

NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU CNG CHO ĐỘNG CƠ JA31E DÙNG TRÊN XE URBAN CONCEPTE THAM GIA CUỘC THI SHELL ECO - MARATHON

USING CNG FUEL FOR JA31E ENGINE TO URBAN CONCEPTE VEHICLE PARTICIPATING IN THE SHELL ECO-MARATHON

Phạm Tất Thắng^{1,*}, Nguyễn Xuân Tuấn²

TÓM TẮT

Bài báo trình bày phương pháp xác định các thông số của hệ thống cung cấp nhiên liệu CNG thay thế xăng trên động cơ JA31E, các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của động cơ nhằm đánh giá hiệu quả sử dụng nhiên liệu CNG, đánh giá mức độ đáp ứng công suất của động cơ đối với xe Urban Concept tham gia cuộc thi Shell Eco-Marathon.

Từ khóa: CNG, Shell Eco-Marathon, AVL-Boost.

ABSTRACT

This article presents the methodology for determining the parameters of CNG replacement gasoline supply system on JA31E engine, the economic and technical indicators of the engine to evaluate the efficiency of CNG fuel utilization, evaluates the level of engine power response to Urban Concept vehicle participating in the Shell Eco-Marathon.

Keywords: CNG (Compressed Natural Gas), Shell Eco-Marathon, AVL- Boost.

¹Khoa Cơ khí, Trường Đại học Giao thông Vận tải

²Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: phamthangdac@yahoo.com.vn

Ngày nhận bài: 15/6/2018

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 25/8/2018

Ngày chấp nhận đăng: 25/10/2018

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

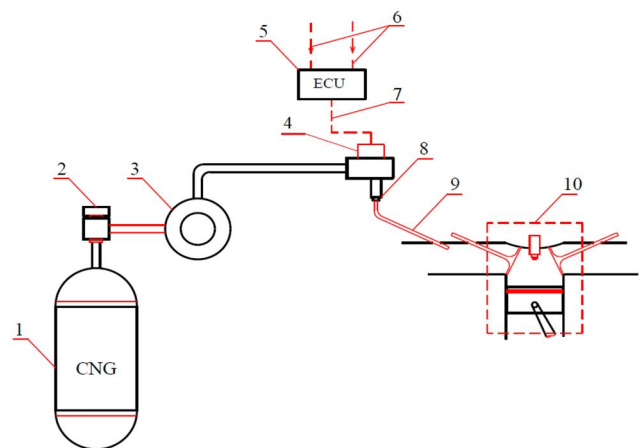
Động cơ **JA31E** dung tích 110cc chạy xăng đang được sử dụng trên xe Urban Concept tham gia cuộc thi lái xe sinh thái tiết kiệm nhiên liệu "Shell Eco-Marathon" do Shell Global tổ chức. Hạng mục xe sử dụng nhiên liệu CNG được Ban tổ chức Cuộc thi khuyến khích, nó cũng phù hợp với xu thế sử dụng các nhiên liệu thay thế trên thế giới. Để sử dụng nhiên liệu CNG cho động cơ **JA31E** cần có nghiên cứu tính toán lý thuyết nhằm đánh giá hiệu quả cũng như để xuất các giải pháp nâng cao hiệu quả sử dụng CNG.

2. LỰA CHỌN HỆ THỐNG CUNG CẤP NHIÊN LIỆU CNG THAY THẾ

Động cơ **JA31E** 110cc có hệ thống phun nhiên liệu vào trước cửa nạp. Theo tiêu chuẩn kỹ thuật của Cuộc thi, hệ

thống cung cấp nhiên liệu phải là hệ thống phun nhiên liệu điện tử. Vì vậy, để chuyển đổi sử dụng nhiên liệu CNG cho động cơ **JA31E** đảm bảo phù hợp với tiêu chuẩn của Cuộc thi chỉ cần cải tiến hệ thống cung cấp nhiên liệu thành hệ thống phun nhiên liệu CNG điện tử và cải tiến hệ thống đánh lửa điện tử phù hợp. Bài báo trình bày phương án và các tính toán lý thuyết liên quan đến hệ thống cung cấp nhiên liệu.

- Sơ đồ cấu tạo hệ thống cung cấp nhiên liệu CNG như hình 1.



Hình 1. Sơ đồ hệ thống cung cấp CNG cho động cơ JA31E

1. Bình chứa CNG cao áp; 2. Van điện tử đóng mở đường CNG; 3. Bộ giảm áp;
4. Ống phân phối nhiên liệu; 5. ECU điều khiển vòi phun CNG; 6. Tín hiệu từ các cảm biến; 7. Tín hiệu điều khiển vòi phun; 8. Vòi phun CNG; 9. Đường cấp CNG vào cửa nạp; 10. Động cơ.

- Nguyên lý làm việc của hệ thống nhiên liệu CNG:

Khi động cơ làm việc, nhiên liệu CNG chứa trong bình cao áp 1 đi qua van đầu bình và van điện tử 2 đến bộ giảm áp 3. Tại đây, áp suất của nhiên liệu CNG được giảm từ áp suất bình chứa xuống áp suất chênh áp với áp suất đường ống nạp là 3 kg/cm² rồi đi qua bộ lọc bụi đến ống nhiên liệu 4 và vòi phun 8. Việc phun nhiên liệu CNG được thực hiện theo phương pháp phun vào cửa nạp của động cơ. Việc thay đổi lượng phun được thực hiện thông qua điều

chuyển thay đổi độ dài thời gian mở vòi phun trong khi chênh áp suất trước và sau vòi phun được giữ cố định ở 3 kg/cm². Việc điều khiển phun được thực hiện bằng cách thay đổi độ rộng xung tín hiệu điện cấp đến vòi phun nhờ bộ điều khiển điện tử. Phương pháp này giúp dễ dàng điều chỉnh chính xác lượng nhiên liệu phun theo các chế độ làm việc khác nhau của động cơ.

3. TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ CỦA HỆ THỐNG CUNG CẤP CNG

3.1. Tính toán lượng nhiên liệu CNG phun

- Tổng lưu lượng khối lượng nhiên liệu khí CNG cần cấp vào động cơ:

$$m_{nl} = \frac{m_{kk}}{\alpha} \quad (\text{kg/s}) \quad (1)$$

trong đó: m_{kk} - Lưu lượng không khí nạp vào động cơ, (kg/s); α - Tỷ lệ không khí/nhiên liệu.

- Khối lượng nhiên liệu CNG cấp cho một chu trình công tác m_{ct} :

$$m_{ct} = \frac{m_{nl}}{i} = \frac{120m_{nl}}{i \cdot n} \quad (\text{kg/chu trình}), \text{ kết hợp với (1) ta được:}$$

$$m_{ct} = \frac{120m_{kk}}{i \cdot n \cdot \alpha} \quad (2)$$

trong đó: i - Số xi lanh động cơ; n - Tốc độ vòng quay của động cơ, (v/ph).

Lượng nhiên liệu cấp chu trình cũng có thể được tính theo biểu thức sau:

$$m_{ct} = m_p \cdot t \quad (3)$$

trong đó: t - Thời gian phun (s); m_p - Lưu lượng nhiên liệu phun qua vòi phun, (kg/s).

$$m_p = \mu \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot \rho \cdot \Delta p} \quad (4)$$

trong đó: μ - Hệ số lưu lượng, S - Tiết diện lỗ phun của vòi phun (m²); ρ - Khối lượng riêng của nhiên liệu CNG tại miệng lỗ phun; Δp - Chênh áp giữa trước và sau lỗ phun.

Nếu coi nhiên liệu khí trong ống nạp là khí lý tưởng có nhiệt độ không đổi và bằng nhiệt độ khí nạp trong quá trình làm việc của động cơ, ta có:

$$p \cdot v = \frac{p}{\rho} = \text{const}$$

trong đó: p , v - Áp suất tuyệt đối (N/m²), thể tích riêng tại miệng lỗ phun (m³).

Khối lượng riêng của nhiên liệu khí ρ tại áp suất p ở chế độ tải nào đó được xác định:

$$\frac{p}{\rho} = \frac{p_{tt}}{\rho_{tt}}, \text{ do đó } \rho = \rho_{tt} \cdot \frac{p}{p_{tt}}$$

Khi đó, biểu thức (4) được viết lại là:

$$m_p = \mu_p \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{p}{p_{tt}} \cdot \Delta p} \cdot \sqrt{p}$$

Chênh áp trước và sau lỗ phun được duy trì ổn định ở 3bar với mọi chế độ làm việc của động cơ. Ở chế độ toàn tải, $p \approx p_{tt} \approx 1\text{bar}$. Ở điều kiện áp suất này và nhiệt độ khí nạp 35°C, thì $\rho_{tt} = 0,706 \text{ kg/m}^3$; $\mu \approx 0,8$. Khi đó, biểu thức tính lưu lượng phun của vòi phun:

$$m_p = 1,65S \cdot \sqrt{p} \quad (5)$$

Khối lượng nhiên liệu cấp cho xi lanh trong một chu trình trở thành:

$$m_{ct} = 1,65S \cdot \sqrt{p} \times t \quad (6)$$

3.2. Tính toán tiết diện lỗ phun của vòi phun

Kết hợp biểu thức (6) và (3) ta có:

$$\frac{120m_{kk}}{i \cdot n \cdot \alpha} = 1,65S \cdot \sqrt{p} \times t \quad (7)$$

Diện tích tiết diện lỗ phun được tính theo biểu thức:

$$S = \frac{72,73m_{kk}}{i \cdot n \cdot \alpha \cdot \sqrt{p}} \quad (8)$$

Thời gian phun tối đa trong một chu trình phải nhỏ hơn thời gian sẵn có của chu trình, với $t_{ct} = \frac{120}{n} = 0,016s = 16ms$.

Trong thiết kế, thời gian phun tối đa thường bằng $0,5t_{ct}$ và thời gian vận động của kim phun khoảng 4ms.

Với động cơ JA31E sử dụng CNG có: $i = 1$, $n = 7500\text{v/ph}$, $\alpha = 16,8$, $m_{kk} = 1,57 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s}$, ta xác định được tiết diện cần thiết của lỗ vòi phun: $S = 0,37\text{mm}^2$.

3.3. Thời gian phun (t) ở các chế độ làm việc

Từ biểu thức (3), (5) và (6) ta rút ra được:

$$t = \frac{72,73}{iS} \cdot \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{1}{\sqrt{p}} \cdot \frac{m_{kk}}{n} \quad (9)$$

Trong công thức (9), i , S đã biết và không thay đổi. Động cơ CNG khi vận hành ở điều kiện ổn định thì hỗn hợp được điều chỉnh đảm bảo α lân cận α_{tr} ($\alpha_{tr} \approx 16,8/1$). Khi đó, t tỷ lệ thuận m_{kk} tỷ lệ nghịch với n và căn bậc 2 của p , và được coi là thời gian phun cơ bản t_{cb} .

Ở các chế độ làm việc khác thường có $\alpha < \alpha_{tr}$ tức là: $\frac{1}{\alpha} > \frac{1}{\alpha_{tr}}$. Do đó, có thể viết $\frac{1}{\alpha} = k_{\alpha} \cdot \frac{1}{\alpha_{tr}}$ với $k_{\alpha} \geq 1$ là hệ số hiệu chỉnh thời gian phun ở các chế độ.

Tóm lại, mỗi chu trình công tác, nhiên liệu được phun một lần, thời điểm phun được chọn giống như thời điểm phun xăng của động cơ nguyên thủy. Lượng nhiên liệu phun của mỗi chu trình được điều chỉnh bằng cách thay đổi độ dài thời gian phun theo lưu lượng khí nạp, tốc độ và áp suất tuyệt đối đường ống nạp và đồng thời điều chỉnh hệ số điều chỉnh độ dài thời gian phun theo các thông số thể hiện điều kiện vận hành quá độ của động cơ k_{α} .

3.4. Tính toán điều khiển vòi phun CNG trên động cơ JA31E

Việc thiết kế hệ thống điều khiển phun CNG trên động cơ JA31E được dựa trên nguyên tắc tận dụng tối đa các

bộ phận của hệ thống điều khiển phun xăng của động cơ này. Hệ thống phun xăng của động cơ cũng là hệ thống điều khiển phun vào trước cửa nạp, việc điều khiển lượng phun bằng cách thay đổi độ dài thời gian phun trong khi chênh áp nhiên liệu trước và sau vòi phun được duy trì không đổi.

Khối lượng nhiên liệu cấp cho một chu trình $m_{ct-xang}$ cũng được tính theo lưu lượng khí nạp tương tự biểu thức (2) đối với nhiên liệu CNG.

$$m_{ct-xang} = \frac{120m_{kk}}{in\alpha_{xang}} \quad (10)$$

trong đó: α_{xang} - Tỷ lệ không khí/xăng của hỗn hợp cấp.

$m_{ct-xang}$ cũng có thể được tính theo lưu lượng vòi phun:

$$m_{ct-xang} = m_{p-xang} \cdot t_{xang} \quad (11)$$

trong đó: t_{xang} - Thời gian phun; m_{p-xang} - Lưu lượng vòi phun xăng; $m_{p-xang} = V_{p-xang} \cdot \rho_{xang}$ với V_{p-xang} - Lưu lượng thể tích, coi như không đổi, ρ_{xang} - Tỷ trọng của xăng, coi như không đổi, nên m_{p-xang} được coi là không đổi ở mọi chế độ làm việc của động cơ.

Kết hợp (10) và (11) ta có độ dài thời gian phun của chu trình:

$$t_{xang} = \frac{120}{i \cdot m_{xang}} \cdot \frac{1}{\alpha_{xang}} \cdot \frac{m_{kk}}{n} \quad (12)$$

So sánh độ dài thời gian phun CNG (t) và độ dài thời gian phun xăng (t_{xang}) ở cùng chế độ tải và tốc độ, ta có:

$$\frac{t}{t_{xang}} = \frac{0,6m_{p-xang}}{S} \cdot \frac{\alpha_{xang}}{\alpha} \cdot \frac{1}{\sqrt{p}} \quad (13)$$

Ở chế độ làm việc ổn định chuẩn từ tải nhỏ đến gần toàn tải của động cơ thì cả động cơ khi sử dụng xăng và khi sử dụng CNG đều có hệ số dư lượng không khí được kiểm soát lân cận 1, tức là tỷ lệ không khí/nhiên liệu được điều chỉnh đạt giá trị lân cận tỷ lệ cân bằng hoá học lý thuyết

($\alpha_{lt-xang} \approx 14,7$, $\alpha_{lt} \approx 16,8$), nên $\frac{\alpha_{xang}}{\alpha} =$ hằng số.

Do đó, biểu thức (13) có thể được viết lại như sau:

$$\frac{t}{t_{xang}} = k \cdot \frac{1}{\sqrt{p}} \quad (14)$$

trong đó, $k = \frac{0,6m_{p-xang}}{S} \cdot \frac{\alpha_{xang}}{\alpha}$ là một hằng số không

thay đổi trong quá trình làm việc của động cơ $k = 0,52$; p - Áp suất tuyệt đối trong ống nạp (N/m^2) và thay đổi theo tải của động cơ.

Như vậy, độ dài thời gian phun CNG có thể được xác định theo độ dài thời gian phun xăng của hệ thống điều khiển phun xăng nguyên thủy của động cơ và áp suất tuyệt đối trong đường ống nạp. Do đó, bộ điều khiển phun CNG (ECU-gas) sẽ dùng tín hiệu điều khiển là tín hiệu điều khiển phun nhiên liệu của ECU động cơ nguyên thủy và tín hiệu áp suất tuyệt đối của ống nạp. Hệ số hiệu chỉnh k được điều

chỉnh và xác định khi cài đặt hộp điều khiển ECU-gas sao cho hệ số dư lượng không khí $\lambda \approx 1$.

Tóm lại, để sử dụng CNG theo phương pháp phun vào trước cửa nạp cho động cơ **JA31E** ta cần trang bị các bộ phận sau:

- Hộp điều khiển ECU-gas: lấy tín hiệu điều khiển phun (tín hiệu ra) của ECU của hệ thống phun xăng nguyên thủy và tín hiệu áp suất tuyệt đối của ống nạp của động cơ và điều chỉnh hệ số khuếch đại k để có hệ số dư lượng không khí của động cơ CNG là $\lambda \approx 1$.

- Trang bị thêm vòi phun CNG có đường kính lỗ phun 0,34 mm.

- Bộ phun nhiên liệu và đánh lửa điện tử của động cơ 110cc Fi.

4. TÍNH TOÁN CÁC CHỈ TIÊU KINH TẾ KỸ THUẬT

4.1. Cơ sở lý thuyết tính toán

4.1.1. Các giả thiết

Các giả thiết đối với hỗn hợp hình thành bên ngoài xilanh:

- Hỗn hợp đồng đều tại thời điểm bắt đầu cháy.
- Tỷ lệ A/F không thay đổi trong quá trình cháy.
- Hỗn hợp cháy và chưa cháy có cùng áp suất và nhiệt độ mặc dù thành phần khác nhau.

4.1.2. Động lực học chất khí một chiều trong đường ống

Phương trình liên tục:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = -\frac{\partial(\rho u)}{\partial x} - \rho u \cdot \frac{1}{A} \cdot \frac{dA}{dx} \quad (15)$$

Phương trình bảo toàn động lượng:

$$\frac{\partial(\rho u)}{\partial y} = -\frac{\partial(\rho u^2 + p)}{\partial x} - \rho u^2 \cdot \frac{1}{A} \cdot \frac{\partial A}{\partial x} - \frac{F_R}{V} \quad (16)$$

Phương trình năng lượng:

$$\frac{\partial E}{\partial t} = -\frac{\partial[u \cdot (E + p)]}{\partial x} - u \cdot (E + p) \cdot \frac{1}{A} \cdot \frac{dA}{dx} + \frac{q_w}{V} \quad (17)$$

trong đó: ρ - Mật độ; u - Vận tốc dòng chảy; x - Trục dọc theo ống; A - Diện tích tiết diện ống; t - Thời gian; p - Áp suất tĩnh; F_R - Lực ma sát thành ống; c_v - Nhiệt dung đẳng tích; T - Nhiệt độ; q_w - Nhiệt truyền qua thành; V - Thể tích của ống; E - Năng lượng của khí.

$$E = \rho \cdot c_v \cdot T + \frac{1}{2} \rho u^2$$

4.1.3. Phương trình nhiệt động học 1

Thể hiện mối quan hệ giữa sự biến thiên của nội năng (hay enthalpy) với sự biến thiên của nhiệt và công.

$$\frac{d(m_c \cdot u)}{d\alpha} = -p_c \frac{dV}{d\alpha} + \frac{dQ_f}{d\alpha} - \sum \frac{dQ_w}{d\alpha} - h_{bb} \cdot \frac{dm_{bb}}{d\alpha} \quad (18)$$

trong đó: $\frac{dm_{BB}}{d\alpha}$ - Lưu lượng khối của dòng khí lọt;

m_c - Khối lượng môi chất bên trong xilanh; u - Nội năng; p_c - Áp suất bên trong xilanh; V - Thể tích xilanh; Q_F - Nhiệt lượng của nhiên liệu cung cấp; Q_w - Nhiệt lượng tổn thất cho thành; α - Góc quay trục khuỷu; h_{BB} - Enthaphy của khí lọt (blow-by).

4.1.4. Quy luật cháy Vibe

Được xác định thông qua các thông số như: điểm bắt đầu cháy, thời gian cháy, tham số đặc trưng cháy m :

$$\frac{dx}{d\alpha} = \frac{6.908}{\Delta\alpha_c} (m+1) \cdot y^m \cdot e^{-6.908 \cdot y^{(m+1)}} \quad (19)$$

$$\text{ở đây: } dx \frac{dQ}{Q}; y = \frac{\alpha - \alpha_0}{\Delta\alpha_c}$$

trong đó: Q - Nhiệt lượng do nhiên liệu sinh ra; α - Góc quay trục khuỷu; α_0 - Điểm bắt đầu cháy; $\Delta\alpha_c$ - Khoảng thời gian cháy; m - Tham số đặc trưng cháy.

4.1.5. Truyền nhiệt trong mô phỏng một chiều

Quá trình truyền nhiệt từ buồng cháy qua thành buồng cháy như nắp xilanh, piston và lót xilanh được tính dựa vào phương trình truyền nhiệt sau:

$$Q_{wi} = A_i \cdot \alpha_w \cdot (T_c - T_w) \quad (20)$$

trong đó: Q_{wi} - Nhiệt lượng truyền cho thành (nắp xilanh, piston, lót xilanh); A_i - Diện tích truyền nhiệt (nắp xilanh, piston, lót xilanh); α_w - Hệ số truyền nhiệt; T_c - Nhiệt độ môi chất trong xilanh; T_w - Nhiệt độ thành (nắp xilanh, piston, lót xilanh).

4.1.6. Hệ số mô hình truyền nhiệt theo mô hình Woschni 1978

$$\alpha_w = 130 \cdot D^{-0.2} \cdot p_c^8 \cdot T_c^{-0.53} \cdot \left[C_1 \cdot c_m + C_2 \cdot \frac{V_D \cdot T_{c,1}}{p_{c,1} \cdot V_{c,1}} \cdot (p_c - p_{c,0}) \right]^{0.8} \quad (21)$$

$$\text{với: } C_1 = 2,28 + 0,308 \cdot \frac{c_u}{c_m}$$

trong đó: $C_2 = 0,00324$ đối với động cơ phun trực tiếp; $C_2 = 0,00622$ đối với động cơ phun gián tiếp; D - Đường kính xilanh; c_m - Tốc độ trung bình của piston; c_u - Tốc độ tiếp tuyến; V_D - Thể tích công tác của 1 xilanh; p_c - Áp suất môi chất bên trong xilanh; $p_{c,0}$ - Áp suất khí trời; $T_{c,1}$ - Nhiệt độ môi chất trong xilanh tại thời điểm đóng xupap nạp; $p_{c,1}$ - Áp suất môi chất trong xilanh tại thời điểm đóng xupap nạp.

4.1.7. Trao đổi nhiệt tại cửa nạp

$$T_d = (T_u - T_w) \cdot e^{\left(-\frac{A_w \cdot \alpha_p}{m \cdot c_p} \right)} + T_w \quad (22)$$

trong đó: α_w - Hệ số trao đổi nhiệt tại các cửa; T_d - Nhiệt độ trước cửa; A_w - Diện tích bề mặt cửa; T_u - Nhiệt độ sau cửa; T_w - Nhiệt độ thành cửa; C_p - Nhiệt dung riêng đẳng áp.

- Dùng cho dòng chảy ra:

$$\alpha_p = [C_4 + C_5 \cdot T_u - C_6 \cdot T_u^2] \cdot T_u^{0.44} \cdot m^{0.5} \cdot d_{vi}^{-1.5} \left[1 - 0,797 \frac{h_v}{d_{vi}} \right] \quad (23)$$

- Dùng cho dòng chảy vào:

$$\alpha_p = [C_7 + C_8 \cdot T_u - C_9 \cdot T_u^2] \cdot T_u^{0.33} \cdot m^{0.68} \cdot d_{vi}^{-1.68} \left[1 - 0,765 \frac{h_v}{d_{vi}} \right] \quad (24)$$

trong đó: h_v - Độ nâng xupap; d_{vi} - Đường kính trong của đế xupap.

4.1.8. Lưu lượng dòng khí nạp và thải:

$$\frac{dm}{dt} = A_{eff} \cdot p_{01} \cdot \sqrt{\frac{2}{R_0 \cdot T_{01}}} \cdot \psi \quad (25)$$

trong đó: $\frac{dm}{dt}$ - Lưu lượng dòng khí; A_{eff} - Diện tích tiết

diện lưu thông; P_{01} - Áp suất trước họng hút; T_{01} - Nhiệt độ trước họng hút; R_0 - Hằng số chất khí.

4.2. Thiết lập mô hình mô phỏng động cơ JA31E bằng phần mềm AVL - Boost

Để có cơ sở đánh giá hiệu quả sử dụng nhiên liệu CNG thay thế xăng, ta tiến hành mô phỏng tính toán các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của động cơ JA31E bằng phần mềm AVL - Boost trong hai trường hợp sử dụng nhiên liệu xăng RON 92 và CNG.

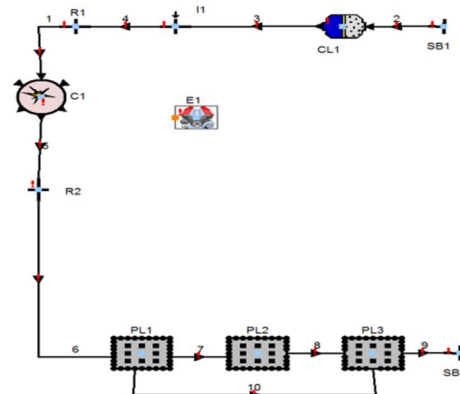
Các số liệu của động cơ thực (bảng 1).

Bảng 1. Thông số cơ bản của động cơ JA31E [5]

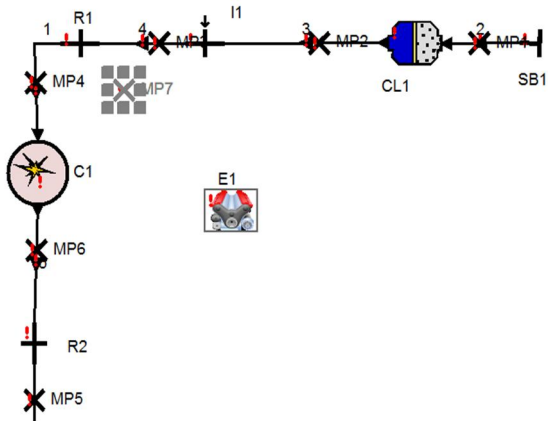
Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
Hành trình piston	S	mm	55,6
Đường kính xi lanh	D	mm	50
Số xi lanh	l	cái	1
Công suất định mức	N_0	kW	6,18
Mômen cực đại	M_{emax}	Nm	8,65
Số vòng quay ứng với mô men cực đại	n_M	v/ph	5500
Số vòng quay định mức	n_{dm}	v/ph	7500
Tỉ số nén	ε	-	9:1

Trình tự xây dựng mô hình động cơ:

- Thiết lập mô hình: Thiết lập và kết nối các phần tử, đặt các điểm đo (hình 2, 3).



Hình 2. Các phần tử được thiết lập và kết nối

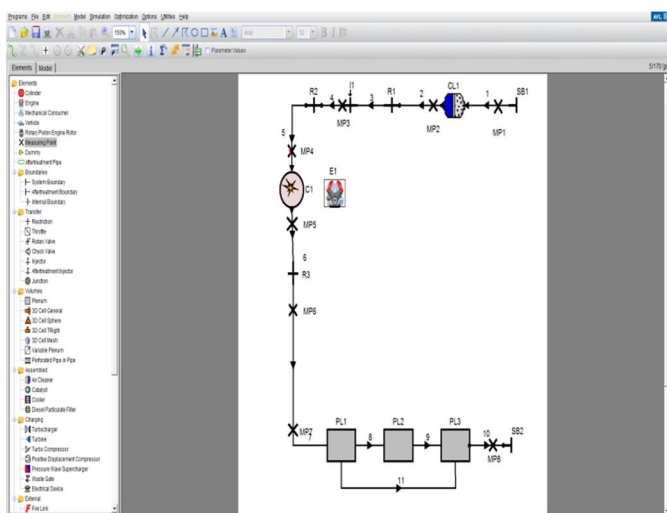


Hình 3. Đặt các điểm đo

- Lựa chọn thuật toán, thiết lập các điều kiện biên, nhập các tham số đầu vào như bảng 2, hình 4.

Bảng 2. Thông số dữ liệu đầu vào và điều kiện biên của mô hình

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
1	Mô hình nhiên liệu		Đa nhiên liệu
2	Tốc độ lớn nhất của động cơ	v/ph	7500
3	Hình thành hỗn hợp		Bên ngoài
4	Áp suất môi trường	Bar	1
5	Nhiệt độ môi trường	°C	24,85
6	Nhiên liệu		Xăng/CNG
7	Số kỳ	Kỳ	4
8	Số chu trình lập	[-]	30
9	Hệ số ma sát	-	Mặc định



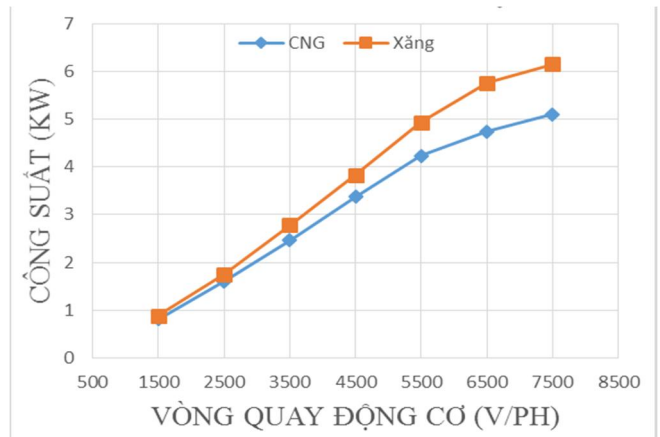
Hình 4. Mô hình hoàn chỉnh mô phỏng động cơ JA31E bằng phần mềm AVL - Boost

- Chạy mô hình mô phỏng và trích xuất ra kết quả.

4.3. Đánh giá các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật của động cơ JA31E

Kết quả tính toán các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của động cơ JA31E khi sử dụng xăng RON 92 và CNG ở chế độ toàn tải được trình bày và phân tích như dưới đây:

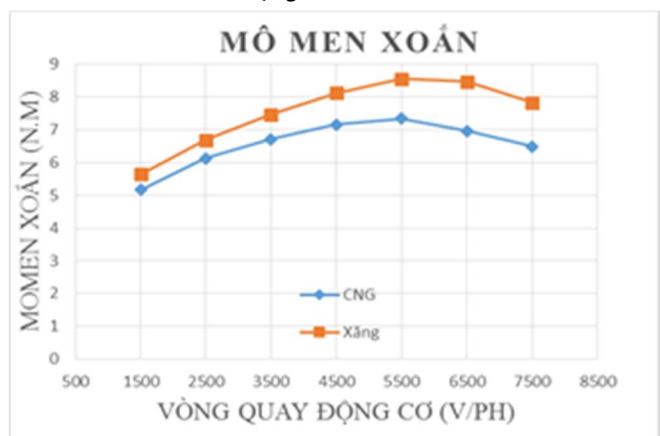
- Công suất của động cơ:



Hình 5. Công suất động cơ JA31E khi sử dụng xăng RON92 và CNG

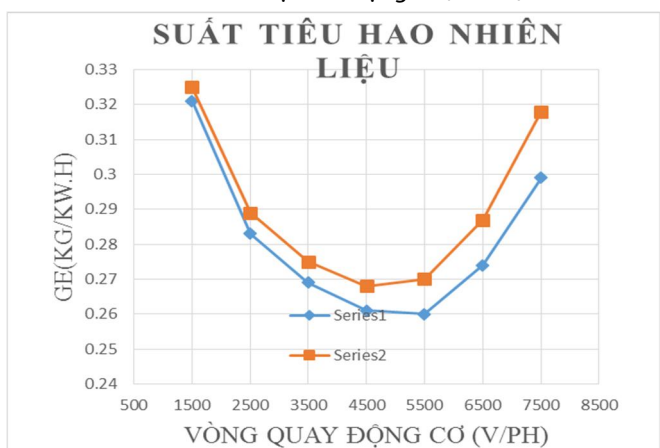
Từ hình 5 ta thấy, trên toàn dải tốc độ, công suất của động cơ khi sử dụng CNG đều thấp hơn so với khi sử dụng xăng khoảng 7% - 12%. Vấn đề có thể được giải thích: Nhiên liệu CNG ở dạng khí khi được nạp vào xi lanh động cơ cùng với không khí nạp nó sẽ chiếm chỗ của không khí nạp trong xi lanh, dẫn đến giảm lượng hỗn hợp khí nạp vào xi lanh, do đó làm giảm công suất.

- Momen xoắn của động cơ (hình 6):



Hình 6. Momen xoắn của động cơ JA31E khi sử dụng xăng và CNG

- Suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ (hình 7):



Hình 7. Suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ JA31E khi sử dụng xăng và CNG

Đồ thị hình 7 cho thấy, suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ được cải thiện rõ rệt khi sử dụng nhiên liệu CNG so với nhiên liệu xăng. Mức giảm tiêu hao nhiên liệu trung bình khoảng 5% khi sử dụng CNG so với khi sử dụng xăng. Do CNG có nhiệt trị khối lượng cao hơn xăng nên công suất sinh ra tính trên một đơn vị khối lượng nhiên liệu tiêu thụ cao hơn.

4.4. Tính toán khả năng đáp ứng công suất của động cơ JA31E khi sử dụng nhiên liệu CNG đối với xe Urban Concept

Công suất lớn nhất cần thiết của động cơ để đảm bảo xe chuyển động ở vận tốc lớn nhất $v_{\max} = 70$ km/h:

$$Ne_{\max} = \frac{v_{\max} \cdot (G \cdot \psi + K \cdot F \cdot v_{\max}^2)}{\eta_t} = 4,15 \text{ (kW)} \quad (26)$$

trong đó: G - Trọng lượng toàn bộ của xe, $G = 1950$ (N), K - Hệ số cản khí động học, $K = 0,25$ (Ns^2/m^4); F - Diện tích cản chính diện của xe: $F = 0,8 \cdot B \cdot H = 0,8 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 1,352$ (m^2); ψ - Hệ số cản tổng cộng của đường khi xe chuyển động trên đường bằng, $\psi = 0,02$; η_t - Hiệu suất của hệ thống truyền lực, $\eta_t = 0,87$.

Nhận xét: Động cơ JA31E khi chuyển đổi sang sử dụng nhiên liệu CNG đạt công suất cực đại $Ne_{\max} = 5,15$ kW, có thể đáp ứng được công suất cần thiết để đảm bảo xe Urban Concept chuyển động được với vận tốc lớn nhất $v_{\max} = 70$ km/h.

5. KẾT LUẬN

Bài báo đã tính toán xác định các thông số cơ bản của hệ thống cung cấp nhiên liệu CNG thay thế xăng cho động cơ JA31E, đề xuất phương án cải tiến hệ thống cung cấp nhiên liệu của động cơ. Tính toán đánh giá các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của động cơ khi sử dụng nhiên liệu CNG bằng phần mềm AVL - Boost. Kết quả tính toán cho thấy công suất và mô men xoắn của động cơ đều giảm khoảng 7 ÷ 12% so với khi sử dụng nhiên liệu xăng, trong khi suất tiêu hao nhiên liệu cũng giảm khoảng 5%, điều này có lợi khi xét về khía cạnh giảm tiêu hao nhiên liệu; Động cơ JA31E dùng CNG vẫn đáp ứng đủ công suất cho xe sinh thái Urban Concept tham gia cuộc thi Shell Eco-Marathon.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Tất Tiến (2000), *Nguyên lý động cơ đốt trong*, NXB Giáo dục.
- [2]. Hồ Tấn Chuẩn, Nguyễn Đức Phú, Trần Văn Tế, Nguyễn Tất Tiến (1979), *Kết cấu và tính toán động cơ đốt trong I, II*, NXB Đại học trung học chuyên nghiệp.
- [3]. Nguyễn Thành Trung (2016), *Nghiên cứu chuyển đổi động cơ xăng sang sử dụng CNG và nâng cao hiệu quả sử dụng nhiên liệu*, Luận án tiến sĩ, Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [4]. Bài giảng phần mềm AVL Boost, Viện Cơ khí Động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [5]. <http://honda.com.vn>.