

SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU KHÍ HÓA LỎNG CHO ĐỘNG CƠ DIESEL – HƯỚNG ĐI MỚI CHO VIỆC NGĂN NGỪA Ô NHIỄM MÔI TRƯỜNG

USE OF LIQUEFIED GAS AS FUEL FOR DIESEL ENGINES TO REDUCE ENVIRONMENT POLLUTION BY ENGINE EMISSIONS

TS. NGUYỄN HUY HÀO

Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Sử dụng nhiên liệu khí hóa lỏng là một trong những giải pháp hữu hiệu nhằm ngăn ngừa ô nhiễm môi trường do khí xả động cơ diesel. Bài báo giới thiệu một số giải pháp kỹ thuật nhằm chuyển đổi động cơ diesel cỡ nhỏ sang sử dụng với nhiên liệu khí hóa lỏng.

Abstract

Using liquefied gas as fuel for diesel engines is one of the efficient methods to reduce environmental pollution by engine emissions. The article introduces some technical solutions to convert small-size diesel engines to use liquefied gas.

1. Đặt vấn đề

Ô nhiễm môi trường đang là mối quan tâm trên toàn thế giới. Một trong những nguồn gây ô nhiễm lớn là khí xả động cơ đốt trong nói chung và động cơ diesel nói riêng. Trong khí xả động cơ diesel có nhiều thành phần độc hại như các khí NO_x, CO, CO₂, SO₂, H₂S ... Các chất này chiếm một tỷ lệ khá lớn trong khí xả và ảnh hưởng rất lớn đến sức khỏe con người và môi trường sinh thái.

Để kiểm soát vấn đề ô nhiễm môi trường do khí xả động cơ diesel, từ trước tới nay người ta thường có hai hướng xử lý: thứ nhất, tác động vào quá trình cháy trong xi lanh động cơ để giảm các chất độc hại trong khí xả; thứ hai, xử lý khí xả trước khi thải ra ngoài môi trường. Tuy nhiên việc áp dụng hai giải pháp này vẫn chưa thể giải quyết triệt để vấn đề ô nhiễm, hơn nữa chúng cũng bị hạn chế bởi nhiều yếu tố.

Một trong những nguyên nhân khiến động cơ diesel trở thành nguồn gây ô nhiễm là do nhiên liệu sử dụng có nhiều thành phần tạp chất. Như vậy, nếu nhiên liệu sử dụng cho động cơ diesel là “nhiên liệu sạch” thì vấn đề ô nhiễm khí xả sẽ được giải quyết.

2. Một số đặc tính của nhiên liệu khí hóa lỏng

Nhiên liệu khí hóa lỏng có thể tồn tại ở hai dạng: Khí dầu mỏ hóa lỏng ở nhiệt độ thường dưới áp suất từ 5 đến 7 kg/cm² (LPG) và khí tự nhiên hóa lỏng ở nhiệt độ -160 °C dưới áp suất môi trường (LNG).

Thành phần hóa học cơ bản của nhiên liệu khí hóa lỏng là CH₄ (LNG) hoặc C₃H₈ và C₄H₁₀ (LPG). Một số đặc tính của nhiên liệu khí hóa lỏng được cho trong bảng 1. Trong thành phần nhiên liệu khí hóa lỏng không có nhân benzen và các hydrocacbon thơm, các thành phần tạp chất như nước, lưu huỳnh, cacbon dioxit, sunfua hidro rất thấp. Vì vậy nhiên liệu khí hóa lỏng khi cháy không tạo màng, không tạo ra nhiều chất độc hại như khí NO_x, khí CO, và hầu như không phát sinh muội.

Bảng 1. So sánh đặc tính của nhiên liệu khí hóa lỏng với một số loại nhiên liệu truyền thống.

Thông số đặc trưng	LNG	LPG	Xăng	Diesel tàu thủy
Khối lượng riêng (g/cm ³)	0.47	0.51 ÷ 0.58	0.725 ÷ 0.780	0.820 ÷ 0.860
Nhiệt trị thấp (kcal/kg)	12000	10940	10200	10000
Nhiệt độ tự cháy (°C)	599	405 ÷ 450	226 ÷ 471	260 ÷ 371
Tốc độ lan tràn màng lửa (m ² /phút)	12.5	-	4	-
Chỉ số octan (RON)	130	98 ÷ 102	95	-

Thông số đặc trưng	LNG	LPG	Xăng	Diesel tàu thủy
Độc tố	Không có	Không có	Có	Có
Chất gây ung thư	Không có	Không có	Có	Có
Khả năng cháy của hơi nhiên liệu	Có	Có	Có	Có
Sự hình thành đám mây hơi nhiên liệu	Có	Có	Có	Không có
Khả năng gây ngạt	Có (trong điều kiện có đám mây hơi nhiên liệu)	Tương tự LNG	Có	Có
Nhiệt độ âm sâu	Có	Không có	Không có	Không có
Các nguy hại khác đối với sức khỏe	Không có	Không có	Kích thích mắt, niêm mạc da, gây buồn nôn, và một số triệu chứng khác	Tương tự xăng
Giới hạn bốc cháy trong không khí, %	5~15	2.1~9.5	1.3~6	-
Áp suất bảo quản, kG/cm ²	Áp suất môi trường	5~7	Áp suất môi trường	Áp suất môi trường

3. Tổ chức quá trình cháy

Để sử dụng nhiên liệu khí hóa lỏng, động cơ diesel cần phải có một số thay đổi về mặt kết cấu, tổ chức quá trình cháy và hệ thống cấp nhiên liệu.

Do nhiên liệu khí hóa lỏng có nhiệt độ tự cháy cao hơn nhiều so với dầu diesel nên nó không thể tự bốc cháy ở cuối quá trình nén trong xi lanh động cơ, vì vậy cần phải có nguồn lửa để đốt cháy cưỡng bức hỗn hợp không khí – nhiên liệu trong buồng đốt. Giải pháp được lựa chọn là sử dụng nhiên liệu diesel như ngọn lửa môi. Theo phương pháp này một lượng nhỏ nhiên liệu diesel được cấp từ bơm cao áp đến vòi phun rồi phun trực tiếp vào buồng đốt động cơ vào cuối kỳ nén, lượng nhiên liệu này được phân bố đều trong buồng đốt tự bốc cháy và đốt cháy hỗn hợp không khí – nhiên liệu trong xi lanh động cơ.

Ưu điểm của phương pháp này là không cần thay đổi kết cấu động cơ, có thể sử dụng ngay chính vòi phun của động cơ để phun nhiên liệu môi. Trong trường hợp khẩn cấp, động cơ có thể trở lại làm việc với nhiên liệu diesel một cách nhanh chóng. Để tăng hiệu quả sử dụng nhiên liệu khí hóa lỏng, lượng nhiên liệu diesel đốt môi được thiết kế chỉ chiếm khoảng từ 3 đến 5%.

4. Cấp nhiên liệu khí hóa lỏng đến xi lanh động cơ

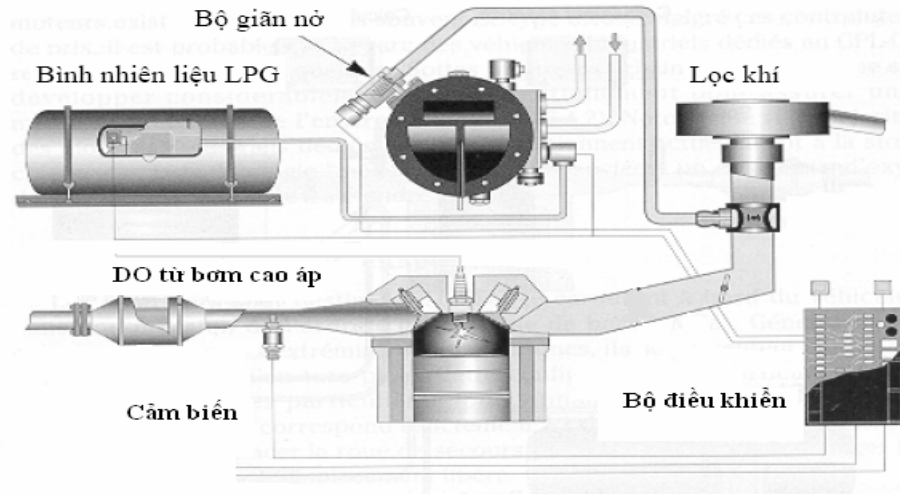
Nhiên liệu khí hóa lỏng có thể được cấp tới động cơ theo hai phương pháp: cấp nhiên liệu trực tiếp vào buồng đốt động cơ; cấp nhiên liệu vào đường nạp của động cơ.

Ở phương pháp cấp nhiên liệu trực tiếp vào buồng đốt động cơ, nhiên liệu khí hóa lỏng có thể được đưa vào buồng đốt động cơ ở đầu quá trình nạp nhờ một van cấp bố trí trên nắp xi lanh động cơ. Nhiên liệu khí hóa lỏng cũng có thể được phun trực tiếp với áp suất từ 250 kG/cm² đến 300 kG/cm² vào buồng đốt động cơ diesel ở cuối quá trình nén nhờ một vòi phun có kết cấu đặc biệt. Phương pháp cấp nhiên liệu trực tiếp vào buồng đốt được áp dụng cho các động cơ hai kỳ. Sở dĩ các động cơ hai kỳ không áp dụng phương pháp cấp nhiên liệu vào đường nạp là bởi nguy cơ cháy nổ ống góp khí nạp là rất cao, ngoài ra nhiên liệu có thể theo khí quét đi ra ngoài ống xả trong pha xả cưỡng bức của động cơ hai kỳ. Phương pháp cấp nhiên liệu khí hóa lỏng cho động cơ hai kỳ sẽ được giới thiệu một cách cụ thể trong một bài báo khác.

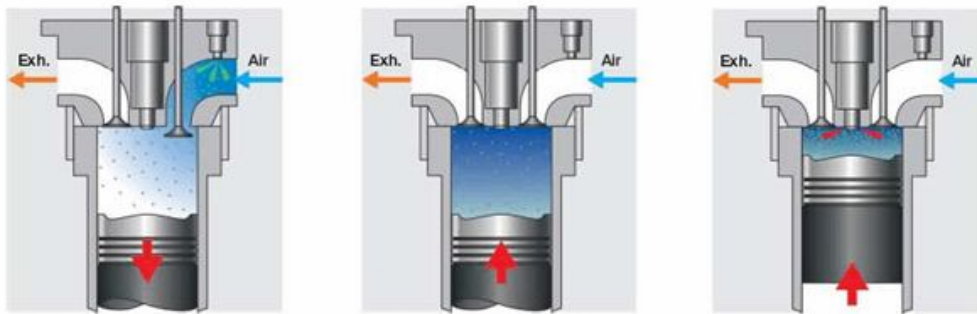
Phương pháp cấp nhiên liệu vào đường nạp được áp dụng cho các động cơ bốn kỳ. Trong phương pháp này nhiên liệu khí hóa lỏng có thể được cấp vào đường nạp của động cơ nhờ họng chân không (hình 1) hoặc được phun vào trước cửa nạp của xi lanh động cơ (hình 2). Phương pháp

pháp cấp nhiên liệu vào đường nạp nhờ họng chân không có ưu điểm đơn giản, tuy nhiên việc cấp nhiên liệu thể khí vào ống nạp làm giảm hệ số nạp của động cơ, đặc biệt là các chế độ quá độ. Trong khi đó phương pháp phun nhiên liệu trước cửa nạp động cơ cho phép hạn chế được sự bốc cháy của hỗn hợp nhiên liệu và không khí trên đường nạp, tăng hiệu suất động cơ và giảm mức độ phát thải ô nhiễm.

Trong phương pháp phun nhiên liệu trước cửa nạp, nhiên liệu có thể được phun ở dạng khí hoặc dạng lỏng, phun tập trung hay phun riêng rẽ. Tuy nhiên, giải pháp phun nhiên liệu ở dạng lỏng trước cửa nạp ở mỗi xi lanh động cơ (phun riêng rẽ) có nhiều ưu thế hơn. Nhiên liệu được phun ở dạng lỏng cho phép cải thiện hệ số nạp và lượng không khí nạp vào xi lanh động cơ so với phun nhiên liệu thể khí, ngoài ra việc kiểm soát tỷ lệ hỗn hợp không khí – nhiên liệu cũng dễ dàng hơn. Việc phun nhiên liệu riêng rẽ sẽ đảm bảo sự đồng đều giữa các xi lanh động cơ.



Hình 1. Cấp nhiên liệu khí hóa lỏng nhờ độ chân không trên đường nạp.



Hình 2. Phun nhiên liệu khí hóa lỏng vào cửa nạp động cơ.

5. Sơ đồ hệ thống cấp nhiên liệu khí hóa lỏng

Hệ thống cấp nhiên liệu khí hóa lỏng cho động cơ diesel có thể được thiết kế theo sơ đồ nguyên lý mô tả trên hình 3.

6. Các thiết bị cơ bản trong hệ thống cấp nhiên liệu khí hóa lỏng

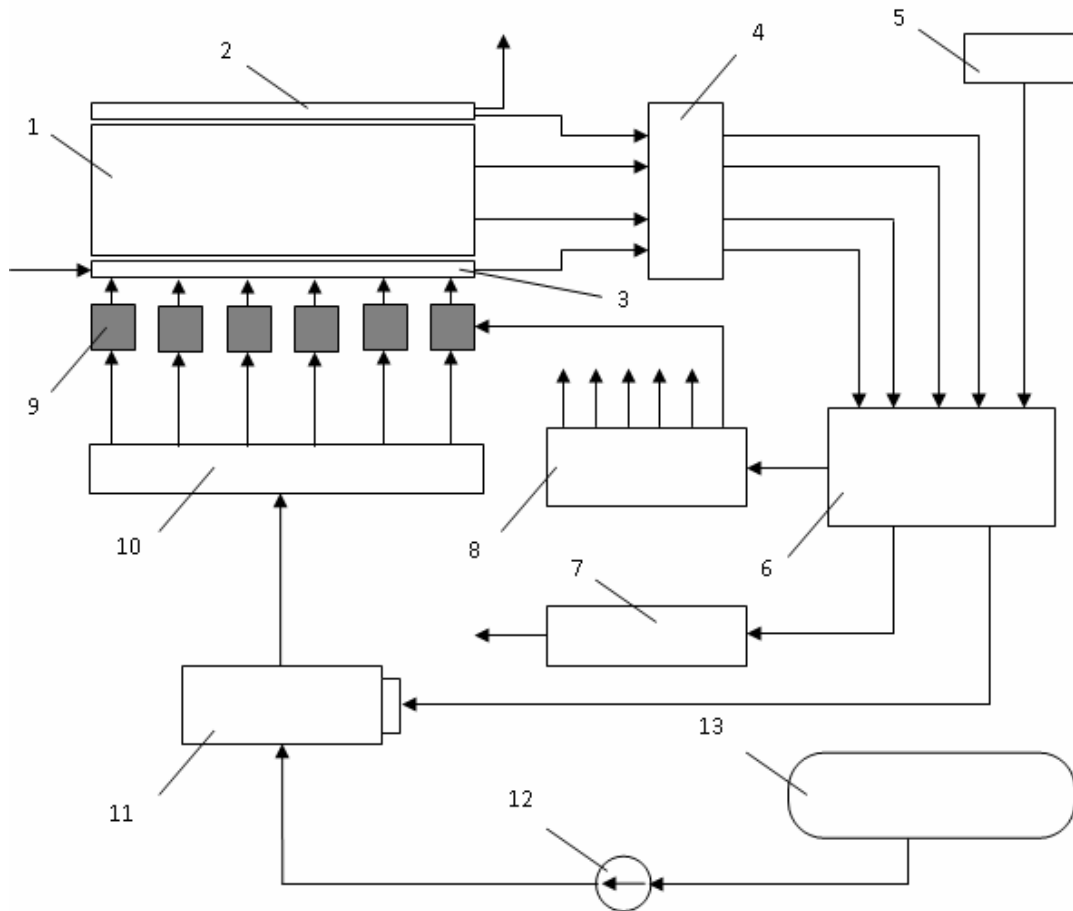
6.1. Khối cảm biến

Khối cảm biến có nhiệm vụ tiếp nhận thông tin về các thông số cơ bản của động cơ, biến đổi tín hiệu, khuếch đại tín hiệu trước khi đưa tín hiệu về bộ điều khiển trung tâm. Các tín hiệu tới bộ cảm biến bao gồm:

- Tốc độ quay động cơ;
- Áp suất khí nạp;
- Lưu lượng khí nạp;
- Vị trí thanh răng bơm cao áp;

- Nhiệt độ khí xả;

- Nồng độ gas trong cacte (gas detector).



Hình 3. Sơ đồ nguyên lý hệ thống cấp nhiên liệu khí hóa lỏng thiết kế cho động cơ diesel tàu thủy cỡ nhỏ.

- | | |
|--|--|
| 1 – Động cơ diesel; | 8 – Thiết bị điều khiển phun nhiên liệu khí hóa lỏng; |
| 2 – Ống góp khí xả; | 9 – Van định lượng cấp nhiên liệu vào xi lanh động cơ; |
| 3 – Ống góp khí nạp; | 10 – Bình tích năng; |
| 4 – Khối cảm biến; | 11 – Bộ điều áp; |
| 5 – Thiết bị tạo tín hiệu cho trước; | 12 – Bơm cấp nhiên liệu ; |
| 6 – Khối điều khiển trung tâm; | 13 – Bình chứa nhiên liệu khí hóa lỏng. |
| 7 – Thiết bị điều khiển thanh răng bơm cao áp; | |

6.2. Khối điều khiển trung tâm

Khối điều khiển trung tâm nhận tín hiệu từ khối cảm biến và thiết bị tạo tín hiệu cho trước. Khối điều khiển trung tâm có các chức năng sau:

- Điều khiển việc cấp nhiên liệu khí hóa lỏng tới từng xi lanh động cơ vào đúng thời điểm cần thiết;
- Điều khiển lượng nhiên liệu khí hóa lỏng cấp vào xi lanh phù hợp với tải của động cơ;
- Điều khiển lượng dầu diesel cấp cho động cơ ở chế độ khởi động;
- Điều khiển lượng dầu diesel ở chế độ đốt môi;
- Điều khiển thanh răng bơm cao áp khi động cơ làm việc với dầu diesel;
- Tự động chuyển động cơ sang dùng dầu diesel khi xảy ra hiện tượng bỏ cháy (misfire);

- Phát tín hiệu dừng động cơ khi có dò lọt khí ga;
- Điều chỉnh áp suất nhiên liệu khí hóa lỏng cấp tới động cơ.

6.3. Thiết bị tạo tín hiệu cho trước

Tín hiệu cho trước đưa đến khối điều khiển trung tâm bao gồm:

- Tốc độ đặt;
- Vị trí thanh răng tương ứng với chế độ khởi động;
- Vị trí thanh răng ở chế độ đốt mới;

6.4. Thiết bị điều khiển phun nhiên liệu khí hóa lỏng

Thiết bị điều khiển phun nhiên liệu nhận tín hiệu từ khối điều khiển trung tâm để điều khiển thời điểm đóng mở các van (9) cấp nhiên liệu khí hóa lỏng vào xi lanh động cơ vào đúng thời điểm cần thiết trong chu trình công tác của động cơ. Điều khiển thời gian và độ mở của van (9) để điều chỉnh lượng nhiên liệu khí hóa lỏng theo yêu cầu phụ tải. Trong trường hợp có sự cố thiết bị sẽ tạo tín hiệu đóng van cấp nhiên liệu (bổ trí trước van định lượng)

6.5. Thiết bị điều khiển thanh răng bơm cao áp

Sử dụng động cơ secvo có đảo chiều để điều khiển thanh răng bơm cao áp ở các chế độ khởi động, chế độ làm việc với dầu diesel. Tín hiệu điều khiển được lấy từ khối điều khiển trung tâm.

7. Kết luận

Các kết quả mô phỏng, thử nghiệm nhiên liệu khí hóa lỏng trên các động cơ diesel đã cho thấy:

- Về tính năng kỹ thuật: Mô men và công suất do động cơ phát ra về cơ bản tương đương như khi sử dụng dầu diesel;
- Về tính kinh tế: Suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ thấp hơn khoảng 5% so với khi sử dụng dầu diesel. Giá thành nhiên liệu khí hóa lỏng thấp hơn khoảng 15% so với dầu diesel (so sánh cùng một lượng nhiệt sinh ra);
- Về mức độ ô nhiễm: Các chất độc hại trong khí xả giảm đáng kể, hàm lượng các chất CO, NO_x, muội thấp hơn giới hạn cho phép; hàm lượng khí CO₂ thấp hơn 5%.
- Đặc tính công tác, sự làm việc ổn định và tin cậy của động cơ phụ thuộc rất nhiều vào mức độ hoàn thiện của các thiết bị trong hệ thống điều khiển và phần mềm chương trình điều khiển.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Scott Jensen. *Converting diesel engine to dual fuel*. Energy Conversions Inc. 2006.
- [2] Nguồn: Internet. *Dual fuel engine*.
- [3] Nguồn: Internet. *LPG, CNG – Nhiên liệu kinh tế và thân thiện với môi trường*.
- [4] Bùi Văn Ga. *Nghiên cứu công nghệ chuyển đổi xe máy sử dụng xăng sang sử dụng khí hoá lỏng LPG*. Trung tâm nghiên cứu bảo vệ môi trường, Đại học Đà Nẵng. 2000.
- [5] website: <http://ebook.edu.net.vn>.
- [6] Gamma Technologies. *GT-Power Tutorial Ver. 6.1*. America. 2004.

Phản biện: TS. Nguyễn Văn Tuấn