

Experimental Study of a Mini Water Electrolysis Device to Supply HHO Auxiliary Fuel for Motorcycle Engine

Vu Le Quang^{1*}, Son Huynh Phuoc¹, Khoi Nguyen Van²

¹ Ho Chi Minh City University of Technology and Education, Vietnam

² Vu Khoi Technical Service Trading Company Limited, Vietnam

* Corresponding author. Email: vulq@hcmute.edu.vn

ARTICLE INFO

Received: 30/12/2021
Revised: 18/1/2022
Accepted: 12/3/2022
Published: 28/4/2022

KEYWORDS

Internal combustion engine;
Water electrolysis;
Environmental pollution;
HHO;
Reduce fuel consumption.

ABSTRACT

This paper presents the experimental results of a water electrolysis module which provides mixture of Oxygen and Hydrogen for the intake air motorcycle. It aims to reduce HC-gas into the environment through exhaust gas. The water electrolysis module is a subsystem installed in the motorcycle, using electrical energy from alternator to produce Hydrogen and Oxygen mixture. With the balance of Hydrogen and Oxygen ratio from the electrolysis system and the study does not discuss the A/F ratio, the experiments only focus on optimizing HHO supplement to balance energy between producing energy from burning HC gas and electric energy consumption. The study evaluates the responsiveness of the HHO module for popular motorcycles first and then it helps to optimize operation parameters for different operating modes. This system is controlled by an electronic controller. These results of study are foundation for research to reduce emissions from motorcycle engines, reduce fuel consumption and protect the environment.

Nghiên Cứu Thử Nghiệm Bộ Điện Phân Nước Cỡ Nhỏ Cung Cấp Phụ Nhiên Liệu HHO Cho Xe Gắn Máy

Lê Quang Vũ^{1*}, Huỳnh Phước Sơn¹, Nguyễn Văn Khôi²

¹Trường đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM, Việt Nam

²Cty TNHH dịch vụ Ô tô Vũ Khôi, Việt Nam

* Tác giả liên hệ. Email: vulq@hcmute.edu.vn

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận bài: 30/12/2021
Ngày hoàn thiện: 18/1/2022
Ngày chấp nhận đăng: 12/3/2022
Ngày đăng: 28/4/2022

TỪ KHÓA

Động cơ đốt trong;
Điện phân nước;
Ô nhiễm môi trường;
HHO;
Giảm tiêu hao nhiên liệu.

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu, thử nghiệm bộ điện phân nước cung cấp thêm lượng hỗn hợp Oxy và Hydro vào hỗn hợp khí nạp động cơ xe gắn máy với mục đích giảm lượng phát thải HC ra môi trường qua đường ống xả. Hỗn hợp phụ nhiên liệu HHO bao gồm Hydro và Oxy được tạo ra với một lượng nhỏ từ hệ thống điện phân nước gắn kèm trên xe nhờ nguồn điện phát ra từ máy phát điện. Với sự cân bằng lượng Hydro và Oxy từ hệ thống điện phân, sau quá trình cháy tạo ra hơi nước nên nghiên cứu không đề cập đến tỷ lệ hòa khí mà chỉ tập trung tối ưu hóa lượng HHO cần thiết để cân bằng năng lượng sinh ra từ đốt sạch HC trong hỗn hợp cháy và lượng điện năng mất đi từ quá trình điện phân nước. Bước đầu nghiên cứu tập trung đánh giá mức độ đáp ứng của bộ cung cấp HHO cho dòng xe gắn máy phổ thông. Qua đó làm tiền đề cho hướng phát triển, tối ưu hóa các thông số hoạt động phù hợp với các chế độ hoạt động khác nhau. Kết quả cho thấy lượng HHO cung cấp đủ cho động cơ với tỷ lệ đạt được trên 20%. Hệ thống được mô hình hóa và tính toán, kiểm soát bởi bộ điều khiển điện tử. Kết quả này đặt nền móng cho việc nghiên cứu giảm phát thải từ động cơ xe gắn máy. Từ đó góp phần giảm suất tiêu hao nhiên liệu, bảo vệ môi trường.

Doi: <https://doi.org/10.54644/jte.69.2022.1113>

Copyright © JTE. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium for non-commercial purpose, provided the original work is properly cited.

1. Giới thiệu

Khác với các nước phát triển phương tây hay một số nước Châu Á khác, xã hội Việt Nam ưa thích sử dụng xe cá nhân tham gia giao thông, đặc biệt là xe gắn máy. Với thói quen sinh hoạt hàng ngày như hiện tại, xe máy là một phần không thể thiếu của cuộc sống và ngày càng tăng lên về số lượng. Đặc điểm xe gắn máy là xe sử dụng động cơ xăng cỡ nhỏ nên xe máy gần như không được trang bị các công nghệ mới điều khiển và kiểm soát giảm tiêu hao nhiên liệu cùng với cơ quan chức năng không yêu cầu kiểm tra định kỳ nên xe máy trở thành nguồn phát thải HC gây ô nhiễm môi trường hàng đầu, đặc biệt là trong đô thị. Một phương pháp hiệu quả để giảm lượng khí thải động cơ CO₂, HC, NO_x và các loại khí độc khác là sử dụng nhiên liệu không chứa thành phần cacbon như Hydro và hỗn hợp hydro và oxy hay còn gọi là HHO. Vì thực tế đốt cháy nhiên liệu không cacbon chỉ tạo ra nước sạch [1][2]. Với các đặc tính cháy của hydro [3], khi bổ sung hỗn hợp HHO vào thành phần hòa khí của động cơ sẽ mang lại nhiều hiệu ứng tích cực như : khả năng giảm tiêu hao nhiên liệu; tăng hiệu suất động cơ [4]; giảm nồng độ phát thải HC, CO [5]. Trên thế giới, Hydro được sản xuất từ nhiều nguồn khác nhau như khí thiên nhiên, dầu, than đá và phương pháp điện phân nước [6]. Trong các phương pháp trên, phương pháp điện phân nước cho chi phí thấp nhất và gần như cân bằng khi xét về mức độ ô nhiễm môi trường và nó được xem như một nguồn năng lượng tái tạo. Hiện nay có nhiều nghiên cứu khác nhau được thực hiện về điện phân để sản xuất hydro như phương pháp điện phân kiềm, điện phân sử dụng màng trao đổi proton PEM và điện phân nước nhiệt độ cao, tuy nhiên chủ yếu tập trung vào điện phân kiềm với mô hình HHO-dry cell sử dụng trên các động cơ xe ô tô, xe máy [7]. Mặc dù đó là một giải pháp cải thiện hiệu suất và giảm phát thải động cơ nhưng ngược lại phải trang bị thêm hệ thống nhiên liệu và bình chứa khí hydro [8][9] đủ lớn để cung cấp nhiên liệu. Trong khi tích trữ loại nhiên liệu này gây ra nguy cơ cháy nổ rất cao trong những trường hợp va chạm và rò rỉ khí lấp đặt. Trong khi đó, bản chất quá trình phát thải HC của động cơ xe gắn máy là do quá trình hòa trộn nhiên liệu chưa hoàn hảo. Có những vùng trong buồng đốt được gọi là không gian chết, nơi nhiên liệu và oxy không tiếp xúc được với nhau dẫn tới HC không được đốt cháy và bị cuốn theo khí thải ra ngoài môi trường. Chính vì vậy, giải pháp sử dụng một bình điện phân nhỏ, sử dụng nguồn điện trên xe để điện phân nước cung cấp một lượng khí HHO vừa đủ trực tiếp vào đường ống khí nạp của động cơ nhằm mục đích tận dụng lượng oxy bổ sung hòa trộn vào không gian chết đồng thời tận dụng màng lửa hydro có tốc độ cháy nhanh để khuếch tán Oxy vào khu vực hỗn hợp nghèo Oxy trước khi màng lửa cháy chính lan tới để đốt cháy triệt để nhiên liệu giảm ô nhiễm môi trường.

2. Xác định thông số cơ bản

2.1. Định lượng nhiên liệu

Quá trình cháy của động cơ xăng khi sử dụng hỗn hợp hòa khí có HHO, tỉ lệ hòa khí được tính theo Công thức 1 [10].

$$\lambda = \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_g \cdot AFR_{gst} + \dot{m}_{HHO} \cdot AFR_{HHOst}} \quad (1)$$

Trong đó: \dot{m}_a là khối lượng khí nạp, \dot{m}_g là khối lượng nhiên liệu, \dot{m}_{HHO} là khối lượng hỗn hợp HHO, AFR_{gst} là tỉ lệ khối lượng không khí/nhiên liệu xăng lý tưởng; AFR_{HHOst} là tỉ lệ không khí/nhiên liệu HHO [3][5]. Trong phương trình cháy của HHO trong xy lanh động cơ chỉ sinh ra nước. HHO tự cháy cân bằng mà không ảnh hưởng tới lượng khí nạp [3]. Do đó $AFR_{HHOst} = 0$, dẫn đến tỉ lệ hòa khí của hỗn hợp nhiên liệu kép HHO-xăng là:

$$\lambda = \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_g \cdot AFR_{gst}} \quad (2)$$

Phương trình (2) là tỉ lệ của hệ thống nhiên liệu xăng. Điều đó có nghĩa là khi thêm HHO vào xy lanh, tỉ lệ hòa khí trong hỗn hợp vẫn không thay đổi so với động cơ xăng nguyên thủy và hệ thống điều khiển nhiên liệu không cần điều chỉnh tỉ lệ này [10][11]. Tuy nhiên trong hỗn hợp nhiên liệu có thành phần HHO sẽ có sự thay đổi thông số giới hạn kích nổ vì tính chất cháy của Hydro khác so với nhiên liệu xăng như **Bảng 1** sau:

Bảng 1. Tính chất của các nhiên liệu. [12]

Tính chất	H ₂	Xăng
Giới hạn cháy [%V]	4-75	1,2-6
Năng lượng đánh lửa [mJ]	2	25
Tốc độ cháy [m/s]	1,9	0,37-0,43
Nhiệt độ tự cháy [K]	858	500-750
Nhiệt độ cháy [K]	2933	2282
Nhiệt trị thấp [MJ/kg]	119,96	44,79

Từ đây, để bảo đảm an toàn khi cung cấp lượng HHO vào động cơ cần kiểm soát lưu lượng theo tín hiệu kích nổ từ cảm biến kích nổ gắn trên thân động cơ.

Lưu lượng khí nạp được tính theo phương pháp tốc độ tỷ trọng. Trong phương pháp này, lưu lượng khối lượng khí nạp được xác định dựa trên các biến số áp suất và nhiệt độ của không khí, tốc độ động cơ và hiệu suất nạp [13].

$$\dot{m}_a = \left[\left(\frac{n}{60} \cdot \frac{D}{2} \cdot \eta_v \right) - \dot{m}_{EGR} \right] d_0 \cdot \frac{p}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T} \quad (3)$$

Trong đó: $D[m^3]$ là dung tích xylanh; η_v là hiệu suất nạp; $\dot{m}_a [Kg/s]$ là lưu lượng khối lượng không khí; $n [RPM]$ là tốc độ động cơ; $\dot{m}_{EGR} [m^3/s]$ là lưu lượng khối lượng khí luân hồi; $d_0 [Kg/m^3]$, $p_0 [Atm]$, $T_0 [F]$ lần lượt là mật độ, áp suất, nhiệt độ không khí tại điều kiện chuẩn; $p [Atm]$, $T [F]$, lần lượt là mật độ, áp suất, nhiệt độ không khí tại điều kiện thực tế.

Hiệu suất nạp của động cơ là đại lượng phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố và điều kiện hoạt động và được xác định bởi **Công thức 4** [10].

$$\eta_v = \frac{1}{\varepsilon - 1} \cdot \frac{T_k}{T_k + \Delta T} \cdot \frac{P_a}{P_k} \cdot \left[\varepsilon \cdot \lambda_1 - \lambda_t \cdot \lambda_2 \cdot \left(\frac{P_r}{P_a} \right)^{\frac{1}{m}} \right] \quad (4)$$

Trong đó, ε là tỉ số nén của động cơ, $P_k [Atm]$ là áp suất khí nạp trước xupap nạp, $T_k [F]$ là nhiệt độ khí nạp trước xupap nạp, $P_a [Atm]$ là áp suất cuối quá trình nạp, $\Delta T [F]$ là độ tăng nhiệt độ khí nạp mới, λ_1 là hệ số nạp thêm, λ_2 là hệ số quét buồng cháy, λ_t là hệ số hiệu đính tỷ nhiệt, $P_r [Atm]$ là áp suất khí sót, m là chỉ số giãn nở đa biến trung bình.

Xe gắn máy tham gia giao thông ở Việt Nam có nhiều chủng loại. Tuy nhiên hầu hết sử dụng động cơ xăng 4 kỳ cỡ nhỏ có dung tích từ 50 đến 125 phân khối, tập trung chủ yếu là 110cc. Chính vì thế nhóm nghiên cứu chọn thông số xe Wave Alpha 110cc của hãng Honda để làm thử nghiệm. Thông số cơ bản như **Bảng 2** [14].

Bảng 2. Thông số kỹ thuật cơ bản xe Wave Alpha

Thông số	Tính chất
Loại động cơ	Xăng, 1 xy lanh, 4 kỳ
Dung tích Xy lanh	110[cc]
Tỷ số nén	9:1
Công suất tối đa	6,12[KW] tại 7500 [RPM]
Mô men xoắn cực đại	8,44[Nm] tại 6000[RP]
Mức tiêu thụ nhiên liệu	1.6 [L/100Km]
Kiểu nhiên liệu	Phun xăng điện tử

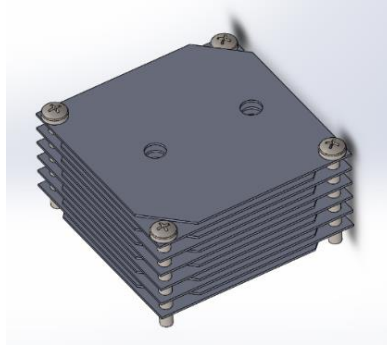
Áp dụng thông số động cơ Wave Alpha vào công thức (3) với đặc điểm động cơ xe gắn máy không có hệ thống luân hồi khí xả ta ước lượng khối lượng không khí tối đa ở 7500 vòng/phút theo thông số hoạt động của động cơ ở điều kiện khí hậu 30°C, bướm ga mở hoàn toàn và xem như tổn thất áp suất trên đường ống nạp không đáng kể. Hiệu suất nạp lý tưởng hóa để được lượng khí nạp lớn nhất có thể như sau:

$$\dot{m}_a = \left[\left(\frac{7500}{60} \cdot \frac{110}{2.1000000} \cdot 1 \right) - 0 \right] \cdot 1,29 \cdot \frac{1}{1} \cdot \frac{32}{86} = 3,33 \cdot 10^{-3} [Kg/s] = 198 [g/phút] \quad (5)$$

Từ lưu lượng khí nạp lớn nhất cần cho động cơ, nhóm nghiên cứu đặt điều kiện tính toán đưa ra thông số một bộ điện phân có thể đáp ứng được lượng HHO lớn nhất cần thiết cung cấp cho động cơ hoạt động theo một tỷ lệ nhất định từ đó sử dụng thí nghiệm tìm thông số tối ưu cho hệ thống.

2.2. Thông số quá trình điện phân nước

Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu sử dụng phương pháp điện phân dung dịch kiềm. Hai điện cực kim loại được nhúng vào chất điện phân lỏng. Bộ điện phân sử dụng thí nghiệm bao gồm 2 phần chính là phần điện cực và phần điều khiển. Điện cực sử dụng làm thí nghiệm được làm từ các tấm thép không gỉ mỏng gắn xen kẽ và kết nối so le lại với nhau. Toàn bộ các cặp điện cực nhúng vào trong dung dịch. Giữa các cặp điện có các lỗ thông hơi và dẫn dung dịch như **Hình 1**.



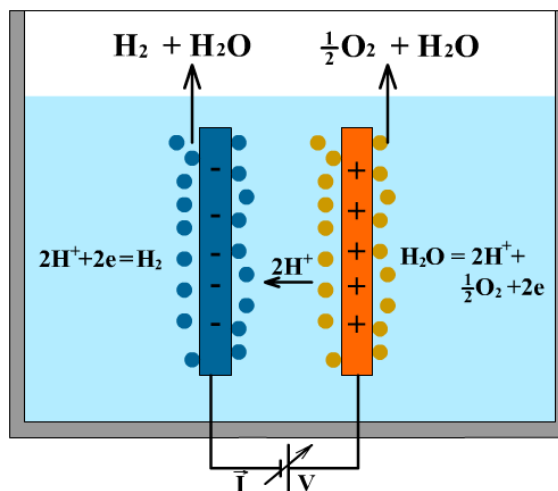
Hình 1. Bản thiết kế các cực điện phân

Điện cực sau khi gia công được gắn vào trong một vỏ ốc quy loại nhỏ phù hợp cho việc lắp đặt cho xe gắn máy như **Hình 2**.



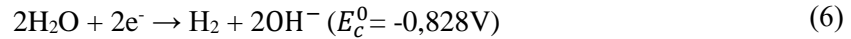
Hình 2. Bộ điện phân sau khi gia công

Dung dịch điện phân là dung dịch kiềm có độ dẫn điện riêng của dung dịch OH⁻ là 54.3x10⁻²/Ohm/cm tại 25⁰C [7][15]. Quá trình điện phân khử nước xảy ra ở 2 điện cực theo mô hình điện phân dung dịch kiềm được mô tả như **Hình 3**.

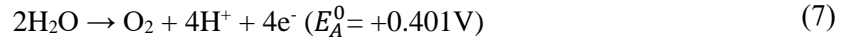


Hình 3. Mô tả quá trình điện phân

Cathode:



Anode:



Dòng điện cung cấp cho qua bình điện phân được tính theo định luật Faraday. Khối lượng HHO thu được tính theo **Công thức 8** [16].

$$m = \left(\frac{Q}{F}\right) \cdot \left(\frac{M}{z}\right) \quad (8)$$

Trong đó: $m[\text{Kg}]$ là khối lượng của chất bị phân ly, $Q[\text{C}]$ là điện lượng chuyển qua chất điện phân, $F=96,485 [\text{C/mol}]$ là hằng số Faraday, M là khối lượng mol của chất tham gia điện phân, z là số đương lượng của các ion của chất điện phân.

Thông lượng điện Q theo thời gian t với dòng điện I_{tb} là :

$$Q = I_{tb} * t \quad (9)$$

Khối lượng HHO thu được theo định luật Faraday với hiệu suất η_f trong một khoảng thời gian t dòng điện I_{tb} là :

$$m_{HHO} = \frac{\eta_f.M.Q}{F.z} \quad (10)$$

Vì bản thân nước không thể điện ly nên phản ứng xảy ra cần phải pha thêm chất xúc tác. Dung dịch nước pha với bột Soda sử dụng để điện phân nhằm tăng nồng độ OH^- chính vì thế trong hỗn hợp dung dịch tồn tại nhiều ion và tồn thất một dòng điện. Dòng điện tồn thất này phụ thuộc vào nồng độ xúc tác, nhiệt độ làm việc và điện áp đặt vào hai bản cực. Từ đó để kiểm soát khối lượng HHO sinh ra, đề tài điều khiển điện áp đặt vào điện cực.

2.3. Thực nghiệm xác định lượng HHO

Để xác định được thông số phụ thuộc giữa khối lượng HHO và điện áp đặt vào hai đầu điện cực, đề tài thiết lập hệ thống thử nghiệm có thể điều chỉnh điện áp bằng phương pháp điều chế xung từ bộ vi điều khiển. Sản phẩm điện phân là hỗn hợp khí Hydro, Oxy và hơi nước được lọc ẩm, hơi nước cho trở lại bình điện phân. Lượng HHO sinh ra đúng bằng lượng nước hao hụt sau quá trình điện phân. Lượng nước hao hụt này được xác định bằng cân điện tử ở điều kiện phòng thí nghiệm. Bộ điện phân khép kín làm thí nghiệm như **Hình 4**.



Hình 4. Bộ thí nghiệm điện phân nước

Kết quả thử nghiệm được tổng hợp ở một số điểm tiêu biểu như **Bảng 3**.

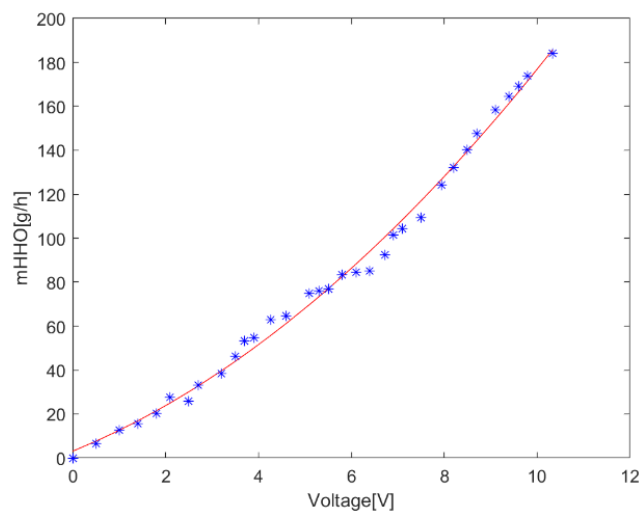
Bảng 3. Kết quả tổng hợp thử nghiệm

TT	Điện áp U[V]	mHHO [g/h]
1	0	0
2	1	12,6
3	2,1	27,6
4	3,2	38,4
5	3,9	54,6
6	5,1	75,3
7	6,1	84,6
8	7,1	104,4
9	8,2	132,7
10	9,1	158,4
11	9,8	174,6
12	10,33	184,2

Từ bảng thực nghiệm, bằng phương pháp hồi quy, ta có phương trình sự phụ thuộc của điện áp tới khối lượng HHO sinh ra trong mô hình điện phân như **Công thức 11**.

$$m_{HHO}=0,876U^2+8,614U+3,089 \quad (11)$$

Hàm phụ thuộc là hàm đa thức bậc 2 trong đó U[V] là điện áp. Sau khi chạy hàm với các điểm thực nghiệm có phương sai trung bình so với bảng giá trị thực nghiệm là $\sigma^2 = 13,92$ cho thấy kết quả tương đối gần với thực tế. Đồ thị hiển thị kết quả giữa giá trị thực nghiệm và hàm phụ thuộc như **Hình 5**. Các điểm đồ thị là kết quả thực nghiệm sau khi xử lý số liệu. Đường liên tục là đồ thị hàm phụ thuộc ở công thức (10). Từ kết quả này, tùy từng chế độ hoạt động của động cơ, sau khi tính toán lượng HHO cần thiết trong hòa khí, bộ điều khiển chỉnh điện áp đặt vào điện cực theo hàm số phụ thuộc.



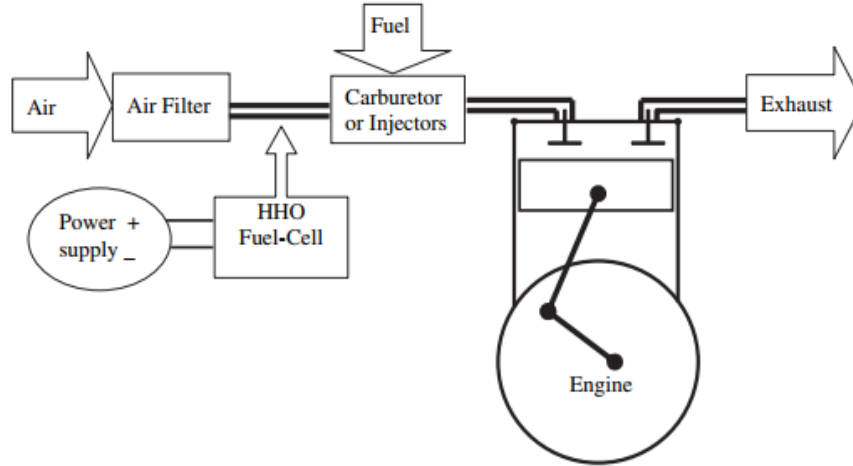
Hình 5. Đồ thị kết quả thực nghiệm bộ điện phân

Qua thông số quá trình điện phân ta thấy bộ cung cấp HHO ở điện áp 12V có lượng HHO sinh ra khoảng 232[g/h] trong khi lượng khí nạp ở công suất lớn nhất với hiệu suất xem như lý tưởng gần 11880[g/h]. Ước lượng ban đầu bộ cung cấp HHO có thể đáp ứng tối thiểu gần 20% lượng khí nạp. Với tỷ lệ này, đề tài tiến hành thử nghiệm lắp đặt trên xe gắn máy để đánh giá khả năng đáp ứng.

2.4. Thử nghiệm cấp HHO cho xe gắn máy

Sau khi tính toán đánh giá khả năng đáp ứng và lựa chọn phương thức điều khiển, kiểm soát lượng HHO sinh ra. Nghiên cứu tiến hành thử nghiệm lắp đặt hệ thống điện phân lên xe gắn máy Wave Alpha có dung tích 110 phân khối. Mục đích chính của thử nghiệm là kiểm tra đánh giá mức độ tương thích

của bộ điện phân với các thông số xe gắn máy. Để từ đó tiến hành thực nghiệm các thông số hoạt động như công suất, moment suất tiêu hao nhiên liệu và đặc biệt là mức độ phát thải so với thông số nguyên thủy của động cơ khi chưa gắn bộ điện phân. Từ đó tối ưu hóa nguồn năng lượng và đánh giá đáp ứng tiêu chuẩn khí thải. Sơ đồ khối bố trí như **Hình 6**.



Hình 6. Bố trí thử nghiệm bộ cung cấp HHO

Với cách bố trí này, hệ thống cung cấp HHO sẽ lấy điện từ máy phát điện trên xe gắn máy, cung cấp HHO sau khi đã lọc âm vào đường ống nạp ở vị trí trước cánh bướng ga. Điều này cho phép HHO sẽ hòa trộn tốt với dòng khí nạp đang xoáy lốc trước khi vào buồng đốt. Toàn cảnh lắp đặt thí nghiệm như **Hình 7**.



Hình 7. Toàn cảnh lắp đặt thử nghiệm trên xe

Ở bước đầu thí nghiệm, nhóm nghiên cứu cho hệ thống chạy ở mức tối đa, dòng điện tiêu thụ là 10A tương đương công suất tiêu thụ 120W. Xe đậu tại chỗ, chỉnh tay ga cho động cơ chạy ở tốc độ 5000 vòng/phút. Thời gian thử nghiệm kéo dài 1 giờ. Thông số nhận định ban đầu cho thấy hệ thống vẫn hoạt động bình thường. Nhiệt độ dung dịch điện phân khoảng 80°C, lượng nước hao hụt khoảng 250g. Nhóm nghiên cứu tiến hành kiểm tra màu sắc Bugi như **Hình 8**.



Hình 8. Màu sắc bugi trước và sau khi thử nghiệm

Theo đó, nhóm nghiên cứu nhận thấy bugi có sự chuyển đổi màu sắc từ màu sẫm đen sang màu đỏ gạch có phần chuyển trắng. Điều này về trực quan nhận định là lượng muội than bám trên bugi đã giảm mặc dù quá trình thử nghiệm không can thiệp vào tỷ lệ hòa khí. Với kết quả này chưa đủ luận chứng khoa học kết luận nhưng bước đầu cho thấy khi bổ sung một lượng HHO vào khí nạp đã giúp quá trình cháy đốt sạch một phần HC dư thừa so với động cơ nguyên thủy. Tuy nhiên mức độ giảm nồng độ khí thải chưa được đánh giá trong thử nghiệm này. Đồng thời thử nghiệm này chỉ mới khẳng định hệ thống cung cấp điện trên xe gắn máy có thể cung cấp năng lượng cho bộ điện phân đáp ứng tối thiểu 20% lượng khí nạp và khả năng lắp đặt và hoạt động của bộ cung cấp HHO mà chưa tối ưu mức độ cung cấp phụ nhiên liệu và cân bằng năng lượng. Đồng thời thử nghiệm này chỉ mới làm tiền đề mà chưa đánh giá được sự ảnh hưởng của lượng HHO cung cấp cho khí nạp tới quá trình hoạt động của động cơ cũng như sự thay đổi các thông số hoạt động như moment, công suất, suất tiêu hao nhiên liệu và mức độ phát thải.

3. Kết luận và hướng phát triển

Nghiên cứu xây dựng thành công hệ thống cung cấp phụ nhiên liệu HHO cho động cơ cỡ nhỏ. Hệ thống được thực nghiệm xây dựng mô hình toán và kiểm soát được lượng HHO thông qua bộ điều khiển. Thông số ban đầu cho thấy bộ cung cấp HHO có thể đáp ứng cung cấp được tối thiểu 20% lượng hòa khí của xe gắn máy có dung tích xy lanh phổ biến 110cc. Bước đầu nghiên cứu thử nghiệm lắp đặt trên xe và cho hoạt động ở chế độ tĩnh tại. Kết quả cho thấy bộ điện phân cung cấp HHO được kiểm soát tốt, thông số hoạt động ổn định và duy trì hỗn hợp hòa khí chứa HHO cung cấp cho động cơ trong thời gian 1 giờ. Bằng trực quan kiểm tra mức độ muội than bám trên bugi so với động cơ nguyên thủy cho thấy hỗn hợp được đốt cháy tốt hơn và lượng muội than bám trên bugi giảm đáng kể. Kết quả nghiên cứu này sẽ làm tiền đề cho hướng nghiên cứu tiếp theo là thử nghiệm hệ thống trên xe ở các chế độ khác nhau, kiểm soát lượng HHO dựa vào tín hiệu kích nổ để bảo đảm an toàn cho động cơ. Từ đó đưa ra thông số hoạt động tối ưu tương quan giữa điện năng tiêu thụ và mức độ giảm phát thải, giảm mức tiêu hao nhiên liệu. Từ kết quả đó, nghiên cứu sẽ triển khai đo kiểm đánh giá thông số khí thải so với tiêu chuẩn của cục đăng kiểm để đề xuất hướng cải thiện, đơn giản hóa hệ thống tới mức có thể lắp đặt diện rộng trên xe gắn máy. Đồng thời sẽ thu thập dữ liệu về moment, công suất, mức tiêu hao nhiên liệu và mức độ phát thải so sánh giữa động cơ nguyên thủy và động cơ có bộ HHO để đánh giá ưu nhược điểm. Qua đó góp phần giảm tiêu hao nhiên liệu hóa thạch, giảm ô nhiễm môi trường, đặc biệt là cải thiện mức độ phát thải từ xe gắn máy ở điều kiện giao thông Việt Nam.

Lời cảm ơn

Nhóm nghiên cứu xin cảm ơn trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật Tp.HCM đã tài trợ kinh phí thực hiện nghiên cứu này thông qua đề tài mã số T2022-97.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Baltacıoğlu MK, Arat HT, Özcanlı M, Aydın K. Experimental comparison of pure hydrogen and HHO (hydroxy) enriched biodiesel(B10) fuel in a commercial diesel engine. *International Journal of Hydrogen Energy* 25 May 2016, 8347-53.
- [2] Arat H, Surer M. *State of art of hydrogen usage as a fuel on aviation*. European Mechanical Science 2018, Volume 2(1), Page 20-30.
- [3] Changwei Ji, Shuofeng Wang. *Effect of hydrogen addition on the idle performance of a spark ignited gasoline engine at stoichiometric condition*. International journal of hydrogen energy 2009, Volume 34, Page 3546–3556.
- [4] IEA. *Technology roadmap: hydrogen and fuel cells*. Paris: International Energy Agency 2013, Page 80.
- [5] Michael Frank Hordeski. *Alternative fuels the future of hydrogen*, 2007, Page 53.
- [6] M. Mofijur, H.H. Masjuki, M.A. Kalam, M.A. Hazrat, A.M. Liaquat, M. Shahabuddin, M. Varman. *Prospects of biodiesel from Jatropha in Malaysia*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2012, volume 16, Page 5007 – 5020.
- [7] Pierre Millet, Sergey Grigoriev. *Water Electrolysis Technology*. University of Paris (XI), France, National Research Center “Kurchatov Institute”, Moscow, Russian Federation, Chapter 2.
- [8] Woźniak G, Longwie R, Górski K. *Ocena możliwości zastosowania gazu Browna do współzasilania silnika o zapłonie samoczynnym*. 2017. AUTOBUSY 6/2017.
- [9] Saravanan N, Nagarajan G. *An experimental investigation of hydrogen-enriched air induction in a diesel engine system*. *International Journal of Hydrogen Energy* 2008, Volume 33 (Issue 6), Page 1769-75.
- [10] Bùi Văn Ga. *Mô hình quá trình cháy của động cơ đốt trong*. Nhà xuất bản Giáo dục 1997.
- [11] Xiaolong Liu, Changwei Ji, Binbin Gao, Shuofeng Wang, Jinxin Yang. *A quasi-dimensional model for hydrogen-enriched gasoline engines with a new laminar flame speed expression*. The 6th International Conference on Applied Energy – ICAE2014, Volume 61, Page 324 – 330.
- [12] IEA. *Technology roadmap: Hydrogen and fuel cells*. Paris: International Energy Agency; 2013.p.80
- [13] Đỗ Văn Dũng. *Điện động cơ và điều khiển động cơ*. NXB Đại học Quốc Gia Tp HCM 2013.
- [14] Honda. *Hướng dẫn sử dụng xe máy Wave Alpha 2020*.

[15] Goodridge F, Scott Kenneth. *Electrochemical process engineering: a guide to the design of electrolytic plant*. Springer Science & Business Media; 2013.

[16] Hordeski M. F., *Alternative fuels the future of hydrogen*, The Fairmont Press, Inc 2007, Page 253.



Vu Le Quang: 2007, Engineer Degree, major Vehicle Engineering in HCMC University of Technology and Education, Vietnam. 2014, Master Degree, major Vehicle Engineering in HCMC University of Technology and Education, Vietnam. From 2007 to present, Lecturer in Department of Automotive Electronic, Faculty of Vehicle and Energy Engineering, HCMC University of Technology and Education, Vietnam.

Fields of Expertise and Research Interests : Automotive Electronic and Electrical systems; Application control systems on automotive.



Son Huynh Phuoc: 1992, Engineer Degree, major Automotive Engineering, HCMC University of Technology and Education Vietnam. 2004, Master Degree, major Automotive Engineering, HCMC University of Technology and Education Vietnam. 2018, Ph.D Degree, major Transportation Mechanical Engineering, Da Nang University Vietnam. From 1992 to 1995, worked at Peugeot Service Center. From 1996 to 2002: Manager, Thanh Phat Automobile Company. From 2002 to present: Lecturer, Faculty of Vehicle and Energy Engineering, HCMC University of Technology and Education Vietnam.

Fields of Expertise and Research Interests : Automotive Powertrain system; Automotive motion control systems; Application control systems on a modern automobile; Application dual fuel CNG-diesel on internal combustion engine.



Khoi Nguyen Van: 2005, Engineer Degree, Major Automotive Engineering, HCM University of Technology and Education Vietnam. From 2005 to 2008, worked at Cong Thanh Trading and Transportation Services Co. , LTD. From 2009 to 2017, worked at Chevrolet Service Center. From 2017 to present: Manager, Vu Khoi Technical Service Trading Company Limited.

Fields of Expertise and Research Interests: Automotive Powertrain System; Automotive Electronic and Electrical System, Application Control Systems on Automotive.