

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ HHO CHO ĐỘNG CƠ DIESEL Ô TÔ

RESEARCH ON HHO TECHNOLOGY APPLICATION FOR DIESEL AUTOMOBILE

Nguyễn Tiến Hán, Vũ Minh Diễn,
Phạm Hữu Nam, Lê Hoàng Long

TÓM TẮT

Bài báo trình bày một số kết quả nghiên cứu về ứng dụng công nghệ hydrogen làm nhiên liệu thay thế trong động cơ ô tô. Do nhiệt độ tự mồi lửa rất cao nên hydrogen không thể dùng trực tiếp làm nhiên liệu cho động cơ diesel. Nhóm nghiên cứu đã sử dụng giải pháp bổ sung lượng khí hydro vào đường nạp khí của động cơ. Sử dụng một bộ vi xử lý nhằm điều chỉnh lượng khí hydro cấp vào đường nạp phù hợp với chế độ làm việc của động cơ. Một số kết quả nghiên cứu thực hiện trong phòng thí nghiệm và trên xe ô tô đầu kéo cho thấy hiệu quả ứng dụng công nghệ HHO đối với tiết kiệm nhiên liệu và giảm lượng khí gây hiệu ứng nhà kính phát thải từ động cơ diesel.

Từ khóa: Công nghệ hydrogen, động cơ, công nghệ HHO, nhiên liệu, khí nhà kính.

ABSTRACT

The paper is present some results about Hydrogen technology for alternative fuel in the automobile. The temperature ignition of the hydrogen is very high so that do not use as directed fuel in the engine. The solution of that is provided hydrogen addition in the intake manifold of the diesel engine. The hydrogen capacity is adjusted by a microprocessor for suitable with the engine operating. The results of this work were done in a laboratory and the automobile on road. With hydrogen use for fuel alternative, the results show that the fuel consumption and greenhouse gas from the engine are decreased.

Keywords: Hydrogen technical, engine, HHO technical, Fuel, Greenhouse gas.

Nguyễn Tiến Hán, Vũ Minh Diễn

Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

Phạm Hữu Nam, Lê Hoàng Long

Trường Đại học Kinh doanh và Công nghệ Hà Nội

Email: tienhan67@yahoo.com.vn

Ngày nhận bài: 12/09/2017

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 12/10/2017

Ngày chấp nhận đăng: 15/10/2017

1. SỰ CẦN THIẾT CỦA GIẢI PHÁP TÌM NGUỒN NHIÊN LIỆU THAY THẾ DẦU MỎ

Tiết kiệm năng lượng và giảm thiểu ô nhiễm môi trường đã trở thành một vấn đề có ý nghĩa quyết định

đến cuộc sống tương lai của trái đất. Cùng với sự phát triển của mỗi quốc gia là nhu cầu tiêu thụ ngày càng nhiều năng lượng, mà chủ yếu cho đến nay là các nguồn năng lượng hóa thạch. Theo số liệu thống kê năm 2013 của Tổ chức Hiệp hội năng lượng Thế giới (WEC), nhiên liệu hóa thạch hiện chiếm 82% tổng nguồn năng lượng sơ cấp toàn cầu và dầu mỏ có tỷ lệ 31,5% trong số này, 62,2% lượng dầu mỏ toàn cầu được tiêu thụ bởi các lĩnh vực giao thông. Do đặc điểm là các phương tiện vận chuyển hàng hóa khối lượng lớn, ô tô và tàu thủy đóng vai trò tiêu thụ dầu lớn nhất. Các nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, nhiên liệu hóa thạch là loại nhiên liệu không tái tạo được, dự trữ nhiên liệu hóa thạch là có giới hạn trong khi nhu cầu về dầu mỏ và khí đốt đang tăng theo cấp số nhân.

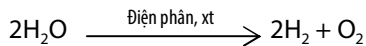
Mặt khác, các khí thải thoát ra trong quá trình đốt cháy nhiên liệu hóa thạch là rất độc hại với sức khỏe của con người cũng như phá hoại môi trường sống, bầu khí quyển. Trong thế kỷ vừa qua, nồng độ CO₂ trong bầu khí quyển trái đất đã tăng trung bình khoảng 2 ppm/năm. Tốc độ tăng tương tự cũng xảy ra với các khí thải thành phần khác như metan (CH₄) và nitrogen dioxide (NO₂).

Các nước trên thế giới đã triển khai nhiều giải pháp để giải quyết vấn đề năng lượng cho các phương tiện giao thông vận tải. Các giải pháp có thể chia ra các nhóm chính: các biện pháp kết cấu nhằm giảm sức cản chuyển động của phương tiện; cải tiến động cơ và các hệ thống liên quan nhằm đốt cháy có hiệu quả, tiết kiệm nhiên liệu và giảm thiểu các chất phát xạ độc hại; tìm và phát triển các loại nhiên liệu mới thay thế cho dầu mỏ truyền thống.

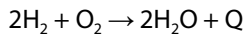
Nhiều loại nhiên liệu thay thế dầu mỏ đã được nghiên cứu và ứng dụng trên các phương tiện ô tô, máy phát điện, tàu thủy như xăng Ethanol, dầu biodiesel, khí ga hóa lỏng LPG (có thành phần chính là Propane - C₃H₈), khí thiên nhiên CNG (có thành phần chính là Methane - CH₄)... Tuy có thể đáp ứng yêu cầu về năng lượng tương đương với dầu mỏ song trong thành phần hóa học của các loại nhiên liệu thay thế này đều là loại nhiên liệu có chứa cacbon nên sau khi bị đốt cháy vẫn sản sinh ra lượng lớn khí nhà kính (CO₂). Ngoài ra, việc sản xuất một số loại nhiên liệu thay thế như xăng ethanol, biodiesel

còn gặp khó khăn trong việc ổn định nguồn cung cấp các nguyên liệu đầu vào cũng như không có khả năng tái tạo. Các loại nhiên liệu thay thế có nguồn gốc thực vật (như biodiesel) thì ảnh hưởng đến an ninh lương thực, các nhiên liệu LPG hay CNG liên quan đến trữ lượng khai thác... Ngoài ra, khi sử dụng các nhiên liệu thay thế này còn ảnh hưởng đến tuổi thọ một số chi tiết làm kín của động cơ và hệ thống nhiên liệu vì vậy, hiện nay chúng mới sử dụng với ý nghĩa là lượng nhỏ bổ sung (khoảng từ 5 đến 10%) vào thành phần nhiên liệu truyền thống của động cơ.

Một loại nhiên liệu thay thế không chứa gốc carbon đã được nghiên cứu và đang ứng dụng rộng rãi là nhiên liệu hydrogen. Hydrogen là loại nhiên liệu đặc biệt có khả năng tái tạo trong quá trình sử dụng và có nhiệt cháy cao nhất so với các loại nhiên liệu trong thiên nhiên. Một đặc điểm quan trọng là sản phẩm của quá trình đốt cháy hydro chỉ là nước (H₂O), vì thế nó được gọi là nhiên liệu sạch lý tưởng. Việc sản xuất hydro thường được thực hiện từ quá trình điện phân nước:



Khi đốt cháy hydro, phản ứng tỏa nhiệt và nước được thu lại:



Trong bài báo này, sau khi phân tích nhược điểm của các giải pháp sử dụng xăng Ethanol, dầu biodiesel, khí ga hóa lỏng LPG, khí thiên nhiên CNG làm nhiên liệu thay thế dầu mỏ cho các phương tiện giao thông vận tải, nhóm tác giả đề cập đến loại nhiên liệu thay thế mới là hydrogen. Phần thứ hai của bài báo giới thiệu những đặc điểm chính của nhiên liệu hydrogen và khả năng áp dụng làm nhiên liệu cho các loại động cơ xăng cũng như diesel. Phần thứ ba của bài báo trình bày đặc điểm của công nghệ HHO sử dụng trong hệ thống nhiên liệu động cơ diesel. Một số kết quả ứng dụng công nghệ HHO cho hệ nhiên liệu động cơ diesel xe tải đầu kéo được giới thiệu ở cuối phần ba cho thấy triển vọng sử dụng rộng rãi công nghệ này ở Việt Nam.

2. GIỚI THIỆU CÔNG NGHỆ HHO

Công nghệ HHO là tên gọi chung của các công nghệ sử dụng hydrogen làm nhiên liệu thay thế: pin nhiên liệu (fuel cell), sử dụng khí hydro làm nhiên liệu cho động cơ xăng, bổ sung khí hydro cho hệ cấp nhiên liệu diesel... Bảng 1 giới thiệu so sánh các đặc tính cơ bản của hydrogen với nhiên liệu xăng và dầu diesel.

Các đặc tính cơ bản của hydrogen gồm có:

- Khả năng bén lửa rất rộng (từ 4 đến 75% thể tích trong không khí) cho phép động cơ dùng nhiên liệu là khí hydro có thể làm việc với hỗn hợp rất nghèo.

- Năng lượng châm lửa cần thiết để đốt cháy nhiên liệu hydro rất thấp cho phép động cơ dùng nhiên liệu khí hydro có thể bén lửa và làm việc ổn định với hỗn hợp nghèo.

- Khe hở dập lửa của hydro nhỏ hơn so với nhiên liệu xăng và diesel do đó ngọn lửa hydro có thể sát hơn tới vách xi lanh, nhiên liệu được đốt cháy triệt để hơn.

- Nhiệt độ tự bén lửa cao cho phép động cơ dùng nhiên liệu hydro có thể có tỷ số nén lớn hơn so với các động cơ xăng và diesel. Tuy nhiên, do nhiệt độ tự bén lửa cao nên hydro chỉ thích hợp dùng làm nhiên liệu cho động cơ SI (động cơ châm lửa cưỡng bức) mà không phù hợp cho động cơ CI (loại động cơ tự mỗi lửa như động cơ diesel).

- Tốc độ cháy lớn cho phép thực hiện chu trình cháy, sinh công tốt hơn so với động cơ xăng và diesel thông thường.

- Khí hydro có độ khuếch tán rất cao. Khả năng khí hydro phân tán trong không khí là lớn hơn nhiều so với xăng mang lại các ưu điểm cơ bản là: tạo điều kiện hình thành một hỗn hợp đồng nhất nhiên liệu và không khí và xảy ra rò rỉ khí hydro, khí sẽ phân tán nhanh chóng trong không khí hạn chế sự mất an toàn cháy nổ.

Để sản xuất ra khí hydro, thường sử dụng phương pháp điện phân nước. Công nghệ điện phân tiên tiến được sử dụng hiện nay là công nghệ Dry Cell cho phép giảm kích thước, khối lượng và tăng tính an toàn sử dụng của nguồn khí hydro được sinh ra trong quá trình điện phân. Trên các thiết bị sử dụng Dry cell, ví dụ động cơ ô tô, khí hydro chỉ sinh ra trong khi động cơ làm việc. Khi tắt động cơ, thiết bị điện phân cũng ngừng sản xuất khí hydro. Với đặc điểm này tính an toàn cao hơn nhiều so với công nghệ sử dụng nhiên liệu dạng hydro hóa lỏng trước đây.

Do năng lượng châm lửa cần thiết để đốt cháy nhiên liệu hydro rất thấp (bảng 1) cho phép động cơ dùng nhiên liệu khí hydro có thể bén lửa và làm việc ổn định với hỗn hợp nghèo. Với đặc tính này, hydrogen là loại nhiên liệu thay thế lý tưởng đối với động cơ xăng. Hình 1 trình bày sơ đồ động cơ xăng sử dụng nhiên liệu khí hydro. Khí hydro được sinh từ thiết bị tạo HHO được đưa trực tiếp vào đường nạp khí của động cơ xăng. Tại đây, HHO hòa trộn với khí nạp tạo thành hỗn hợp cháy cấp cho xi lanh động cơ. Với công nghệ này, các thành phần chính của động cơ xăng được giữ nguyên. Các bộ phận cần cải tạo thay thế là cuộn biến áp đánh lửa và lập trình lại bản đồ đánh lửa cho ECU của động cơ.

Bảng 1. Đặc tính cơ bản của Hydrogen, xăng và diesel

Các chỉ tiêu	Hydrogen	Diesel (C ₁₀ H ₂₂)	Xăng (C ₈ H ₁₈)
Nhiệt độ tự bén lửa, °K	858	553	714
Năng lượng châm lửa nhỏ nhất, mJ	0,02	20	0,24
Giới hạn bén lửa, % thể tích trong không khí	4 ÷ 75	0,6 ÷ 5,5	1,2 ÷ 7,1
Khối lượng phân tử, g/mol	2,016	170	107
Khối lượng riêng, kg/m ³	0,0899	850	730
Tỷ lệ A/F	34,4	15,2	14,7
Tốc độ lan truyền màng lửa, cm/s	270	22 ÷ 25	30 ÷ 50
Khe dập lửa, cm	0,064	0,21	0,2

Nhiệt lượng đốt cháy, MJ/kg	120	42,46	43,4
Trị số octane	130	30	87
Trị số cetane		40 ÷ 60	< 15
Tỷ trọng, Kg/lit	0,091	0,833	0,739



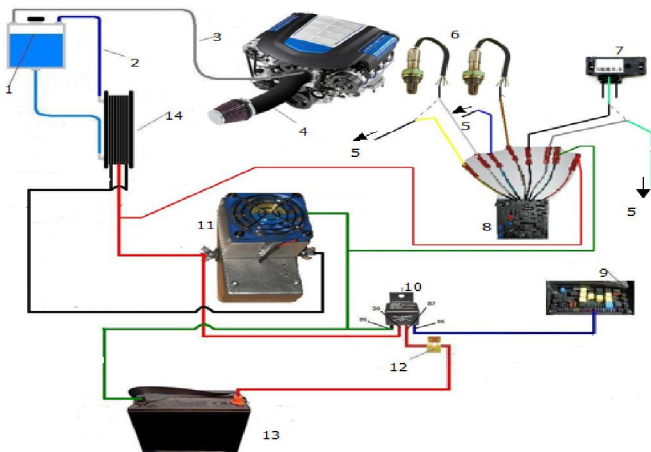
Hình 1. HHO làm nhiên liệu cho động cơ xăng

Bắt đầu từ năm 1994, các ô tô có động cơ sử dụng công nghệ HHO đã được sử dụng ở nhiều nước châu Âu và châu Mỹ [2]. Các kết quả thống kê cho thấy, khi sử dụng khí hydro làm nhiên liệu cho động cơ xăng, các chỉ tiêu về tiết kiệm nhiên liệu đạt tới 40%, lượng khí gây hiệu ứng nhà kính được giảm tới 75%.

3. ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ HHO TRONG ĐỘNG CƠ DIESEL

Do nhiệt độ tự mỗi lửa là rất cao (858°K) nên hydrogen không thể dùng trực tiếp làm nhiên liệu cho động cơ diesel nếu không có cải tiến hệ bugi sấy của động cơ. Một giải pháp trung gian đã được các hãng sản xuất ô tô châu Âu áp dụng là bổ sung một lượng khí hydro vào đường hút khí của động cơ. Do tính chất khuếch tán nhanh nên khí hydro làm cho quá trình hòa trộn đồng đều hơn. Do tốc độ cháy nhanh và năng lượng lớn nên sẽ làm cho nhiên liệu diesel được đốt cháy nhanh và triệt để. Để phù hợp với các chế độ tải của động cơ, lượng khí hydro cấp vào đường nạp phải được điều chỉnh bằng thiết bị điện tử.

Hình 2 trình bày hệ thống bổ sung HHO vào đường khí nạp của động cơ diesel.



Hình 2. Sơ đồ hệ thống bổ sung HHO trên động cơ diesel

1. Bình chứa dung dịch điện phân; 2, 3. Khí HHO; 4. Ống nạp khí của động cơ; 5. Dây nối tới ECU; 6. Các cảm biến Oxygen; 7. Cảm biến MAP; 8. Bộ điều khiển EFIE; 9. Hộp cầu chì; 10. Relay; 11. Bộ PWM; 12. Cầu chì; 13.Ắc quy. 14. Dry cell.

Hệ thống sử dụng bộ điều khiển điện tử EFIE để hiệu chỉnh các tín hiệu từ các cảm biến oxy, cảm biến lưu lượng (hoặc áp suất) khí nạp trước khi gửi về ECU của động cơ để điều chỉnh thời điểm và lượng nhiên liệu phun vào xi lanh. Để điều khiển dòng điện phân sử dụng bộ điều chế độ rộng xung PWM. Cường độ hiệu dụng của xung tỷ lệ với lượng khí hydro được điện phân nạp vào qua đường ống nạp khí của động cơ. Lưu lượng khí hydro cung cấp cho động cơ phụ thuộc vào kích thước và số lượng các bản cực của bộ Dry Cell và cường độ dòng điện phân.

Các hệ thống nạp bổ sung HHO cho động cơ diesel đã được chế tạo và sử dụng ở châu Âu, châu Mỹ từ năm 1995 đối với các động cơ diesel dùng hệ cấp nhiên liệu kiểu bơm cao áp, vòi phun cơ khí, ứng dụng công nghệ bổ sung HHO vào đường khí nạp trên các động cơ diesel có hệ nhiên liệu CR được tính từ năm 2009. Các số liệu thống kê [2] cho thấy, công nghệ này giảm tiêu hao nhiên liệu ở động cơ diesel từ 16% đến 35% và lượng khí phát thải độc hại chung giảm tới 46%.

Ở Việt Nam, cho đến thời điểm hiện nay, công nghệ HHO chưa được ứng dụng. Các động cơ diesel dùng trên phương tiện giao thông vận tải rất phổ biến, đặc biệt trên các xe tải, xe đầu kéo, máy tàu thủy, đường sắt. Ngoài ra, tới thời điểm hiện tại, đa số các động cơ diesel là thuộc thế hệ cũ, tiêu hao nhiên liệu nhiều, lượng phát xạ thành phần độc hại, khói muội rất cao.

Nhóm nghiên cứu đã phối hợp cùng Công ty logistics Bắc Kỳ (Hà Nội) nghiên cứu ứng dụng lắp đặt hệ thống bổ sung HHO cho hệ thống nhiên liệu hai động cơ diesel đầu kéo: động cơ diesel xe đầu kéo HD700 (Hyundai) có hệ thống nhiên liệu cũ và loại động cơ diesel MaxxForce11 của xe đầu kéo Mỹ Navista sử dụng hệ thống nhiên liệu CR.

Một số kết quả khảo nghiệm ban đầu của hai loại xe về tiêu hao nhiên liệu cho thấy:

- Với công nghệ bổ sung thêm lượng HHO vào đường khí nạp của động cơ, tiêu hao nhiên liệu của xe đều giảm. Với loại động cơ Hyundai khảo nghiệm (động cơ dùng hệ thống nhiên liệu bơm cao áp vòi phun kiểu cơ khí) tiêu hao nhiên liệu cho 100 km (chạy có hàng) giảm từ 34 lít xuống còn 28 lít (giảm 14,6%); với loại động cơ MaxxFOR (dùng hệ thống nhiên liệu CR) tiêu hao nhiên liệu cho 100km giảm từ 38 lít xuống còn 35 lít (giảm 7,9%).

- Với các động cơ dùng hệ nhiên liệu cũ, hiệu quả giảm tiêu hao nhiên liệu cao hơn so với các động cơ sử dụng hệ thống CR.

- Về các chất thải độc hại: với động cơ Hyundai, lượng khí CO giảm 32,7%, khí NO_x giảm 21,8%, muội than giảm 47,5%; Với động cơ MaxxForce 11, lượng khí CO giảm 16%, lượng khí NO_x giảm 18%, muội than giảm 15%. Lượng khí CO₂ giảm thông qua lượng nhiên liệu tiết kiệm.

4. KẾT LUẬN

HHO là loại nhiên liệu sạch, có khả năng tái tạo. Việc sử dụng HHO bổ sung vào đường nạp của động cơ diesel làm cho nhiên liệu diesel được đốt cháy nhanh và triệt để. Hiệu quả này không chỉ làm tăng công suất động cơ mà còn làm giảm tiêu hao nhiên liệu và giảm phát thải chất độc hại ra môi trường. Đặc biệt, sản phẩm cháy của hydro không có CO₂ nên đã xử lý được triệt để phát xạ khí nhà kính từ động cơ ô tô.

Các kết quả khảo nghiệm bước đầu cho thấy, sử dụng công nghệ bổ sung khí HHO trực tiếp vào đường cấp nhiên liệu của động cơ diesel đều đạt hiệu quả rõ rệt về giảm tiêu hao nhiên liệu và giảm các thành phần độc hại trong khí xả. Thêm nữa, hiệu quả này là rất tốt đối với hệ cấp nhiên liệu trên các động cơ diesel thế hệ cũ.

Chi phí mua và lắp đặt hệ thống bổ sung HHO không quá cao (với động cơ cỡ 250 kW của xe khảo nghiệm, chi phí mua và lắp đặt khoảng 22 triệu). Vận hành hệ thống đơn giản và an toàn.

Các phân tích và kết quả khảo nghiệm trên cho thấy tính khả thi và triển vọng ứng dụng rộng rãi công nghệ HHO cho động cơ diesel các phương tiện giao thông ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Ali Can Yilmaz, Erinc, Effect of hydroxy (HHO) gas addition on performance and exhaust emissions in compression ignition engines, International journal of hydrogen energy xxx (2010), pp 1-7

[2]. A.Vamshi, T.S.Kumar, Improving The Efficiency Of I.C. Engine Using Secondary Fuel, ISSN 2347-4289

[3]. Charles Ware, Optimized HHO injection for Class 8 Diesel Vehicles, <http://www.hho-research.org/>

[4]. C. Ware, HHO and Diesel Technology. <http://www.hho-research.org/>