, cục hút từ, thân solenoid, vỏ solenoid, long đèn, ốc cố định, đầu nối khí.

❖ Van kim

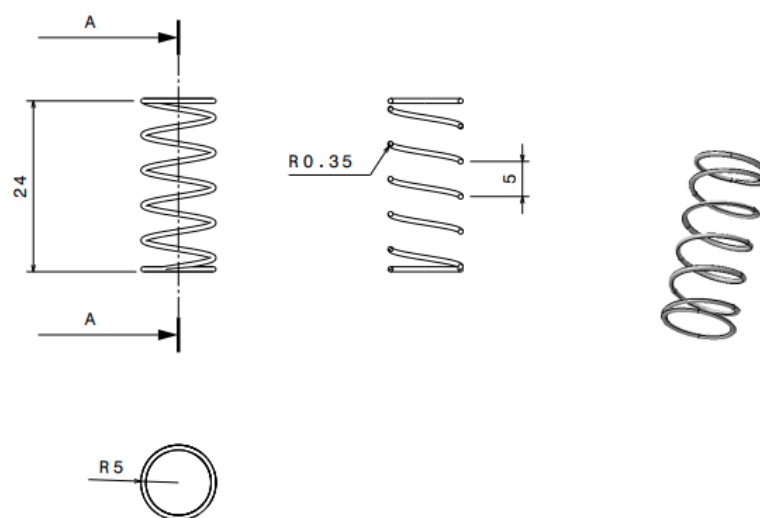


Hình 3.7 Bản vẽ van kim



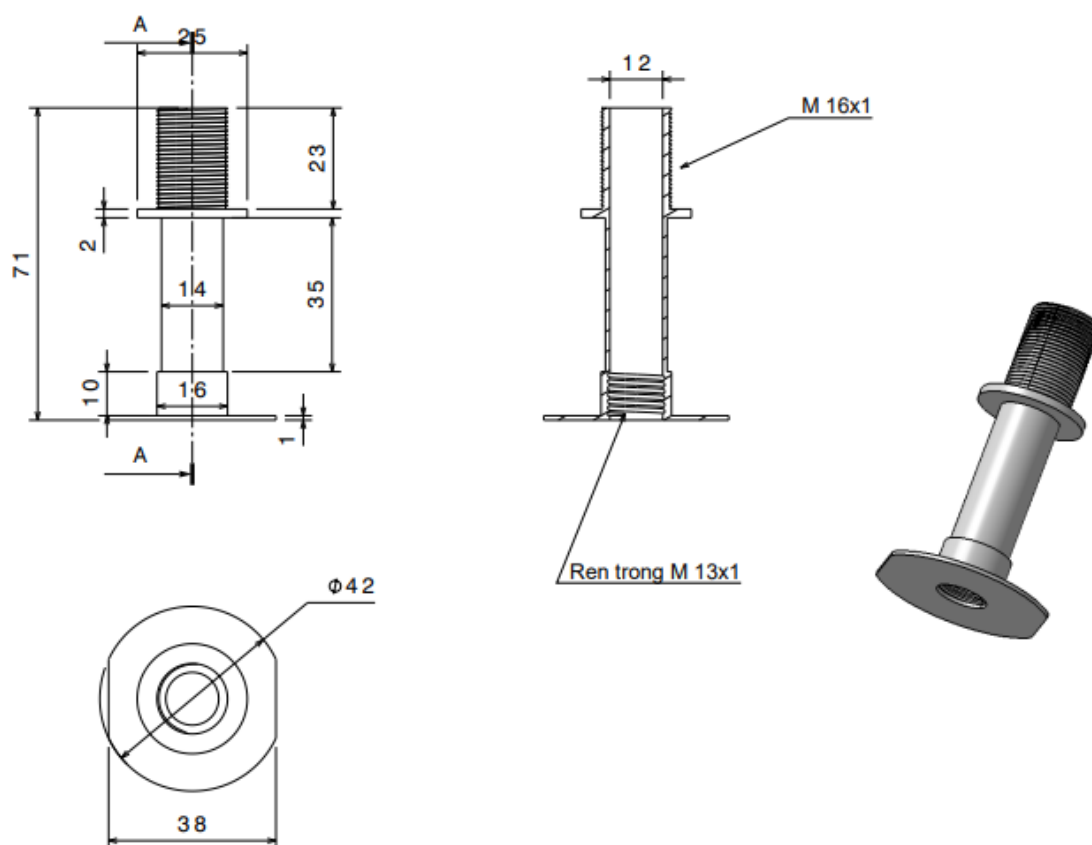
Hình 3.8 van kim đã gia công

❖ Lò xo



Hình 3.9 Bản vẽ lò xo

❖ Thân kim phun

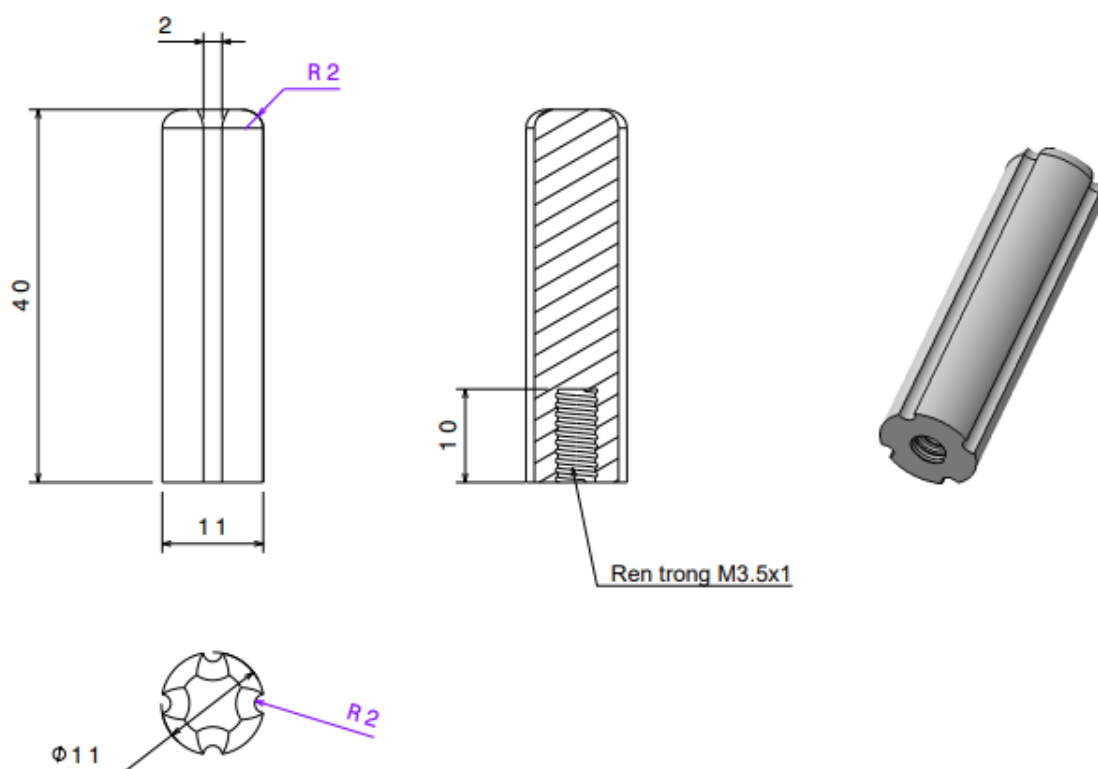


Hình 3.10 Bản vẽ thân kim phun



Hình 3.11 thân kim phun đã gia công

❖ Cọc hút từ

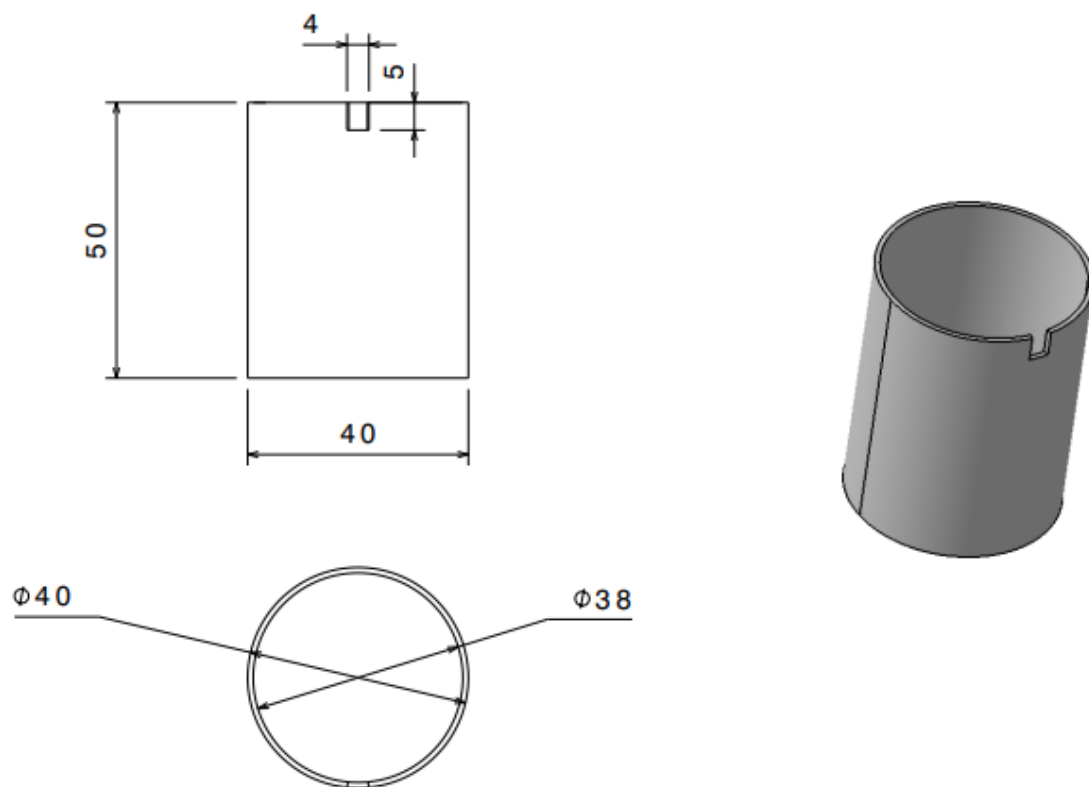


Hình 3.12 Bản vẽ cọc hút từ



Hình 3.13 Cọc hút từ đã gia công

❖ Vỏ solenoid

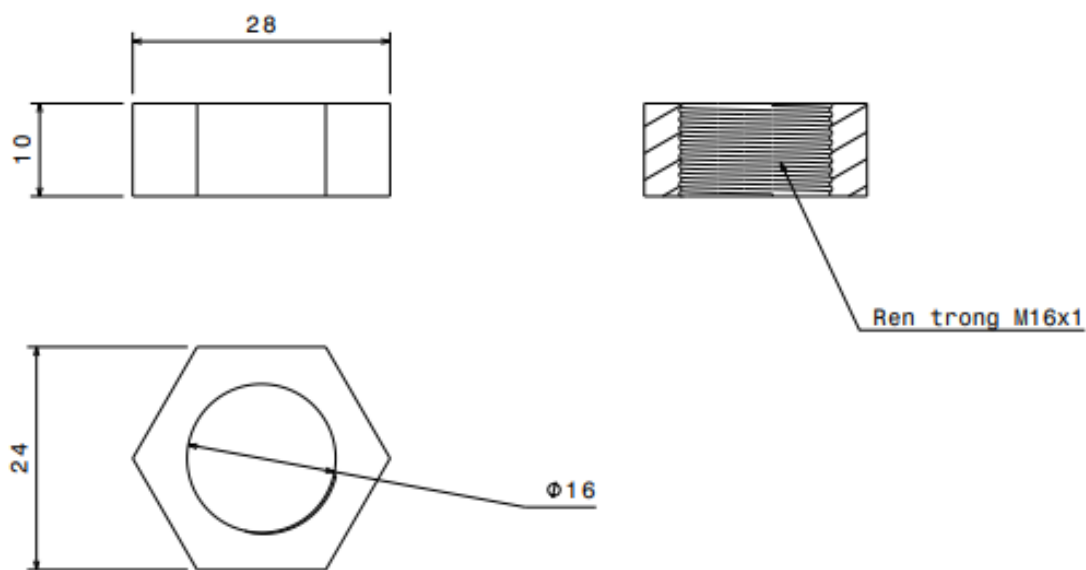


Hình 3.14 Bản vẽ vỏ solenoid



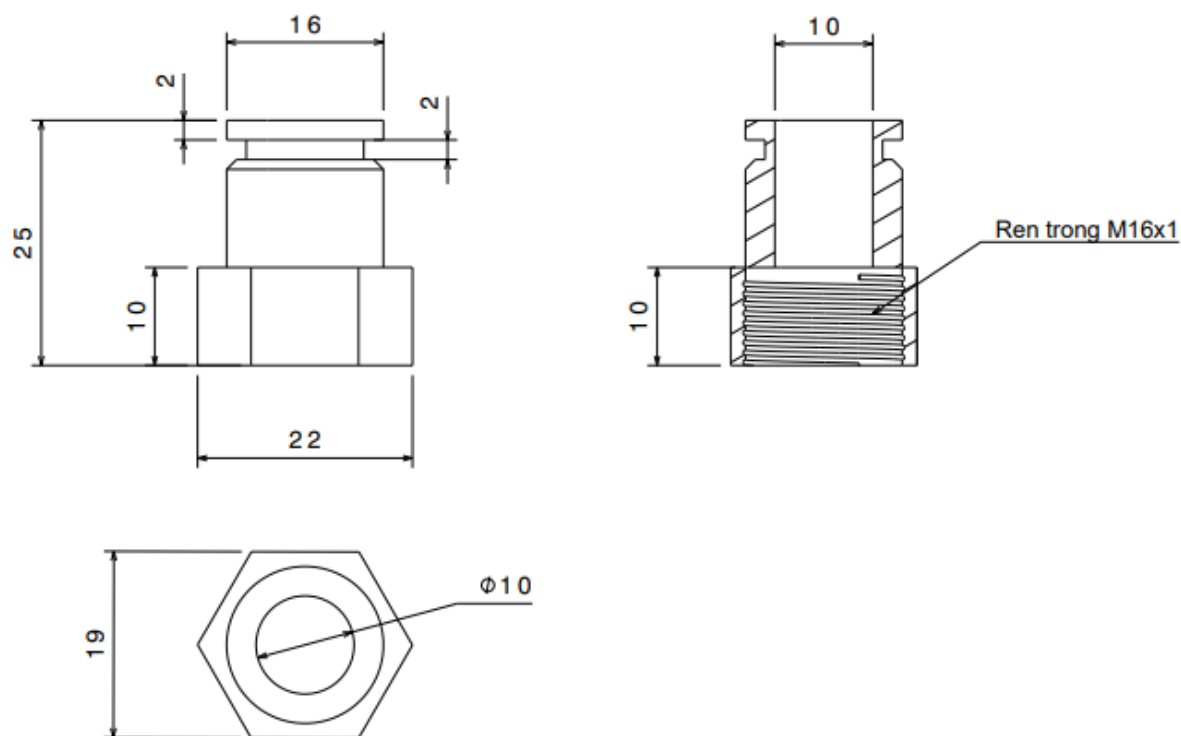
Hình 3.15 Vỏ solenoid đã gia công

❖ Đai ốc cố định



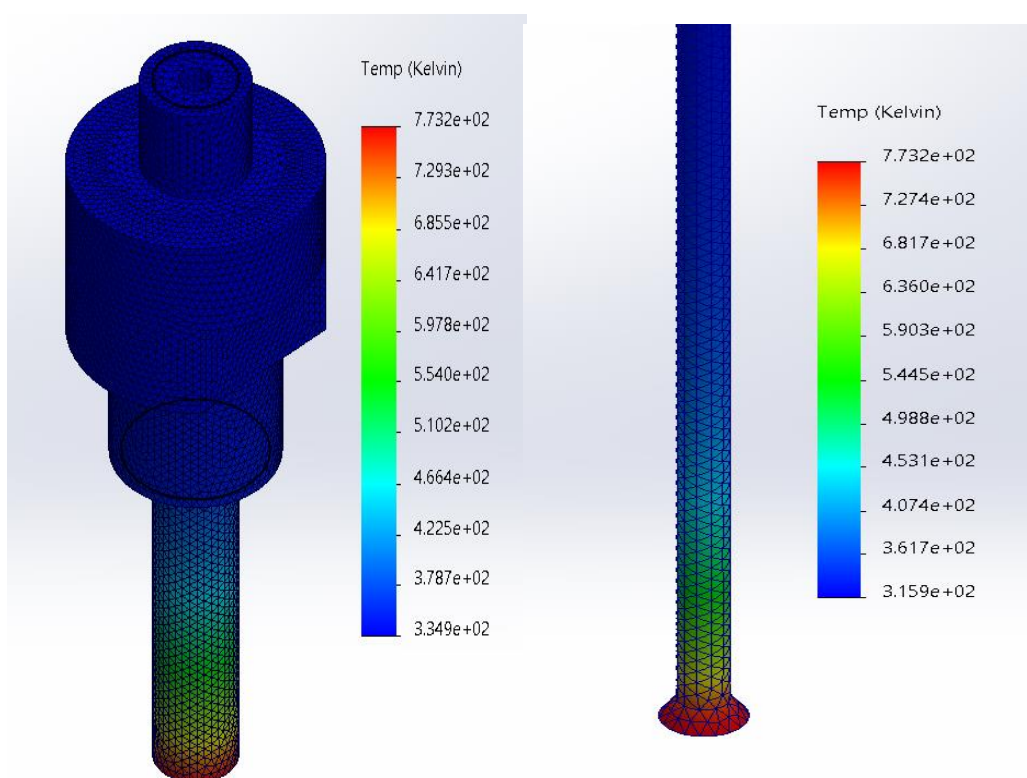
Hình 3.16 Bản vẽ đai ốc cố định

❖ Đầu nối khí



Hình 3.17 Bản vẽ đầu nối khí

3.2.2. Kiểm nghiệm nhiệt kim phun

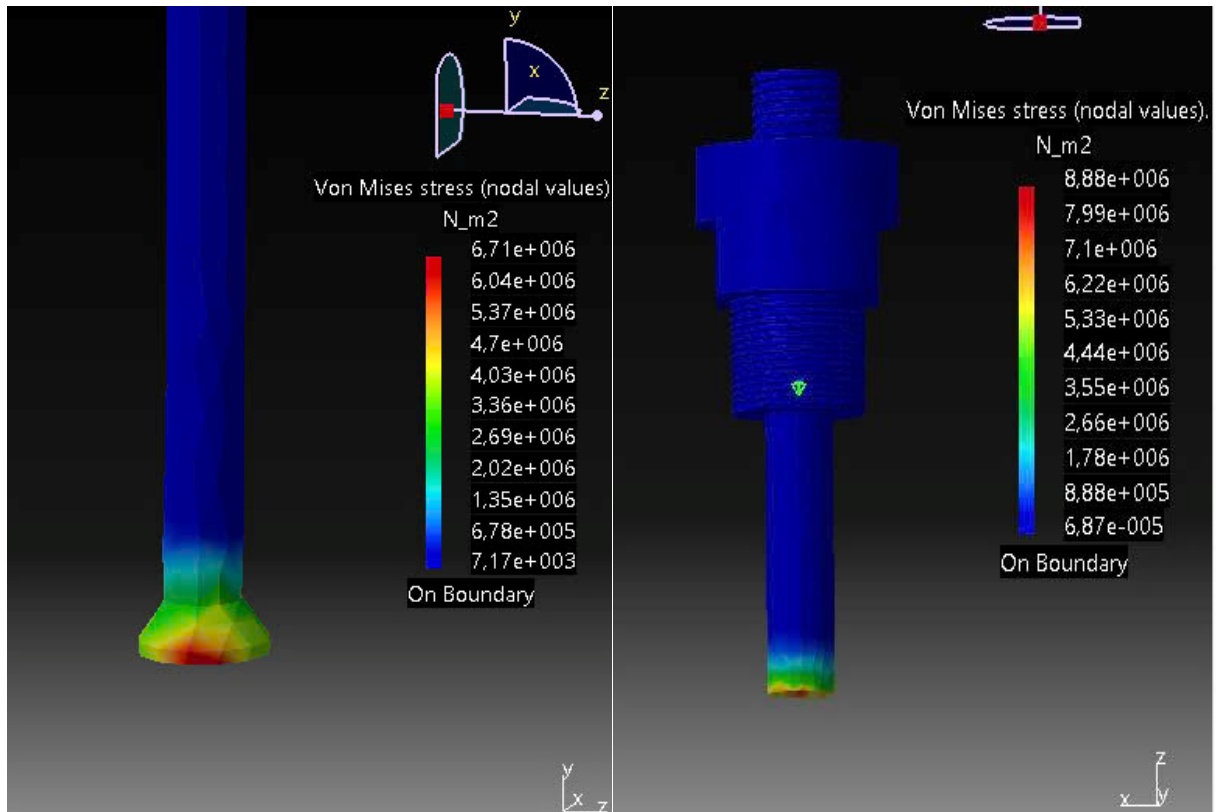


Hình 3.18 Kiểm nghiệm nhiệt

Theo kết quả kiểm tra truyền nhiệt (Hình 3.3), nhiệt độ nóng chảy của hợp kim thép AISI 304 là 1000 °C. Kết quả mô phỏng cho thấy vùng chịu nhiệt độ cao nhất của đế van là phần mặt cắt tiếp xúc trực tiếp với khí cháy. Nhiệt độ lớn nhất mà chi tiết này nhận được trong điều kiện hoạt động là 773 °C, nhiệt độ này thấp hơn so với nhiệt độ nóng chảy của vật liệu. Nên chi tiết đảm bảo được độ bền nhiệt và không nóng chảy trong quá trình hoạt động. Và nhiệt độ này xuất hiện trong khoảng thời gian ngắn ở cuối kỳ nén và đầu kỳ giãn nở sinh công nên thời gian truyền nhiệt rất ngắn, mặt khác lượng nhiệt sinh ra sẽ trao đổi nhiệt với hệ thống làm mát nên độ bền nhiệt được đảm bảo tuyệt đối. Tuy nhiên mọi vật liệu sẽ giãn nở khi gặp nhiệt độ cao và khi giãn nở nhiều lần thì cơ tính của vật liệu sẽ giảm và ảnh hưởng đến tuổi thọ của vật liệu nên để sử dụng lâu dài, cần bố trí hệ thống làm mát để đảm bảo hiệu suất tốt nhất.

Kết quả mô phỏng cho thấy chi tiết có sự truyền nhiệt ở mức ổn định và không ảnh hưởng nhiều đến các chi tiết khác trong bộ kim phun.

3.2.3. Kiểm nghiệm bền kim phun



Hình 3.19 Kiểm nghiệm bền

Áp suất lớn nhất mà ty đẩy kim phun nhận được cũng giống như áp suất mà đế van nhận được ở cuối kỳ nén và đầu kỳ giãn nở: $P_{\max} = 23 \text{ bar}$. Vì ty đẩy của kim phun nhận áp suất dưới dạng áp lực, tiết diện mặt tác dụng là một thông số quan trọng.

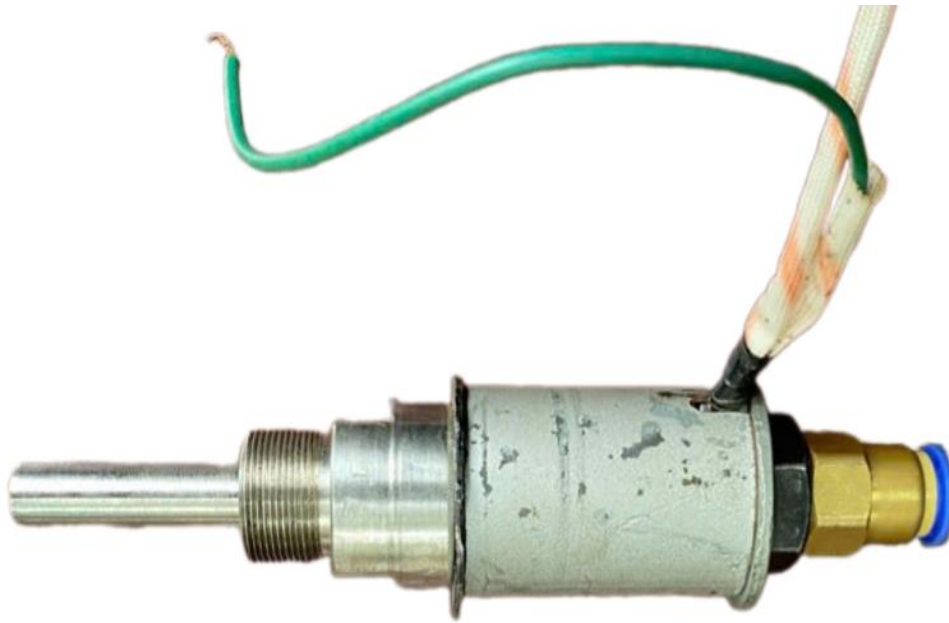
Diện tích mặt ty đẩy tiếp xúc với áp suất khí cháy được tính bằng:

$$S = \pi r^2$$

Trong đó: r là bán kính mặt cắt hình tròn tiếp xúc trực tiếp với khí cháy; Hệ số dẫn nở nhiệt Poisson của thép hợp kim AISI 304 là 0.28

Theo kết quả mô phỏng bền áp suất (Hình 3.4) ta thấy độ bền nén của thép hợp kim AISI 304 là 400 MPa, tương đương $4 \times 10^8 \text{ N/m}^2$. Kết quả mô phỏng cho thấy vùng chịu áp suất cao nhất của ty đẩy là phần mặt cắt tiếp xúc trực tiếp với khí cháy. Áp suất lớn nhất mà ty đẩy nhận được trong điều kiện hoạt động là $P_{\max} = 8,88.10^6 \text{ (N/m}^2\text{)}$. Giới hạn này hoàn toàn phù hợp với giới hạn bền nén của vật liệu thép hợp kim AISI 304, đảm bảo chi tiết ty đẩy của kim phun có độ bền khi hoạt động.

3.2.4. Kim phun sau khi gia công



Hình 3.20 Kim phun đã gia công và lắp ghép

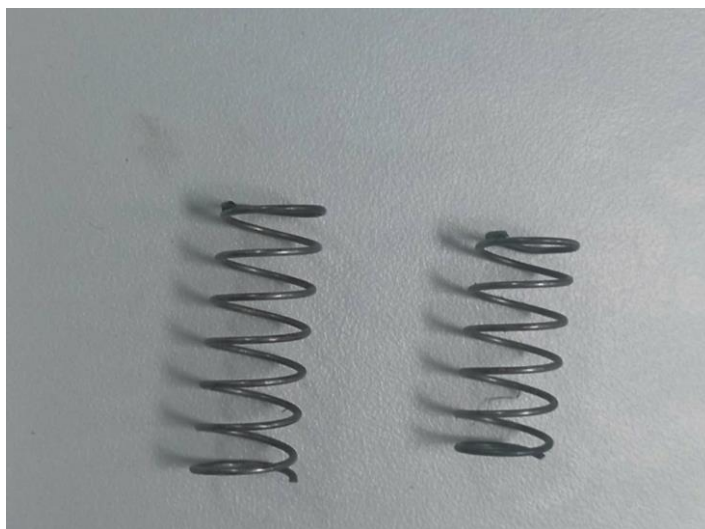
❖ Bộ phận solenoid tạo lực hút :



Hình 3.21 Quấn cuộn cảm solenoid

Dây dẫn sẽ sinh nhiệt khi có dòng điện chạy qua việc Lựa chọn tiết diện lớn hơn có thể giúp giảm nhiệt độ và tăng độ bền, và vị trí lắp đặt kim phun bên ngoài nắp máy khá thoáng. sau nhiều lần quấn các loại kích cỡ và vòng dây khác nhau, cuối cùng cuộn hút tốt nhất khi dùng loại dây đồng có diện tích mặt cắt ngang 0,5mm và quấn 800 vòng (tổng chiều cao cuộn dây là 45mm)

❖ Bộ phận đàn hồi



Hình 3.22 Lò xo

Lựa chọn lò xo phù hợp mục đích nhằm đáp ứng đủ lực đàn hồi để kim phun đóng mở đúng thời điểm.

Lò xo phải đủ cứng để không bị hiện tượng tự mở khi có áp suất khí, nhưng có thể nén lại được khi cuộn cảm hút cực từ.

Sau khi thực nghiệm trên nhiều loại lò xo có kích cỡ và độ cứng khác nhau, cuối cùng chọn được lò xo có đường kính mặt cắt ngang 0.7mm, dài 24mm, bước xoắn 5mm cho áp khí 3kg/cm² khí

3.2.5. Nguyên lý hoạt động của kim phun

Khi có nguồn điện 12v chạy qua cuộn cảm sẽ sinh ra từ trường như 1 nam châm điện hút lõi sắt từ bên trong đi xuống, lõi sắt từ được nối với xupap nên khi lõi sắt đi xuống sẽ đẩy theo xupap đi xuống, thắng lò xo và mở kim phun

Khi ngắt dòng điện, cuộn cảm sẽ không còn hút cực sắt từ, lúc này lò xo bung ra nhờ lực đàn hồi kéo xupap lên lại đóng kim phun

3.3. Quá trình cải tạo động cơ Diesel D12

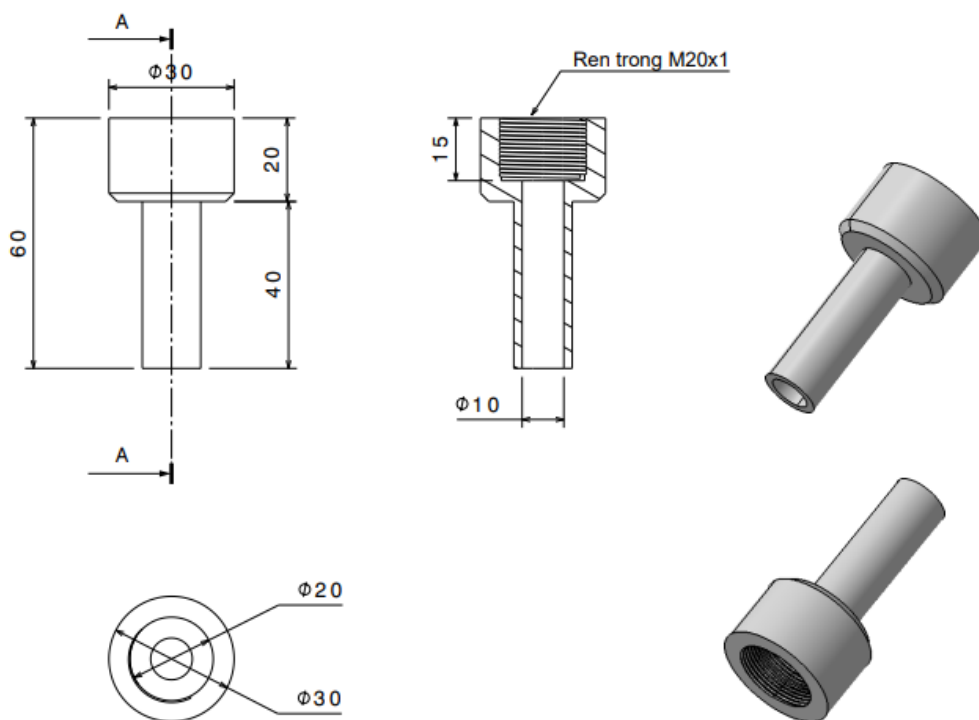
3.3.1. Cải tạo nắp máy

Động cơ của nhà sản xuất được trang bị một nắp máy có cấu trúc đơn giản và hiệu quả.



Hình 3.23 Nắp máy trước cải tiến

Nắp máy đã được nghiên cứu, cải tiến lại để phù hợp với chế độ chạy nhiên liệu kép và dễ dàng tháo lắp trong quá trình bảo dưỡng, sửa chữa. Nắp máy này được thiết kế để đảm bảo cung cấp khí LPG vào động cơ một cách thuận tiện và hiệu quả, giúp tăng hệ số nạp cao hơn và đảm bảo hoạt động ổn định của động cơ. Điều này đóng vai trò quan trọng trong việc đảm bảo hiệu suất và độ tin cậy của động cơ trong các ứng dụng khác nhau.



Hình 3.24 Bản vẽ cục gá kim phun



Hình 3.25 Nắp máy sau cải tiến

Hệ thống đường cấp LPG trên động cơ được thiết kế lại với một loạt cải tiến quan trọng để đảm bảo sự hiệu quả và đa dạng trong quá trình cung cấp nhiên liệu khí cũng như trong việc nghiên cứu đo kiểm các loại nhiên liệu khí khác nhau.

Trước hết, nắp máy sẽ được khoan 1 lỗ $\Phi 14$ thông với buồng cháy phụ để lắp gá kim phun. gá kim phun sẽ được tiện ren trong M20x1 và đồng thời kim cải tạo sẽ được tiện ren để lắp đặt một cách dễ dàng và tránh bị xì khí. Sau đó sẽ được hàn đồng bên trong buồng cháy và bên ngoài nắp máy để làm kín tránh bị nước xâm nhập vào buồng cháy và không bị xì khí gây mất áp suất buồng cháy.

Một điểm nổi bật khác là hệ thống này là đầu kim phun sẽ được nằm trực tiếp trong buồng cháy phụ cho phép phun khí LPG trực tiếp vào buồng cháy. Điều này cho phép dễ dàng điều chỉnh được thời gian phun và lượng khí đưa vào khi xupap nạp đã đóng.

Những cải tiến này không chỉ cải thiện hiệu suất và tiện ích của hệ thống mà còn tạo ra sự linh hoạt và đa dạng trong quá trình nghiên cứu và phát triển động cơ sử dụng nhiên liệu khí. Điều này đóng vai trò quan trọng trong việc nghiên cứu và phát triển các ứng dụng đa dạng của động cơ nhiên liệu khí.

3.3.2. Cải tạo đường ống nạp

Bộ gá kim phun LPG được lắp trên đường ống nạp để giữ cố định kim phun và đảm bảo LPG được cấp vào động cơ một cách hiệu quả. Dễ dàng tháo lắp kim phun để vệ sinh và bảo dưỡng.



Hình 3.26 Đường ống nạp sau khi cải tạo

3.3.3. Thiết kế lắp đặt hệ thống tín hiệu

Trục tín hiệu này có nhiệm vụ gửi tín hiệu về hộp điều khiển để hộp điều khiển cấp điện cho kim phun hoạt động

Khi động cơ hoạt động, với động cơ 4 kỳ thì động cơ quay vòng tương ứng với 4 kỳ sẽ có một lần phun khí vào kỳ nạp, động cơ được lắp thêm một bánh răng nhỏ có 14 răng lên buli và một bánh răng lớn có 28 răng phía dưới, 2 bánh răng này được kết nối bằng dây xích. Vì bánh răng lớn có số răng gấp đôi bánh răng nhỏ nên tốc độ của bánh răng lớn sẽ bằng $\frac{1}{2}$ so với bánh răng nhỏ, đồng nghĩa với việc tốc độ bánh răng bánh răng lớn sẽ bằng $\frac{1}{2}$ tốc độ của động cơ. Trục cam này sẽ được lắp trên bánh răng 28 răng, khi bánh răng được dẫn động thì trục cam này sẽ chuyển động cùng với bánh răng. Trên trục cam phụ được lắp đặt một vòng tròn sắt và nam châm để cảm biến nhận tín hiệu. Vòng sắt này được cố định với trục bằng bulong và nam châm được gắn lên đầu bulong.

Để chỉnh chính xác thời điểm nhận tín hiệu tương ứng với kỳ nạp trên động cơ, tiến hành quay bánh đà cho đến khi cò mổ của xupap nạp bắt đầu mở xupap, lúc này sẽ quay vòng tròn trên trục cam sao cho từ trường của nam châm quét qua cảm biến. Quan sát bằng mắt khi cò mổ bắt đầu mở trục cam thì lúc này cảm biến cũng nhận tín hiệu từ nam và có thể nhận biết bằng đèn trên cảm biến sáng khi từ trường nam châm bắt đầu quét qua.



Hình 3.27 Lắp đặt trực tín hiệu

3.3.4. Thiết kế lắp đặt kim phun

Kim phun được lắp vào nắp máy đã cải tiến trước đó. Tại các đầu vào và đầu ra của LPG sẽ có các van, các áp kế để có thể kiểm soát và theo dõi tình trạng của hệ thống phun LPG. Bên cạnh đó cũng có một cảm biến Hall được gắn trên giá đỡ.



Hình 3.28 Thiết kế lắp đặt kim phun

Trạng thái chờ: LPG từ bình chứa đi qua bộ điều áp qua van một chiều và chờ tại kim phun.

Trạng thái hoạt động: dòng điện từ ắc quy đến kim phun và làm kim phun mở cho LPG đi vào buồng cháy động cơ.

Khi động cơ hoạt động ở chế độ không tải: Động cơ sẽ hoạt động bằng nhiên liệu Diesel ở mức dầu tối thiểu, máy sẽ nổ garanti nhẹ nhàng.

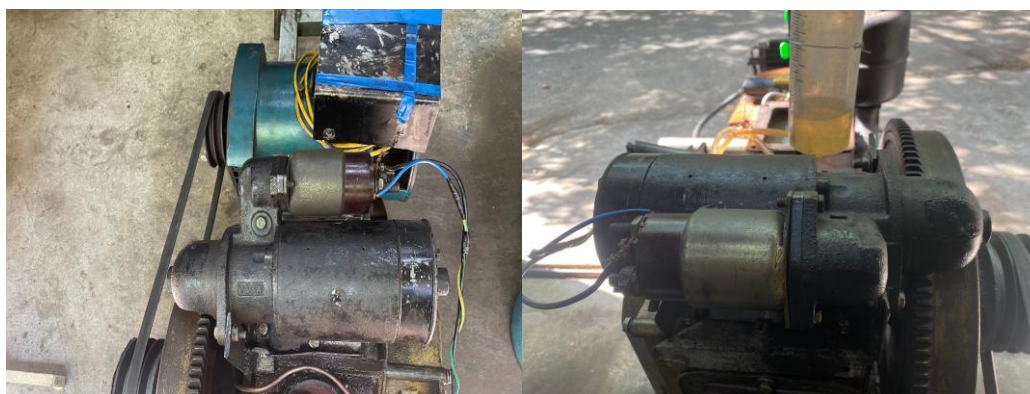
Khi động cơ hoạt động ở chế độ có tải: Sau khi mở van bình khí LPG, khí được đi qua van điều áp, van một chiều ngăn dòng khí trôi ngược, cuối cùng đi qua kim phun để đi vào động cơ, lúc này động cơ sẽ được tăng tốc độ và công suất tải.

Hộp điều khiển sẽ nhờ vào tín hiệu gửi về dưới dạng điện áp của cảm biến Hall được lắp trên bộ bánh răng cam, từ đó ra lệnh cho module công suất đóng mở kim phun phun LPG vào buồng cháy.

3.3.5. Thiết kế lắp đặt hệ thống khởi động

Động cơ được lắp đặt thêm hệ thống khởi động nhằm tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình nghiên cứu trên động cơ Dongfeng D12.

Hệ thống khởi động này được xây dựng với mục tiêu chính là đảm bảo động cơ có thể khởi động dễ dàng và một cách thuận tiện. Điều này là quan trọng để tiết kiệm thời gian và công sức trong quá trình thực hiện thí nghiệm và đo kiểm.



Hình 3.29 Hệ thống khởi động

Hệ thống khởi động được thiết kế để tương thích hoàn hảo với động cơ Dongfeng D12, đảm bảo tính chính xác và hiệu quả trong quá trình khởi động. Một điểm quan trọng trong thiết kế là hệ thống khởi động được xây dựng với những linh kiện chất lượng cao để đảm bảo khả năng hoạt động ổn định và an toàn. Điều này không chỉ giúp bảo vệ động cơ mà còn đảm bảo sự an toàn cho người tham gia nghiên cứu. Hơn nữa, việc lắp đặt hệ thống khởi động được thực hiện một cách tỉ mỉ và chính xác.

3.4. Thiết kế lắp đặt máy phát điện

3.4.1. Giới thiệu về máy phát điện

Máy phát điện đồng bộ ST Series là một thiết bị được thiết kế để hoạt động như một nguồn điện xoay chiều chính cho nhiều ứng dụng trong lĩnh vực chiếu sáng điện

tiêu chuẩn, thiết bị điện gia dụng và sử dụng chung cho dân cư quy mô nhỏ. Máy phát điện đồng bộ ST Series là một giải pháp đáng tin cậy và hiệu quả cho việc cung cấp điện cho các ứng dụng cơ bản và thiết bị gia đình trong các khu vực dân cư nhỏ. Thiết bị này hoạt động bằng cách biến đổi năng lượng từ chuyển động quay của động cơ thành điện năng xoay chiều.



Hình 3.30 Máy phát điện

Bảng 3.1 Thông số máy phát điện

Số hiệu	ST-3
Đầu ra (output) KW	3
Cường độ dòng điện(A)	13
Hiệu điện thế (V)	230
Số cực	4
Hệ số công suất	1

3.4.2. Thiết kế lắp đặt máy phát điện

Hệ thống máy phát điện được kết nối với động cơ D12 thông qua bánh đà và được truyền động bằng một dây đai curoa. Điều này tạo ra một hệ thống truyền động hiệu quả cho việc chuyển động xoay từ động cơ sang máy phát điện.

Dây curoa là một phần quan trọng của quá trình này, làm cho việc truyền động trở nên linh hoạt và giảm tiếng ồn so với các phương pháp truyền động khác. Điều này cũng cho phép máy phát điện và động cơ D12 hoạt động ở tốc độ và mô-men xoắn tối ưu mà không cần thay đổi trực tiếp cấu hình của chúng.



Hình 3.31 Lắp đặt máy phát điện

CHƯƠNG 4: THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

4.1. Giới thiệu thiết bị đo kiểm

4.1.1. Thiết bị phân tích khí thải



Hình 4.1 Thiết bị phân tích khí xả

Bảng 4.1 Thông số thiết bị đo khí xả

Thương hiệu	SAUERMAN
Model	SICA 2305NDC
Màu sắc	Như hình
Kích thước màn hình LCD	4,3 inch
Độ phân giải màn hình	480 x 272 pixel
Kích thước	11,2 x 28 x 5,5 cm
Cân nặng	825gam
Số ô	Lên đến 6 (O ₂ , CO, NO, NO thấp, NO ₂ , NO ₂ thấp, SO ₂ , SO ₂ thấp, C _x H _y , H ₂ S)
Tối đa đo khí CO ₂	50.000 ppm (có pha loãng)
Pha loãng khí CO	Hỗ trợ
Cảm biến hiệu chuẩn trước có thể thay thế tại hiện trường	Hỗ trợ

Vận tốc khí thải với ống Pitot	Hỗ trợ
Lưu trữ đo lường	Nội bộ: 2.000 điểm dữ liệu + điện thoại thông minh và PC
Phần mềm PC (không dây & USB)	Hỗ trợ
Ứng dụng điện thoại thông minh (không dây)	Hỗ trợ

4.1.2. Máy đo tốc độ



Hình 4.2 Máy đo tốc độ kỹ thuật số AR926

Bảng 4.2 Thông số kỹ thuật của máy

Thương hiệu	SMART SENSOR
Model	AR926
Màu sắc	Như hình
Chất liệu	Nhựa
Phạm vi đo	2.5~99999RPM
Độ phân giải tốc độ quay	0,1RPM (2,5~999,9RPM) 1RPM (Trên 1000RPM)
Khoảng cách đo	50mm ~ 500mm
Độ chính xác	$\pm(0,05\%+1 \text{ chữ số})$

Thời gian lấy mẫu	0,8 giây (Trên 60RPM)
Lưu trữ dữ liệu	Hỗ trợ
Kích thước sản phẩm	150*56*31mm
Lựa chọn phạm vi	Tự động
Chỉ báo pin	Hỗ trợ

4.1.3. Đồng hồ vạn năng Hioki 3280-10F



Hình 4.3 Đồng hồ vạn năng Hioki 3280-10F

Bảng 4.3 Thông số đồng hồ vạn năng

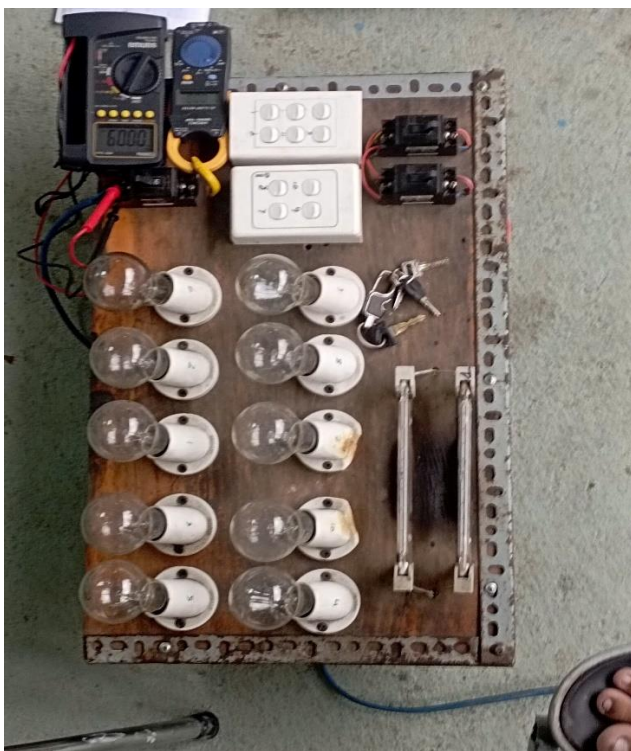
Thông số kỹ thuật	Giá trị đo
Đo dòng điện AC (50 đến 60Hz)	42.00 đến 1000 A (lên tới 4200A khi dùng cảm biến vòng linh hoạt CT6280 – phụ kiện tùy chọn), 3 thang đo
Đo điện áp DC	420.0 mV đến 600 V, 5 thang đo
Đo điện áp AC (50 đến 500 Hz)	4.000 V đến 600 V, 4 thang đo
Đo điện trở	420.0 Ω đến 42.00 M Ω , 6 thang đo
Kiểm tra thông mạch	Còi báo tại ngưỡng $\leq (50 \Omega \pm 40 \Omega)$
Các chức năng khác	Giữ giá trị đo, tự động tắt nguồn, chịu được va chạm khi rơi từ độ cao 1m;

	chống bụi và nước theo tiêu chuẩn IP40.
Màn hình LCD	Max. 4199 digits
Nguồn	Pin Lithium (CR2032) x1
Đường kính cangkẹp dây	φ 33 mm
Kích thước	W57 mm x H175 mm x D16 mm; Trọng lượng: 100g

4.1.4. Hệ thống tải điện

Quá trình thực nghiệm sử dụng hệ thống tải điện gồm 2 bóng đèn 1KW, 10 bóng đèn 60W được mắc song song với nhau và bộ công tắc điều khiển đèn được bố trí như hình 2.14

Bộ công tắc điều khiển có nhiệm vụ thay đổi cường độ dòng điện nhằm thay đổi tải tiêu thụ điện của dàn đèn qua đó điều khiển tải đặt lên động cơ.



Hình 4.4 Hệ thống tải điện

4.1.5. Hệ thống làm mát

Sau khi cải tạo lại nắp máy có gắn thêm kim phun thì tiến hành cải tạo thống làm mát tuần hoàn có kết nước tản nhiệt.

Mục đích cải tạo lại hệ thống làm mát là tăng hiệu suất làm mát cho động cơ đồng thời làm mát kim phun, tránh trường hợp kim phun chịu quá nhiệt gây hỏng kim phun.



Hình 4.5 Hệ thống làm mát

4.1.6. Van điều áp

Trong quá trình thực nghiệm, đồng hồ điều áp được sử dụng như một van điều áp, chức năng chính của nó là để điều chỉnh áp suất từ bình chứa khí (nơi khí được hỗn hợp) qua van 1 chiều đến kim phun hoặc nơi khí được đưa vào quá trình hoạt động tiếp theo. Thông thường van điều áp được thiết kế 2 đồng hồ để đo áp suất khí chứa trong buồng chứa và áp suất khí ra.

Đồng hồ áp suất vào (inlet pressure gauge): Đo áp suất của khí đầu vào từ buồng hòa trộn. Điều này giúp theo dõi và kiểm soát áp suất ban đầu của khí trước khi nó được giảm áp.

Đồng hồ áp suất ra (outlet pressure gauge): Đo áp suất của khí sau khi đã được giảm áp thông qua van điều áp. Điều này cho phép kiểm tra và đảm bảo rằng áp suất sau khi đi qua van điều áp đáp ứng các yêu cầu cụ thể cho quá trình tiếp theo.



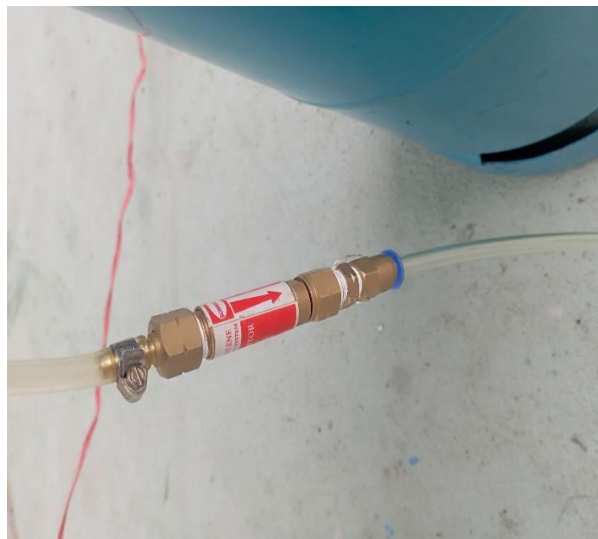
Hình 4.6 Đồng hồ điều áp

4.1.7. Van một chiều

Van một chiều là một loại van được thiết kế để kiểm soát dòng chất lỏng hoặc khí trong một hệ thống chỉ theo một hướng. Công dụng chính của van một chiều là ngăn chất lỏng hoặc khí chảy ngược hướng trong đường ống hoặc hệ thống cung cấp.

Một số công dụng của van một chiều;

Ngăn ngược dòng: Van một chiều đảm bảo rằng chất lỏng hoặc khí trong hệ thống chỉ chảy một chiều và không thể chảy ngược lại. Van một chiều đặc biệt quan trọng trong các ứng dụng như hệ thống cấp nước và hệ thống khí đốt.



Hình 4.7 Van một chiều

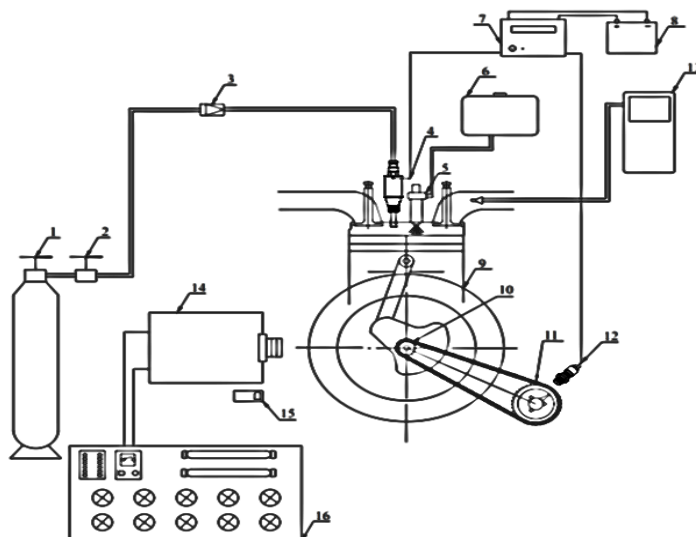
Bảo vệ thiết bị: Van một chiều được sử dụng để bảo vệ các thiết bị và máy móc trong hệ thống khỏi sự tổn thương do dòng chảy ngược.

Đảm bảo an toàn: Van một chiều cũng có thể được sử dụng để đảm bảo an toàn trong các ứng dụng nguy hiểm, nơi mất kiểm soát của dòng chất lỏng hoặc khí có thể gây hỏa hoạn hoặc thảm họa.

Điều khiển áp suất: Van một chiều có thể được sử dụng để kiểm soát áp suất trong hệ thống bằng cách ngăn chất lỏng hoặc khí chảy ngược khi áp suất vượt quá mức cho phép.

4.2. Sơ đồ bố trí thực nghiệm

Sơ đồ bố trí thực nghiệm cụm động cơ diesel- máy phát điện và các thiết bị đo được thể hiện trên hình 4.8 gồm các thiết bị chính: động cơ D12, máy phát điện, máy đo khí thải, đồng hồ đo vôn và ampe, máy đo tốc độ, đồng hồ giảm áp, van một chiều, kim phun khí, công tắc điều khiển đèn và dàn đèn đo công suất.

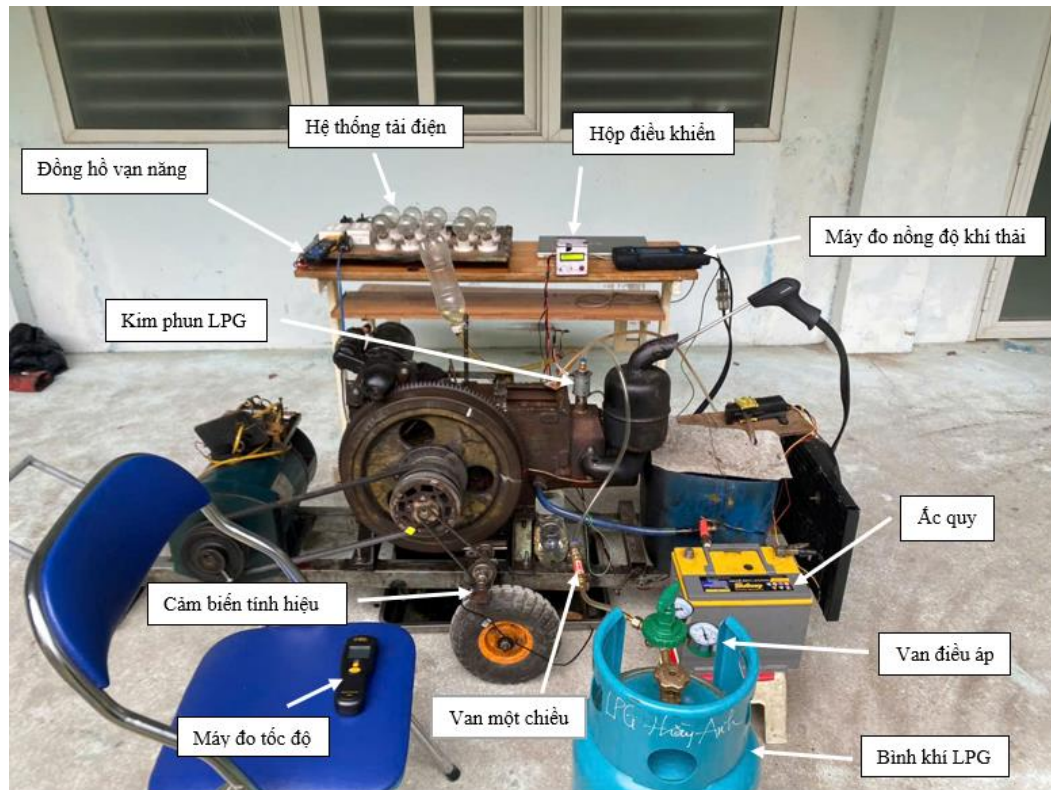


Hình 4.8 Sơ đồ hệ thống phun LPG trực tiếp

1. Bình khí LPG, 2. Van điều áp, 3. Van một chiều, 4. Kim phun khí, 5. Kim phun diesel, 6. Bình chứa diesel, 7. Hộp điều khiển, 8. Ắc quy, 9. Bánh đà, 10. Bánh răng nhỏ, 11. Bánh răng lớn, 12. Cảm biến từ Hall, 13. Máy đo nồng độ khí thải, 14. Máy phát điện, 15. Máy đo tốc độ động cơ, 16. Hệ thống tải điện.

Trong thử nghiệm ta sử dụng khí LPG từ bình khí nén. Các thành phần của khí LPG là C_3H_8 và C_4H_{10} . Trước khi được đưa vào động cơ thì hỗn hợp khí LPG sẽ đi qua đồng hồ điều áp để giảm áp suất đường khí để ổn định lưu lượng khí đưa vào động cơ và kim phun được thiết kế trên nắp máy, kim phun được lấy tín hiệu từ bộ điều khiển tín hiệu, giúp hỗn hợp khí LPG sẽ được phun vào đúng thời điểm của kì nạp. Một thiết bị đo tốc độ động cơ được lắp vào để đo tốc độ của động cơ thông qua bánh đà. Máy đo khí thải được lắp trên đường ống xả của động cơ để phân tích hàm lượng thành phần khí

xả động cơ. Máy phát điện được lắp vào bên dưới động cơ và nối với bánh đà thông qua dây cu roa để dẫn động trục roto của máy phát quay. Đầu ra của máy phát sẽ được nối với dàn đèn để đánh giá công suất của động cơ.



Hình 4.9 Hình ảnh thực tế sơ đồ bố trí thực nghiệm

4.3. Quy trình thực nghiệm

4.3.1. Ảnh hưởng của LPG đến công suất động cơ khi phun trực tiếp và phun gián tiếp

Công thức tính gián phun:

$$\Delta T = \frac{\Delta \varnothing}{\omega} \times 1000$$

Trong đó :

ΔT : thời gian đóng mở xupap nạp (ms)

$\Delta \varnothing$: góc đóng mở xupap nguyên bản của động cơ (4.05 rad)

ω : tốc độ động cơ (rad/s)

Từ công thức tính thời gian đóng mở xupap nạp trên ta có được bảng thông số như dưới đây:

4.3.2. Chế độ thực nghiệm

Tiến hành nạp một hỗn hợp thuần LPG vào động cơ.

Trước khi đi vào động cơ hỗn hợp khí LPG sẽ phải đi qua 3 thiết bị là van một chiều, đồng hồ điều áp, kim phun khí. Đồng hồ điều áp giúp ổn định áp suất ra, giúp cho

tốc độ lưu lượng hỗn hợp LPG vào động cơ ở một giá trị cố định. Kim phun khí giúp cho LPG sẽ được phun vào đúng kì nạp của động cơ thông qua tín hiệu nhận từ bộ điều khiển tín hiệu được lắp thêm vào, việc điều chỉnh thời gian ở mở kim phun ở các mức 48, 42, 38, 35, 32, 27, 24, 21, 19 ms tương ứng với các mức tốc độ động cơ 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 vòng/phút. Mức tải điện của động cơ được giữ ở giá trị 1 KW.

Điều kiện thực nghiệm: động cơ làm việc ổn định ($n=1100$ v/ph, nhiệt độ nước làm mát, nhiệt độ dầu bôi trơn, áp suất dầu bôi trơn, nhiệt độ khí nạp... ổn định). Tại các chế độ thử nghiệm nhiên liệu diesel được điều chỉnh để giữ nguyên công suất đầu ra của cụm động cơ - máy phát.

Mục tiêu chính của thí nghiệm này là đánh giá định lượng công suất đầu ra của động cơ, cũng như phân tích toàn diện các yếu tố khác nhau như tiêu thụ nhiên liệu diesel, thời gian phun, áp suất và nhiệt độ của khí dầu hóa lỏng cung cấp cho động cơ. Ngoài ra, thí nghiệm nhằm đo lượng khí thải CO , CO_2 và NO_x , cũng như mức độ phát thải khói và màu sắc của khí thải do động cơ tạo ra. Tất cả các phép đo và phân tích này sẽ được tiến hành dưới các chế độ tải khác nhau trong khi sử dụng hệ thống hai nhiên liệu Diesel/LPG.

Để dừng thử nghiệm, trước tiên chúng ta phải cắt tải điện và sau đó vận hành chế độ không tải của động cơ. Sau đó, cần phải ngừng cung cấp khí cho động cơ bằng cách khóa đường cung cấp khí LPG. Để đảm bảo sự chuyển đổi liền mạch của động cơ, điều quan trọng là cho phép nó chạy bằng nhiên liệu diesel ở chế độ không tải trong khoảng thời gian ước tính từ 5 đến 10 phút. Thời gian này sẽ tạo điều kiện cho quá trình đốt cháy bất kỳ khí dư nào có trong đường ống đồng thời cung cấp cho động cơ một khoảng thời gian nghỉ ngơi trong đó nó có thể hạ nhiệt.

Bảng 4.4 Bảng thông số thời gian phun của chế độ phun gián tiếp và trực tiếp áp suất phun 3kg/cm²

Tốc độ ban đầu (v/ph)	Thời gian xupap nạp mở (ms)	Chế độ phun	Thời gian phun	Tốc độ sau phun	Thời gian xupap nạp mở
1200	32	trực tiếp	32	1346	28,74
		gián tiếp	32	1312	29,48
1400	27	trực tiếp	27	1697	22,79
		gián tiếp	27	1570	24,64
1600	24	trực tiếp	28	1760	21,98
		gián tiếp	24	1713	22,58
1800	21	trực tiếp	25	1968	19,66
		gián tiếp	21	1925	20,09
2000	20	trực tiếp	23	2132	18,14
		gián tiếp	20	2096	18,46
2200	17	trực tiếp	19	2301	16,81
		gián tiếp	17	2295	16,85

Bảng 4.5 Bảng thông số thời gian phun của chế độ phun gián tiếp và trực tiếp áp suất phun 1kg/cm²

Tốc độ ban đầu (v/ph)	Thời gian xupap nạp mở (ms)	Chế độ phun	Tốc độ sau khi phun (v/ph)
800	48	gián tiếp	849
		trực tiếp	864
900	42	gián tiếp	952
		trực tiếp	967
1000	38	gián tiếp	1039
		trực tiếp	1046
1100	35	gián tiếp	1148
		trực tiếp	1162
1200	32	gián tiếp	1243
		trực tiếp	1272
1400	27	gián tiếp	1451
		trực tiếp	1477
1600	24	gián tiếp	1664
		trực tiếp	1681
1800	21	gián tiếp	1877
		trực tiếp	1895
2000	20	gián tiếp	2089
		trực tiếp	2114

4.3.3. Quy trình thực nghiệm

Quá trình chuẩn bị thực nghiệm cần có thiết bị được nêu ở các mục ở trên :

Tiến hành thực nghiệm cho cả phun trực tiếp và phun ở cổ nạp.

Bước 1: Khởi động động cơ, cho động cơ nổ ổn định và kéo tải hệ thống điện 1.0 kw sau đó mở van khóa LPG và điều chỉnh áp suất phun 3 kg/cm².

Bước 2: Điều chỉnh tốc độ động cơ, cấp điện cho hộp điều khiển và điều chỉnh thời gian phun 48, 42, 38, 35, 32, 27, 24, 21, 19 ms tương ứng với các mức tốc độ động cơ 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 vòng/phút tiến hành đo công suất của động cơ, nồng độ khí thải và sau đó ghi lại các thông số đo được.

Bước 3: Sau khi thử nghiệm phun trực tiếp hoàn thành, tiến hành lắp kim phun ở cổ nạp và thực hiện lại bước 2.

4.4. Kết quả thực nghiệm

Từ bảng 3.3 ta thấy rõ khi tốc độ động cơ ban đầu ở 1600 v/ph thời gian xupap nạp mở lý thuyết là 24ms, sau khi LPG được phun vào buồng cháy ở chế độ phun trên đường nạp với thời gian phun 24ms tốc độ động cơ tăng lên 1713 v/ph thì thời gian mở xupap nạp thực tế là 22,58 ms và ở chế độ phun trực tiếp với thời gian phun 28ms tốc độ động cơ tăng 1760 v/ph thì thời gian mở xupap nạp thực tế là 21,98 ms vậy khi phun trực tiếp ta có thể tăng thời gian phun thêm được 6 ms khi xupap nạp đã đóng. Các tốc độ tiếp theo cũng tương tự như vậy.

Tiến hành thực nghiệm cho cả phun trực tiếp và phun ở cổ nạp.

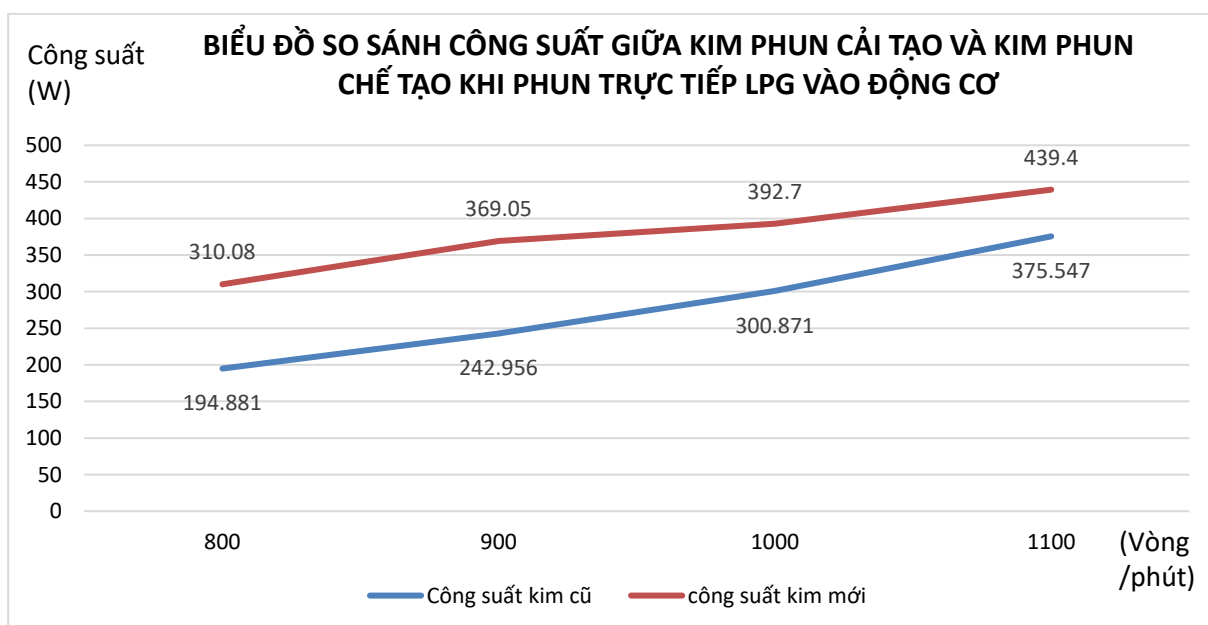
Bước 1: Khởi động động cơ, cho động cơ nổ ổn định và kéo tải hệ thống điện 1.0 kw sau đó mở van khóa LPG và điều chỉnh áp suất phun 1 kg/cm².

Bước 2: Điều chỉnh tốc độ động cơ, cấp điện cho hộp điều khiển và điều chỉnh thời gian phun 48, 42, 38, 35, 32, 27, 24, 21, 19 ms tương ứng với các mức tốc độ động cơ 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 vòng/phút tiến hành đo công suất của động cơ, nồng độ khí thải và sau đó ghi lại các thông số đo được.

Bước 3: Sau khi thử nghiệm phun trực tiếp hoàn thành, tiến hành lắp kim phun ở cổ nạp và thực hiện lại bước 2.

Bảng 4.6 Bảng đánh giá công suất của động cơ sau khi phun trên kim cải tạo và kim chế tạo

STT	Tốc độ động cơ ban đầu (v/ph)	Công suất kim cải tạo (W)	Công suất kim chế tạo (W)
1	800	198.881	310.08
2	900	242.956	369.05
3	1000	300.871	392.7
4	1100	375.547	439.4

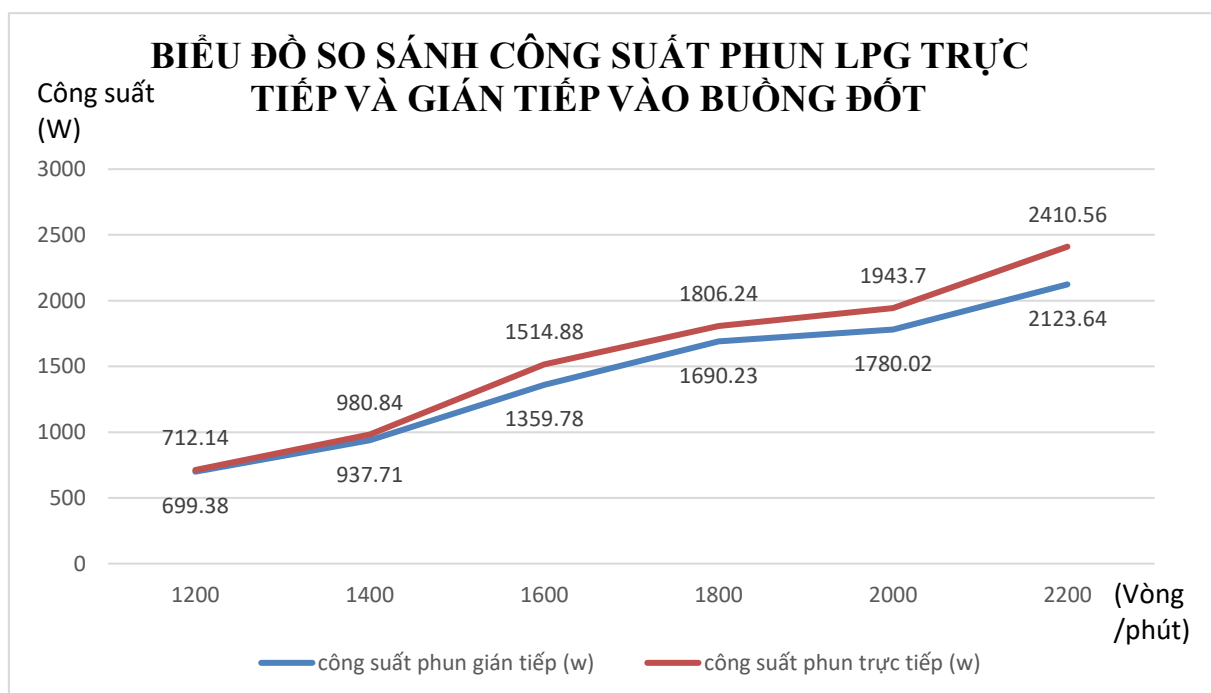


Hình 4.10 Biểu đồ đánh giá công suất của động cơ sau khi phun trên kim cải tạo và kim chế tạo

Từ biểu đồ đánh giá công suất ta có thể thấy công suất của động cơ trong quá trình phun trực tiếp tăng lên so với khi phun trên đường nạp ở cùng mức thời gian phun và áp suất phun 3 kg/cm^2 . Ở các tốc độ động cơ 800, 900, 1000, 1100 vòng/phút thì tương ứng với các mốc thời gian phun 48, 42, 38, 35 ms thì sự chênh lệch giữa kim chế tạo và kim cải tạo là 1.6%, 1.5%, 1.3%, 1.2 %. Sự chênh lệch này cho thấy kim chế tạo cải thiện hơn về công suất. khi tốc độ càng cao thì công suất động cơ tăng càng ít vì khi tốc độ động cơ tăng thì thời gian phun càng giảm.

Bảng 4.7 Bảng đánh giá công suất của động cơ ở áp suất phun 3kg/cm²

Tốc độ ban đầu (v/ph)	Tốc độ sau khi phun gián tiếp (v/p)	Tốc độ sau khi phun trực tiếp (v/p)	Công suất phun gián tiếp (w)	Công suất phun trực tiếp (w)
1200	1312	1346	699,38	712,14
1400	1570	1697	937,71	980,84
1600	1713	1760	1359,78	1514,88
1800	1925	1968	1690,23	1806,24
2000	2096	2132	1780,02	1943,7
2200	2295	2301	2123,64	2410,56



Hình 4.11 Biểu đồ đánh giá công suất động cơ ở áp suất phun 3 kg/cm²

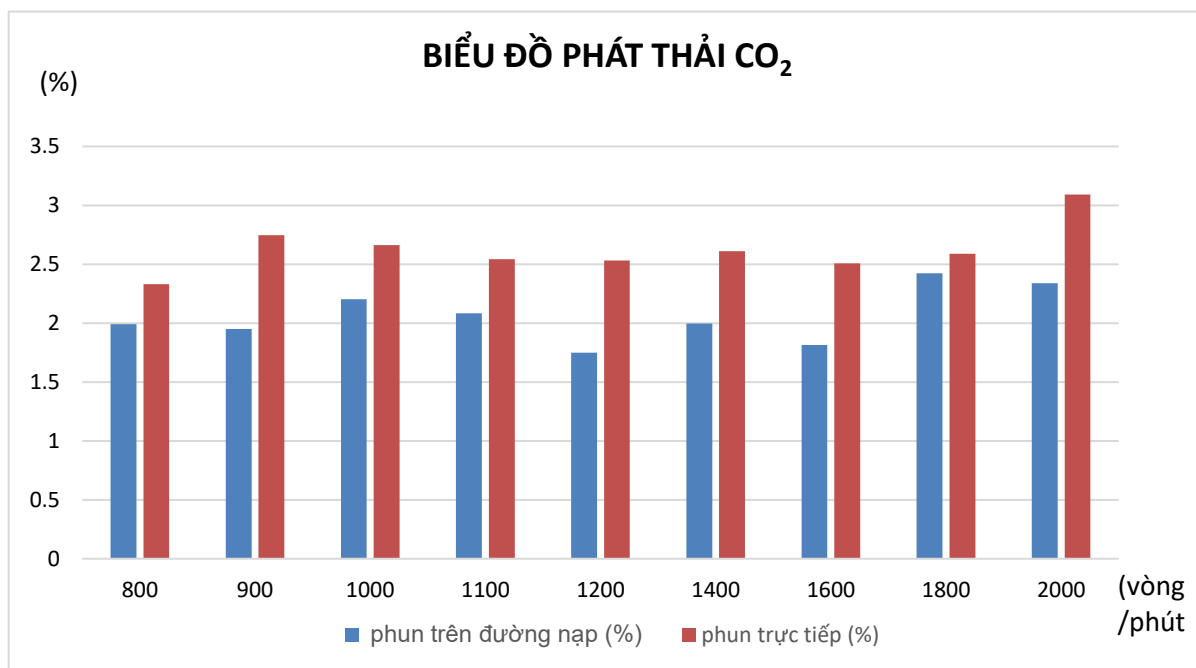
Từ biểu đồ đánh giá công suất ta có thể thấy công suất của động cơ trong quá trình phun trực tiếp tăng lên so với khi phun trên đường nạp ở cùng mức thời gian phun và áp suất phun 3 kg/cm². Ở các tốc độ động cơ 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200 vòng/phút thì sự chênh lệch giữa phun trên đường nạp và phun trực tiếp là 1,8 %, 4.4 %, 10,23 %, 6,42 %, 8,42%, 11,9%. Sự chênh lệch này cho thấy khi tốc độ càng cao thì công suất động cơ tăng vì khi tốc độ động cơ tăng thì thời gian phun càng giảm, nhưng khi phun trực tiếp có thể phun thêm khi xupap nạp đã đóng nên công suất sẽ cao hơn phun trên đường nạp.

4.4.1. Ảnh hưởng của LPG đến phát thải động cơ

4.4.1.1. Khí CO₂

Bảng 4.8 Ảnh hưởng của LPG đến phát thải CO₂ ở áp suất phun 3 kg/cm²

MỨC ĐỘ PHÁT THẢI CO ₂		
Tốc độ động cơ (v/p)	Phun trên đường nạp (%)	Phun trực tiếp (%)
800	1,99	2,33
900	1,951	2,748
1000	2,2025	2,6628
1100	2,0828	2,5442
1200	1,75	2,5328
1400	1,9957	2,6114
1600	1,8157	2,5085
1800	2,4242	2,59
2000	2,3385	3,0928



Hình 4.12 Biểu đồ đánh giá mức độ phát thải khí CO₂ ở áp suất phun 3 kg/cm²

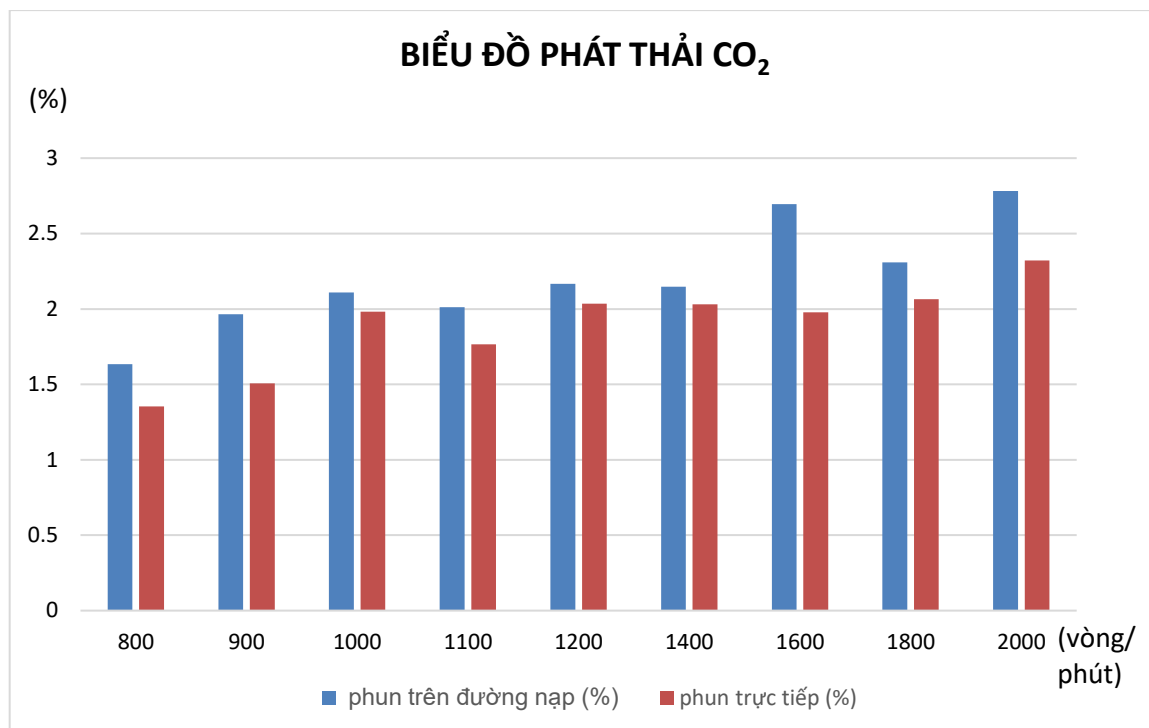
Từ bảng so sánh và biểu đồ ta có thể thấy rằng. Lượng phát thải CO₂ có xu hướng tăng dần khi phun trực tiếp LPG so với khi phun trên đường nạp có nghĩa là phát thải CO₂ tăng dần khi tốc độ động cơ tăng.

Kết quả thực nghiệm cho thấy lượng phát thải khí CO₂ trong quá trình thực nghiệm của động cơ khi phun trên đường nạp thấp hơn khi phun trực tiếp ở các mức

vòng tua 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 vòng/phút với áp suất phun 3 kg/cm² lần lượt là: 14,59 %, 29 %, 17,28%, 18,13 %, 30,9%, 23,57%, 27,61%, 6,4%, 24,39%.

Bảng 4.9 Ảnh hưởng của LPG đến phát thải CO₂ ở áp suất phun 1 kg/cm²

MỨC ĐỘ PHÁT THẢI CO₂		
Tốc độ động cơ (v/p)	Phun trên đường nạp (%)	Phun trực tiếp (%)
800	1,634	1,354
900	1,965	1,506
1000	2,11	1,982
1100	2,012	1,765
1200	2,167	2,034
1400	2,147	2,03
1600	2,696	1,977
1800	2,308	2,064
2000	2,781	2,321



Hình 4.13 Biểu đồ đánh giá mức độ phát thải khí CO₂ ở áp phun 1 kg/cm²

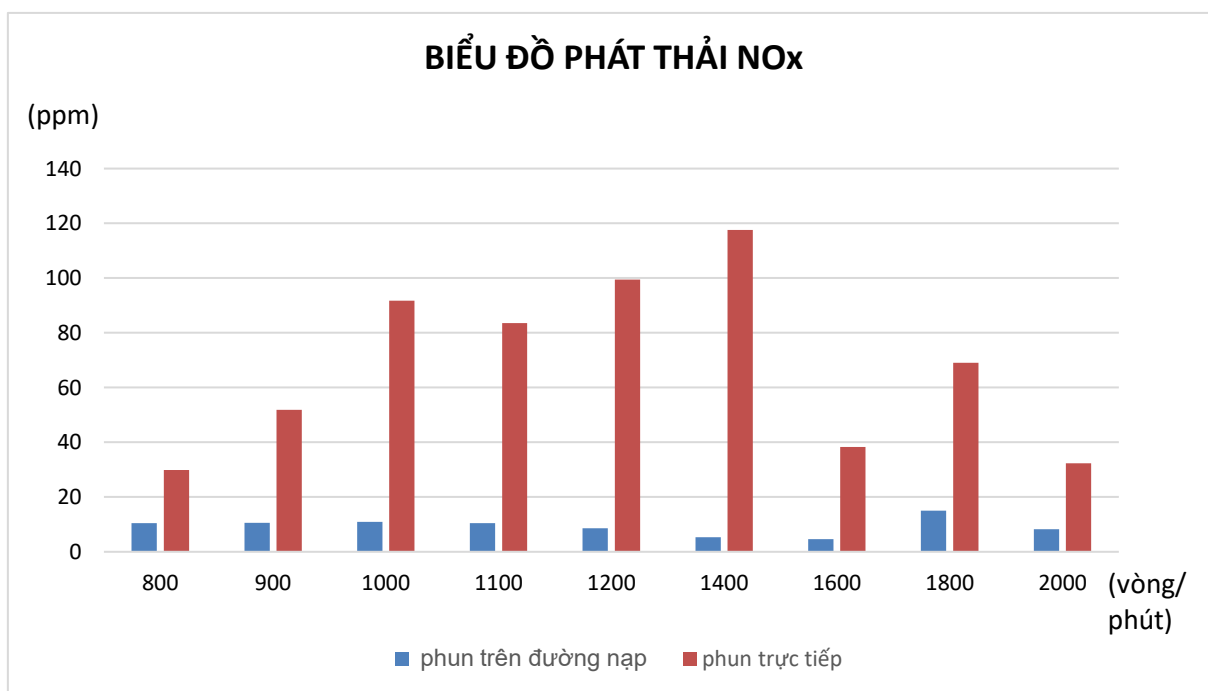
Từ bảng so sánh và biểu đồ ta có thể thấy rằng. Lượng phát thải CO₂ có xu hướng tăng dần khi phun trực tiếp LPG so với khi phun trên đường nạp có nghĩa là phát thải CO₂ tăng dần khi tốc độ động cơ tăng.

Kết quả thực nghiệm cho thấy lượng phát thải khí CO₂ trong quá trình thực nghiệm của động cơ khi phun trên đường nạp thấp hơn khi phun trực tiếp ở các mức vòng tua 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 vòng/phút với áp suất phun 1kg/cm² lần lượt là: 20,6 %, 30,4 %, 6,45%, 13,99 %, 6,53%, 5,76%, 36.36%, 11,8%, 19,81%.

4.4.1.2. Khí NO_x

Bảng 4.10 Ảnh hưởng của LPG đến thành phần phát thải NO_x ở áp suất phun 3kg/cm^2

MỨC ĐỘ PHÁT THẢI NO_x		
Tốc độ động cơ (v/p)	Phun trên đường nạp	Phun trực tiếp
800	10,5	29,8333
900	10,5714	51,8571
1000	10,875	91,7142
1100	10,4285	83,5714
1200	8,5555	99,4285
1400	5,2857	117,571
1600	4,5714	38,2857
1800	15	69
2000	8,2857	32,2857



Hình 4.14 Biểu đồ đánh giá mức độ phát thải khí NO_x ở áp phun 3kg/cm^2

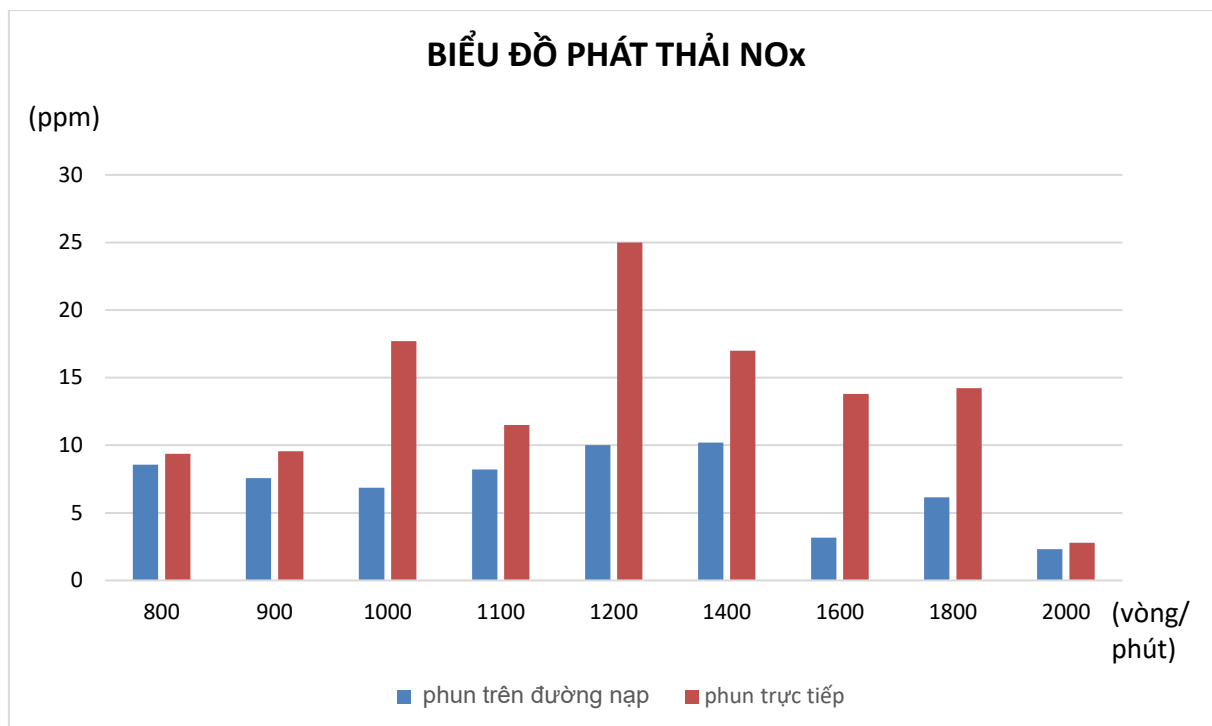
Từ bảng so sánh và biểu đồ ta có thể thấy rằng. Lượng phát thải NO_x có xu hướng tăng dần khi phun trực tiếp LPG so với khi phun trên đường nạp có nghĩa là phát thải

NO_x tăng dần khi tốc độ động cơ tăng, nhưng khi tốc độ dần ổn định mức phát thải NO_x có xu hướng giảm do nhiên liệu và LPG cháy tốt hơn.

Kết quả thực nghiệm cho thấy lượng phát thải khí NO_x trong quá trình thực nghiệm của động cơ khi phun trên đường nạp thấp hơn khi phun trực tiếp ở các mức vòng tua 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 với áp suất phun 3 kg/cm² lần lượt là: 64,8 %, 79,61 %, 88,14 %, 87,52%, 91,39%, 95,5%, 88,05%, 78,26%, 74,33%.

Bảng 4.11 Ảnh hưởng của LPG đến thành phần phát thải NO_x ở áp suất phun 1kg/cm²

MỨC ĐỘ PHÁT THẢI NO_x		
Tốc độ động cơ (v/p)	Phun trên đường nạp	Phun trực tiếp
800	8,571	9,375
900	7,571	9,564
1000	6,857	17,714
1100	8,2	11,5
1200	10	25
1400	10,2	17
1600	3,166	13,8
1800	6,14	14,22
2000	2,321	2,781



Hình 4.15 Biểu đồ đánh giá mức độ phát thải khí NO_x ở áp phun 1 kg/cm²

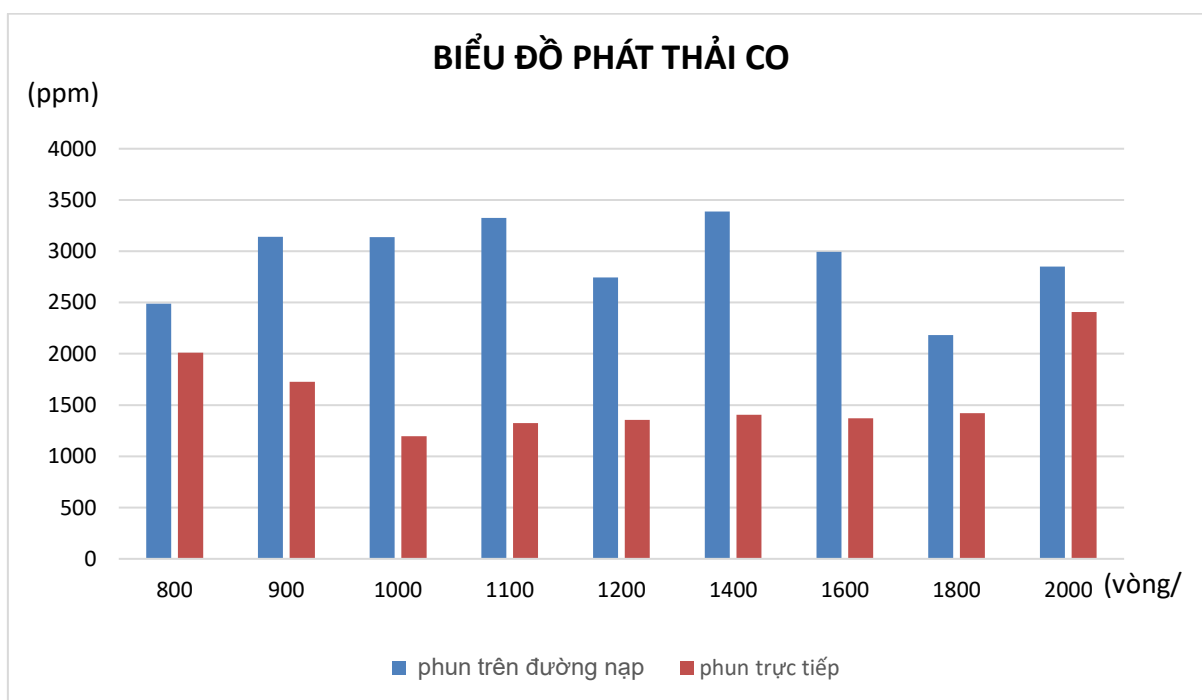
Từ bảng so sánh và biểu đồ ta có thể thấy rằng. Lượng phát thải NO_x có xu hướng tăng dần khi phun trực tiếp LPG so với khi phun trên đường nạp có nghĩa là phát thải NO_x tăng dần khi tốc độ động cơ tăng, nhưng khi tốc độ dần ổn định mức phát thải Nox có xu hướng giảm do nhiên liệu và LPG cháy tốt hơn.

Kết quả thực nghiệm cho thấy lượng phát thải khí NO_x trong quá trình thực nghiệm của động cơ khi phun trên đường nạp thấp hơn khi phun trực tiếp ở các mức vòng tua 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 với áp suất phun 1 kg/cm² lần lượt là: 8,57 %, 20,83 %, 61.29 %, 28,69%, 60%, 40%, 77,05%, 56,82%, 16,54%.

4.4.1.3. Khí CO

Bảng 4.12 Ảnh hưởng của LPG đến thành phần phát thải CO ở áp suất phun 3kg/cm^2

MỨC ĐỘ PHÁT THẢI CO		
Tốc độ động cơ (v/p)	Phun trên đường nạp	Phun trực tiếp
800	2488	2011,833
900	3142,286	1727,429
1000	3136,375	1196,875
1100	3326	1324,143
1200	2743,222	1356,286
1400	3386,167	1403,857
1600	2993,714	1370,857
1800	2182,429	1422
2000	2851,667	2408



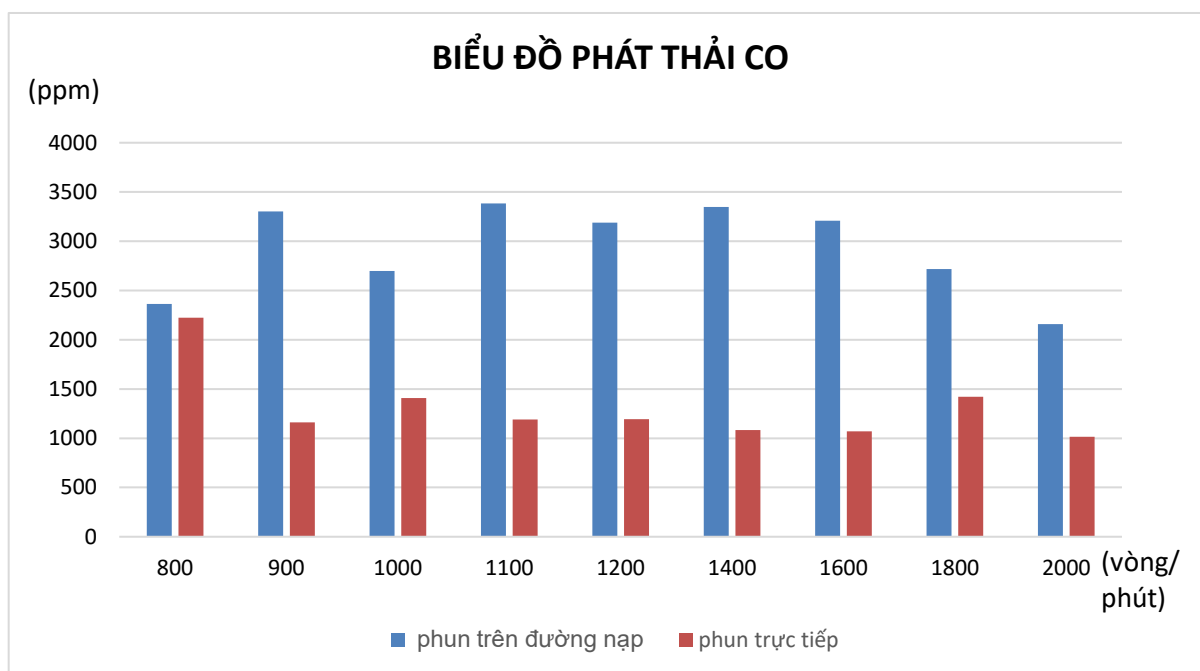
Hình 4.16 Biểu đồ đánh giá mức độ phát thải khí CO ở áp phun 3kg/cm^2

Từ bảng so sánh và biểu đồ ta có thể thấy rằng. Lượng phát thải CO có xu hướng giảm khi phun trực tiếp LPG so với khi phun trên đường nạp có nghĩa là phát thải CO giảm khi tốc độ động cơ tăng.

Kết quả thực nghiệm cho thấy lượng phát thải khí CO trong quá trình thực nghiệm của động cơ khi phun trên đường nạp cao hơn khi phun trực tiếp ở các mức vòng tua 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 với áp suất phun 3 kg/cm² lần lượt là: 19,13 %, 45 %, 61,83 %, 60,18 %, 50,55%, 58,54%, 54,2%, 34,84%, 15,55%.

Bảng 4.13 Ảnh hưởng của LPG đến thành phần phát thải CO ở áp suất phun 1kg/cm²

MỨC ĐỘ PHÁT THẢI CO		
Tốc độ động cơ (v/p)	Phun trên đường nạp	Phun trực tiếp
800	2362,308	2222,8
900	3302,143	1160,25
1000	2699,714	1407,429
1100	3383,5	1189,5
1200	3187,143	1195,143
1400	3348,571	1083
1600	3208,111	1069,143
1800	2717,714	1422
2000	2157,286	1014,857



Hình 4.17 Biểu đồ đánh giá mức độ phát thải khí CO ở áp phun 1kg/cm²

Từ bảng so sánh và biểu đồ ta có thể thấy rằng. Lượng phát thải CO có xu hướng giảm khi phun trực tiếp LPG so với khi phun trên đường nạp có nghĩa là phát thải CO giảm khi tốc độ động cơ tăng.

Kết quả thực nghiệm cho thấy lượng phát thải khí CO trong quá trình thực nghiệm của động cơ khi phun trên đường nạp cao hơn khi phun trực tiếp ở các mức vòng tua 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 với áp suất phun 1kg/cm^2 lần lượt là: 5,9 %, 64,86 %, 47,86 %, 64,84 %, 62,5%, 67,65%, 66,6%, 47,67%, 52,92%.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Thiết kế và chế tạo được hệ thống điều khiển phun khí trực tiếp cho động cơ diesel cỡ nhỏ.

Kim phun kiểu mở ngược mang lại nhiều lợi ích: với lỗ phun lớn hơn, lượng nhiên liệu khí phun ra tăng lên đáng kể, giúp nâng cao công suất và ngăn chặn hiện tượng khí cháy lọt ngược vào bình chứa.

Việc phun nhiều nhiên liệu khí không chỉ đảm bảo hiệu suất hoạt động tốt ở tốc độ cao mà còn tiết kiệm nhiên liệu. Nhờ vào hiệu suất đốt cao, kim phun này giúp tiết kiệm hơn so với các phương pháp phun khí truyền thống.

Ngoài ra, áp suất phun và hành trình mở của van kim có thể dễ dàng được điều chỉnh một cách linh hoạt và nhanh chóng, phù hợp với từng loại khí và điều kiện thí nghiệm khác nhau.

Kim phun LPG kiểu phun trực tiếp không chỉ gia tăng khối lượng hỗn hợp mới nạp vào xi lanh mà còn tạo điều kiện cho việc phân lớp hỗn hợp trong buồng cháy. Điều này làm tăng độ tin cậy khi đánh lửa bằng tia phun môi, cho phép kéo dài thời gian phun và cải thiện công suất động cơ so với phương pháp phun trên đường nạp.

Kim chế tạo khi phun trực tiếp LPG vào động cơ tăng 1,6% so với kim cải tạo ở dãy tốc độ thấp, và có xu hướng tăng dần ở tốc độ cao do có thể phun thêm nhiên liệu khí vào buồng đốt sau khi xupap nạp đóng.

Khi phun LPG trên đường nạp thì công suất động cơ thấp hơn đến 11,9 % so với khi phun trực tiếp tương ứng với áp suất phun 3 kg/cm²

Mức độ phát thải NO_x khi phun trên đường nạp giảm 95,5 % so với khi phun trực tiếp. Mức độ phát thải CO₂ phun trên đường nạp giảm 30,9 % so với phun trực tiếp và mức độ phát thải khí CO khi phun trên đường nạp tăng 61,83 % so với khi phun trực tiếp tương ứng với áp suất phun 3 kg/cm².

Có thể cho động cơ hoạt động khi giảm diesel và tăng lượng LPG bằng cách điều chỉnh thời gian và áp suất kim phun

Hướng phát triển đề tài:

Cần tiến hành xây dựng đặc tính kim phun để có thể điều khiển chính xác lượng phun

Nghiên cứu sử dụng đa dạng các loại nhiên liệu khí thay thế, tái tạo, dùng cho động cơ phun khí trực tiếp. Đánh giá tính khả thi về mặt kinh tế và kỹ thuật của từng loại nhiên liệu.

Nghiên cứu tối ưu hóa hỗn hợp nhiên liệu: Phân tích và tối ưu hóa tỉ lệ hỗn hợp nhiên liệu – không khí để đạt hiệu quả đốt cháy tốt nhất. Nghiên cứu thực nghiệm và đánh giá các tiêu chí kỹ thuật và phát thải trên động cơ bằng cách thực hiện các bài

thử nghiệm trên động cơ với các loại nhiên liệu khác nhau, so sánh hiệu suất và các chỉ số phát thải (CO_2 , NO_x , HC, CO). Đánh giá ảnh hưởng của việc sử dụng nhiên liệu khí đến hiệu suất động cơ và các chỉ tiêu môi trường.

Nghiên cứu tối ưu tỉ số nén cho động cơ dual fuel để đạt được hiệu suất tốt hơn tránh được tình trạng bị kích nổ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Vo Tan Chau, Tran Dang Long, Nguyen Quoc Sy, Cao Quang Khai, Nguyen Thanh Nhan, Le Vu Minh Hao (2022) *A Study on LPG-Injection-Based Speed Regulator for Dual Fuel Diesel Engine*.
- [2] Asmaa A. Ibrahim , Hoda D. Fahmy & Safaa R. Mahmoud .(2018). *Knowledge and Attitude regarding Global Warming Phenomenon among Assiut University Students*. Vol , (6) No , (14) August 2018
- [3] Michael E. Mann, Zhihua Zhang, Malcolm K. Hughes, Raymond S. Bradley, Sonya K. Miller, Scott Rutherford, and Fenbiao Ni (2008). *Proxy-based reconstructions of hemispheric and global surface temperature variations over the past two millennia*. Epub 2008 Sep 2
- [4] Jothi, N.M.; Nagarajan, G.; Renganarayanan, S. *Experimental studies on homogeneous charge CI engine fueled with LPG using DEE as an ignition enhancer*. Renew. Energy 2007, 32, 1581–1593
- [5] Diễn đàn ISO (2022). *Các tác động của cacbon dioxide với ô nhiễm không khí*, <https://diendaniso.com/khi-co2-la-gi-cac-tac-dong-cua-carbon-dioxide-voi-o-nhiem-khong-khi/>
- [6] Martin Parry, Osvaldo Canziani, Clair Hanson, Jean Palutikof, Paul van der Linden. *Climate Change 2007*,
- [7] Diễn đàn ISO (2022). *Các tác động của cacbon dioxide với ô nhiễm không khí*, <https://diendaniso.com/khi-co2-la-gi-cac-tac-dong-cua-carbon-dioxide-voi-o-nhiem-khong-khi/>
- [8] Báo nhân dân (2021). *Loại bỏ CO₂ ra khỏi bầu khí quyển*, https://special.nhandan.vn/loaibo_CO2_biendoikhihau/index.html
- [9] The IMBIE team (2018). *Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017*. 558, pages 219–222 (2018).
- [10] Marvel et al.(2019). *Ask the Experts: Drought and Climate Change in California*.
- [11] K.J.E. Walsh¹, S.J. Camargo, T.R. Knutson, J. Kossin, T.-C. Lee, H. MuraKami, and C. PaTriCola (2019). *Tropical Cyclones And Climate Change*. 8(4):240-250
- [12] Mikheev A, et. Al (2003) *Experimental study of Syngas high-temperature plasma characteristics, Papers of Technical Meeting on Frontier Technology and Engineering*
- [13] Changwei Ji, Xiaoxu Dai, Bingjie Ju, Shuofeng Wang, Bo Zhang, Chen Liang, Xiaolong Liu, (2012). *Improving the performance of a spark-ignited gasoline engine with the addition of Syngas produced by onboard ethanol steaming reforming*, *International Journal of Hydrogen Energy*, 37, p7860-786

- [14] John Scahill, et. al (April 2006) *Trace Metal Scavenging from Biomass Syngas Using Novel Sorbents*
- [15] Juan Daniel Martínez, Khamid Mahkamov, Rubenildo V. Andrade , Electo E. Silva Lora (2012). *Syngas production in downdraft biomass gasifiers and its application using internal combustion engines*, Volume 38, Issue 1, February 2012, Pages 1-9
- [16] Nguyễn Tường Vi (2014), *Nghiên cứu sử dụng LPG làm nhiên liệu thay thế trên động cơ diesel hiện hành*
- [17] Weaver CS, et. Al. *Xe khí đốt tự nhiên – đánh giá về tình trạng kỹ thuật*, Giấy SAE, 892133.
- [18] Liu Z, Karim GA. *Mô phỏng quá trình đốt cháy trong động cơ diesel nhiên liệu khí*. J Power Energy 1997; 211:159-69.
- [19] Bahaaddein, Sulaiman, Abdul Karim (2015), *Performance study of imitated Syngas in a dual-fuel compression ignition diesel*, Tập 11, Trang 2282-2293
- [20] Felipe Centeno, (2012) *Theoretical and experimental investigations of a downdraft biomass gasifier - spark ignition engine power system*. Renewable Energy 37 pp 97-108.
- [21] Trần Thị Thu Hương (2019), *Tuyển tập báo cáo các nghiên cứu khoa học quốc tế ngành y học dành cho các bạn tham khảo đề tài: A Computational Study of the Effects of Injection Strategies on Performance and Emissions of a Syngas/Diesel Dual-Fuel Engine*, Hội nghị khu vực AUN/SEED-Net lần thứ 5 toàn cầu
- [22] B.B. Sahoo, N. Sahoo, U.K. Saha (2009), *Effect of engine parameters and type of gaseous fuel on the performance of dual fuel gas diesel engines: a critical review*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 13 1151-1184.
- [23] Ciniviz, M. *Dizel Motorlarında Dizel Yakıtı ve LPG Kullanımının Performans ve Emisyonu Etkisi. Ph.D. Thesis, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Turkey, 2001*
- [24] Saleh, H.E. *Effect of variation in LPG composition on emissions and performance in a dual fuel diesel engine*. Fuel 2008, 87, 3031–3039.
- [25] Rao, G.A.; Raju, A.V.S.; Govinda Rajulu, K.; Mohan Rao, C.V. *Performance evaluation of a dual fuel engine (Diesel + LPG)*. Indian J. Sci. Technol. 2010, 3, 235–237.
- [26] Mirgal, N.; Kumbhar, S.; Ibrahim, M.M.; Chellapachetty, B. *Experimental investigations on LPG—Diesel dual fuel engine*. J. Chem. Pharm. Sci. 2017, 10, 211–214.

- [27] D.H. Qi, H. Chen, L.M. Geng, Y. ZH. Bian (2007). *Combustion and exhaust emission characteristics of a compression ignition engine using liquefied petroleum gas-diesel blended fuel*. *Energy Convers. Manag.* 2007, 48, 500–509
- [28] Nguyễn Văn Tuấn, Vũ Minh Diễn, Nguyễn Văn Nhinh, Nguyễn Phi Trường, Nguyễn Huy Chiến, Nguyễn Hữu Tuấn (2021). *Nghiên cứu ảnh hưởng góc phun sớm tới động cơ diesel khi thay thế 20% nhiên liệu lpg*. ISSN 2354-0575
- [29] A.T. Ergenc., DO" Koca (2014), *PLC controlled single cylinder diesel– LPG engine*, *Fuel* (2014) 273–278
- [30] L. Goldsworthy (2012), *Combustion behavior of a heavy duty common rail marine diesel engine fumigated with propane*, *Exp. Thermal Fluid Sci.* 42 93–106
- [31] Keiichi Akao, *Low Emission and Knock-Free Combustion with Rich and Lean Biform Mixture in a DualFuel CI Engine with Induced LPG as the Main Fuel Low Emission and Knock-Free Combustion with Rich and Lean Biform Mixture in a Dual-Fuel CI Engine with Induced LPG as the Main Fuel*. SAE 2001-01-3502:2001.
- [32] Andrew C. Polk, Chad D. Carpenter, Kalyan Kumar Srinivasan, Sundar Rajan Krishnan (2014), *An investigation of diesel–ignited propane dual fuel combustion in a heavy-duty diesel engine*, *Fuel* 132 (2014).
- [33] Y.E. Mohamed Selim (2004), *Sensitivity of dual fuel engine combustion and knocking limits to gaseous fuel composition*, *Energy Convers. Manage.* 45 411–425.
- [34] Bảo, T. S. H. Q., et al. "Thực trạng ô nhiễm môi trường trong ngành công nghiệp ô tô việt nam." BỘ MÔI TRƯỜNG: 16.

MỤC LỤC MINH CHỨNG SẢN PHẨM CỦA ĐỀ TÀI

Họ và tên chủ nhiệm đề tài: Hồ Trần Ngọc Anh

Mã số đề tài: T2023-06-09

	STT	Tên minh chứng
	MINH CHỨNG CHO PHÉP ĐỦ ĐIỀU KIỆN NGHIỆM THU	
☒		Đơn đề nghị xem xét nghiệm thu đề tài Khoa học & Công nghệ cấp trường (được cho phép nghiệm thu)
	SẢN PHẨM KHOA HỌC	
☒		Designing a direct syngas injector following the reverse-flow pattern in SI engine, Kỷ yếu Hội thảo quốc tế Ứng dụng công nghệ mới trong công trình xanh, lần thứ 9 AtiGB 2024.
☒	1	Trang bìa kỷ yếu
☒	2	Mục lục
☒	3	Toàn văn bài báo
☒	4	Minh chứng chứng minh bài báo đăng trên tạp chí/kỷ yếu thuộc <u>danh mục tính điểm khoa học của Hội đồng chức danh giáo sư nhà nước</u>
	SẢN PHẨM ỨNG DỤNG	
	*	Sản phẩm là dạng thiết bị, vật liệu: Động cơ diesel sử dụng lưỡng nhiên liệu điều khiển phun khí trực tiếp
☒		Hình ảnh sản phẩm - Ảnh 1 : Ảnh vòi phun khí trực tiếp - Ảnh 2 : Ảnh bộ cảm biến tín hiệu phun - Ảnh 3 : Ảnh vòi phun lắp đặt trên nắp máy

(Kèm theo Quyết định số: 42/QĐ-HĐGSNN ngày 06 tháng 7 năm 2022)

3. HỘI ĐỒNG GIÁO SƯ LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ – ĐỘNG LỰC

a) Các chuyên ngành (Specialization):

- 3.1. Chế tạo Máy (Machine Manufacturing Engineering)
- 3.2. Cơ khí Quốc phòng (National Defense Mechanical Engineering)
- 3.3. Cơ khí Giao thông (Transport Mechanical Engineering)
- 3.4. Cơ khí Nông – Lâm nghiệp (Agro – Forestry Mechanical Engineering)
- 3.5. Cơ khí Xây dựng (Constructional Mechanical Engineering)
- 3.6. Cơ khí Thủy sản (Aquatic Mechanical Engineering)
- 3.7. Cơ khí Địa chất (Geological Mechanical Engineering)
- 3.8. Cơ khí Hóa (Chemical Mechanical Engineering)
- 3.9. Cơ khí bảo quản chế biến Nông Lâm Thủy sản (Mechanical Engineering in Storage & Processing of Agro – Forestry – Aquatic Products)
- 3.10. Động cơ Đốt trong (Combustion Engine)
- 3.11. Ô tô – Máy kéo (Automobile and Tractor)
- 3.12. Máy Thủy khí (Aero – Hydraulic Machinery)
- 3.13. Công nghệ Nhiệt lạnh (Technological Thermal and Refrigeration)
- 3.14. Máy Năng lượng (Energy Machinery)
- 3.15. Công nghệ Dệt (Textile Technology)
- 3.16. Công nghệ Cắt May (Fashion Design Technology)
- 3.17. Cơ – Điện tử (Mechatronic)
- 3.18. Kỹ thuật hệ thống công nghiệp (Industrial Systems Engineering)

b) Danh mục tạp chí được tính điểm:

TT	Tên tạp chí	Chỉ số ISSN	Loại	Cơ quan xuất bản	Điểm
1.	Các tạp chí khoa học Việt Nam và quốc tế		Tạp chí	ISI, Scopus (IF $\geq 2,5$) ISI, Scopus ($1 \leq IF < 2,5$) ISI, Scopus (IF < 1)	0 – 3,0 0 – 2,0 0 – 1,5
2.	Các tạp chí khoa học quốc tế khác có mã số ISSN		Tạp chí	Do HĐGSNN quyết định từng trường hợp cụ thể	0 – 1,0 Online 0-0,75 Không online
3.	Báo cáo khoa học tại hội nghị khoa học quốc tế viết bằng tiếng Anh,		Kỷ yếu	Đăng toàn văn trong kỷ yếu (Proceedings) có phản biện khoa học (có chỉ số ISBN)	0 – 1,0
4.	Báo cáo khoa học tại hội nghị khoa học quốc gia		Kỷ yếu	Đăng toàn văn trong kỷ yếu có phản biện khoa học (từ năm 2017, phải có chỉ số ISBN)	0 – 0,5
5.	Cơ khí Việt Nam	2615-9910 (0866-7056)	Tạp chí	Hội Cơ khí Việt Nam	0 – 0,5

(Kèm theo Quyết định số: 42/QĐ-HĐGSNN ngày 06 tháng 7 năm 2022)

6.	Công nghiệp	0868-3778	Tạp chí	Bộ Công thương	0-0,25 trước 2013
7.	Công nghiệp Nông thôn	1859-4026	Tạp chí	Hội Cơ khí Nông nghiệp Việt Nam	0 – 0,5 0 từ 2022
8.	Giao thông Vận tải	2354-0818 e-2615-9791 (0866-7012)	Tạp chí	Bộ Giao thông vận tải	0 – 0,5
9.	Journal of Technology and Innovation	2773-6202	Tạp chí	Trường ĐH Kỹ thuật công nghệ TP.HCM (HUTECH)	0 – 0,25 từ 2022
10.	Khoa học	1859-1388	Tạp chí	Đại học Huế	0 – 0,5
11.	Khoa học – Công nghệ	1859-316X	Tạp chí	Trường Đại học Hàng hải Việt Nam	0 – 0,5
12.	Khoa học & Công nghệ các trường ĐH kỹ thuật: - Đến 3/2015 (số 1-104) - Đến 11/2020 (số 105-147) - Từ 2021 (từ số 148) + JST: Engineering and Technology for Sustainable Development + JST: Smart Systems and Devices	- 0868-3980 từ 12/1996 - 2354-1083 từ 3/2015 - 2734-9381 từ 3/2021 2734-9373	Tạp chí	Trường ĐH Bách khoa Hà Nội, ĐH Đà Nẵng, Trường ĐH Kỹ thuật Công nghiệp-ĐH Thái Nguyên, Trường ĐH Kinh tế Kỹ thuật Công nghiệp, Trường ĐH Bách khoa TP.HCM, Trường ĐHSPTK TP.HCM, Học viện CNBCVT	0 – 1,0
13.	Khoa học & Kỹ thuật	1859-0209	Tạp chí	Học viện Kỹ thuật Quân sự	0 – 0,5 0 – 0,75 từ 2022
14.	Khoa học các trường đại học	0868-3034	Thông báo	Bộ Giáo dục và Đào tạo	0 - 0,25 trước 2012
15.	Khoa học Công nghệ Giao thông vận tải	1859-4263	Tạp chí	Trường ĐH Giao thông Vận tải TP. Hồ Chí Minh	0 – 0,5
16.	Khoa học Công nghệ Thủy sản (Tên cũ: Thủy sản)	1859-2252	Tạp chí	Trường ĐH Nha Trang	0 – 0,5
17.	Khoa học Công nghệ và Thực phẩm	0866-8132	Tạp chí	Trường ĐH Công nghiệp thực phẩm TP.HCM	0 – 0,25 từ 2020
18.	Khoa học Công nghệ Xây dựng, Journal of Science and Technology in Civil Engineering	p-2615-9058 e-2734-9489, p-1859-2996 e-2734-9268	Tạp chí ACI	Trường ĐH Xây dựng	0 – 0,5 0 – 0,75 từ 2020
19.	Khoa học Đại học Huế: Kỹ thuật và Công nghệ	2588-1175 e-2615-9732	Tạp chí	Đại học Huế	0 – 0,25 từ 2020

(Kèm theo Quyết định số: 42/QĐ-HĐGSNN ngày 06 tháng 7 năm 2022)

20.	Khoa học Đại học Huế: Nông nghiệp và Phát triển nông thôn	2588-1191 e-2615-9708	Tạp chí	Đại học Huế	0 – 0,25 từ 2020
21.	Khoa học giáo dục kỹ thuật	2615-9740-E 1859-1272	Tạp chí	Trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật TP. HCM	0 – 0,5
22.	Khoa học Giao thông vận tải	1859-2724 e-2615-9554	Tạp chí ACI	Trường ĐH Giao thông vận tải Hà Nội	0 – 0,5 0 – 0,75 từ 2020
23.	Khoa học kỹ thuật Mô địa chất	1859-1469	Tạp chí	Trường ĐH Mỏ - Địa chất	0 – 0,25 từ 2020
24.	Khoa học Kỹ thuật Nông Lâm nghiệp	1859-1523 e-2615-949X	Tạp chí	Trường ĐH Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh	0 – 0,5
25.	Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường	1859-3941	Tạp chí	Trường ĐH Thủy lợi	0 – 0,5
26.	Khoa học Nông nghiệp Việt Nam (tiếng Việt và tiếng Anh, Tên cũ: Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp)	1859-0004	Tạp chí	Học viện Nông nghiệp Việt Nam	0 – 0,5
27.	Khoa học và Công nghệ	1859-1531	Tạp chí ACI	Đại học Đà Nẵng	0 – 0,5 0 – 0,75 từ 2019 0 – 1,0 từ 2022
28.	Khoa học và Công nghệ	2734-9098 e-2615-9562 (1859-2171)	Tạp chí	Đại học Thái Nguyên	0 – 0,5
29.	Khoa học và Công nghệ	1859-3585	Tạp chí	Trường ĐH Công nghiệp Hà Nội	0 – 0,5
30.	Khoa học và Công nghệ	0866-7896	Tạp chí	Trường ĐH Kinh tế - Kỹ thuật công nghiệp	0 – 0,25 từ 2021
31.	Khoa học và công nghệ	2354-0575	Tạp chí	Trường ĐH Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên	0 – 0,25 từ 2016 0 – 0,5 từ 2020
32.	Khoa học và Công nghệ	0866-708X	Tạp chí	Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam	0 – 1,0
33.	Khoa học và Công nghệ Nhiệt	0868-3336	Tạp chí	Hội Kỹ thuật Nhiệt Việt Nam	0 – 0,5
34.	Khoa học và Công nghệ Việt Nam – bản B,	1859-4794	Tạp chí	Bộ Khoa học và Công nghệ	0 – 0,25 từ 2020
35.	Nghiên cứu khoa học	1859-4190	Tạp chí	Trường ĐH Sao đỏ	0 – 0,25 từ 2021

(Kèm theo Quyết định số: 42/QĐ-HĐGSNN ngày 06 tháng 7 năm 2022)

36.	Nghiên cứu Khoa học & Công nghệ Quân sự	1859-1043	Tạp chí	Viện Khoa học và Công nghệ Quân sự	0 – 0,5
37.	Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (Tên cũ: KHKT Nông nghiệp; Nông nghiệp và Công nghiệp thực phẩm)	1859-4581 (0866-7020)	Tạp chí	Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn	0 – 0,5
38.	Phát triển Khoa học và công nghệ	1859-0128	Tạp chí	Đại học Quốc gia TP. HCM	0 – 0,75
39.	Science journal of Transportation	2410-9088	Tạp chí	Trường ĐH GTVT (UTC), ĐH kỹ thuật Giao thông đường bộ Matxcova (MADI), ĐH Giao thông Tây Nam Trung Quốc (SWJTU)	0 – 0,50 từ 2020
40.	Thông tin Khoa học Lâm nghiệp	1859-3828	Tạp chí	Trường Đại học Lâm nghiệp	0-0,25 trước 2012
41.	Thủy lợi	0868-8736	Tạp chí	Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn	0-0,25 trước 2013
42.	Tin học và Điều khiển học - Journal of Computer Science and Cybernetics	1813-9663	Tạp chí ACI	Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam	0 – 0,5
43.	Vietnam Journal of Mechanics (Tên cũ: Cơ học)	0866-7136	Tạp chí ACI	Viện HL Khoa học và Công nghệ Việt Nam	0 – 1,0 0 – 1,25 từ 2020
44.	Vietnam Journal of Science, Technology and Engineering, part C,	2525-2461	Tạp chí ACI	Bộ Khoa học và Công nghệ	0 – 0,75 từ 2020
45.	Xây dựng	2734-9888 (0866-8762)	Tạp chí	Bộ Xây dựng	0 – 0,25 0 từ 2022
46.	Tuyển tập các bài báo khoa học tại HNKH lần thứ 20 nhân kỷ niệm 50 năm thành lập trường ĐHBK Hà Nội tháng 10 – 2006,	GPXB	Kỷ yếu	Trường ĐH Bách khoa Hà Nội	0 – 0,5 0 từ 2022



ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THE UNIVERSITY OF DANANG - UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND EDUCATION

KỶ YẾU
HỘI THẢO QUỐC TẾ
ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ MỚI
TRONG CÔNG TRÌNH XANH, LẦN THỨ 9

PROCEEDINGS OF THE 9th INTERNATIONAL CONFERENCE ON
APPLYING NEW TECHNOLOGY IN GREEN BUILDINGS

ATiGB 2024



NHÀ XUẤT BẢN THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG

MỤC LỤC

i

Lời giới thiệu

Nghiên cứu mô phỏng thành phần Syngas với hệ số ER thay đổi theo từng điều kiện khí hóa	1
---	---

Trần Thanh Sơn, Phùng Minh Tùng, Lê Khắc Thịnh, Trần Phước Dinh

3D Numerical investigation of heat transfer process in a double pipe longitudinal fined heat exchanger	7
--	---

Son Nguyen Thanh

Tiếp cận hình ảnh các công trình kiến trúc và đô thị cổ tại Việt Nam trong lịch sử thông qua phương pháp tái tạo đồ họa	14
---	----

Lưu Thiên Hương, Đinh Nam Đức

Research on minimizing the possibility of backfire when providing additional HHO for internal combustion engines	21
--	----

Le Chau Thanh Nguyen, Văn Ga Bui, Hoai Nguyen, Khắc Bình Le, Tan Thong Ngo, Tran Anh Ngoc Ho

Calculation and simulation of the thermal load of a vehicle air conditioning system	26
---	----

Dang Tien Phuc, Ho Thanh Phong, Nhanh Van Nguyen, Nguyen Hay, Nguyen Thanh Tan, Pham Van Kien

Mô phỏng đặc tính tua-bin tesla tận dụng khí xả động cơ trên xe hybrid để chạy máy phát điện	31
--	----

Nguyễn Minh Tiến, Đỗ Phú Nguru, Lê Văn Hoàng, Đinh Công Huy

Ảnh hưởng của silica fume và xi lò cao nghiền mịn đến một số tính chất cơ học và độ thấm clorua của bê tông hạt nhỏ tính năng cao	37
---	----

Lê Thanh Tâm, Võ Duy Dẫn, Nguyễn Thế Dương, Nguyễn Tấn Khoa

Nghiên cứu sử dụng kết hợp xi lò cao nghiền mịn và bột đá vôi để cải thiện tính chất cơ học và sức kháng clorua của bê tông hạt nhỏ tính năng cao	43
---	----

Phạm Ngọc Việt, Nguyễn Anh Đô, Trần Thanh Sỹ, Thái Viết Lễ, Đoàn Vĩnh Phúc, Nguyễn Tấn Khoa

Evaluation of kinetics and material aspects in solid-state hydrogen storage	50
---	----

Bui Van Hung, Vo Du Dinh, Lam Dao Nhon, Mai Duc Hung, Le Anh Van, Nguyen Hung Tam, Vo The Hac, Phan Nhu Thuat, Duong Anh Khoa, Huynh Gia Huy, Ha Anh Vu

Research on improving the crankshaft connecting rod piston system of engines using renewable gas fuel NH_3	58
--	----

Bui Van Hung, Ho Tran Ngoc Anh, Ha Anh Vu, Le Viet Viet, Tran Anh Khoa, Tran Viet Thang, Nguyen Duc Tuan Anh, Mai Duc Hung, Pham Viet Anh Dien

Sử dụng bùn thải nhà máy trộn để chế tạo bê tông xi măng dùng trong xây dựng	63
--	----

Trần Thị Phương Huyền, Hồ Văn Quân

Research on LiFePO ₄ material for application as a cathode in aqueous hybrid zinc-ion batteries	156
Duong Thu Huong, Nguyen Quang Bien	
Synthesis of Beta-MnO ₂ material for high-performance cathode electrode in pouch-type aqueous zinc-ion batteries via one-step hydrothermal method	160
Duong Thu Huong, Nguyen Duy Hung, Ta Van Huong, Hoang Minh Tuan, Nguyen Ngoc Tu, Pham Tung Duong	
Phân cấp rủi ro và đề xuất một số giải pháp quản lý rủi ro dự án công trình giao thông trong giai đoạn thi công	165
Lê Thị Phụng, Phan Cao Thọ	
Enhancing the dendrite suppression and mitigating side reactions in hybrid aqueous zinc-ion batteries using dimethyl sulfoxide (DMSO) as an electrolyte additive	170
Duong Thu Huong, Ta Van Huong, Nguyen Ngoc Tu, Vu Phi Hung, Hoang Minh Tuan, Pham Tung Duong	
Experimental adjustment of the biogas - hydrogen fuel supply process for a spark ignition engine	175
Bui Van Hung, Nguyen Minh Tien, Ho Tran Ngoc Anh, Le Anh Van	
Designing a direct syngas injector following the reverse-flow pattern in SI engine	182
Ho Tran Ngoc Anh, Vo The Hac, Phan Nhu Thuat, Dao Huu Viet Thang, Duong Anh Khoa, Ta Cong Vuong, Lam Dao Nhon, Pham Viet Anh Dien, Vo Du Dinh, Bui Van Hung	
A Meta-analysis of the role of subjective norm in information technology acceptance	189
Nguyen Van Noi, Cao Thi Xuan My	
Mô phỏng tính bền cho đĩa phanh, phần tử đàn hồi xe điện chuyển đổi từ xe danabus sử dụng động cơ diesel	197
Lê Văn Quang, Lê Văn Quý, Lê Văn Quang, Hồ Tấn Trung, Nguyễn Minh Tiến	
Investigating welding compatibility between stainless steel rods ER304L, ER308L, ER309L, ER316L and common die steel SKD61, SKD11, P20, S50C in die reparation	204
Xuan Tien Vo	
Điều khiển Bền vững PID/H _∞ cho máy bay bốn cánh quạt	208
Ngô Đăng Hùng, Trần Thế Phong, Phạm Thanh Phong, Nguyễn Phú Sinh	
Khả năng bền chịu môi trường hoá của vật liệu nanocomposite trên cơ sở nanosilica và nhựa nền polyeste không no	216
Phan Thị Thúy Hằng	
Maximizing resource efficiency: Circular economy approaches to recycling and upcycling in construction	220
M.Deepika, AR. Nived Narendran, AR.N. Jothilakshmy	
Balancing progress & preservation: The environmental impact on indigenous fishing communities along the kosasthalaiyar river creek, ennore	225
Mervin Joseph Catchirayar, Nived Narendran, Dr.N. Jothilakshmy	
Enhancing safety and livability in temporal urban spaces: A CPTED Approach in Chennai	230
Rhea.E. Charles, Ar. Nived Narendran, Dr. N Jothilakshmy	

DESIGNING A DIRECT SYNGAS INJECTOR FOLLOWING THE REVERSE-FLOW PATTERN IN SI ENGINE

*Ho Tran Ngoc Anh, Vo The Hac, Phan Nhu Thuat, Dao Huu Viet Thang,
Duong Anh Khoa, Ta Cong Vuong, Lam Dao Nhon, Pham Viet Anh Dien, Vo Du Dinh, Bui Van Hung**

*bvhung@ute.udn.vn

Abstract: The application of syngas in internal combustion engines has gradually become popular in current research. However, the composition of syngas is always changing, so designing injectors to adjust the appropriate fuel amount for the engine is extremely necessary. The reverse-opening gas injector allows a large flow of syngas to be directly supplied to the combustion chamber. This solves the drawback of poor fuel for syngas, and this design prevents the compressed air pressure from being pushed back into the injector, ensuring the engine's

combustion efficiency. To insure the feasibility and effectiveness of the design, simulations, and tests will be conducted to insure stability and safety when applied in practice. This research not only provides advanced technical solutions but also makes a significant contribution to environmental protection and engine efficiency improvement.

Keywords: Syngas; reverse-opening nozzle; syngas engine.

1. INTRODUCTION

In the context of increasing climate change and the warning of the depletion of fossil resources, research and development of renewable energy sources are more urgent than ever. The expression is that a lot of countries around the world are transitioning from fossil fuels to renewable sources of energy, such as solar, wind, hydropower, and biomass.

In this field, the application and development of advanced methods to harness biomass, a potential renewable energy source, is an important part of the renewable energy revolution. Among the applications of biomass, the production of syngas from biomass sources is a potential solution to replace fossil fuels in combustion processes.

However, a major challenge to the use of syngas gas is its poor A/F ratio [1]. The A/F ratio of syngas in a mixture of completely combustion gases in theory ranges from 1 to 1.2, much lower than that of methane gases [1]. Because the A/F ratio is low, the spraying time will be extended, and the amount of gas fuel supplied at the intake stroke will not be completely sucked into the cylinder at the end of the intake. This makes the engine's equivalent coefficient unattainable as a fully theoretical combustion value, especially when the engine runs at high speeds [2]. In addition, a quantity of fuel will accumulate on the intake pipe in the previous cycle, disrupt the equivalent coefficient of the mixture in subsequent cycles, and cause the reverse explosion phenomenon [3]. To solve this problem, research and application of a reverse-open air injection nozzle directly into the combustion chamber is a potential approach. Direct spraying of syngas into the combustion chamber is an effective

solution to resolve the weaknesses of mixing on the intake pipe [4].

Within the scope of this project, we focused on researching and manufacturing a direct gas injection nozzle for the Honda GX160 engine, an attempt to leverage the efficiency of biomass fuels, namely syngas gas, to enhance the efficiencies and performance in the combustion process when using syngas instead of fossil fuels as before [5–6]. This not only helps reduce our dependence on fossil energy but also makes use of the biomass available in rural Vietnam. By developing new technology, we are opening the door to a future of cleaner and more sustainable energy use. Clean energy not only helps protect the environment and reduce pollution but also provides a plentiful energy supply, contributing to the country's economic efficiency.

2. THEORETICAL BASIS

The syngas gas fuel injection nozzle is designed and applied to the Honda GX160 engine and consists of several main components, such as the air connector hose, blocking ring covers, shell cap, coil housing, solenoid coil, center bolt, magnetic suction, compression spring, valve body, nozzle pushbar, and spray valve hood. These are also some of the basic parts of traditional gas pipes. However, the new point in the injection nozzle design here is that the closure method allows the hose to have superior and more efficient advantages in the process of injecting air directly into the combustion chamber.

2.1. Calculation equation

Air flow equation [7]:

$$R_m = \frac{n}{60} \times \frac{D}{2} \times \eta_v \times d_0 \times \frac{p}{p_0} \times \frac{T_0}{T} \left(\frac{\text{kg}}{\text{s}} \right) \quad (1)$$

In there: D: Cylinder capacity $163 \text{ cm}^3 = 1.63 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ [8], n: Number of crankshaft revolutions at 3600 rpm [1]. Because during the loading process, the air volume will not be fully loaded in comparison to the theoretical data, the load performance η_v and the air weight ratio d_0 must be taken into account.

The flow of syngas loaded into the combustion chamber depends heavily on the pressure and temperature at the end of the exhaust stroke and at the beginning of the intake stroke is P_0 and T_0 . And parameters such as P, T are the pressure and temperature at the end of the intake stroke, this is the parameter that evaluates the full charge level and performance stroke in each engine cycle.

The equation calculates the amount of fuel injected into a cylinder: [7]

$$m_{\text{syngas}} = \frac{R_m}{A/F_d} (\text{kg}) \quad (2)$$

In there: Because Syngas is a poor fuel, the syngas A/Fd ratio is very small =1.2, [1]. R_m : Air flow in mass.

Syngas mass calculation equation [7]:

$$m_{\text{syngas}} \approx \rho_{\text{syngas}} \times A_{\text{ff}} \times \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\gamma_{\text{syngas}}}} \cdot T_m (\text{kg}) \quad (3)$$

In there: ρ_{syngas} in the density of syngas, γ_{syngas} là syngas's own weight, A_{ff} : It's useful open acreage of the nozzle needle, Δp : The amount of pressure increases during the intake stroke, T_m : Spray opening time. In this part of the study, the team calculated ρ_{syngas} and γ_{syngas} : calculated according to the composition of Syngas as follows: 15-20% H_2 , 15-20% CO , 1-5% CH_4 , 10-15% CO_2 , the rest is N_2 . [2]

Equation to calculate magnetic susceptibility in the solenoid coil [6]:

$$B = \mu \cdot \mu_0 \cdot n \cdot I = \mu \cdot \mu_0 \cdot \frac{N}{l} \cdot I \quad (4)$$

In there: B: Magnetic susceptibility from inside the coil, I: Power supply intensity for the coil, N is total number of wire rings wrapped on the valve body, l: the length of the wire pipe, n is number of wire rings on a unit length of the wire pipe, μ : relative magnetic permeability, μ_0 : is magnetic constant.

Then the energy of electricity will be converted into two forms: One is the heat that radiates into the environment, and the other is the electric field energy:

$$w_m = \frac{1}{2} \times \frac{B^2}{\mu \cdot \mu_0} \times V \quad (5)$$

In there: V is the volume of the wire tube, B is magnetic susceptibility, μ is relative magnetic permeability, μ_0 is magnetic constant.

In the process of creating magnetic fields inside the solenoid coil, quantities such as voltage, current and electromagnetism are closely related. This is described by the following equation:

$$v_0 = Ri \times \frac{d\lambda}{dt} \quad (6)$$

In there: λ is the total of the magnetic flux in the whole block, v_0 is the voltage that supplies the coil, R is the resistance of the coil, i is the power supply for the nozzle.

The following formula represents the total magnetic flux in the entire block λ containing the coil, proportional to the magnetic flux of the coil ϕ :

$$\lambda = N \times \phi (\text{kg}) \quad (7)$$

Accordingly, the formula (5) can be rewritten as:

$$v_0 = Ri + N \times \frac{d\phi}{dt} \quad (8)$$

In addition, the relationship between magnetic flux and current is represented as a function of the current:

$$\lambda = L(x) \times i \quad (9)$$

In there: $L(x)$ Inductance of the wire. Combining the equations (5) and (7), we get the relationship between voltage and current written as follows:

$$v_0 = Ri + L(x) \cdot \frac{di}{dt} + i \times \frac{dL(x)}{dx} \times \frac{dx}{dt} \quad (10)$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{L(x)} \times [v_0 - Ri - i \times \frac{dL(x)}{dx} \times \frac{dx}{dt}] \quad (11)$$

Combining the equations above us gives the following results:

$$W'_m(i, x) = \int_0^i \lambda(i, x) di = \int_0^i L(x) i di = \frac{1}{2} i^2 \cdot L(x) \quad (12)$$

In there: W'_m : a function in the coil and its inductance.

The inductance $L(x)$ of coil is calculated as follows:

$$L(x) = \frac{N^2}{\sum_i R_i} \quad (13)$$

In there: $\sum_i R_i$

is the total magnetoresistance of the system.

The relationship between the number of wire rings and the intensity of the current, is expressed through the Ampe law:

$$\oint Hdl = N \times i \quad (14)$$

2.2. Technical specifications

Table 1. Specifications required for the Honda GX160 engine

No	Symbols	Parameter	Dimensions
1	Cylinder Capacity (D)	163	cm ³
2	Number of crankshaft revolutions (n)	3000	Rpm
3	Charging performance(η_v)	0,8	
4	End of charge temperature (T)	330	K
5	Initial loading temperature (T ₀)	700	K

Table 1 has given the specific parameters for the operating conditions of the Honda GX160 engine, and this is an important basis for calculating and designing the nozzle in the most optimal way. The characteristic parameters of the engine for the nozzle include: Cylinder capacity (D); the number of crankshaft rotations (n); filling performance (η_v), end of filling temperature (T), beginning of filling temperature (T₀). After applying the calculation equations in section 2.1, we get the following parameter table:

Table 2. Specifications of the injector are designed based on syngas components 15-20% H₂, 15-20% CO, 1-5% CH₄, 10-15% CO₂

No	Symbols	Parameter	Dimensions
1	Air Flow (R _m)	3,2636.10 ⁻⁵	kg/s
2	Amount of fuel injected into the cylinder (m _{syngas})	2,72.10 ⁻⁵	kg
3	ρ_{syngas}	487,01	kg/m ³
4	γ_{syngas}	4777,6	N/m ³
5	Δ_p	24,502	N/m ²
6	T _m	0,01	s
7	Injection hole diameter (d)	0,006	m

3. DESIGNING, SIMULATING THE NOZZLE

Based on the calculated parameters, the design in Table 2, and the design software, the team concluded and produced a detailed drawing and 3D model of the nozzle. All the component details of the nozzle are shown in Figure 1.

Choosing the material for the nozzle directly in the engine combustion chamber greatly affects the performance and life of the nozzle. The materials used must meet many requirements, such as being able to withstand high temperatures in the combustion chamber without deformation or loss of mechanical properties. Corrosion resistance is also an important factor, high corrosion resistance is necessary to maintain accuracy and long life, as the nozzle is subjected to the influence of the fuel flow injected with high pressure. High mechanical strength enables the nozzle to withstand high pressure without cracking or breaking. Good thermal conductivity helps to distribute heat evenly, reducing the risk of local overheating. Good machinability is an essential element in the manufacture of the complex details of the nozzle with high precision. Finally, the material needs to maintain its mechanical properties (such as hardness and durability) at high temperatures without much reduction. In this study, the material is C45 alloy steel. The mechanical and logistical conditions correspond to the working conditions of the engine, and the simulation results also show that the nozzle meets the requirements for nozzles used on the Honda GX160 engine.

To lower processing costs as well as the cost of direct injection products into the combustion chamber, the team took advantage of the details already available on the market. The precision CNC machining method is chosen to produce the remaining details. With this method, the particles in the nozzle will be handled with the smallest assembly error tolerance.

3.1. Design

The design also shows that when the door is opened, the syngas will be injected into the combustion chamber under high pressure. When the compression process is completed, the high pressure in the combustion chamber will push the nozzle pushbar to the closed position while closing the nozzle as the xupap loads and discharges. Thanks to this, the syngas is completely retained in the combustion chamber, preventing leakage and optimizing fuel efficiency. The reverse nozzle is a unique invention applied to internal combustion engines, using poor syngas gas as fuel. The special feature of this nozzle lies in its intelligent operation

principle, which offers many advantages over traditional nozzles.

Operating principle of the syngas injection hose on the Honda GX160 engine:

The sprayer operates on the principle of electromagnetic touch. The syngas gas injection pipe is supplied with syngas gas fuel from the syngas gas tank, and syngases will be conducted through the gas pipeline to the gas connector and put into the inside of the spray pipe. When there is a fuel injector signal from the microprocessor circuit, a current will be supplied into the wrapping roll around the iron core inside the spray. When the current passes through the coil, it generates a magnetic field that sucks the magnetic torque and pushes the torque down through it, which opens the nozzle pushbar and the syngas through which it enters the combustion chamber of the engine. When a signal ends the syngas injection process, the microprocessor circuit will disconnect the current inside the coil, the magnetic field will disappear, and the torque will be returned to its original position and prepared for the next injections.

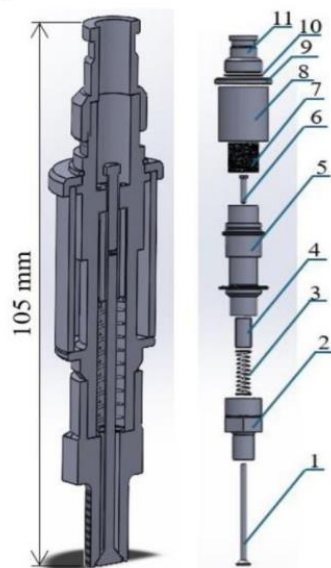


Figure 1. Details of the reverse-opened nozzle
(Length: 105mm, Maximum diameter: 32mm)

Nozzle pushbar, (2) valve base, (3) pressure spring, (4) magnetic absorber, (5) valve body, (6) centering bolt, (7) coil, (8) coil cover, (9) cover cover, (10) cover cover ring, (11) air pipe

3.2. Testing

3.2.1. The valve base

The part directly exposed to the gas pressure of the injection hose is the first side of the valve base.

Maximum pressure P_{max} is 23 bars (23.453 kg/cm²) [4].

Because the valve receives pressure in the form of pressure, the greater the exposure space, the larger the larger the pressure of action on that detail, so the surface exposure is a necessary parameter when calculating:

$$S = \sqrt{D^2 - d^2} \quad (15)$$

In there: D is the large diameter outside the injector; d is the small diameter inside the nozzle. So we need to test the tolerable pressure of the nozzle.

The Poisson coefficient of C45 alloy steel ranges from 0.27 to 0.30. We have: the compressive strength of the alloy steel C45 is 400 MPa, equivalent to the compressive ultimate limit that this alloy can withstand of 4×10^8 N/m².

Based on the durability pressure test (Figure 2a), we find that the highest pressure area is the cutting surface in direct contact with the flame gas. The maximum pressure that the valve base receives under operating conditions is $P_{max} = 2.908 \times 10^6$ (N/m²). This pressure matches the durability limit of C45 alloy steel, ensuring the durability of the valve base during operation. The pressure of direct action on the valve seat decreases gradually from the area of direct contact with the ignition gas to the head of the body nozzle.

Thermal resistance test method of the injection valve base:

The head of the valve base nozzle comes into direct contact with and receives heat from the combustible gas, necessitating heat transfer simulation to ensure operational efficiency under extreme temperature conditions. The maximum temperature received by the valve base nozzle is:

$$T_{max} = 1700 \text{ K} = 1426.85 \text{ °C} \quad [4] \quad (16)$$

The operating temperature in detail depends heavily on the area of exposure, so this parameter is important. The surface area of the syringe exposed to pressure during combustion is:

$$S = \sqrt{D^2 - d^2} \quad (17)$$

In there: D is the large diameter outside the valve base, and d is the small diameter inside the valve base. The heat transfer coefficient of C45 alloy steel is 46,5.

The lower part of the valve base is installed directly into the combustion chamber; the upper part is exposed to outside air, so there is a heat exchange. So the team simulated the environmental temperature at 27°C.

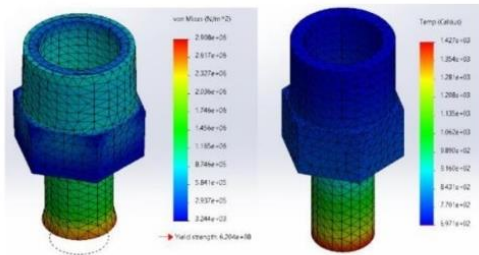


Figure 2. Test results of the valve seat nozzle details
Testing durability for valve base (a);
Heat transfer test for valve base (b)

Thermal durability test results for the valve seat:

According to the heat transfer test results (Figure 2b), the melting temperature of the C45 steel alloy is 1500°C [9]. The simulation results showed that the highest temperature-resistant area of the valve base was the cut surface that was in direct contact with the ignition gas. The maximum temperature this detail receives under operating conditions is 1427°C, which is lower than the melting temperature of the material. It should be detailed to ensure heat resistance and no melting during operation. And this temperature appears in a short period of time at the end of the compression stroke and the beginning of the expansion stroke, so the heat transfer time is very short. On the other hand, the heat generated will exchange heat with the cooling system, so the heat resistance is absolutely guaranteed. However, all materials will expand when exposed to high temperatures, and when expanded several times, the mechanism of the material will decrease and affect the lifespan of the materials, so for long-term use, the cooling system needs to be arranged to optimize the operation process.

The simulation results showed that the valve base details have stable heat transfer and do not affect the other parts of the nozzle.

3.3. Nozzle pushbar

The maximum pressure received by the nozzle pushbar is the same as the pressure received by the bottom of the valve at the end of the compression stroke and the beginning of the combustion stroke: $P_{max} = 23 \text{ bar}$ [1]. Since the pushbar of the nozzle receives pressure as pressure, the cross-section of the applied face is an important parameter.

The area of the injector pushbar surface in contact with the combustible gas pressure is calculated as follows:

$$S = \pi r^2 \quad (18)$$

In it, r is the radius of the circular cross-section in direct contact with combustible gas; the Poisson

coefficient of thermal expansion of C45 alloy steel is 0.28 [8].

According to the results of the durable pressure simulation (Figure 2a), we can see that the compressive strength of C45 alloy steel is 400 MPa, equivalent to $4 \times 10^8 \text{ N/m}^2$. The simulation results show that the highest pressure-bearing area of the nozzle pushbar is the cross-section in direct contact with combustible gas. The maximum pressure that the nozzle pushbar receives under operating conditions is $P_{max} = 1,990.107 \text{ (N/m}^2\text{)}$. This limit is fully in line with the compressive strength limit of the C45 alloy steel material, which ensures that the details of the nozzle pushbar are durable when operating.

Durable heat test method of the nozzle pushbar:

For the nozzle pushbar detail, the temperature simulation is equivalent to the bottom valve detail due to the same working conditions. The largest temperature received by the propulsion at the end of the compression stroke and the beginning of the expansion stroke is $T_{max} = 1700 \text{ K} = 1426.85^\circ\text{C}$ [4].

Since the nozzle pushbar receives the pressure as combustible gas pressure, the contact cross-section should also be considered. The cross-section of the nozzle pushbar surface in contact with combustible gas pressure is calculated by:

$$S = \pi r^2 \quad (19)$$

In it, r is the radius of the circular cross-section in direct contact with combustible gas; the heat transfer coefficient of C45 alloy steel is 46.5.

Temperature simulation is carried out under the condition of temperature exchange detail with the environment at 27°C . Detailed heat resistance test results of the nozzle pushbar:

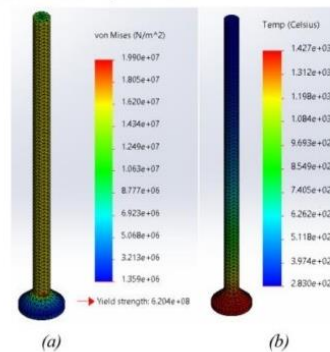


Figure 3. Test results of the nozzle pushbar details
Testing durability for nozzle pushbar (a);
Heat transfer test for nozzle pushbar (b)

The melting point of C45 alloy steel is 1520°C. The simulation results show that the highest

temperature-resistant zone of the nozzle pushbar is the section in direct contact with combustible gases, with the maximum temperature under operating conditions being 1427°C. This temperature is lower than the melting point of alloy steel, and it only appears for a short time at the end of the compression stroke and the beginning of the expansion stroke, along with the fact that this amount of heat will be reduced due to heat exchange with the temperature of the newly fed gas, so the amount of heat in the company pushed throughout the operation is at a stable level. However, if this part expands due to too much heat, it will greatly affect the volume of combustion gas in the nozzle, so finding a solution to reduce the temperature of the propeller is a very important task.

The simulation results show that the nozzle pushbar has a stable level of heat transfer and does not affect other parts of the nozzle assembly much.

3.4. Simulates the amount of gas moving through the nozzle during operation

The syngas gas supply pressure is 4 kg/cm² (392,266 Pa), and the temperature of the air supply is 25°C. Because syngas is a synthetic gas from biomass processes and is not available in the flow study modules of the simulation software, the team decided to replace it with butane gas. The use of butane allows the team simulate and analyze the speed of the gas flow through the syringe under conditions similar to those used with syngas. This ensures that the results obtained from the simulation accurately reflect the efficiency and functionality of the nozzle when operating with syngas gas. The use of butane gas in the simulation also helped the team to identify critical parameters such as air flow speed and pressure at different points in the nozzle, thus bringing improvements and design optimizations to the highest performance in real conditions.

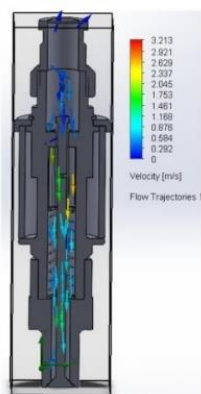


Figure 5. Simulation of Syngas velocity in the nozzle

The flow of air through the particles of the syringe varies in speed. At the end of the nozzle, the speed of the air tends to slow down due to a sudden decrease in the area of the moving pipeline. After passing through this phase, due to the absence of a sudden decrease in volume, the speed of the gas flow began to increase and become more stable.

The speed of the gas flow after leaving the nozzle, under normal working conditions, meets the initial calculated amount of gas. This suggests that the injection hose design has been adjusted to ensure efficient gas distribution and a steady gas flow rate from the beginning to the end of the spraying process.

3.5. Spray needle layout diagram on the GX160 engine

When the engine is active, the piston moves from the upper dead point to the lower dead point, and the elbow axis turns the smooth movement of the piston into the round motion of the bow axis. To determine the speed of the engine, a permanent magnet bar is mounted on the outside of the elbow axis, and through this, the Hall sensor will detect the speed and send this signal to the Arduino Mega 2560 microcontrol circuit. As this signal requires high reliability, the anti-interference power circuit will eliminate the strange signals that send the signal back to the Arduino as accurately as possible. Based on the program that was initially programmed, Arduino will process and determine the ignition time and the fuel injection time, as well as control the openness of the gas butterfly. This is crucial to the stable and efficient operation of the internal combustion engine. The syngas gas fuel will be supplied to the injection hose at a pressure of about 4 kg/cm², along with the integrated ignition cluster on the engine, all tasked with receiving signals from Aduino to inject the air as well as ignition to complete a combustion cycle in the engine. The adjustment of the air flow into the combustion chamber will be decided by a servo motor, and the control will be taken over by Arduino.

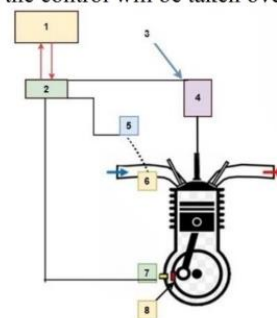


Figure 6. Spray needle layout diagram on the Honda GX160 engine

- (1) Arduino Mega 2560 microcontroller;
 (2) Interference resistant power line; (3) Gas fuel;
 (4) spraying pipes; (5) Servo motor; (6) Gas butterflies;
 (7) Hall Sensor; (8) Eternal magnet

ISBN: 978-604-80-9779-0

3.6. Evaluation

The pressure and temperature parameters for critical parts of the nozzle are designed to meet the demands of harsh operating environments. This pressure and temperature are adjusted to suit the operating conditions of the nozzle, ensuring the stability and efficiency of the fuel injection process.

The flow rate of gaseous fuel through the nozzle is designed to meet the requirements of both calculation and design criteria. This ensures that the nozzle operates efficiently, delivering the necessary amount of fuel to guarantee performance and energy savings during operation.

The research team has completed the detailed design of all the components in the nozzle. However, as these are rather small components, the manufacturing technology and production requirements are very high. This demands a high level of precision and experience in the manufacturing process to ensure the components operate accurately and reliably in the harsh working environment.

4. CONCLUSION

The results of the above research allow us to draw the following conclusions:

The reverse-opening gas injection nozzle allows the delivery of syngas at a high flow rate directly into the combustion chamber. This addresses the drawback of syngas being a low-energy fuel, thereby improving the combustion efficiency and power generation of this fuel, and syngas can become one of the primary fuels used in internal combustion engines and serve as a renewable energy source for various other fields in daily life.

The nozzle has resolved the issue of backfire when using fuels containing hydrogen, thereby making the use of such fuels easier and safer. This development paves the way for a new era of widespread adoption of renewable gas fuels in transportation vehicles in the future.

Researching and manufacturing a nozzle that injects gas directly into the combustion chamber in renewable fuel systems is an effective solution to enhance the utilization of syngas fuel, reduce emissions, and work towards the goal of green urban development in the future.

The reverse-open syngas nozzle helps prevent combustion pressure from pushing back into the nozzle and also ensures that the compression pressure of the engine at the end of the compression stroke and the power stroke does not decrease. This ensures the combustion efficiency of the engine.

The project has contributed to the development of a new idea, adding knowledge in the field of gas

ISBN: 978-604-80-9779-0

nozzle manufacturing. This effort helps to harness various renewable gas fuels available in nature, reducing the dependence on fossil fuels and moving towards a greener future.

ACKNOWLEDGMENT

This research is funded by The University of Danang - University of Technology and Education under the project "Design and manufacture of a direct gas injection control system for diesel engines" with project number T2023-06-09.

REFERENCES

- [1]. Van Hung Bui and his associates. "Simulated the fuel supply and combustion process of the Honda GX160 engine using syngas from the wood fuel compressor gas." *Journal of Science and Technology-University of Danang* (2023): 65-70.
- [2]. Tuong Vi Nguyen, Van Dung Ngo. "Studies the impact of the Syngas ratio and early injection angle on the emission characteristics of the syngas/diesel binary fuel engines using the AVL-Boost simulation software," Annual Scientific Conference, 2020, p. 3-5, ISBN 978-604-82-3869-8.
- [3]. Thi Minh Tu Bui and her colleagues. "Automatically adjust the equivalent coefficient and early ignition angle of the static engine at the forced ignition of renewable gas fuel injection." *Journal of Science and Technology-University of Danang* (2022): 79-86.
- [4]. Van Ga Bui, Thi Minh Tu Bui, Tran Ngoc Anh Ho. "Compare the combustion characteristics of dual fuel engines that provide suction syngas and direct injection." *Journal of Science and Technology-University of Danang* (2023): 45-51.
- [5]. Hagos, Ftwi Yohaness, A. Rashid A. Aziz, and Shaharin A. Sulaiman. "Syngas (H₂/CO) in a spark-ignition direct-injection engine. Part 1: Combustion, performance and emissions comparison with CNG." *International Journal of Hydrogen Energy* 39.31 (2014): 17884-17895.
- [6]. Yip, Ho Lung, et al. "A review of hydrogen direct injection for internal combustion engines: towards carbon-free combustion." *Applied sciences* 9.22 (2019): 4842.
- [7]. Tan Tai Phan, "Determining the amount of fuel supplied in the LPG injection system on a motorcycle." *Scientific and Technical Journal of the University of Ceau-Vin*, 2013.
- [8]. Anh Tuan Vu, The Nam Tran, Hai Yen Pham. "Studies the impact of sugar energy on welding in the detailed wheel recovery process," *the Journal of Marine Science and Technology*. 70, 70 (May 2022), 70-75.

MINH CHỨNG SẢN PHẨM ỨNG DỤNG
ĐỘNG CƠ DIESEL SỬ DỤNG LƯỢNG NHIÊN LIỆU ĐIỀU KHIỂN
PHUN KHÍ TRỰC TIẾP



Ảnh 1: Vòi phun



Ảnh 2: Ảnh bộ cảm biến tín hiệu phun



Ảnh 3: Ảnh vòi phun lắp đặt trên nắp máy