

NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN SỬ DỤNG JICLO' LPG THÍCH HỢP KHI CHUYỂN ĐỔI ĐỘNG CƠ DIESEL D1146TI SANG SỬ DỤNG LƯƠNG NHIÊN LIỆU LPG/DIESEL

A STUDY ON THE SELECTION OF THE APPROPRIATE LPG JET WHEN CONVERTING THE D1146TI DIESEL ENGINE TO AN LPG/DIESEL DUAL FUEL ENGINE

Nguyễn Phi Cường Anh

Bộ môn Công nghệ Kỹ thuật Ô tô, Viện Kỹ thuật Công nghệ, Trường Đại học Vinh

TÓM TẮT

Việc nghiên cứu sử dụng nhiên liệu LPG trên động cơ diesel ở Việt Nam nhằm mục đích đa dạng hóa nguồn nhiên liệu, tăng tính kinh tế và giảm phát thải độc hại của động cơ đã được nhiều nhà khoa học quan tâm. LPG là loại nhiên liệu ít gây ô nhiễm, đã được nghiên cứu và sử dụng nhiều trên động cơ xăng ở các nước cũng như ở Việt Nam.

Tuy nhiên, khi chuyển đổi từ động cơ diesel sang sử dụng lưỡng nhiên liệu LPG/Diesel, tỷ lệ LPG trong động cơ lưỡng nhiên liệu nhất thiết phải được nghiên cứu cho phù hợp vì nó ảnh hưởng rất lớn đến công suất, nồng độ các thành phần phát thải, tốc độ tăng áp suất trong xy lanh, độ rung động mạnh và phát ra tiếng gõ làm cho tỷ lệ LPG thay thế bị hạn chế, đồng thời làm giảm tuổi thọ động cơ.

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu phương án lựa chọn jiclor phù hợp cho động cơ diesel D1146TI có hệ thống nhiên liệu diesel điều khiển cơ khí truyền thống được chuyển đổi sang sử dụng lưỡng nhiên liệu LPG/Diesel. Tác giả đi vào phân tích, đánh giá ảnh hưởng đường kính jiclor, áp suất LPG sau bộ hóa hơi và vị trí lắp jiclor đến công suất, tiếng gõ và thành phần phát thải khói để lựa chọn vị trí và đường kính jiclor phù hợp với động cơ nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu cho thấy, jiclor có đường kính 1,6 mm, vòi phun lắp ở vị trí trước kết làm mát khí tăng áp và áp suất sau bộ hóa hơi là 2,65 bar là hợp lý nhất.

Từ khóa: Lưỡng nhiên liệu LPG/diesel; Tính năng và phát thải.

ABSTRACT

Study of using LPG fuel in diesel engines to diversify fuel sources, develop the fuel economy and reduce engine gas emissions has caught the interest of many scientists in Vietnam. LPG is a low-polluting fuel, which has been studied and used a lot on gasoline engines in many countries, including Vietnam. However, when converting from a diesel engine to using dual fuel LPG/Diesel, 

especially when increasing the replacement ratio of LPG, the pressure in the cylinder increases, strong vibrations happen and knocking sound is emitted, which limits the replacement rate of LPG, and at the same time, shorten the lifespan or even damage the engine.

This paper presents the results of the study on choosing a suitable jet for the D1146TI diesel engine with the traditional mechanically controlled diesel fuel system converted to using dual fuel LPG/Diesel. The author analyzes and evaluates the influence of jet diameter, LPG pressure after the vaporizer and jet mounting position on the power, knocking sound and smoke emission components, in hopes of selecting the appropriate jet position and diameter with respect to the engine in question. Research results show that the most reasonable configuration is as follows: the jet has a diameter of 1.6 mm, the nozzle is installed in the position in front of the turbocharger cooler and the pressure after the vaporizer is 2.65 bar.

Keywords: LPG/diesel dual fuel; Performance and exhaust emissions.

1. GIỚI THIỆU

Động cơ đốt trong nói chung và động cơ diesel nói riêng hiện đang được sử dụng rộng rãi trong hầu khắp các lĩnh vực kinh tế khác nhau, chiếm tỷ lệ lớn đến hơn 90% trong các phương tiện vận tải đường bộ, đường sông, đường biển, lượng khí thải độc hại trên động cơ diesel gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng [1].

LPG là loại nhiên liệu ít gây ô nhiễm, đã được nghiên cứu và sử dụng nhiều trên động cơ xăng ở các nước cũng như ở Việt Nam [5, 6], đối với động cơ diesel, nhiều kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy, LPG có thể thay thế một phần nhiên liệu diesel, động cơ làm việc dưới dạng lưỡng nhiên liệu, đảm bảo tính năng kỹ thuật, các thành phần phát thải HC tăng, NO_x tăng, CO và Soot giảm mạnh [2, 3].

Tỷ lệ LPG trong động cơ lưỡng nhiên liệu nhất thiết phải được nghiên cứu cho phù hợp vì nó ảnh hưởng rất lớn đến công suất, nồng độ các thành phần phát thải, tốc độ tăng áp suất trong xy lanh, độ rung động mạnh và phát ra tiếng gõ [4].

Vì vậy, trong bài báo này, tác giả nghiên cứu lựa chọn vị trí lắp đặt và đường kính jiclor phù hợp cho động cơ D1146TI được chuyển đổi sang sử dụng lưỡng nhiên liệu LPG/Diesel. Đối tượng nghiên cứu là động cơ diesel D1146TI trang bị hệ thống cung cấp nhiên liệu diesel kiểu cơ khí và hệ thống cung cấp LPG được mua của hãng Eco Gas (Australia). Các jiclor được cung cấp theo bộ với hệ thống LPG, người sử dụng có thể lựa chọn jiclor phù hợp với động cơ của mình.

Việc lựa chọn thành công vị trí lắp đặt và đường kính jiclor cũng chính là tỷ lệ LPG thay thế diesel, là tiền đề cho những nghiên cứu sâu hơn về động cơ lưỡng nhiên liệu LPG/diesel.

2. THIẾT LẬP THÍ NGHIỆM

2.1. Động cơ thử nghiệm

Động cơ thử nghiệm là động cơ 4 xy lanh D1146TI một hàng, bốn kỳ, làm mát bằng nước sử dụng hệ thống cung cấp nhiên liệu điều cơ khí với công suất định mức 151 kW, ở tốc độ 2200 (v/ph) được lắp nhiều trên xe buýt tại Việt Nam.

2.2. Nhiên liệu thử nghiệm

Nhiên liệu diesel thị trường có hàm lượng lưu huỳnh theo tiêu chuẩn là 500 ppm. LPG được chứa trong bình chứa với áp suất 7 bar có tỷ lệ về thể tích của propan/butan là 40,25/59,75.

2.3. Hệ thống thiết bị thử nghiệm

Các thông số kinh tế kỹ thuật của động cơ được xác định trên băng thử điện APA 100 với cân nhiên liệu AVL 733S. Tủ CEB II phân tích các thành phần độc hại trong khí thải: thành phần CO và CO₂ được đo bằng phương pháp hấp thụ tia hồng ngoại (NDIR), thành phần NO_x đo bằng phương pháp quang hóa (CLD), thành phần HC xác định bằng phương pháp ion hóa ngọn lửa (FID). Thiết bị Smart Sampler xác định hàm lượng chất thải dạng hạt bằng phương pháp trọng lượng. Độ khói của khí thải được xác định qua độ đen của giấy lọc bằng thiết bị AVL Smoke Meter 415.

2.4. Nội dung thử nghiệm

+ Thử nghiệm công suất động cơ với các jiclor và vị trí lắp đặt khác nhau.

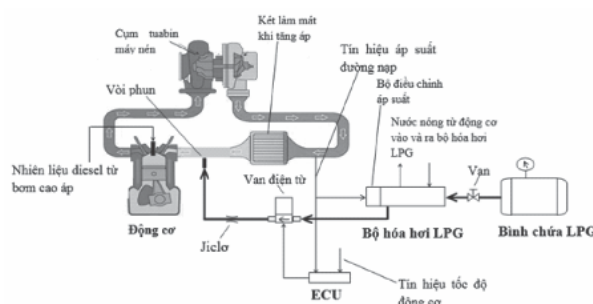
+ Thử nghiệm đo độ khói trong khí thải với các áp suất LPG sau bộ hóa hơi khác nhau.

+ Kết quả đo độ khói trong khí thải với các jiclor khác nhau.

2.5. Hệ thống cung cấp LPG

Trong nghiên cứu này, động cơ được lắp thêm hệ thống cung cấp LPG gồm bình chứa LPG, bộ hóa hơi LPG, bộ điều khiển ECU, van điện từ, jiclor và vòi phun (Hình 1). LPG từ bình chứa đi vào bộ hóa hơi do hãng Eco

Gas (Australia) sản xuất và được hóa hơi hoàn toàn nhờ nhiệt lượng của nước nóng từ động cơ. Sau đó, LPG ở dạng hơi đi qua van điện từ, qua jiclor và tới vòi phun, phun vào đường nạp ở vị trí sau kết làm khí tăng áp. ECU nhận tín hiệu áp suất khí tăng áp trên đường ống nạp và tín hiệu tốc độ động cơ để điều khiển van điện từ. Trong trường hợp giảm tải, ECU điều khiển van điện từ đóng để cắt lượng LPG. Van điện từ cũng đóng khi tốc độ động cơ thấp dưới 1000 vòng/phút để tránh hiện tượng kích nổ do tỷ lệ LPG/diesel lớn. Các jiclor có đường kính trong 0,8 mm; 1,0 mm; 1,2 mm; 1,4 mm; 1,6 mm, kích thước này quyết định lưu lượng LPG phun vào động cơ. Trên bộ hóa hơi LPG có gắn bộ điều chỉnh áp suất. Bộ điều chỉnh này lấy tín hiệu áp suất khí tăng áp trên đường nạp để điều chỉnh áp suất phun LPG ở các chế độ khác nhau.



Hình 1. Sơ đồ lắp đặt hệ thống cung cấp LPG

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

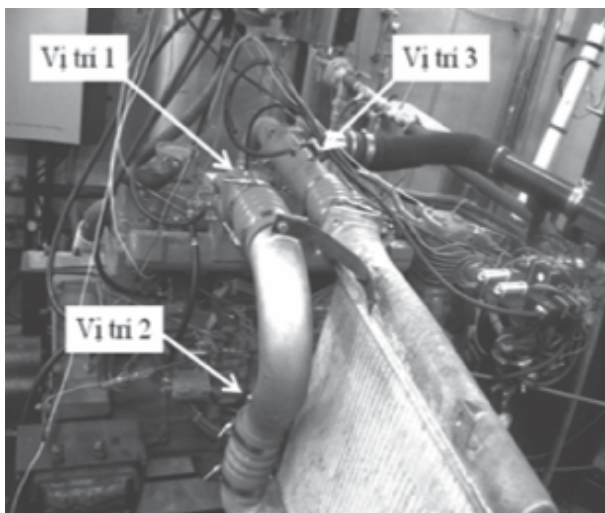
3.1. Lựa chọn jiclor và vị trí lắp đặt cho động cơ

Động cơ được thử nghiệm và đánh giá tính năng kinh tế, kỹ thuật với các jiclor có đường kính khác nhau và vị trí lắp đặt khác nhau (vị trí cung cấp LPG vào đường nạp của động cơ) nhằm lựa chọn ra loại jiclor và vị trí lắp đặt tốt nhất. Có 5 loại jiclor với các đường kính: 0,8 mm; 1,0 mm; 1,2 mm; 1,4 mm; 1,6 mm

mm. Có 3 vị trí gồm: vị trí 1 gần vị trí phân nhánh đường nạp; vị trí 2 ngay sau kết làm mát khí tăng áp; vị trí 3 trước kết làm mát khí tăng áp (hình 2 và hình 3).



Hình 2. Các jiclor với đường kính khác nhau

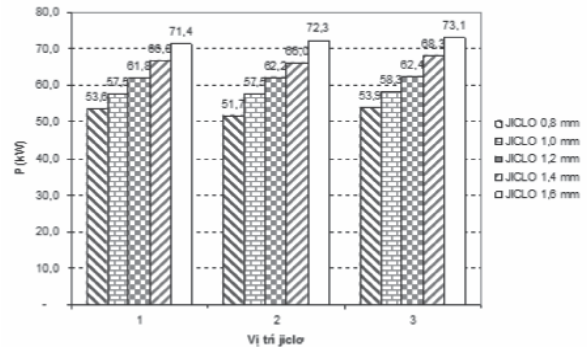


Hình 3. Các vị trí lắp jiclor LPG

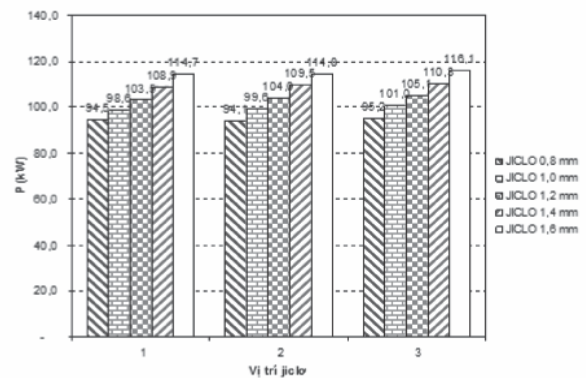
Động cơ được thử nghiệm với 5 jiclor có đường kính khác nhau và 3 vị trí lắp jiclor như trên tại hai chế độ: Chế độ 1 - tốc độ 1400 v/ph, 40% tải và chế độ 2 - tốc độ 1800 v/ph, 60% tải, giữ nguyên lượng nhiên liệu diesel và cung cấp thêm LPG với lượng khác nhau bằng cách thay đổi các jiclor.

3.2. Kết quả thử nghiệm với các jiclor và vị trí lắp đặt khác nhau

3.2.1. Kết quả đo công suất động cơ



Hình 4. Công suất động cơ (kW) với các jiclor lắp tại các vị trí ở chế độ 1



Hình 5. Công suất động cơ (kW) với các jiclor lắp tại các vị trí ở chế độ 2

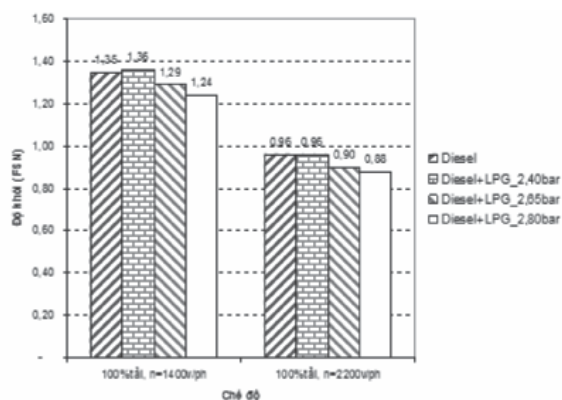
Kết quả trên hình 4 và hình 5 cho thấy, công suất động cơ tăng tỷ lệ thuận với kích thước đường kính jiclor do lượng LPG cung cấp thêm nhiều hơn. Vòi phun lắp ở vị trí số 3 thường cho công suất lớn nhất, do tại vị trí này thời gian hòa trộn LPG và không khí dài hơn nên chất lượng quá trình hòa trộn tốt hơn.

3.2.2. Kết quả đo độ khối trong khí thải với các áp suất LPG sau bộ hóa hơi khác nhau

Để lựa chọn áp suất sau bộ hóa hơi hợp

lý, độ khối trong khí thải được đo trong trường hợp áp suất sau bộ hóa hơi là 2,4 bar; 2,65 bar và 2,8 bar với jiclor 1,6 mm; chế độ động cơ 100% tải ở 1400 v/ph và 2200 v/ph.

Kết quả trên hình 6 cho thấy, so với trường hợp sử dụng nhiên liệu diesel, khi sử dụng lượng nhiên liệu với áp suất sau bộ hóa hơi là 2,4 bar, độ khối không giảm; với áp suất 2,65 bar và 2,8 bar, độ khối giảm trung bình 5,3% và 8,2%. Tuy nhiên, với áp suất 2,8 bar, động cơ rung động và có hiện tượng kích nổ ở các chế độ tải nhỏ, đồng thời lượng LPG dư không sử dụng được trong bình chứa cũng lớn hơn. Do đó, lựa chọn áp suất sau bộ hóa hơi là 2,65 bar.

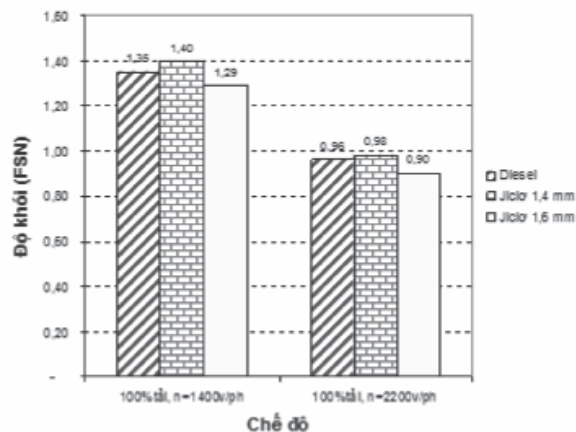


Hình 6. Độ khối trong khí thải với các áp suất LPG khác nhau

3.2.3. Kết quả đo độ khối trong khí thải với các jiclor khác nhau

Với áp suất LPG sau bộ hóa hơi là 2,65 bar, độ khối được so sánh khi dùng jiclor 1,4 mm với jiclor 1,6 mm tại hai chế độ làm việc của động cơ nói trên. Kết quả trên hình 7 cho thấy, độ khối khi sử dụng lượng nhiên liệu với jiclor 1,4mm cao hơn khi sử dụng diesel trung bình khoảng 3,5%, trong khi đó độ khối với jiclor 1,6mm thấp hơn trường hợp sử dụng diesel là 5,3%. Thử nghiệm với jiclor 1,6 mm,

áp suất sau bộ hóa hơi 2,65 bar không có hiện tượng kích nổ trên toàn dải tốc độ.



Hình 7. Độ khối trong khí thải với các jiclor khác nhau

Từ các kết quả trên cho thấy, phương án sử dụng jiclor có đường kính 1,6 mm, vòi phun lắp ở vị trí số 3 (trước kết làm mát khí tăng áp) và áp suất sau bộ hóa hơi là 2,65 bar là hợp lý nhất.

4. KẾT LUẬN

Hoàn toàn có thể sử dụng LPG trên động cơ diesel hiện hành dưới dạng động cơ lưỡng nhiên liệu mà vẫn đảm bảo công suất động cơ và có thể chế tạo hệ thống cung cấp LPG để sử dụng trên các loại động cơ diesel truyền thống.

Đối với hệ thống cung cấp LPG cho động cơ D1146TI do hãng Eco Gas (Australia) sản xuất, phương án sử dụng jiclor có đường kính 1,6 mm, vòi phun lắp ở vị trí trước kết làm mát khí tăng áp và áp suất sau bộ hóa hơi là 2,65 bar là hợp lý nhất.❖

Ngày nhận bài: 10/10/2022

Ngày phản biện: 20/10/2022



Tài liệu tham khảo:

- [1]. Phạm Minh Tuấn; *Khí thải động cơ và ô nhiễm môi trường*. NXB. Khoa học và Kỹ thuật, 2008, Hà Nội.
- [2]. Nguyễn Tường Vi; *Ảnh hưởng của việc sử dụng LPG/diesel đến đặc tính phát thải của động cơ diesel*. Tuyển tập Hội nghị Khoa học thường niên ĐHTL, 2020.
- [3]. Hakan Bayraktar; *Investigating the effects of LPG on spark ignition engine combustion and performance*. Energy Conversion and Management 46, 2005.
- [4]. Nguyễn Tường Vi; Luận án Tiến sĩ kỹ thuật. Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội, 2014.
- [5]. Phạm Quốc Thái, Phan Minh Đức, Nguyễn Văn Minh Trí; *Nghiên cứu thiết kế bộ điều khiển phun LPG cho động cơ đốt cháy cưỡng bức*. Tạp chí Khoa học - Công nghệ, Đại học Đà Nẵng, Số 4 (33) 2009.
- [6]. Cha-Lee Myung, Juwon Kim, Kwanhee Choi, In Goo Hwang, Simsoo Park; *Comparative study of engine control strategies for particulate emissions from direct injection light-duty vehicle fueled with gasoline and liquid phase liquefied petroleum gas (LPG)*. Fuel 94 (2012) 348–355.
- [7]. J. W. Lee, H. S. Do, S. I. Kweon, K. K. Park And J. H. Hong; *Effect of various LPG supply systems on exhaust particle emission in spark-ignited combustion engine*. International Journal of Automotive Technology, Vol. 11, No. 6, pp.793–800 (2010).