

ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC SỬ DỤNG LPG/DIESEL ĐẾN ĐẶC TÍNH PHÁT THẢI CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL

Nguyễn Tường Vi

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Thủy lợi, email: Nguyentuongvi1978@tlu.edu.vn

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Hiện nay, chất lượng không khí của các trung tâm thành phố xuống rất thấp do bị ô nhiễm từ khí thải động cơ xăng và diesel [1]. Việc sử dụng nhiên liệu LPG trên động cơ diesel được nhiều nhà khoa học quan tâm nghiên cứu[2]. LPG là hỗn hợp các hydrocarbon nhẹ, chủ yếu là propan (C₃H₈) và butan (C₄H₁₀) được lấy từ thiên nhiên ở các mỏ dầu, mỏ khí. LPG cũng có thể được sản xuất ở các nhà máy lọc dầu trong quá trình chưng cất dầu thô[3]. LPG là loại nhiên liệu ít gây ô nhiễm, đã được nghiên cứu và sử dụng nhiều trên động cơ xăng ở các nước [4] cũng như ở Việt Nam.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu được thực hiện bằng mô phỏng trên động cơ diesel điều khiển điện tử AVL 5402 theo phương pháp phun LPG vào đường nạp theo tỷ lệ 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, trong khi vẫn phun diesel trực tiếp vào xilanh để LPG thay thế một phần diesel sao cho nhiệt lượng của hai phần nhiên liệu này tương đương với khi chỉ dùng diesel.

Bảng 1. Thông số cơ bản của ĐC AVL 5402

Hành trình piston	95	mm
Đường kính xilanh	80	mm
Số xilanh	1	-
Thể tích công tác	510,7	cm ³
Công suất định mức ở tốc độ n = 3200 v/ph	9	Kw

Mô men cực đại ở n = 2000 v/ph	31,4	Nm
Tỷ số nén	17,3	-

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

4.1. Xây dựng mô hình

-Mô hình truyền nhiệt:

$$Q_i = A_i \alpha_w (T_c - T_{wi})$$

Với Q_i – nhiệt lượng truyền cho thành, A_i – diện tích truyền nhiệt, α_w – hệ số truyền nhiệt, T_c – nhiệt độ môi chất trong xilanh, và T_{wi} – nhiệt độ thành.

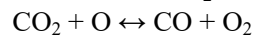
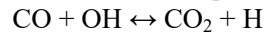
-Mô hình hình cháy:

$$\frac{dm_b}{dt} = \rho_u A_T S_L$$

Trong đó: ρ_u - tỷ trọng của hỗn hợp; A_T - diện tích màng lửa khi cháy rồi phụ thuộc vào đặc điểm kết cấu của buồng cháy và tốc độ động cơ; S_L là tốc độ lan tràn màng lửa.

- Mô hình hình thành phát thải:

Mô hình hình thành phát thải CO:



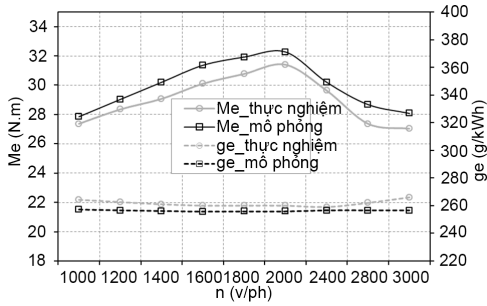
Mô hình hình thành phát thải NO_x : Sử dụng mô hình sử dụng các phản ứng của chuỗi Zeldovich

Mô hình hình thành phát thải Soot:

$$\frac{dm_s}{dt} = \frac{dm_{s,f}}{dt} - \frac{dm_{s,ox}}{dt}$$

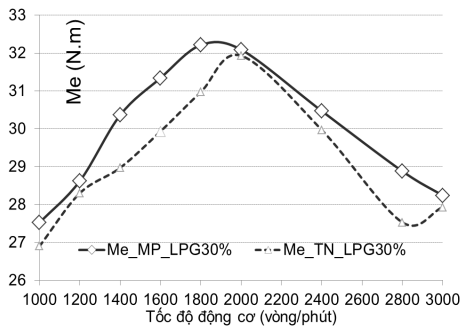
Trong đó: $\frac{dm_{s,f}}{dt}$, $\frac{dm_{s,ox}}{dt}$ là tốc độ hình thành và tốc độ oxy hoá bồ hóng.

4.2. Đánh giá độ tin cậy của mô hình



Hình 1. Mô men và suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ giữa thực nghiệm và mô phỏng trên đường đặc tính ngoài khi chạy diesel

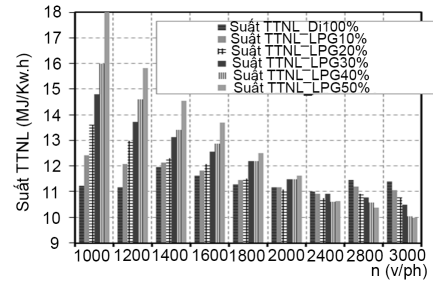
So sánh kết quả mô men và suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ trên lý thuyết mô hình và kết quả thực nghiệm ở đặc tính ngoài (100% tải) khi chạy với nhiên liệu diesel (chưa cấp LPG) và khi chạy lượng nhiên liệu LPG/diesel với lượng diesel thay thế 30%. Có thể thấy, các sai lệch giữa kết quả tính toán và kết quả thực nghiệm không quá 5% và 3% hình 1,2.



Hình 2. Mô men của động cơ giữa thực nghiệm và mô phỏng trên đường đặc tính ngoài khi chạy lượng nhiên liệu LPG/diesel

4.3. Kết quả ảnh hưởng của tỷ lệ LPG đến suất tiêu thụ năng lượng

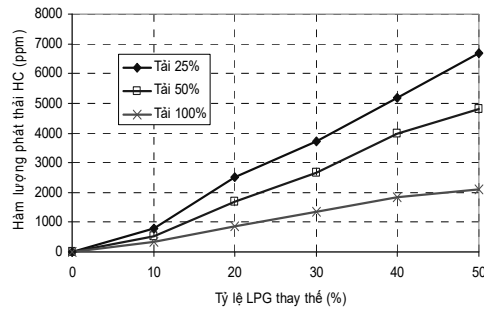
Khi động cơ sử dụng lượng nhiên liệu LPG/diesel với các tỷ lệ khi tốc độ trên 2400v/ph suất tiêu hao năng lượng giảm nhiều. Điều này nói lên rằng hiệu suất của động cơ tăng khi tăng tỷ lệ LPG thay thế Hình 3.



Hình 3. Kết quả mô phỏng suất tiêu thụ năng lượng ở các tỷ lệ LPG thay thế khác nhau

4.4. Kết quả ảnh hưởng của tỷ lệ LPG đến nồng độ phát thải

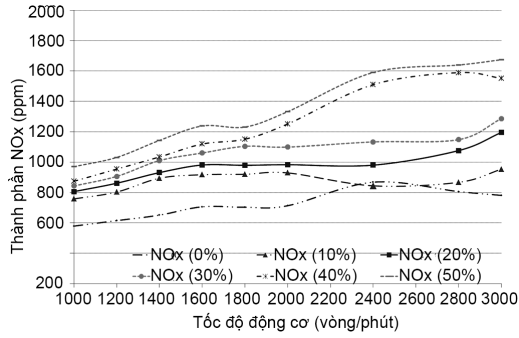
Phát thải HC (hình 4): Mô hình tạo thành HC được lập trình trên ngôn ngữ FORTRAN kết hợp với các thông số nhiệt động từ phần mềm AVL BOOST, việc tính toán mô phỏng được thực hiện ở tốc độ định mức $n=3000$ v/p với các chế độ tải 25%, 50%, và 100% tải định mức với các tỷ lệ LPG thay thế thay đổi từ 0% đến 50%. Khi tăng tỷ lệ LPG thay thế ở các chế độ tải, hàm lượng phát thải HC đều tăng. Ở chế độ tải càng nhỏ thì hàm lượng HC càng tăng mạnh khi tăng tỷ lệ LPG thay thế.



Hình 4. Kết quả mô phỏng phát thải HC ở các chế độ tải và tỷ lệ LPG thay thế khác nhau

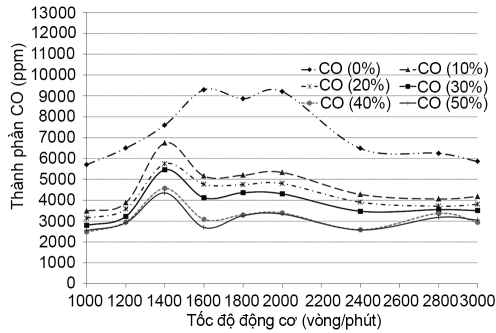
Phát thải NO_x (hình 5): Khi càng tăng tỷ lệ LPG thay thế thì nồng độ phát thải NO_x càng tăng.

Phát thải NO_x ở toàn tải tăng lên khi tăng tỷ lệ LPG có thể do tốc độ quá trình cháy cao hơn, nhiệt độ cháy cục bộ tăng dẫn tới khả năng hình thành NO_x tăng lên.



Hình 5. Kết quả mô phỏng phát thải NO_x theo tốc độ động cơ ở các tỷ lệ LPG khác nhau

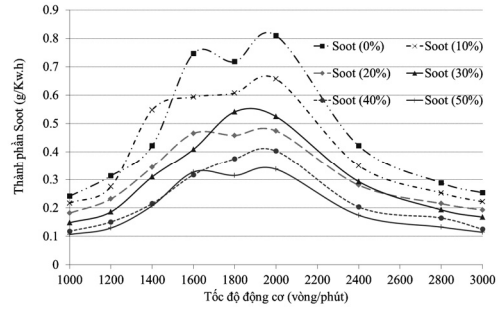
Phát thải CO (hình 6): Khi tăng tỷ lệ LPG thì nồng độ phát thải CO giảm so với trường hợp đơn nhiên liệu ở mọi chế độ thử nghiệm. CO được tạo ra trong vùng cháy của nhiên liệu diesel; ở chế độ toàn tải, nhiệt độ của khí cháy cao nên khi tăng tỷ lệ LPG thì quá trình cháy càng thêm mãnh liệt, nhiệt độ tăng cao giúp oxy hóa nhanh CO làm cho CO giảm.



Hình 6. Kết quả mô phỏng phát thải CO theo tốc độ động cơ ở các tỷ lệ LPG khác nhau

Phát thải Soot (hình 7): Có thể thấy khi tăng tỷ lệ LPG thì phát thải Soot giảm so với trường hợp đơn nhiên liệu ở mọi chế độ thử nghiệm, Do LPG được hòa trộn với không khí trên đường ống nạp nên hỗn hợp khí nạp vào xilanh đồng nhất hơn so với

khí chỉ sử dụng nhiên liệu diesel, Soot của khí thải do đó giảm.



Hình 7. Kết quả mô phỏng phát thải Soot theo tốc độ động cơ ở các tỷ lệ LPG khác nhau

5. KẾT LUẬN

Việc cấp LPG vào đường nạp của động cơ diesel là rất phù hợp và không yêu cầu phải thay đổi kết cấu động cơ. Tính chất nhiên liệu LPG đáp ứng được yêu cầu làm việc của động cơ.

Khi sử dụng lượng nhiên liệu, phát thải HC và NO_x trung bình ở 9 tốc độ tăng nhiều trong khi phát thải CO và Soot giảm. Cụ thể : Ở chế độ 100% tải, khi thay thế 30% LPG, 100% tải thì phát thải CO giảm 46,54%, Soot giảm 34,23%, HC tăng 500%, NO_x tăng 49,67%.

6. TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1] J.A. Paravantis, Trends in energy consumption and carbon dioxide emissions of passenger cars and buses, 2007.
- [2] Phạm Minh Tuấn, 2008. Khí thải động cơ và ô nhiễm môi trường, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
- [3] Blackmer Dover Company, Liquefied gas handbook, Buletin 500-01, 2008.
- [4] Hakan Bayraktar. Investigating the effects of LPG on spark ignition engine combustion and performance. Energy Conversion and Management 46 (2005).