

NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ, LẮP ĐẶT VÀ QUY TRÌNH VẬN HÀNH XE Ô TÔ SỬ DỤNG LƯƠNG NHIÊN LIỆU LPG/DIESEL

KS. Đào Văn Tuấn, ThS. Trần Mai Khôi, ThS. Vũ An, ThS. Nguyễn Thị Thu Hiền
ThS. Hoàng Mai Chi, ThS. Tạ Quang Minh, KS. Lương Văn Thường, ThS. Nguyễn Văn Nhân
Viện Dầu khí Việt Nam
Email: tuandv@vpi.pvn.vn

Tóm tắt

Lương nhiên liệu LPG/diesel được sử dụng khá phổ biến trên thế giới, giúp đa dạng hóa nguồn nhiên liệu, góp phần giảm ô nhiễm môi trường. Tuy nhiên, ở Việt Nam mới nghiên cứu thử nghiệm hiện trường dạng đơn lẻ. Trong bài báo này, nhóm tác giả giới thiệu một số nguyên tắc thiết kế, lắp đặt, quy trình vận hành để đảm bảo an toàn cho các xe chuyển đổi sang sử dụng lương nhiên liệu LPG/diesel và đề xuất một số giải pháp về cơ chế, chính sách để phát triển bền vững, hiệu quả việc sử dụng lương nhiên liệu LPG/diesel cho giao thông vận tải ở Việt Nam.

Từ khóa: Thiết kế, lương nhiên liệu LPG/diesel.

1. Giới thiệu

Việc sử dụng lương nhiên liệu LPG/diesel cho các phương tiện giao thông vận tải là một trong những giải pháp quan trọng giúp giảm ô nhiễm môi trường do khí thải động cơ gây ra. Để đảm bảo an toàn và hiệu quả cho các xe sử dụng lương nhiên liệu LPG/diesel cần nghiên cứu từ khâu thiết kế, lắp đặt cho đến quy trình vận hành cho phù hợp với từng dòng xe.

Bài báo giới thiệu một số kết quả nghiên cứu về thiết kế, lắp đặt và vận hành hệ thống cấp LPG trên dòng xe khách Transinco đang sử dụng đơn nhiên liệu diesel.

2. Thiết kế, lắp đặt hệ thống cấp LPG cho xe khách Transinco

2.1. Khảo sát vị trí lắp đặt hệ thống cấp LPG

Đối với dòng xe khách Transinco có động cơ ở phía sau, trong quá trình lắp đặt phải chia thiết bị cung cấp LPG thành 3 cụm chi tiết ở 3 vị trí khác nhau:

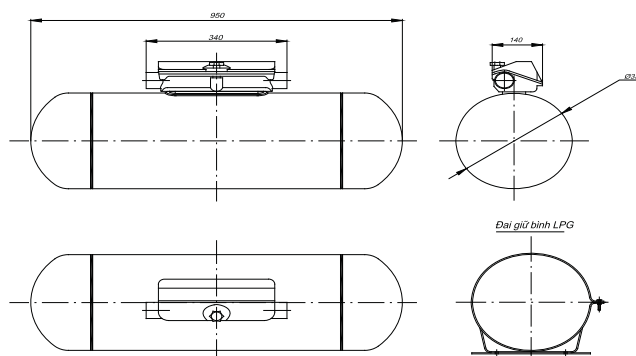
- Các chi tiết như bộ hóa hơi LPG, van điện từ, bộ lọc LPG, vòi phun và cảm biến áp suất tăng áp đường nạp được lắp đặt trong khoang chứa động cơ để đảm bảo giảm tổn thất nhiệt và thuận lợi cho việc lấy nước làm mát từ động cơ;
- Bình chứa LPG được lắp trong khoang đựng đồ của xe để tránh bị va đập khi xe di chuyển và thuận tiện cho việc nạp LPG tại các trạm nạp;
- Bộ ECU, công tắc ON/OFF, đồng hồ báo mức LPG, role... được lắp đặt trên khoang lái để lái xe dễ quan sát và điều khiển.

2.2. Thiết kế vị trí lắp đặt bình chứa LPG trên xe khách Transinco

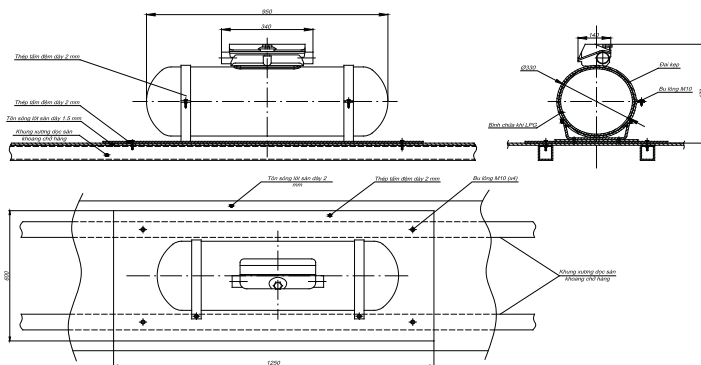
Việc thiết kế hệ thống cấp LPG phải đảm bảo sự phân bố trọng lượng lên các trục của xe ô tô sau cải tạo phải tương tự như xe ô tô nguyên mẫu; đảm bảo kích thước chiều dài và chiều rộng của ô tô không thay đổi; công nghệ đơn giản, phù hợp với khả năng cung ứng vật tư, trình độ công nghệ của các cơ sở sản xuất trong nước. Ô tô sau cải tạo đảm bảo chuyển động an toàn trên mọi loại đường giao thông.

Bình chứa LPG có kết cấu hình trụ nằm ngang, kích thước $\Phi 330 \times 950\text{mm}$, dung tích 65 lít. Trên bình có van cơ khí đóng mở LPG bằng tay, van điện từ đóng mở LPG, đồng hồ báo mức LPG và van nạp LPG (Hình 1).

Bình chứa LPG được lắp đặt trên tấm thép đệm dày 2mm thông qua hai đai kẹp ở hai phía đầu bình (Hình 2). Đai kẹp được lắp lên tấm thép bằng các bulông M10. Tấm thép đệm được lắp lên khung xương dọc sàn xe bằng 4 bulông M10. Bình chứa LPG được lắp dọc theo chiều dài thân xe. Van nạp LPG được hướng ra bên ngoài giúp thao tác bơm



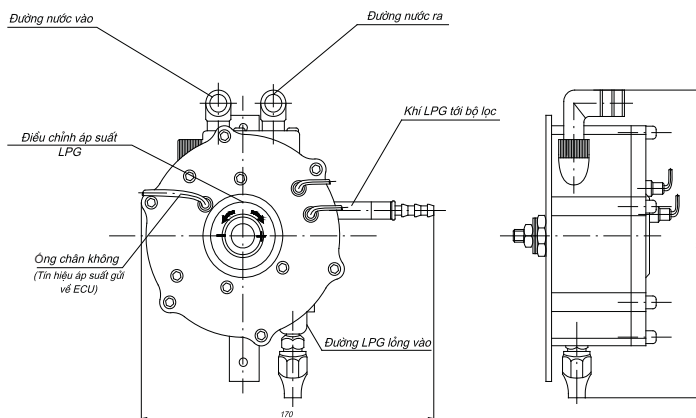
Hình 1. Kết cấu bình chứa LPG



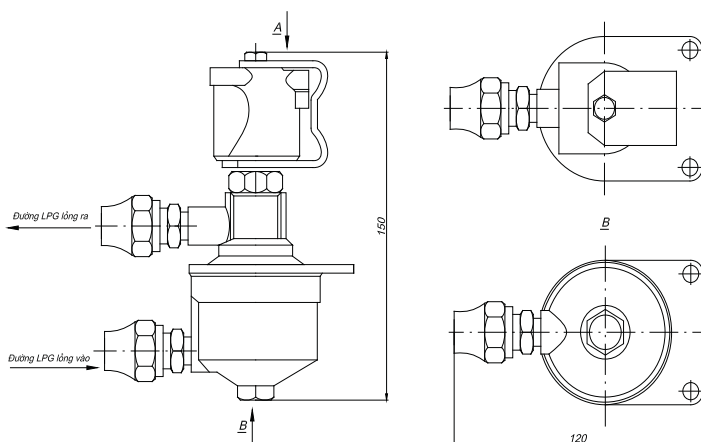
Hình 2. Bản vẽ lắp đặt bình LPG lên dòng xe khách Transinco



Hình 3. Kết cấu và vị trí lắp đặt bình LPG trên xe khách Transinco



Hình 4. Kết cấu của bộ hóa hơi LPG



Hình 5. Kết cấu của van điện từ

nạp thực hiện dễ dàng, thuận tiện cho việc đóng mở van cơ khí trên bình chứa LPG và có thể quan sát đồng hồ báo mức LPG khi đứng bên ngoài xe.

2.3. Phương án cấp nhiệt và bố trí bộ chuyển đổi hóa hơi LPG, van điện từ lên xe

Nhiên liệu LPG từ dạng lỏng được chuyển sang dạng hơi bằng bộ hóa hơi (Hình 4). Bộ hóa hơi LPG được chế tạo bằng nhôm, bên trong có một khoang rỗng chứa LPG và đường nước đi xung quanh khoang này.

LPG từ bình chứa qua đường ống dẫn vào trong khoang của bộ hóa hơi thông qua van một chiều, van có thể điều chỉnh lưu lượng LPG đi qua trước khi vào khoang hóa hơi.

Bộ hóa hơi được cấp nhiệt bằng nước làm mát động cơ. Trên bộ hóa hơi có gắn cảm biến nhiệt. Khi nhiệt độ nước $\geq 50^{\circ}\text{C}$, cảm biến sẽ tác dụng để đóng công tắc nhiệt thông mạch điện áp cấp cho ECU để điều khiển hệ thống cấp LPG.

Để đảm bảo LPG lỏng không vào bộ hóa hơi khi nhiệt độ nước làm mát còn thấp, van điện từ được gắn trước bộ hóa hơi (Hình 5). Van điện từ chỉ làm việc khi đủ hai điều kiện: động cơ đang ở trạng thái làm việc và nhiệt độ nước làm mát qua bộ hóa hơi $\geq 50^{\circ}\text{C}$.

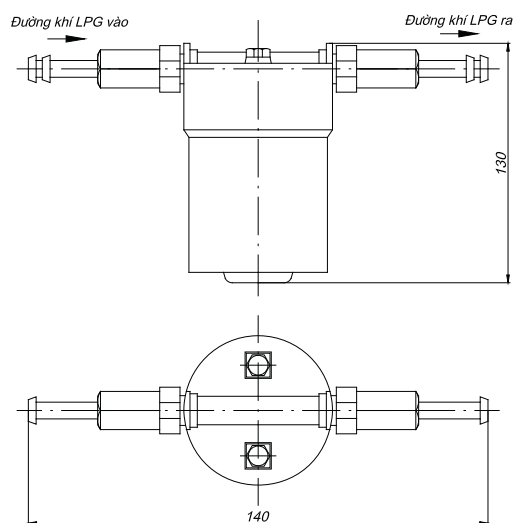
Để đảm bảo an toàn cho động cơ, LPG trước khi vào đường nạp động cơ được đi qua bộ lọc LPG (Hình 6). Bộ lọc LPG lọc các bụi, cặn bị lẫn vào LPG trong quá trình sản xuất hoặc quá trình nạp LPG.

Sau khi khảo sát, tính toán vị trí lắp đặt, toàn bộ thiết bị bộ hóa hơi, van điện từ, bộ lọc LPG trong khoang động cơ được đặt trên một tấm bảng sắt, sau đó gắn vào sắt xi của xe. Bản vẽ lắp đặt bộ hóa hơi, van điện từ và lọc LPG được thể hiện trên Hình 7.

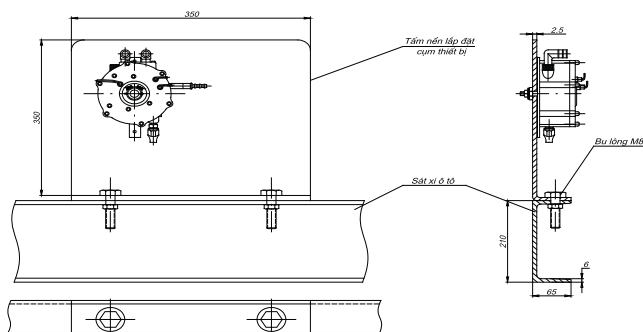
2.4. Thiết kế lắp đặt ECU và công tắc đóng mở LPG dòng xe khách Transinco

Bộ ECU của hệ thống cung cấp LPG (Hình 9) có gắn đồng hồ hiển thị áp suất tăng áp đường nạp; đồng thời có các phím chức năng để cài đặt hệ thống LPG trong quá trình lắp đặt và vận hành hệ thống.

Công tắc đóng mở LPG (Hình 9) có tác dụng cung cấp điện áp cho toàn hệ thống cấp LPG. Trên công tắc còn có các mức LPG để bảo lượng LPG trong bình chứa. Vì thế, vị trí lắp đặt ECU và công tắc đóng mở LPG phải được đặt tại khoang lái, cho phép lái xe có thể đóng mở hệ thống cấp LPG và kiểm tra hiện trạng làm việc của hệ thống LPG.



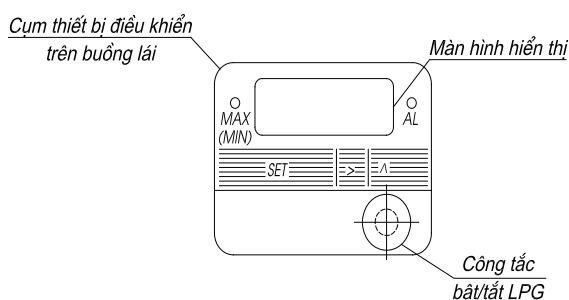
Hình 6. Kết cấu của bộ lọc LPG



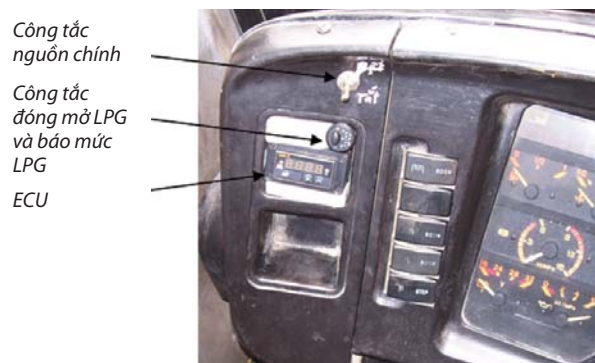
Hình 7. Thiết kế lắp đặt bộ hóa hơi, van điện từ, lọc LPG



Hình 8. Các bộ phận cấp LPG cho xe khách Transinco



Hình 9. Kết cấu bộ điều khiển LPG (ECU) và công tắc bật tắt LPG



Hình 10. Ảnh chụp thực tế vị trí ECU và công tắc LPG khoang lái trên xe

Sau khi tiến hành lắp đặt hệ thống cung cấp khí LPG lên xe như tiến trình nêu trên, xe khách Transinco có thiết kế tổng thể sau cải tạo sử dụng được lưỡng nhiên liệu LPG/Diesel (Hình 11).

2.5. Quy trình kiểm tra hệ thống cấp LPG và vận hành xe

2.5.1. Kiểm tra hệ thống cung cấp LPG sau khi lắp đặt

Sau khi lắp đặt xong toàn bộ hệ thống cung cấp LPG, cần hiệu chỉnh tỷ lệ nhiên liệu LPG/diesel (góc phun sớm động cơ) cho phù hợp và tiến hành kiểm tra như sau:

- Các mối lắp ghép đảm bảo đủ bền trong quá trình sử dụng xe 12 tháng;
- Làm sạch các mặt kim loại trong quá trình lắp thêm các chi tiết để tránh mài mòn các chi tiết khác trong động cơ;
- Mở van cơ khí tại bình LPG, kiểm tra hiện tượng rò rỉ LPG của bình chứa;
- Bật công tắc hệ thống cấp LPG, kiểm tra rò rỉ LPG ở các điểm nối và trên toàn đường ống;
- Định kỳ 12 tháng hoặc 100.000km (tùy theo điều kiện nào đạt được trước) tiến hành kiểm tra an toàn lại tại các điểm nối, đường ống dẫn LPG.

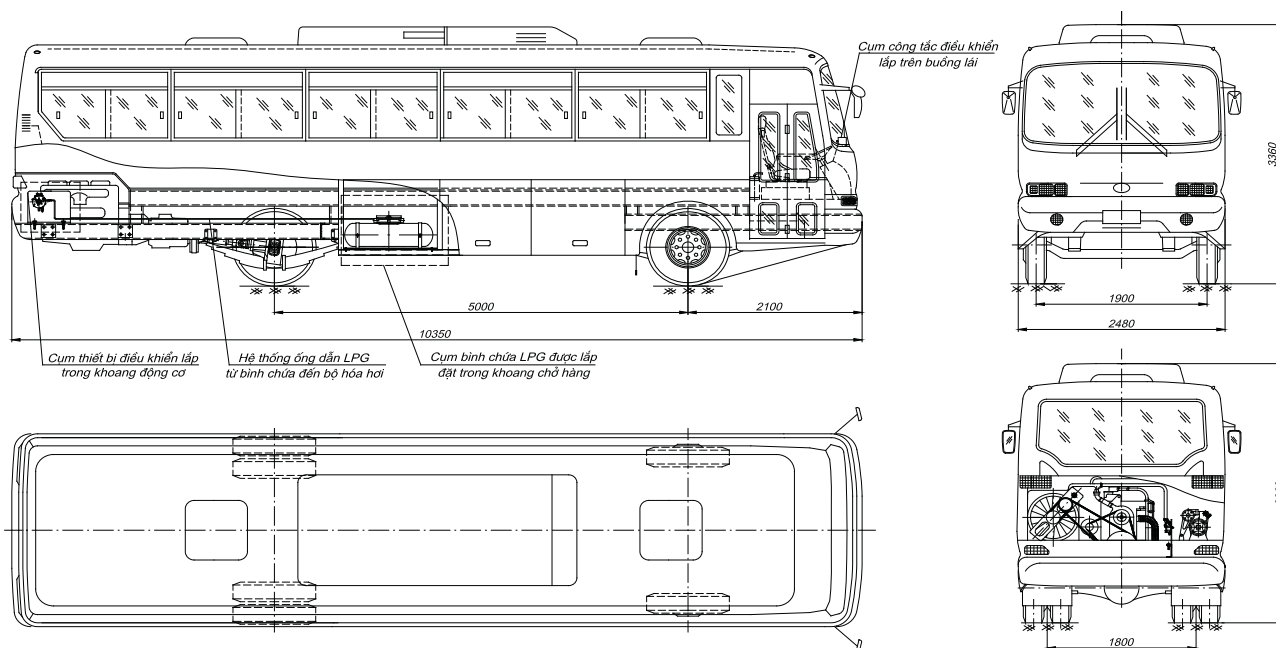
2.5.2. Quy trình vận hành xe sau chuyển đổi sang sử dụng LPG/diesel

Tiến hành nổ máy xe tại chỗ kiểm tra nhiệt độ kích hoạt công tắc nhiệt của bộ hóa hơi LPG cho các xe chuyển đổi;

Sau khi nạp lượng nhiên liệu LPG/diesel lần đầu, kiểm tra lại tình trạng xe bằng cách nổ máy, thay đổi chế độ ga trong 15 phút;

Tiến hành chạy rà khoảng 30 - 50km (sau khi lắp đặt hệ thống cấp LPG) để kiểm tra khả năng hoạt động ổn định của hệ thống cấp LPG;

Kiểm tra áp suất tăng áp đường nạp LPG và nhiệt độ dầu bôi trơn sau mỗi quãng đường chạy 500km.



Hình 11. Thiết kế tổng thể sau khi lắp đặt hệ thống cung cấp LPG cho xe khách Transinco

3. Kết quả thử nghiệm hiện trường giữa xe khách Transinco sử dụng đơn nhiên liệu diesel và lưỡng nhiên liệu LPG/diesel

Kết quả thử nghiệm được thể hiện bằng đồ thị so sánh trực tiếp giữa xe khách Transinco sử dụng đơn nhiên liệu và lưỡng nhiên liệu LPG/diesel cho thấy tác động của nhiên liệu đối với khí thải các xe thử nghiệm.

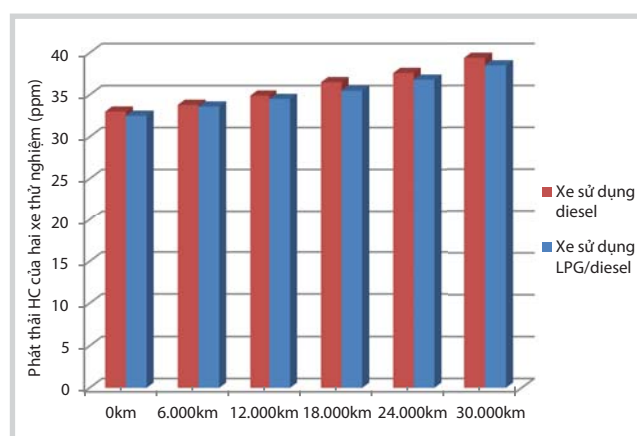
Từ các đồ thị biểu diễn phát thải (Hình 12 - 15) cho thấy, cả hai xe ô tô thử nghiệm sau khi chạy thử nghiệm hiện trường 30.000km làm cho khe hở giữa piston và xilanh tăng dẫn đến quá trình cháy kém hơn, tiêu thụ nhiều nhiên liệu hơn nên tăng độ khói và phát thải nhiều CO, HC, CO₂... Đặc biệt, xe sử dụng đơn nhiên liệu diesel tăng phát thải nhiều CO₂, HC hơn so với xe sử dụng lưỡng nhiên liệu LPG/diesel.

3.1. Kết quả thử nghiệm qua phân tích dầu bôi trơn sau quãng đường 30.000km (định kỳ 6.000km lấy dầu bôi trơn)

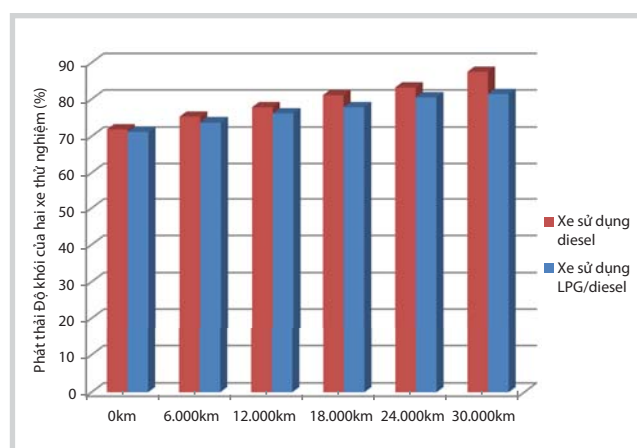
Dầu bôi trơn PLC Komat CF được sử dụng trong quá trình chạy thử nghiệm hiện trường. Các kết quả thử nghiệm qua phân tích các chỉ tiêu hóa lý của các mẫu dầu bôi trơn được tổng hợp trong Bảng 1.

Từ các kết quả trên cho thấy mức độ thay đổi các chỉ tiêu trong quá trình chạy thử nghiệm như sau:

- Độ nhớt động học ở 100°C của các mẫu dầu (Bảng 1) trên cả hai xe sau 30.000km chạy thử nghiệm thay đổi không nhiều. Do đó, có thể coi hai loại nhiên liệu động cơ hoạt động ổn định trong quá trình chạy thử nghiệm.
- Nhiệt độ chớp cháy của dầu (Bảng 1) trên cả hai xe



Hình 12. Phát thải HC của hai xe sau quãng đường thử nghiệm 30.000km

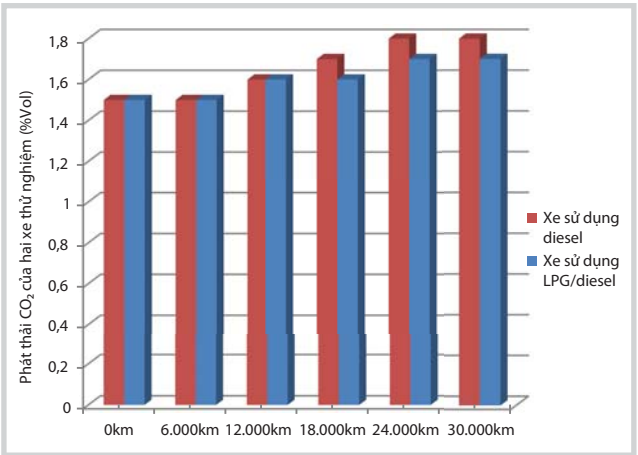


Hình 13. Phát thải độ khói của hai xe sau quãng đường thử nghiệm 30.000km

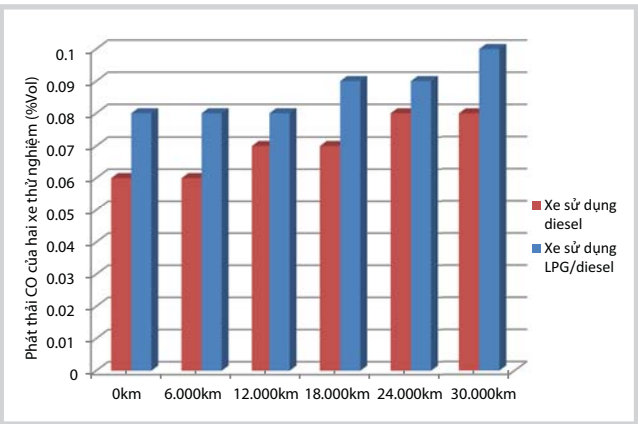
sử dụng LPG/diesel và diesel khoảng biến đổi khá giống nhau. Tuy nhiên, đến cuối chu kỳ chạy thử nghiệm nhiệt độ chớp cháy của xe sử dụng LPG/diesel duy trì cao hơn xe sử dụng đơn nhiên liệu diesel khoảng 7 - 8°C.

- Trị số kiểm tổng của dầu bôi trơn (TBN) trên cả hai xe thử nghiệm có xu hướng giảm dần và hết chu kỳ thay dầu đều còn cao. Điều này cho thấy dự trữ kiểm của dầu còn tốt. Xe chạy LPG/diesel có TBN cao hơn xe chạy diesel có thể lý giải lượng nhiên liệu khi cháy mang tính acid thấp hơn nhiên liệu đơn diesel.

- Từ kết quả phân tích, hàm lượng kim loại trong dầu bôi trơn của 2 xe thử nghiệm sau mỗi chu kỳ thay dầu



Hình 14. Phát thải CO₂ của hai xe sau quãng đường thử nghiệm 30.000km



Hình 15. Phát thải CO của hai xe sau quãng đường thử nghiệm 30.000km

6.000km tương đối thấp, cho thấy hai nhóm nhiên liệu thử nghiệm không ảnh hưởng đến các chi tiết chịu ma sát. Qua đó, hiện tượng mài mòn cũng như ăn mòn các chi tiết trong động cơ là thấp, ảnh hưởng không đáng kể đến tuổi thọ các chi tiết trong động cơ.

- Lượng nhiên liệu lọt xuống dầu bôi trơn: Hàm lượng nhiên liệu lọt xuống dầu bôi trơn (Bảng 1) của các mẫu dầu bôi trơn rất thấp ở cả 2 xe thử nghiệm, có thể khẳng định cả 2 loại nhiên liệu LPG/diesel và diesel khoáng sử dụng cho 2 xe không ảnh hưởng đến secmăng, xilanh, piston và các chi tiết khác của động cơ trong suốt quá trình thử nghiệm. Đặc biệt, mức độ lọt nhiên liệu xuống dầu bôi trơn của xe chạy LPG/diesel qua phân tích cho thấy thấp hơn so với xe chạy diesel.

3.2. Kết quả thử nghiệm qua các chi tiết ma sát chính

Kết quả thử nghiệm qua các chi tiết ma sát chính của hai xe khách Transinco thông qua phân tích hạt kim loại mài mòn trong dầu bôi trơn bằng phương pháp Ferrograph. Việc đánh giá các Ferrogram thu được từ các mẫu dầu của các xe thử nghiệm được thể hiện trên Bảng 2.

Theo Bảng 2, các hạt dạng khúc, dạng cầu, hạt mài mòn nghiêm trọng, dạng mài mòn cắt... không xuất hiện. Tuy nhiên, sau 24.000km có xuất hiện các hạt dạng oxide kim loại đen, oxide kim loại đỏ ở xe đơn nhiên liệu diesel tuy ở mức nhỏ. Trên cơ sở đó có thể đánh giá cả hai loại nhiên liệu LPG/diesel và diesel không gây ảnh hưởng xấu đến dầu bôi trơn và tình trạng bôi trơn của xe.

Qua các kết quả phân tích một số chỉ tiêu chính của động cơ như chỉ tiêu phát thải, phân tích dầu bôi trơn và các chi tiết ma sát chính của động cơ có thể khẳng định việc chuyển đổi không thay đổi tính năng kỹ thuật của xe khách.

Bảng 1. Kết quả phân tích các chỉ tiêu của 2 xe chạy thử nghiệm sau 6.000km, 12.000km, 18.000km, 24.000km và 30.000km

Quãng đường thử nghiệm (km)	Chỉ tiêu	Độ nhớt động học ở 100°C, cSt	Trị số kiểm tổng, mgKOH/g	Nhiệt độ chớp cháy cốc hở, °C	Hàm lượng nhiên liệu lọt xuống dầu, % khối lượng	Tổng hàm lượng kim loại, % khối lượng		
						Fe	Cu	Pb
Sau 6.000km	17K - 4229	14,54	9,85	205	0,31	0,01	0,0011	0,0012
	17K - 8579	14,95	9,97	210	0,22	0,011	0,001	0,0011
Sau 12.000km	17K - 4229	14,52	9,82	203	0,35	0,011	0,0013	0,0012
	17K - 8579	14,82	9,96	209	0,23	0,010	0,001	0,001
Sau 18.000km	17K - 4229	14,55	9,79	202	0,39	0,012	0,0013	0,0012
	17K - 8579	14,97	9,95	210	0,24	0,011	0,001	0,001
Sau 24.000km	17K - 4229	14,50	9,76	202	0,44	0,013	0,0013	0,0013
	17K - 8579	14,89	9,94	207	0,25	0,012	0,0011	0,0011
Sau 30.000km	17K - 4229	14,41	9,70	198	0,52	0,013	0,0015	0,0013
	17K - 8579	14,78	9,92	207	0,26	0,012	0,001	0,0012

Ghi chú: Xe biển kiểm soát 17K - 4229: Sử dụng đơn nhiên liệu; Xe biển kiểm soát 17K - 8579: Sử dụng lượng nhiên liệu

Bảng 2. Đánh giá Ferrogram theo một số hạt mài đặc trưng của 2 xe chạy thử nghiệm

Quãng đường thử nghiệm	Đánh giá mức độ hạt của mẫu dầu lấy tại 2 xe Transinco									
	Sau 6.000km		Sau 12.000km		Sau 18.000km		Sau 24.000km		Sau 30.000km	
Loại hạt	17K-4229	17K-8579	17K-4229	17K-8579	17K-4229	17K-8579	17K-4229	17K-8579	17K-4229	17K-8579
Hạt cò sắt thường	Ít	Ít	TB	Ít	TB	TB	Nhiều	TB	Nhiều	Nhiều
Hạt khúc do mối	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không
Hạt cầu	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không
Hạt dẹt	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Ít	Không	Ít	Không
Mòn nghiêm trọng	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không
Hạt mài mòn cắt	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không
Hạt ăn mòn	Ít	Ít	Ít	Ít	Ít	Ít	Ít	Ít	Ít	Ít
Hạt oxide kim loại đỏ	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Ít	Không
Hạt oxide kim loại đen	Không	Không	Không	Không	Không	Không	Ít	Không	Ít	Không

4. Kết luận

Bài báo trình bày các nguyên tắc từ thiết kế, lắp đặt và vận hành xe sử dụng lưỡng nhiên liệu LPG/diesel trong điều kiện ở Việt Nam một cách an toàn, hiệu quả. Trên cơ sở đó, Viện Dầu khí Việt Nam đã thiết kế, lắp đặt và chạy thử nghiệm thành công các ô tô sử dụng lưỡng nhiên liệu LPG/diesel trên thực tế đường trường ở quãng đường dài (30.000km) và đảm bảo các tính năng kỹ thuật của động cơ.

Các kết quả thử nghiệm về chỉ tiêu phát thải cho thấy việc triển khai, nhân rộng sử dụng lưỡng nhiên liệu LPG/diesel cho các phương tiện giao thông vận tải sẽ góp phần quan trọng giảm ô nhiễm môi trường.

Nhóm tác giả đề xuất Chính phủ và các Bộ/Ngành sớm xây dựng chính sách hỗ trợ cho việc ứng dụng nhiên liệu khí trong giao thông vận tải ở Việt Nam, chủ yếu nên tập trung vào các giải pháp sau: miễn/giảm các loại thuế liên quan cho các thiết bị lưỡng nhiên liệu LPG/diesel; trợ giá khí LPG cho các xe autogas; giảm phí đường bộ, cầu phà cho phương tiện có sử dụng nhiên liệu LPG.

Tài liệu tham khảo

1. Phạm Hữu Tuyến, Lê Anh Tuấn, Nguyễn Thế Trực, Vũ Khắc Thiện. *Nghiên cứu sử dụng lưỡng nhiên liệu LPG/diesel trên động cơ diesel*. Tạp chí Giao thông Vận tải. 2011; 1 + 2.
2. Vũ An và nnk. *Nghiên cứu sử dụng lưỡng nhiên liệu diesel/khí hóa lỏng (LPG) đồng thời chuyển đổi động cơ diesel trên xe buýt theo hướng phù hợp nhằm giảm thiểu ô nhiễm môi trường tại các đô thị lớn ở Việt Nam*. Viện Dầu khí Việt Nam. 2010.
3. Blackmer Dover Company. *Liquefied gas handbook*. 2008.
4. Fitting Instructions. *Platinum series led map ecu under-bonnet LPG kit*.
5. Doosan Infracore. *Maintenance Manual, Diesel Engine D1146, D1146TI, D1146TIS*.
6. www.chipit.com.au.

Study, design, installation and operating procedures for buses using LPG/diesel fuel

Dao Van Tuan, Tran Mai Khoi, Vu An, Nguyen Thi Thu Hien
Hoang Mai Chi, Ta Quang Minh, Luong Van Thuong, Nguyen Van Nhan
Vietnam Petroleum Institute

Summary

The use of the dual fuel LPG/diesel has been quite popular all over the world as one kind of alternative fuel and contributes to reduction of environmental pollution. However in Vietnam, LPG/diesel trials have only been carried out on diesel vehicles for research purposes.

In this paper, the principles of the design, installation and operating procedures of dual fuel vehicles will be presented. Moreover, the authors make recommendations for using LPG on diesel engines and propose that some policies and mechanisms to be developed for the sustainable development and effective use of LPG/diesel for transportation in Vietnam.

Key words: Design, dual fuel LPG/diesel.