

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

BÁO CÁO TỔNG KẾT

**ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ
CẤP ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

**NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ XỬ LÝ VÀ LƯU TRỮ BIOGAS
SỬ DỤNG CHO CÁC PHƯƠNG TIỆN VẬN TẢI CƠ GIỚI**

Mã số: Đ2012-02-26

Chủ nhiệm đề tài: ThS. NGUYỄN VĂN ĐÔNG

Đà Nẵng, tháng 12 năm 2012

MỞ ĐẦU

TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI: Năng lượng & Môi trường là vấn đề có tác động, ảnh hưởng không nhỏ đến tất cả các lĩnh vực, bao gồm: kinh tế, chính trị, văn hóa, an ninh, xã hội... của tất cả các Quốc gia trên thế giới. Đặc biệt, trong tình hình nguồn năng lượng hóa thạch đang cạn kiệt và sự biến đổi khí hậu trái đất đang trở thành mối hiểm họa đối với loài người thì vấn đề nêu trên càng trở thành mối quan tâm hàng đầu của cả thế giới. Tiết kiệm năng lượng và giảm thiểu ô nhiễm môi trường luôn là mục tiêu nghiên cứu của ngành động cơ và ô tô.

Song song với việc hoàn thiện các hệ thống của động cơ đốt trong để nâng cao hiệu suất nhiệt, giảm tiêu hao nhiên liệu, giảm thiểu ô nhiễm môi trường thì các chương trình nghiên cứu tìm kiếm nguồn năng lượng sạch, năng lượng tái sinh và nâng cao hiệu quả sử dụng các nguồn năng lượng này là việc rất cần thiết.

Trong các nguồn nhiên liệu thay thế, biogas là nguồn năng lượng tái sinh được hình thành trong quá trình phân hủy kỵ khí các chất hữu cơ như chất thải của động vật, phụ phẩm cây trồng (rơm, rạ ...), rác thải, chất thải của nông nghiệp, lâm nghiệp ... Thành phần chủ yếu của biogas là khí metan (CH_4), khí cacbonic (CO_2) ngoài ra còn có các tạp chất khác như H_2S . Nếu khí biogas được lọc sạch các tạp chất, chúng ta sẽ nhận được nhiên liệu có tính chất tương tự như khí thiên nhiên. Sử dụng biogas làm nhiên liệu cho phép giải quyết đồng thời vấn đề ô nhiễm khi sản xuất biogas và thay thế nhiên liệu truyền thống.

Với lý do đó đề tài “NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ XỬ LÝ VÀ LƯU TRỮ BIOGAS SỬ DỤNG CHO CÁC PHƯƠNG TIỆN VẬN TẢI CƠ GIỚI” có ý nghĩa to lớn và hết sức cấp thiết; nó không những góp phần làm đa dạng hóa nguồn nhiên liệu dùng cho động cơ nhiệt khi dầu mỏ đang ngày càng cạn kiệt, mà còn góp phần sử dụng

hiệu quả hơn nguồn nhiên liệu sinh học cho động cơ đốt trong và giảm thiểu ô nhiễm môi trường trong tình hình mới.

MỤC ĐÍCH NGHIÊN CỨU:

Thiết kế, chế tạo hệ thống xử lý khí H_2S và CO_2 trong khí biogas đảm bảo tiêu chuẩn về nhiên liệu khí sử dụng cho động cơ đốt trong;

Thiết kế quy trình công nghệ nén biogas sạch và lưu trữ làm nhiên liệu cho các phương tiện vận tải cơ giới;

ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU: Như mục đích nghiên cứu đã chỉ rõ, với đề tài “NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ XỬ LÝ VÀ LƯU TRỮ BIOGAS SỬ DỤNG CHO CÁC PHƯƠNG TIỆN VẬN TẢI CƠ GIỚI” thì đối tượng nghiên cứu:

- Thành phần Biogas trước và sau quá trình lọc;
- Vật liệu lọc, phương pháp lọc và các thông số ảnh hưởng đến hiệu quả của hệ thống lọc;
- Công nghệ lưu trữ biogas sạch ở một số trang trại trong khu vực Thành Phố Đà Nẵng để làm nhiên liệu cho động cơ đốt trong.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU: Do tính ứng dụng đa dạng của đề tài, nên phương pháp nghiên cứu là thu thập các dữ liệu liên quan về biogas và tiêu chuẩn về nhiên liệu khí cho động cơ đốt trong để xây dựng phương pháp tính toán và xây dựng mô hình thực nghiệm. Hơn nữa để khẳng định tính đúng đắn của phương pháp nghiên cứu, kết quả cho bởi mô hình lý thuyết sẽ được kiểm chứng bởi các giá trị đo được từ kết quả của quá trình thực nghiệm.

Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ TÍNH THỰC TIỄN CỦA ĐỀ TÀI:

Biogas làm nhiên liệu cho động cơ đốt trong sẽ giảm được sự phát thải các khí CH_4 , CO_2 , NO_x , HC, CO... góp phần bảo vệ môi trường. Hơn nữa, nó còn làm phong phú và đa dạng hóa nguồn năng lượng dùng cho động cơ đốt trong. Vì vậy đề tài không những có ý nghĩa khoa học lớn mà còn mang tính thực tiễn cao trong tình hình

năng lượng có dấu hiệu khủng hoảng, dầu mỏ đang cạn kiệt và tình hình biến đổi khí hậu ngày một trở nên nghiêm trọng.

Bố cục của đề tài bao gồm:

Chương 1: Tổng quan về tình hình nghiên cứu ứng dụng khí sinh học Biogas. Yêu cầu chất lượng biogas để làm nhiên liệu cho động cơ đốt trong.

Chương 2: Nghiên cứu công nghệ xử lý các tạp chất trong biogas làm nhiên liệu cho động cơ. Lý thuyết về hấp thụ và các tính toán hình thành thông số chế tạo mô hình thực nghiệm.

Chương 3: Nghiên cứu công nghệ lưu trữ biogas sạch làm nhiên liệu cho các phương tiện vận tải cơ giới.

Kết luận và hướng phát triển của đề tài

Chương 1

TỔNG QUAN VỀ TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG BIOGAS

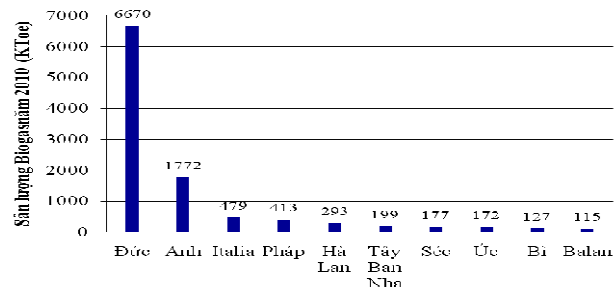
1.1. Đặc điểm khí sinh học biogas

Biogas (khí sinh học) là sản phẩm khí sinh ra từ quá trình phân hủy kỵ khí các hợp chất hữu cơ. Thành phần chủ yếu của biogas là khí methane (CH_4) và khí cacbonic (CO_2). Khí methane cháy cho nhiệt lượng cao nên biogas thường được sử dụng làm nhiên liệu.

Để có thể sử dụng biogas làm nhiên liệu cho ô tô, cần phải tinh luyện (hay nâng cấp) biogas tức là loại bỏ các tạp chất để đáp ứng theo tiêu chuẩn nhiên liệu khí. Hiệu quả lọc biogas phụ thuộc chủ yếu vào thiết bị, vật liệu và phương pháp tách bỏ CO_2 và H_2S , có thể sử dụng hệ thống loại bỏ CO_2 và H_2S đồng thời hoặc riêng biệt, hiệu quả và thời gian làm việc của mỗi hệ thống là khác nhau.

1.2. Tình hình nghiên cứu và sử dụng biogas

1.2.1. Tình hình nghiên cứu và sử dụng biogas trên thế giới

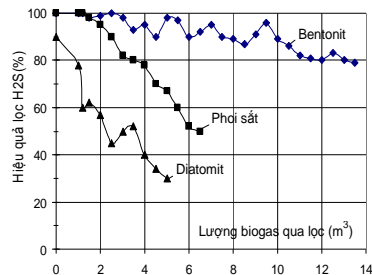


Hình 1.1. sản lượng biogas một số nước năm 2010



Hình 1.2. Dây chuyền sản xuất và ứng dụng Biogas tại Thụy Điển (Nguồn: SGC (Svensk Gastekniskt Center AB))

1.2.2. Tình hình nghiên cứu và sử dụng biogas ở Việt Nam



Hình 1.3. Hiệu quả lọc H₂S trong biogas bằng vật liệu khác nhau

Hiệu quả lọc biogas phụ thuộc chủ yếu vào thiết bị, vật liệu và phương pháp tách bỏ CO₂ và H₂S, có thể sử dụng hệ thống loại bỏ CO₂ và H₂S đồng thời hoặc riêng biệt, hiệu quả và thời gian làm việc của mỗi hệ thống là khác nhau.

1.3. Yêu cầu chất lượng biogas để làm nhiên liệu

Biogas có thể được sử dụng cho những mục đích giống như khí thiên nhiên khi đã được xử lý.

Bảng 1.1. Công nghệ ứng dụng biogas và yêu cầu xử lý [3]

Công nghệ	Yêu cầu xử lý
Đun nấu (Nồi hơi)	H ₂ S < 1000 ppm, Áp suất: 0.8-2.5 kPa, loại bỏ cặn (Đối với bếp nấu: H ₂ S < 10 ppm)
Động cơ đốt trong	H ₂ S < 100 ppm, Áp suất: 0.8-2.5 kPa, loại bỏ cặn, siloxanes (Động cơ xăng dễ bị tổn hại đối với H ₂ S hơn động cơ diesel)
Microturbines	H ₂ S đạt 70,000 ppm, Áp suất 520 kPa loại bỏ cặn, siloxanes
Fuel Cells	PEM: CO < 10 ppm, loại bỏ H ₂ S PAFC: H ₂ S < 20 ppm, CO < 10 ppm, Halogens < ppm MCFC: H ₂ S < 10 ppm đối với nhiên liệu H ₂ S < 0.5 ppm đối với stec, Halogens < 1 ppm SOFC: H ₂ S < 1 ppm, Halogens < 1 ppm
Động cơ Stirling	H ₂ S < 1000 ppm, Áp suất: 1-14 kPa
Nâng cấp thành khí thiên nhiên	H ₂ S < 4 ppm, CH ₄ > 95%, CO ₂ < 2 % thể tích, H ₂ O < (1*10 ⁻⁴) kg/mm ³ , loại bỏ cặn, siloxanes, Áp suất > 3000 kPa

Chương 2

NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ XỬ LÝ CÁC TẠP CHẤT TRONG BIOGAS LÀM NHIÊN LIỆU CHO ĐỘNG CƠ

2.1. Cơ sở lý thuyết về quá trình loại bỏ các tạp chất có trong biogas

Hấp thụ là quá trình hút khí bằng chất lỏng, khí được hút là chất bị hấp thụ, chất lỏng dùng để hút khí là dung môi (còn gọi là chất hấp thụ), khí không bị hấp thụ gọi là khí trơ. Quá trình hấp thụ đóng một vai trò quan trọng trong công nghệ hoá học, sản xuất và chế biến dầu khí; nó được ứng dụng để thu hồi các cấu tử quý, làm sạch khí, tách hỗn hợp thành những cấu tử riêng biệt...

2.2. Cơ sở của quá trình hấp thụ biogas

Quá trình loại bỏ các tạp chất có trong biogas được dựa trên cơ chế của quá trình hấp thụ vật lý với dung môi sử dụng là nước, các chất khí cần hấp thụ là CO_2 và H_2S .

Cơ sở tính toán quá trình hấp thụ là định luật Henry về thành phần cân bằng của các pha trong hệ khí - dung dịch chất lỏng hòa tan khí:

Khi tính toán hấp thụ ta thường biết lượng hỗn khí, nồng độ ban đầu và nồng độ cuối của khí bị hấp thụ trong hỗn hợp khí biogas và trong dung môi và được tính theo [11].

$$G_{\text{tr}} = G_y \cdot \frac{1}{1 + Y_d} = G_y (1 - Y_d) \quad (2.3)$$

Trong đó:

G_y [kmol/h] - Lượng hỗn hợp khí đi vào thiết bị hấp thụ;

Y_d - Nồng độ đầu của hỗn hợp khí, kmol/kmol khí trơ.

Y_c - Nồng độ cuối của hỗn hợp khí, kmol/kmol khí trơ.

G_x - Lượng dung môi đi vào thiết bị, kmol/h.

X_d - Nồng độ đầu của dung môi, kmol/kmol dung môi.

X_c - Nồng độ cuối của dung môi, kmol/kmol dung môi.

G_{tr} - Lượng khí trơ đi vào thiết bị, [kmol/h].

Phương trình cân bằng vật liệu đối với khoảng thể tích thiết bị

kể từ một tiết diện bất kỳ nào đó với phần trên của thiết bị thì ta có:

$$G_{\text{tr}}(Y - Y_c) = G_x(X - X_d) \quad (2.8)$$

Từ (2.8) suy ra:

$$Y = \frac{G_x}{G_{\text{tr}}} X + Y_c - \frac{G_x}{G_{\text{tr}}} X_d \quad (2.9)$$

Phương trình (2.9) gọi là phương trình đường nồng độ làm việc của quá trình hấp thụ.

2.3. Nghiên cứu thực nghiệm

2.3.1. Tính toán thiết kế mô hình hệ thống lọc biogas

2.3.1.1. Mô hình hệ thống lọc biogas và các thông số ban đầu

2.3.1.1.1. Mô hình hệ thống lọc biogas và các thông số ban đầu

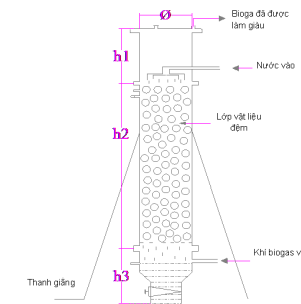
Để hấp thụ khí CO_2 và H_2S trong biogas, ta sử dụng tháp đệm với dung môi là nước. Tháp đệm có sơ đồ cấu tạo như hình vẽ 2.2.

Để đảm bảo thực hiện quá trình hấp thụ, cột lọc cần được chia làm 3 phần chính:

Phần đầu tháp (có chiều cao h_1): Là phần không gian lắp đặt hệ thống phân phối nước và ống dẫn khí biogas sạch.

Phần thân tháp (có chiều cao h_2): dùng để chứa đệm vi sinh dạng cầu.

Phần đáy tháp (có chiều cao h_3): để lắp đường ống dẫn và phân phối khí vào tháp cũng như đường ống dẫn nước sau hấp thụ ra ngoài.



Hình 2.1. Sơ đồ cấu tạo hệ thống lọc biogas

2.3.1.2. Tính toán thiết kế kích thước cột lọc

Để tính toán thiết kế các kích thước của cột lọc trước hết ta chọn một số các thông số ban đầu cho phù hợp với yêu cầu thực tế nguồn khí và yêu cầu sử dụng:

- Lưu lượng khí biogas vào tháp: $G_y = 1,5 \text{ [m}^3/\text{h]}$;
- Áp suất khí vào thiết bị: $P = 1,0 \text{ [Mpa]} = 7500,62 \text{ [mmHg]}$;
- Hàm lượng khí CO_2 sau khi hấp thụ: 2%;
- Chọn nhiệt độ của nước hấp thụ là $30 \text{ [}^\circ\text{C]}$;

Đệm vi sinh dạng cầu với thông số kỹ thuật như sau [26].

- $D = 105\text{mm}$, $H = 60\text{mm}$.
- $\sigma_d = 160 \text{ [m}^2/\text{m}^3]$ - diện tích bề mặt riêng của đệm.
- $V_d = 0,9 \text{ [m}^3/\text{m}^3]$, thể tích tự do của đệm.
- $\rho_d = 145 \text{ [kg/m}^3]$ - khối lượng riêng của đệm vi sinh.

Thành phần biogas vào tháp được xây dựng trên số liệu thực nghiệm tại trại Nhơn Sơn xã Hòa Sơn, Huyện Hòa Vang TP Đà Nẵng như trong bảng 2.2.

Bảng 2.2. Thành phần các khí trong Biogas

Thành phần	Phần trăm thể tích ban đầu (%)	Phần mol ban đầu, y_i	Phần mol sau hấp thụ, y_i
CO_2	30	0,3000	0,0201
N_2	0,3	0,0030	0,0042
CH_4	68,7	0,6870	0,9659
H_2S	0,3	0,0030	0,0000
H_2O	0,7	0,0070	0,0098
Tổng		1,0000	1,0000

Yêu cầu hàm lượng CO_2 sau hấp thụ 2%, thành phần biogas sau lọc có sự thay đổi lớn, được thể hiện trong bảng 2.3.

Bảng 2.3. Thành phần các khí sau hấp thụ

Thành phần	Phần mol, y_i	Khối lượng phân tử, M_i	$M_i \cdot y_i$
CO_2	0,0201	44	0,8800
N_2	0,0042	28	0,1181
CH_4	0,9659	16	15,4550
H_2S	0,0000	34	0,0000
H_2O	0,0098	18	0,1772
Tổng	1,0000		16,6303

Áp dụng định luật Henry và phương trình cân bằng vật liệu, xây dựng đường nồng độ cân bằng và đường nồng độ làm việc của quá trình hấp thụ tương ứng như phương trình (2.12), (2.13)

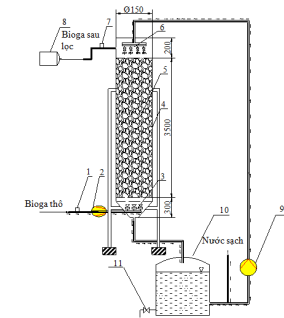
$$Y_{cb} = \frac{mX}{1 + (1 - m)X} = \frac{187,98 \cdot X}{1 + (1 - 187,98)X} \quad \left(\frac{\text{kmol CO}_2}{\text{kmol khí trơ}} \right) \quad (2.12)$$

$$Y = \frac{G_x}{G_{tr}} X + Y_c - \frac{G_x}{G_{tr}} X_d = \frac{1,2 \cdot 82}{0,42} X + 0,02 = 234,3X + 0,02 \quad (2.13)$$

Áp dụng các công thức tính toán các thông số thiết bị hấp thụ theo [10, 11], ta thu được kết quả về thông số cần thiết để chế tạo thiết bị như sau:

- Đường kính tháp hấp thụ: $D = 150 \text{ [mm]}$
- Chiều cao lớp vật liệu đệm: $h_2 = 3500 \text{ [mm]}$
- Chiều cao phần đầu tháp: $h_1 = 200 \text{ [mm]}$
- Chiều cao phần đáy tháp: $h_3 = 300 \text{ [mm]}$

1. Điểm lấy mẫu khí đầu vào;
2. Bơm hút khí AC0-318;
3. Hệ thống phân phối khí;
4. Cột lọc;
5. Vật liệu đệm
6. Hệ thống phân phối nước;
7. Điểm đo khí sau lọc;
8. Túi chứa khí;
9. Bơm nước;
10. Bể chứa nước



Hình 2.2. Mô hình thực nghiệm hệ thống lọc

Mô hình thực nghiệm tại trại chăn nuôi Nhơn Sơn được thể hiện trong hình 2.5. Biogas từ hầm ủ đi vào túi chứa khí dưới áp lực tự nhiên của khí trong hầm ủ. Túi chứa khí có tác dụng lưu trữ và ổn định áp lực của khí sinh ra. Sau đó biogas đi vào cột lọc từ dưới lên trên nhờ bơm hút để tiếp xúc với vật liệu lọc dưới tốc độ 1,5 [m³/h], đi vào van tiết lưu duy trì tốc độ dòng khí là 1,5 [m³/h], trước khi đi vào cột lọc. Trong suốt thời gian hấp thụ, thường xuyên đo nồng độ các khí trước và sau khi xử lý bằng máy đo phân tích khí thải GFM435.

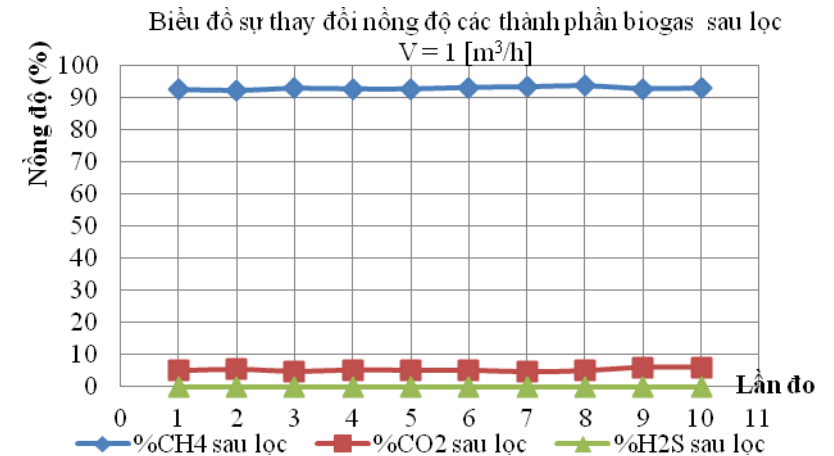


Hình 2.3. ảnh cột lọc thực nghiệm

2.3.3. Kết quả thực nghiệm

Bảng 2.1. Thành phần khí khi sau lọc với lưu lượng khí vào $V = 1$ [m³/h]

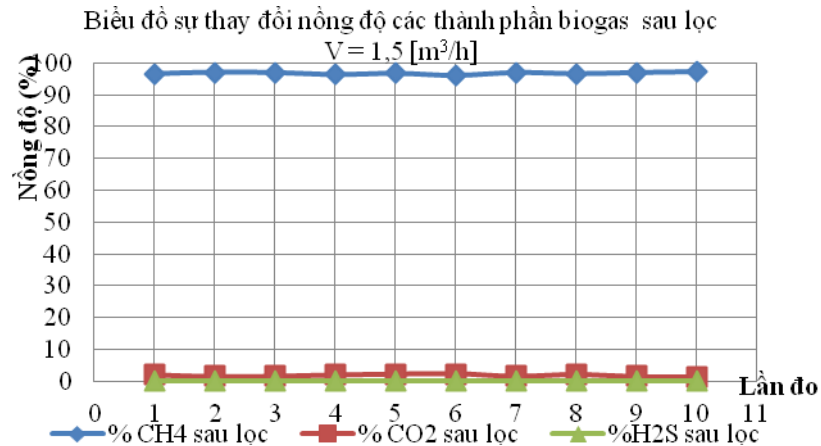
Thành phần khí Lần đo	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	H ₂ S (%)
Lần 1	92.3	5	0.0040
lần 2	92	5.4	0.0040
Lần 3	92.7	4.8	0.0030
Lần 4	92.5	5.2	0.0030
Lần 5	92.5	5.1	0.0040
Lần 6	93	5.1	0.0020
Lần 7	93.2	4.7	0.0020
Lần 8	93.5	5	0.0010
Lần 9	92.6	6	0.0030
Lần 10	92.8	6	0.0020



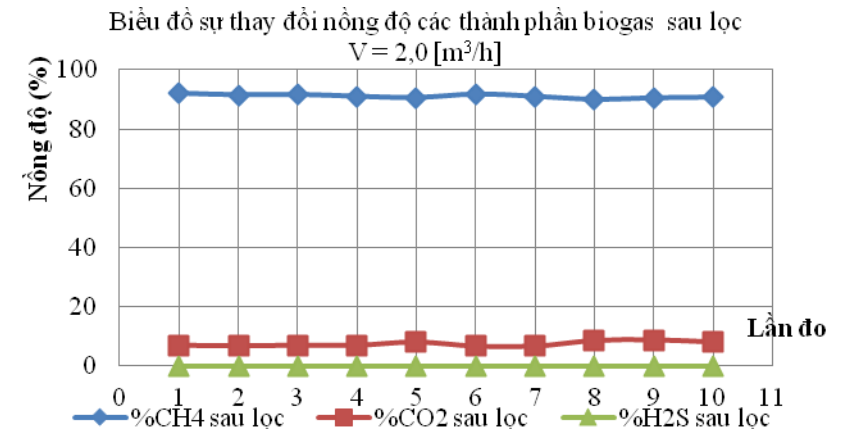
Hình 2.4. Đồ thị biểu diễn sự thay đổi thành phần khí biogas sau lọc ứng với $V = 1$ [m³/h]

Bảng 2.2. Thành phần khí khí sau lọc với lưu lượng khí vào $V = 1,5 \text{ [m}^3/\text{h]}$

Thành phần khí Lần đo	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	H ₂ S (%)
Lần 1	96,7	2	0,0010
lần 2	97,1	1,6	0,0010
Lần 3	97,0	1,7	0,0000
Lần 4	96,5	2	0,0010
Lần 5	96,8	2,2	0,0010
Lần 6	96,3	2,3	0,0010
Lần 7	97,0	1,7	0,0000
Lần 8	96,7	2,1	0,0000
Lần 9	97,0	1,6	0,0010
Lần 10	97,2	1,5	0,0000

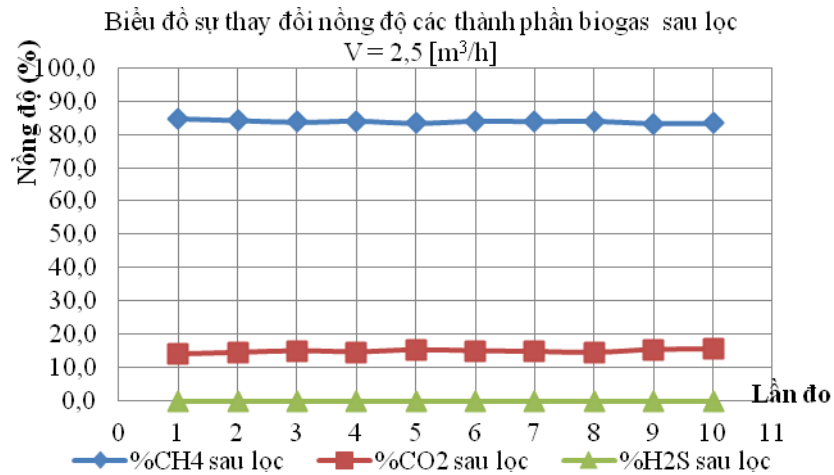
Hình 2.5. Đồ thị biểu diễn sự thay đổi thành phần khí biogas sau lọc ứng với $V = 1,5 \text{ [m}^3/\text{h]}$ Bảng 2.3. Thành phần khí khí sau lọc với lưu lượng khí vào $V = 2 \text{ [m}^3/\text{h]}$

Thành phần khí Lần đo	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	H ₂ S (%)
Lần 1	92	7	0,0040
lần 2	91,5	6,8	0,0050
Lần 3	91,6	7	0,0070
Lần 4	91	7	0,0070
Lần 5	90,6	8	0,0050
Lần 6	91,7	6,7	0,0060
Lần 7	91	6,7	0,0070
Lần 8	90	8,5	0,0060
Lần 9	90,5	8,7	0,0050
Lần 10	90,7	8	0,0060

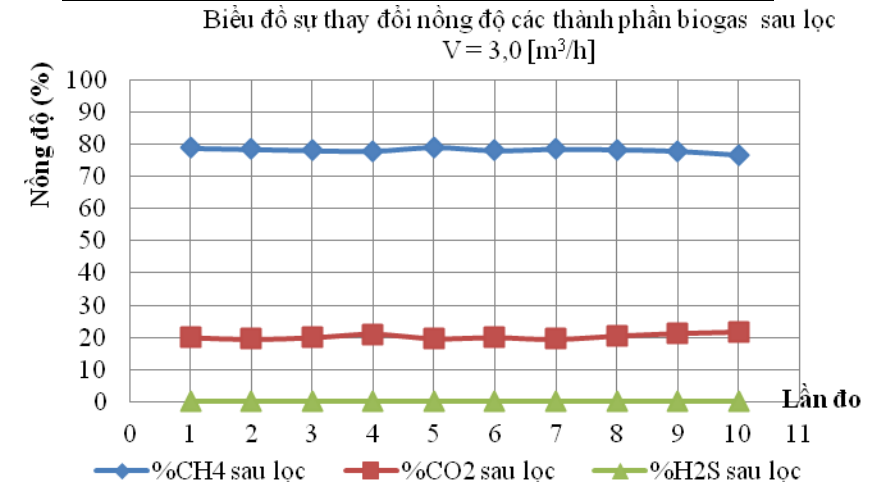
Hình 2.6. Đồ thị biểu diễn sự thay đổi thành phần khí biogas sau lọc ứng với $V = 2 \text{ [m}^3/\text{h]}$

Bảng 2.4. Thành phần khí khí sau lọc với lưu lượng khí vào $V = 2,5 \text{ [m}^3/\text{h]}$

Thành phần khí Lần đo	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	H ₂ S (%)
Lần 1	84,7	14,0	0,0070
lần 2	84,2	14,5	0,0060
Lần 3	83,7	15,0	0,0070
Lần 4	84,0	14,7	0,0060
Lần 5	83,4	15,3	0,0060
Lần 6	84,0	15,0	0,0050
Lần 7	83,9	14,8	0,0060
Lần 8	84,0	14,5	0,0080
Lần 9	83,3	15,4	0,0080
Lần 10	83,4	15,5	0,0060

Hình 2.7. Đồ thị biểu diễn sự thay đổi thành phần khí biogas sau lọc ứng với $V = 2,5 \text{ [m}^3/\text{h]}$ Bảng 2.5. Thành phần khí khí sau lọc với lưu lượng khí vào $V = 3 \text{ [m}^3/\text{h]}$

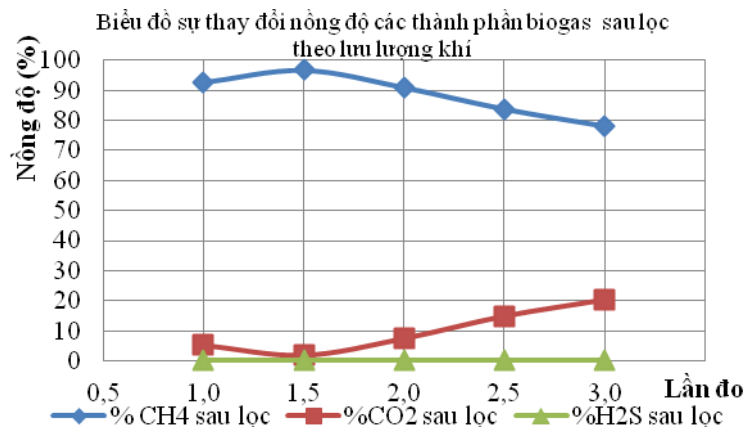
Thành phần khí Lần đo	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	H ₂ S (%)
Lần 1	78,8	20	0,009
lần 2	78,4	19,5	0,009
Lần 3	78	20	0,010
Lần 4	77,8	21	0,015
Lần 5	79,1	19,7	0,009
Lần 6	78	20	0,008
Lần 7	78,5	19,5	0,017
Lần 8	78,3	20,5	0,009
Lần 9	77,8	21,2	0,020
Lần 10	76,5	21,6	0,020

Hình 2.8. Đồ thị biểu diễn sự thay đổi thành phần khí biogas sau lọc ứng với $V = 3 \text{ [m}^3/\text{h]}$

Qua các giá trị thực nghiệm ứng với các lưu lượng khí đầu vào khác nhau chúng ta nhận thấy sự thay đổi các thành phần khí sau lọc. Ứng với lưu lượng từ 1-1,5 m³/h thì hiệu quả lọc cao (thành phần CH₄) trên 91%). Khi lưu lượng khí tăng dần từ (2-3) [m³/h] thì hiệu quả lọc giảm. Điều này cho thấy tốc độ dòng khí tăng thời gian lưu thấp và mật độ khí tăng theo nên hiệu quả thấp. Giá trị trung bình của các thành phần được tổng hợp như bảng 2.6 và đồ thị 2.9.

Bảng 2.6. Thành phần khí khi sau lọc theo lưu lượng khí vào

Thành phần khí V _k [m ³ /h]	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	H ₂ S (%)
1,00	92,71	5,23	0,00
1,50	96,83	1,87	0,00
2,00	91,06	7,44	0,01
2,50	83,86	14,87	0,01
3,00	78,12	20,30	0,01



Hình 2.9. Đồ thị biểu diễn sự thay đổi thành phần khí biogas sau lọc theo lưu lượng khí biogas vào

2.4. Nhận xét kết quả và kết luận

2.4.1. Nhận xét kết quả

Với cùng đặc tính nguồn biogas đầu vào, so sánh kết quả khả năng hấp phụ H₂S, CO₂ trong biogas đối mô hình thực nghiệm có thể rút ra một số nhận xét:

Khả năng hấp thụ CO₂, H₂S phụ thuộc vào tốc độ dòng khí (hay thời gian tiếp xúc của khí biogas với nước).

Ứng với lưu lượng khí đầu vào [1,5 m³/h] cho kết quả 96,7% CH₄, 1,87%CO₂, thành phần khác chiếm 1,43%, thành phần H₂S được hấp thụ gần như hoàn toàn.

Khi tăng dần lưu lượng khí từ (2-3) [m³/h] thì lượng CO₂ sau lọc được tăng lên từ (7,44% -20,3%) đồng thời các thành phần khác cũng tăng lên. H₂S chiếm 100 [ppm]. Điều này chứng tỏ khi lưu lượng tăng lên thì hiệu suất lọc theo mô hình sẽ giảm. Điều này cho thấy thời gian tiếp xúc của khí biogas trong tháp nhỏ nên hiệu quả lọc thấp.

Nước sau khi hấp thụ sẽ bão hòa do đó để tái tuần hoàn nước ta cần thực hiện giải hấp thụ bằng cách tăng nhiệt độ và giảm áp suất, để sử dụng nguồn nước có hiệu quả cần sử dụng ở những nơi có nguồn nước sẵn hoặc có trạm xử lý nước thải.

Ưu điểm của phương pháp là không sử dụng hóa chất mà có thể loại bỏ đồng thời CO₂ và H₂S. Nhược điểm là phải sử dụng một lượng nước lớn để đảm bảo hiệu quả lọc.

2.4.2. Kết luận

Mô hình thực nghiệm (các thông số chế tạo cột lọc, thiết bị, vật liệu đệm...) phù hợp với cơ sở lý thuyết về hấp thụ biogas, đồng thời đảm bảo chất lượng khí biogas sau lọc theo các tiêu chuẩn nhiên liệu khí cho động cơ ô tô.

Lưu lượng khí của bơm hút 1,5 [m³/h] cho kết quả 96,7% CH₄, 1,87%CO₂, thành phần khác chiếm 1,43%, thành phần H₂S được hấp

thụ gần như hoàn toàn. Đây là thông số cho hiệu quả lọc cao nhất của mô hình thực nghiệm.

Hệ thống lọc thiết kế đảm bảo yêu cầu của nhiên liệu khí sử dụng cho động cơ ô tô mà còn đảm bảo tính thân thiện với môi trường và hiệu quả kinh tế.

Chương 3

NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ LƯU TRỮ BIOGAS SẠCH LÀM NHIÊN LIỆU CHO CÁC PHƯƠNG TIỆN VẬN TẢI CƠ GIỚI

3.1. Tính toán lý thuyết quá trình nén lưu trữ biogas

3.1.1. Các giải pháp lưu trữ biogas

Trong sản xuất và sinh hoạt ở nông thôn, ngoài năng lượng điện người dân cần nhiều nguồn động lực khác, đặc biệt là động lực cho các máy móc vận chuyển cơ giới. Vì vậy việc lưu trữ biogas để làm nhiên liệu cung cấp cho các phương tiện vận chuyển cơ giới ở nông thôn có nhu cầu rất lớn. Biogas không phải lúc nào cũng có sẵn với khối lượng cần thiết theo yêu cầu của người sử dụng. Vì vậy, cần lưu trữ biogas để đảm bảo nguồn cung cấp ổn định. Mặt khác, bộ phận lưu trữ biogas cũng cho phép ổn định áp suất cung cấp cho thiết bị sử dụng.

Chứa trong bình áp suất cao: Biogas áp suất cao được sử dụng trong trường hợp cần mật độ năng lượng của nhiên liệu cao hay trường hợp phải giới hạn thể tích các thiết bị lưu trữ của hệ thống. Hệ thống áp suất cao được duy trì trong khoảng 135-345 [bars]. Khi nén biogas lên đến áp suất 135 [bars], năng lượng cần thiết lên đến gần 14 [kWh] cho mỗi 28 [m³] biogas hay khoảng 8% năng lượng chứa trong biogas [3].

Chứa kiểu hấp thụ: Hấp thụ methane trong propane lỏng được xem là cách để chứa biogas sạch và khô. Methane hòa tan trong propane làm tăng lượng lưu trữ biogas lên đến từ 4 đến 6 lần lượng biogas chứa bình thường ở cùng áp suất [3]. Chỉ có khoảng 4% propane thoát theo biogas trong quá trình sử dụng. Tuy nhiên công

nghệ này chưa được khẳng định trong thực tiễn. Nhiều nhà nghiên cứu cho rằng kỹ thuật này đòi hỏi quá trình làm lạnh. Do các yêu cầu làm sạch H₂S, CO₂, hơi nước và làm lạnh nên giải pháp này rất tốn kém, chỉ phù hợp với những ứng dụng đặc biệt.

3.1.2. Lý thuyết quá trình nén lưu trữ biogas sạch

Giả sử quá trình nén là đoạn nhiệt, $p\mathbf{v}^\gamma = \text{const}$, gọi V_2 là thể tích bình chứa khí nén ở áp suất sau khi nén p_2 và V_1 là thể tích khí ở áp suất ban đầu p_1 , ta có:

$$V_1 = V_2 \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{1/\gamma} \quad (3.1)$$

Công của quá trình nén $W = -\int p dV$, nếu gọi η_c là hiệu suất của máy nén thì công cần thiết để nén biogas vào bình chứa ở áp suất p_2 là:

$$W = \frac{p_2 V_2}{1 - \gamma} \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} - 1 \right] \frac{1}{\eta_c} \quad (3.2)$$

Số mole biogas chứa trong bình ở áp suất p_2 , thể tích V_2 và nhiệt độ T_2 là:

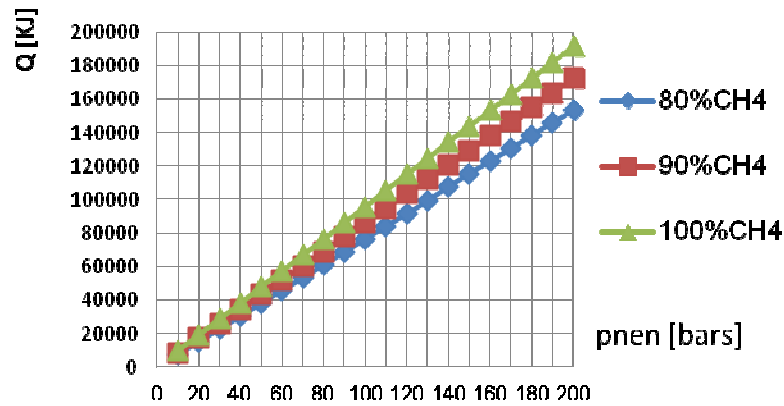
$$n = \frac{p_2 V_2}{RT_2} \quad (3.3)$$

Giả sử biogas chứa $X_{\text{CH}_4}\%$ CH₄ còn lại là CO₂, số mole CH₄ chứa trong bình là:

$$n_{\text{CH}_4} = \frac{p_2 V_2 X_{\text{CH}_4}}{RT_2 100} \quad (3.4)$$

Nhiệt trị thấp của methane là $Q_{\text{LHV}} = 50.1$ [MJ/kg]. Do đó năng lượng của nhiên liệu chứa trong bình biogas nén là:

$$Q = \frac{p_2 V_2 X_{\text{CH}_4}}{RT_2 100} M_{\text{CH}_4} Q_{\text{LHV}} \quad (\text{kJ}) \quad (3.5)$$



Hình 3.1. Biến thiên năng lượng tích lũy trong biogas theo áp suất nén

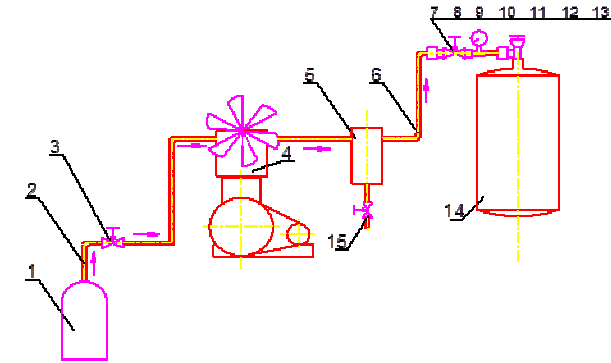
Khi thành phần methane trong biogas giảm thì hiệu quả của việc sử dụng biogas nén cũng giảm theo. Khi áp suất nén tăng thì hiệu quả Q/W ứng với mỗi X_{CH_4} tiến tới một giá trị giới hạn.

Để tăng khả năng lưu trữ biogas trong bình chứa, ta có thể sử dụng nano carbon (CNT) như sau: đầu tiên bình lưu trữ sau khi hút chân không sẽ được cân xác định khối lượng của bình đo (m_1), sau đó nó sẽ được lấp đầy bởi CNT đã được tạo hình và sấy ở $100^\circ C$ trong vòng 3 giờ, bình đo được đặt nắp và đem đi hút chân không khoảng 10 – 15 phút, đem cân lại chúng ta sẽ có được tổng khối lượng của bình đo và CNT (m_2). Bình đo sau đó được lắp vào hệ thống để nạp khí methane ở áp suất là 35 bar cho đến khi khối lượng không đổi (khoảng 30 phút). Cân lại ta sẽ thu được khối lượng của bình đo, CNT và lượng methane bị hấp phụ (m_3). Sau khi xác định khối lượng xong, methane được giải hấp từ bình đo, quá trình giải hấp này diễn ra trong khoảng 1 phút. Khối lượng tổng của bình đo sau khi giải hấp (m_4) có thể được sử dụng để xác định lượng methane được lưu trữ trong bình chứa với vật liệu CNT ($m_3 - m_4$). Quá trình đo được thực hiện 3 lần trên mỗi mẫu để giảm sai số của quá trình. Khả năng lưu

trữ của CNT được đánh giá dựa trên lượng methane thoát ra trong điều kiện giải hấp.

3.2. Nghiên cứu thực nghiệm công nghệ nén lưu trữ biogas

3.2.1. Sơ đồ hệ thống nén khí



Hình 3.2. Sơ đồ hệ thống nén khí biogas sạch

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1. Túi chứa khí Biogas sạch | 9. Đồng hồ đo áp |
| 2. Đường ống dẫn khí | 10. Đầu nối |
| 3. Van mở khí đến máy nén | 11. Van đầu bình |
| 4. Máy nén khí | 12. Bình tích khí nén |
| 5. Bình tách khí/nước | 13. Giá đỡ cố định bình chứa khí nén |
| 6. Đường ống nén khí cao áp | 14. Bình chứa khí |
| 7. Van bi | 15. Van xả hơi nước |
| 8. Van ba ngã | |

3.2.2. Bố trí thiết bị nén thử nghiệm biogas

3.2.2.1. Máy nén kiểu XF-3

Máy nén CNG kiểu XF-3 (0,025-250) là một thiết bị tạo áp lực khí tự nhiên được sử dụng để nén khí cung cấp nhiên liệu sạch cho động cơ – ô tô, tức là áp lực sử dụng với áp suất khí tự nhiên từ 200-250 bar với thời gian nén đầy khí từ 3-6 giờ mỗi lần nạp (phụ thuộc vào thể tích bình chứa). Máy nén có kích thước nhỏ, trọng lượng nhẹ, hiệu suất cao, an toàn, độ tin cậy cao, bền và kinh tế khi sử dụng.



Hình 3.3. Các bộ phận trong máy nén cao áp 4 cấp XF-3

3.2.2.2. Bình chứa khí nén cao áp



Hình 3.4. Hình ảnh van và đường ống nạp

3.3. Công tác chuẩn bị trước khi vận hành

Máy nén phải được đặt tại vị trí thông thoáng và sạch sẽ, gần nguồn điện cung cấp là tốt nhất. Độ chênh lệch giữa vị trí đặt máy nén với mặt đất là không quá 5° . Phải có không gian đủ rộng xung quanh máy nén để thuận tiện quá trình bức xạ nhiệt và hoạt động của máy.

Đổ dầu bôi trơn đúng loại yêu cầu (SLG150/GCS150/BP125) vào cacte và kiểm tra mức dầu có nằm trong giới hạn trên và dưới không. Lưu ý: nó sẽ là bất lợi nếu mức dầu quá cao hoặc quá thấp. Nếu mức dầu quá cao, tiêu thụ dầu sẽ lớn hơn và carbon sinh ra sẽ

được tích lũy trong các van khí. Nếu dầu quá thấp, các chất bôi trơn ít hoặc không đủ sẽ làm cho máy nén bị hư hại.

Theo các yêu cầu trong sơ đồ hệ thống điện, nguồn điện cung cấp phải đảm bảo đúng nguồn yêu cầu (220-240V/50Hz).

Kiểm tra độ căng của dây đai và kết nối của tất cả các phần. Xoay các cánh quạt bằng tay để kiểm tra xem nó có bình thường hay không. Khởi động máy nén để kiểm tra hướng xoay. Nếu các luồng khí làm mát từ quạt thổi về hướng bình tách khí/dầu, đó là hướng quay đúng.

3.4. Quy trình vận hành trạm khí nén

3.4.1. Quy trình khởi động nén

1. Trước khi bắt đầu, hãy kiểm tra mức dầu trong cacte, mức dầu nằm trong khoảng giới hạn trên và dưới.
2. Dây điện phải được kết nối đúng với nguồn mà máy yêu cầu.
3. Trước khi nén, van xả nước phải được mở để quá trình nén được bắt đầu nén từ mức tải nhẹ cho đến tải cao (đóng dần van xả sau một thời gian chạy không tải).
4. Kết nối các ống khí vào máy nén và hệ thống đường ống nén đảm bảo kín.
5. Các van đầu bình phải ở chế độ mở để khí đi vào bình.
6. Nhấn nút màu xanh lá cây từ 2-3 giây để bắt đầu nén.

3.4.2. Quy trình ngừng nén

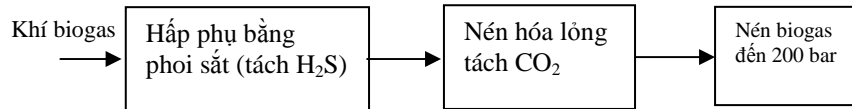
1. Khi máy nén đạt áp suất tới hạn (giá trị cài sẵn cho rơ le áp suất) sẽ tự động dừng. Nếu muốn ngừng theo ý muốn thì bấm nút đỏ để cắt đứt nguồn cung cấp điện.
2. Mở van thoát nước để làm sạch khí áp suất cao trong hệ thống để giữ cho các giá trị trên đồng hồ đo áp lực trong từng cấp phải ở mức “không”.
3. Tháo các ống khí mềm.
4. Khi dừng máy nén bằng tay: bấm nút đỏ để cắt đứt nguồn cung cấp điện. Mở van thoát nước để làm sạch khí áp suất

cao trong hệ thống để giữ cho các giá trị trên đồng hồ đo áp lực trong từng cấp phải ở mức “không”.

3.5. Mô hình hệ thống nén khí biogas

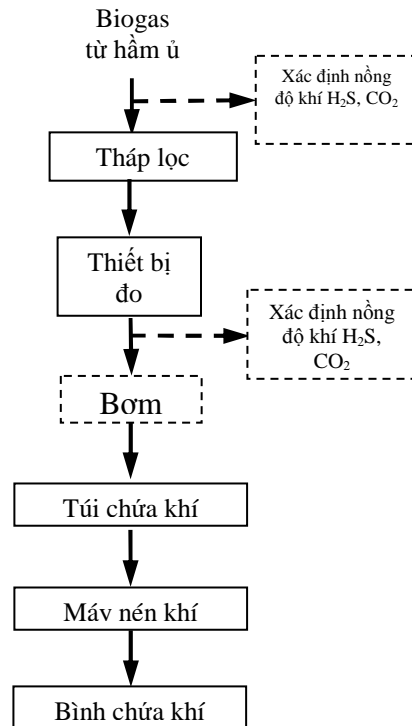
Tùy theo mục đích sử dụng khí biogas chúng ta có thể thiết kế mô hình theo các phương án sau:

Phương án 1:



Khí biogas sau khi qua thiết bị hấp phụ bằng phoi sắt để khử H_2S , đem đi nén hoá lỏng CO_2 để tách CO_2 ra khỏi thành phần khí biogas và nén khí biogas đến 200 [bar].

Phương án 2:



Phương án này có ưu điểm là thiết bị xử lý khí biogas đơn giản, chi phí đầu tư thấp và thân thiện với môi trường.

3.6. nhận xét kết quả mô hình nén lưu trữ biogas

Quá trình nén biogas thử nghiệm được tiến hành theo 2 trường hợp:

Biogas sau khi qua lọc H_2S rồi nén trực tiếp biogas và hóa lỏng CO_2 . Phương pháp này cho ưu điểm sử dụng CO_2 cho các nhà máy nhưng chất lượng khí không cao, đồng thời bởi quá nén hóa lỏng CO_2 đòi hỏi nhiều hệ thống kèm theo.

Chúng ta thấy khi sử dụng phương án 2 cho thấy chất lượng khí rất cao bởi quá trình lọc các tạp chất rất tốt, quá trình nén cho khả năng lưu trữ rất cao ở áp suất nén 200 [bar].

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN CỦA ĐỀ TÀI

Việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch đã gây ô nhiễm nặng nề bầu khí quyển. CO_2 sản phẩm cháy của nhiên liệu hóa thạch là chất khí gây hiệu ứng nhà kính, dẫn đến tình trạng biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng, đe dọa cuộc sống của nhân loại.

Hơn nữa, nguồn nhiên liệu hóa thạch trong lòng đất có giới hạn, sự khai thác cường độ cao trong thời gian dài đã làm nguồn năng lượng này cạn kiệt nhanh chóng. Trong thời gian gần đây vấn đề khai thác nguồn năng lượng này trở nên tốn kém đã làm cho giá nhiên liệu tăng cao.

Một khía cạnh khác cần được xem xét là khi nhiên liệu hóa thạch cạn kiệt thì loài người sẽ sử dụng năng lượng nào để thay thế, chỉ có nguồn năng lượng tái tạo có nguồn gốc từ năng lượng mặt trời là có thể đảm bảo duy trì nền văn minh của nhân loại cho đến khi hệ mặt trời biến mất!

Một trong những nguồn năng lượng tái tạo có trữ lượng lớn và được sản sinh trong cuộc sống của con người đó là khí sinh học

biogas, để sử dụng nguồn năng lượng này một cách có hiệu quả thì phải có công nghệ lọc và lưu trữ biogas.

Kết luận

Đề tài “NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ XỬ LÝ VÀ LƯU TRỮ BIOGAS SỬ DỤNG CHO CÁC PHƯƠNG TIỆN VẬN TẢI CƠ GIỚI” bước đầu thực hiện đã có những kết quả có thể rút ra những kết luận sau:

1. Việt Nam là nước vùng nhiệt đới có cường độ bức xạ mặt trời cao và phân bố đều quanh năm. Mặt khác, Việt Nam cũng là nước nông nghiệp nên các chất thải từ sản xuất nông nghiệp, chăn nuôi là nguồn nguyên liệu rất tốt để phát triển nhiên liệu biogas. Chất lượng biogas phụ thuộc vào hàm lượng CH_4 có trong thể tích khí (hiện nay tại các trại chăn nuôi trên địa bàn thành phố Đà Nẵng đã khảo sát được thì hàm lượng CH_4 chiếm từ (50 %– 70%) thể tích biogas. CO_2 là tạp chất chiếm hàm lượng lớn nhất, sự có mặt của tạp chất này làm giảm nhiệt trị của nhiên liệu. H_2S là tạp chất gây hại chính có mặt trong biogas vì nó gây ăn mòn các chi tiết kim loại và gây ô nhiễm môi trường.

2. Việc lọc tạp chất trong biogas phụ thuộc vào yêu cầu sử dụng của nhiên liệu khí, mà chọn thiết bị lọc cho hợp lý. Điều này cho phép chúng ta lựa chọn phương pháp lọc hiệu quả và ít tốn kém. Tuy nhiên trong trường hợp nén biogas làm nhiên liệu cho các phương tiện vận chuyển cơ giới thì cần loại bỏ các tạp chất sao cho đáp ứng được tiêu chuẩn nhiên liệu khí.

3. Việc loại bỏ H_2S và CO_2 phụ thuộc rất nhiều vào phương pháp lọc, vật liệu lọc...tuy nhiên, lựa chọn phương pháp lọc sao cho mang lại hiệu quả kinh tế và đảm bảo tính thân thiện với môi trường. Phương pháp lọc bằng tháp có vật liệu đệm sử dụng dung môi bằng nước cho kết quả đáng tin cậy (Ứng với lưu lượng khí đầu vào [1,5 m^3/h] cho kết quả 96,7% CH_4 , 1,87% CO_2 , thành phần khác chiếm 1,43%, thành phần H_2S được hấp thụ gần như hoàn toàn) và thuận lợi

trong quá trình sử dụng. Mặt khác, phương pháp này không sử dụng các hóa chất, hoàn nguyên nước sử dụng lại đơn giản và ít tốn kém.

4. Việc lưu trữ biogas trong các bình chứa khí thiên nhiên rất thuận lợi cho việc sử dụng trên các phương tiện vận chuyển cơ giới. Áp suất nén càng lớn thì hiệu quả sử dụng càng cao, tuy nhiên công bỏ ra cho quá trình nén lại lớn nên ảnh hưởng đến hiệu quả sử dụng.

5. Công nghệ nén lưu trữ biogas vào bình có nano carbon cho thấy hiệu quả tăng từ (3,5-4) ở cùng điều kiện áp suất 35 [bars] so với bình không có nano carbon. Điều này cho phép mở ra hướng nghiên cứu công nghệ lưu trữ biogas có các loại vật liệu hấp thụ trong bình chứa.

Hướng phát triển của đề tài

Những kết quả nghiên cứu của đề tài là cơ bản cho công nghệ lọc các tạp chất trong biogas và nén lưu trữ biogas làm nhiên liệu cho các phương tiện vận chuyển cơ giới. Để triển khai áp dụng cần hoàn thiện những vấn đề sau đây:

1. Nghiên cứu sâu về quá trình loại bỏ các tạp chất một cách triệt để, chẳng hạn cần thay đổi các lưu lượng khí và áp suất đầu vào theo các mô hình lọc khác nhau.

2. Nghiên cứu công nghệ lọc bằng các vi sinh tự nhiên để hấp thụ các tạp chất mà vẫn đảm bảo môi trường sinh thái.

3. Nghiên cứu công nghệ nén và lưu trữ ở các áp suất nén khác nhau sao cho năng lượng lưu trữ cao nhất và thành lập những trạm cung cấp khí lớn đảm bảo cho các phương tiện sử dụng.

4. Nghiên cứu các chất nano để hấp thụ CH_4 làm giảm áp suất biogas chứa trong bình áp lực mà năng lượng lưu trữ lại lớn.

5. Đầu tư phát triển một chương trình năng lượng tái tạo bền vững về khí sinh học để thay thế các nguồn năng lượng hóa thạch trong nước. Cần có những chính sách thích hợp nhằm khuyến khích các tổ chức, cá nhân sử dụng nguồn năng lượng tái tạo từ biogas.