

NGHIÊN CỨU CÁC CHỈ TIÊU KINH TẾ, NĂNG LƯỢNG VÀ MÔI TRƯỜNG ĐỘNG CƠ DIESEL 6D16T KHI THAY ĐỔI TỶ LỆ KHÍ LPG

STUDYING ECONOMIC, ENERGY AND ENVIRONMENTAL INDICATORS OF THE DIESEL ENGINE 6D16T WHEN CHANGING LPG RATIO

Nguyễn Văn Tuấn

TÓM TẮT

Động cơ diesel là nguồn động lực có hiệu suất cao được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực đặc biệt là trên các phương tiện vận tải hạng nặng. Nhiên liệu thay thế một phần hoặc toàn bộ diesel khoáng sử dụng cho động cơ diesel có thể kể đến như dầu thực vật, diesel sinh học, LPG... Một số nghiên cứu trên thế giới đã cho thấy hiệu quả khi sử dụng LPG làm nhiên liệu cho động cơ diesel. Với mục tiêu góp phần đảm bảo an ninh năng lượng và giảm thiểu môi trường, việc nghiên cứu sử dụng LPG làm nhiên liệu cho động cơ diesel đang lưu hành ở Việt Nam là cần thiết. Để có thể triển khai rộng rãi, cần có những nghiên cứu cơ bản đánh giá ảnh hưởng của LPG tới hiệu quả của động cơ diesel. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu về công suất, suất tiêu hao nhiên liệu, khí thải động cơ khi thay đổi tỷ lệ bổ sung khí LPG cho động cơ diesel.

Từ khóa: Động cơ diesel, khí LPG, khí thải động cơ, hiệu quả động cơ.

ABSTRACT

Diesel engines are a highly efficient source of energy used in many fields, especially on heavy vehicles. Replacement fuels for some or all of the mineral oils used for diesel engines include vegetable oils, biodiesel, LPG, etc. Some studies in the world have shown that the effect of using LPG naturally for diesel engines. With the goal of contributing to ensuring energy security and minimizing the environment, studying the use of LPG as a fuel for diesel engines in Vietnam is necessary. In order to be widely deployed, basic research needs to be conducted to assess the effect of LPG on the performance of diesel engines. This paper presents the results of research on power, fuel consumption and engine exhaust gas when changing the LPG supplementation rate for diesel engines.

Keywords: Diesel engine, LPG gas, engine exhaust, engine performance.

Khoa Cơ khí, Đại học Công nghệ giao thông vận tải

Email: vantuanice@gmail.com

Ngày nhận bài: 20/8/2018

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 15/12/2018

Ngày chấp nhận đăng: 25/12/2018

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Động cơ sử dụng diesel truyền thống phát thải nhiều chất độc hại như: carbonmonoxide (CO), hydrocarbon (HC), nitrogen oxide (NOx), các chất thải dạng hạt (PM)... gây ô nhiễm môi trường và ảnh hưởng tới sức khỏe con người.

Hiện nhiều nước trên thế giới đã nghiên cứu sử dụng động cơ lưỡng nhiên liệu diesel - LPG trên ô tô, các nhà nghiên cứu đã đưa ra nhận định chung về đặc điểm sử dụng LPG trên động cơ diesel như: khả năng giảm chất thải dạng hạt và NO_x, hiện tượng tăng phát thải CO khi thay thế LPG vào diesel [1]. LPG là sản phẩm của khí dầu mỏ hoá lỏng, LPG tồn tại trong thiên nhiên ở các giếng dầu hoặc giếng gas và cũng có thể được sản xuất ở các nhà máy lọc dầu. Thành phần chính của LPG là hỗn hợp hydrocarbon với thành phần chính là butan (C₄H₁₀) và propan (C₃H₈) chiếm tới 99%, còn lại là một số thành phần hydrocarbon khác [2]. Tỷ lệ giữa propan và butan thay đổi giữa các quốc gia cũng như thời điểm sản xuất. Loại nhiên liệu này được phát triển và thương mại hóa từ những năm năm mươi của thế kỷ trước. Với các ưu điểm sạch, nhiệt lượng cao và sức ép toàn cầu về vấn đề môi trường, LPG hiện đang là loại khí đốt được khuyến khích tiêu dùng với mức tăng trưởng hàng năm trên toàn thế giới đạt trên 3,5% [3-4].

Tuy nhiên, một số nghiên cứu đưa ra các kết quả rất khác nhau mức giảm hoặc tăng các thành phần phát thải khi tăng tỷ lệ LPG thay thế. Điều đó cho thấy ảnh hưởng của tỷ lệ LPG thay thế đến phát thải của động cơ sử dụng lưỡng nhiên liệu diesel - LPG phụ thuộc rất nhiều vào loại động cơ, thành phần nhiên liệu sử dụng, phương pháp cung cấp nhiên liệu LPG và điều kiện vận hành động cơ. Do đó, trong bài báo này tác giả đi vào nghiên cứu ảnh hưởng tỷ lệ bổ sung khí LPG đến công suất, suất tiêu hao nhiên liệu, khí thải của động cơ diesel.

2. NHIÊN LIỆU LPG VÀ CHẾ ĐỘ KHẢO SÁT

2.1. Nhiên liệu LPG

LPG là một chất lỏng không màu (trong suốt), không mùi (nhưng được tạo mùi nhằm để dễ phát hiện khi rò rỉ), có tỷ trọng của LPG từ 0,53 ÷ 0,58 kg/lít.

Áp suất tuyệt đối của LPG trong bồn chứa là:

+ 1,7 bars ở -15°C

+ 4,4 bars ở 15°C

+ 12,5 bars ở 50°C

LPG được bảo quản trong bình chứa như một chất lỏng có áp suất không cao (dưới 20 bars). Bên trong bình chứa, LPG có hai trạng thái: hơi và lỏng; chất lỏng nằm ở phần đáy bình và hơi nằm ở phía trên.

Sự giãn nở của LPG vào khoảng 0,25%, chính vì vậy ta phải luôn luôn chứa khí LPG ở khoảng 80% thể tích bồn chứa. Phần còn lại của bồn chứa dành cho phần hơi giãn nở do nhiệt độ môi trường.

Tỷ số ben lửa từ 2,4% ÷ 9,6% trong không khí.

Nhiệt độ tự bốc cháy là 855°F (457°C).

Nhiệt trị thấp: $Q_H = 46 \text{ MJ/kg}$ (tương đương 11000 kCal).

Tỉ số không khí nhiên liệu A/F: 15,5.

Chỉ số Octan: 95 ÷ 105.

LPG không độc hại, tuy nhiên không nên hít vào cơ thể với số lượng lớn vì có thể làm say hay nghẹt thở và không nên bước vào môi trường có đầy hơi gas vì rất nguy hiểm do tính dễ bốc cháy của LPG.

2.2. Chế độ khảo sát

Tiến hành mô phỏng động cơ chạy lưỡng nhiên liệu LPG/diesel bằng cách cung cấp LPG vào đường nạp của động cơ với giả thiết LPG có tỷ lệ thành phần thể tích propan/butan là 50/50 được cấp với lưu lượng đảm bảo tỷ lệ LPG thay thế đã định. Việc xác định tỷ lệ LPG thay thế được thực hiện như sau:

Tỷ lệ LPG thay thế = Lượng diesel được thay thế/ Tổng diesel ban đầu

Trong nghiên cứu này tác giả khảo chế độ độ làm việc trên đường đặc tính ngoài (100% tải) với tốc độ động cơ thay đổi từ 1200 vg/ph đến 2700 vg/ph ở các tỷ lệ nhiên liệu LPG thay thế 10%, 20%.

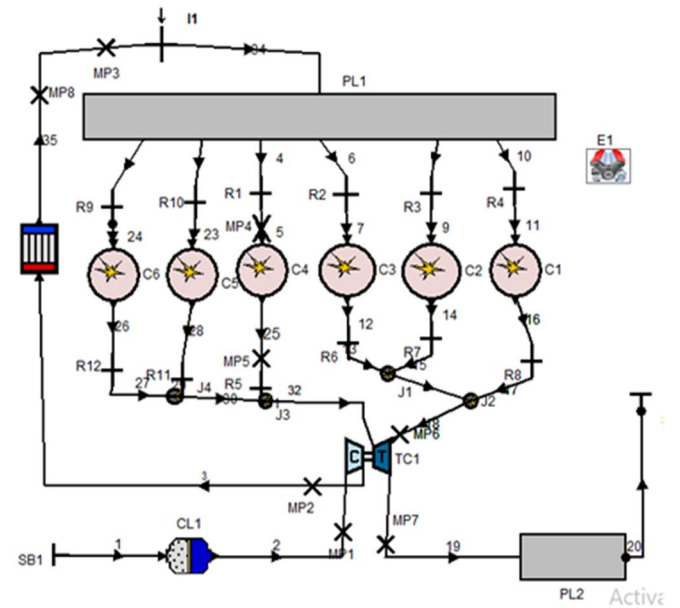
3. THÔNG SỐ KỸ THUẬT VÀ MÔ HÌNH ĐỘNG CƠ

Thông số kỹ thuật của động cơ 6D16T được thể hiện ở bảng 1.

Bảng 1. Các thông số cơ bản của động cơ 6D16T

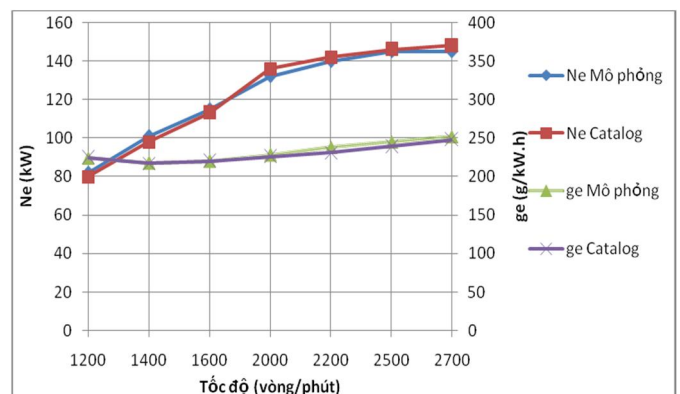
TT	Thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
1	Hành trình piston	S	115	mm
2	Đường kính xylanh	D	118	mm
3	Số xylanh	i	6	-
4	Chiều dài thanh truyền	L	230	mm
5	Công suất định mức ở 2800 vg/ph	N_e	148	kW
6	Mô men max ở 1800 vg/ph	M_e	700	Nm
7	Tỷ số nén	ϵ	16	-
8	Suất tiêu hao nhiên liệu	g_e	220	g/kW.h
9	Góc mở sớm xupap nạp	φ_1	16	độ
10	Góc đóng muộn xupap nạp	φ_2	36	độ
11	Góc mở sớm xupap xả	φ_3	46	độ
12	Góc đóng muộn xupap xả	φ_4	14	độ
13	Góc phun sớm	s	9	độ

TT	Thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
14	Đường kính xupap nạp	D_n	50	mm
15	Đường kính xupap thải	D_t	46	mm
16	Thứ tự làm việc		1-5-3-6-4-2	



Hình 1. Mô hình mô phỏng động cơ diesel - LPG trên AVL-BOOST

Với số liệu động cơ diesel 6D16T như ở bảng 1, kết hợp với thông số kỹ thuật cho trong catalog của hãng. Mô hình động cơ được thành lập như trên hình 1. Độ chính xác của mô hình được đánh giá thông qua việc so sánh một số kết quả như công suất, suất tiêu hao nhiên liệu giữa kết quả thực nghiệm (đã được nhà sản xuất thử nghiệm và ghi trong catalog khi xuất xưởng) với kết quả mô phỏng. Kết quả so sánh công suất, suất tiêu hao nhiên liệu động cơ được thể hiện ở hình 2.



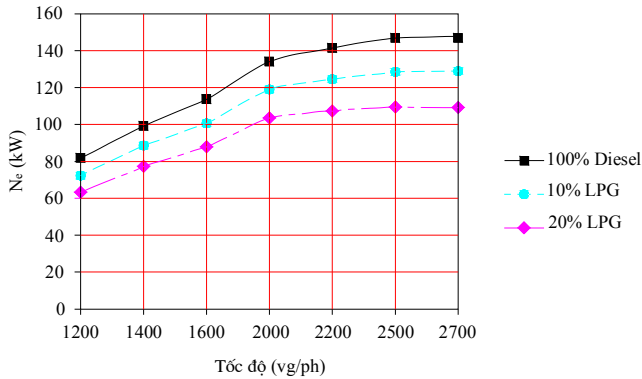
Hình 2. So sánh công suất và mô men của động cơ giữa thực nghiệm và mô phỏng

Đối với mô hình động cơ 6D16T đã xây dựng, giá trị sai lệch công suất và suất tiêu hao nhiên liệu giữa mô phỏng và đặc tính của nhà sản xuất (catalog) lớn nhất là 3,7%. Điều đó cho thấy các thông số và điều kiện biên nhập cho mô hình là hoàn toàn phù hợp. Mô hình đảm bảo độ tin cậy tính toán phát thải động cơ lưỡng nhiên liệu diesel-LPG.

4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

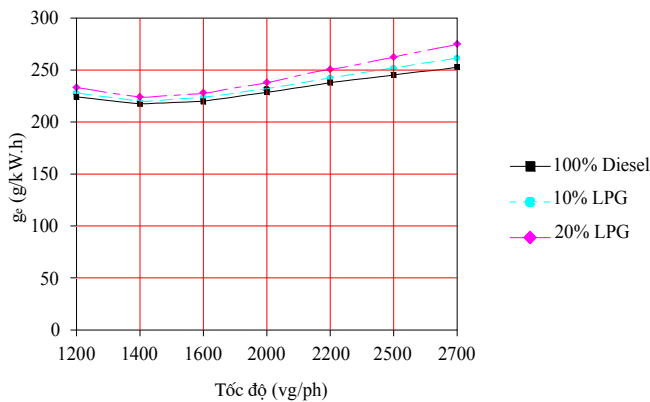
4.1. Công suất

Kết quả mô phỏng ở trên hình 3 cho thấy, công suất trong động cơ diesel-LPG giảm so với động cơ diesel, ở chế độ LPG thay thế 10% diesel mức giảm trung bình là 11,3% và ở chế độ LPG thay thế 20% diesel mức giảm trung bình là 32,0% so với khi sử dụng 100% diesel.



Hình 3. Công suất động cơ ở 100% tải

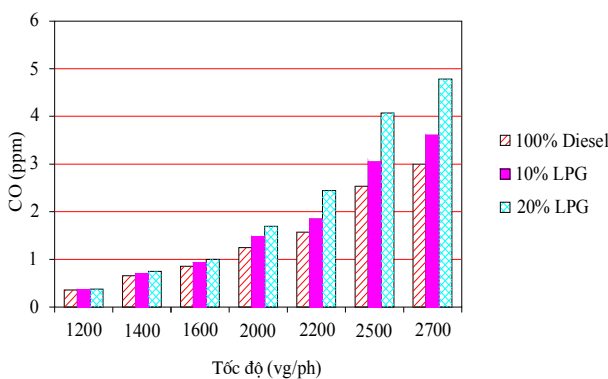
4.2. Suất tiêu hao nhiên liệu



Hình 4. Suất tiêu hao nhiên liệu ở chế độ 100% tải

Kết quả mô phỏng ở trên hình 4 cho thấy, suất tiêu hao nhiên liệu trong động cơ diesel-LPG giảm so với động cơ diesel, ở chế độ LPG thay thế 10% diesel mức giảm trung bình là 1,9% và ở chế độ LPG thay thế 20% diesel mức giảm trung bình là 4,9% so với khi sử dụng 100% diesel.

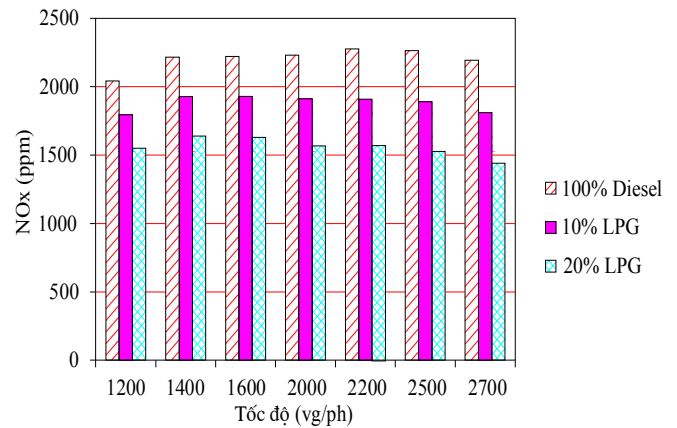
4.3. Phát thải CO



Hình 5. Phát thải CO ở chế độ 100% tải

Kết quả mô phỏng ở trên hình 5 cho thấy, với động cơ diesel sử dụng lượng nhiên liệu diesel-LPG thì hàm lượng CO ở chế độ LPG thay thế 10% diesel mức tăng trung bình 20,9% và ở chế độ LPG thay thế 20% diesel mức tăng trung bình 32,3% so với khi sử dụng 100% diesel. Hàm lượng CO tăng là do hỗn hợp đồng nhất nhiên liệu và không khí quá nghèo, dưới giới hạn cháy nên không cháy hết hoặc màng lửa không lan đến kịp trong không gian buồng cháy.

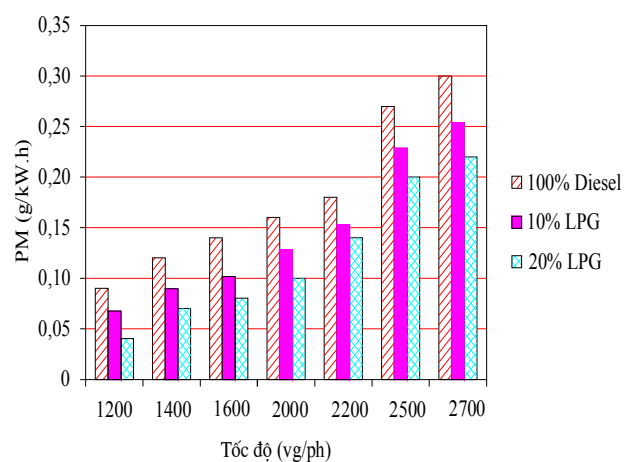
4.4. Phát thải NOx



Hình 6. Phát thải NOx ở chế độ 100% tải

Kết quả mô phỏng ở trên hình 6 cho thấy, với động cơ diesel sử dụng lượng nhiên liệu diesel-LPG thì hàm lượng NOx ở chế độ LPG thay thế 10% diesel mức giảm trung bình 14,7% và ở chế độ LPG thay thế 20% diesel mức giảm trung bình 29,2% so với khi sử dụng 100% diesel. Hàm lượng NOx giảm là do LPG bay hơi sẽ thu nhiệt, nhiệt độ của quá trình cháy giảm làm giảm hàm lượng NOx.

4.5. Phát thải bồ hóng



Hình 7. Phát thải bồ hóng ở chế độ 100% tải

Kết quả mô phỏng ở trên hình 7 cho thấy, với động cơ diesel sử dụng lượng nhiên liệu diesel-LPG thì hàm lượng PM ở chế độ LPG thay thế 10% diesel mức giảm trung bình 20,6% và ở chế độ LPG thay thế 20% diesel mức giảm trung bình 40,8% so với khi sử dụng 100% diesel. PM giảm là do LPG được hòa trộn với không khí trên đường ống nạp nên hỗn hợp khí nạp vào xy lanh tương đối đồng đều, tốc độ

của quá trình cháy do đó sẽ tăng và thời gian cháy nhanh hơn làm giảm khả năng hình thành muội than.

5. KẾT LUẬN

Việc sử dụng lưỡng nhiên liệu LPG/diesel trên động cơ diesel 6D16T hiện hành là rất khả thi. Phương pháp phun LPG vào đường nạp động cơ mang tính thực tế và phù hợp nhất, không yêu cầu phải thay đổi kết cấu động cơ. Kết quả nghiên cứu mô phỏng ứng dụng LPG trên động cơ diesel đã đánh giá được sự ảnh hưởng của tỷ lệ LPG thay thế đến tính năng làm việc, phát thải độc hại và các thông số điều chỉnh tối ưu của động cơ, đồng thời định hướng được việc sử dụng lưỡng nhiên liệu LPG/diesel.

- Khi động cơ sử dụng lưỡng nhiên liệu LPG/diesel với các tỷ lệ LPG khác nhau 10%, 20% tốc độ trên 2200 vg/ph suất tiêu hao nhiên liệu giảm nhiều. Cụ thể ở tốc độ 2700 vg/ph tỷ lệ LPG thay thế 10%, 20% suất tiêu hao nhiên liệu giảm tương ứng là 2,1%; 4,8%.

- Khi sử dụng lưỡng nhiên liệu, phát thải NOx trung bình tăng nhiều trong khi phát thải CO và Soot giảm. Ở chế độ 100% tải, khi thay thế 20% LPG, 100% tải thì phát thải CO tăng 32,3%, PM giảm 40,8%, NOx giảm 29,2%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Mohamed Ali Jemni, Gueorgui Kantchev, Mohamed Salah Abid, 2011. *Influence of intake manifold design on in-cylinder flow and engine performances in a bus diesel engine converted to LPG gas fuelled, using CFD analyses and experimental investigations*. Energy 36 (2011), 2701-2715.

[2]. Heywood, J. B., 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. McGraw Hill, New York.

[3]. Saleh, H.E., 2008. *Effect of variation in LPG composition on emissions and performance in a dual fuel diesel engine*. Fuel 87 (2008), p3031–3039.

[4]. Kumaraswamy, Durga Prasad, 2012. *Performance analysis of dual fuel engine using LPG and diesel with EGR system*. Procedia Engineering 38 (2012) p2784 – 2792.