

Nghiên cứu các phương pháp chuyển đổi động cơ sử dụng nhiên liệu truyền thống sang nhiên liệu khí thiên nhiên CNG

Nguyễn Văn Đại*, Nguyễn Ngọc Tú**

*ThS. Khoa Cơ khí Động lực - Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh

**TS. Khoa Cơ khí Động lực - Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vinh

Received: 8/10/2023; Accepted: 16/10/2023; Published: 27/10/2023

Abstract: The Government and scientists have proposed many scientific and technical solutions to solve the problem of environmental pollution while ensuring energy security. One of the top priorities today is the efficient use of less polluting energy sources such as gas fuels. The project “Research on methods to convert engines using traditional fuel to CNG natural gas fuel” was carried out to propose plans to convert traditional engines to engines using CNG in Vietnam.

Keywords: CNG-fuelled, Dual fuel, Single fuel

1. Đặt vấn đề

An ninh năng lượng và ô nhiễm môi trường hiện đang là một trong những ưu tiên hàng đầu không chỉ ở các nước phát triển mà ngay cả ở các quốc gia đang phát triển trong đó có cả Việt Nam. Chính phủ và các nhà khoa học đã đưa ra rất nhiều giải pháp khoa học kỹ thuật nhằm giải quyết vấn đề ô nhiễm môi trường đồng thời đảm bảo nguồn an ninh năng lượng. Một trong những ưu tiên hàng đầu hiện nay là sử dụng hiệu quả các nguồn năng lượng ít gây ô nhiễm như sử dụng nhiên liệu khí thiên nhiên, khí hydro, nhiên liệu sinh học (biodiesel, bioethanol).

Trên cơ sở đó, đề tài “Nghiên cứu các phương pháp chuyển đổi động cơ sử dụng nhiên liệu truyền thống sang nhiên liệu khí thiên nhiên CNG” được thực hiện nhằm đưa ra các phương án chuyển đổi các động cơ truyền thống sang động cơ sử dụng CNG ở Việt Nam.

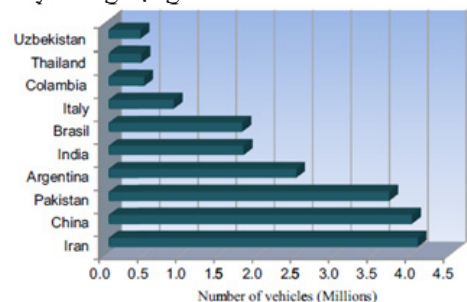
2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Sử dụng nhiên liệu CNG ở ngoài nước

Ở các nước Mỹ, Úc, Italia, Nhật Bản, Hàn Quốc, Đài Loan, Ấn Độ, Thái Lan đã thành công trong việc nghiên cứu sử dụng khí thiên nhiên nén (CNG) làm nhiên liệu thay thế xăng và diesel. Các nước này đã chế tạo hàng loạt phụ kiện đảm bảo tiêu chuẩn kỹ thuật và an toàn dùng để chuyển đổi các loại ô tô sử dụng nhiên liệu xăng, diesel sang sử dụng nhiên liệu CNG. Việc sử dụng các loại nhiên liệu khí này chủ yếu được áp dụng cho các loại ô tô buýt chạy trong thành phố hoặc các xe buýt chuyên chở học sinh (School bus) như ở Mỹ (200,000 xe), Thái Lan

(200,000 xe), Hàn Quốc (277,000 xe), Nhật (400,000 xe), Úc (400,000 xe), Hà lan (750,000 xe), Italia (khoảng 1,7 triệu xe).

Nhiên liệu CNG được ứng dụng rộng rãi cho cả động cơ xăng lẫn động cơ diesel chuyển đổi ở nhiều quốc gia trên khắp các châu lục. Theo hiệp hội quốc tế về ô tô sử dụng nhiên liệu khí thiên nhiên – IANGV (International Association for Natural Gas Vehicles), cho đến tháng 12 năm 2006 trên toàn thế giới đã có tới 72 quốc gia với hơn 6 triệu phương tiện các loại sử dụng nhiên liệu khí thiên nhiên trong đó chủ yếu là xe buýt công cộng.



Hình 2.1 Các nước có xe sử dụng CNG nhiều nhất

Số lượng xe sử dụng khí thiên nhiên trên toàn thế giới đang tăng nhanh chóng, hiện đã có hơn 18 triệu xe sử dụng khí thiên nhiên phân bố trên hơn 86 quốc gia trên thế giới. Xu hướng này được dự báo sẽ tiếp tục sẽ tăng với tỷ lệ trung bình hàng năm tăng khoảng 3,7% lên đến năm 2030. Hình 2.1 cho thấy top 10 nước trên thế giới sử dụng xe nhiên liệu khí thiên nhiên có số lượng cao nhất.

2.2. Sử dụng nhiên liệu CNG ở Việt nam

Nhằm giảm sự phụ thuộc vào nhiên liệu truyền thống (xăng và diesel) và giảm phát thải ô nhiễm không khí do động cơ đốt trong trang bị trên các xe buýt gây ra, năm 2011 lãnh đạo TPHCM đã cho phép Tổng công ty SAMCO thí điểm đầu tư mới 21 xe buýt CNG nhập khẩu từ Hàn Quốc để khai thác trên tuyến buýt Bến Thành- Bình Tây. Kết quả khảo sát tiêu hao nhiên liệu cho thấy xe buýt CNG tiết kiệm 23% chi phí cho nhiên liệu so với xe buýt diesel, giảm lượng khí thải độc hại như sau: giảm đến 20% lượng CO₂, 30% lượng NO_x, 50% lượng hydrocarbon so với các nhiên liệu từ dầu. Từ kết quả thu được trên và hướng đến việc phát triển hệ thống giao thông xanh, năm 2013 Lãnh đạo thành phố Hồ Chí Minh phê duyệt đề án sản xuất 300 xe buýt CNG và giao cho Tổng công ty SAMCO triển khai với mục tiêu thay thế dần các xe buýt đã xuống cấp. Nhà máy ô tô Củ Chi thuộc SAMCO đã sản xuất và lắp ráp xe buýt CNG với sự hỗ trợ tư vấn, chuyển giao kỹ thuật của các chuyên gia cao cấp đến từ Hyundai- Hàn Quốc. Ngày 1/3/2016, 23 chiếc xe buýt CNG đầu tiên của đề án 300 xe buýt CNG đã được SAMCO bàn giao cho Hợp tác xã Vận tải 19/5 đưa vào vận hành trên tuyến buýt số 33 giữa Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh và bến xe An Sương. Lợi ích của xe buýt CNG về kinh tế cũng như môi trường là điều dễ thấy nhưng đầu tư xe buýt CNG không phải đơn giản. Hai vấn đề khó khăn lớn nhất mà các doanh nghiệp phải đối mặt đó là vốn đầu tư và nguồn cung cấp nhiên liệu.

2.3. Các phương pháp chuyển đổi động cơ sử dụng nhiên liệu truyền thống sang CNG

2.3.1. Động cơ sử dụng lưỡng nhiên liệu (Dual fuel)

Sử dụng động cơ nhiên liệu truyền thống kết hợp với nhiên liệu CNG mà không cần thay đổi hình dạng và kết cấu buồng cháy, tuy nhiên cần phải lắp thêm hệ thống cung cấp nhiên liệu CNG trên đường ống nạp. Với giải pháp công nghệ này nhiên liệu CNG chỉ thay thế được một phần nhiên liệu truyền thống là xăng hoặc diesel mà không thay thế hoàn toàn được. Điều này có nghĩa rằng, hệ thống nhiên liệu trên xe sẽ phức tạp hơn nhưng có ưu điểm là không phụ thuộc quá nhiều vào cơ sở hạ tầng cấp CNG. Cho đến nay các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, với các trang bị động lực đường sắt lượng CNG có thể thay thế đến 80% nhiên liệu diesel. Tuy nhiên đối với những động cơ cháy cưỡng bức điển hình là động cơ nhiên liệu xăng, động cơ này có thể sử dụng đồng thời hai loại nhiên liệu độc lập, hoặc chạy hết nhiên liệu CNG rồi

chuyển sang nhiên liệu xăng hoặc ngược lại.

a. Hệ thống nhiên liệu Xăng - CNG mắc song song.

- Ưu điểm: Có khả năng dự trữ năng lượng trên động cơ lớn hơn so với hệ thống nhiên liệu lỏng hoặc hệ thống nhiên liệu CNG đơn. Khắc phục được tình trạng tiếp nhiên liệu do sự hạn chế về cơ sở hạ tầng của CNG.

- Nhược điểm: Cấu tạo động cơ trở nên phức tạp, rất khó khăn trong việc bố trí, lắp đặt hệ thống nhiên liệu mới và vận hành, bảo trì, sửa chữa động cơ.

b. Hệ thống lưỡng nhiên liệu Diesel-CNG

Đối với các động cơ diesel khi chuyển đổi sang sử dụng lưỡng nhiên liệu Diesel-CNG sẽ không phải gia công lại nắp máy để lắp bugi, nhiên liệu diesel sẽ đóng vai trò như một bugi đánh lửa để đốt cháy hỗn hợp không khí-CNG ở bên trong xylanh. Tùy theo tín hiệu áp suất-nhiệt độ của đường ống nạp và áp suất-nhiệt độ của nhiên liệu CNG, bộ điều khiển trung tâm sẽ quyết định điều chỉnh lượng diesel cấp vào trong xylanh động cơ.

Lượng nhiên liệu diesel tối thiểu cấp vào trong xylanh động cơ có thể đạt đến 8% và CNG lên đến 92%, vì vậy hiệu suất sử dụng nhiên liệu luôn luôn rất cao nhưng lượng khí thải CO₂ luôn luôn thấp nhất. Để đạt được kết quả trên ở động cơ lưỡng nhiên liệu Diesel-CNG phải có một kết nối giao tiếp tín hiệu với tốc độ rất cao kiểu mạng CAN bus. Nhờ có kiểu kết nối tín hiệu tốc độ cao nên động cơ lưỡng nhiên liệu Diesel-CNG cũng dễ dàng kiểm soát được hiện tượng kích nổ xảy ra. Trong trường hợp hệ thống cấp nhiên liệu CNG gặp trục trặc, ECU trung tâm sẽ cắt ngay tín hiệu đến ECU-CNG và động cơ ngay lập tức chuyển sang sử dụng 100% nhiên liệu diesel mà không bị ngắt dòng công suất.

2.3.2. Động cơ sử dụng đơn nhiên liệu (Single fuel)

Động cơ chỉ sử dụng duy nhất nhiên liệu CNG, với động cơ này trang bị trên các phương tiện vận tải chỉ duy nhất hệ thống dự trữ và cung cấp nhiên liệu CNG, kết cấu buồng cháy cũng được tối ưu cho chính nhiên liệu CNG. Vì vậy hiệu suất nhiệt và chất lượng khí thải được cải thiện đáng kể hơn so với hướng thứ nhất. Tuy nhiên, giá thành động cơ còn tương đối cao và hiệu suất nhiệt vẫn cần phải được cải thiện hơn nữa, đặc biệt phải phụ thuộc vào cơ sở hạ tầng cung cấp nhiên liệu CNG. Nhiên liệu CNG được cấp vào cho động cơ ở dạng khí có thể chia thành bốn phương án sau:

a. Hệ thống cấp nhiên liệu CNG sử dụng họng khuếch tán (ống Venturi)

Bộ hòa trộn kiểu họng Venturi được sử dụng phổ biến cho tất cả những loại nhiên liệu khí (LPG, LNG, CNG,...) vì việc hòa trộn đơn giản, phù hợp đối với nhiên liệu khí. Vì vậy, kết cấu của hệ thống cung cấp nhiên liệu CNG sử dụng bộ hòa trộn sẽ đơn giản và giá thành rẻ. Tuy nhiên, sự cung cấp CNG liên tục lại làm hạn chế khả năng không chế tỷ lệ không khí/nhiên liệu.

b. Hệ thống cấp nhiên liệu CNG sử dụng bộ hòa trộn kết hợp với van tiết lưu

Để khắc phục những nhược điểm của việc sử dụng thuần túy bộ hòa trộn ta sử dụng phương án kết hợp bộ hòa trộn với van tiết lưu và van công suất. Khí CNG không những chỉ định lượng bởi độ chân không trong ống venturi mà còn bởi sự thay đổi độ tiết lưu trên đường nạp, sự điều chỉnh mức độ tiết lưu trên đường nạp được thực hiện nhờ bộ vi xử lý chuyên dụng nhận tín hiệu từ các cảm biến. Khi sử dụng bộ hòa trộn công suất của động cơ giảm đi khoảng (5-8%) do tổn thất lượng không khí nạp tại họng và do CNG chiếm chỗ.

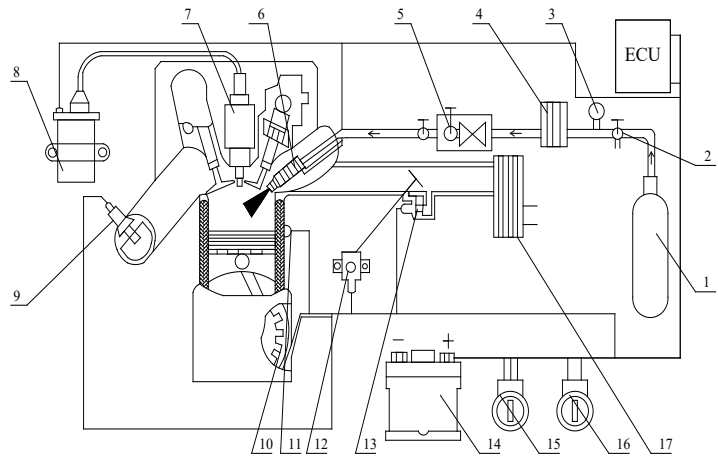
c. Hệ thống cấp nhiên liệu CNG bằng phương pháp phun trên đường ống nạp.

Hệ thống phun CNG trên đường nạp cho phép cải thiện được tính năng của động cơ và mức độ phát thải. Khác với bộ hòa trộn, hệ thống này phun nhiên liệu dưới áp suất khoảng 5 bar. Điều này cho phép cung cấp một lượng nhiên liệu chính xác theo chế độ làm việc của động cơ. Mặt khác do không có họng venturi nên hệ số nạp được cải thiện đáng kể. Phun nhiên liệu CNG được thực hiện theo phương án riêng rẽ nên giảm khả năng hồi lưu ngọn lửa vào đường nạp, cải thiện được sự đồng đều nhiên liệu cung cấp cho các xi lanh của động cơ. Việc không chế lưu lượng CNG nạp vào xi lanh được thực hiện nhờ bộ vi xử lý. Phương án này đã cải thiện được rất nhiều nhược điểm của hai phương án trên nhưng vẫn chưa giải quyết được vấn đề không khí nạp bị chiếm chỗ bởi CNG.

d. Hệ thống cấp khí CNG bằng phương pháp phun trực tiếp vào buồng cháy

Hệ thống cung cấp nhiên liệu khí CNG bằng phương pháp phun trực tiếp hoạt động tương tự như hệ thống phun gián tiếp chỉ có khác là nhiên liệu được phun trực tiếp vào trong buồng cháy của động cơ. Phương pháp giúp đồng thời làm giảm mức độ gây ô nhiễm và làm tăng tính kinh tế của động cơ. Phun trực tiếp CNG vào buồng cháy cho phép kết hợp các

ưu điểm của khí thiên nhiên và quá trình cháy của hỗn hợp nghèo phân lớp. Nhược điểm chính của hệ thống này là đòi hỏi phải có công nghệ chế tạo cao và điều chỉnh chính xác hệ thống phun vì vậy đắt tiền.



Hình 2.2. Cung cấp khí CNG bằng phương pháp phun trực tiếp

1. Bình chứa CNG; 2. Van nạp CNG; 3. Đồng hồ đo áp suất; 4. Lọc CNG; 5. Van 1 chiều; 6. Vòi phun CNG trực tiếp; 7. Bugi đánh lửa; 8. Cuộn dây cao áp; 9. Cảm biến ô xy; 10. Cảm biến tốc độ; 11. Cảm biến nước làm mát; 12. Cảm biến vị trí bướm ga; 13. Cảm biến áp suất khí nạp; 14. Công tắc đánh lửa; 15. Công tắc CNG; 16. Ấc quy; 17. Bầu lọc khí

3. Kết luận

Đề tài cung cấp các phương án chuyển đổi động cơ sử dụng nhiên liệu truyền thống sang nhiên liệu CNG. Đề tài cũng nêu ra các ưu và nhược điểm. Các kết quả thu được sẽ là cơ sở để tính toán để lựa chọn phương án chuyển đổi phù hợp.

Tài liệu tham khảo

- [1]. <http://www.nangluongnhiet.vn/baocao/257-ung-dung-cong-nghe-chuyen-doi-dong-co-sang-su-dung-khi-thien-nhiem-nen-cng>.
- [2]. Lê Anh Tuấn (Chủ biên), PGS. Phạm Hữu Tuyên, Văn Đình Sơn Thọ (2025), Từ sách ngành cơ khí động lực “Nhiên liệu thay thế dùng cho động cơ đốt trong”, NXB Bách Khoa Hà Nội, ISBN: 978-604-95-017-5. Thủ Tướng Chính Phủ, 2007. Quyết định 177/2007/QĐ-TTg về việc phê duyệt “Đề án phát triển nhiên liệu sinh học đến năm 2015, tầm nhìn đến năm 2025”.
- [3]. Parker: “CNG vehicle and fueling system solutions”.
- [4]. Natural Gas Vehicle Technology, Basic information about Light-Duty Vehicles.