

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM T.P. HỒ CHÍ MINH
BỘ MÔN CÔNG NGHỆ SINH HỌC**



KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

**KHẢO SÁT HOẠT ĐỘNG CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN
CÔNG SUẤT 5 KVA CHẠY BẰNG
KHÍ BIOGAS Ủ TỪ PHÂN HEO**

**NGÀNH HỌC: CÔNG NGHỆ SINH HỌC
Niên khóa: 2003-2007
Sinh viên thực hiện: KIM GIA BẢO**

Thành phố Hồ Chí Minh
Tháng 9 /2007

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM TP. HỒ CHÍ MINH
BỘ MÔN CÔNG NGHỆ SINH HỌC

**KHẢO SÁT HOẠT ĐỘNG CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN
CÔNG SUẤT 5 KVA CHẠY BẰNG
KHÍ BIOGAS Ủ TỪ PHÂN HEO**

**Giáo viên hướng dẫn
TS. DƯƠNG NGUYỄN KHANG**

**Sinh viên thực hiện
KIM GIA BẢO**

Thành phố Hồ Chí Minh
Tháng 9/200

LỜI CẢM TẠ

Chân thành cảm ơn:

- Ban giám hiệu Trường Đại Học Nông Lâm Thành Phố Hồ Chí Minh.
- Ban chủ nhiệm Bộ Môn Công Nghệ Sinh Học.
- Các Thầy cô trong và ngoài Trường Đại Học Nông Lâm.

Đã truyền đạt cho em những kiến thức khoa học trong thời gian em học tập tại trường.

Đặc biệt xin chân thành cảm ơn:

- TS. Dương Nguyên Khang đã tận tình dạy bảo, hướng dẫn, giúp đỡ em trong nghiên cứu và thực hiện khóa luận.
- ThS. Nguyễn Đình Hùng đã tận tình hướng dẫn, chỉ bảo em trong suốt thời gian em thực hiện khóa luận.
- Anh Huỳnh Công Bằng số 23/3 tổ 13, ấp Trung Lâm, xã Bà Điểm, huyện Hóc Môn, Thành phố Hồ Chí Minh đã tạo điều kiện cho em được sử dụng nhiên liệu biogas trong quá trình làm luận văn.

Xin cảm ơn các bạn trong và ngoài lớp đã động viên giúp đỡ trong suốt quá trình học tập và làm khóa luận tốt nghiệp.

Con xin gửi lòng biết ơn sâu sắc đến bố mẹ, những người đã sinh thành, nuôi dưỡng, dạy dỗ con và luôn bên con trong mọi thời điểm.

Thủ Đức, ngày 3 tháng 09 năm 2005

Sinh viên Kim Gia Bảo

TÓM TẮT

KIM GIA BẢO, Đại học Nông Lâm TP.HCM. Tháng 8/2007. “KHẢO SÁT SỰ HOẠT ĐỘNG CỦA MÁY PHÁT ĐIỆN 5 KVA CHẠY BẰNG KHÍ BIOGAS Ủ TỪ PHÂN HEO”

Giáo viên hướng dẫn:

TS. DƯƠNG NGUYỄN KHANG

Đề tài thực hiện trên đối tượng là máy phát điện chạy bằng biogas hoặc xăng tại trại chăn nuôi heo gia đình anh Huỳnh Công Bằng ở Hóc Môn TPHCM và tại trại bò trường Đại học Nông Lâm TPHCM từ tháng 3 đến tháng 8 năm 2007, Nhằm tận dụng nguồn năng lượng gas sinh học vừa sạch và rẻ để thay thế nguồn năng lượng xăng, dầu, than đá, đang gần cạn kiệt.

Thí nghiệm được tiến hành so sánh động cơ chạy bằng khí biogas hoặc xăng ở 3 mức tải nhỏ, vừa và cao được lặp lại 10 lần, mỗi lần cách nhau 7 ngày trong thời gian khảo sát. Kết quả thu được ở 3 mức tải như sau:

- Độ chênh lệch công suất máy chạy bằng biogas hoặc xăng là không cao. Công suất ở 3 mức tải thấp, trung bình và cao khi chạy bằng xăng lần lượt là 630, 1316 và 2211 w chạy bằng biogas là 740, 1210 và 2129 w
- Máy sử dụng nhiên liệu biogas ít ô nhiễm môi trường. Dư lượng khí thải CH, CO, khi chạy bằng xăng lần lượt là 38 ppm, 1,57 %, luôn cao hơn khi máy sử dụng nhiên liệu bằng biogas lần lượt là 6,8 ppm, 0,04 %.
- Sử dụng biogas tiết kiệm được chi phí, như ở mức tải trung bình của máy sử dụng nhiên liệu xăng để tạo ra công suất 1316 W, phải cần đến 2,52 l xăng chạy trong 1 giờ tương đương với 28476 VNĐ. Trong khi đó ở máy sử dụng nhiên liệu biogas để tạo ra công suất 1210 gần bằng công suất ở xăng cần 3,55 m³ gas chạy trong 1 giờ tương đương với 2840 VNĐ

Từ những kết quả trên, có thể kết luận sử dụng năng lượng mới gas sinh học bảo đảm máy phát điện vận hành tốt, công suất máy phát điện của 2 loại nguyên liệu chênh lệch không nhiều, nồng độ khí thải của nhiên liệu gas sinh học thấp và đạt tiêu

chuẩn Euro 1, hiệu quả kinh tế khi chạy nhiên liệu gas sinh học cao gấp 7 lần nhiên liệu xăng.

MỤC LỤC

	Trang
Trang tựa	i
Lời cảm ơn	ii
Tóm tắt	iii
Mục lục	iv
Danh sách các chữ viết tắt	v
Danh sách các hình	vi
Danh sách các bảng	vii
Danh sách các biểu đồ	viii
Chương 1. MỞ ĐẦU.....	1
1.1. Đặt vấn đề.....	1
1.2. Mục đích và yêu cầu	2
1.2.1. Mục đích	2
1.2.2. Yêu cầu.....	2
Chương 2. TỔNG QUAN TÀI LIỆU	3
2.1. Lý Thuyết về biogas	3
2.1.1. Sơ lược về biogas	3
2.1.2. Cơ chế tạo thành khí sinh học trong hệ thống biogas	4
2.2. Một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tạo khí biogas	6
2.3. Các sản phẩm của hệ thống biogas.....	9
2.3.1. Khí đốt	9
2.3.2. Phân bón	9
2.3.3. Định nghĩa về biogas.....	9
2.3.4. Tính chất của biogas.....	10
2.4. Tiềm năng và ứng dụng của biogas	13
2.4.1. Tiềm năng	13

2.4.2. Ứng dụng của biogas	13
2.5. Một số hầm yếm khí tạo biogas hiện nay	14
2.5.1. Dạng hầm vòm	14
2.5.2. Dạng hầm giếng có khoang chứa gas nổi	15
2.5.3. Dạng hầm ủ túi dẻo.....	15
2.5.4. Hầm ủ dạng bê tông, composit	15
2.6. Sơ lược động cơ đốt trong	16
2.6.1. Lý thuyết cơ bản về động cơ đốt trong.....	16
2.6.1.1. Định nghĩa	16
2.6.1.2. Nguyên lý hoạt động của động cơ 4 kỳ	17
2.6.1.3. Cấu tạo động cơ đốt trong	22
Chương 3. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM	27
3.1. Thời gian và địa điểm thực hiện đề tài	27
3.2. Vật liệu và thiết bị sử dụng	27
3.3. Phương pháp bố trí thí nghiệm	
3.3.1. Chạy máy phát điện tại Hóc Môn bằng nhiên liệu biogas	27
3.3.1.1. Chạy máy phát điện bằng biogas khi mang tải	27
3.3.1.2. Chạy máy phát điện bằng biogas ở chế độ không mang tải	29
3.3.2. Chạy máy phát điện bằng nhiên liệu xăng tại Hóc Môn	30
Chương 4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	31
4.1. Kết quả máy chạy bằng Biogas hoặc xăng ở chế độ không tải	31
4.2. Kết quả máy chạy bằng biogas và xăng ở chế độ có tải	34
Chương 5: KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ	42
5.1. Kết luận	42
5.2. Đề nghị	42
Chương 6: TÀI LIỆU THAM KHẢO	

DANH SÁCH CÁC HÌNH

Hình 2.1. Cơ chế lên men của vi sinh vật yếm khí.....	6
Hình 2.2. Hàm dạng vòm	15
Hình 2.3. Dạng hàm ủ túi dẻo	15
Hình 2.4. Hàm composit 5m ³ lắp đặt tại Bến Tre	16
Hình 2.5. Quá trình nạp	18
Hình 2.6. Quá trình nén	19
Hình 2.7. Quá trình cháy và giãn nở	20
Hình 2.8. Quá trình thải	21
Hình 2.9. Hệ thống phát lực của động cơ	23
Hình 2.10. Hệ thống phân phối khí của động cơ.....	25
Hình 3.1. Cách tiến hành thí nghiệm.....	30
Hình 4.1. Kết quả thu được ở các mức tải.....	32

DANH SÁCH CÁC BẢNG

Bảng 2.1. Thành phần hoá học gây trở ngại cho quá trình lên men.....	8
Bảng 2.2. Điều kiện thích hợp cho quá trình phân hủy kỵ khí.....	8
Bảng 2.3. Hiệu quả xử lý phân của hệ thống biogas	9
Bảng 2.4. Thành phần hoá học khí biogas.....	10
Bảng 2.5. Thống kê số lượng khí biogas sinh ra từ phân gia súc	13
Bảng 2.6. Thống kê số lượng phân trong ngày của gia súc	13
Bảng 4.1. Ảnh hưởng của nhiên liệu biogas hoặc xăng và tốc độ chỉnh gas lên thành phần khí xả của máy nổ phát điện ở chế độ không tải	31
Bảng 4.2. Bảng tiêu chuẩn khí thải Euro 1 và Euro 2 đối với động cơ xăng	33
Bảng 4.3. Ảnh hưởng của nhiên liệu biogas hoặc xăng và tốc độ chỉnh gas lên thành phần khí xả của máy nổ phát điện ở chế độ có tải.....	35
Bảng 4.4. Bảng giá điện tạo ra khi chạy máy bằng biogas hoặc xăng	40

DANH SÁCH CÁC BIỂU ĐỒ

Biểu đồ 4.1. Ảnh hưởng của nhiên liệu biogas hoặc xăng và tốc độ chỉnh gas lên thành phần khí xả ở chế độ không tải.....	32
Biểu đồ 4.2. Ảnh hưởng của nhiên liệu biogas hoặc xăng và tốc độ chỉnh gas lên thành phần khí xả HC và NO _x ở chế độ không tải.....	32
Biểu đồ 4.3. Ảnh hưởng của nhiên liệu biogas hoặc xăng và tốc độ chỉnh gas lên thành phần khí xả của máy nổ phát điện ở chế độ có tải.....	36
Biểu đồ 4.4. Ảnh hưởng của nhiên liệu xăng hoặc biogas và tốc độ chỉnh gas lên thành phần khí xả CH, NO _x ở chế độ có tải	36

DANH SÁCH CÁC CHỮ VIẾT TẮT

1. MCCT: Môi chất công tác.
10. λ : Hệ số dư lượng không khí
2. ĐCT: Điểm chết trên
3. ĐCD: Điểm chết dưới
4. CNSH: Công Nghệ Sinh Học
5. NLx: Nhiên liệu xăng
6. NLb: Nhiên Liệu biogas
7. Wtt: Công Suất Thực Tế
8. Wlt: Công Suất Lý Thuyết
9. TS: Tiến sĩ

Chương 1

MỞ ĐẦU

1.1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, cuộc sống con người ngày càng phong phú và hiện đại. Điều đó có được là do sự tiến bộ vượt bậc, phát triển như vũ bão của khoa học kỹ thuật. Tuy nhiên chúng ta lại tạo ra những chất thải trong công nghiệp cũng như trong nông nghiệp gây ô nhiễm môi trường sống, ảnh hưởng đến sức khoẻ của chúng ta và các sinh vật sống trên trái đất, gây mất vẻ mỹ quan của thiên nhiên.

Bên cạnh đó, các máy móc hiện đại phục vụ cho cuộc sống con người muốn vận hành được phải cần có năng lượng. Năng lượng ở đây có thể là than, dầu diesel, xăng, gas, điện. Nhu cầu về năng lượng là rất lớn, người ta dự tính trong tương lai khoảng 100 năm nữa nguồn năng lượng từ thiên nhiên dầu mỏ, than đá... sẽ cạn kiệt. Vì vậy, không riêng gì Việt Nam mà cả thế giới đang có nhiều hướng nghiên cứu để tìm ra nguồn năng lượng sạch, rẻ tiền thay thế cho than đá dầu mỏ. Ví dụ: Như ở Hà Lan, họ lợi dụng sức gió để tạo ra điện, ở Nhật và nhiều nước đang nghiên cứu để tận dụng nguồn năng lượng mặt trời tạo điện năng, chạy xe... vừa rẻ lại an toàn. Bên cạnh đó một số nước lại dùng năng lượng hạt nhân để tạo ra điện, vài nước lại sử dụng sức nước tạo điện năng như Việt Nam, Trung Quốc, Mỹ...

Nước ta có một nền nông nghiệp chăn nuôi khá dồi dào. Nông dân chúng ta thường sử dụng phân chuồng bón cho cây trồng, làm thức ăn cho cá, gia súc. Ngoài ra phân heo bò, khi ủ lên men vi sinh vật yếm khí sẽ cho ra hàm lượng khí metan rất lớn, khí này có thể dùng để đốt cháy như khí gas khai thác từ thiên nhiên. Chúng ta có thể sử dụng khí gas sinh học (biogas) như nguồn năng lượng phục vụ đời sống cho con người, vừa giảm ô nhiễm môi trường vừa tạo năng lượng rẻ tiền an toàn, tiết kiệm tiền cho người chăn nuôi. Vì vậy nghiên cứu sử dụng gas sinh học để chạy máy phát điện tạo nguồn năng lượng sạch là rất cần thiết.

Chính vì thế, được sự đồng ý của Bộ môn CNSH, dưới sự hướng dẫn của T.S Dương Nguyên Khang, chúng tôi tiến hành đề tài: **“Khảo sát hoạt động của máy phát điện 5 KVA chạy bằng khí biogas ủ từ phân heo”**.

1.2. Mục đích và yêu cầu

1.2.1. Mục đích

Tận dụng nguồn gas sinh ra từ phân heo, được lên men trong quá trình ủ phân yếm khí để vận hành máy nổ phát điện phục vụ sản xuất và hạn chế ô nhiễm môi trường.

1.2.2. Yêu cầu

- Ghi nhận lượng khí biogas hoặc xăng cần để chạy máy phát điện công suất 5 kVA trong vòng 1 giờ.

- Ghi nhận công suất và khả năng tải của máy phát điện khi chạy bằng biogas hoặc xăng ở chế độ không và có tải..

- Xác định thành phần khí xả ra từ máy khi chạy bằng biogas và xăng ở chế độ không tải và có tải.

Chương 2

TỔNG QUAN TÀI LIỆU

2.1. Lý thuyết về biogas

2.1.1. Sơ lược về biogas

Biogas, hay còn gọi là khí sinh học, được phát hiện vào cuối thế kỷ 18 là sản phẩm thu được sau một loạt các quá trình phân hủy các chất hữu cơ phức tạp trong điều kiện môi trường không có oxy thành các chất hữu cơ đơn giản hơn dưới tác dụng của các vi sinh vật kỵ khí. Biogas chứa chủ yếu là metan (50 – 70 %) và CO₂ (25 – 50 %) và các tạp chất khác như H₂S, CO, NO_x... Trong đó metan (CH₄) được mệnh danh là nhiên liệu sạch, có nhiệt trị cao, 1 m³ CH₄ khi đốt cháy tỏa ra một nhiệt lượng tương đương với 1,3 kg than đá; 1,15 lít xăng; 1,17 cồn hay 9,7 kW điện. Nếu sử dụng biogas làm nhiên liệu, 1m³ khí biogas có thể cung cấp cho động cơ 1 sức ngựa chạy trong 2 giờ. Vì vậy nếu khí biogas được lọc sạch các tạp chất thì chúng sẽ là nguồn nhiên liệu thay thế rất lý tưởng để chạy động cơ đốt trong trên cơ sở các thành tựu đã đạt được về động cơ sử dụng nhiên liệu khí.

Ở Việt Nam đến cuối thập niên 70 thì khí sinh học mới bắt đầu được chú ý, do tình hình thiếu hụt năng lượng và xu hướng đi tìm nguồn năng lượng mới, trong đó có sự phát triển khí sinh học từ hầm ủ được đặc biệt chú ý. Tuy nhiên đến những năm gần đây túi ủ khí làm bằng nylon mới thực sự phát triển và được áp dụng rộng rãi trên cả nước. Ưu điểm là giá thành rẻ, dễ lắp đặt và phù hợp với mô hình chăn nuôi hộ gia đình. Quá trình sản xuất biogas là một loạt các quá trình phân huỷ các chất hữu cơ phức tạp trong điều kiện môi trường không có oxy thành các chất hữu cơ đơn giản hơn dưới tác dụng của các vi sinh vật kỵ khí. Hệ thống biogas đã xử lý rất tốt nguồn nước thải trong chăn nuôi, cung cấp nước tưới sạch và phân bón tốt cho trồng trọt bên cạnh đó tận dụng nguồn khí metan làm khí đốt cho gia đình, góp phần nâng cao kinh tế cho nhà nông.

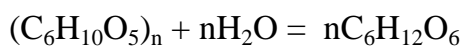
2.1.2. Cơ chế tạo thành khí sinh học trong hệ thống biogas

Sự tạo thành khí sinh học là một quá trình lên men phức tạp xảy ra qua nhiều phản ứng, cuối cùng tạo ra CH₄ và CO₂ và một số chất khác. Quá trình này được thực

hiện theo nguyên tắc phân hủy kỵ khí, dưới tác động của các vi sinh vật yếm khí để phân hủy những chất hữu cơ ở dạng phức tạp chuyển thành dạng đơn giản là chất khí và các chất khác.

Sự phân hủy kỵ khí diễn ra qua nhiều giai đoạn tạo ra hàng ngàn sản phẩm trung gian nhờ sự hoạt động của nhiều chủng loại vi sinh vật đa dạng. Đó là sự phân hủy protein, tinh bột, lipid để tạo thành acid amin, glyceryl, acid béo, acid béo bay hơi, methylamin, cùng các chất độc hại như tomain (độc tố thịt thối), sản phẩm bốc mùi như indole, scatole. Ngoài ra còn có các liên kết cao phân tử mà nó không phân hủy được bởi vi khuẩn yếm khí như lignin.

Tiến trình tổng quát như sau:



Một phần CH_4 đã bị giữ lại trong một số sản phẩm quá trình lên men bằng cách kết hợp với các ion K^+ , Ca^{2+} , NH_4^+ , Na^+ . Do đó, hỗn hợp khí sinh ra có từ 60 – 70 % CH_4 và khoảng 30 – 40 % CO_2 .

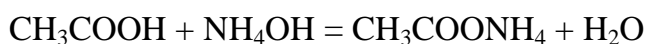
Những chất hữu cơ liên kết phân tử thấp như đường, đạm, tinh bột và ngay cả cellulose có thể phân huỷ nhanh tạo ra acid hữu cơ. Các acid hữu cơ này tích tụ nhanh sẽ gây giảm sự phân huỷ. Ngược lại lignin, cellulose được phân huỷ từ từ nên gas được sinh ra một cách liên tục. Tóm lại, quá trình tạo khí mêtan có thể diễn ra theo hai con đường và mỗi con đường theo 2 giai đoạn sau:

➤ **Con đường thứ nhất:**

❖ **Giai đoạn 1:**

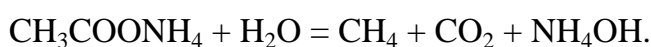


Sự tạo muối: các bazơ hiện diện trong môi trường (đặc biệt là NH_4OH) sẽ kết hợp với acid hữu cơ.



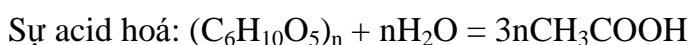
❖ **Giai đoạn 2:**

Lên men methane do sự thủy phân của muối hữu cơ

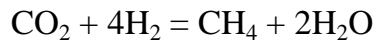


➤ **Con đường thứ hai:**

❖ **Giai đoạn 1**

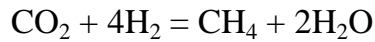


Thủy phân acid tạo CO₂ và H₂.



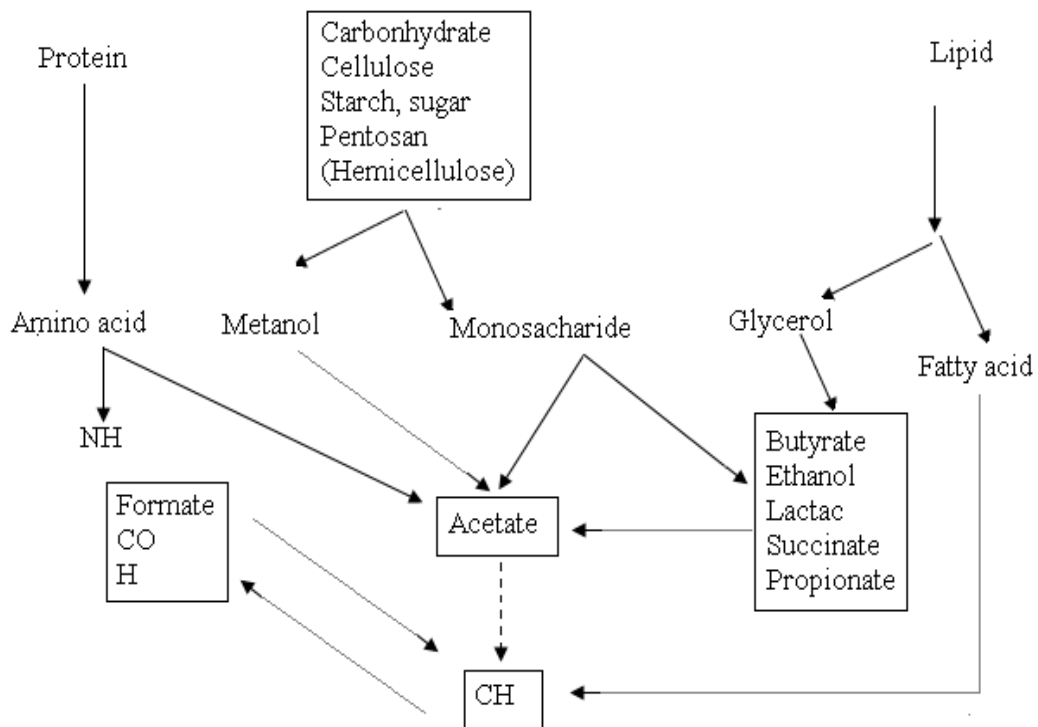
❖ Giai đoạn 2

Methane được tổng hợp từ một số trực khuẩn khi sử dụng CO₂ và H₂



Như vậy, cả hai con đường năng suất tạo khí mêtan phụ thuộc vào quá trình acid hoá. Nếu quá trình lên men quá nhanh hoặc dịch phân có nhiều chất liên kết phân tử thấp sẽ dễ dàng bị thủy phân nhanh chóng đưa đến tình trạng acid hoá và ngưng trệ quá trình lên men mêtan. [2]

Mặt khác, vi sinh vật tham gia trong giai đoạn một của quá trình phân huỷ kỵ khí đều thuộc nhóm biến dưỡng cellulose. Nhóm vi khuẩn này hầu hết có các enzyme cellulolase và nằm rải rác trong các họ khác nhau. Hầu hết là các trực trùng có bào tử, có trong các họ: Clostridium, Plectridium, Caduceus, Endosponus, Terminosponus. Chúng biến dưỡng ở điều kiện yếm khí cho ra CO₂, H₂ và một số các chất tan trong nước như formate, acetat, alcohol, methylique, methylamine. Cơ chế lên men của vi sinh vật yếm khí được tóm tắt qua sơ đồ sau:



Hình 2.1. Cơ chế lên men của vi sinh vật yếm khí

2.2. Một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tạo khí biogas

➤ Điều kiện kỵ khí tuyệt đối

Là sự lên men để phân hủy một hợp chất hữu cơ trong bình ủ đòi hỏi phải ở điều kiện kỵ khí hoàn toàn, vì sự có mặt của oxy sẽ ảnh hưởng lớn đến khả năng hoạt động của nhóm vi sinh vật tạo khí, sự tạo khí có thể giảm hay ngừng hẳn.

➤ Nhiệt độ

Nhiệt độ cũng làm thay đổi quá trình sinh gas trong bình ủ, vì nhóm vi sinh vật yếm khí rất nhạy cảm với nhiệt độ. Chúng hoạt động tối ưu ở nhiệt độ 31⁰C-36⁰C, dưới 10⁰C nhóm vi khuẩn này hoạt động yếu, dẫn đến áp lực gas sẽ yếu đi. Tuy nhiên, nhiệt độ cho chúng hoạt động cũng có thể thấp hơn nhiệt độ tối ưu, trung bình vào khoảng 20⁰C-30⁰C cũng thuận lợi cho chúng hoạt động. Nhóm vi khuẩn sinh khí mêtan rất nhạy cảm với sự thay đổi đột ngột của nhiệt độ. Nhiệt độ thay đổi cho phép hằng ngày là 1⁰C (UBKHKT Đồng Nai – 1989).

➤ Ẩm độ

Ẩm độ cao hơn 96% thì tốc độ phân hủy chất hữu cơ giảm, sản lượng gas tạo ra ít.

Ẩm độ thích hợp nhất cho vi sinh vật hoạt động là 91,5 – 96 %.

➤ pH

pH cũng góp phần quan trọng đối với hoạt động sống của vi sinh vật tạo khí mêtan. Vi khuẩn sinh khí mêtan ở pH: 4,5 - 5 (Young và ctv., 1989) khi pH > 8 thì hoạt động của vi sinh vật giảm nhanh (Nguyễn Thị Thuý, 1991)

➤ Thời gian ủ

Thời gian ủ dài hay ngắn tùy thuộc vào lượng khí sinh ra. Với nhiệt độ, độ pha loãng, tỉ lệ các chất dinh dưỡng thích hợp thì thời gian ủ khoảng 30 - 40 ngày (UBKHKT Đồng Nai, 1989).

➤ Hàm lượng chất rắn

Hàm lượng chiếm dưới 9 % thì hoạt động của túi ủ sẽ tốt. Hàm lượng chất rắn thay đổi trong khoảng 7 – 9 % và phụ thuộc vào khả năng sinh gas tốt hay xấu. Ở Việt Nam vào mùa khô nhiệt độ cao sự phân hủy tốt, nên hàm lượng chất rắn trong bình

giảm vì thế việc cung cấp chất rắn cao hơn có thể chấp nhận được và ngược lại (UBKHKT Đồng Nai, 1989).

➤ Thành phần dinh dưỡng

Để đảm bảo quá trình sinh khí diễn ra bình thường, liên tục thì phải cung cấp đầy đủ nguyên liệu cho quá trình sinh trưởng và phát triển của vi sinh vật. Thành phần chính của nguyên liệu là C (ở dạng cacbonhydrate, tạo năng lượng) và N (ở dạng nitrate, protein, amoniac tham gia vào cấu trúc tế bào)

Để đảm bảo sự cân đối dinh dưỡng cho hoạt động của vi sinh vật kỵ khí thì cần chú ý đến tỉ lệ C/N. Tỉ lệ thích hợp là từ 25/1 – 30/1 (UBKHKT Đồng Nai, 1989).

➤ Các chất gây trở ngại cho quá trình lên men

Vi khuẩn sinh mêtan rất dễ bị ảnh hưởng bởi các độc tố và các hợp chất vô cơ. Theo nghiên cứu của Nguyễn Việt Năng hàm lượng các chất sau có khả năng ức chế quá trình lên men của vi sinh vật kỵ khí.

Bảng 2.1. Thành phần hoá học gây trở ngại cho quá trình lên men

Tên hóa học	Hàm lượng
SO ₄ ²⁻	5.000 ppm
NaCl	40.000 ppm
NO ₂	5 mg/100 ml
Cu	100 mg/l
Cr	200 mg/l
Ni	200 – 500 mg/l
CN ⁻	25 mg/l
Alkyl benzen sulfonate	20 – 40 ppm
NH ₃	1.500 – 3000 mg/l
Na	3.000 - 5.500 mg/l
K	2500 - 4.500 mg/l
Ca	2.500 - 4.500 mg/l
Mg	1.000 - 1.500 mg/l

Ngoài các yếu tố trình bày ở trên lượng gas sinh ra còn phụ thuộc vào một số yếu tố khác như chiều dài và chiều rộng túi ủ, loại phân...[2]

Bảng 2.2. Điều kiện thích hợp cho quá trình phân hủy kỵ khí

Nhiệt độ Tiến trình Mesophylic	95 ⁰ F
Nhiệt độ Tiến trình Thermophylic	130 ⁰ F
pH	7-8
Độ kiềm	2500 mg/L tối thiểu
Thời gian lưu trữ	10-30 ngày
Tỉ lệ các chất dinh dưỡng	0.15-0.35 Ib VS/ft ³ /d
Sản lượng biogas	3-8 ft ³ /Ib VS
Lượng mêtan	70%

2.3. Các sản phẩm của hệ thống biogas

2.3.1. Khí đốt

Thành phần khí đốt của hệ thống biogas bao gồm: 60 – 70 % CH₄; 25 – 40 % CO₂ là một nguồn nguyên liệu mới thay thế cho than, củi, dầu...không để lại muội than hoặc tro bếp nên việc làm vệ sinh dụng cụ nấu nướng cũng dễ dàng hơn, nâng cao chất lượng cuộc sống cho con người.

2.3.2. Phân bón

Thành phần của cặn nước thải sau khi qua hệ thống biogas có các chất dinh dưỡng thấp hơn được dùng làm phân bón hoặc làm thức ăn cho cá. Đặc biệt theo một số nghiên cứu cho thấy số lượng ấu trùng và giun sán giảm rõ rệt so với phân tươi, do đó an toàn hơn khi dùng nước thải này để tưới cây.

Bảng 2.3. Hiệu quả xử lý phân của hệ thống biogas

Chỉ tiêu	Trước khi xử lý	Sau khi xử lý
pH	7,4	7,8 – 7,9
COD (mg/l)	32.000	5.800 - 6.600
BOD (mg/l)	10.600	3.400 - 3.900
<i>E.coli</i> (MPN/ml)	15,76x10 ⁷	12 - 15,26x10 ⁴
<i>Coliform</i> (MPN/l)	18,97x10 ¹⁰	12,3x10 ³ - 25,74x10 ⁵
<i>Streptococcus</i> (MPN/l)	54,5x10 ⁶	0,31 - 2,7x10 ²
Trứng ký sinh trùng (trứng/g)	2.750	105 - 175

(Nguyễn Thị Hoa Lý, 1994;Trích dẫn bởi Nguyễn Thị Hà Mỹ, 2002)

2.3.3. Định nghĩa về biogas

Biogas là hỗn hợp nhiều loại khí khác nhau gồm: metan (CH_4), carbon dioxide (CO_2), hydro sulfit (H_2S), nitơ (N_2), và một lượng nhỏ các tạp khí khác. Hỗn hợp các loại khí trên sinh ra từ quá trình phân hủy các hợp chất hữu cơ trong môi trường yếm khí.

➤ Thành phần của biogas

Bảng 2.4. Thành phần hoá học khí biogas

CH_4	50 - 70	% thể tích
CO_2	20 - 50	% thể tích
Hơi nước	0,3	% thể tích
N_2	0 - 5	% thể tích
O_2	0 - 2	% thể tích
NH_3	0 - 1	% thể tích
H_2S	50 - 5000	ppm
Chất khác	<1	% thể tích

2.3.4. Tính chất của biogas

➤ Tính chất vật lý

Nhiệt trị	4 – 8 kWh/m^3
Khối lượng riêng	1,2 kg/m^3
Nhiệt độ bắt lửa	700 $^{\circ}\text{C}$
Thể tích tăng khi cháy	6 – 12 %

➤ Tính chất hoá học của biogas

Do biogas là hỗn hợp gồm nhiều chất nên nó mang tính chất hoá học của từng chất có trong thành phần biogas. Ở phần này chỉ nói về tính chất vật lý cũng như sơ lược về tính chất hoá học của từng thành phần trong biogas còn cơ chế sinh ra các chất được trình bày cụ thể trong phần lên men tạo CH_4 là thành phần chính của biogas.

❖ Metan (CH_4)

Metan thuộc nhóm parafin có công thức cấu tạo chung là $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$.

✓ Tính chất vật lý

Mêtan là chất khí không màu, không mùi và nhẹ hơn không khí. Nhiệt độ đông đặc $-182,5^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ hoá lỏng $-161,6^{\circ}\text{C}$. Ở 25°C , áp suất 1atm. Mêtan có khối lượng riêng $0,660\text{ kg/m}^3$. Mêtan là chất dễ cháy; nhiệt độ bắt lửa 537°C ; nhiệt độ khi cháy có thể đạt đến 2148°C ; tỉ lệ có thể bắt lửa 5 - 15 % thể tích. Đốt cháy hoàn toàn $1\text{ m}^3\text{ CH}_4$ sinh ra năng lượng khoảng (5500 - 6000) kcal.

✓ **Tính chất hoá học**



Khi đốt cháy mêtan, sinh ra một nhiệt lượng $\text{Q} = 50.000\text{ kJ/kg}$ hoặc $36.000\text{ kJ/m}^3\text{n}$.

❖ **Khí cacbonic (CO_2)**

Khí cacbonic không phản ứng với khí O_2 nên không tham gia vào quá trình cháy của động cơ. Tuy nhiên, lượng CO_2 có trong biogas quá nhiều làm giảm thể tích của CH_4 ; ảnh hưởng đến công suất của động cơ.

❖ **Khí nitơ (N_2)**

✓ **Tính chất vật lý**

Nitơ là chất khí không màu, không mùi, không vị. Khối lượng riêng của nitơ là $1,146\text{ Kg/m}^3$ ở 25°C , 1 atm. Khí nitơ tồn tại ở khắp nơi, chiếm 78,084 % theo thể tích không khí. Nitơ đông đặc ở $63,34^{\circ}\text{K}$ và hoá lỏng ở $77,4^{\circ}\text{K}$.

✓ **Tính chất hoá học**

Ở nhiệt độ bình thường, trong không khí, khí nitơ không phản ứng với các chất khác. Tuy nhiên, ở nhiệt độ cao (khoảng 1600°C) nitơ phản ứng với O_2 có trong không khí tạo thành các NO_x ; tùy thuộc vào lượng O_2 tham gia phản ứng mà chất tạo thành có thể là N_2O , NO , NO_2 , N_2O_5 ...

❖ **Khí amoniac (NH_3)**

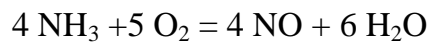
Amoniac còn có tên là hydrogen nitride, spirit of hartshorn, nitrosil, NH_3 ... Amoniac tồn tại trong biogas ở thể khí.

✓ **Tính chất vật lý**

Amoniac có mùi khai, không màu nhẹ hơn không khí 0,589 lần; khối lượng riêng $0,6381\text{ kg/m}^3$, nhiệt độ đông đặc $-77,73^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ hoá lỏng - $33,34^{\circ}\text{C}$. Ở 0°C , 88,9 g amoniac có thể hoà tan hoàn toàn trong 100 ml nước.

✓ **Tính chất hoá học**

Ở nhiệt độ cao amoniac kết hợp với oxy để tạo thành các hợp chất NO_x. Ví dụ phản ứng sau xảy ra ở 850⁰C và cần có xúc tác:



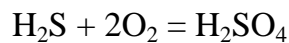
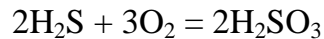
❖ **Khí hydro sulfua (H₂S)**

✓ **Tính chất vật lý**

Là chất khí không màu, có mùi trứng thối. Khối lượng riêng 1,363Kg/m³, nhiệt độ đông đặc -82,3⁰C, nhiệt độ hoá lỏng -60,28⁰C; có thể hoà tan vào nước tạo dung dịch acid H₂S, độ hoà tan thấp, ở 40⁰C 0,25g H₂S hoà tan hoàn toàn vào 100 ml nước.

✓ **Tính chất hoá học**

H₂S là khí độc ảnh hưởng đến sức khoẻ con người. Lượng H₂S trong không khí <0,0047 ppm người ta ngửi thấy mùi trứng thối; >1000 ppm ảnh hưởng nghiêm trọng đến đường hô hấp. H₂S là khí của acid yếu, ít có khả năng ăn mòn kim loại. Tuy nhiên, ở nhiệt độ cao H₂S phản ứng với oxi, tạo ra các hợp chất có tính acid mạnh hơn, có thể ăn mòn kim loại rất nhanh.



Do trong biogas thành phần H₂S có khả năng làm mòn động cơ nên biogas dùng làm nhiên liệu cho động cơ đốt trong ta phải tiến hành khử, lọc đi thành phần H₂S.

❖ **Hơi nước**

Trong không khí luôn luôn tồn tại một lượng hơi nước nên thành phần của biogas cũng chứa một lượng hơi nước đáng kể có ảnh hưởng đến quá trình cháy làm giảm lượng nhiệt sinh ra.

❖ **Các thành phần khác**

Trong biogas còn có một số loại khí khác nhưng chỉ chiếm một lượng nhỏ, không đáng kể và cũng không gây ảnh hưởng đến tính chất của biogas.

2.4. Tiềm năng và ứng dụng của biogas

2.4.1. Tiềm năng

Nước ta là một nước nông nghiệp phát triển có số lượng vật nuôi rất lớn với gần 5 triệu con bò, 3 triệu con trâu và 23 triệu con lợn nên nguồn biogas là rất lớn.

Bảng 2.5. Thống kê số lượng khí biogas sinh ra từ phân gia súc

Nguyên liệu vào hầm ủ yếm khí	Lượng khí biogas sinh ra (m ³ / tấn phân)	Thành phần mêtan (% thể tích)
Phân trâu, bò	260 - 280	55 - 65
Phân heo	561	55 - 60

Bảng 2.6. Thống kê số lượng phân trong ngày của gia súc

Vật nuôi	Lượng phân (kg/ngày)
Trâu	14
Bò	14
Lợn	2,44

Lượng khí biogas có thể thu được trong một ngày từ trâu và bò:

$$(3.000.000 + 5.000.000) \times 14 \times 0,36 = 4.032.000 \text{ m}^3 \text{ gas/ ngày.}$$

(1 kg phân trâu, bò ủ yếm khí sẽ sinh ra 0,036 m³ gas.)

Lượng khí biogas có thể thu được trong 1 ngày từ heo:

$$23.000.000 \times 2,44 \times 0,045 = 2.525.400 \text{ m}^3 \text{ gas/ngày.}$$

(1 kg phân heo ủ yếm khí sẽ sinh ra 0.045 m³gas)

Tổng lượng gas có thể lấy được: $4.032.000 + 2.525.400 = 6.557.400 \text{ m}^3 \text{ gas/ngày.}$

2.4.2. Ứng dụng của biogas

Biogas có chứa mêtan là chất dễ cháy nên được dùng thay thế gas tự nhiên trong việc nấu ăn hàng ngày. Nó cũng có thể được dùng làm nhiên liệu thay thế cho xăng hoặc dầu diesel để chạy máy phát điện tạo nguồn năng lượng sạch, cần thiết trong cuộc sống của con người. Ngoài ra hệ thống biogas góp phần làm giảm sự ô nhiễm môi trường từ phân gia súc. Các chất thải của hệ thống cũng được tận dụng làm thức ăn cho cá.

Được coi là một trong những nguồn nhiên liệu tương lai cho xe hơi, biogas vừa thay thế được dầu thô, lại vừa làm đẹp lòng các nhà hoạt động môi trường. Tuy nhiên, giá thành sản xuất vẫn còn ở mức khá cao [6].

Theo dự báo của công ty nghiên cứu thị trường J.D.Power, đến năm 2012, tại Mỹ, các phương tiện vận tải dùng động cơ hybrid hay động cơ diesel sạch sẽ có thị phần tăng hơn gấp đôi hiện nay, từ 4,8% số xe ở thị trường này lên 11 %. Đầu tháng 7, Honda đã có khách hàng đầu tiên thuê chiếc xe sử dụng nhiên liệu hydro của hãng để sử dụng hằng ngày, mở đầu cho quá trình thương mại hoá số lượng lớn kiểu xe này [6].

Dầu thô càng ngày càng tăng giá là sức ép để các hãng xe tìm kiếm nguồn nhiên liệu mới. Citroen, DaimlerChrysler, Fiat, Ford, GM, Opel, Peugeot, Renault và Volkswagen (VW), những hãng xe đi tiên phong trong quá trình hiện thực hoá biogas đang rất kỳ vọng vào sự ủng hộ của chính quyền các nước để biogas cùng hybrid, pin nhiên liệu sẽ là nguồn năng lượng mới thay thế cho dầu mỏ trong tương lai [6].

2.5. Một số hầm yếm khí tạo biogas hiện nay

2.5.1. Dạng hầm vòm

Hầm ủ yếm khí dạng vòm có thể là hình vuông hoặc hình tròn được đặt trên hay dưới mặt đất. Hầm ủ dạng này cho gas tương đối thấp, không thể bố trí tay quay, khó xúc rửa, tốn không gian nhưng giá đầu tư ít, không thể di dời khi cần thiết.



Hình 2.2. Hầm dạng vòm

2.5.2. Dạng hầm giếng có khoang chứa gas nổi

Hầm ủ dạng này thường được xây bằng gạch, các ống vào và ra được xây thẳng để chống nghẹt. Hầm vận hành liên tục.

Hầm có cấu tạo khoang gas nổi nên dễ dàng xúc rửa. Áp suất sinh gas không đổi và có thể xoay khoang gas để sấy.

2.5.3. Dạng hầm ủ túi dẻo



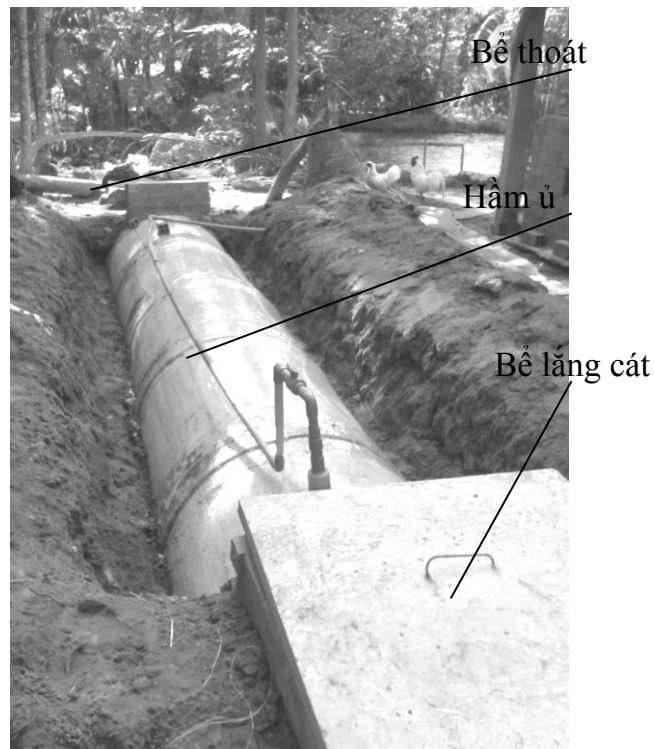
Hình 2.3. Dạng hầm ủ túi dẻo

Hầm ủ dạng này có nhiều ưu điểm: dễ di chuyển khi cần thiết, áp suất gas không đổi, hoạt động liên tục, cho gas nhiều hơn các dạng hầm khác cùng thể tích. Tuy nhiên, do vật liệu chế tạo là plastic nên dễ xì, vỡ không thể vớt vát bề mặt súc rửa và bố trí tay khuấy.

2.5.4. Hầm ủ dạng bê tông, composit

Hầm ủ dạng này được phát triển dựa trên hầm ủ dạng túi dẻo. Vật liệu chế tạo hầm được thay thế bằng bê tông hoặc composit. Điều này làm tăng giá thành; tuy nhiên các vật liệu này đã khắc phục được rất nhiều nhược điểm của hầm ủ túi dẻo.

Ngoài 3 dạng hầm ủ trên còn có nhiều kiểu hầm ủ khác. Tuy nhiên, lượng khí sinh ra ở các dạng hầm này không cao và không phổ biến mặt khác do giới hạn đề tài nên chúng tôi không đề cập đến trong phần này.



Hình 2.4. Hầm composit 5m³ lắp đặt tại Bến Tre

2.6. Sơ lược động cơ đốt trong

2.6.1. Lý thuyết cơ bản về động cơ đốt trong

2.6.1.1. Định nghĩa

Động cơ là một thiết bị thực hiện việc chuyển đổi bất kỳ một dạng năng lượng nào đó sang cơ năng để dẫn động máy công tác.

Động cơ nhiệt là một thiết bị chuyển đổi hoá năng do đốt cháy nhiên liệu thành nhiệt năng và biến nhiệt năng này thành cơ năng. Động cơ nhiệt làm việc theo hai quá trình:

- Đốt cháy nhiên liệu dạng đặc, lỏng hoặc khí để sinh nhiệt.
- Môi chất công tác thay đổi trạng thái để sinh công.

Động cơ đốt trong là động cơ có hai quá trình trên xảy ra cùng một nơi, nhiệt năng đạt được bằng sự đốt cháy nhiên liệu bên trong động cơ. Nhiệt năng tích lũy trong khí cháy có nhiệt độ và áp suất cao đẩy piston đi xuống làm quay trục khuỷu của động cơ và truyền mômen ra ngoài cho các thiết bị công tác.

2.6.1.2. Nguyên lý hoạt động của động cơ 4 kỳ

a. Định nghĩa động cơ đốt trong 4 kỳ

Động cơ mà 1 chu kỳ hoàn thành trong 4 hành trình. Nói cách khác, piston phải chạy lên xuống 4 lần, trục khuỷu quay 2 vòng, trục cam quay 1 vòng. Như vậy, trong động cơ 4 kỳ sau 2 vòng quay trục khuỷu (720^0) hoặc 4 hành trình của piston chỉ có 1 hành trình sinh công.

Trong mỗi chu kỳ công tác của động cơ đốt trong, ta thấy xảy ra 4 quá trình liên tiếp nhau là: nạp, nén, cháy - dẫn nở sinh công và thải. Các quá trình này được lặp đi lặp lại một cách tuần hoàn (các chu kỳ) trong xy lanh động cơ và thời gian diễn tiến của chúng là như nhau. Vì vậy, ta có thể nói chúng có tính chu kỳ. [4]

b. Nguyên lý hoạt động theo chu trình lý thuyết

Theo chu kỳ lý thuyết mỗi kỳ khởi sự ngay tại 1 điểm chết mà cũng chấm dứt ngay tại 1 điểm chết. Trong động cơ 4 kỳ thì mỗi kỳ sẽ thực hiện 1 quá trình và có.

- **Kỳ nạp/hút:** Thực hiện quá trình nạp, piston dịch chuyển từ ĐCT xuống ĐCD.
- **Kỳ nén:** Thực hiện quá trình nén, piston dịch chuyển từ ĐCD lên ĐCT.
- **Kỳ sinh công:** Thực hiện quá trình cháy - dẫn nở, piston dịch chuyển từ ĐCT xuống ĐCD.
- **Kỳ thải/xả/thoát:** Thực hiện quá trình thải sản vật cháy, piston dịch chuyển từ ĐCD lên ĐCT.

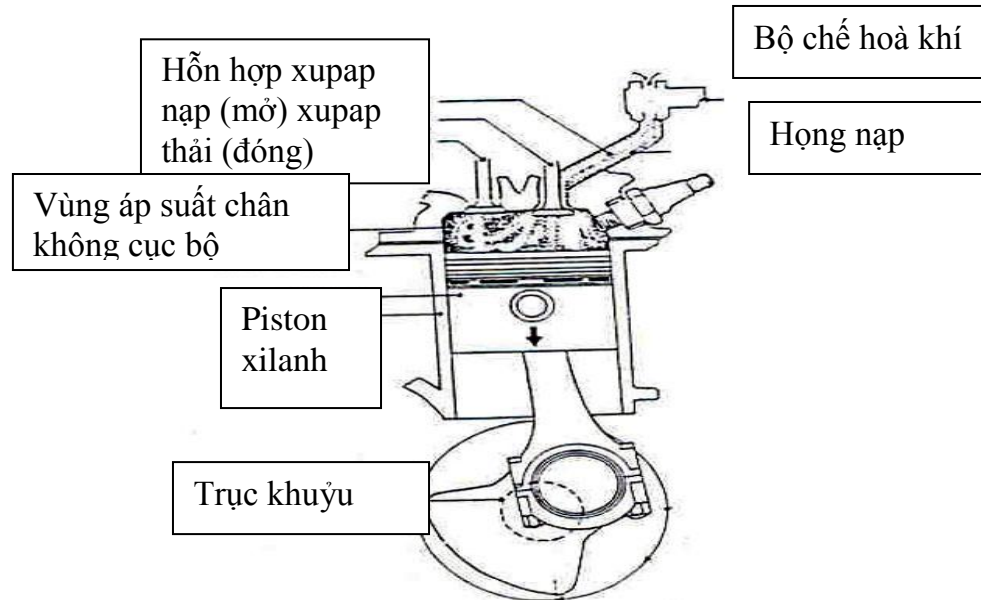
Động cơ hoạt động theo chu trình lý thuyết nêu trên sẽ mất khoảng 15 – 30 % công suất vì các lý do sau.

- Không thải sạch được sản vật cháy.
- Không nạp được đầy MCCT mới.
- Không cháy đúng thời điểm.

Trên thực tế động cơ hoạt động theo chu trình công tác thực tế nhằm tăng tối đa công suất và hiệu suất của động cơ.

c. Nguyên lý hoạt động theo chu trình thực tế [1]

- Kỳ hút (hành trình nạp): Hành trình nạp thực tế lớn hơn hành trình nạp lý thuyết vì



Hình 2.5. Quá trình nạp

Xu pạp nạp mở sớm trước khi piston tới ĐCT, tương ứng với góc quay trục khuỷu từ 3° đến 12° trước ĐCT.

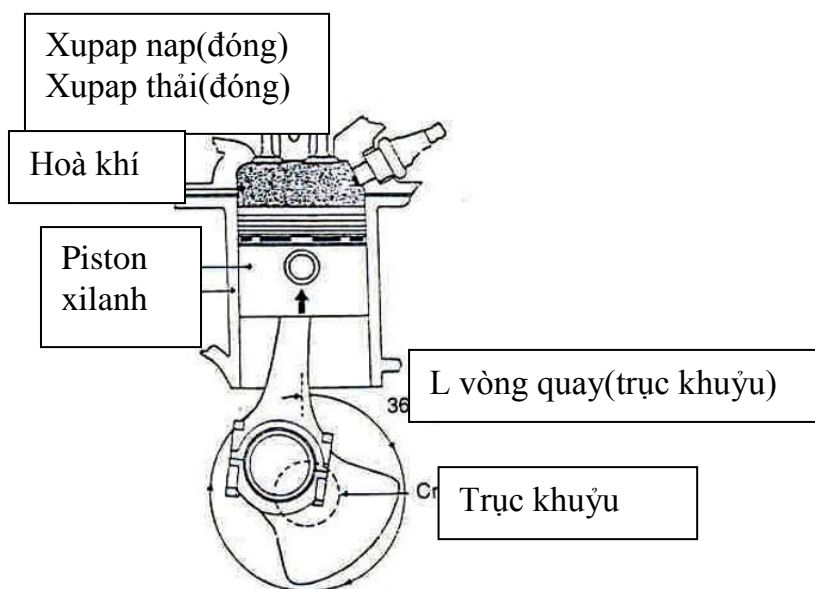
Xu pạp nạp tiếp tục mở trong suốt thời gian piston đi từ ĐCT xuống tới ĐCD, tương ứng với góc quay trục khuỷu 180° .

Xu pạp nạp đóng trễ sau khi piston đã qua khỏi ĐCD đi ngược trở lên, tương ứng với góc quay trục khuỷu khoảng từ 30° đến 60° sau ĐCD.

Động cơ có tốc độ (số vòng quay trục khuỷu) càng cao thì góc mở sớm, đóng trễ và Xu pạp nạp càng lớn. Xu pạp nạp mở sớm trong lúc Xu pạp thoát chưa đóng lại. Vì thế có tồn tại một khoảng khắc rất ngắn (thời gian tính theo giây) 2 Xu pạp hút và thoát cùng mở (cỡ nhau), góc quay trục khuỷu mà cả 2 Xu pạp cùng mở gọi là góc trùng điệp. Mà cũng vì khoảng thời gian ấy quá ngắn nên khí cháy không đủ thì giờ để dội ngược lại bộ chế hòa khí. Mục đích mở sớm và đóng trễ Xu pạp hút nhằm tăng lượng khí nạp mới vào xy lanh động cơ, từ đó tăng được công suất phát ra của động cơ.

Mặc dù xu pạp hút đóng trễ, trong lúc piston đã đi lên mà khí nạp mới không bị đẩy ra ngoài (ra ống góp nạp) vì những lý do sau đây.

- ❖ Quán tính (trón) hút khí nạp vẫn còn mạnh vì máy chạy nhanh.
 - ❖ Trong xy lanh còn chân không, có nghĩa là áp suất trong xy lanh nhỏ hơn áp suất khí trời.
 - ❖ Ở gần điểm chết trục khuỷu quay một vòng cung dài, trong khi piston đi được một đoạn đường ngắn.
 - ❖ Tuy nhiên ở một số động cơ chạy chậm Xu pạp hút có thể mở trễ khi piston đã đi qua khỏi ĐCT, tương ứng với góc quay trục khuỷu khoảng từ $0^0 - 8^0$ sau ĐCT. Mục đích của việc mở Xu pạp hút sau khi Xu pạp thoát đã đóng là để cho khí cháy được thải sạch ra khỏi xy lanh trước khi hút khí nạp mới vào xy lanh.
- Kỳ nén (Hành trình nén - thì ép)



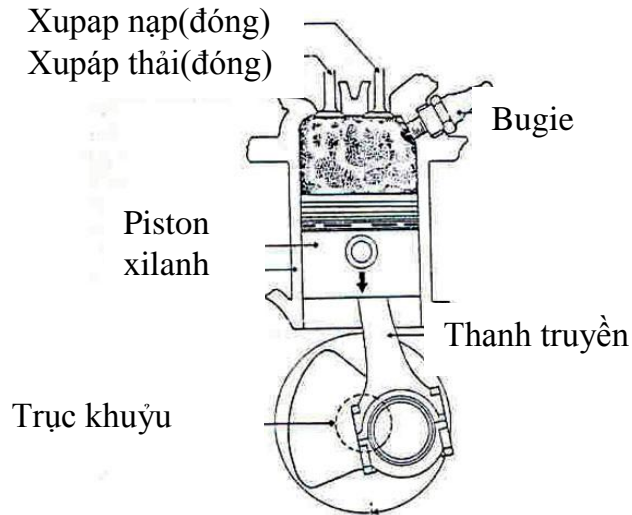
Hình 2.6. Quá trình nén

Quá trình nén thực tế khí nạp mới trong xy lanh bắt đầu khi Xu pạp nạp vừa đóng và chấm dứt khi piston gần lên tới ĐCT, tương ứng với góc quay trục khuỷu khoảng từ 0^0 đến 22^0 trước ĐCT gọi là góc đánh lửa sớm (lúc bugi nẹt lửa - đối với động cơ xăng) hoặc góc phun sớm (đối với động cơ Diesel). Vì thế hành trình nén thực tế nhỏ hơn hành trình nén lý thuyết, tương ứng với góc quay trục khuỷu nhỏ hơn 180^0 .

Trên thực tế hành trình nén là hành trình tiêu hao công (công âm), được nhận từ công dư của bánh trón (bánh đà) hoặc từ công giãn nở (công dương) của các xy lanh khác trong động cơ. Tuy nhiên, nhờ có quá trình nén nhiệt độ và áp suất của MCCT tăng cao. Ví dụ : một động cơ xăng có tỷ số nén là 7, thì khi piston lên tới gần ĐCT áp

suất hòa khí tăng lên khoảng 8 atm và nhiệt độ lên khoảng 300°C . Trong điều kiện nhiệt độ và áp suất cao này hòa khí sẵn sàng bốc cháy khi có tia lửa điện phóng ra tại bugie.

- Kỳ cháy - giãn nở (hành trình sinh công)

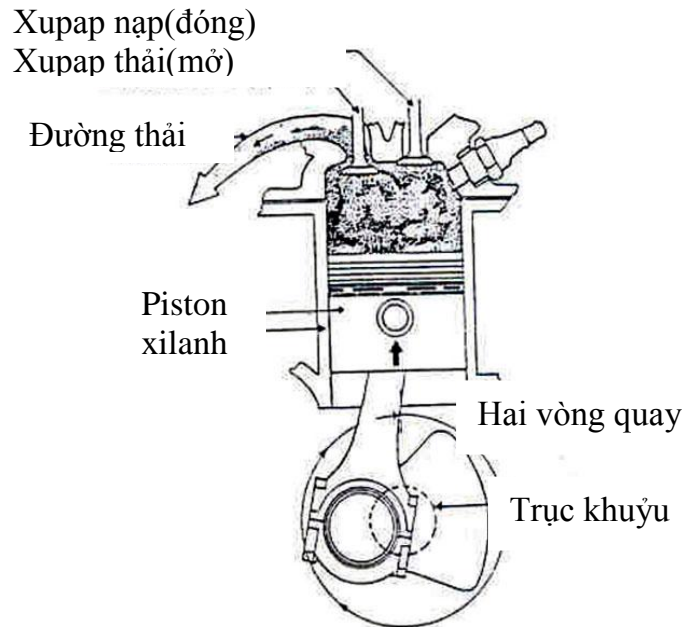


Hình 2.7. Quá trình cháy và giãn nở

Quá trình cháy thực tế xem như được bắt đầu lúc bugie net lửa (đối với động cơ xăng) hoặc lúc nhiên liệu diesel phun vào xy lanh (đối với động cơ Diesel), tương ứng với góc đánh lửa sớm hoặc góc phun sớm.

Ở động cơ xăng, hòa khí bị ép nóng sẵn, gặp phải tia lửa điện bốc cháy rất nhanh (chỉ trong vòng khoảng $1/200$ của giây đồng hồ). Nhiệt độ và áp suất khí trong xy lanh tăng lên rất nhanh và rất cao ($T = 2200 - 2500^{\circ}\text{C}$, $P = 35 \text{ atm}$). Chính nhờ áp lực cao này đẩy piston đi xuống mạnh làm cho trục khuỷu và bánh trón quay. Khi piston đi xuống thể tích xy lanh (V_h) tăng, khí cháy giãn nở sinh công. Khi tay quay trục khuỷu còn khoảng 45° trước ĐCD thì Xu pạp mở chấm dứt quá trình giãn nở sinh công và bắt đầu quá trình thải khí cháy ra khỏi xy lanh. Như vậy Quá trình cháy - giãn nở thực tế nhỏ hơn quá trình cháy - giãn nở lý thuyết.

- Kỳ thải (thì thoát hay còn gọi là hành trình thải)



Hình 2.8. Quá trình thải

Xu pap thoát mở sớm 45^0 , khí cháy tuôn ra ngoài một phần lớn, áp suất khí trong xy lanh giảm xuống rất nhanh, trong lúc piston đang chạy xuống ĐCD. Như vậy ta đã làm mất đi một phần công suất và hiệu suất của động cơ. Nhưng ta được bù lại trong lúc piston chạy lên vì nó không còn bị hãm bởi sức đối áp của khí cháy trong xy lanh.

Xu pap thoát đóng trễ khoảng 10^0 sau ĐCT nhằm gia tăng thời gian đẩy sạch khí cháy ra khỏi xy lanh. Như vậy, quá trình thải thực tế lớn hơn quá trình thải lý thuyết

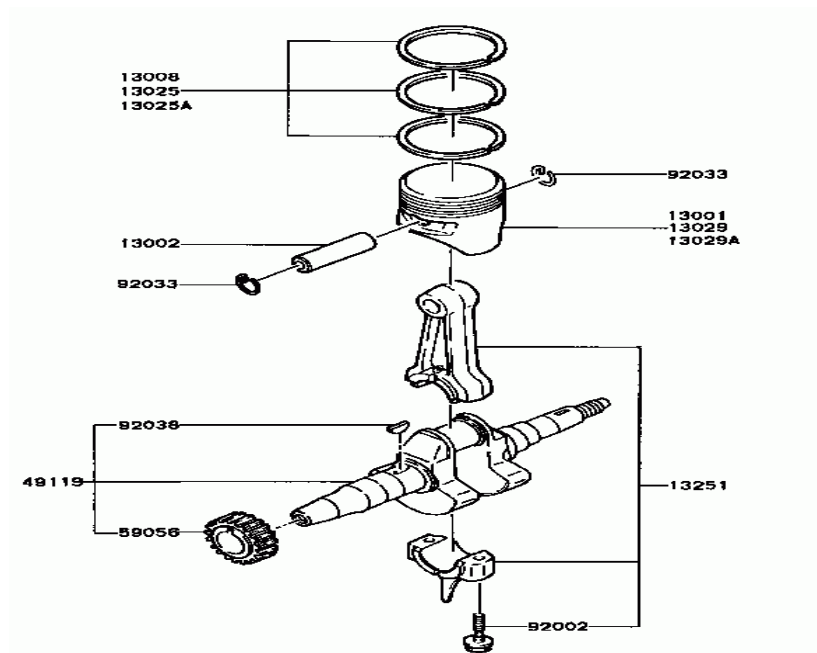
2.6.1.3. Cấu tạo động cơ đốt trong [4]

a. Bộ phận phát lực

Có nhiệm vụ biến áp lực của khí thể cháy trong xy lanh thành mômen quay của trục khuỷu động cơ để dẫn động máy công tác. Nhóm chi tiết phát lực bao gồm:

- Nhóm piston: Chuyển động tịnh tiến trong xy lanh, chịu tác dụng trực tiếp của lực khí thể trong xy lanh và truyền lực tác động này lên thanh truyền, trục khuỷu và bánh đà để mang ra ngoài. Nhóm piston bao gồm

- ❖ Piston: Là chi tiết chịu lực tác dụng trực tiếp áp lực khí thể trong buồng cháy và truyền lực tác dụng đó qua thanh truyền và trục khuỷu. Cùng với secmăng, xylanh và nắp máy, piston tạo thành buồng khí chứa môi chất công tác.
 - ❖ Secmăng: Có nhiệm vụ bao kín buồng xylanh ngăn dầu bôi trơn vào buồng xylanh trong quá trình động cơ hoạt động và bơm dầu lên bôi trơn thanh xylanh.
 - ❖ Chốt piston: Là chi tiết nối piston với thanh truyền và truyền lực tác dụng của khí thể từ piston xuống thanh truyền. Chốt piston thường có cấu tạo hình trụ rỗng và được lắp lỏng với bộ chốt piston và đầu nhỏ thanh truyền.
 - ❖ Thanh truyền: Là chi tiết trung gian, trong đó đầu nhỏ lắp ghép với piston, đầu lớn liên kết với chốt khuỷu. Thanh truyền có nhiệm vụ truyền lực tác dụng từ piston đến trục khuỷu.
- Nhóm trục khuỷu – bánh đà:
- ❖ Trục khuỷu: Có nhiệm vụ nhận lực tác dụng từ thanh truyền, biến thành mômen quay để kéo máy công tác.
 - ❖ Bánh đà: Có nhiệm vụ tích trữ công dư và phát triển năng lượng giúp cho trục khuỷu quay đều, tạo sự êm dịu cho động cơ.



Hình 2.9. Hệ thống phát lực của động cơ

b. Bộ phận đánh lửa

➤ Bộ chia điện

Nhiệm vụ của bộ chia điện là phân điện áp đến từng bugi theo đúng thứ tự xilanh vào đúng thời điểm, để có thể bật tia lửa đốt cháy hòa khí vào cuối kỳ nén. Bộ chia điện có thể được dẫn từ trục khuỷu hoặc trục cam. Đối với động cơ khảo sát đầu ra của bộ chia điện được nối với 4 bugi tương ứng ở từng xilanh. Thứ tự các bugi tương ứng với một vòng quay bộ chia điện là 1-3-4-2, tương ứng với thứ tự nổ của động cơ.

➤ Bôbin

Là một biến thế, gồm hai cuộn dây; với số vòng khác nhau cùng quấn trên cùng một lõi sắt từ. Số vòng dây của cuộn thứ cấp nhiều hơn gấp nhiều lần số vòng của cuộn sơ cấp. Khi xuất hiện điện áp biến thiên từ cuộn sơ cấp, sinh ra từ trường biến thiên trong lõi sắt từ, từ trường biến thiên này xuyên qua cuộn thứ cấp và sinh ra dòng điện trong cuộn thứ cấp.

Nhiệm vụ của Bôbin là tạo ra điện áp rất cao, khoảng 45 – 50 kV. Ở mức điện áp này có thể tạo ra tia lửa điện phóng qua khe hở nhỏ khoảng 2 mm, kèm theo nhiệt và tiếng nổ. Điện áp cao sinh ra từ bôbin được dẫn đến bộ chia điện thông qua các dây dẫn được cách ly cao áp.

➤ Bugi

Nhiệm vụ là tạo ra tia lửa điện nhờ khoảng hở giữa hai cực của bugi. Khi xuất hiện tia lửa, sinh ra nhiệt độ cao và làm bốc cháy hòa khí ngay giữa khoảng hở này sau khi cháy, màng lửa tiếp tục lan rộng ra khắp buồng cháy. Như vậy hòa khí đã được đốt cháy.

c. Bộ phận phân phối khí

Có cấu tạo gồm nhiều bộ phận nhưng quan trọng nhất là các phần sau:

- Xupap: Có nhiệm vụ đóng mở các cửa nạp và cửa xả. Cấu tạo xupap gồm 3 phần chính: tán xupap, thân xupap và đuôi xupap.
- Đũa đẩy: Dùng trong hệ thống phân phối khí có xupap treo. Đũa đẩy có nhiệm vụ truyền lực từ con đội đến đòn bẩy.
- Con đội: Gồm có phần thân để dẫn hướng và phần mặt tiếp xúc với cam phân phối khí. Thân con đội có dạng hình trụ còn phần tiếp xúc có nhiều dạng khác

nhau. Con đội có nhiệm vụ nhận lực trực tiếp từ cam truyền đến đũa đẩy hay đuôi xupap để đóng mở xupap.

➤ Đòn bẩy: Là chi tiết truyền lực trung gian một đầu tiếp xúc với đũa đẩy, một đầu tiếp xúc với đuôi xupap. Khi trục cam nâng con đội lên, đũa đẩy đẩy vào một đầu của đòn bẩy đi lên, đầu kia đòn bẩy nén lò xo xupap xuống và mở xupap.

➤ Trục cam: Có nhiệm vụ dẫn động xupap đóng mở theo một trình tự nhất định.

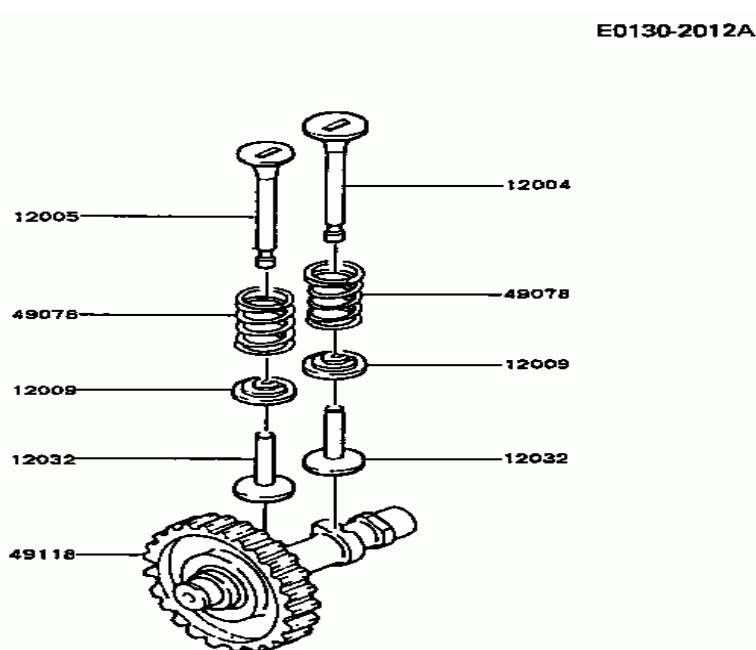
Cơ cấu phân phối khí cần đảm bảo các yêu cầu sau:

➤ Đóng mở đúng thời gian qui định.

➤ Độ mở lớn để dòng khí dễ lưu thông.

➤ Ít mòn tiếng kêu bé.

➤ Dễ điều chỉnh và sửa chữa.



Hình 2.10. Hệ thống phân phối khí của động cơ

d. Bộ phận nhiên liệu

Hệ thống nhiên liệu của động cơ đang khảo sát sử dụng phương pháp hoà trộn trước bao gồm: Bình chứa, các ống dẫn, lọc, bơm nhiên liệu, bộ chế hoà khí... Tuy nhiên ở hệ thống nhiên liệu quan trọng nhất là bộ chế hoà khí. Bộ chế hoà khí có nhiệm vụ tạo ra hỗn hợp đồng nhất giữa nhiên liệu và không khí theo một tỉ lệ thích hợp nhằm giúp cho hỗn hợp này được cháy hoàn toàn. Thông thường tỉ lệ hỗn hợp

được tính bằng tỉ lệ khối lượng giữa nhiên liệu và không khí. Đối với động cơ xăng tỉ lệ này là 1:14,7 nhưng đối với động cơ chạy bằng biogas thì tỉ lệ này là 1:12,5.

➤ Các bộ phận chính của bộ chế hoà khí

- ❖ Bơm giữ mực: Nhiệm vụ của bình giữ mực là tích trữ một lượng xăng trong nó nhằm đảm bảo cho bộ chế hoà khí làm việc ổn định. Trong bình giữ mực có hệ thống phao, kết cấu của hệ thống phao cho phép đảm bảo nhiệm vụ của bình giữ mực. Khi mực xăng hạ thấp xuống, phao hạ xuống, đồng thời mở van kim cho phép xăng chảy vào trong bình giữ mực; khi mực xăng trong bình dâng cao, phao được nâng lên, van kim đóng lại ngăn không cho xăng tiếp tục chảy vào bình.
- ❖ Mạch tốc độ thấp sơ cấp: Nhằm cung cấp nhiên liệu cho động cơ khi làm việc ở chế độ ít tải.
- ❖ Mạch tốc độ cao sơ cấp: Có nhiệm vụ cung cấp nhiên liệu cho động cơ khi làm việc ở chế độ tải vừa và nặng.
- ❖ Mạch tốc độ thấp thứ cấp: Giúp cho động cơ không bị giật trong quá trình tăng tốc.
- ❖ Mạch tốc độ cao thứ cấp: Cung cấp thêm nhiên liệu cần thiết cho động cơ khi chuyển từ chế độ làm việc vừa sang tải nặng.

➤ Hệ thống nhiên liệu biogas, bộ phận điều tốc

- ❖ Hệ thống nhiên liệu biogas: Khác với hệ thống nhiên liệu của động cơ xăng hay Diesel ở chỗ có lắp thêm bộ trộn để sử dụng gas. Bộ trộn được lắp trước bộ chế hoà khí và sử dụng phương pháp hòa trộn trước. Nhiên liệu (gas) và không khí được hòa trộn hình thành hòa khí (hỗn hợp khí) trước khi được hút vào động cơ.
- ❖ Bộ phận điều tốc: có nhiệm vụ điều chỉnh tốc độ làm việc của máy. Dùng động cơ bước để điều chỉnh trữ tiếp bướm gas, hoạt động liên tục cùng với động cơ.

e. Bộ phận làm mát

Két nước, cánh tản nhiệt, quạt gió... có nhiệm vụ nhận nhiệt từ khí cháy truyền qua thành buồng cháy thông qua môi chất làm mát để đảm bảo nhiệt độ các chi tiết trong máy không quá nóng cũng không quá nguội.

f. Bộ phận bôi trơn

Cacte dầu, bơm dầu... có nhiệm vụ đưa dầu từ cacte dầu đến các mặt ma sát; lọc sạch những tạp chất lẫn trong dầu nhờ khi dầu nhòn tẩy rửa các mặt ma sát này và bảo vệ các bề mặt của chi tiết máy trong động cơ không bị rỉ; làm giảm ma sát của ổ trục đưa nhiệt lượng phát sinh do ma sát ra khỏi ổ trục.

Chương 3

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

3.1. Thời gian và địa điểm thực hiện đề tài

Đề tài được thực hiện từ tháng 3 đến tháng 8 tại trại heo gia đình anh Huỳnh Công Bằng số 23/3 tổ 13, ấp Trung Lân, xã Bà Điểm, huyện Hóc Môn, Thành phố Hồ Chí Minh và tại trại bò trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh.

3.2. Vật liệu và thiết bị sử dụng

Biogas được ủ từ phân heo.

Xăng A92.

Máy phát điện công suất 5 kVA.

Máy đo khí xả.

Túi nhựa dẻo để trữ gas chiều dài 4,5 m, đường kính 0,75 m.

Ống nhựa PVC có đường kính 21.

Bóng đèn loại 500 W, 300 W, 100 W, bàn ủi công suất 1000 kW.

Các dụng cụ khác như: Táp lô lớn, phích cắm điện, công tắc điện, kéo, kềm, băng keo đen, dây điện...

3.3. Phương pháp bố trí thí nghiệm

3.3.1. Chạy máy phát điện tại Hóc Môn bằng nhiên liệu biogas

3.3.1.1. Chạy máy phát điện bằng biogas khi mang tải

Chuẩn bị

- Nối các thiết bị tải (bóng đèn) với nhau theo kiểu mắc song song.
- Cột kín 2 đầu túi nylon, một đầu có mang ống nhựa để dẫn khí. Nối ống dẫn vào đường thoát khí từ hầm biogas và trữ gas vào trong túi. Kiểm tra túi, ống dẫn gas, van khoá gas, không để gas bị xì. Tính toán lượng gas trong túi trữ theo kích thước của túi.
- Cách tiến hành thí nghiệm như sau:

Giai đoạn 1: Khảo sát khả năng tải, nồng độ các loại khí thải của máy khi máy hoạt động ở chế độ có tải công suất nhỏ.

- Thí nghiệm được ghi nhận 10 lần lặp lại ở 10 thời điểm khác nhau với khoảng cách 10 ngày.

- Tiến hành: Dùng ống dẫn dẫn gas vào động cơ. Nối dây tải điện từ máy ra các thiết bị điện gồm 2 bóng đèn có công suất 500 W. Khởi động máy, điều chỉnh bướm gas sao cho máy hoạt động ở mức thấp. Sau đó mở lần lượt 2 bóng đèn.

- Dùng đồng hồ đo và ghi nhận hiệu điện thế, cường độ dòng điện do máy phát ra. Đặt đầu dò của máy đo khí xả vào ống bô của máy để đo nồng độ các loại khí xả. Thời gian đo mỗi lần là 30 giây sau đó rút đầu dò ra. Ghi nhận kết quả.

Giai đoạn 2: Khảo sát khả năng tải, nồng độ các loại khí thải của máy khi máy hoạt động ở chế độ có tải công suất trung bình.

- Thí nghiệm được ghi nhận 10 lần lặp lại ở 10 thời điểm khác nhau với khoảng cách 10 ngày.

- Tiến hành: Dùng ống dẫn dẫn gas vào động cơ. Nối dây tải điện từ máy ra các thiết bị tải ứng với công suất 2,1 kW. Khởi động máy, điều chỉnh máy hoạt động ở mức trung bình. Lần lượt mở bóng đèn từ từ cho đến hết.

- Dùng đồng hồ đo và ghi nhận hiệu điện thế, cường độ dòng điện do máy phát ra. Đặt đầu dò của máy đo nồng độ khí xả vào ống bô của máy để đo nồng độ các loại khí xả. Thời gian đo mỗi lần là 30 giây. Ghi nhận kết quả.

Giai đoạn 3: Khảo sát khả năng tải, nồng độ các loại khí thải của máy khi máy hoạt động ở chế độ có tải công suất lớn.

- Thí nghiệm được ghi nhận 10 lần lặp lại ở 10 thời điểm khác nhau với khoảng cách 10 ngày.

- Tiến hành: Dùng ống dẫn dẫn gas vào động cơ. Nối dây tải điện từ máy ra các thiết bị tải ứng với công suất 3,2 kW. Khởi động máy, điều chỉnh máy hoạt động ở mức trung bình. Lần lượt mở bóng đèn từ từ cho đến hết.

- Đặt đầu dò của máy đo nồng độ khí xả vào ống bô của máy để đo nồng độ các loại khí xả. Thời gian đo mỗi lần là 30 giây. Ghi nhận kết quả.

3.3.1.2. Chạy máy phát điện khi bằng biogas không mang tải

Chúng tôi tiến hành trên ba giai đoạn.

Giai đoạn 1: Khảo sát nồng độ các loại khí thải, hiệu điện thế ở 2 đầu ra của máy khi máy hoạt động ở chế độ không tải công suất nhỏ.

- Thí nghiệm được ghi nhận 10 lần lặp lại ở 10 thời điểm khác nhau với khoảng cách 7 ngày.

- Tiến hành: Dùng ống dẫn dẫn gas từ túi trữ vào động cơ. Khởi động máy, điều chỉnh bướm gas để máy hoạt động với công suất nhỏ, không tải điện từ máy ra ngoài các thiết bị điện.

- Dùng đồng hồ đo và ghi nhận hiệu điện thế giữa 2 đầu ra của máy.

Cho đầu dò của máy đo khí xả vào ống bô của máy để đo nồng độ các loại khí xả. Thời gian một lần đo là 30 giây. Ghi nhận kết quả đo được.

Giai đoạn 2: Khảo sát nồng độ các loại khí thải, hiệu điện thế ở 2 đầu ra của máy khi máy hoạt động ở chế độ không tải công suất trung bình.

- Thí nghiệm được ghi nhận 10 lần lặp lại ở 10 thời điểm khác nhau với khoảng cách 7 ngày.

- Cách tiến hành thực hiện các giai đoạn giống như ở nghiệm thức 1. Chỉ điều chỉnh máy phát điện chạy ở công suất nhỏ lên công suất trung bình.

Giai đoạn 3: Khảo sát nồng độ các loại khí thải, hiệu điện thế ở 2 đầu ra của máy khi máy hoạt động ở chế độ không tải công suất lớn.

- Thí nghiệm được ghi nhận 10 lần lặp lại ở 10 thời điểm khác nhau với khoảng cách 7 ngày.

- Cách Tiến hành thực hiện các giai đoạn giống như ở nghiệm thức 1. Chỉ điều chỉnh máy phát điện chạy ở công suất trung bình lên công suất cao.



Hình 3.1 : Cách tiến hành các thí nghiệm

3.3.2. Chạy máy phát điện bằng nhiên liệu xăng tại Học Môn.

Các giai đoạn chuẩn bị, cách bố trí các nghiệm thức giống như giai đoạn 1 nhưng thay nhiên liệu biogas bằng nhiên liệu xăng.

Chương 4

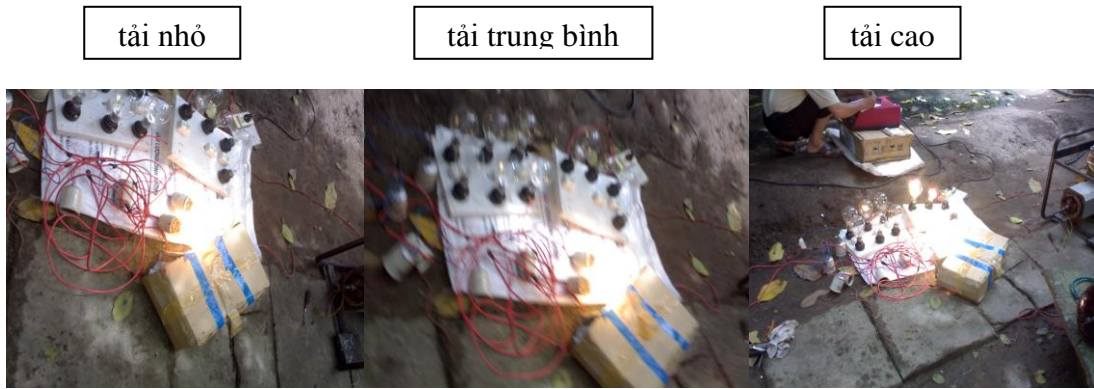
KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. Kết quả máy chạy bằng biogas hoặc xăng ở chế độ không tải

Qua quá trình khảo sát thực tế ở chế độ không tải của máy phát điện sử dụng biogas hoặc xăng cùng với việc đo đạc các chỉ tiêu khảo sát chúng tôi thu nhận những kết quả được trình bày qua bảng 4.1.

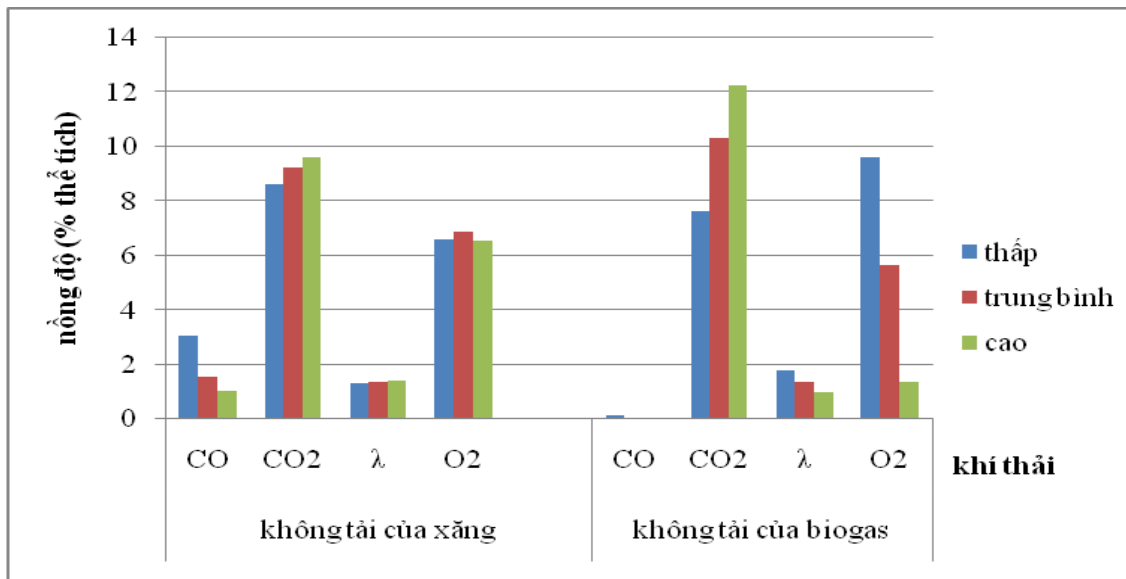
Bảng 4.1. Ảnh hưởng của nhiên liệu biogas hoặc xăng và tốc độ chỉnh gas lên thành phần khí xả của máy nổ phát điện ở chế độ không tải

Tốc độ	Nhiên liệu	Thấp (n=10)	Trung bình (n=10)	Cao (n=10)
Nhiên liệu tiêu thụ	Xăng (lít/giờ)	2.03 ± 0.04	2.25 ± 0.03	2.52 ± 0.03
	Gas (m ³ /giờ)	1.53 ± 0.03	2.54 ± 0.04	3.05 ± 0.05
Volt	Xăng	225 ± 1.01	230 ± 1.41	233 ± 1.20
	Gas	47.77 ± 0.352	122 ± 1.54	209 ± 2.31
CO (% thể tích)	Xăng	3.08 ± 0.228	1.538 ± 0.313	1.01 ± 0.232
	Gas	0.13 ± 0.006	0.05 ± 0.004	0.02 ± 0.002
HC (ppm)	Xăng	18.72 ± 0.992	15.88 ± 1.18	24.81 ± 2.45
	Gas	415 ± 2.92	48.4 ± 1.7	98.6 ± 1.83
CO ₂ (% thể tích)	Xăng	8.62 ± 0.126	9.24 ± 0.134	9.59 ± 0.121
	Gas	7.64 ± 0.124	10.31 ± 0.122	12.24 ± 0.242
NO _x (ppm)	Xăng	19.39 ± 0.288	20.36 ± 0.223	20.28 ± 0.139
	Gas	26 ± 0.403	19.81 ± 0.200	14 ± 0.098
λ	Xăng	1.32 ± 0.020	1.38 ± 0.015	1.38 ± 0.009
	Gas	1.77 ± 0.028	1.35 ± 0.013	0.95 ± 0.006
O ₂ (% thể tích)	Xăng	6.59 ± 0.073	6.89 ± 0.079	6.52 ± 0.107
	Gas	9.62 ± 0.155	5.67 ± 0.081	1.35 ± 0.014

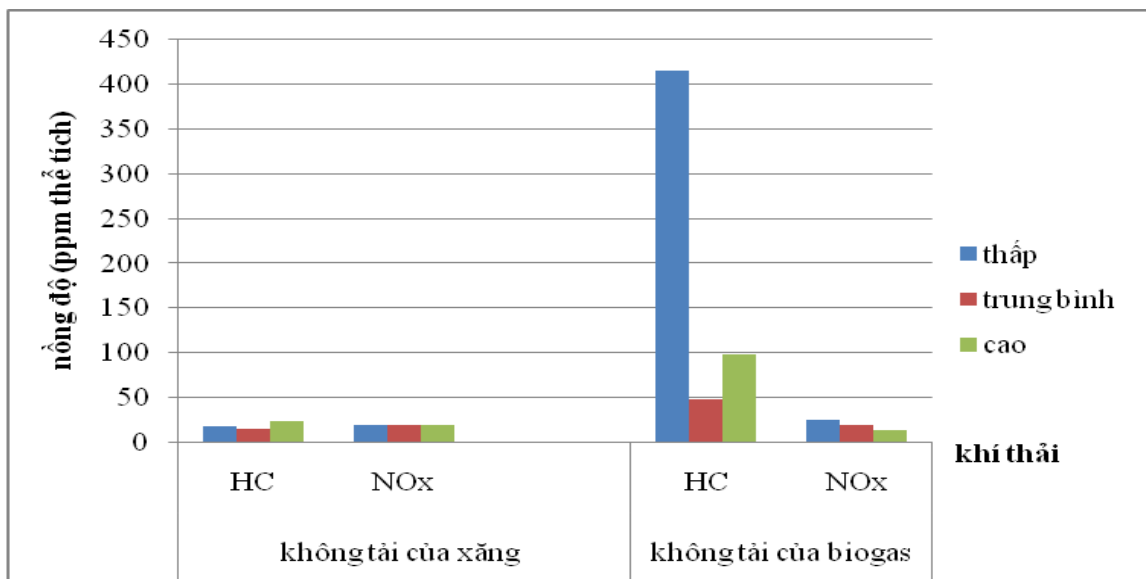


Hình 4.1. Kết quả thu được ở các mức tải

Biểu đồ 4.1. Ảnh hưởng của nhiên liệu biogas hoặc xăng và tốc độ chỉnh gas lên thành phần khí xả ở chế độ không tải



Biểu đồ 4.2. Ảnh hưởng của nhiên liệu biogas hoặc xăng và tốc độ chỉnh gas lên thành phần khí xả HC và NO_x ở chế độ không tải



Theo tiêu chuẩn Euro 1 và Euro 2 về chất lượng khí thải của động cơ nổ xăng được trình bày ở bảng 4.2

Bảng 4.2. Bảng tiêu chuẩn khí thải Euro 1 và Euro 2 đối với động cơ xăng

Tiêu chuẩn	HC (% V)	NO _x (% V)	CO (% V)
Euro 1	1,13	0,14	3,16
Euro 2	0,5	0,19	2,2

Nhận xét: Dựa vào bảng số liệu, chúng tôi nhận thấy dư lượng CO ở biogas luôn luôn tồn tại ở mức thấp lần lượt là 0,13, 0,05 và 0,02 % khi ta mở bướm gió để điều chỉnh lượng không khí vào cao thì ở máy sử dụng nhiên liệu xăng lần lượt là 3,08, 1,5 và 1 % hoặc biogas đều có dư lượng CO luôn giảm, điều này có thể là do nguyên nhân hàm lượng O₂ vào trong động cơ tăng nên đã đốt cháy gần như hoàn toàn hỗn hợp để tạo ra khí CO₂. Do vậy dư lượng CO sẽ giảm, đồng thời dư lượng của CO₂ tăng lên.

- Đối với CH, chúng tôi nhận thấy rằng khi ở 3 mức thấp, vừa và cao thì dư lượng CH ở máy sử dụng nhiên liệu biogas luôn cao hơn lần lượt là 415, 48,4 và 98,6 ppm ít nhất gấp 3 lần của xăng lần lượt là 18,7, 15,8 và 24,8 ppm. Điều này có thể là do nguyên nhân hàm lượng CH₄ trong máy sử dụng nhiên liệu biogas cao nên chưa bị đốt hết vì thế có một phần thất thoát ra ngoài. Mặt khác, trong biogas có sự tồn tại của CO₂, mà đây là nguyên nhân dập tắt sự cháy, điều này cho thấy rõ nhất là khi ở mức thấp của máy chạy bằng nhiên liệu biogas dư lượng CH thải ra quá cao là 415 ppm so với ở mức thấp của xăng là 18,7. Vì khi ở mức thấp hàm lượng không khí vào động cơ thấp nên không đủ O₂ để đốt cháy hết hàm lượng CH₄, ngoài ra cũng có thể do sự có mặt của CO₂ trong biogas đã làm quá trình đốt cháy bị tắt nhanh chóng hơn.

- Đối với No_x, dư lượng thải ở máy chạy bằng nhiên liệu biogas ở 3 mức luôn giảm đáng kể lần lượt là 26, 19 và 14 ppm trong khi đó dư lượng NO_x của máy chạy xăng ở 3 mức thì dao động không đáng kể lần lượt là 19,3, 20,3 và 20,2 ppm. Điều này có thể do máy chạy bằng nhiên liệu biogas có hàm lượng N₂, NH₃ cao hơn nên khi gặp O₂ trong quá trình cháy đã tạo ra nhiều NO_x. Nhưng ở động cơ chạy bằng nhiên liệu biogas khi thay đổi bướm gió theo mức tăng dần thì dư lượng NO_x lại giảm dần, điều này có thể do khi ở mức cao thì hàm lượng NH₃ và N₂ chưa được đốt cháy hoặc chỉ đốt cháy một phần. Quá trình cháy đã xảy ra giữa CH₄ và O₂ sinh ra khí CO₂, hàm

lượng khí CO₂ trong động cơ cao đã làm cho quá trình cháy dập tắt. Do vậy lượng khí NO_x sinh ra ít.

- Đối với dư lượng không khí, được tính bằng công thức.

$$\lambda = m_k/14,7$$

Trong đó m_k: là khối lượng không khí.

- Đối với máy chạy bằng nhiên liệu biogas, thì dư lượng không khí luôn luôn giảm lần lượt là 1,78, 1,35 và 0,95 đáng kể, trong khi đó dư lượng không khí trong động cơ chạy bằng nhiên liệu xăng thì dao động này hầu như không đáng kể lần lượt là 1,32, 1,38 và 1,38. Điều này có thể do bộ chế hoà khí chỉ phù hợp cho động cơ chạy bằng nhiên liệu xăng và được trộn theo một tỷ lệ nhất định giữa xăng và không khí, nên khi ở 3 mức tốc độ thì dư lượng không khí không thay đổi nhiều; còn đối với động cơ chạy bằng nhiên liệu biogas, tỷ lệ trộn giữa thành phần khí trong biogas và không khí có sự thay đổi. Vì vậy, dư lượng không khí luôn thay đổi, đối với mức cao thì dư lượng không khí thải ra thấp nhất, điều này là do hỗn hợp được trộn đậm hơn có nghĩa là lượng biogas nhiều hơn không khí nên lượng không khí sẽ được tận dụng hết. Vì vậy dư lượng không khí thải ra ít.

- Ở mức thấp thì hỗn hợp trộn loãng, nghĩa là lượng biogas ít hơn không khí nên lượng không khí chưa được tận dụng hết. Vì thế dư lượng không khí thải ra cao

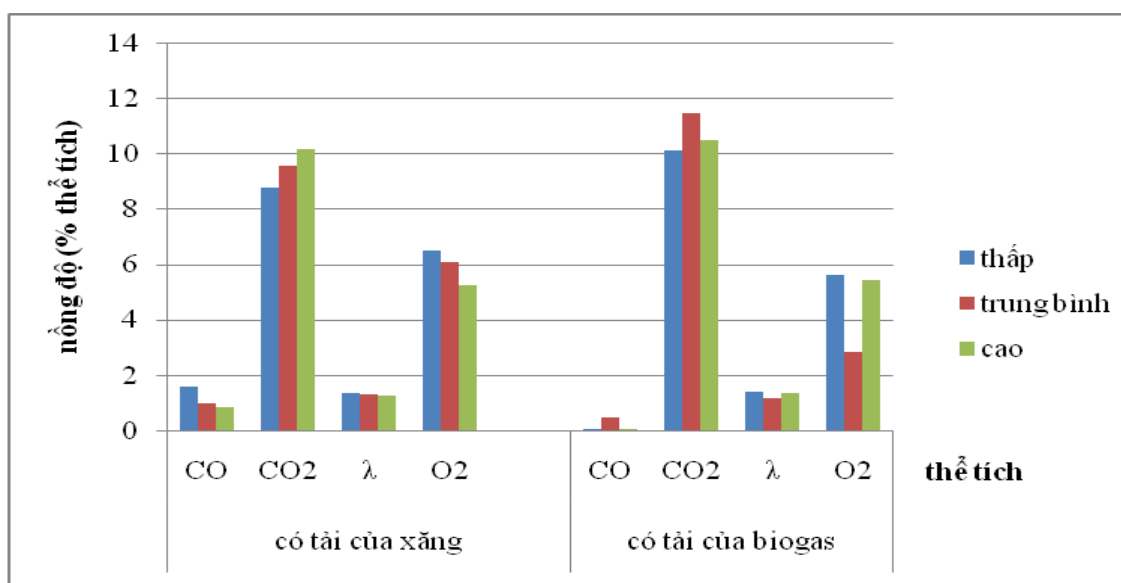
4.2. Kết quả máy chạy bằng biogas hoặc xăng ở chế độ có tải

Qua quá trình khảo sát thực tế ở chế độ có tải của máy phát điện sử dụng biogas hoặc xăng cùng với việc đo đạc các chỉ tiêu khảo sát chúng tôi thu nhận được những kết quả được trình bày qua bảng 4.3.

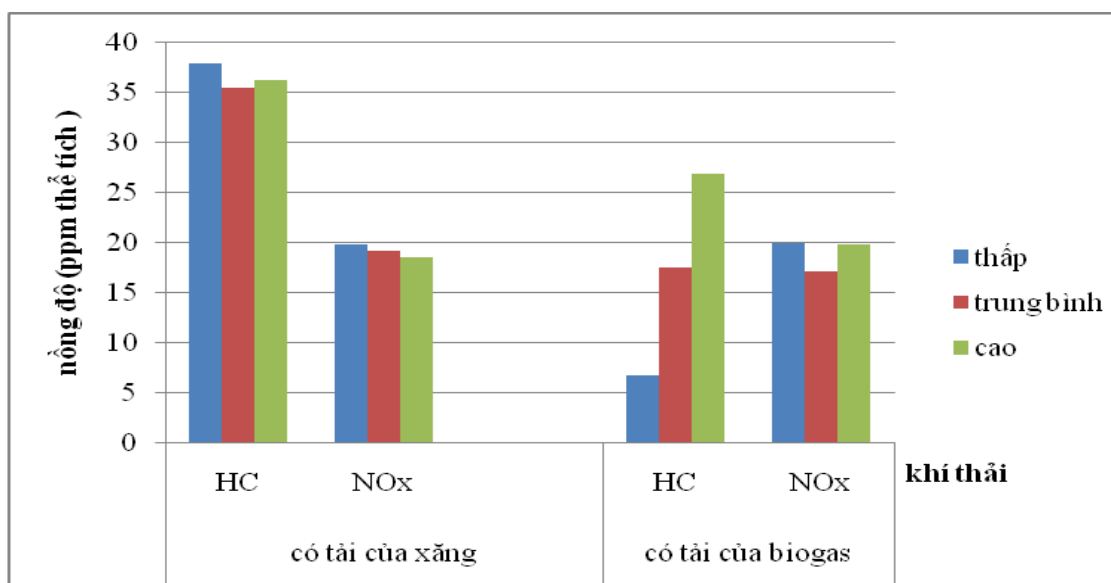
Bảng 4.3. Ảnh hưởng của nhiên liệu biogas hoặc xăng và tốc độ chỉnh gas lên thành phần khí xả của máy nổ phát điện ở chế độ có tải

Tốc độ	Nhiên liệu	Thấp (n=10)	Trung bình (n=10)	Cao (n=10)
Nhiên liệu tiêu thụ	Xăng (lít/giờ)	2.26 ± 0.03	2.52 ± 0.021	3.54 ± 0.03
	Gas (m ³ /giờ)	3.04 ± 0.054	3.55 ± 0.03	4.06 ± 0.05
Volt	Xăng	184 ± 0.48	222 ± 4.41	238 ± 4.25
	Gas	206 ± 1.08	201 ± 0.38	227 ± 0.02
Ampe	Xăng	3.43 ± 0.026	6.09 ± 0.305	9.7 ± 0.478
	Gas	3.58 ± 0.013	6.02 ± 0.013	9.32 ± 0.02
Công suất lý thuyết (W)	Xăng	1000	2100	3200
	Gas	1000	2100	3200
Công suất thực tế (W)	Xăng	630 ± 4.33	1316 ± 72.2	2211 ± 55.1
	Gas	740 ± 4.86	1210 ± 3	2129 ± 8.8
CO (% thể tích)	Xăng	1.58 ± 0.010	0.96 ± 0.142	0.85 ± 0.010
	Gas	0.04 ± 0.005	0.45 ± 0.011	0.04 ± 0.002
HC (ppm)	Xăng	38 ± 0.849	35.55 ± 1.49	36.23 ± 1.12
	Gas	6.80 ± 0.786	17.5 ± 0.806	26.9 ± 0.526
CO ₂ (% thể tích)	Xăng	8.8 ± 0.03	9.58 ± 0.183	10.20 ± 0.206
	Gas	10.15 ± 0.060	11.49 ± 0.091	10.53 ± 0.101
NO _x (ppm)	Xăng	19.81 ± 0.072	19.22 ± 0.142	18.60 ± 0.187
	Gas	20.04 ± 0.102	17.14 ± 0.165	19.86 ± 0.269
λ	Xăng	1.35 ± 0.005	1.31 ± 0.009	1.27 ± 0.012
	Gas	1.37 ± 0.007	1.17 ± 0.011	1.35 ± 0.018
O ₂ (% thể tích)	Xăng	6.52 ± 0.046	6.08 ± 0.105	5.27 ± 0.224
	Gas	5.62 ± 0.041	2.82 ± 0.071	5.43 ± 0.149

Biểu đồ 4.3. Ảnh hưởng của nhiên liệu biogas hoặc xăng và tốc độ chỉnh gas lên thành phần khí xả ở chế độ có tải



Biểu đồ 4.4. Ảnh hưởng của nhiên liệu xăng hoặc biogas và tốc độ chỉnh gas lên thành phần khí xả CH, NO_x ở chế độ có tải



Nhận xét: Ở mức tải nhỏ do động cơ chuyển đổi là động cơ xăng kéo máy phát điện nên phần nguyên thủy của động cơ được tính toán cho chế độ điều tốc này có hệ số dư lượng không khí λ thích hợp cho khả năng hòa trộn của hỗn hợp bốc cháy tốt nhất; vì thế các chỉ số khí thải cháy ở mức kinh tế nhất lượng khí độc cho ra thấp nhất CO là 0,341 %, HC là 33,2 ppm, CO₂ là 8,8 % mức thải này thoả mãn tiêu chuẩn euro 1.

- Khi chuyển đổi bộ chế hoà khí sang sử dụng nhiên liệu biogas là hỗn hợp khí có mặt hai thành phần CH₄ và CO₂. Sử dụng nhiên liệu bằng phương pháp ủ yếm khí tùy theo

mức độ sinh gas từ lúc ủ nên hỗn hợp cũng còn xuất hiện O_2 . Bằng phương pháp chuyên đổi tạo áp lực hút vào và hoà trộn với không khí vào động cơ, chúng ta phải làm đậm hỗn hợp để đáp ứng khả năng tải. Chính vì vậy các chỉ số khí thải cao hơn. Tuy nhiên, đối với động cơ xăng do khả năng hoà trộn tốt hơn, hệ số dư lượng không khí khi tốc độ càng cao chỉ số này sẽ càng cao. Nếu dùng phương pháp kiểm định cho động cơ xăng hiện nay để kiểm định thì động cơ sử dụng nguyên liệu khí lúc nào cũng cho mức độ khí độc thấp nhất.

- Ở mức tải vừa và cao khi động cơ đã làm việc ở chế độ thường xuyên, thì các giá trị khí độc khi chuyển đổi sang biogas đều thấp hơn khi sử dụng bằng xăng. Điều này là hoàn toàn hợp lý vì hệ số dư lượng không khí của động cơ sử dụng chất khí tốt hơn. Tuy nhiên chỉ số NO_x cao hơn vì hỗn hợp khí khi đốt cháy sẽ tốt hơn xăng. Chính vì vậy nhiệt độ của hỗn hợp cháy cao hơn, lượng NO_x sinh ra nhiều hơn.

➤ **Mức độ ô nhiễm môi trường**

- Đối với động cơ sử dụng nhiên liệu xăng sau quá trình sinh công đều thải ra môi trường các loại khí độc hại như CO, CH, CO_2 , NO_x , SO_2 . Đây là nguyên nhân dẫn đến ô nhiễm môi trường làm mất cân bằng sinh thái tự nhiên. Các chất khí độc hại như CO được thải ra ngoài môi trường do trong quá trình cháy thiếu oxy nên carbon không được cháy hoàn toàn. Lượng khí này nếu nhiều sẽ làm con người cảm giác khó thở, ảnh hưởng đến hô hấp. Đối với khí NO_x bao gồm NO, NO_2 , NO_3 , N_2O là các chất làm thương tổn các loại niêm mạc, C_nH_m là chất gây ung thư hệ hô hấp. Ngoài ra còn có SO_2 , SO_3 ..Nhìn chung trong các độc tố khói thải của động cơ kể trên, nguy hiểm nhất, đáng quan tâm nhất là C_nH_m . Mà C_nH_m lại phụ thuộc vào tỷ lệ thành phần các carbon hydro trong xăng. Có thể nói, thành phần carbon hydro trong xăng gây độc hại lớn cho người tham gia giao thông trên đường hiện nay.

Thông tin từ Cục Đăng kiểm xe cơ giới thuộc Bộ Giao Thông Vận Tải cho biết, kết quả nghiên cứu mới nhất cho thấy, khí thải của xe cơ giới đóng góp 90 % độc tố chì, 25 % độc tố NO_x , 98 % CO và 95 % C_nH_m chứa trong không khí tại các khu đô thị và khu công nghiệp[7]. Ngoài ra trong quá trình cháy bụi và chất rắn vô cơ cũng được thải ra ngoài, bao gồm các phân tử carbon hydro cháy không trọn hoặc bỏ hóng dính nhiên liệu cháy không trọn, đã làm không khí bị nhiễm bẩn. Mặt khác trên phạm vi cả nước còn dùng xăng pha chì là loại xăng có khả năng chống hiện tượng kích nổ của

động cơ. Khí thải của nó có thể gây bệnh ung thư, hoặc làm hỏng chức năng của tế bào. Như vậy ô nhiễm môi trường là kết quả của sự thải ra không khí các chất thải khí độc hại ở thể hơi, bụi, khí. Làm tăng đột biến các chất như CO₂, NO_x, SO_x.... Đã làm ô nhiễm môi trường khí quyển tạo nên sự ngột ngạt và "sương mù", gây nhiều bệnh cho con người. Nó còn tạo ra các cơn mưa acid làm huỷ diệt các khu rừng và các cánh đồng.

Theo nghiên cứu thì chất khí quan trọng gây hiệu ứng nhà kính là CO₂, nó đóng góp 50 % vào việc gây hiệu ứng nhà kính, CH₄ là 13 %, ozon tầng đối lưu là 7 %, N₂ là 5 %, CFC là 22 %, hơi nước ở tầng bình lưu là 3 % [8].

- Đối với động cơ chạy bằng biogas: Sau quá trình sinh công cũng thải ra ngoài môi trường các loại khí độc là CO, CH, CO₂, NO_x, SO₂. Tuy nhiên, dư lượng các khí này đều giảm nhiều lần so với ở xăng. Đối với khí CO, CH, là những chất độc hại nhất trong các thành phần khí thải từ động cơ chúng là nguyên nhân gây ung thư hệ hô hấp và khó thở cho người. Theo nghiên cứu dư lượng CO chiếm tới 98 % và CH chiếm tới 95 % trong không khí tại các khu công nghiệp và đô thị. Trong khi đó khi chạy bằng biogas các khí này thải ra ngoài không khí một dư lượng rất ít. Điều này rất có ích cho môi trường, còn lượng CO₂ thải ra từ máy chạy bằng biogas sẽ được cây xanh hút vào và thải ra O₂ trong quá trình quang hợp vì hầu như máy phát điện chạy bằng khí biogas được sử dụng ở nông thôn và các trang trại xa trung tâm thành phố nên lượng CO₂ được chu trình carbon tại vùng nông thôn sử dụng. Đặc biệt khi chạy bằng khí biogas các khói thải từ động cơ không có dư lượng chì như ở xăng; còn với những khí thải NO_x, SO_x, thì dư lượng của nó thải ra môi trường ít hơn ở xăng.

➤ **Kết luận:** Khi chạy máy phát điện bằng nhiên liệu khí biogas thì các khí thải từ động cơ cho ra ngoài môi trường ít hơn nhiều so với khi chạy bằng xăng. Điều này đã làm giảm đi một phần lượng các khí thải độc hại vào không khí như CO, CH, CO₂, SO_x. Những khí này chính là nguyên nhân gây hiệu ứng nhà kính và những cơn mưa acid, một số bệnh cho con người và các sinh vật sống trên trái đất.

➤ **Khả năng tải và hiệu quả kinh tế khi sử dụng biogas**

Khả năng tải: Dựa vào biểu đồ khi ở tốc độ thấp, dao động về giá trị của volt và ampe của dòng điện phát ra khi chạy máy bằng nhiên liệu biogas lớn hơn lần lượt là 206 volt, 3,58 Ampe so với máy chạy xăng lần lượt là 184 volt, 3,43 A làm cho giá trị

công suất thực tế của máy chưa thật sự ổn định. Điều này có thể do bộ chế hoà khí của xăng được thiết kế với một tỉ lệ hoà trộn thích hợp cho nhiên liệu xăng nên khi ở tốc độ thấp hoà khí của xăng và không khí vào động cơ chưa phù hợp với tỉ lệ được thiết kế do vậy công suất của xăng lúc này nhỏ. Khi ở tốc độ vừa và cao volt kế và ampe kế của động cơ chạy bằng xăng tăng lên lần lượt là 222, 238 volt, 6,09 và 9,7 Ampe vì công suất của động cơ được nâng lên. Do lượng hoà khí của xăng vào động cơ nhiều hơn ở mức thấp, lượng nhiên liệu này phù hợp với tỉ lệ trộn của bộ chế hoà khí để máy hoạt động bình thường. Mặt khác ta thấy volt kế giữa động cơ chạy nhiên liệu xăng và động cơ chạy bằng nhiên liệu biogas ở 3 mức không chênh lệch quá lớn vì thế ta sử dụng động cơ chạy bằng nhiên liệu biogas công suất vẫn tương đương như động cơ chạy bằng nhiên liệu xăng.

Hiệu quả kinh tế khi sử dụng biogas thay thế cho xăng

Bảng 4.4. Bảng giá điện tạo ra khi chạy máy bằng biogas hoặc xăng

Tốc độ	Nhiên liệu	Công suất (W)	Nhiên liệu tiêu thụ	Giá sản xuất (VNĐ/kW)	Giá thành nhiên liệu
Thấp	Xăng	630 ± 4.33	2.26 ± 0.03	1575	25538
	Biogas	740 ± 4.86	3.04 ± 0.05	1850	2432
Trung bình	Xăng	1316 ± 72.2	2.52 ± 0.021	3290	28476
	Biogas	1210 ± 3	3.55 ± 0.03	3025	2840
Cao	Xăng	2211 ± 55.1	3.54 ± 0.03	5527.5	40002
	Biogas	2129 ± 8.8	4.06 ± 0.05	5322.5	3248

- Theo trung tâm nghiên cứu năng lượng và môi trường, hội liên hiệp khoa học kỹ thuật Việt Nam giá thành 1 m³ biogas có giá thành là 800 VNĐ.

- Trong lúc giá điện kinh doanh nhà nước 2500 VNĐ, giá 1 lít xăng là 11.300 vnd.

- Dựa vào số liệu bảng 4.4 ta thấy ở mức tải thấp, để tạo ra công suất 630 W tương ứng với 1575 VNĐ/KW giá tiền điện sản xuất mà người dân cần phải trả cho nhà nước. Ta cần đến 2,26 l nhiên liệu xăng tương đương với 25538 VNĐ giá thành nhiên liệu xăng. Trong khi đó ở mức thấp của biogas để tạo ra công suất 740 W tương ứng với 1850 VNĐ/KW giá tiền điện sản xuất mà người dân cần phải trả cho nhà nước. Chỉ cần 3,04 m³ gas tương đương với 2432 VNĐ giá thành nhiên liệu. Ở mức trung bình để tạo

ra công suất 1316 W tương ứng với 3290 VNĐ/KW, cần đến 2,52 l nhiên liệu xăng tương đương với 28476 VNĐ giá thành nhiên liệu. Trong khi đó ở mức trung bình khi chạy bằng nhiên liệu biogas để tạo ra công suất 1210 tương ứng với 3025 VNĐ/KW. Chỉ cần 3,55 m³ gas tương đương với 2840 giá thành nhiên liệu biogas. Tương tự ở mức tải cao để tạo ra công suất 2211 W tương ứng với 5527,5 VNĐ/KW. Ta cần đến 3,54 l nhiên liệu xăng tương đương với 40.002 giá thành nhiên liệu. Trong khi đó ở biogas để tạo ra công suất 2129 W tương ứng với 5322,5 VNĐ/kw. Chỉ cần 4,06 m³ gas tương đương với 3248 VNĐ giá thành nhiên liệu biogas.

- Như vậy, ở 3 mức tải khác nhau khi sử dụng nhiên liệu biogas để chạy máy nổ phát điện, người dân tiết kiệm chi phí hơn khi sử dụng nhiên liệu biogas thay thế cho nhiên liệu xăng. Khi chạy ở mức tải cao, công suất càng cao thì nhiên liệu tăng rất ít, điều này rất có ích cho người dân khi sử dụng máy ở công suất cao vừa tiết kiệm nhiên liệu vừa đạt năng suất cao trong kinh tế. Khi giá xăng dầu liên tục tăng và nguồn điện cung cấp luôn thiếu so với nhu cầu xã hội thì việc sản xuất gas từ phân các loại gia súc là một giải pháp tiết kiệm năng lượng hiệu quả cho xã hội, biogas vừa xử lý được mùi hôi vừa sử dụng bón cây trồng, tránh được ruồi nhặng và đặc biệt bồi đất thì an toàn, không gây cháy lá như phân tươi, cách làm này vừa giúp người dân bảo vệ môi trường, vừa tiết kiệm điện, đặc biệt là những phường, xã chưa có mạng lưới điện quốc gia.

Chương 5

KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

5.1. Kết luận

- Qua quá trình khảo sát và phân tích những số liệu thu thập được chúng tôi rút ra những kết luận sau:

- Máy phát điện chạy bằng nhiên liệu xăng khi chuyển đổi sang sử dụng nhiên liệu là biogas vẫn chạy tốt và cho công suất không chênh lệch nhiều so với chạy bằng xăng.

- Nồng độ các loại khí xả độc hại gây ô nhiễm môi trường khi chạy máy bằng nhiên liệu biogas thấp hơn của xăng và đạt tiêu chuẩn Euro 1.

- Hiệu quả kinh tế khi chạy máy bằng nhiên liệu biogas cao hơn xăng.

5.2. Đề nghị

- Người sử dụng máy nên chạy máy ở tốc độ cao vừa tiết kiệm nhiên liệu. có thể kéo dài tuổi thọ của các thiết bị tải.

- Nên nghiên cứu thiết kế bộ trộn và bộ lọc khí để động cơ đạt được hiệu suất cao nhất và ảnh hưởng đến môi trường thấp nhất.

- Phổ biến kỹ thuật xây dựng hầm ủ, khuyến khích người dân sử dụng biogas thay thế cho xăng khi chạy máy phát điện, vừa thu được hiệu quả kinh tế cao vừa chủ động được nguồn năng lượng , lại làm giảm ô nhiễm môi trường nhất là ở vùng sâu, vùng xa.

- Nên nghiên cứu bổ sung một số chủng vi sinh vật vào quá trình lên men yếm khí tạo khí Mêtan nhiều hơn, đồng thời giảm lượng khí CO₂ để quá trình chạy máy được ổn định hơn...

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu tiếng Việt:

1. Nguyễn Đình Hùng, 2006. *Cấu tạo động cơ đốt trong*. Nhà xuất bản Giáo Dục.
2. Dương Nguyên Khang, 2006. *Thực hành công nghệ xử lý chất thải*. Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM.
3. Bùi Minh Thường và Nguyễn Đức Hoàng Kiên, 2007. *Thiết kế hoàn thiện động cơ sử dụng khí biogas*. Luận văn tốt nghiệp. Khoa Kỹ Thuật Giao Thông. Trường Đại Học Bách Khoa TP.HCM.
4. Nguyễn Tất Tiến, 2001. *Nguyên lý động cơ đốt trong*. Nhà xuất bản Giáo Dục.
5. Bùi Cách Tuyến, 2006. *Giáo trình độc chất học môi trường*. Khoa Công Nghệ Sinh Học. Trường Đại Học Nông Lâm TP.HCM.

Tài liệu từ internet:

6. <http://vnexpress.net/Vietnam/Oto-Xe-may/2005/07/3B9E0306/>
7. http://www.nea.gov.vn/thongtintmt/noidung/khds_8_04_06.htm
8. http://vi.wikipedia.org/wiki/%C3%94_nhi%E1%BB%85m_m%C3%B4i_tr%C6%B0%E1%BB%9Dng

PHỤ LỤC

Máy 5 kVA (Kết quả 10 lần đo bằng biogas ở chế độ có tải)

Điều chỉnh gas	m ³ gas tiêu thụ/giờ	Volt	Ampe	Công suất lý thuyết	Công suất thực tế (W)	CO	HC	CO ₂	O ₂	λ	NO _x
Thấp	3.0	205	3.6	1,000	738	0.06	6	10.0	5.59	1.38	20.2
Thấp	3.2	209	3.6		752	0.03	3	9.9	5.75	1.39	20.4
Thấp	3.1	210	3.6		756	0.04	10	10.2	5.65	1.38	20.3
Thấp	2.9	211	3.6		760	0.05	9	10.5	5.72	1.34	19.7
Thấp	2.85	207	3.5		725	0.03	3	10.0	5.84	1.34	19.6
Thấp	3.15	206	3.5		721	0.02	5	10.1	5.39	1.38	20.2
Thấp	3.2	203	3.6		731	0.04	8	10.2	5.64	1.38	20.2
Thấp	2.9	201	3.6		724	0.06	9	10.4	5.48	1.39	20.4
Thấp	2.8	211	3.6		760	0.07	8	10.0	5.55	1.34	19.7
Thấp	3.3	205	3.6		738	0.03	7	10.2	5.57	1.34	19.7
T bình	3.5	200	6.0	2,100	1200	0.50	23	11.2	2.49	1.08	15.8
T bình	3.7	201	6.0		1206	0.47	19	11.9	2.87	1.14	16.7
T bình	3.4	203	6.0		1218	0.49	14	11.5	2.75	1.19	17.4
T bình	3.6	200	6.0		1200	0.48	16	11.6	2.68	1.20	17.6
T bình	3.6	201	6.1		1226	0.42	17	11.2	3.22	1.18	17.3
T bình	3.7	202	6.0		1212	0.46	15	11.0	3.14	1.18	17.3
T bình	3.5	200	6.0		1200	0.44	18	11.4	2.85	1.18	17.3
T bình	3.6	201	6.0		1206	0.39	16	11.8	2.67	1.19	17.4
T bình	3.4	200	6.1		1220	0.41	19	11.7	2.87	1.18	17.3
T bình	3.5	203	6.0		1218	0.45	18	11.6	2.65	1.18	17.3
Cao	4.0	229	9.4	3,200	2153	0.05	29	9.8	6.49	1.45	21.2
Cao	4.2	227	9.3		2111	0.05	27	10.8	5.85	1.30	19.1
Cao	4.1	228	9.4		2143	0.04	26	10.9	5.33	1.30	19.1
Cao	3.9	226	9.3		2101	0.05	28	10.6	4.98	1.35	19.8
Cao	3.8	229	9.3		2130	0.05	25	10.8	4.87	1.32	19.4
Cao	4.2	225	9.3		2193	0.03	29	10.7	5.22	1.33	19.6
Cao	4.3	227	9.3		2111	0.04	27	10.5	5.32	1.32	19.4
Cao	3.9	224	9.4		2106	0.03	24	10.4	5.60	1.30	19.1
Cao	4.0	229	9.2		2127	0.03	28	10.5	5.47	1.41	20.7
Cao	4.2	228	9.3		2120	0.03	26	10.3	5.12	1.44	21.2

Máy 5 kVA (Kết quả 10 lần đo bằng biogas ở chế độ không tải)

Điều chỉnh gas	m ³ gas tiêu thụ/giờ	Volt	Ampe	Công suất lý thuyết (W)	Công suất thực tế (W)	CO	HC	CO ₂	O ₂	λ	NO _x
Thấp	1.5	48.6				0.13	431	7.1	10.65	1.94	28.3
Thấp	1.4	48.6				0.12	432	7.0	10.23	1.91	28.0
Thấp	1.6	48.9				0.16	409	8.0	9.80	1.66	24.3
Thấp	1.65	48.2				0.17	415	7.6	9.47	1.77	26.0
Thấp	1.45	48.7				0.15	412	7.6	9.45	1.77	26.0
Thấp	1.55	46.5				0.16	411	7.8	9.49	1.76	25.8
Thấp	1.45	46.2				0.12	403	7.3	9.63	1.82	26.6
Thấp	1.55	46.7				0.11	412	7.9	9.12	1.72	25.2
Thấp	1.6	48.7				0.13	419	8.0	9.23	1.71	25.2
Thấp	1.55	46.6				0.14	415	8.1	9.13	1.71	25.1
T bình	2.5	111				0.05	49	9.6	6.28	1.44	21.1
T bình	2.6	120				0.05	43	10	5.68	1.38	20.2
T bình	2.3	121				0.06	51	10.5	5.58	1.32	19.4
T bình	2.7	125				0.03	57	10	5.44	1.32	19.4
T bình	2.35	124				0.04	54	10.2	5.49	1.36	19.9
T bình	2.45	122				0.05	52	10.9	5.63	1.28	18.7
T bình	2.6	119				0.07	50	10.6	5.71	1.35	19.8
T bình	2.7	128				0.06	44	10.7	5.35	1.33	19.5
T bình	2.65	124				0.07	41	10.3	5.80	1.37	20.1
T bình	2.55	127				0.07	43	10.3	5.74	1.36	20.0
Cao	3.0	210				0.03	99	11	1.30	0.95	13.9
Cao	3.2	193				0.02	105	10.8	1.33	0.95	13.9
Cao	3.1	206				0.02	106	13.1	1.34	0.97	14.3
Cao	3.3	205				0.02	104	12.4	1.36	0.98	14.4
Cao	2.95	209				0.03	98	12.8	1.42	0.94	13.8
Cao	2.9	214				0.02	89	12.0	1.28	0.91	13.5
Cao	2.9	215				0.01	97	12.6	1.37	0.94	13.8
Cao	2.8	218				0.02	95	12.4	1.29	0.98	14.4
Cao	3.3	213				0.03	91	12.5	1.36	0.95	13.9
Cao	3.1	216				0.02	102	12.8	1.40	0.97	14.3

Máy 5 kVA (Kết quả 10 lần đo bằng xăng ở chế độ không tải)

Điều chỉnh gas	Lít xăng tiêu thụ/giờ	Volt	Ampe	Công suất lý thuyết (W)	Công suất thực tế (W)	CO	HC	CO ₂	O ₂	λ	NO _x
Thấp	2.00	220				3.31	15	9.3	6.78	1.45	21.2
Thấp	1.9	225				3.35	19	8.0	6.66	1.31	19.2
Thấp	1.8	224				3.33	20	8.6	6.59	1.28	18.8
Thấp	2.1	223				3.31	21	8.5	6.68	1.29	18.9
Thấp	2.2	222				3.30	24	8.8	6.65	1.29	19.0
Thấp	2.1	225				3.26	23	8.7	6.38	1.28	18.8
Thấp	2.2	227				3.29	18	7.9	6.49	1.29	19.0
Thấp	2.1	224				3.34	16	8.5	6.41	1.31	19.2
Thấp	2.00	226				3.30	18	8.6	6.12	1.29	19.0
Thấp	1.9	227				3.33	19	8.9	6.70	1.28	18.8
T bình	2.2	233				0.81	13	9.1	7.05	1.46	21.4
T bình	2.1	232				0.78	16	9.4	7.14	1.44	21.2
T bình	2.3	235				0.73	11	9.7	7.12	1.43	20.9
T bình	2.25	234				0.77	12	9.8	7.09	1.43	20.9
T bình	2.15	233				0.82	12	9.6	6.99	1.40	20.5
T bình	2.3	234				0.81	13	9.1	7.04	1.40	20.5
T bình	2.2	235				0.80	15	9.5	7.12	1.40	20.5
T bình	2.5	232				0.79	11	9.3	7.11	1.43	20.9
T bình	2.3	234				0.75	12	9.7	7.13	1.44	21.2
T bình	2.25	231				0.77	14	9.5	7.14	1.40	20.5
Cao	2.50	239				0.17	26	10.0	5.99	1.38	20.2
Cao	2.6	240				0.16	36	10.2	5.91	1.39	20.4
Cao	2.4	241				0.18	45	10.1	5.98	1.38	20.2
Cao	2.5	238				0.18	44	10.0	5.96	1.36	20.0
Cao	2.6	239				0.16	41	10.3	5.97	1.36	20.0
Cao	2.4	239				0.18	40	10.4	5.92	1.38	20.2
Cao	2.7	239				0.17	43	10.2	5.84	1.39	20.4
Cao	2.65	239				0.15	39	10.1	5.81	1.36	20.0
Cao	2.5	238				0.19	38	10.0	5.89	1.36	20.0
Cao	2.4	238				0.17	39	10.2	5.83	1.36	20.0

Máy 5 kVA (Kết quả 10 lần đo bằng xăng ở chế độ có tải)

Điều chỉnh gas	Lít xăng tiêu thụ/giờ	Volt	Ampe	Công suất lý thuyết (W)	Công suất thực tế (W)	CO	HC	CO ₂	O ₂	λ	NO _x
Thấp	2.25	184	3.5	1,000	644	1.63	43	8.8	6.59	1.36	19.9
Thấp	2.15	182	3.4		619	1.59	40	8.9	6.55	1.37	20.1
Thấp	2.2	186	3.3		614	1.58	36	8.8	6.66	1.33	19.6
Thấp	2.3	185	3.3		611	1.57	36	8.9	6.65	1.33	19.6
Thấp	2.35	184	3.5		644	1.60	39	8.7	6.68	1.36	20.0
Thấp	2.4	182	3.5		637	1.62	39	8.8	6.36	1.36	20.0
Thấp	2.1	184	3.5		644	1.58	35	8.6	6.47	1.37	20.1
Thấp	2.2	184	3.5		644	1.54	36	8.8	6.59	1.33	19.6
Thấp	2.3	182	3.4		619	1.55	35	8.8	6.28	1.33	19.6
Thấp	2.35	186	3.4		632	1.52	40	8.9	6.34	1.33	19.6
T bình	2.50	222	6.0	2,100	1332	0.33	16	10.2	5.77	1.26	18.5
T bình	2.45	223	6.1		1360	0.35	42	10.5	5.63	1.27	18.6
T bình	2.6	222	6.1		1354	0.33	46	10.2	5.58	1.26	18.5
T bình	2.55	222	6.1		1354	0.34	24	10.5	5.69	1.26	18.5
T bình	2.55	222	6.1		1354	0.33	37	10.6	5.64	1.26	18.5
T bình	2.6	222	6.1		1354	0.35	31	10.8	5.62	1.28	18.8
T bình	2.5	223	6.1		1360	0.35	38	10.4	5.28	1.28	18.8
T bình	2.4	222	6.1		1354	0.36	31	10.1	5.59	1.27	18.6
T bình	2.5	223	6.1		1360	0.33	34	10.0	5.87	1.28	18.8
T bình	2.6	222	6.1		1354	0.34	33	10.2	5.81	1.27	18.6
Cao	3.50	238	9.7	3,200	2309	0.60	39	11.6	3.88	1.19	17.5
Cao	3.6	238	9.7		2309	0.62	40	11.5	3.85	1.19	17.5
Cao	3.5	239	9.7		2318	0.63	45	11.6	3.66	1.17	17.2
Cao	3.7	240	9.7		2328	0.60	46	11.9	3.67	1.18	17.4
Cao	3.6	238	9.7		2309	0.64	35	11.4	3.68	1.17	17.2
Cao	3.6	238	9.7		2309	0.67	36	11.2	3.69	1.18	17.4
Cao	3.4	238	9.7		2309	0.66	36	11.3	3.45	1.18	17.4
Cao	3.4	239	9.7		2318	0.62	32	11.0	3.55	1.19	17.5
Cao	3.5	238	9.7		2309	0.63	33	11.6	3.65	1.19	17.5
Cao	3.6	238	9.7		2309	0.65	34	11.5	3.49	1.17	17.2