

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO VÀ KHẢO NGHIỆM THIẾT BỊ LỌC VÀ LÀM MÁT KHÍ CỦA HỆ THỐNG HÓA KHÍ TRẤU

DESIGNING, MANUFACTURING, AND TESTING OF GAS FILTERING AND COOLING EQUIPMENT FOR THE RICE HUSK GASIFIER

Nguyễn Huy Bích^{1,*}, Nguyễn Nam Quyên¹

DOI: <https://doi.org/10.57001/huih5804.2023.115>

TÓM TẮT

Sử dụng nguồn năng lượng tái tạo thay thế cho nguồn năng lượng hóa thạch là hướng giải quyết cơ bản cho việc thiếu hụt năng lượng, ô nhiễm môi trường và giảm thiểu tác động của hiệu ứng nhà kính. Nguồn năng lượng sinh khối khá lớn tại Việt Nam là tiềm năng cần được khai thác sử dụng trong đó dùng phương pháp hóa khí sinh khối để cung cấp khí cho công nghiệp và đời sống cần được quan tâm nghiên cứu phát triển. Tuy nhiên, sản phẩm khí thu được từ hóa khí sinh khối (khí thô) còn lẫn rất nhiều tạp chất như nhựa (tar), alkali kim loại, HCl, nitrogen và HCN, H₂S và COS.... Do đó, việc hóa khí sinh khối đòi hỏi phải làm sạch và làm mát khí sau khi hóa khí bằng công nghệ và thiết bị phù hợp. Hai phương pháp làm mát và làm sạch khí hóa với các thiết bị tương ứng gồm thiết bị dùng ống venturi và thiết bị lọc cyclone kết hợp làm mát kiểu đối lưu tuần hoàn cưỡng bức đã được nghiên cứu thiết kế, chế tạo thiết bị, và khảo nghiệm thành công. Kết quả chỉ ra rằng phương pháp lọc cyclone kết hợp làm mát kiểu đối lưu tuần hoàn cưỡng bức có nhiều ưu điểm và giải quyết được cơ bản yêu cầu của việc làm mát khí đạt được nhiệt độ thấp dưới 50°C trước khi sử dụng cho bảo quản.

Từ khóa: Làm mát khí, khí hóa trấu, năng lượng sinh khối, ô nhiễm môi trường.

ABSTRACT

Using renewable energy sources to replace fossil energy sources is one of the best solutions to solve energy shortages, environmental pollution and minimizing the impact of the greenhouse effect. The high potential biomass energy source in Vietnam is an one needs to be exploited and applied, in which biomass gasification methods to supply gas for industry and life needs to be studied and developed. However, the gas product obtained from biomass gasification (raw gas) contains many impurities such as tar, alkali metal, HCl, nitrogen and HCN, H₂S and COS.... Therefore, the raw gas requires to be cleaned and cooled before they might be used by using suitable technology and equipment. Two approaches of raw gas cooling and cleaning are venturi tube device and cyclone filter device combined with forced circulation convection cooling have been developed, manufactured, and tested successfully. The results indicate that the cyclone filter device combined with forced circulation convection cooling has many advantages and cools the gas temperature below 50°C before it might be used for storage step.

Keywords: Gas cooling, rice husk gasification, biomass energy, environmental pollution.

¹Khoa Cơ khí - Công nghệ, Trường Đại học Nông Lâm TP HCM

*Email: nhbich@hcmuaf.edu.vn

Ngày nhận bài: 10/3/2023

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 15/4/2023

Ngày chấp nhận đăng: 15/6/2023

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thiếu hụt năng lượng nói chung và năng lượng xanh sạch nói riêng đang là một trong những vấn đề nghiêm trọng mà nhân loại đã và đang phải đối phó và tìm cách giải quyết trong những năm sắp đến. Nguồn năng lượng truyền thống như dầu khí, than đá... được dự báo sẽ cạn kiệt vào những năm 2050 và là tác nhân chính gây ra biến đổi khí hậu, làm trái đất nóng dần lên và ô nhiễm môi trường [1-3]. Tìm nguồn năng lượng tái tạo thay thế là giải pháp được đồng thuận cao tại nhiều quốc gia và tại nhiều hội thảo trong và ngoài nước. Việt Nam có nguồn năng lượng tái tạo (NLTT) gồm năng lượng mặt trời, năng lượng gió và năng lượng sinh khối khá dồi dào với tiềm năng trữ lượng lớn [4]. Việc ứng dụng và khai thác các nguồn NLTT này đã và đang phát triển khá nhanh và được xem là hiện tượng của thế giới trong những năm 2020-2021 [4] trong đó nguồn năng lượng mặt trời và năng lượng gió chủ yếu dùng cho phát điện, nguồn năng lượng sinh khối được dùng chủ yếu dưới dạng cung cấp nhiệt. Theo tính toán của Viện năng lượng Việt Nam, tổng nguồn sinh khối của Việt Nam vào khoảng 118 triệu tấn/năm, nếu nguồn năng lượng này được sử dụng hiệu quả sẽ tương đương với 80,7 triệu tấn dầu - gấp 2 lần tổng lượng khai thác dầu khí [5]. Thống kê chỉ ra rằng hơn 80% sinh khối như trấu, bã mía, rơm rạ, cành cây, phụ phẩm từ chế biến gỗ công nghiệp... được dùng cho sấy nông sản, một ít dùng phát điện, sản xuất gạch, đốt lò hơi và đun nấu của người dân (hơn 50% tổng số sinh khối tiêu thụ cho hoạt động đun nấu) [6]. Tuy nhiên, việc dùng sinh khối đun nấu và đốt trực tiếp đã có nhiều tồn tại như hiệu suất thấp, khó sử dụng nhiệt vì không sạch ảnh hưởng đến chất lượng của sản phẩm dùng nhiệt, khó khăn trong tồn trữ và sử dụng... Nhằm khắc phục các nhược điểm khi sử dụng sinh khối sản xuất nhiệt, một trong những công nghệ được áp dụng là tiến hành hóa khí sinh khối. Công nghệ hóa khí từ nhiên liệu sinh khối đã được ứng dụng để phục vụ cho đời sống, sản xuất công nghiệp đã có từ thế kỷ 17. Hệ thống thiết bị khí hóa cho phép biến đổi nhiên liệu sinh khối rắn thành nhiên liệu khí bằng cách cho đốt cháy nhiên liệu sinh khối rắn trong môi trường yếm khí. Việc đốt cháy sản phẩm khí hóa cho hiệu suất rất cao, cao hơn 3 ÷ 4 lần so với việc đốt trực tiếp, tạo ra nguồn nhiên liệu sạch và dễ dàng trong vận chuyển và tích

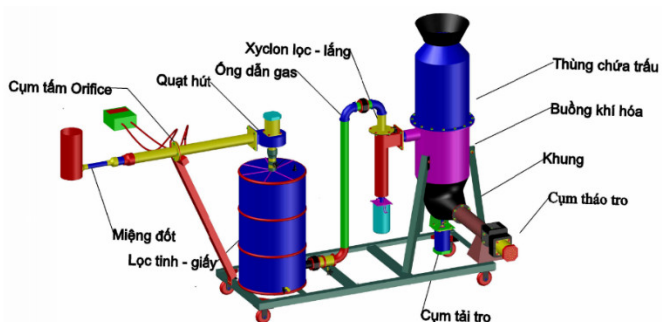
trữ hơn. Khí sinh ra bao gồm CO, H₂, CH₄, CO₂,... được dùng như là nguồn khí cung cấp nhiệt theo yêu cầu. Tuy nhiên, hầu hết các khí thô tạo ra trong quá trình hóa khí còn lẫn rất nhiều tạp chất như nhựa (tar), alkali kim loại, HCl, nitrogen và HCN, H₂S và COS.... Hàm lượng các chất này tùy thuộc vào nguồn biomass và thiết bị hóa khí. Thành phần tar trong khoản 1 - 150g/Nm³, NH₃ khoảng 500 - 3000ppm và H₂S khoảng 20 - 200ppm [7]. Do đó, việc hóa khí sinh khối cần giải quyết các tồn tại và một số thách thức và khó khăn trong quá trình thực hiện trong đó việc làm sạch khí và làm nguội khí trước khi đưa vào sử dụng là những vấn đề khá quan trọng quyết định việc sử dụng khí hóa từ sinh khối, có tính thực tiễn và cần thiết. Trong bài báo này, một số kết quả nghiên cứu từ hai phương pháp làm sạch và làm mát khí thu được từ hệ thống hóa khí trấu theo kiểu ngược chiều đã được trình bày.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu và thiết bị dùng cho nghiên cứu

- Vật liệu được sử dụng trong nghiên cứu là trấu của giống lúa IR 50404 được mua tại Đồng Tháp. Trấu có ẩm độ 10% (được xác định bằng phương pháp đo ẩm độ bằng tủ sấy mẫu), và có khối lượng thể tích $\rho = 106\text{kg/m}^3$.

- Thiết bị hóa khí trấu dùng cho thí nghiệm được thiết kế và chế tạo tại Khoa Cơ khí - Công nghệ, Trường Đại học Nông Lâm TPHCM như hình 1 với các thông số công nghệ như bảng 1.



Hình 1. Thiết bị trấu hóa khí với công suất P = 6,4kW [8]

Bảng 1. Các thông số công nghệ của hệ thống hóa khí trấu

Thông số công nghệ	Ký hiệu/Công thức tính	Đơn vị	Giá trị
Tổng lượng nhiệt cung cấp	Q_{na}	kcal/h	5.500
Nhiệt trị của trấu	LHV_{tr}	kcal/kg	3.000
Hiệu suất bếp	N_n	%	30
Khối lượng trấu cần cung cấp	$G_{tr} = Q_{na} / (LHV_{tr} \cdot N_n)$	kg/h	6,1
Tốc độ khí hóa riêng	B	kg/h.m ²	110 - 210
Đường kính buồng đốt	$D = \sqrt{1,27 \cdot G_{tr} / B}$	m	0,254
Chiều cao buồng đốt	$H = (B \cdot \tau) / \rho_{bt}$	m	0,6

- Việc đo và phân tích khí sinh ra từ hóa khí được xác định bằng thiết bị phân tích khí trực tiếp GABOARD 3100P với đặc tính kỹ thuật trình bày ở bảng 2 và thiết bị chuyên dùng như hình 2.

Bảng 2. Các thành phần của khí tổng hợp phân tích được của thiết bị GABOARD 3100P

Thành phần	Khoảng đo	Độ phân giải	Sai số
CO ₂	60%	0,01%	≤2%
CO	40%	0,01%	≤2%
H ₂	40%	0,01%	≤3%
O ₂	25%	0,01%	≤3%
CH ₄	20%	0,01%	≤2%
C _n H _m	10%	0,01%	≤2%



Hình 2. Thiết bị phân tích khí trực tiếp GABOARD 3100P

- Các thông số công nghệ khác gồm nhiệt độ khí, vận tốc gió, lưu lượng nước làm mát, áp suất nước phun, tốc độ động cơ, cường độ dòng điện và điện áp... được đo bằng các dụng cụ đo chuyên dùng.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Từ tổng quan các kết quả nghiên cứu đã có và phân tích ưu nhược điểm, mô hình thiết bị lọc - làm mát kiểu venturi và lọc xyclone kết hợp làm mát đối lưu tuần hoàn cưỡng bức đã được lựa chọn cho nghiên cứu lọc và làm mát khí của hệ thống hóa khí trấu ngược chiều.

- Tính toán một số thông số thiết kế, chế tạo và nghiên cứu thực nghiệm

1) *Xác định tốc độ hóa khí riêng SGR (Specific Gasification Rate):* Tốc độ hóa khí riêng là lượng sinh khối được hóa gas trong 1 giờ trên 1m² tiết diện ngang của buồng hóa khí được xác định như công thức (1). Đây là chỉ tiêu để xác định kích thước của buồng khí hóa [9].

$$SGR = G / S \text{ (kg/m}^2\text{h)} \tag{1}$$

Trong đó: SGR: tốc độ hóa gas (kg/m²h); G: lượng trấu tiêu thụ trong một giờ (kg/h); S = π.D²/4: tiết diện mặt cắt ngang của buồng khí hóa (m²). Với trấu thì SGR chỉ chọn trong khoảng 100 - 200 kg/m²h, vì nhiều hơn sẽ tạo rỗng trong khối chất đốt và phá vỡ quá trình hóa khí [9].

2) *Xác định tổn áp:* Tổn áp là sự giảm tĩnh áp giữa đầu vào và đầu ra của dòng khí qua lớp chất đốt. Tổn áp phụ thuộc vào độ rỗng của vật liệu, khối lượng riêng, kích thước chất đốt, vận tốc dòng khí.

3) *Xác định hệ số không khí cấp (equivalence Ratio) [10]* bằng tỷ số giữa lượng không khí thực tế cung cấp với lượng không khí lý thuyết, và được xác định theo công thức (2):

$$ER = Q_{tt} / Q_{lt} \tag{2}$$

Trong đó, ER: hệ số không khí cấp; Q_{tt} : lượng không khí thực cần cung cấp (m^3/h); Q_{lt} : lượng không khí lý thuyết (m^3/h).

4) *Tổn thất áp suất khi đi qua ống venturi [7]*

$$\Delta p = 8,24 \cdot 10^{-4} (v_{gt})^2 (L/G) \tag{3}$$

Với: v_{gt} là vận tốc đi qua cổ ống venturi, cm/s ; L/G là tỉ lệ lồng - khí trong ống venturi, l/m^3 .

5) *Nhiệt độ khí ra khỏi ống venturi:* Dựa vào sự trao đổi nhiệt giữa nước và khí trong thiết bị venturi. Ta có phương trình cân bằng nhiệt lượng nước - khí, nước nhận nhiệt và khí thải nhiệt:

$$Q_n = - Q_k; C_n G_n (t_{n2} - t_{n1}) = - C_k G_k (t_{k2} - t_{k1});$$

$$C_n G_n (t_{n2} - t_{n1}) = C_k G_k (t_{k1} - t_{k2}) \tag{4}$$

Trong đó: Q_n - Nhiệt lượng của nước nhận vào, kJ ; Q_k - Nhiệt lượng của khí nóng thải ra, kJ ; G_k - Lưu lượng khối lượng khí vào, kg/s ; G_n - Lưu lượng nước vào, kg/s ; C_k - Nhiệt dung riêng của khí, kJ/kgK ; C_n - Nhiệt dung riêng của nước, kJ/kgK ; t_{k1} - Nhiệt độ khí vào, K ; t_{k2} - Nhiệt độ khí ra khỏi ống, K ; t_{n1} - Nhiệt độ nước vào, K ; t_{n2} - Nhiệt độ nước ra khỏi ống, K ;

6) *Tính diện tích tiếp xúc giữa ống dẫn sản phẩm khí hóa với môi chất làm mát* theo các công thức (5) - (7) như sau:

- Từ khí đến mặt thành ống bên trong:

$$Q_{lm} = \alpha_1 \cdot F_1 (t_k - t_{\delta 1}), J/s; \tag{5}$$

- Qua thành ống: $Q_{tm} = \lambda \cdot F_1 (t_{\delta 1} - t_{\delta 2}) / \delta, J/s;$ (6)

- Từ mặt ngoài của thành ống- nước làm mát:

$$Q_{lm} = \alpha_2 \cdot F_2 (t_{\delta 2} - t_n), J/s \tag{7}$$

Trong đó: Q_{lm} - Nhiệt lượng của sản phẩm khí hóa truyền cho nước làm mát bằng nhiệt lượng do nước dẫn qua bộ tản nhiệt cooling pad (J/s); α_1 - Hệ số tản nhiệt từ sản phẩm khí hóa đến thành ống của bộ tản nhiệt ($W/m^2 \cdot \text{độ}$); λ - Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu làm ống dẫn nhiệt $W/m \cdot \text{độ}$; δ - Chiều dày của thành ống (m); α_2 - Hệ số tản nhiệt từ thành ống của bộ tản nhiệt vào nước làm mát, $W/m^2 \cdot \text{độ}$; F_1 - Diện tích bề mặt tiếp xúc với sản phẩm khí hóa (m^2); F_2 - Diện tích bề mặt tiếp xúc với nước làm mát (m^2); $t_{\delta 1}, t_{\delta 2}$ - Nhiệt độ trung bình của bề mặt trong và ngoài của thành ống; t_n, t_k - Nhiệt độ trung bình của nước làm mát và của sản phẩm khí hóa đi qua bộ tản nhiệt.

7) *Phương pháp xác định lưu lượng quạt giải nhiệt* theo công thức:

$$G_{vkk} = \frac{V_{kk} \cdot \pi \cdot D_{cooling\ pad}^2}{4} \tag{m^3/s}$$

Với V_{kk} : vận tốc không khí (m/s); $D_{cooling\ pad}$: đường kính tấm cooling pad (m)

- Nhiệt độ và ẩm độ môi trường trung bình được lấy vào 3 ngày khác nhau, thời điểm thí nghiệm dao động từ: 30 - 32 °C và ẩm độ từ 68 - 71%.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

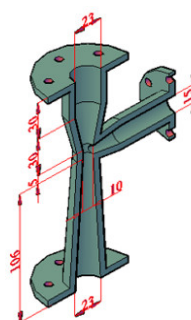
3.1. Tính toán thiết kế chế tạo mô hình thiết bị.

Các thông số của thiết bị hóa khí trấu theo kiểu ngược dòng dùng trong nghiên cứu có công suất của hệ thống hóa khí $P = 6,4kW$, nhiệt độ sản phẩm khí ra khỏi lò hóa khí vào khoảng 250°C - 300°C. Việc tính toán thiết kế và chế tạo thiết bị lọc và làm mát khí được thực hiện theo hai phương pháp gồm dùng ống venturi và dùng lọc cyclone kết hợp làm mát đối lưu tuần hoàn cưỡng bức. Nhiệt độ sản phẩm khí sau khi được làm mát vào túi trữ là đạt yêu cầu dưới 50°C.

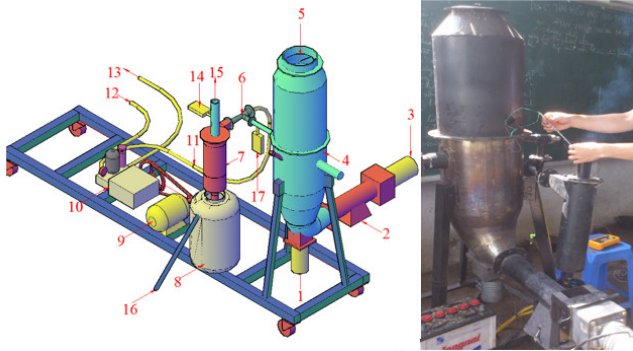
a) Áp dụng các phương pháp tính toán như đã trình bày, thiết bị venturi đã được tính toán thiết kế và chế tạo như hình 3. Thiết bị này bao gồm 3 phần chính: ống thu hẹp hay ống hội tụ, ống có tiết diện không đổi, và ống khuếch tán hay ống phân kì hay ống loe. Phần hội tụ dùng để tăng tốc độ dòng khí khi qua thiết bị, phần cổ ống có hình dạng tròn hoặc chữ nhật kết nối phần ống hội tụ và phần ống phân kì, nơi đây xảy ra sự tương tác giữa dòng lỏng lưu chất phun vào dòng khí, phần ống phân kì có chức năng giảm tốc dòng khí. Các thông số kích thước của đường kính cổ thiết bị, kích thước phần hội tụ và phần phân kì phụ thuộc vào kích thước đường kính cổ [7]. Kết quả tính toán thiết kế thiết bị venturi có các thông số trình bày ở bảng 3. Ống được thiết kế và chế tạo như hình 3. Thiết bị được lắp đồng bộ vào hệ thống hóa khí ngược chiều dùng cho nghiên cứu được trình bày ở hình 4.

Bảng 3. Thông số ống venturi

Thông số	Đơn vị	Kết quả
Lưu lượng	m^3/s	0,00533
Hệ số L/Q	$m^3/1000m^3$	1,3
Vận tốc cổ ống	m/s	70
Đường kính cổ ống	mm	10
Chiều dài cổ	mm	5
Chiều dài phần nối	mm	30
Đường kính ống nối	mm	23
Chiều dài phần hội tụ	mm	30
Đường kính phần hội tụ	mm	23
Chiều dài phần phân kì	mm	106
Đường kính phần phân kì	mm	23
Đường kính ống dẫn bằng kim loại	mm	15
Đường kính vòi phun	mm	0,355



Hình 3. Thiết bị làm mát venturi đã được thiết kế chế tạo

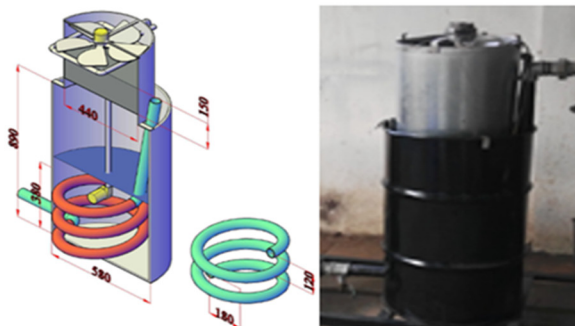


Hình 4. Mô hình thiết bị venturi khí lắp vào hệ thống hóa khí

1. Động cơ truyền động cánh gạt tro; 2. Cửa thoát tro; 3. Động cơ truyền động vít tải tro; 4. Buồng phản ứng; 5. Cửa nạp liệu (trấu); 6. Thiết bị venturi; 7. Xyclone; 8. Thùng chứa nước thải; 9. Động cơ truyền động bơm áp lực; 10. Bơm áp lực; 11. Đường ống dẫn nước đến vòi phun; 12. Đường ống dẫn nước đến bơm; 13. Đường ống nước dư hồi về; 14. Cảm biến nhiệt độ ở đầu ra bộ phận làm mát; 15. Đường sản phẩm khí hóa ra khỏi xyclone; 16. Ống dẫn nước thải ra ngoài; 17. Cảm biến nhiệt độ ở đầu vào thiết bị làm mát

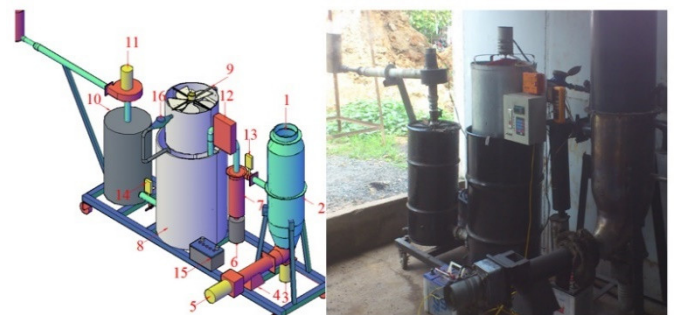
Nguyên lý hoạt động của mô hình: Khi hoạt động trấu được cho vào lò hóa khí qua cửa (5) xuống buồng phản ứng (4) và được đốt cháy để tạo sản phẩm khí hóa. Động cơ (1) và (3) có tác dụng gạt và vận chuyển tro ra cửa (2). Động cơ (9) truyền động cho bơm áp lực (10) đẩy nước đến thiết bị venturi (6), vòi phun phun nước áp lực cao vào phần cổ ống, phần cổ ống có tiết diện nhỏ nên vận tốc chất lỏng sẽ tăng lên tạo giảm áp hút sản phẩm khí hóa từ buồng hóa khí vào ống venturi. Tại đây sản phẩm khí hóa sẽ được làm mát sạch kết hợp làm mát nhờ nước từ vòi phun. Hỗn hợp khí, lỏng ra khỏi ống venturi sẽ được đưa vào xyclone (7) để tách lỏng, lỏng tách ra sẽ chảy xuống thùng chứa nước thải (8). Sau đó, sản phẩm khí hóa sẽ chuyển động qua ống (15) và đưa đi sử dụng. Nước thải trong thùng (8) dâng lên sẽ chảy ra ống (16). Hai cảm biến nhiệt độ (14) và (17) được lắp đặt trong đường ống dẫn sản phẩm khí hóa tại vị trí trước và sau bộ phận làm mát để xác định nhiệt độ khí vào và ra khỏi bộ phận làm mát.

b) Một phương pháp làm mát và làm sạch khí khác cũng đã được nghiên cứu tính toán thiết kế và chế tạo là mô hình thiết bị lọc xyclone kết hợp làm mát kiểu tuần hoàn cưỡng bức. Thiết bị đã được thiết kế và chế tạo như trình bày ở hình 5 và lắp đặt đồng bộ vào hệ thống hóa khí như ở hình 6.



Hình 5. Mô hình thiết bị làm mát kiểu tuần hoàn cưỡng bức đã được thiết kế và chế tạo

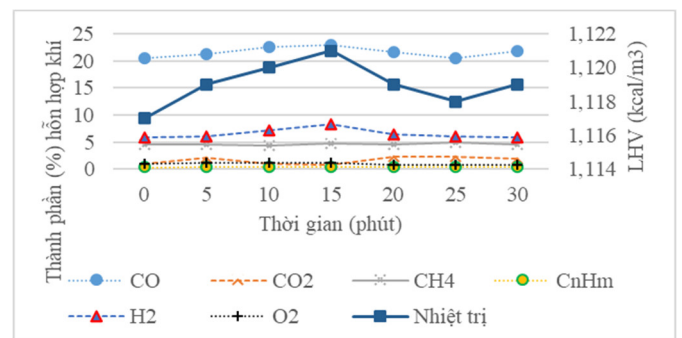
Nguyên lý hoạt động của mô hình: Khi hoạt động trấu được cho vào lò hóa khí qua cửa (1) xuống buồng phản ứng (2) và được đốt cháy để tạo sản phẩm khí hóa. Động cơ (3) và (5) có tác dụng gạt và vận chuyển tro ra cửa (4). Sản phẩm khí hóa chuyển động cưỡng bức trong hệ thống nhờ động cơ quạt hút (11) đặt ở cuối hệ thống. Sản phẩm khí hóa sau khi ra khỏi lò hóa khí sẽ chuyển động đến xyclone (7) để tách tạp chất (bụi tro, hắc ín). Tạp chất có khối lượng lớn sẽ ly tâm ra vách xyclone và lắng xuống phễu chứa (6), Sản phẩm khí hóa đi lên và đến bộ phận làm mát. Tại đây sản phẩm khí hóa sẽ được làm mát xuống nhiệt độ cần thiết. Sau đó sản phẩm khí hóa sẽ chuyển động đến bộ lọc túi vải (10) và đưa đi sử dụng nhờ động cơ quạt hút (11). Đồng hồ nước (16) được bố trí để đo lưu lượng bơm nước, lắp đặt 2 cảm biến nhiệt độ (13) và (14) trong đường ống dẫn sản phẩm khí hóa tại vị trí trước và sau bộ phận làm mát để xác định nhiệt độ khí vào và ra khỏi bộ phận làm mát.



Hình 6. Mô hình thiết bị lắp vào hệ thống

1. Cửa nạp liệu (trấu); 2. Buồng phản ứng; 3. Động cơ truyền động cánh gạt tro; 4. Cửa thoát tro; 5. Động cơ truyền động vít tải tro; 6. Bộ phận chứa tạp chất từ xyclone; 7. Xyclone; 8. Thùng chứa nước làm mát; 9. Bộ phận làm mát nước; 10. Bộ lọc túi vải; 11. Động cơ truyền động quạt hút; 12. Tủ điện điều khiển; 13. Cảm biến nhiệt độ sản phẩm khí hóa trước khi vào bộ phận làm mát; 14. Cảm biến nhiệt độ sản phẩm khí hóa sau khi ra khỏi bộ phận làm mát; 15. Bình ắc quy cung cấp điện cho toàn hệ thống; 16. Đồng hồ nước để đo lưu lượng

3.2. Thành phần khí hóa từ thiết bị hóa khí trấu ngược chiều



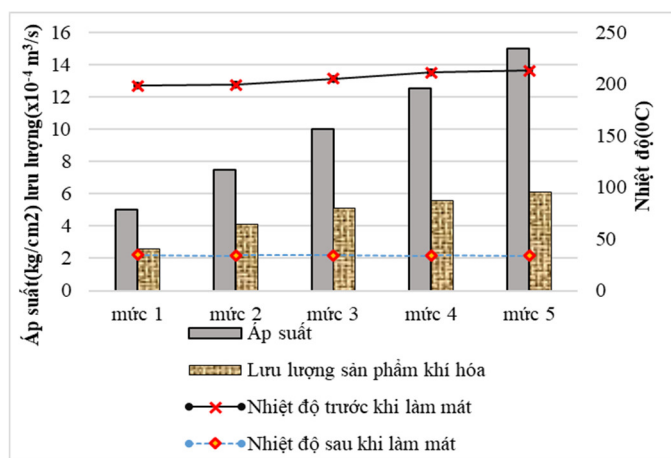
Hình 7. Đồ thị quan hệ giữa thành phần khí tổng hợp, nhiệt trị theo thời gian

Sau khi hệ thống hóa khí được vận hành và thực hiện ở tình trạng ổn định, tiến hành dùng thiết bị đo thành phần khí và thu thập dữ liệu sau mỗi 5 phút đo, tiến hành đo trong thời gian 30 phút. Kết quả đo và phân tích kết quả xác định thành phần hỗn hợp khí khi tiến hành hóa khí trấu

bằng thiết bị dùng trong nghiên cứu được trình bày ở hình 7. Từ kết quả khảo nghiệm cho thấy thành phần khí tổng hợp có biên độ dao động thay đổi theo thời gian. Nguyên nhân là do quá trình hóa khí phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: độ ẩm ban đầu nhiên liệu, nhiệt độ môi trường, số vòng quay cánh tải tro, hệ số không khí cấp,...

3.3. Ảnh hưởng của áp suất phun đến lưu lượng và nhiệt độ làm mát khí ở thiết bị lọc - làm mát kiểu venturi

Thực nghiệm được tiến hành nhằm khảo sát sự ảnh hưởng của áp suất phun trong thiết bị venturi đến lưu lượng khí, tình trạng cháy của khí sau khi làm mát và nhiệt độ khí sau làm mát. Năm mức áp suất phun được tiến hành thực nghiệm gồm 5; 7,5; 10; 12,5; và 15kgf/cm², mỗi mức áp suất phun được thực hiện 3 lần lặp lại và lấy kết quả trung bình của 3 lần. Kết quả thực nghiệm được trình bày ở hình 8.



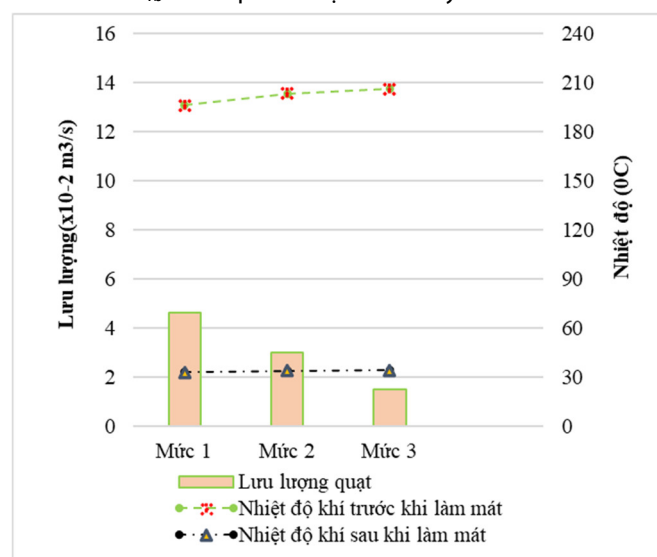
Hình 8. Biểu đồ sự thay đổi các thông số khi áp suất phun thay đổi

Kết quả thực nghiệm chỉ ra rằng nhiệt độ khí sau khi làm mát không lớn hơn 36°C đáp ứng yêu cầu của việc làm mát khí đặt ra. Tuy nhiên vấn đề cháy của khí sinh ra ở từng mức áp suất phun có sự khác biệt đáng kể, ở mức 5kgf/cm² quá trình khí hóa sinh ra cháy chưa ổn định. Ở mức áp suất phun 12,5kgf/cm² ngọn lửa có xu hướng bắt đầu cháy ổn định, ngọn lửa từ màu vàng nhạt chuyển sang màu xanh lục. Nguyên nhân do hệ số không khí cấp vừa đủ cho lò hóa khí. Khi tăng áp suất đến 15kgf/cm², nhiệt độ khí hóa sau khi làm mát vẫn không thay đổi nhiều nhưng sản phẩm khí sinh ra quan sát thấy cháy rất yếu, nguyên nhân có lẽ do một lượng khí sinh ra đã tham gia quá trình cháy trong buồng phản ứng, hiện tượng cấp thừa oxy cho buồng khí hóa đã xảy ra. Một cách tổng quát kết quả tổng hợp chỉ ra rằng khi tăng áp suất phun từ 5kgf/cm² đến 15kgf/cm² thì lưu lượng sản phẩm khí hóa cũng tăng lên từ 2,6.10⁻⁴m³/s đến 6,1.10⁻⁴m³/s và nhiệt độ sản phẩm khí hóa sau khi làm mát giảm từ 34,6°C đến 33,8°C. Khi tăng áp suất thì độ chân không ở cổ ống venturi cũng tăng lên, do đó lưu lượng sản phẩm khí qua thiết bị cũng tăng. Khi thay đổi áp suất thì nhiệt độ đầu ra khí không thay đổi nhiều. Tương quan giữa nhiệt độ sản phẩm khí ra và áp suất theo dạng tuyến tính. Ảnh hưởng của áp suất đến mức độ làm mát sản phẩm khí ra không cao. Tuy nhiên công suất của thiết bị rất lớn.

3.4. Ảnh hưởng của lưu lượng quạt giải nhiệt, bơm nước đến nhiệt độ làm mát khí ở thiết bị lọc cyclone kết hợp làm mát kiểu tuần hoàn cưỡng bức

Nhiệt độ khí làm mát dùng thiết bị lọc cyclone kết hợp làm mát kiểu tuần hoàn cưỡng bức phụ thuộc vào tốc độ quạt giải nhiệt và lưu lượng bơm nước. Khảo nghiệm được tiến hành với giá trị tính toán vận tốc khí qua tấm cooling pad là $V_{kk} = 0,112\text{m/s}$ nên chọn ba mức tốc độ quạt 0,1m/s; 0,2m/s; và 0,3m/s tương ứng tính ra lưu lượng quạt là 0,015m³/s; 0,03m³/s; và 0,046m³/s được áp dụng khảo nghiệm. Đối với bơm nước, với giá trị tính toán lưu lượng bơm nước là $G_{vb} = 3,84\text{ lít/phút}$, chọn các mức khảo nghiệm gồm 3 lít/phút; 4 lít/phút; và 5 lít/phút.

- Sự ảnh hưởng của lưu lượng quạt giải nhiệt đến nhiệt độ sản phẩm khí hóa sau khi làm mát ứng với lưu lượng bơm nước $G_{vb} = 4\text{ lít/phút}$ được trình bày ở hình 9.

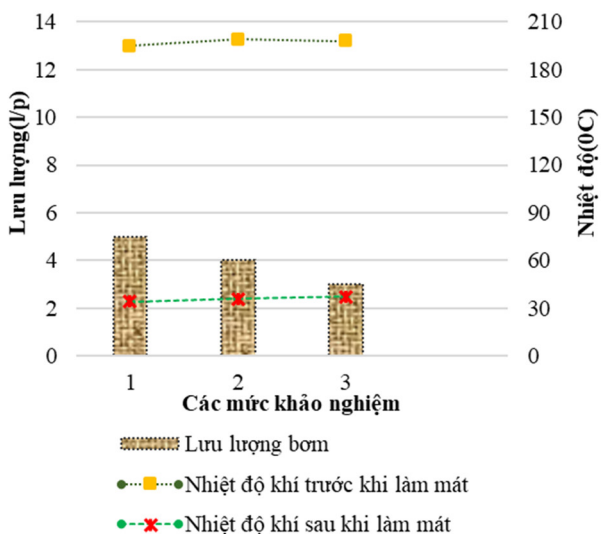


Hình 9. Đồ thị quan hệ các thông số khi lưu lượng quạt giải nhiệt thay đổi

Kết quả thực nghiệm ở hình 9 chỉ ra rằng khi giảm vận tốc gió qua tấm cooling pad từ 0,3m/s đến 0,1m/s thì nhiệt độ sản phẩm khí hóa sau khi làm mát tăng từ 33°C đến 34,1°C. Kết quả cho thấy khi lưu lượng bơm nước không thay đổi và chỉ thay đổi lưu lượng quạt thì nhiệt độ sản phẩm khí hóa sau khi làm mát vẫn thay đổi không đáng kể, vận tốc giảm/tăng 3 lần nhưng nhiệt độ khí chỉ khác nhau 1°C và các thông số nhiệt độ đều thấp hơn so với mức nhiệt độ yêu cầu đặt ra là 50°C.

- Kết quả khảo nghiệm sự ảnh hưởng của lưu lượng bơm nước đến nhiệt độ sản phẩm khí hóa sau khi làm mát ở mức lưu lượng quạt giải nhiệt cố định $G_{vkk} = 0,015\text{m}^3/\text{s}$ tương đương với công suất $P_{Qt} \approx 10\text{W}$ được trình bày ở hình 10.

Kết quả khảo nghiệm ở hình 10 thể hiện khi giảm lưu lượng bơm nước từ 5 lít/phút xuống 3 lít/phút, nhiệt độ sản phẩm khí hóa sau khi làm mát tăng từ 34,1°C đến 37,1°C. Khi thay đổi lưu lượng bơm nước thì nhiệt độ sản phẩm khí hóa sau khi làm mát thay đổi không đáng kể và đều thấp hơn so với mức nhiệt độ yêu cầu.



Hình 10. Đồ thị quan hệ các thông số khi lưu lượng bơm nước thay đổi

3.5. So sánh đối chiếu 2 mô hình lọc - làm mát

Các kết quả khảo nghiệm chỉ ra rằng thiết bị lọc cyclone kết hợp làm mát kiểu đối lưu tuần hoàn cưỡng bức có mức tiêu hao năng lượng hoạt động nhỏ. Thiết bị có tính linh động cao, có thể vận chuyển lắp đặt thuận tiện dù kích thước lớn và công kênh. Khi hoạt động độc lập không có nước thải so với kiểu venturi cần bơm có công suất lớn, đồng thời phải có nguồn cấp nước để bơm áp lực đưa đến vòi phun. Vì vậy thiết bị kiểu venturi có tính linh động thấp, cần nhiều thiết bị đi kèm như bơm áp lực, thùng chứa nước, và đặc biệt nước thải của thiết bị venturi không thể tái sử dụng và gây ô nhiễm môi trường do chứa nhiều tạp chất và thành phần hắc ín dễ bị nghẹt, hỏng hóc bơm áp lực và vòi phun.

4. KẾT LUẬN

Sử dụng nhiên liệu sinh khối với phương pháp hóa khí là một trong những giải pháp khắc phục ô nhiễm môi trường, giảm khí thải nhà kính, phát triển bền vững. Việc sử dụng theo phương pháp này đòi hỏi phải làm sạch và làm mát khí sau khi hóa khí bằng công nghệ và thiết bị phù hợp. Hai phương pháp làm mát và làm sạch khí hóa với các thiết bị tương ứng đã được nghiên cứu và chế tạo khảo nghiệm thành công. Phương pháp lọc cyclone kết hợp làm mát kiểu đối lưu tuần hoàn cưỡng bức cho thấy có nhiều ưu điểm như tiêu hao năng lượng thấp, dễ chế tạo vận hành và bảo dưỡng, tính linh hoạt cao, giá thành chế tạo rẻ, và không cần phải xử lý nước thải sau khi làm mát khí. Phương pháp này cũng giải quyết được cơ bản yêu cầu của việc làm mát khí đạt được nhiệt độ thấp dưới 50°C trước khi sử dụng cho bảo quản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Rokicki T, Perkowska A, Klepacki B, Bórawski P, Bełdycka-Bórawska A, Michalski K., 2021. *Changes in Energy Consumption in Agriculture in the EU Countries*. *Energies*, 14(6):1570.

[2]. Máté D, Rabbi MF, Novotny A, Kovács S. Grand, 2020. *Challenges in Central Europe: The Relationship of Food Security, Climate Change, and Energy Use*. *Energies*, 13(20):5422.

[3]. Ren S, Wang P, Lin Z, Zhao D., 2022. *The Policy Choice and Economic Assessment of High Emissions Industries to Achieve the Carbon Peak Target under Energy Shortage—A Case Study of Guangdong Province*. *Energies*. 15(18):6750.

[4]. Nguyen Huy Bich, 2022. *An Overview of the Renewable Energy in Viet Nam*. The Mastering Energy Supply for Isolated Areas Workshop - The MESFIA workshop, Ho Chi Minh City, Viet Nam.

[5]. Thanh Cong, 2014. *Nang luong sinh khoi Viet Nam van la tiem nang*. Tap chi Nang luong moi, Hoi Dau khi Viet Nam.

[6]. Nguyen Huy Bich, Nguyen Thanh Hao, 2015. *Ky thuat nang luong tai tao*. Vietnam National University, Ho Chi Minh City Press (VNU-HCM Press).

[7]. Nguyen Nam Quyen, 2017. *Nghien cuu ky thuat loc va lam mat khi gas cua he thong trau hoa khi kieu lien tuc phục vụ quy mo nông hộ*. Master thesis, Nong Lam University - Ho Chi Minh City.

[8]. Tran Minh Hai, 2017. *Nghien cuu thuc nghem hoa khi trau kieu lien tuc*. Master thesis, Nong Lam University - Ho Chi Minh City.

[9]. Kaupp, 1984. *Small Scale Gas Producer*. *Engine Systems*, p.282.

[10]. Alexis T Belonio, 2005. *Rice husk gas stove handbook*. Central Philippine University Iloilo City, Philippines, p.155.

AUTHORS INFORMATION

Nguyen Huy Bich, Nguyen Nam Quyen

Faculty of Engineering and Technology, Nong Lam University - Ho Chi Minh City, Vietnam