

# NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU KHÍ SINH HỌC TRÊN CỤM MÁY PHÁT ĐIỆN CỠ NHỎ DÙNG TRONG HỘ GIA ĐÌNH

STUDY ON IMPLEMENT OF BIOGAS ON SMALL GASOLINE GENERATOR SET IN HOME APPLICATION

Nguyễn Khắc Tùng<sup>1</sup>, Nguyễn Đức Khánh<sup>1</sup>, Trịnh Xuân Phong<sup>2</sup>,  
Nguyễn Trung Kiên (B)<sup>2</sup>, Đặng Huy Cường<sup>2</sup>, Bùi Văn Chinh<sup>3,\*</sup>

## TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu cải tạo cụm động cơ - máy phát điện đang sử dụng nhiên liệu xăng sang sử dụng nhiên liệu biogas để cấp điện trong hộ gia đình. Cụm động cơ - máy phát điện GX630 có công suất 10kVA được tiến hành cải tạo. Về cơ bản, kết cấu của các hệ thống chính của động cơ không thay đổi. Động cơ sẽ được trang bị thêm hệ thống cung cấp khí biogas và một hệ thống lọc tách H<sub>2</sub>S và hơi nước ra khỏi khí biogas trước khi đưa vào động cơ. Hệ thống cung cấp nhiên liệu biogas được thiết kế theo nguyên tắc dùng bộ hòa trộn với ưu điểm đơn giản, hoạt động ổn định và tiết kiệm chi phí. Kết quả nghiên cứu cho thấy, cụm động cơ máy phát sau cải tạo có khả năng phát công suất tối đa tới 4,4kW, tương đương khoảng 55% công suất của cụm động cơ - máy phát điện nguyên bản với chất lượng khí biogas chỉ có khoảng 64% mê tan. Động cơ sau cải tạo có thể sử dụng linh hoạt nhiên liệu xăng và biogas. Việc tiến hành cải tạo động cơ đơn giản nhưng mang lại hiệu quả thiết thực, giảm chi phí tiêu thụ điện năng cũng như cắt giảm được lượng lớn chất thải độc hại trong chăn nuôi.

**Từ khóa:** Khí biogas, cải tạo động cơ, máy phát điện biogas, nhiên liệu khí.

## ABSTRACT

This paper presents experimental study on using gases fuel from biomass on small generator set. The study was conducted on gasoline carburetor engine equipped in generator which has rated power up to 10kVA. The structure and main systems of the original engine were not modified, however a gases supply system is equipped to supply biogas fuel along with a filter system to remove H<sub>2</sub>S and water moisture from biogas fuel. As using biogas fuel, the generator could achieve maximum output power up to 4.4kW, equivalent to 55% of rated power of the original generator set. The generator set could flexibly operate with either gasoline or biogas after the conversion. Using biogas fuel on generator set has expanded widely the usage of renewable energy sources and environmental protection and also reduces electricity consumption on small and medium farms.

**Keywords:** Biogas fuel, engine conversion, biogas generator, gases fuel.

<sup>1</sup>Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

<sup>2</sup>Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Nam Định

<sup>3</sup>Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

\*Email: chinhbv@hau.edu.vn

Ngày nhận bài: 20/4/2019

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 20/7/2019

Ngày chấp nhận đăng: 15/8/2019

## 1. GIỚI THIỆU CHUNG

Công nghệ xử lý chất thải bằng hầm biogas đã và đang trở thành giải pháp hữu hiệu trong việc xử lý chất thải chăn nuôi. Từ các trang trại quy mô tập trung đến các nông hộ chăn nuôi nhỏ lẻ, công nghệ biogas đều đem lại những hiệu quả tích cực. Về bản chất kỹ thuật của công nghệ hầm biogas, các chất thải chăn nuôi sẽ được thu gom và phân hủy trong môi trường yếm khí. Sản phẩm thu được là một hỗn hợp các chất khí mà thành phần chủ yếu là khí mê tan (CH<sub>4</sub>) và được gọi là khí biogas hay khí sinh học. Khí sinh học có thể được dùng làm nhiên liệu phục vụ cho các mục đích như đun nấu, chiếu sáng, phát điện... Phần chất thải sau khi phân hủy được sử dụng làm phân bón sinh học, cung cấp dinh dưỡng cho cây trồng, thay thế phân bón hóa học mà khi sử dụng lâu dài gây lão hóa đất đai [1-2]. Các hộ chăn nuôi sử dụng khí biogas đun nấu thay thế cho khí thiên nhiên hóa lỏng, tiết kiệm được một khoản chi phí đều đặn hàng tháng ở các hộ gia đình. Ngoài ra, các thiết bị biogas cũng được đưa vào sử dụng phục vụ cho mục đích sinh hoạt như bóng đèn thấp sáng, đèn sưởi, nồi cơm và máy nước nóng biogas. Tuy nhiên, các giải pháp trên chưa thực sự khai thác hết tiềm năng từ nguồn khí sinh học này.

Khí sinh học bao gồm thành phần chính là khí mê tan chiếm từ 50% đến 70%, khí cacbonic (CO<sub>2</sub>) trên 30% và các khí tạp chất khác như hơi nước, H<sub>2</sub>S, CO, O<sub>2</sub> và N<sub>2</sub> [2]. Khí biogas có thể sử dụng làm nhiên liệu cho động cơ đốt trong thay thế cho nhiên liệu xăng/diesel truyền thống. Khí biogas có nhiệt trị khoảng từ 18 đến 23,4 MJ/m<sup>3</sup> tùy theo chất lượng khí, nên có tiềm năng sử dụng trên động cơ đốt trong. Việc sử dụng biogas trên động cơ đốt trong đã được nhiều nhóm nghiên cứu cả trong và ngoài nước thực hiện [3-11]. Các kết quả đã chỉ ra rằng khí biogas thích hợp làm nhiên liệu cho động cơ đánh lửa cưỡng bức, tuy nhiên điều tiên quyết là phải loại bỏ khí H<sub>2</sub>S ra khỏi nhiên liệu [12-15]. Hiện nay động cơ sử dụng nhiên liệu biogas trên động cơ đốt trong có hai phương án: động cơ được thiết kế mới hoàn toàn để sử dụng biogas và động cơ được cải tạo từ động cơ truyền thống đang sử dụng xăng hoặc diesel. Động cơ biogas thiết kế mới đảm bảo tính năng kinh tế kỹ thuật và tuổi thọ. Tuy nhiên, yêu cầu đối với hệ thống lọc khí đầu vào cũng như giá thành cao là rào cản rất lớn để có thể áp dụng ở điều kiện Việt Nam. Động cơ biogas được cải

tạo từ những động cơ cũ đang sử dụng nhiên liệu truyền thống sang sử dụng nhiên liệu biogas đã và đang được quan tâm hơn. Các động cơ thể hệ cũ đang được sử dụng tại Việt Nam rất sẵn có, thuận lợi cho công tác bảo dưỡng, sửa chữa nên việc chuyển đổi các động cơ này sang sử dụng khí biogas có nhiều ý nghĩa thực tế hơn. Giải pháp này có ưu điểm như giá thành rẻ, chi phí đầu tư thấp nhưng hiệu quả đem lại không kém động cơ thiết kế mới. Các động cơ sử dụng nhiên liệu xăng hay diesel đều có thể cải tạo thành động cơ biogas. Tuy nhiên, việc cải tạo động cơ biogas từ động cơ diesel phức tạp hơn rất nhiều so với cải tạo từ động cơ xăng. Để cải tạo động cơ diesel sang sử dụng biogas thì bắt buộc phải thay đổi kết cấu của động cơ như giảm tỷ số nén, tháo bỏ hệ thống nhiên liệu bơm cao áp vòi - phun, trang bị hệ thống đánh lửa và hệ thống cung cấp nhiên liệu biogas. Do đó, phương án này chỉ áp dụng đối với những trang trại có nguồn khí dồi dào và nhu cầu sử dụng điện năng lớn. Để có thể đánh giá khả năng khai thác sử dụng nhiên liệu biogas tại các nông hộ, nhóm nghiên cứu tiến hành áp dụng công nghệ trên cụm động cơ - máy phát điện cỡ nhỏ. Theo đó một động cơ xăng 2 xylanh, dung tích 630cc, tỷ số nén 9,3, được tiến hành nghiên cứu thực nghiệm. Động cơ máy phát được cải tạo thành động cơ bi-fuel [16] để có thể sử dụng cả hai nhiên liệu xăng và biogas. Để thuận lợi và giảm thiểu chi phí cải tạo, động cơ được trang bị thêm một bộ hòa trộn để cung cấp nhiên liệu biogas. Trong khi đó, hệ thống đánh lửa được giữ nguyên và không thay đổi tỷ số nén của động cơ. Tính năng kinh tế, kỹ thuật của cụm động cơ - máy phát sẽ được đánh giá theo phương pháp đối chứng với nhiên liệu xăng và nhiên liệu biogas sau khi cải tạo.

## 2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

### 2.1. Cơ sở lý thuyết cải tạo động cơ biogas

Nhiên liệu biogas có thành phần chính là khí mê tan, vì vậy loại nhiên liệu này có đặc điểm cháy gần tương tự nhiên liệu xăng, có khả năng hòa trộn tốt với không khí và có trị số Octane cao hơn xăng nên rất thích hợp làm nhiên liệu cho động cơ đánh lửa cưỡng bức. Việc cải tạo động cơ đốt trong nguyên bản là động cơ xăng sang sử dụng nhiên liệu biogas đã được nghiên cứu thực hiện ở Việt Nam. Vì nhiên liệu biogas có tính chất cháy gần tương tự như nhiên liệu xăng nên vấn đề cải tạo động cơ đốt trong chạy xăng sang chạy biogas chỉ còn là vấn đề cung cấp nhiên liệu. Đối với động cơ nguyên bản là động cơ xăng có thể cải tạo thành động cơ biogas/xăng (chạy hoàn toàn với biogas hoặc hoàn toàn với xăng). Trong trường hợp hỗn hợp biogas nghèo có thể kích thích quá trình cháy bằng việc sử dụng một lượng nhỏ xăng đủ để cháy mỗi hỗn hợp.

Việc lựa chọn phương án cung cấp nhiên liệu ảnh hưởng tới lớn hiệu suất của động cơ. Tùy thuộc vào kết cấu của động cơ cần cải tạo mà có những phương án cung cấp nhiên liệu, hòa trộn hỗn hợp khác nhau. Nhìn chung việc cải tạo động cơ xăng sang động cơ biogas có hai phương án cung cấp nhiên liệu chính. Đó là phương án phun biogas trên đường ống nạp và phương án cung cấp nhiên liệu qua

bộ hòa trộn. Phương án phun biogas trên đường ống nạp phù hợp với động cơ nguyên bản sử dụng hệ thống phun nhiên liệu điện tử. Vòi phun xăng sẽ được thay thế bằng vòi phun biogas hoặc có thể bố trí thêm một vòi phun biogas trên đường ống nạp. Để điều khiển lượng nhiên liệu cung cấp có thể thiết kế mới bộ điều khiển điện tử hoặc tận dụng tín hiệu điều khiển vòi phun nguyên bản của động cơ. Trong phương án này cần giảm thiểu sự ảnh hưởng của nguồn nhiên liệu động cơ bằng cách duy trì áp suất nhiên liệu cung cấp ở giá trị ổn định và khi đó lượng nhiên liệu điều chỉnh nhờ thời gian mở kim phun. Do vậy, trong phương án này, cần nén khí biogas dưới áp suất cao trong bình chứa (khí biogas đã được xử lý tạp chất) và bố trí van ổn áp để duy trì áp suất phù hợp khi cấp tới vòi phun. Công nghệ nén khí dưới áp suất cao đòi hỏi kỹ thuật phức tạp và chi phí đầu tư máy móc cao nên không phù hợp sử dụng ở các hộ gia đình với quy mô vừa và nhỏ.

Với phương án cung cấp nhiên liệu qua bộ hòa trộn, khí biogas sẽ được cấp tới bộ hòa trộn cùng với không khí nạp. Khí biogas được hòa trộn đều với không khí và tạo hỗn hợp nhờ hòng khuếch tán với nhiều kết cấu khác nhau mà điển hình là kiểu ống venturi. Tỷ lệ không khí/nhiên liệu được điều chỉnh nhờ các van tinh chỉnh trên đường cấp không khí và biogas. Nếu có thể duy trì áp suất khí biogas ở giá trị gần bằng áp suất môi trường thì lượng khí biogas cung cấp tại hòng sẽ chỉ phụ thuộc vào lượng không khí qua hòng hay phụ thuộc vào từng chế độ hoạt động của động cơ. Phương án này thích hợp trên các động cơ tĩnh tại, có thể sử dụng gần nguồn biogas, ví dụ như động cơ máy phát điện. Ưu điểm của phương án này là quá trình cải tạo đơn giản, động cơ sau cải tạo không thay đổi nhiều về kết cấu, tiết kiệm chi phí cải tạo.

Trong nghiên cứu này, cụm động cơ - máy phát điện được trang bị thêm bộ tạo hỗn hợp kiểu venturi để có thể hoạt động được với nhiên liệu biogas. Giải pháp cải tạo này đơn giản và không thay đổi nhiều về kết cấu của cụm động cơ - máy phát nguyên bản. Các kết cấu của động cơ xăng nguyên bản được giữ nguyên nên động cơ sau khi cải tạo vừa có thể hoạt động được với nhiên liệu biogas vừa có thể quay trở lại sử dụng nhiên liệu xăng truyền thống.

### 2.2. Thông số kỹ thuật của đối tượng nghiên cứu

Quá trình nghiên cứu được thực hiện trên động cơ Honda GX630 như thể hiện trên hình 1, với các thông số kỹ thuật cơ bản được trình bày trong bảng 1.



Hình 1. Cụm động cơ - máy phát GX630

Bảng 1. Thông số kỹ thuật cơ bản của động cơ

Động cơ	GX630
Kiểu động cơ	xăng, 4 kỳ
Bố trí xy lanh - Số xy lanh	Chữ V-2 xy lanh
Đường kính x hành trình (D x S)	78 x 72 (mm)
Thể tích công tác (cc)	688 cm <sup>3</sup>
Tỷ số nén	9,3:1
Công suất max/tốc độ	15,5 kW tại 3600 v/ph
Mô men max/tốc độ	48,5 Nm tại 2500 v/ph
Hệ thống nhiên liệu	Chế hòa khí
Hệ thống đánh lửa	CDI (Capacitor Discharge Ignition)
Bộ điều tốc	Cơ khí 1 chế độ

**2.3. Đánh giá sơ bộ tính năng kỹ thuật của động cơ khi sử dụng nhiên liệu biogas**

Với nhiên liệu lỏng như xăng, trong cùng một thể tích hỗn hợp hòa trộn thì phần thể tích chiếm chỗ của nhiên liệu gần như không đáng kể. Tuy nhiên, đối với nhiên liệu khí như biogas thì phần thể tích nhiên liệu chiếm chỗ đường nạp là khá lớn. Điều này làm ảnh hưởng tới tổng năng lượng cung cấp cho động cơ dẫn đến sự thay đổi công suất của động cơ. Ngoài ra, sự thay đổi công suất của động cơ còn phụ thuộc vào thành phần CH<sub>4</sub> có trong biogas. Qua khảo sát tại các hộ chăn nuôi có sử dụng bể khí biogas, hàm lượng CH<sub>4</sub> thường duy trì trong khoảng 60% đến 65%. Để có thể đánh giá được tính năng kỹ thuật của động cơ khi sử dụng biogas, nhóm nghiên cứu tiến hành tính toán sơ bộ sự thay đổi về lượng không khí nạp cũng như công suất của động cơ khi chạy biogas so với khi chạy với nhiên liệu xăng.

Với giả thiết là nhiên liệu biogas có chứa 65% CH<sub>4</sub> về mặt thể tích, còn lại là các tạp chất không cháy khác đều quy về CO<sub>2</sub> với tỷ lệ 35% về thể tích, khi đó  $A/F_{Bio} = 6,93$ .

Về mặt lý thuyết, gọi  $V_{kk}$  là thể tích không khí nạp trong trường hợp động cơ sử dụng nhiên liệu xăng, với giả thiết tỷ lệ hòa trộn không khí/nhiên liệu đạt giá trị lý tưởng  $\lambda = 1$  hay:

$$\frac{A}{F} \cdot x = 14,7 \Leftrightarrow \frac{V_{kk} \cdot \rho_{kk}}{M_x} = 14,7 \tag{1}$$

Khi động cơ làm việc với nhiên liệu biogas, lượng không khí nạp chiếm thể tích là  $V_{kk\_Bio}$  và lượng nhiên liệu biogas chiếm thể tích là  $V_{Bio}$ , khi đó:

$$\frac{A}{F} \cdot Bio = 6,93 \Leftrightarrow \frac{V_{kk\_Bio} \cdot \rho_{kk}}{V_{Bio} \cdot \rho_{Bio}} = 6,93 \tag{2}$$

$$\text{Và } V_{kk} = V_{kk\_Bio} + V_{Bio} \tag{3}$$

Trong đó:  $\rho_{kk}$  và  $\rho_{Bio}$  là khối lượng riêng của không khí và biogas được tính theo điều kiện áp suất và nhiệt độ đường nạp.

Với giả thiết  $p_{nap} = 0,9$  at và nhiệt độ đường nạp  $t_{nap} = 20^\circ\text{C}$  (293K). Khối lượng riêng của không khí và khí biogas ở điều kiện áp suất nhiệt độ trên đường nạp được xác định theo công thức tổng quát:

$$\rho = \frac{1,239p_{nap}}{(1 + 0,0036t_{nap})p_0} \tag{4}$$

$$\rho_{Bio} = \rho_{CH_4} \cdot \%m_{CH_4} + \rho_{CO_2} \cdot \%m_{CO_2} = 1,21\text{kg/m}^3 \tag{5}$$

và  $\rho_{kk} = 1,04\text{kg/m}^3$

Kết hợp các công thức từ (1) đến (5) thu được:

$$\frac{V_{kk\_Bio}}{V_{kk}} = 0,88 \tag{6}$$

Như vậy, để đảm bảo tỷ lệ hòa trộn giữa nhiên liệu và không khí đạt tỷ lệ lý thuyết, lượng khí biogas chiếm chỗ 12% trên đường nạp của động cơ. Khi đó, năng lượng đầu vào cung cấp cho động cơ khi sử dụng nhiên liệu xăng và nhiên liệu biogas được xác định như sau:

$$E_x = m_x \cdot LHV_x = \frac{G_{kk}}{14,7} \cdot LHV_x \text{ và} \tag{7}$$

$$E_{Bio} = m_{Bio} \cdot LHV_{Bio} = \frac{0,88 \cdot G_{kk}}{6,93} \cdot LHV_{Bio}$$

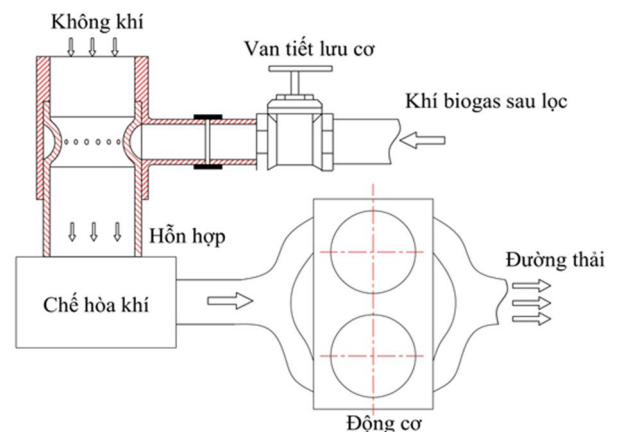
Từ hai công thức (6) và (7) thu được:

$$\frac{E_{Bio}}{E_x} = 0,855 \tag{8}$$

Với  $LHV_x = 44\text{MJ/kg}$  và  $LHV_{Biogas} = 20\text{MJ/kg}$ , lần lượt là nhiệt trị thấp của nhiên liệu xăng và nhiên liệu biogas (với 65% mê tan).

Như vậy, về mặt lý thuyết tổng năng lượng cung cấp vào động cơ khi sử dụng nhiên liệu biogas giảm khoảng 14,5% so với trường hợp sử dụng nhiên liệu xăng. Như vậy, nếu coi hiệu suất khí làm việc với nhiên liệu xăng truyền thống và nhiên liệu biogas là như nhau thì khi chuyển đổi sang sử dụng biogas, công suất đầu ra của cụm động cơ - máy phát điện chỉ còn 85,5% so với nguyên bản (tương đương khoảng 8,55kVA hay 6,84kW).

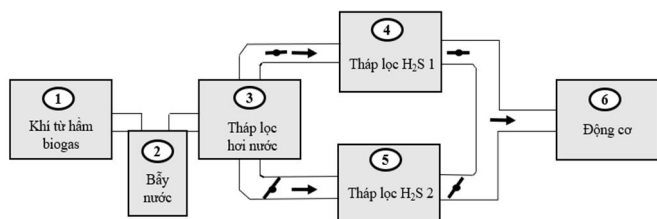
**2.4. Thiết kế hệ thống cung cấp nhiên liệu biogas**



Hình 2. Sơ đồ hệ thống cung cấp hỗn hợp nhiên liệu biogas

Hình 2 trình bày sơ đồ hệ thống cung cấp hỗn hợp biogas bằng bộ hòa trộn kiểu ống venturi. Nhiên liệu biogas từ hầm được dẫn tới bộ hòa trộn thông qua hệ thống đường ống và tháp lọc với áp suất lớn hơn môi

trường cỡ vài kPa. Thông qua bộ hòa trộn theo kiểu ống venturi, khí làm việc nhiên liệu biogas được hút vào hòa trộn với không khí nhờ chênh áp tại họng khuếch tán để tạo hỗn hợp đồng nhất. Hỗn hợp nhiên liệu đi qua bộ chế hòa khí của động cơ và được định lượng nhờ thay đổi độ mở bướm ga. Khí làm việc với nhiên liệu biogas thì đường nhiên liệu xăng cấp vào bộ chế hòa khí sẽ được khóa lại và ngược lại.

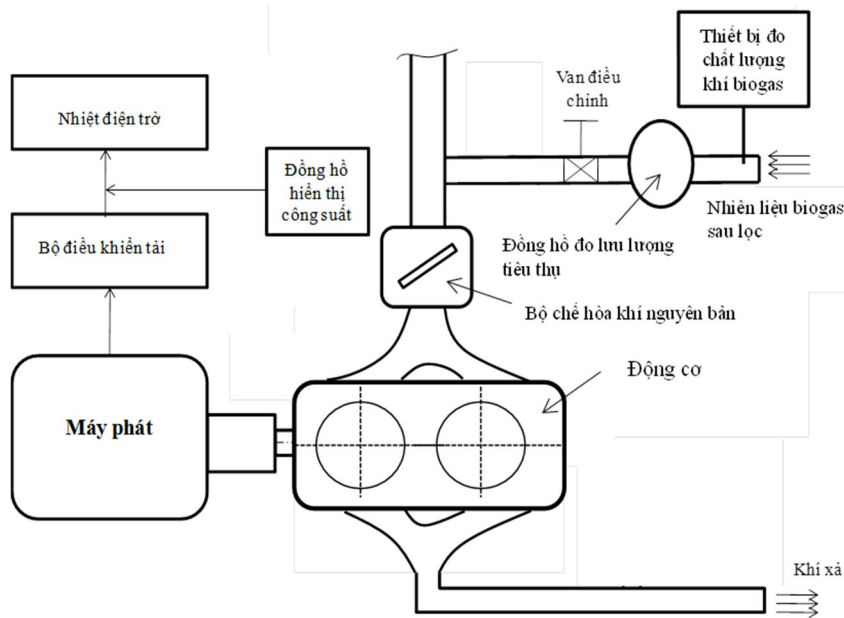


Hình 3. Sơ đồ hệ thống lọc biogas sử dụng cho máy phát điện

Để đảm bảo độ bền và tuổi thọ của động cơ khi sử dụng nhiên liệu biogas, hàm lượng tạp chất H<sub>2</sub>S phải được loại bỏ ra khỏi nhiên liệu trước khi đưa vào động cơ nhờ hệ thống lọc. Sơ đồ hệ thống lọc khí biogas trước khi đưa vào động cơ được thể hiện trên hình 3. Khí biogas được xử lý qua hệ thống lọc để loại bỏ H<sub>2</sub>S, loại tạp chất gây nguy hiểm cho các chi tiết trong động cơ. Bằng việc sử dụng các tháp lọc khí có chứa các hạt lọc chủ yếu là oxit sắt, khi cho khí biogas đi qua các hạt lọc sẽ hấp thụ khí H<sub>2</sub>S. Hỗn hợp khí sau lọc duy trì được hàm lượng CH<sub>4</sub> khoảng 64% và hầu như không còn tạp chất H<sub>2</sub>S. Ngoài ra, trong hỗn hợp khí biogas còn lẫn một lượng lớn hơi nước, thành phần này được giữ lại ở các bẫy nước và hấp thụ vào các hạt silicagel trong hệ thống lọc.

**2.5. Sơ đồ hệ thống và chế độ thử nghiệm**

Sơ đồ toàn bộ hệ thống thử nghiệm từ hệ thống lọc khí biogas và cung cấp cho cụm động cơ - máy phát điện được thể hiện trong hình 4.



Hình 4. Sơ đồ hệ thống thử nghiệm máy phát điện biogas

Hệ thống thử nghiệm bao gồm: Hệ thống lọc khí biogas đảm bảo loại bỏ hàm lượng H<sub>2</sub>S và hơi nước, các chất rắn trước khi được đưa vào sử dụng; cụm động cơ - máy phát điện GX630; thiết bị đo thành phần khí biogas sau khi qua hệ thống lọc; đồng hồ đo lưu lượng khí biogas tiêu thụ, bộ điều khiển tải và đồng hồ đo công suất điện năng và các phụ tải nhiệt điện trở.

Cụm động cơ - máy phát điện được vận hành ở tần số quy định 50Hz, điện áp ra của máy là 220VAC. Tiến hành tăng dần phụ tải bằng cách đóng điện cho các nhiệt điện trở để đánh giá công suất phát điện cực đại của cụm động cơ - máy phát điện khi sử dụng biogas. Sau khi xác định được chế độ tải cực đại của máy, cho máy vận hành trong khoảng thời gian nhất định để xác định được lượng điện năng phát ra và lượng nhiên liệu biogas tiêu thụ làm cơ sở tính toán được hiệu suất chuyển đổi năng lượng của hệ thống.

**3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN**

Sau cải tạo, kết cấu chung của cụm động cơ - máy phát không thay đổi nhiều mà vẫn có thể làm việc với nhiên liệu biogas. Với giải pháp kỹ thuật đơn giản là trang bị thêm hệ thống cung cấp nhiên liệu biogas theo nguyên lý ống venturi, động cơ có thể làm việc ổn định với nhiên liệu biogas đồng thời có thể quay trở lại hoạt động với nhiên liệu xăng thông thường trong trường hợp nguồn biogas không đáp ứng đủ về lượng và chất hoặc cho động cơ làm việc với nhiên liệu xăng để làm sạch buồng cháy sau một thời gian vận hành với nhiên liệu biogas.

Để đánh giá tính năng kỹ thuật, tiến hành chạy thử nghiệm đo đặc tính năng kỹ thuật của cụm động cơ - máy phát khi sử dụng biogas. Công suất cực đại của động cơ được xác định bằng cách tăng dần phụ tải điện cho đến khi cụm động cơ - máy phát không duy trì được tần số. Công suất sẽ được tính theo công thức  $P = U \cdot I$ . Giá trị dòng điện tiêu thụ cực đại đo được tại thời điểm máy phát mất khả năng duy trì tần số là  $I_{max} = 25A$ , tương đương công suất cực đại là 4,4kW. Cụm động cơ - máy phát nguyên bản có công suất đầu ra là 8kW, nên so với động cơ nguyên bản, động cơ biogas đạt được có hệ số chuyển đổi công suất là 55% với tỷ lệ CH<sub>4</sub> trong khí biogas là 64%. So với kết quả tính toán sơ bộ, công suất đầu ra của cụm máy phát điện nhỏ hơn (55% so với 85,5%) do chưa có sự điều chỉnh góc đánh lửa sớm phù hợp với nhiên liệu làm giảm hiệu quả quá trình cháy từ đó ảnh hưởng tới công suất đầu ra của động cơ.

Về mặt kinh tế, nếu một ngày máy phát vận hành khoảng thời gian 8 tiếng (2 ca x 4 tiếng) với công suất tiêu thụ khoảng 4kW thì trong một tháng sẽ tiết kiệm được 2,4 triệu đồng (tính trung bình giá điện khoảng 2.500 đồng/kWh).

#### 4. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu sử dụng nhiên liệu biogas (nguồn gốc chăn nuôi) trên cụm động cơ - máy phát điện cỡ nhỏ. Động cơ xăng nguyên bản đang sử dụng hệ thống nhiên liệu chế hòa khí, được trang bị thêm hệ thống cung cấp nhiên liệu khí biogas theo nguyên tắc bộ hòa trộn kiểu venturi. Sau khi cải tạo động cơ có thể làm việc ổn định với nhiên liệu biogas đồng thời có thể quay trở lại hoạt động với nhiên liệu xăng thông thường. Về tính năng kỹ thuật, tiến hành chạy thử nghiệm đo đặc tính năng kỹ thuật của cụm động cơ - máy phát khi sử dụng biogas. Kết quả cho thấy, động cơ sử dụng nhiên liệu biogas đạt được có hệ số chuyển đổi công suất là 0,55 tương ứng với 55% công suất của máy nguyên bản với tỷ lệ mê tan trong khí biogas là 64%. Để nâng cao tính năng kỹ thuật của cụm động cơ - máy phát điện thì cần thiết có các giải pháp cải thiện hàm lượng khí mê tan trong biogas đồng thời phải có biện pháp kỹ thuật để cải thiện quá trình cháy của hỗn hợp nhiên liệu như điều chỉnh góc đánh lửa sớm.

[12]. Bùi Văn Ga và cộng sự, 2007. *Tinh luyện khí biogas để chạy động cơ đốt trong*. Tạp chí Sở khoa học và Công nghệ thành phố Đà Nẵng, Khoa học và Phát triển, số 127.

[13]. I Wayan Surata et al, 2013. *Simple Conversion Method from Gasoline to Biogas Fueled Small Engine to Powered Electric Generator*. International Conference on Alternative Energy in Developing Countries and Emerging Economies, p.p 626 – 632.

[14]. Juan Pablo Gomez Montoya et al, 2015. *Spark ignition engine performance and emissions in a high compression engine using biogas and methane mixtures without knock occurrence*. Thermal science, Vol. 19, No. 6, pp. 1919-1930.

[15]. Tjokorda Gde Tirta Nindhia et al, 2013. *Method on conversion of gasoline to biogas fueled single cylinder of four stroke engine of electric generator*. International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 4, No. 3, pp.300-303.

[16]. Duc, K.N., and V.N. Duy, 2018. *Study on Performance Enhancement and Emission Reduction of Used Fuel-Injected Motorcycles Using Bi-Fuel Gasoline-LPG*. Energy for Sustainable Development 43: 60–67. doi:https://doi.org/10.1016/j.esd.2017.12.005.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Uli Werner et al, 1989. *Biogas plants in animal husbandry*. A Publication of the Deutsches Zentrum for Entwicklungstechnologien GATE, a Division of the Deutsche Gesellschaft for Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH.
- [2]. Klaus von Mitzlaff, 1988. *Engines for biogas*. Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ).
- [3]. Phan Đình Tuấn, 2012. *Phát triển nhiên liệu sinh học hướng đến xây dựng mô hình Biomass town ở Việt Nam*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, số 50 (6/2012), tr 943-949.
- [4]. Hồ Thị Lan Hương. *Công trình khí sinh học hình ống quy mô trung bình (Plug-flow)*. Trung tâm Năng lượng tái tạo và Cơ chế phát triển sạch - Viện Năng lượng.
- [5]. G. Sridhar et al, 2011. *Biomass derived producer gas as a reciprocating engine fuel-an experimental analysis*. Biomass and Bioenergy 21, pp 61-72.
- [6]. Z. Recebli et al, 2015. *Biogas production from animal manure*. Journal of Engineering Science and Technology Vol. 10, No. 6, pp 722 – 729, School of Engineering, Taylor's University.
- [7]. Huynh Thanh Cong et al, 2015. *Biogas engine, status & trends research*. Science & Technology Development, Vol 18, No.K7- 2015.
- [8]. Bùi Văn Ga và cộng sự, 2007. *Thử nghiệm khí biogas trên động cơ xe gắn máy*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Đà Nẵng, số 1 (18), pp: 1-5.
- [9]. Bùi Văn Ga, Lê Minh Tiến, Nguyễn Văn Đông, Nguyễn Văn Anh, 2008. *Hệ thống cung cấp biogas cho động cơ dual-fuel biogas/diesel*. Tạp chí Khoa học và công nghệ, Đại học Đà Nẵng, số 2(25), pp: 17-22.
- [10]. Nguyễn Đình Hùng, Nguyễn Hữu Hường, Đoàn Thanh Vũ, Vũ Việt Thắng, 2009. *Ứng dụng biogas chạy máy phát điện cỡ nhỏ tại nông thôn Việt Nam*. Tạp chí phát triển KH&CN, Tập 12, số 14, pp: 5-11.
- [11]. Trần Thanh Hải Tùng và cộng sự, 2012. *Nghiên cứu ảnh hưởng của tỉ số nên và thành phần nhiên liệu biogas đến quá trình cháy động cơ*. Hội nghị Cơ học Thủy khí toàn quốc.

#### AUTHORS INFORMATION

**Nguyen Khắc Tung<sup>1</sup>, Nguyen Duc Khanh<sup>1</sup>, Trinh Xuan Phong<sup>2</sup>, Nguyen Trung Kien (B)<sup>2</sup>, Dang Huy Cuong<sup>2</sup>, Bui Van Chinh<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Hanoi University of Science and Technology

<sup>2</sup>Nam Dinh University of Technology Education

<sup>3</sup>Hanoi University of Industry