

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

-----

**NGUYỄN THỊ THANH TUYỀN**

**NGHIÊN CỨU PHỐI TRỘN CÁC CHẤT THẢI HỮU CƠ TRONG  
SẢN XUẤT KHÍ BIOGAS VÀ TINH LUYỆN KHÍ BIOGAS DỰA  
TRÊN CÁC VẬT LIỆU LỘC**

**Chuyên ngành: Hóa Hữu Cơ  
Mã số: 60.44.27**

**TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC**

**Đà Nẵng– Năm 2011**

Công trình được hoàn thành tại  
**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

**Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS. PHẠM VĂN HAI**

Phản biện 1: GS.TS. Đào Hùng Cường

Phản biện 2: PGS.TS. Tạ Ngọc Đôn

Luận văn sẽ được bảo vệ tại Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ khoa học họp tại Đà Nẵng vào ngày 27 tháng 6 năm 2011.

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Trung tâm thông tin-Học liệu, Đại học Đà Nẵng.
- Thư viện trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng.

## MỞ ĐẦU

### 1. LÝ DO CHỌN ĐỀ TÀI

Vấn đề đặt ra hiện nay là việc sử dụng nguồn năng lượng sạch, năng lượng tái sinh và nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng.

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, thực vật...

Trong những năm gần đây, nguồn năng lượng biogas ngày càng được quan tâm và đầu tư phát triển ở nhiều quốc gia trên thế giới.

Ở nước ta, công trình của GS.TSKH Bùi Văn Ga nghiên cứu sử dụng khí biogas cho động cơ đốt trong, cho phép ứng dụng biogas để chạy động cơ tĩnh tại kéo máy phát điện cỡ nhỏ. Nhưng yêu cầu đặt ra là phải lọc tạp chất  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  có trong thành phần khí. Bởi  $\text{CO}_2$  chiếm thể tích khá lớn trong biogas làm giảm chất lượng của nhiên liệu. Còn  $\text{H}_2\text{S}$  có thể ăn mòn các chi tiết của động cơ.

Vì những lý do trên tôi chọn đề tài: ***“Nghiên cứu phối trộn các chất thải hữu cơ trong sản xuất khí biogas và tinh luyện khí biogas dựa trên các vật liệu lọc”***.

### 2. MỤC ĐÍCH NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu đẩy nhanh quá trình sinh khí biogas bằng cách phối trộn các loại chất thải hữu cơ.

Lựa chọn phương pháp và vật liệu để lọc khí tạp với chi phí hợp lý cho từng đối tượng.

### 3. ĐỐI TƯỢNG PHẠM VI NGHIÊN CỨU

*Đối tượng:* Thành phần khí biogas trước và sau khi tinh luyện.

*Phạm vi:* Nghiên cứu tỉ lệ phối trộn các chất thải hữu cơ và quy trình công nghệ lọc khí tạp trong biogas.

## 4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 5. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CỦA ĐỀ TÀI

Từng bước hoàn thiện công nghệ sinh khí và xử lý khí biogas.

Đáp ứng nhu cầu sử dụng khí biogas để làm nhiên liệu cho động cơ nhằm tiết kiệm năng lượng và bảo vệ môi trường.

### 6. CẤU TRÚC CỦA LUẬN VĂN

Chương 1: Tổng quan

Chương 2: Nghiên cứu thực nghiệm

Chương 3: Kết quả và thảo luận

#### CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN

##### 1.1. Khái quát về khí biogas

###### 1.1.1. Khí biogas

###### 1.1.2. Thành phần khí biogas

###### 1.1.3. Vai trò của biogas trong sản xuất và đời sống

##### 1.2. Sản xuất khí biogas

###### 1.2.1. Nguyên liệu sản xuất

###### 1.2.2. Vận hành

###### 1.2.3. Cơ sở lý thuyết quá trình sản xuất khí biogas

###### 1.2.4. Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hình thành khí biogas

##### 1.3. Cơ sở lý thuyết của quá trình hấp thụ và hấp phụ

###### 1.3.1. Quá trình hấp thụ

###### 1.3.2. Quá trình hấp phụ

##### 1.4. Công nghệ khử khí $\text{CO}_2$ , $\text{H}_2\text{S}$

###### 1.4.1. Nguyên tắc

###### 1.4.2. Các phương pháp khử $\text{CO}_2$ , $\text{H}_2\text{S}$

##### 1.5. Tình hình nghiên cứu và ứng dụng khí biogas trên thế giới và ở Việt Nam

###### 1.5.1. Tình hình nghiên cứu và ứng dụng khí biogas trên thế giới

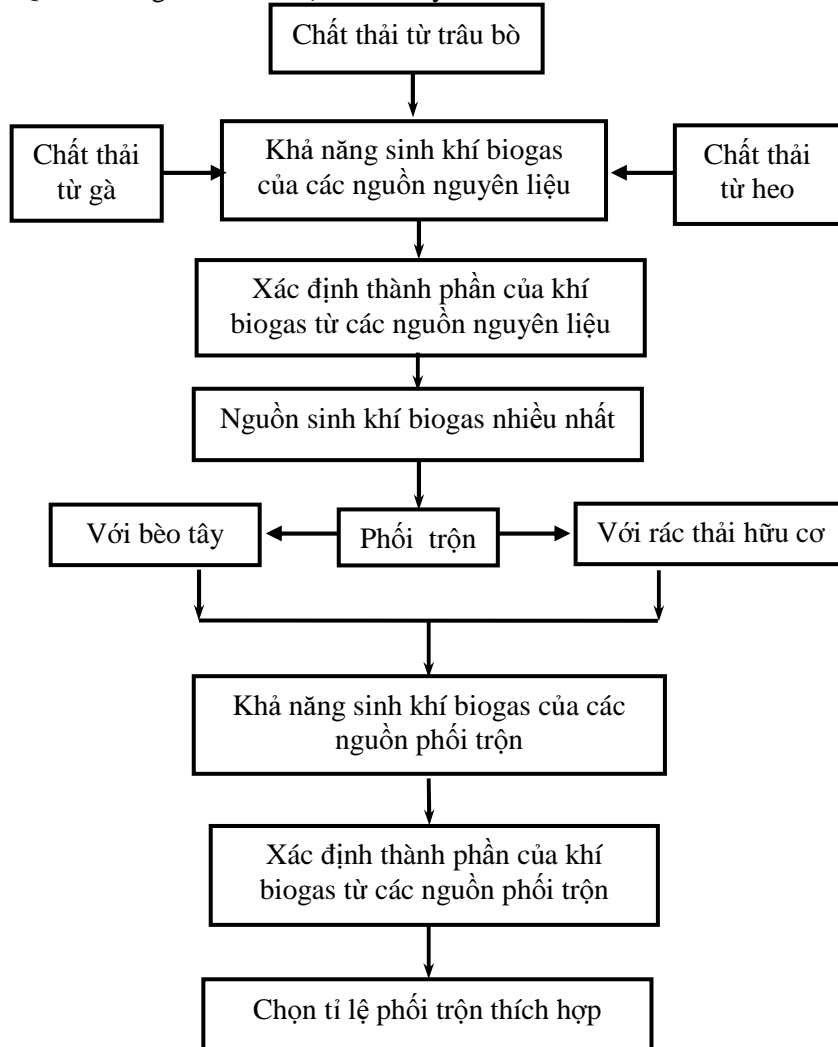
### 1.5.2. Tình hình nghiên cứu và ứng dụng khí biogas ở Việt Nam

## CHƯƠNG 2 NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM

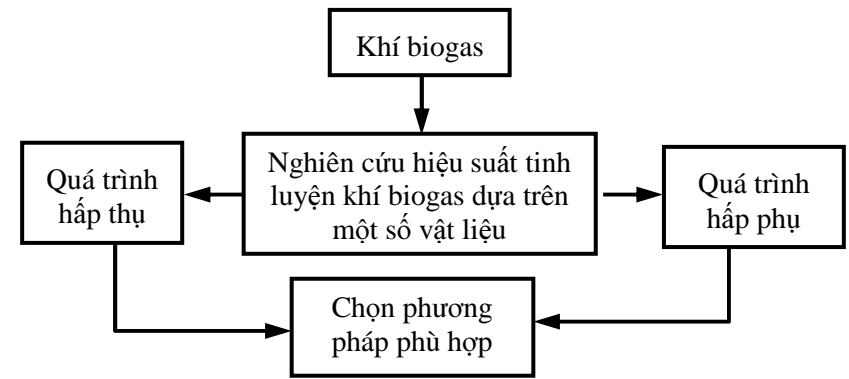
### 2.1. Nội dung nghiên cứu

### 2.2. Sơ đồ nghiên cứu

Quá trình nghiên cứu được trình bày theo sơ đồ sau:



Hình 2.1. Sơ đồ nghiên cứu quá trình sinh khí biogas



Hình 2.2. Sơ đồ nghiên cứu tinh luyện khí biogas

### 2.3. Nguyên liệu, hóa chất và dụng cụ thí nghiệm

### 2.4. Nghiên cứu thực nghiệm

#### 2.4.1. Xác định khả năng sinh khí biogas và xác định thành phần khí biogas từ quá trình phân hủy kỵ khí của từng nguyên liệu

#### Thiết lập mô hình

Ứng với mỗi loại nguyên liệu ta có mô hình sau:

- 1 bình PVC đường kính 30cm, cao 47cm.
- Trong mỗi bình chứa hỗn hợp gồm chất thải của mỗi loại nguyên liệu và bùn kỵ khí. Nguyên liệu nạp vào bằng 2/3 thể tích bình, 1/3 thể tích bình còn lại dùng để chứa khí sinh ra.
- Túi chứa khí.
- Bình đựng nguyên liệu và túi chứa khí được nối với nhau bằng ống nhựa mềm.

#### Nguyên tắc hoạt động

Khí biogas được sinh ra từ bình PVC nguyên liệu nhờ quá trình phân hủy kỵ khí. Khí biogas sinh ra chứa vào túi khí, khí chứa

trong túi sẽ được xác định thể tích và phân tích thành phần liên tục cho đến khi khí biogas trong bình ngừng sinh ra. Quá trình này thực hiện trong vòng 40 – 42 ngày.

#### 2.4.2. Nghiên cứu hiệu suất tinh luyện khí biogas của một số vật liệu

##### 2.4.2.1. Xử lý khí biogas bằng quá trình hấp thụ

Để xử lý khí biogas bằng quá trình hấp thụ, tôi sử dụng các dung dịch sau: dung dịch sắt III clorua bão hòa ( $\text{FeCl}_3$ ), dung dịch xút 13,6M (NaOH), dung dịch natri cacbonat bão hòa ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).

##### + Thiết lập mô hình

Ứng với một dung dịch lọc ta có mô hình thí nghiệm như sau:

Mô hình gồm 2 ống hấp thụ mắc nối tiếp chứa 25ml dung dịch mỗi ống. Một đầu ống hấp thụ thứ nhất nối với túi chứa khí, còn đầu kia nối với ống hấp thụ thứ hai. Đầu còn lại của ống hấp thụ thứ hai nối với thiết bị lưu lượng. Khí được hút vào dưới áp lực của bơm hút với tốc độ 1 lit/phút. Trong suốt thời gian hấp thụ, tiến hành đo khí đầu vào, đầu ra bằng máy đo khí GFM 435.

##### 2.4.2.2. Quá trình hấp phụ

Để xử lý khí biogas bằng quá trình hấp phụ, tôi sử dụng các loại vật liệu sau: Diatomit, bentonit, phoi sắt đã oxi hoá bề mặt. Sau đó, hoàn nguyên lại các vật liệu bằng cách phơi ngoài không khí.

##### + Thiết lập mô hình

Ứng với một vật liệu lọc ta có mô hình thí nghiệm như sau:

Một cột hình trụ tròn, cột được làm bằng ống PVC đường kính  $\Phi = 60\text{mm}$ , chiều cao  $h = 1,2\text{m}$ , cột được nhồi vật liệu sao cho khí có thể đi qua được, một đầu của cột lọc được nối với túi chứa khí biogas, đầu còn lại được nối với bơm hút thông qua thiết bị đo lưu

lượng với tốc độ 4,5 lít/phút. Trong suốt thời gian hấp phụ, tiến hành đo khí đầu vào, đầu ra bằng máy đo khí GFM 435.

## CHƯƠNG 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

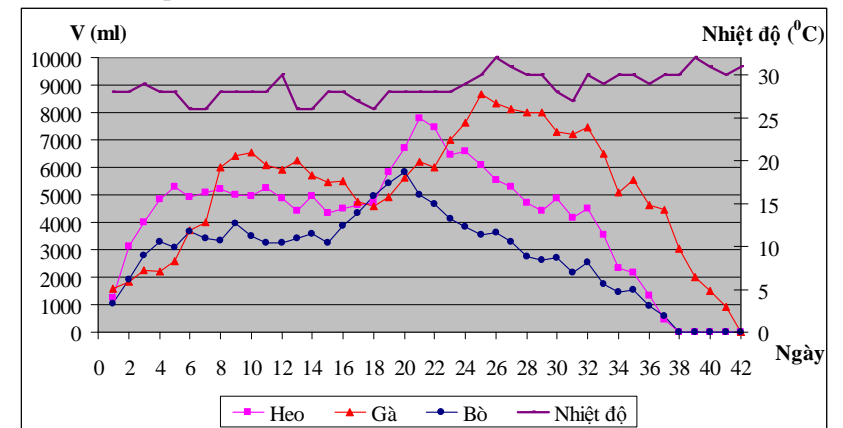
### 3.1. Khả năng sinh khí biogas và thành phần khí của từng loại nguyên liệu

#### 3.1.1. Nội dung thực nghiệm

Nguyên liệu thí nghiệm gồm: Hỗn hợp phân bò và bùn hoạt tính kỵ khí; Hỗn hợp phân heo và bùn hoạt tính kỵ khí; Hỗn hợp phân gà và bùn hoạt tính kỵ khí. Các hỗn hợp này được cấp một lần vào bình PVC, mỗi bình PVC chứa khối lượng của từng loại chất thải là 3000g và bùn hoạt tính là 1000g. Theo dõi liên tục trong vòng 42 ngày và đo lượng khí sinh ra hằng ngày; đồng thời, phân tích thành phần khí biogas sinh ra bằng máy đo khí GFM 435.

#### 3.1.2. Kết quả

##### 3.1.2.1. Kết quả khả năng sinh khí của từng loại nguyên liệu



**Hình 3.1.** Đồ thị biểu diễn lượng khí sinh ra của từng loại nguyên liệu theo thời gian

Từ hình 3.1 ta thấy:

+ Nhiệt độ dao động trong khoảng 26 – 32<sup>0</sup>C  
 + Thời gian phân hủy của nguyên liệu phân gà lâu hơn (42 ngày).  
 + Đối với nguyên liệu phân gà, lượng khí sinh ra nhiều nhất từ ngày thứ 23 đến ngày thứ 29 (7000ml – 8000ml), cao nhất là ngày thứ 25 (8650ml). Đối với nguyên liệu phân heo, lượng khí sinh ra nhiều nhất từ ngày thứ 19 đến ngày thứ 26 (5840ml – 5550ml), cao nhất là ngày thứ 21 (7800ml). Đối với nguyên liệu phân bò, lượng khí sinh ra nhiều nhất từ ngày thứ 16 đến ngày thứ 23 (3860ml – 3950ml), cao nhất là ngày thứ 20 (5840ml). Sau đó, lượng khí sinh ra ở các nguyên liệu đều giảm cho đến ngày kết thúc; giảm nhanh nhất là nguyên liệu phân bò, giảm chậm nhất là nguyên liệu phân gà.

+ Nguyên liệu phân gà cho tổng lượng khí sinh ra là nhiều nhất (215610ml), nguyên liệu phân bò cho tổng lượng khí sinh ra là ít nhất (118160ml), còn nguyên liệu phân heo cho tổng lượng khí là 171550ml. Như vậy, ta thấy rằng thành phần hữu cơ của phân gà rất thích hợp với vi sinh vật trong bùn kỵ khí.

### 3.1.2.2. Thành phần khí biogas của từng loại nguyên liệu

**Bảng 3.1.** Thành phần khí biogas của từng loại nguyên liệu

Tên nguyên liệu	CH <sub>4</sub> (%V)	CO <sub>2</sub> (%V)	H <sub>2</sub> S (%V)	Các chất khác (%V)
Phân gà	62,92	30,22	3,21	3,65
Phân heo	62,56	32,14	3,01	2,29
Phân bò	58,43	34,95	2,12	4,50

### 3.1.3. Thảo luận

Từ các kết quả thực nghiệm ta thấy: trong cùng điều kiện thực nghiệm như nhau thì nguyên liệu phân gà cho lượng khí biogas sinh ra là nhiều nhất và hàm lượng của CH<sub>4</sub> là cao nhất. Do đó, tôi chọn

phân gà làm nguyên liệu để tiến hành việc phối trộn nhằm nâng cao hiệu quả sinh khí và tăng chất lượng của khí biogas.

## 3.2. Khả năng sinh khí và thành phần khí khi phối trộn chất thải từ gà với bèo tây

### 3.2.1. Nội dung thực nghiệm

Nguyên liệu thí nghiệm gồm: Hỗn hợp phân gà, bèo tây và bùn hoạt tính kỵ khí được cấp một lần vào bình PVC với tỉ lệ phối trộn:

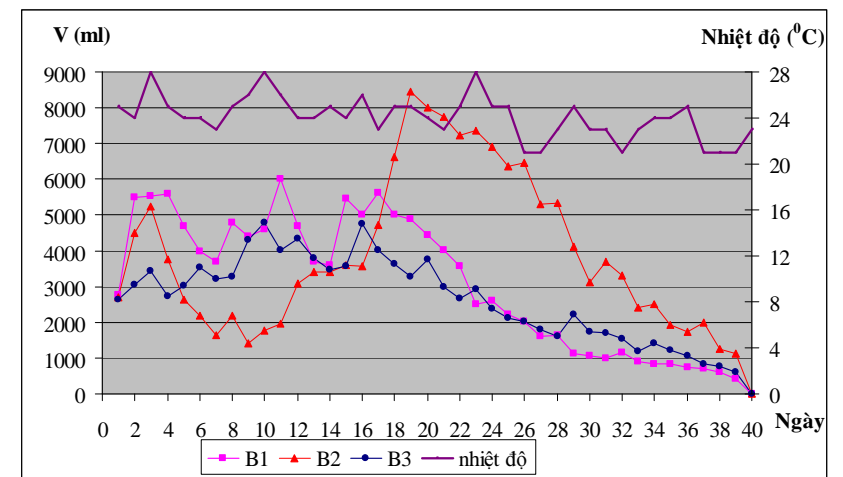
**Bảng 3.2.** Tỉ lệ phối trộn chất thải từ gà với bèo tây

Thành phần	Bình B1	Bình B2	Bình B3
Bùn kỵ khí (g)	1000	1000	1000
Phân gà (g)	1500	2000	1000
Bèo tây (g)	1500	1000	2000
Tỉ lệ giữa phân gà với bèo tây	1:1	2:1	1:2

Theo dõi liên tục trong vòng 40 ngày và đo lượng khí sinh ra hằng ngày; đồng thời, phân tích thành phần khí biogas sinh ra.

### 3.2.2. Kết quả

#### 3.2.2.1. Kết quả khả năng sinh khí



**Hình 3.3.** Đồ thị biểu diễn lượng khí sinh ra

*khí phối trộn phân gà với bèo tây theo thời gian*

Từ hình 3.3 ta thấy trong khoảng thời gian 17 ngày đầu, ở bình B1, B3 lượng khí sinh ra là nhiều nhất. Với bình B1 lượng khí cao nhất là vào ngày thứ 11 (6000ml); bình B3 lượng khí cao nhất là vào ngày thứ 10 (4800ml). Sau đó, khí trong các bình giảm dần cho đến ngày kết thúc. Trong khi đó, ở bình B2 lượng khí sinh ra vào khoảng thời gian 17 ngày đầu là thấp nhất. Sau đó, lượng khí sinh ra tăng nhanh đến ngày thứ 19 là cao nhất (8450ml).

Bình B2 có tổng lượng khí sinh ra nhiều nhất (154740ml) với tỉ lệ phối trộn giữa phân gà với bèo tây là 2:1 nhưng 19 ngày đầu có lượng khí sinh ra thấp nhất. Ở bình B3 có tổng lượng khí sinh ra thấp nhất (105550ml) với tỉ lệ phối trộn giữa phân gà với bèo tây là 1:2 và bình B1 có tổng lượng khí sinh ra cao hơn bình B3 (123520ml) với tỉ lệ phối trộn giữa phân gà với bèo tây là 1:1.

*3.2.2.2. Thành phần khí biogas*

**Bảng 3.3.** Thành phần khí biogas khi phối trộn phân gà với bèo tây

Tên nguyên liệu	CH <sub>4</sub> (%V)	CO <sub>2</sub> (%V)	H <sub>2</sub> S (%V)	Các chất khác(%V)
<b>Bình B1 (1:1)</b>	60,20	32,71	2,91	4,18
<b>Bình B2 (2:1)</b>	58,74	35,10	3,10	3,06
<b>Bình B3 (1:2)</b>	62,13	29,62	2,16	6,09

*3.2.3. Thảo luận*

Từ các kết quả thực nghiệm cho thấy trong cùng điều kiện như nhau, phối trộn giữa phân gà với bèo tây theo tỉ lệ 2:1 cho lượng khí biogas sinh ra nhiều nhất, nhưng hàm lượng CH<sub>4</sub> thấp hơn phối trộn giữa phân gà với bèo tây theo tỉ lệ 1:2 và 1:1. Còn phối trộn theo tỉ lệ 1: 2 thì ngược lại, lượng khí sinh ra ít nhưng chất lượng tốt. Tuy

nhiên, để thu được lượng khí biogas tương đối nhiều và chất lượng tốt nên phối trộn giữa phân gà với bèo tây theo tỉ lệ 1:1.

**3.3. Khả năng sinh khí và thành phần khí khi phối trộn chất thải từ gà với rác thải hữu cơ**

*3.3.1. Nội dung thực nghiệm*

Nguyên liệu thí nghiệm gồm: Hỗn hợp phân gà, rác thải hữu cơ và bùn hoạt tính kỵ khí. Hỗn hợp này được cấp một lần vào bình PVC với tỉ lệ phối trộn như sau:

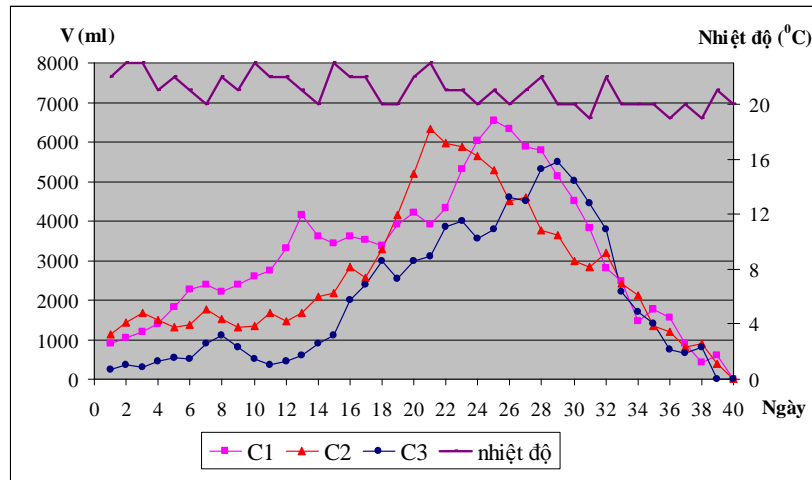
**Bảng 3.4.** Tỉ lệ phối trộn chất thải từ gà với rác thải hữu cơ

Thành phần	Bình C1	Bình C2	Bình C3
Bùn kỵ khí (g)	1000	1000	1000
Phân gà (g)	1500	2000	1000
Rác thải hữu cơ (g)	1500	1000	2000
Tỉ lệ giữa phân gà với rác thải hữu cơ	1:1	2:1	1:2

Theo dõi liên tục trong vòng 40 ngày và đo lượng khí sinh ra hằng ngày; đồng thời, phân tích thành phần khí biogas sinh ra.

*3.3.2. Kết quả*

### 3.3.2.1. Kết quả khả năng sinh khí



**Hình 3.5.** Đồ thị biểu diễn lượng khí sinh ra khi phối trộn phân gà với rác thải hữu cơ theo thời gian

Từ hình 3.5 ta thấy:

- + Nhiệt độ dao động trong khoảng 19 – 23<sup>o</sup>C.
- + Đối với bình C1, lượng khí sinh ra nhiều tập trung từ ngày thứ 22 đến ngày thứ 30 và cao nhất là vào ngày thứ 25 (6530ml).
- + Đối với bình C2, từ ngày thứ 18 đến ngày thứ 26 có lượng khí sinh ra nhiều nhất; còn đối với bình C3, lượng khí cao nhất là từ ngày thứ 27 đến ngày thứ 32.
- + Bình C1 cho tổng lượng khí sinh ra là nhiều nhất (123650ml), bình C3 cho tổng lượng khí sinh ra là ít nhất (81030ml) và bình C2 (105230ml) có tổng lượng khí sinh ra thấp hơn bình C1.

### 3.3.2.2. Thành phần khí biogas

**Bảng 3.5.** Thành phần khí biogas khi phối trộn phân gà với rác thải hữu cơ

Tên nguyên liệu	CH <sub>4</sub> (%V)	CO <sub>2</sub> (%V)	H <sub>2</sub> S (%V)	Các chất khác(%V)
Bình C1 (1:1)	68,00	18,10	2,10	7,50
Bình C2 (2:1)	63,60	22,40	3,15	10,85
Bình C3 (1:2)	69,60	26,20	2,51	1,69

Bình C1 (1:1)	68,00	18,10	2,10	7,50
Bình C2 (2:1)	63,60	22,40	3,15	10,85
Bình C3 (1:2)	69,60	26,20	2,51	1,69

### 3.3.3. Thảo luận

Từ các kết quả thực nghiệm ta thấy trong cùng điều kiện như nhau bình C1, bình chứa hỗn hợp phân gà với rác thải hữu cơ theo tỉ lệ 1:1, có lượng khí biogas sinh ra nhiều nhất và thành phần khí biogas chất lượng tốt.

#### Thảo luận chung về khả năng sinh khí khi phối trộn các chất thải hữu cơ

Từ các thí nghiệm trên tôi rút ra kết luận như sau:

- Khi phối trộn giữa phân gà với các chất thải hữu cơ khác thì lượng khí biogas sinh ra ít hơn so với lượng khí biogas của nguyên liệu phân gà khi chưa phối trộn nhưng xét về chất lượng của khí sinh ra thì phối trộn giữa phân gà với rác thải hữu cơ sẽ thu được chất lượng tốt hơn.

- Phối trộn giữa phân gà với bèo tây để có lượng khí sinh ra nhiều và chất lượng khí tốt thì phối trộn theo tỉ lệ 1:1.

- Còn phối trộn giữa phân gà với rác thải hữu cơ mà rác thải hữu cơ là rác ở các gian hàng rau, củ, quả thì phối trộn theo tỉ lệ 1: 1 ta thu được lượng khí biogas nhiều nhất và chất lượng tốt.

Tóm lại, nếu phối trộn phân gà với bèo tây hay rác thải hữu cơ thì tốt nhất là phối trộn theo tỉ lệ 1:1. Và phối trộn giữa phân gà với rác thải hữu cơ sẽ thu được lượng khí biogas lớn hơn và chất lượng tốt hơn so với phối trộn giữa phân gà với bèo tây.

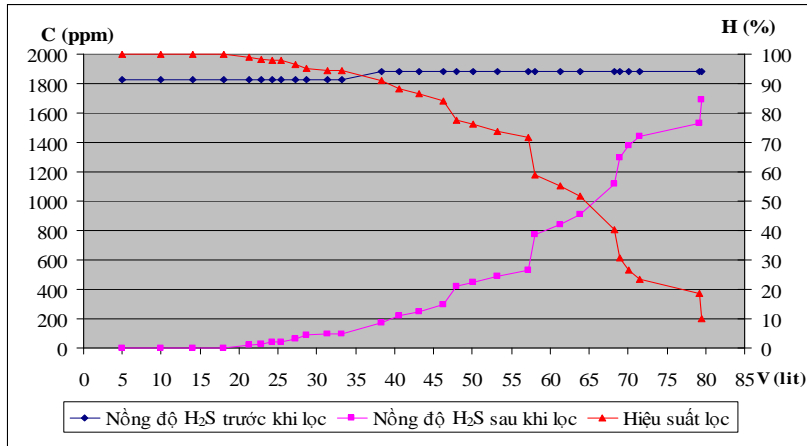
### 3.4. Hiệu suất tinh luyện khí biogas của một số vật liệu

#### 3.4.1. Tinh luyện khí biogas bằng các quá trình hấp thụ

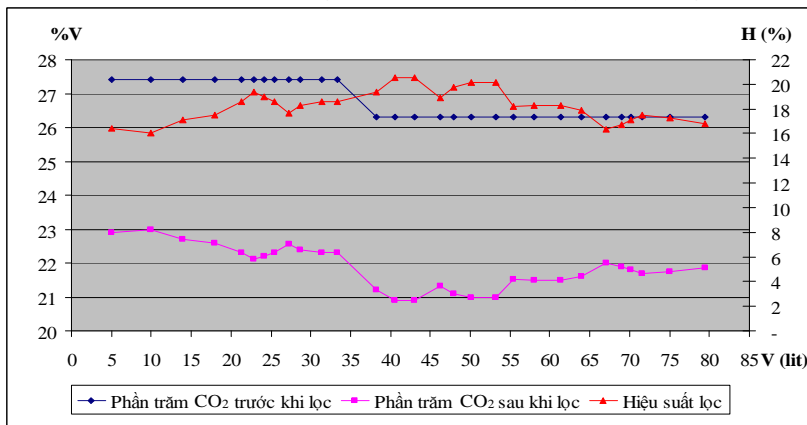
3.4.1.1. Xử lý khí biogas bằng dung dịch natri cacbonat ( $Na_2CO_3$ ) bão hòa

**Kết quả và thảo luận**

Thể tích dung dịch  $Na_2CO_3$  bão hòa dùng để thí nghiệm là 50ml.  
 Tổng thể tích khí biogas được xử lý là  $V = 79,5$  lit  
 Kết quả vận hành mô hình được thể hiện trong hình 3.9.



Hình 3.9. Sự biến đổi nồng độ và hiệu suất xử lý H<sub>2</sub>S bằng  $Na_2CO_3$



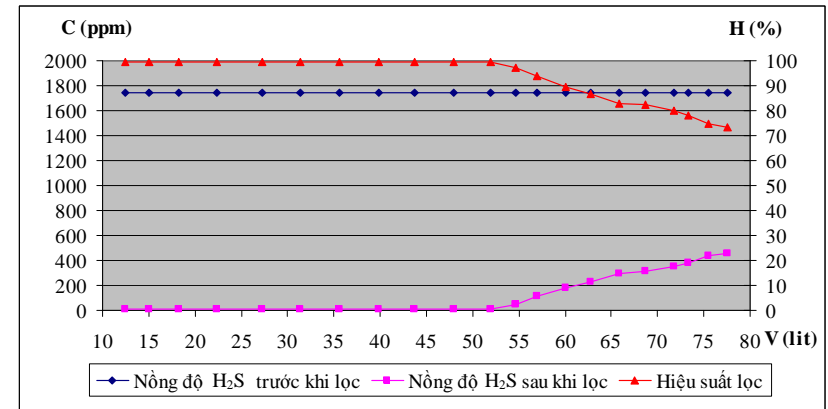
Hình 3.10. Sự biến đổi thành phần thể tích và hiệu suất xử lý CO<sub>2</sub> bằng  $Na_2CO_3$  bão hòa

Từ kết quả thực nghiệm về khả năng lọc khí H<sub>2</sub>S và CO<sub>2</sub> của dung dịch  $Na_2CO_3$  bão hòa ta thấy hiệu suất lọc khí H<sub>2</sub>S giảm dần theo thời gian hấp thụ, còn hiệu suất lọc khí CO<sub>2</sub> mặc dù duy trì ổn định nhưng lại không cao. Vì vậy, khả năng lọc sạch khí biogas của dung dịch  $Na_2CO_3$  bão hòa chưa đạt theo mong muốn.

3.4.1.2. Xử lý khí biogas bằng dung dịch NaOH 13,6M

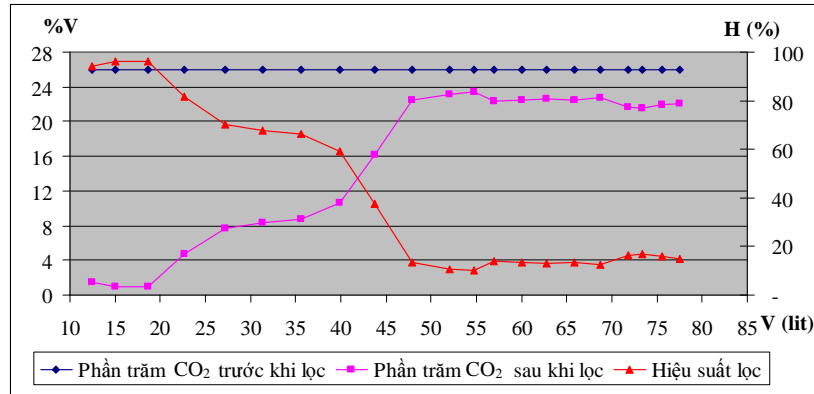
**Kết quả và thảo luận**

Thể tích dung dịch NaOH mang đi hấp thụ là 50ml.  
 Tổng thể tích khí biogas được xử lý là  $V = 77,5$  lit  
 Kết quả vận hành mô hình được thể hiện trong hình 3.13.



Hình 3.13. Sự biến đổi nồng độ và hiệu suất xử lý H<sub>2</sub>S bằng dung dịch NaOH 13,6M





**Hình 3.14.** Sự biến đổi thành phần thể tích và hiệu suất xử lý CO<sub>2</sub> bằng dung dịch NaOH 13,6M

Từ kết quả thực nghiệm cho thấy hiệu suất lọc khí H<sub>2</sub>S của dung dịch NaOH 13,6M khá ổn định, còn khả năng lọc của CO<sub>2</sub> duy trì ở hiệu suất trên 40% cao. Nếu quy đổi về 1 lit dung dịch NaOH 13,6M thì thể tích khí biogas có thể lọc được với hiệu suất xử lý CO<sub>2</sub> trên 40% và xử lý triệt để H<sub>2</sub>S là 860 lit. Do đó, dung dịch NaOH 13,6M là vật liệu tốt làm sạch khí biogas nhưng do trong quá trình lọc khí dung dịch tạo ra nhiều chất rắn làm giảm khả năng lọc và vật liệu NaOH cũng khá đắt tiền, không hoàn nguyên được nên trong thực tế NaOH chỉ sử dụng khi cần một lượng khí biogas không lớn.

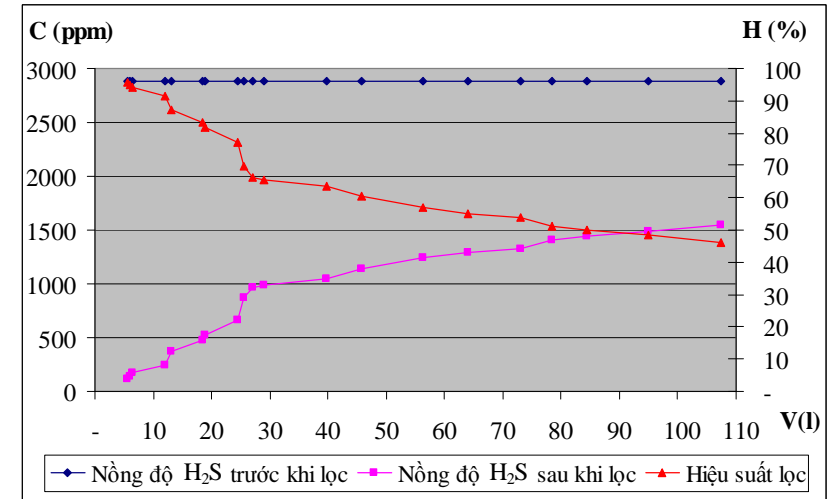
3.4.1.3. Xử lý khí biogas bằng dung dịch sắt (III) clorua (FeCl<sub>3</sub>) bão hòa

#### Kết quả và thảo luận

Thể tích dung dịch FeCl<sub>3</sub> bão hòa dùng để thí nghiệm là 50ml.

Tổng thể tích khí biogas được xử lý là V = 107,5 (l).

Kết quả vận hành mô hình được thể hiện trong hình 3.17.



**Hình 3.17.** Sự biến đổi nồng độ và hiệu suất xử lý H<sub>2</sub>S bằng FeCl<sub>3</sub>

Nồng độ H<sub>2</sub>S sau khi xử lý còn lớn nên dung dịch FeCl<sub>3</sub> bão hòa cũng không được chọn làm vật liệu lọc sạch khí biogas.

#### \* Thảo luận chung về tình luyện khí biogas bằng phương pháp hấp thụ

Qua các thí nghiệm trên tôi rút ra những nhận xét sau:

- Dung dịch sắt (III) clorua bão hòa chỉ xử lý được H<sub>2</sub>S nhưng hiệu suất giảm dần theo lượng khí bị hấp thụ, và nồng độ khí H<sub>2</sub>S sau khi lọc không đảm bảo chạy động cơ.

- Với dung dịch Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> bão hòa, hiệu suất xử lý H<sub>2</sub>S tương đối tốt nhưng hiệu suất xử lý CO<sub>2</sub> lại thấp. Do đó, vật liệu hấp thụ này không đảm bảo khả năng lọc sạch khí biogas.

- Với dung dịch NaOH 13,6M mặc dù khả năng lọc tốt nhưng vì NaOH đắt tiền, không hoàn nguyên được và tạo cặn trong quá trình lọc nên NaOH không phải là vật liệu tối ưu để lọc khí biogas.

Tóm lại, các dung dịch hấp thụ này đều không đáp ứng được các yêu cầu về khả năng lọc khí biogas.

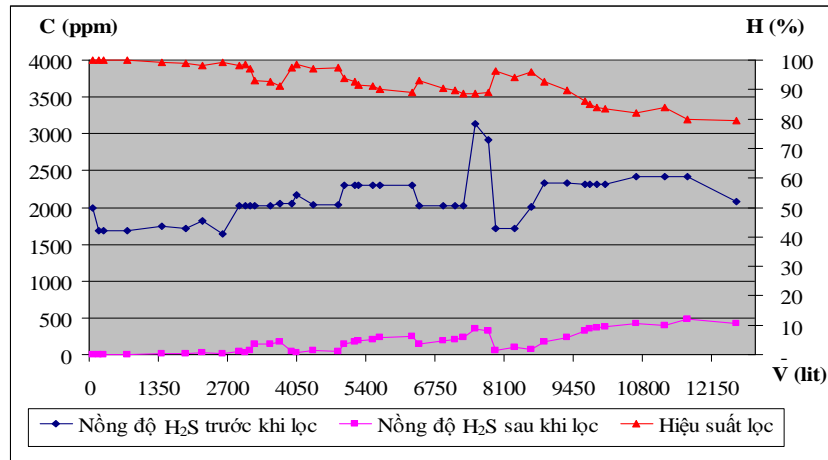
### 3.4.2. Tinh luyện khí biogas bằng các quá trình hấp phụ

#### 3.4.2.1. Tinh luyện khí biogas bằng vật liệu bentonit

##### Kết quả và thảo luận

Sau khi lọc, ta thu được bentonit có các đặc tính cảm quan: có màu đen, mùi thuốc súng. Tháo bentonit ra khỏi cột lọc, có hiện tượng tỏa nhiệt lớn, đồng thời màu đen từ từ mất dần.

Kết quả vận hành mô hình được thể hiện trong hình 3.20.



**Hình 3.20.** Sự biến đổi nồng độ và hiệu suất xử lý H<sub>2</sub>S bằng bentonit

Với 2880g bentonit có khả năng lọc được khoảng 12625 lit khí biogas với tốc độ 4,5 lít/phút.

Với lưu lượng 4,5l/phút, ta thấy hiệu suất lọc H<sub>2</sub>S duy trì ổn định và dao động trong khoảng (90 – 100)% nhiều. Như vậy, bentonit có khả năng hấp phụ H<sub>2</sub>S tốt.

Với lưu lượng 4,5l/phút, ta thấy hiệu suất lọc H<sub>2</sub>S duy trì ổn định và dao động trong khoảng (90 – 100)% nhiều. Như vậy, bentonit có khả năng hấp phụ H<sub>2</sub>S tốt. Đó là do bentonit có diện tích bề mặt riêng lớn (500 – 760 m<sup>2</sup>/g); H<sub>2</sub>S có cấu trúc tương tự phân tử H<sub>2</sub>O nên khả năng H<sub>2</sub>S di chuyển vào sâu trong các lỗ mao quản của bentonit là dễ

dàng. Ngoài ra, H<sub>2</sub>S có khả năng phản ứng với các chất trong bentonit (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>...) để tạo ra các hợp chất muối sunfua có màu đen. Đồng thời, khi H<sub>2</sub>S di chuyển vào trong mao quản của bentonit, lúc này bentonit hấp thụ ánh sáng khả kiến nên bentonit có màu đen.

Đối với thành phần khí CO<sub>2</sub>, bentonit vẫn có khả năng hấp phụ nhưng với một lượng không đáng kể so với hàm lượng đầu vào của CO<sub>2</sub>. Vì vậy, ta xem như bentonit không hấp phụ CO<sub>2</sub>.

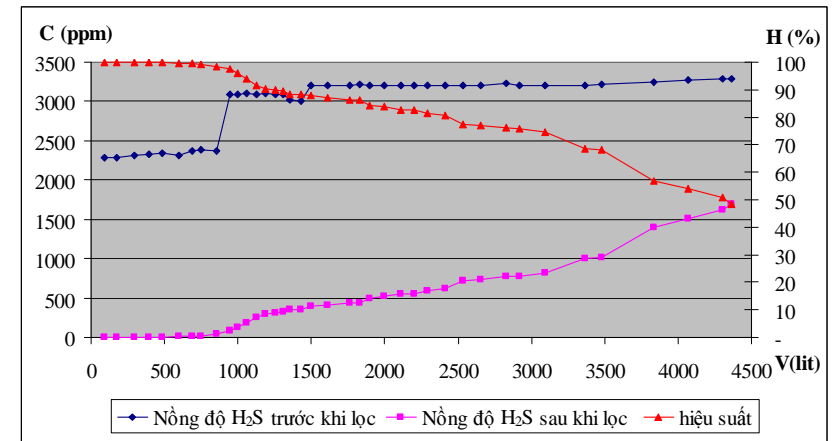
#### 3.4.2.2. Tinh luyện khí biogas bằng vật liệu phôi sắt

##### Kết quả và thảo luận

Sau khi lọc, ta thu được phôi sắt có các đặc tính cảm quan: có màu đen, mùi thuốc súng.

Với 1100g phôi sắt có khả năng lọc được 4363 lit khí biogas với tốc độ 4,5 lít/phút.

Kết quả vận hành mô hình được thể hiện trong hình 3.23.



**Hình 3.23.** Sự biến đổi nồng độ và hiệu suất xử lý H<sub>2</sub>S bằng phôi sắt

Với tốc độ 4,5 lít/phút, phôi sắt duy trì hiệu suất lọc cao. Như vậy, có thể khẳng định các kết quả nghiên cứu trước đây về khả năng lọc của phôi sắt là đúng. Nhưng thể tích khí biogas hấp phụ bởi phôi

sắt thấp hơn so với bentonit, với cùng 1 khối lượng, cùng 1 tốc độ 4,5 lít/ phút và để lọc với hiệu suất > 80% thì lượng khí đi qua cột lọc bentonit gấp khoảng 5 lần so với phôi sắt.

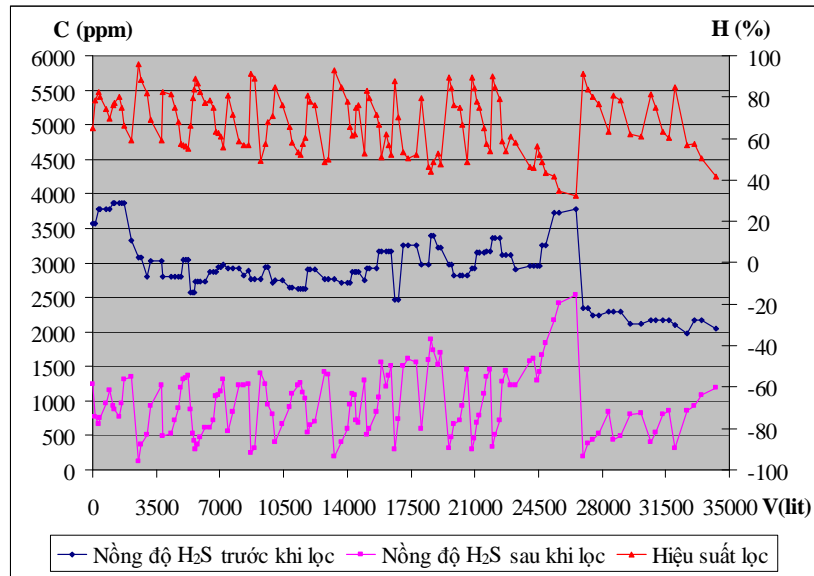
### 3.4.2.3. Tinh luyện khí biogas bằng vật liệu diatomit

#### Kết quả và thảo luận

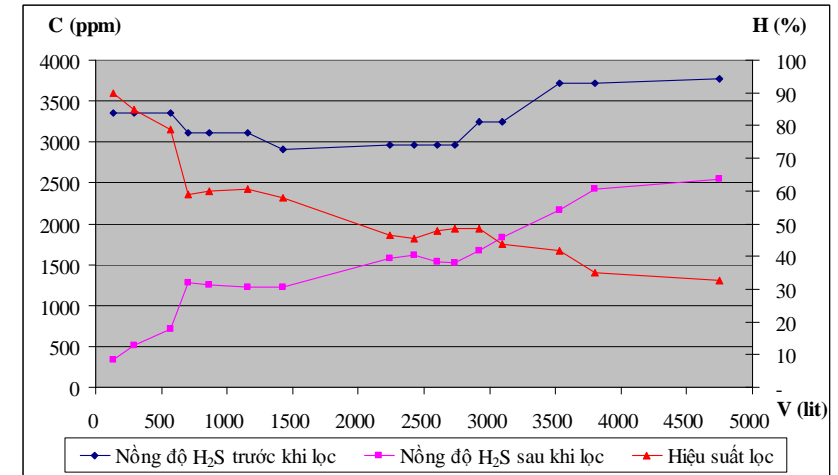
Với 1360g diatomit có khả năng lọc được 34302 lit khí biogas với tốc độ 4,5 lít/phút.

Sau khi lọc, ta thu được diatomit có các đặc tính cảm quan: có mùi thuốc súng, một vài viên diatomit nằm phía đầu vào của khí bị đen.

Kết quả vận hành mô hình được thể hiện trong hình 3.26 và 3.27.



**Hình 3.26.** Sự biến đổi nồng độ và hiệu suất xử lý  $H_2S$  bằng diatomit khi xử lý gián đoạn



**Hình 3.27.** Sự biến đổi nồng độ và hiệu suất xử lý  $H_2S$  bằng diatomit khi xử lý liên tục

Từ kết quả thực nghiệm ta thấy:

+ Khi lọc liên tục  $H_2S$  trong khí biogas thì khả năng lọc khí của diatomit thấp.

+ Khi lọc gián đoạn, khả năng xử lý  $H_2S$  không cao, nhưng nếu có thời gian để cột lọc nghỉ (trong khoảng 2 giờ) thì khả năng lọc của diatomit lại ổn định. Mặc dù khả năng hấp phụ của vật liệu diatomit thấp hơn nhiều so với bentonit và phôi sắt nhưng nó có thể duy trì ổn định khả năng lọc rất lâu khi lọc  $H_2S$  ở nồng độ cao. Vì vậy, ta có thể dùng diatomit để lọc sơ bộ khí biogas trước khi qua lọc tinh.

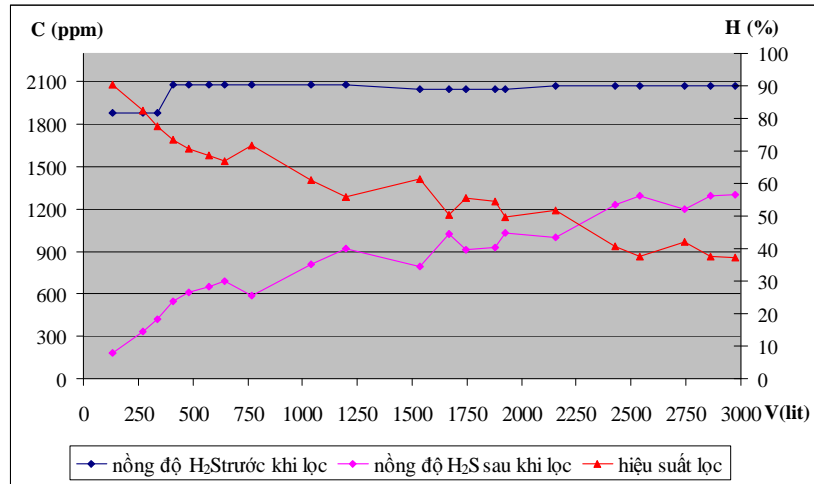
### 3.4.2.4. Tinh luyện khí biogas bằng vật liệu diatomit sau khi hoàn nguyên

Diatomit sau khi lọc lần đầu tiên được hoàn nguyên bằng cách phơi ngoài không khí ở 26 - 38<sup>0</sup>C trong thời gian 3 ngày.

#### Kết quả và thảo luận

Sau khi lọc, ta thu được diatomit cũng có các đặc tính cảm quan như lần lọc đầu.

Kết quả vận hành mô hình được thể hiện trong hình 3.30.



**Hình 3.30.** Sự biến đổi nồng độ và hiệu suất xử lý H<sub>2</sub>S bằng điatomit sau khi hoàn nguyên

Từ kết quả thực nghiệm cho thấy khả năng lọc lại lần 2 của điatomit giống như lần lọc đầu tiên mặc dù thể tích khí giảm đi khoảng 1500 lít. Như vậy, quá trình hoàn nguyên của điatomit tốt và đơn giản.

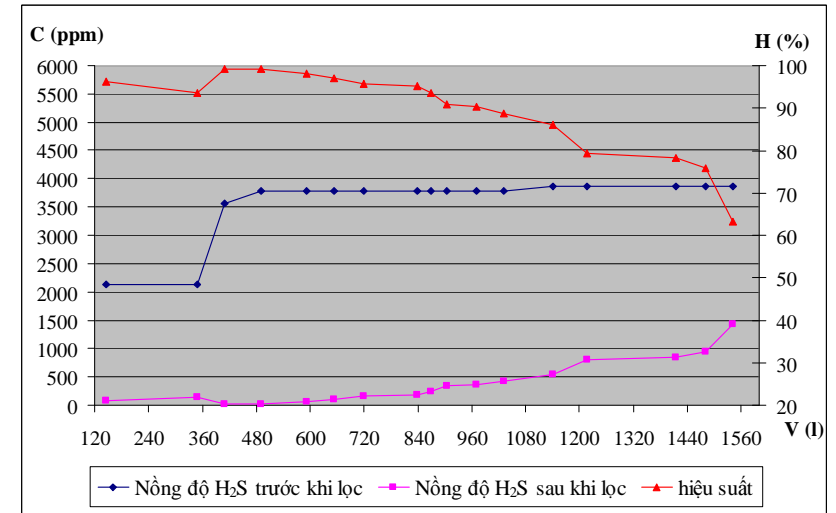
#### 3.4.2.5. Tinh luyện khí biogas bằng vật liệu phoi sắt sau khi hoàn nguyên

Phoi sắt sau khi lọc lần đầu tiên được hoàn nguyên bằng cách phoi ngoài không khí ở nhiệt độ 24 – 37<sup>0</sup>C trong 3 ngày.

#### **Kết quả và thảo luận**

Sau khi lọc, ta thu được phoi sắt cũng có các đặc tính cảm quan: có màu đen, mùi thuốc súng.

Kết quả vận hành mô hình được thể hiện trong hình 3.33.



**Hình 3.33.** Sự biến đổi nồng độ và hiệu suất xử lý H<sub>2</sub>S bằng phoi sắt sau khi hoàn nguyên

Từ kết quả thực nghiệm cho thấy hiệu suất xử lý khí H<sub>2</sub>S của vật liệu phoi sắt sau khi hoàn nguyên là không cao so với hiệu suất lọc lần đầu tiên. Do sau khi hoàn nguyên, lưu huỳnh tích tụ trong vật liệu hấp phụ dần dần bao bọc các hạt Fe(OH)<sub>3</sub> và gây cản trở cho sự thâm nhập của H<sub>2</sub>S vào bề mặt của các hạt vật liệu hấp phụ. Vì vậy, cần có phương pháp thu giữ lưu huỳnh sau khi hoàn nguyên hoặc có biện pháp hoàn nguyên tốt hơn cho vật liệu phoi sắt nhằm nâng cao hiệu suất lọc của phoi sắt trong thực tế.

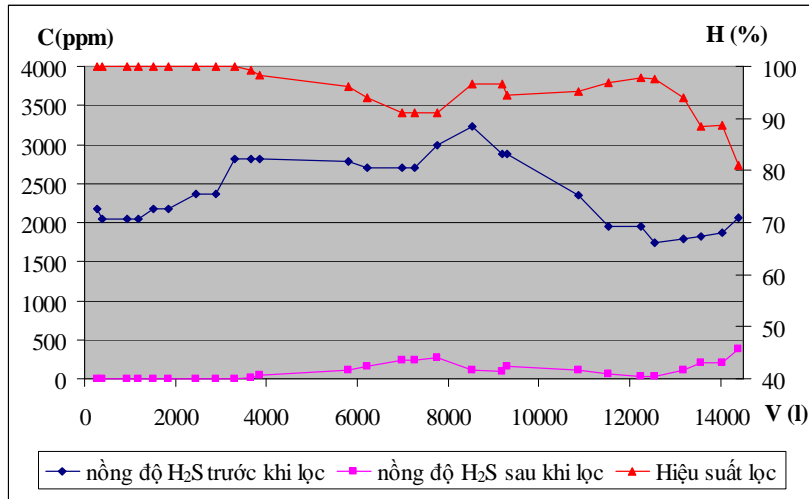
#### 3.4.2.6. Tinh luyện khí biogas bằng vật liệu bentonit sau khi hoàn nguyên

Bentonit sau khi lọc lần đầu tiên được hoàn nguyên bằng cách phoi ngoài không khí ở nhiệt độ 20 – 29<sup>0</sup>C trong 3 ngày.

#### **Kết quả và thảo luận**

Sau khi lọc, ta thu được bentonit có các đặc tính cảm quan: có màu đen, mùi thuốc súng. Tháo bentonit ra khỏi cột lọc, không có hiện tượng tỏa nhiệt lớn như lần đầu.

Kết quả vận hành mô hình được thể hiện trong hình 3.36.



**Hình 3.36.** Sự biến đổi nồng độ và hiệu suất xử lý H<sub>2</sub>S bằng bentonit sau khi hoàn nguyên

Từ kết quả thực nghiệm cho thấy hiệu suất lọc khí H<sub>2</sub>S của bentonit sau khi hoàn nguyên vẫn duy trì ổn định ở mức cao và thể tích khí biogas được lọc nhiều hơn so với lần lọc đầu tiên. Như vậy, vật liệu bentonit có khả năng lọc rất tốt và quá trình hoàn nguyên bentonit cũng dễ dàng. Do đó, nó có thể thay thế phôi sắt để làm sạch khí H<sub>2</sub>S trong khí biogas.

**\* Thảo luận chung về tình luyện khí biogas bằng phương pháp hấp phụ**

Từ các thí nghiệm trên tôi rút ra kết luận như sau:

- Vật liệu diatomit có hiệu suất lọc thấp, nồng độ H<sub>2</sub>S sau khi xử lý còn cao không đủ tiêu chuẩn chạy động cơ. Nhưng nó có khả năng duy trì ổn định khả năng lọc.

- Vật liệu phôi sắt có hiệu suất lọc lần đầu tiên cao, duy trì ổn định. Nhưng sau khi hoàn nguyên, hiệu suất lọc giảm đi nhanh chóng.

- Dù lần lọc đầu tiên hay lần lọc sau khi hoàn nguyên thì vật liệu bentonit đều có khả năng lọc rất tốt. Thậm chí, sau khi hoàn nguyên vật liệu bentonit có khả năng lọc với một lượng thể tích khí nhiều hơn.

## KẾT LUẬN

Qua thực nghiệm và các kết quả nghiên cứu thu được một số kết luận sau:

1. Việc phối trộn phân gà với bèo tây hay rác thải hữu cơ thì lượng khí sinh ra không nhiều hơn so với nguyên liệu phân gà ban đầu. Các kết quả nghiên cứu đều cho thấy dù phối trộn phân gà với bèo tây hay rác thải hữu cơ theo tỉ lệ 1:1 là tốt nhất. Tuy vậy, phối trộn giữa phân gà với rác thải hữu cơ theo tỉ lệ 1: 1 sẽ thu được lượng khí lớn hơn và chất lượng tốt hơn.

2. Dung dịch  $\text{FeCl}_3$  bão hòa, dung dịch  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bão hòa, hai vật liệu hấp thụ này không đảm bảo khả năng lọc sạch khí biogas. Đối với dung dịch  $\text{NaOH}$  13,6M mặc dù khả năng lọc tốt nhưng vì  $\text{NaOH}$  đắt tiền, không hoàn nguyên được và tạo cặn trong quá trình lọc nên  $\text{NaOH}$  không phải là vật liệu tối ưu để lọc khí biogas.

3. Vật liệu bentonit, là vật liệu tốt nhất trong các vật liệu đã xét (dung dịch  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  bão hòa, dung dịch  $\text{NaOH}$  13,6M, dung dịch sắt (III) clorua, bentonit, phoi sắt, diatomit) khử triệt để khí  $\text{H}_2\text{S}$  với giá thành lại rẻ và quá trình hoàn nguyên đơn giản. Đây là giải pháp hiệu quả để tinh luyện khí biogas làm nhiên liệu cho động cơ và vật liệu bentonit có thể thay thế phoi sắt đang ứng dụng trong thực tế.

4. Vật liệu diatomit mặc dù khả năng lọc của nó không cao, nhưng nếu để thời gian cho cột lọc nghỉ khoảng 2 giờ thì khả năng lọc duy trì ổn định theo dạng hình sin. Vì vậy, ta có thể sử dụng nó làm vật liệu để lọc sơ bộ khí biogas trước khi qua lọc tinh.