

THIẾT KẾ, CHẾ TẠO VÀ ĐÁNH GIÁ HỆ THỐNG PHUN NHIÊN LIỆU LPG CHO XE GẮN MÁY

Hồ Trọng Du^{1*}, Trương Văn Mến², Lê Thanh Quang³, Phạm Quang Du⁴

DESIGN, FABRICATION AND EVALUATION OF LPG-FUEL INJECTION SYSTEM FOR MOTORBIKES

Ho Trong Du^{1*}, Truong Van Men², Le Thanh Quang³, Pham Quang Du⁴

Tóm tắt – Nhiên liệu khí hóa lỏng LPG (liquified petroleum gas) hiện là nguồn năng lượng đang được ứng dụng rộng rãi trên nhiều lĩnh vực ở Việt Nam, đóng góp quan trọng trong việc phát triển kinh tế đất nước. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ứng dụng nhiên liệu LPG thực tế trên xe gắn máy. Hệ thống nhiên liệu lỏng truyền thống (xăng) trên xe gắn máy được thay thế bằng hệ thống phun nhiên liệu LPG điều khiển điện tử. Nhiên liệu LPG được thiết kế phun trên đường ống nạp. Lưu lượng phun và thời điểm phun được tính toán và điều khiển bằng bộ xử lý trung tâm thông qua việc tính toán và phân tích các thông số đầu vào bao gồm áp suất và nhiệt độ khí nạp, vị trí bướm ga, tốc độ động cơ và vị trí trục cam. Kết quả thực nghiệm trên đường nội ô thành phố cho thấy xe hoạt động ổn định trên địa hình bằng phẳng và đường dốc. Thêm vào đó, chi phí tiêu hao nhiên liệu ít hơn so với trường hợp sử dụng nhiên liệu xăng.

Từ khóa: hệ thống phun nhiên liệu LPG, nhiên liệu LPG, xe gắn máy dùng nhiên liệu sạch, xe gắn máy sử dụng LPG.

Abstract – Liquefied Petroleum Gas (LPG) fuel is currently an energy source being widely applied in many fields in Vietnam, making a significant contribution to the development of the national economy. This paper presents research results of applying LPG fuel used in motorbikes. The traditional liquid fuel system (gasoline) on a motorbike was replaced by an electronically controlled LPG fuel injection system. LPG fuel is designed to inject into the intake manifold. The injection quantity and injection timing are calculated and controlled by the electronic control unit through the calculation and analysis of the input of key parameters such as intake air pressure and temperature, throttle position, engine speed, and camshaft position. The testing results on real roads in an urban area show that the motorbike operates stably on flat and uphill roads. In addition, the cost of LPG fuel consumption is less than that of the gasoline fuel consumption.

Keywords: LPG fuel, LPG fueled motorbikes, LPG injection system, motorbikes using clean fuel.

^{1,3,4}Khoa Công nghệ Động lực, Trường Đại học Công nghiệp TP. Hồ Chí Minh

²Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Trà Vinh
Ngày nhận bài: 09/11/2021; Ngày nhận kết quả bình duyệt: 12/4/2022; Ngày chấp nhận đăng: 20/4/2022

*Tác giả liên hệ: hotrongdu@iuh.edu.vn

^{1,3,4}Faculty of Automotive Engineering Technology, Industrial University of Ho Chi Minh City

²School of Engineering & Technology, Tra Vinh University

Received date: 09th November 2021; Revised date: 12th April 2022; Accepted date: 20th April 2022

*Corresponding author: hotrongdu@iuh.edu.vn

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là một trong số các quốc gia trên thế giới sử dụng xe mô tô, xe gắn máy lớn, chiếm khoảng 90% tổng số xe cơ giới. Đây là loại phương tiện đi lại được nhiều người dân lựa chọn bởi dễ sử dụng, khả năng cơ động cao và giá thành hợp lý [1]. Năm 2020, tổng lượng xe gắn máy cả nước là hơn 65 triệu chiếc [2]. Bên cạnh một số tiện ích, việc sử dụng xe gắn máy là một trong những nguyên nhân chính gây ô nhiễm

môi trường ở các thành phố lớn. Do đó, việc tìm kiếm và ứng dụng những nguồn nhiên liệu mới hoặc công nghệ hiện đại cho xe gắn máy nhằm giảm sự ô nhiễm môi trường đang là các vấn đề rất được quan tâm bởi các cơ quan quản lý nhà nước và những người làm nghiên cứu trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Trong đó, khí hóa lỏng LPG (Liquefied Petroleum Gas) đã được nghiên cứu ứng dụng cho động cơ đốt trong và kết quả cho thấy, việc đốt nhiên liệu LPG sẽ giảm được lượng khí xả độc hại từ động cơ và đồng thời cũng giảm được giá thành tiêu hao nhiên liệu. Tuy nhiên, các nghiên cứu xa hơn nhằm hiện thực hóa việc sử dụng nhiên liệu LPG trên các động cơ đốt trong vẫn còn rất hạn chế. Nhóm nghiên cứu đã nhận thấy rằng nếu các dòng xe gắn máy đang sử dụng bộ chế hòa khí được thay thế bằng nhiên liệu LPG thì sẽ góp phần làm giảm đáng kể sự ô nhiễm môi trường. Chính vì vậy, nhóm nghiên cứu đã tiến hành thiết kế và đánh giá thực nghiệm hệ thống phun nhiên liệu LPG ứng dụng trên xe gắn máy.

II. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

Khí hóa lỏng LPG là khí dầu mỏ hóa lỏng, thành phần chính propane có công thức hóa học là C_3H_8 và butane có công thức hóa học là C_4H_{10} , cả hai được tồn trữ riêng biệt hoặc chung với nhau như một hỗn hợp [3]. LPG được hóa lỏng bằng cách tăng áp suất vừa phải và ở nhiệt độ bình thường. Trong thành phần của LPG, thông thường pha trộn Propan: Butan là 30 : 70, 40 : 60, 50 : 50 [4]. Hiện nay, việc ứng dụng khí hóa lỏng LPG cho động cơ xe gắn máy là một trong những hướng mới tại Việt Nam nhằm giảm ô nhiễm khí thải và giải quyết vấn đề năng lượng thay thế cho nhiên liệu truyền thống là xăng và dầu diesel. Một số nghiên cứu công bố cho thấy các thành phần trong khí thải bao gồm CO, CO_2 , HC, NO_x từ động cơ sử dụng nhiên liệu LPG giảm so với việc sử dụng nhiên liệu xăng [5–9]. Trung tâm Nghiên cứu Bảo vệ Môi trường, Đại học Đà Nẵng đã nghiên cứu chuyển đổi xe gắn máy sử dụng bộ chế hòa khí thường thành xe sử dụng khí hóa lỏng LPG thông qua việc dùng bộ trộn [10]. Tuy nhiên, việc đáp ứng chậm trong điều khiển cũng như giới hạn của bộ trộn kiểu cơ khí làm cho động cơ hoạt động

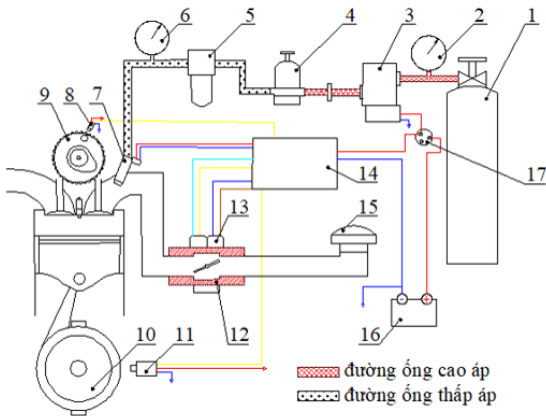
không tối ưu. Ngoài ra, Tongchit Suthisripok et al. [11] đã chuyển đổi xe Honda Air Blade i110 phun xăng sang phun khí LPG điều khiển điện tử. Xe có thể hoạt động ở hai chế độ xăng hoặc khí LPG. Kết quả thực nghiệm cho thấy rằng, nồng độ khí CO thấp hơn 44,4% và HC thấp hơn 26,5% so với khi dùng nhiên liệu xăng. Mức độ tiêu thụ nhiên liệu là 40,1 km/lít khi xe vận hành ở điều kiện đường thành phố và tốc độ trung bình 60 km/h.

Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu tập trung vào việc thiết kế và chế tạo hệ thống phun nhiên liệu LPG điều khiển điện tử để thay thế hệ thống nhiên liệu xăng dùng bộ chế hòa khí trên xe gắn máy. Các chi tiết chính trong hệ thống sẽ được tính toán và lựa chọn các sản phẩm được bán trên thị trường. Hệ thống được lắp trên xe gắn máy Wave S 110, được đánh giá với điều kiện làm việc thực tế. Kết quả đánh giá thực nghiệm bước đầu đã cho thấy, hệ thống phun nhiên liệu LPG làm việc ổn định và có thể phát triển để ứng dụng vào thực tế.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

A. Tính toán, thiết kế hệ thống phun nhiên liệu LPG cho xe gắn máy

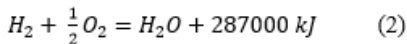
Sơ đồ nguyên lý của hệ thống phun nhiên liệu LPG cho xe gắn máy được mô tả qua Hình 1. Khi làm việc, khí LPG được nén trong bình nhiên liệu (1) với áp suất ban đầu khoảng 6 – 7 (kg/cm^2) và được thể hiện bằng đồng hồ áp suất (2). Trước khi vận hành, tài xế sẽ mở van tay của bình nhiên liệu để nhiên liệu di chuyển đến chờ sẵn tại van điện tử (3). Khi bật công tắc máy (17) sang vị trí ON, nguồn điện 12 V từ bình ắc quy (16) được cung cấp để mở van điện tử và cho phép nhiên liệu đi qua và đến van điều áp (4). Tại đây, áp suất nhiên liệu được giảm xuống khoảng 0,7 kg/cm^2 (10 psi), tương đương với áp suất làm việc của kim phun. Bình lọc (5) có nhiệm vụ loại bỏ các tạp chất trong nhiên liệu trước khi đưa đến kim phun (7). Trong quá trình làm việc, bộ điều khiển trung tâm ECU (14) sẽ nhận tín hiệu từ cảm biến vị trí trục cam (8), cảm biến tốc độ động cơ (11), cảm biến vị trí bướm ga, áp suất và nhiệt độ khí nạp (13) để xử lý và tính toán được thời điểm phun phù hợp với từng chế độ hoạt động của động cơ.



Hình 1: Sơ đồ thiết kế hệ thống phun nhiên liệu LPG

Ghi chú: 1: bình LPG; 2, 6: đồng hồ áp suất; 3: van điện từ; 4: van điều áp; 5: bình lọc; 7: kim phun; 8: cảm biến vị trí trục cam; 9: bánh răng trục cam; 10: bánh đà; 11: cảm biến tốc độ động cơ; 12: ống khuếch tán; 13: bộ ba cảm biến gồm vị trí cánh bướm ga, áp suất và nhiệt độ đường ống nạp; 14: bộ điều khiển (ECU); 15: lọc khí; 16: ốc quy; 17: công tắc máy.

Phương trình hóa học khi đốt cháy 1 kg nhiên liệu hydrocarbon là:



Theo định luật bảo toàn khối lượng, ta có:

$$12(\text{kg}) C + 32(\text{kg}) O_2 = 44(\text{kg}) CO_2 \quad (3)$$

$$2(\text{kg}) H_2 + 16(\text{kg}) O_2 = 18(\text{kg}) H_2O \quad (4)$$

Như vậy, tỉ lệ khối lượng theo C và H như sau:

$$c(\text{kg}) C + \frac{8}{3}c(\text{kg}) O_2 = \frac{11}{3}c(\text{kg}) CO_2 \quad (5)$$

$$h(\text{kg}) H_2 + 8h(\text{kg}) O_2 = 9h(\text{kg}) H_2O \quad (6)$$

Gọi O_{lt} (kg/kg nhiên liệu) là lượng oxy lí thuyết tính toán cần đốt cháy 1 kg nhiên liệu hydrocarbon thì ta có:

$$O_{lt} = \frac{8}{3}c + 8h - O_{ni} \text{ (kg/kg nhiên liệu)} \quad (7)$$

Trong đó, O_{lt} là thành phần Oxy trong nhiên liệu. Lượng O_2 để đốt cháy nhiên liệu trong buồng đốt động cơ được lấy từ O_2 trong không khí. Thành phần trong không khí có hai thành phần chính là O_2 và N_2 . Theo thành phần khối lượng không khí khô, O_2 chiếm 0,232 (23,2%)

trong không khí và N_2 chiếm khoảng 76,8%. Như vậy, khối lượng không khí cần thiết để đốt 1 kg nhiên liệu là:

$$L_o = \frac{O_{lt}}{0,232} = \frac{1}{0,232} \left(\frac{8}{3}c + 8h - O_{ni} \right) \text{ (kg/kg nhiên liệu)} \quad (8)$$

Nhiên liệu LPG có hai thành phần chính là propan (C_3H_8) và butan (C_4H_{10}). Trong đó, propan chiếm 50% và butan chiếm 50%. Vì vậy, thành phần khối lượng của C và H tương ứng là 0,823 và 0,177. Do không có thành phần Oxy trong thành phần nên $O_{lt} = 0$. Theo công thức (8), ta có:

$$L_o = \frac{1}{0,232} \left(\frac{8}{3} \times 0,823 + 8 \times 0,177 - 0 \right) = 15,56 \text{ (kg/kg nhiên liệu)} \quad (9)$$

$$\text{Hay } (A/F)_{LPG} = 15,56 \quad (10)$$

Gọi m_{kk} là lượng không khí nạp vào để đốt cháy nhiên liệu LPG và m_{LPG} là lượng nhiên liệu LPG cần thiết cung cấp cho động cơ. Khi đó, để phản ứng cháy nhiên liệu xảy ra theo như lí thuyết thì:

$$m_{LPG} = \frac{m_{kk}}{15,56} \text{ (kg nhiên liệu)} \quad (11)$$

Việc xác định được khối lượng không khí vào xi lanh là yếu tố quan trọng trong việc điều khiển thời gian nhấc của kim phun nhiên liệu. Để đảm bảo được lượng hòa khí giữa không khí và nhiên liệu theo ý muốn, lượng LPG được phun phải tương ứng với lượng không khí nạp vào xi lanh.

Vì vậy, để xác định khối lượng không khí, ta sử dụng phương pháp đo áp suất trên đường ống nạp (MAP). Vì, các xe máy phổ thông trên thị trường đang sử dụng phương pháp này và do đã có tài liệu thực nghiệm.

Mặt khác, khối lượng riêng của không khí ở nhiệt độ T và áp suất P so với điều kiện tiêu chuẩn là:

$$\rho_{kk} = \rho_0 \frac{pT_0}{p_0T} \quad (12)$$

Trong đó:

$\rho_0 = 1290 \text{ g/m}^3$: khối lượng riêng của không khí ở điều kiện tiêu chuẩn.

$P_0 = 101,325 \text{ kPa}$: áp suất ở điều kiện tiêu chuẩn.

$T_0 = 273^\circ\text{K}$: nhiệt độ tiêu chuẩn.

p: áp suất tại thời điểm xét (kPa).

T: nhiệt độ khối không khí tại thời điểm xét (K).

Mối quan hệ giữa lưu lượng không khí tính bằng thể tích Q_v và lưu lượng không khí tính bằng khối lượng Q_m :

$$Q_m = \rho_{kk} \times Q_v \quad (13)$$

Ngoài ra, lưu lượng không khí nạp vào buồng đốt được xác định bằng công thức sau:

$$Q_v = \frac{n D}{60 \cdot 2} \eta_v \left(\frac{m^3}{s}\right) \quad (14)$$

Trong đó:

n : tốc độ vòng quay của động cơ (vòng/phút)

D : dung tích xi lanh (m^3).

η_v : hiệu suất nạp (0,7 – 0,9). Chọn $\eta_v = 0,8$.

Từ công thức (5), (6) và (7), ta có:

$$Q_m = \rho_0 \frac{pT_0}{p_0T} \frac{n D}{60 \cdot 2} \eta_v \quad (15)$$

Dựa vào công thức trên, ta thấy ngoài cảm biến MAP để đo áp suất trên đường ống nạp thì còn phải sử dụng hai cảm biến khác là cảm biến nhiệt độ khí nạp để có thông số T và cảm biến tốc độ vòng quay của động cơ để có thông số n .

Khối lượng nhiên liệu LPG cần phun là:

$$m_{LPG} = \frac{m_{kk}}{(A/F)_{LPG}} = \frac{Q_m}{15,56} \quad (16)$$

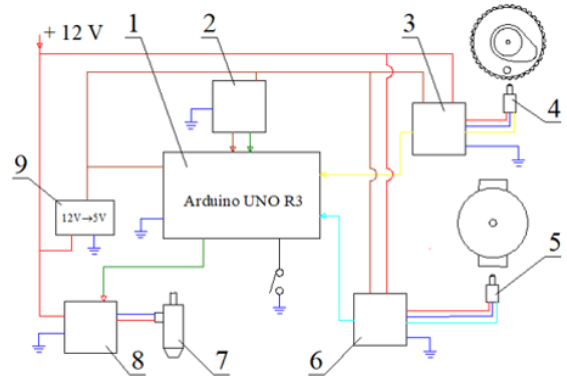
Thời gian phun nhiên liệu được xác định bằng:

$$t_{inj} = \frac{m_{LPG}}{Q_{inj}} = \frac{1}{1867,2} \frac{\rho_0 p T_0 n D}{p_0 T Q_{inj}} \eta_v \text{ (s)} \quad (17)$$

Trong nghiên cứu này, vì áp suất phun được giữ không đổi nên lưu lượng qua kim phun Q_{inj} là một hằng số. Thông qua thực nghiệm, lưu lượng nhiên liệu LPG qua kim phun ở áp suất phun $p_{inj} = 0,7 \text{ kg/cm}^2$ là $Q_{inj} = 20,15 \text{ (g/s)}$.

Sơ đồ hệ thống điều khiển kim phun được mô tả trên Hình 2. Khi bật công tắc máy sang vị trí ON, nguồn 12 V cấp đến hệ thống, nguồn 12 V này đi qua mạch giảm áp (9) cho ra điện áp 5 V để cấp nguồn cho mạch arduino (1), bộ ba cảm biến áp suất, nhiệt độ khí nạp và vị trí cánh bướm ga (2) và các mạch xử lý tín hiệu (3), (6) từ cảm biến vị trí trực cam G (4) (model: CHE12-4NA-A710) và tốc độ động cơ Ne (5) (model: LJ12A3-4-Z/BX). Nguồn 12 V đến mạch xử lý tín hiệu G và Ne để cấp nguồn cho cảm biến G (4), Ne (5) và kim phun (7). Khi bật công tắc sang vị trí khởi động, máy khởi động quay làm quay trực khuỷu và trực cam quay. Khi đó, cảm

biến G, Ne và bộ ba cảm biến hoạt động và gửi tín hiệu về mạch xử lý arduino. Mạch arduino xử lý tín hiệu dựa chương trình đã lập trình và đưa tín hiệu điều khiển để điều khiển kim phun (5) (model: 0280150842).

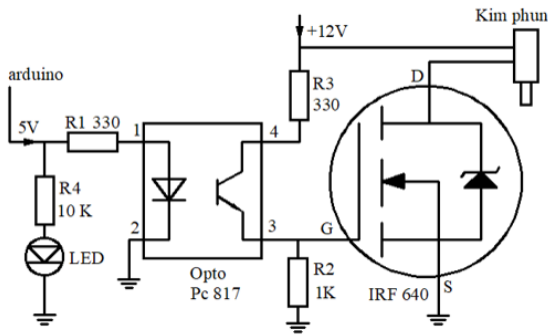


Hình 2: Sơ đồ hệ thống điều khiển kim phun

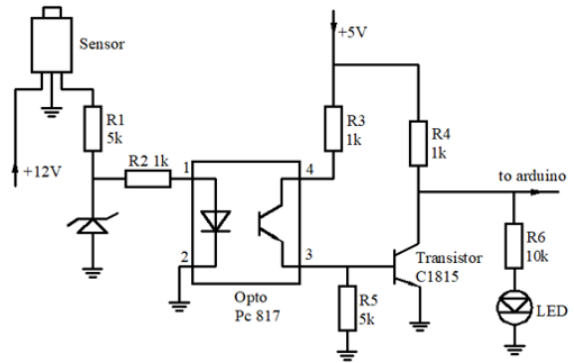
Ghi chú: 1: mạch vi xử lý Arduino; 2: bộ ba cảm biến; 3: mạch xử lý tín hiệu cảm biến vị trí trực cam; 4: cảm biến vị trí trực cam; 5: cảm biến tốc độ động cơ; 6: mạch xử lý tín hiệu cảm biến tốc độ động cơ; 7: kim phun; 8: mạch điều khiển kim phun; 9: bộ giảm áp từ 12 V xuống 5 V.

Sơ đồ mạch điện điều khiển đóng/mở kim phun được trình bày trên Hình 3. Khi có tín hiệu điều khiển từ mạch arduino 5 V, dòng đi qua R1 đến chân 1 và chân 2 của Opto (Pc 817) và về mass (Hình 4). Khi đó, Opto hoạt động cho nguồn 12 V qua R3 đến chân 4 và qua chân 3 của Opto và tiếp đến chân G của Mosfet (IRF 640). Lúc này, mosfet cho phép dẫn từ chân D sang chân S và về mass. Khi đó, kim phun được nối mass nên hoạt động. Ngược lại, khi tín hiệu từ mạch điều khiển arduino là 0 V, không có điện áp đi đến R1 và chân 1 của Opto. Khi đó, Opto không hoạt động nên không cho dòng từ chân 4 của Opto sang chân 3 của Opto lúc này chân G được nối với mass thông qua điện trở R2 nên mosfet không dẫn. Lúc này, kim phun không hoạt động.

Sơ đồ mạch điện xử lý tín hiệu cảm biến tốc độ động cơ (Ne) hoặc trực cam (G) được trình bày trên Hình 4. Cảm biến Ne là loại cảm biến tiệm cận loại NPN có đầu dò được lắp trên vỏ



Hình 3: Sơ đồ mạch điện điều khiển đóng/mở kim phun

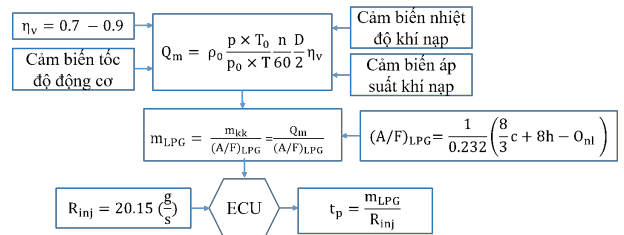


Hình 4: Sơ đồ mạch điện xử lí tín hiệu cảm biến tốc độ động cơ (Ne) và trục cam (G)

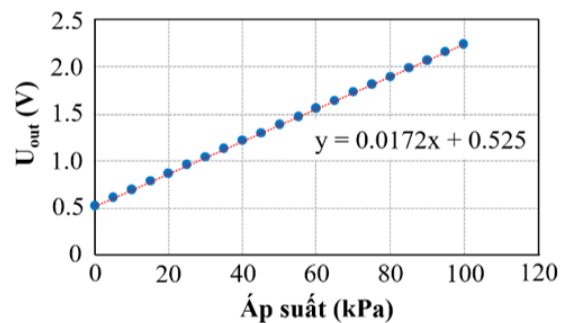
lăng (Hình 5), trên vô lăng có hai mẫu kim loại cách nhau 180° . Khi mẫu kim loại ở ngay vị trí đầu dò cảm biến, chân output của cảm biến 0 V nên không có nguồn điện qua R1, R2, chân 1 của Opto nên lúc này Opto không hoạt động. Khi đó, nguồn 5 V qua R4 và đến mạch arduino. Ngược lại, khi mẫu kim loại đi qua khỏi vị trí đầu dò thì chân output cảm biến xuất ra nguồn 12 V. Nguồn này qua R1 và diode zennor về mát. Diode zennor loại 5 V nên có điện áp 5 V qua R2 và chân 1 của Opto đến chân 2 của Opto và về mát. Lúc này, Opto hoạt động cho nguồn 5 V qua R3, chân 4 của Opto chân 3 của Opto và đến chân B của Transistor về mát. Transistor dẫn nên cho nguồn 5 V qua R4 đến chân C và E về mát. Tín hiệu đầu ra vào của arduino là 0 V. Bên cạnh đó, cảm biến G là cảm biến tiệm cận PNP lắp trên nắp đĩa cam và trên đĩa cam khoan một lỗ tròn. Khi lỗ tròn này ở ngay vị trí của đầu dò cảm biến thì chân output của cảm biến xuất ra 0 V và khi lỗ tròn ở vị trí khác thì chân output của cảm biến xuất ra 12 V. Khi đó, nguyên lí làm việc tương tự như trong trường hợp cảm biến tốc độ động cơ Ne.

Thuật toán xác định lượng nhiên liệu cần cung cấp thông qua việc xác định thời gian mở kim phun được trình bày ở Hình 5. Đối với cảm biến áp suất và nhiệt độ của khí nạp, tín hiệu điện áp ra của cảm biến và giá trị áp suất và nhiệt độ tương ứng được chuyển đổi dựa vào đường đặc tính thực nghiệm được xây dựng bởi nhóm nghiên cứu như Hình 6 và Hình 7. Thời điểm phun nhiên liệu LPG được lập trình là vị trí pittông ở điểm

chết trên và bắt đầu đi xuống trong thời kì hút.



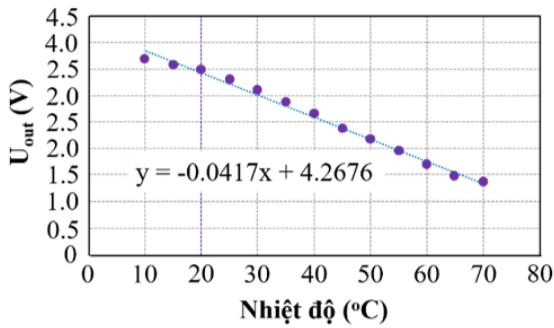
Hình 5: Sơ đồ tính toán thời gian nhắc kim phun



Hình 6: Đường đặc tính thực nghiệm của cảm biến áp suất đường ống nạp (MAP)

B. Kết quả chế tạo và đánh giá thực nghiệm

Trong nghiên cứu này, xe Wave S 110 được sử dụng để chuyển đổi hệ thống nhiên liệu từ bộ chế hòa khí sang hệ thống phun nhiên liệu LPG.



Hình 7: Đường đặc tính thực nghiệm của cảm biến nhiệt độ đường ống nạp (IAT)

Các thông số cơ bản của động cơ trên xe Wave S 110 được trình bày ở Bảng 1. Hình ảnh thực tế các chi tiết chính trong hệ thống phun nhiên liệu LPG sau khi chế tạo và bố trí ở các vị trí trên xe gắn máy Wave S 110 được trình bày ở Hình 8. Hình ảnh thực của xe Wave S 110 sau khi lắp hệ thống phun nhiên liệu LPG thay thế hệ thống nhiên liệu xăng dùng bộ chế hòa khí. Bình nhiên liệu khí hóa lỏng LPG có khả năng chứa khoảng 13 lít nhiên liệu với khối lượng nhiên liệu khoảng 6 kg được đặt ở phía trước người lái. Bình nhiên liệu được bảo vệ bởi một lớp vỏ được làm chủ yếu bằng nhựa có độ bền cao. Ngoài ra, các chi tiết khác trong hệ thống được bố trí ở các vị trí khác nhau như Hình 8 và không làm thay đổi hình dáng hay kích thước bên ngoài của xe. Ngoài ra, chúng ta cũng có thể bố trí bình nhiên liệu ở phía sau cùng giống như một số xe có lắp thêm thùng đựng đồ ở đuôi xe.

Để đánh giá thực nghiệm về khả năng vận hành của hệ thống phun nhiên liệu LPG, nhóm nghiên cứu đã tiến hành cho xe chạy thực nghiệm trên đường ở hai trường hợp như được trình bày ở Bảng 2. Trường hợp 1, xe được chạy thực nghiệm trên đường ngoại ô Thành phố Hồ Chí Minh tương đối bằng phẳng với quãng đường thử nghiệm là 25 km và có tải là chở thêm 1 người ngồi phía sau với khối lượng 50,3 kg. Vận tốc tối đa của xe là 50 km/h và giảm xuống tới mức an toàn khi cần thiết. Kết quả chạy thực nghiệm trong trường hợp này cho thấy xe hoạt động ổn định, không bị tắt máy đột ngột khi chạy ở các chế độ khác nhau. Vận tốc trung bình của xe đạt được là khoảng 45 km/giờ. Tuy nhiên, khả năng



Hình 8: Hình ảnh các chi tiết của hệ thống phun nhiên liệu LPG sau khi chế tạo



Hình 9: Hình ảnh xe Wave S 110 với hệ thống phun nhiên liệu LPG

Thông số kỹ thuật của động cơ Wave S110

Loại động cơ	Xăng, 4 kì, 1 xi lanh
Hệ thống làm mát	Không khí
Dung tích xi lanh	109,1 cm ³
Đường kính × hành trình pittông	50 mm × 55,6 mm
Tỉ số nén	9,0:1
Công suất tối đa	6,05 kW@7500 vòng/phút
Mô-men xoắn cực đại	8,44 Nm @ 6000 vòng/phút

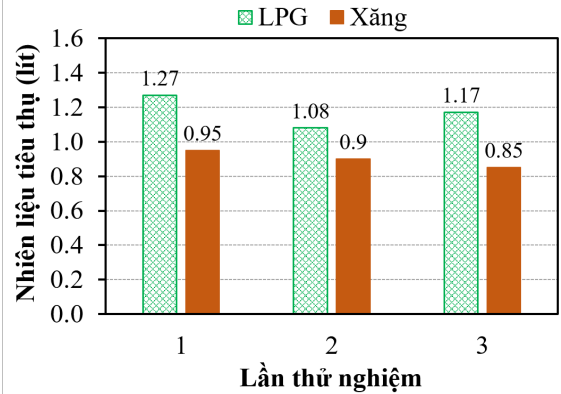
đáp ứng sự tăng tốc trong thời gian ngắn thì chưa đạt được như trường hợp dùng bộ chế hòa khí. Kết quả so sánh về mức tiêu hao nhiên liệu khi sử dụng nhiên liệu xăng với bộ chế hòa khí và hệ thống phun nhiên liệu LPG ở các lần thử nghiệm khác nhau được thể hiện ở Hình 10. Dựa trên giá nhiên liệu LPG và xăng tại thời điểm thử nghiệm, chi phí trung bình cho xe dùng nhiên liệu xăng cao hơn chi phí dùng nhiên liệu LPG là 57,56 đồng/km. Như vậy, khi xe chạy bằng nhiên liệu LPG sẽ vừa giảm được khí thải độc hại như các nghiên cứu đã công bố, vừa giảm được chi phí nhiên liệu. Đối với trường hợp chạy thực nghiệm 2, xe được chạy lên dốc ở một nhà giữ xe máy nhiều tầng với đường dốc là 19,6% và với tải trọng giống như trường hợp 1. Xe chạy ở số 1 và cánh bướm ga được mở hoàn toàn. Xe được xuất phát cách vị trí bắt đầu lên dốc là 3 m. Kết quả cũng cho thấy xe chạy ổn định và có thể đạt được vận tốc tối đa là khoảng 20 km/h.

Thông số bố trí thực nghiệm

Thông số	Trường hợp 1	Trường hợp 2
Nơi chạy	Ngoại ô TPHCM	Nhà giữ xe nhiều tầng
Quãng đường	25 km	40 m
Vận tốc tối đa	50 km/giờ	20 km/giờ
Số truyền hộp số	4	1
Tải trọng	2 người (~110 kg)	2 người (~110 kg)

IV. KẾT LUẬN

Hệ thống phun nhiên liệu LPG điều khiển điện tử đã được thiết kế và chế tạo thành công để thay



Hình 10: Đồ thị so sánh mức tiêu hao nhiên liệu thực nghiệm khi xe sử dụng nhiên liệu xăng và LPG.

thế hệ thống nhiên liệu xăng dùng bộ chế hòa khí trên xe gắn máy Wave S 110. Kết cấu của xe sau khi lắp hệ thống phun nhiên liệu không có sự thay đổi đáng kể. Kết quả đánh giá thực nghiệm bước đầu cho thấy xe hoạt động ổn định và đáp ứng tương đối tốt các chế độ làm việc thực tế của xe. Chi phí nhiên liệu trung bình cho xe dùng nhiên liệu xăng cao hơn chi phí dùng nhiên liệu LPG là 57,56 đồng/km. Hướng nghiên cứu tiếp theo của nhóm là hoàn thiện chương trình điều khiển hệ thống phun nhiên liệu nhằm tối ưu hóa lượng nhiên liệu phun và thời điểm phun khác nhau ở các chế độ làm việc của động cơ.

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả chân thành cảm ơn Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh và Trường Đại học Trà Vinh đã hỗ trợ thời gian và thiết bị thí nghiệm cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Duc Nguyen Huu, Van Nguyen Ngoc. Analysis study of current transportation status in Vietnam’s urban traffic and the transition to electric two-wheelers mobility. *Sustainability*. 2021;13: 5577.
- [2] An Minh Ngoc, Hiroaki Nishiuchi, Nguyen Van Truong, Le Thu Huyen. A comparative study on travel mode share, emission, and safety in five Vietnamese Cities. *International Journal of Intelligent Transportation Systems Research*. 2022;20: 157–169.
- [3] Nilaj Deshmukh, Nitesh P. Yelve. Investigation on feasibility of LPG as a fuel for motorcycle. *National Conference on AAQMENT*.2006; 406–414.

- [4] Laurencas Rasklavičius, Artūras Keršys, Saulius Mockus, Neringa Keršienė, Martynas Starevičius. Liquefied petroleum gas (LPG) as a medium-term option in the transition to sustainable fuels and transport. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2014;32: 513–525.
- [5] T. Tasic, P. Pogorevc, T. Brajliah. Gasoline and lpg exhaust emissions comparison. *Advances in Production Engineering & Management*. 2011;6:87–94.
- [6] P. Bielaczyc, A. Szczotka, J. Woodburn. *A comparison of exhaust emissions from vehicles fuelled with petrol, LPG and CNG*. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2016; 148:012060.
- [7] Maxwell S. Akple, Robert K. Biscoff, Richard F. Turkson, Seth T. K. Dzokoto. An assessment of tail-pipe emissions from petrol and LPG fuelled vehicles in Ghana. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*. 2014;3: 640–646.
- [8] I. H. A. Nagoro, E. Suryono, R. D. Prasetyo, S. H. A. Nandita. Performance and emission characteristics of LPG in a spark-ignition engine. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020;1517: 012037.
- [9] Vezir Ayhan, Adnan Parlak, Idris Cesur, Bari Boru and Ahmet Kolip. Performance and exhaust emission characteristics of a diesel engine running with LPG. *International Journal of the Physical Sciences*. 2011;6: 1905–1914.
- [10] Bùi Văn Ga, Trần Văn Nam, Hồ Tấn Quyền, Phạm Thị Đông Phương. *Sử dụng LPG trên xe gắn máy và xe buýt nhỏ*. Trung tâm Nghiên cứu Bảo vệ Môi trường, Đại học Đà Nẵng; 2009.
- [11] Tongchit Suthisripok, Nachaphat Phusakol, Nuttapol Sawetkittirut. Bi-fuel system - gasoline/LPG in a used 4-stroke motorcycle-fuel injection type. In *Asia Conference on Mechanical and Material Engineering (ACMME2017)*, 5th. 2015.