

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA PHỤ GIA VI NHŨ ĐẢO TỚI TÍNH NĂNG KỸ THUẬT VÀ PHÁT THẢI ĐỘNG CƠ DIESEL SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU DIESEL VÀ DIESEL SINH HỌC

Nguyễn Hữu Tuấn^{1,2}, Phạm Hữu Tuyền¹

Tóm tắt: Phụ gia trong nhiên liệu giúp cải thiện tính chất nhiên liệu và/hoặc nâng cao chất lượng quá trình cháy trong động cơ đốt trong. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu thử nghiệm phụ gia vi nhũ đảo trong nhiên liệu diesel khoáng (DO) và diesel sinh học B5 trên động cơ diesel Hyundai D4BB nhằm giảm phát thải và tiết kiệm nhiên liệu. Kết quả thử nghiệm theo đường đặc tính ngoài cho thấy với nhiên liệu DO pha phụ gia công suất tăng trung bình 2,9%, suất tiêu hao nhiên liệu giảm 5,5%, hàm lượng phát thải CO, HC, NO_x độ khối giảm trung bình lần lượt 9,3%, 10,2%, 11,5%, 5,6% so với nhiên liệu DO và với B5 pha phụ gia công suất tăng trung bình 0,28%, suất tiêu hao nhiên liệu giảm 1,6%, hàm lượng phát thải CO, HC, độ khối giảm trung bình lần lượt 5,8%, 6,8%, 3,6%, phát thải NO_x tăng 2,8% so với B5.

Từ khóa: Phụ gia vi nhũ đảo, B5, giảm phát thải, tiết kiệm nhiên liệu.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các thách thức về nguồn nhiên liệu hóa thạch đang dần cạn kiệt và ô nhiễm môi trường từ các hoạt động giao thông ngày càng gia tăng đã không ngừng thúc đẩy các nghiên cứu áp dụng các biện pháp tiết kiệm nhiên liệu và giảm khí thải ô nhiễm trong các hoạt động giao thông. Bên cạnh các biện pháp cải tiến kết cấu động cơ, sử dụng phụ gia tiết kiệm nhiên liệu và giảm khí thải ô nhiễm được xem là biện pháp mang lại hiệu quả cao (John C Mills, 2012).

Ngoài diesel khoáng (DO), nhiên liệu biodiesel sử dụng cho động cơ đốt trong đang nhận được sự quan tâm lớn của thế giới. Một mặt nhiên liệu biodiesel góp phần giải quyết vấn đề thiếu hụt năng lượng trong tương lai, giảm khí thải ô nhiễm, mặt khác nhiên liệu biodiesel góp phần phát triển kinh tế nông thôn, tăng thu nhập cho người dân ở vùng sâu, vùng xa, những nơi có tiềm năng lớn đối với lĩnh vực nông, lâm, ngư nghiệp.

Đến nay đã có nhiều nghiên cứu trên thế giới cũng như ở Việt Nam về nhiên liệu biodiesel phối trộn với diesel khoáng với tỷ lệ biodiesel từ 0% (B0) tới 100% (B100). Các kết quả nghiên cứu đã đem lại những hiệu quả nhất định. Tuy nhiên việc sử dụng rộng rãi

biodiesel cho động cơ đốt trong còn nhiều khó khăn do thiếu hụt nguồn nguyên liệu và giá thành sản xuất còn cao. Trong tương lai, khi nhiên liệu khoáng cạn kiệt và khi nguồn nguyên liệu chế biến được đa dạng hóa thì biodiesel là nhiên liệu thay thế nhiều tiềm năng nhất cho động cơ diesel (B. Tesfa, 2011), (Jinlin Xuea, 2011), (Vũ Thị Thu Hà, 2009).

Phần lớn các nghiên cứu chỉ ra rằng khi sử dụng biodiesel (B100) công suất động cơ giảm xuống và tiêu hao nhiên liệu tăng lên so với nhiên liệu khoáng (Jinlin Xuea, 2011). Với tỷ lệ biodiesel trong nhiên liệu nhỏ, ví dụ 5% (B5), các nghiên cứu chỉ ra rằng công suất và mômen không có sự sai khác nhiều nhưng suất tiêu hao nhiên liệu tính theo g/kWh tăng, các phát thải độc hại có xu hướng giảm, trừ phát thải NO_x (Ekrem Buyukkaya, 2010). Ở Việt Nam, đề tài cấp nhà nước về B5 chỉ ra công suất động cơ tăng 1,33%, tiêu hao nhiên liệu giảm 1,39%, các phát thải giảm độc hại giảm từ 5 - 6,5%, phát thải NO_x tăng 3,29% so với khi sử dụng diesel khoáng (Vũ Thị Thu Hà, 2009).

Để nâng cao tính hiệu quả nhiên liệu diesel, một số loại phụ gia đã được nghiên cứu và thử nghiệm trên động cơ. Thử nghiệm sử dụng phụ gia nano ôxít xeri CeO₂ trên động cơ giúp giảm độ mờ khói tới 42,4% tại tốc độ 1400 vòng/phút, THC giảm 12,4%, CO giảm 2,8%, NO_x giảm 2,6%, CO₂ tăng nhẹ 0,1%

¹ Viện Cơ khí động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

² Khoa Cơ khí, Trường Đại học Thủy lợi

và suất tiêu hao nhiên liệu giảm 7,7% (Lê Anh Tuấn, 2008). Cũng với phụ gia này có nghiên cứu chỉ ra suất tiêu hao nhiên liệu cải thiện tới 7,0% và hầu hết các phát thải đều giảm, trong đó phát thải HC cải thiện tới 34,61% (Cù Huy Thành, 2010). Trong số các phụ gia nhiên liệu, phụ gia vi nhũ đảo hiện đang được quan tâm nghiên cứu và ứng dụng nhiều. Phụ gia vi nhũ đảo được cấu tạo bởi 1 pha phân tán (pha nước) ở trong pha liên tục (pha dầu). Hai chất lỏng này là những chất không tự trộn lẫn với nhau. Cơ chế vi nổ do những giọt nước tồn tại ở dạng nhũ tương nhỏ bọc trong nhiên liệu diesel sẽ hóa hơi dưới điều kiện quá nhiệt trong động cơ. Sự hóa hơi như vậy tạo ra sự nổ của các giọt diesel và cải thiện quá trình nguyên tử hóa nhiên liệu, tốc độ bay hơi và cuối cùng là nâng cao quá trình hòa trộn không khí-nhiên liệu (Mohammed Yahaya Khan, 2014). Nhằm tăng khả năng hấp thụ oxy cho quá trình cháy, bổ sung các hạt nano oxit kim loại vào phụ gia. Do tính chất của phụ gia vi nhũ đảo chứa nano oxit kim loại, khi nhiên liệu pha phụ gia được phun vào trong xy lanh, phụ gia có trong nhiên liệu sẽ nhanh chóng khuếch tán và tạo thành dạng hạt nước hình cầu kích cỡ nanomet. Các hạt nano oxit kim loại có mặt trong nhiên liệu lỏng sẽ tạo ra một bề mặt xúc tác có khả năng cung cấp oxy cho quá trình đốt cháy, làm cho quá trình cháy diễn ra thuận lợi và triệt để hơn (B.S.Bidita, 2014). Một số nghiên cứu ở Việt Nam cũng đã cho thấy hiệu quả sử dụng nhiên liệu pha phụ gia vi nhũ đảo như suất tiêu hao nhiên liệu giảm 4,1%, thành phần phát thải CO, HC, NO_x và độ khói giảm lần lượt 6,36%, 7,72%, 7,72%, 3,42% (Nguyễn Hữu Tuấn, 2018).

Bài báo này nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của phụ gia vi nhũ đảo trong nhiên liệu DO và B5 trên động cơ diesel Huyndai D4BB. Phụ gia vi nhũ đảo trong nghiên cứu này do Phòng thí nghiệm trọng điểm công nghệ lọc hóa dầu, Viện hóa học công

ngiệp, Bộ Công thương nghiên cứu chế tạo.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện theo phương pháp đối chứng với điều kiện như nhau. So sánh tính năng kỹ thuật và phát thải của động cơ diesel khi sử dụng DO và B5 trong hai trường hợp không phụ gia và có phụ gia vi nhũ đảo. Thử nghiệm được thực hiện trên đường đặc tính ngoài của động cơ tương ứng với vị trí 100% tải, tốc độ thay đổi từ 1000 v/ph đến 3500 v/ph. Tại các tốc độ, thanh răng bơm cao áp được kéo đến mức cực đại, giữ thanh răng cố định, tiến hành đo mô men, công suất, suất tiêu hao nhiên liệu và các thành phần phát thải. Trước khi tiến hành đo đặc, động cơ được chạy ổn định tới khi nhiệt độ nước làm mát ra khỏi động cơ là 80°C và nhiệt độ dầu bôi trơn là 75°C.

2.2. Phụ gia và nhiên liệu thử nghiệm

Phụ gia sử dụng trong nghiên cứu là phụ gia vi nhũ đảo dưới dạng nhũ tương nước trong dầu (W/O) với hàm lượng nước 20% và nano oxit kim loại được bổ sung vào DO và B5 với tỷ lệ 1/8000. Tính chất và đặc điểm phụ gia như sau: (1) Chất hoạt động bề mặt (HĐBM): Hỗn hợp ethoxylated từ dầu dừa/Hydroxyethyl imidazoline/ polyethylen glycol este của axit béo theo tỉ lệ 3/2/1; (2) Tỷ lệ chất HĐBM: 10,3 %; (3) Hàm lượng nước: 20%.

Nhiên liệu thử nghiệm là nhiên liệu DO đang lưu hành trên thị trường có hàm lượng lưu huỳnh 0,05%, DO pha phụ gia (DO-phụ gia), B5 (95% dầu diesel 0,05S + 5% biodiesel) và B5 pha phụ gia (B5-phụ gia). Chỉ tiêu kỹ thuật của B100 và B5 đáp ứng tiêu chuẩn và quy chuẩn Việt Nam (TCVN 7717-07, 2017), (QCVN 01:2015, 2015). B100 được chế biến từ nguồn nguyên liệu là sản phẩm phụ của quá trình chưng cất dầu cò được este hóa với methanol. Các chỉ tiêu cơ bản được phân tích cụ thể theo bảng 1 (Vu Hoang NGUYEN, 2013).

Bảng 1. Chỉ tiêu cơ bản nhiên liệu sinh học B100

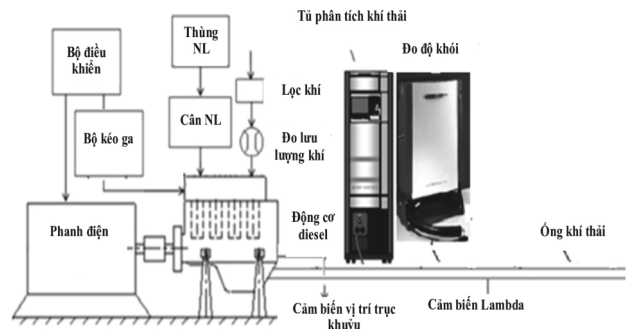
Tên chỉ tiêu	Mức	Tên chỉ tiêu	Mức
Hàm lượng este metyl axit béo (FAME), % KL.	98,91	Nhiệt độ cất tại 90% thể tích, °C.	350
Độ ổn định oxy hóa tại 110°C, giờ.	6,02	Khối lượng riêng ở 15°C, kg/m ³ .	869,3
Hàm lượng nước và cặn, %TT.	0,02	Độ nhớt động học ở 40°C, mm ² /s.	4,1

Trên cơ sở các kết quả thử nghiệm bước đầu về phụ gia vi nhũ đảo (Vũ Thị Thu Hà, 2017), nghiên cứu này lựa chọn tỷ lệ phụ gia trong nhiên liệu là 1/8000 để tiến hành thử nghiệm do đáp ứng được yêu cầu về độ ổn định của nhiên liệu, có khả năng cải thiện suất tiêu hao nhiên liệu và chất lượng khí thải của động cơ diesel.

Để tạo độ đồng nhất của nhiên liệu khi phối trộn B5 và khí pha phụ gia, sử dụng thiết bị khuấy khí nén tạo hỗn hợp nhiên liệu đồng nhất và sử dụng để thử nghiệm ngay khi phối trộn xong.

2.3. Trang thiết bị nghiên cứu

Thử nghiệm được thực hiện trên băng thử động cơ tại Phòng Thí nghiệm Động cơ đốt trong, Viện Cơ khí động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội) (hình 1).



Hình 1. Sơ đồ băng thử động cơ

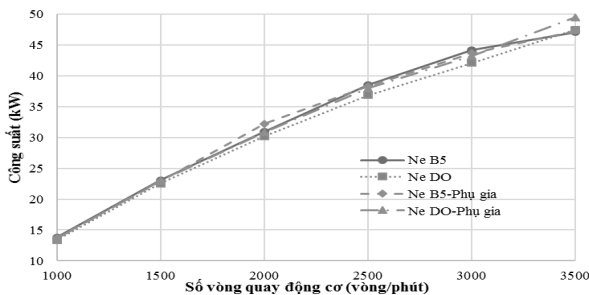
Động cơ thử nghiệm là động cơ diesel Hyundai D4BB. Thông số kỹ thuật của động cơ được thể hiện trên bảng 2.

Bảng 2. Thông số kỹ thuật động cơ diesel D4BB

Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị
Kiểu động cơ	4 xylanh, 4 kỳ	Đường kính xylanh	91,1mm
Công suất định mức/tốc độ	59kW/4000v/ph	Hành trình piston	100mm
Mô men cực đại/tốc độ	170Nm/2200v/ph	Tỷ số nén	18:1

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

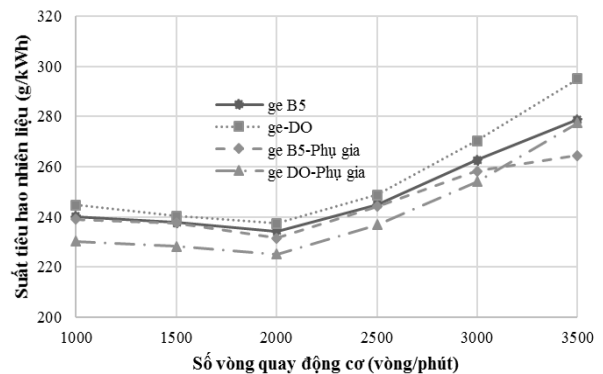
3.1. Ảnh hưởng của phụ gia tới tính năng kỹ thuật động cơ



Hình 2. Kết quả đo công suất động cơ

Hình 2 thể hiện công suất của động cơ theo đường đặc tính ngoài với các loại nhiên liệu thử nghiệm. Kết quả cho thấy công suất của động cơ sử dụng các loại nhiên liệu trên có cùng xu hướng. Trong đó công suất khi không sử dụng phụ gia thấp hơn khi sử dụng phụ gia. Từ tốc độ 1000 v/ph đến 3000 v/ph, động cơ dùng B5 - phụ gia có công suất lớn nhất. Ở tốc độ 3000 v/ph đến 3500 v/ph, động cơ dùng DO - phụ gia có công suất lớn nhất. Giá trị công suất nhỏ nhất là khi động cơ dùng DO. Tính trung bình trên toàn dải tốc độ, động cơ dùng DO-

phụ gia, B5 - phụ gia tăng hơn so với động cơ dùng nhiên liệu không phụ gia lần lượt 2,9%, 0,28%. Sự tăng hơn là do phụ gia vi nhũ đảo thêm vào đã cải thiện chất lượng quá trình cháy. Ngoài ra, động cơ dùng B5 cao hơn so với DO cho thấy 5% biodiesel đã bổ sung thêm lượng nhỏ oxy, nâng cao trị số Xê tan giúp cải thiện quá trình cháy.



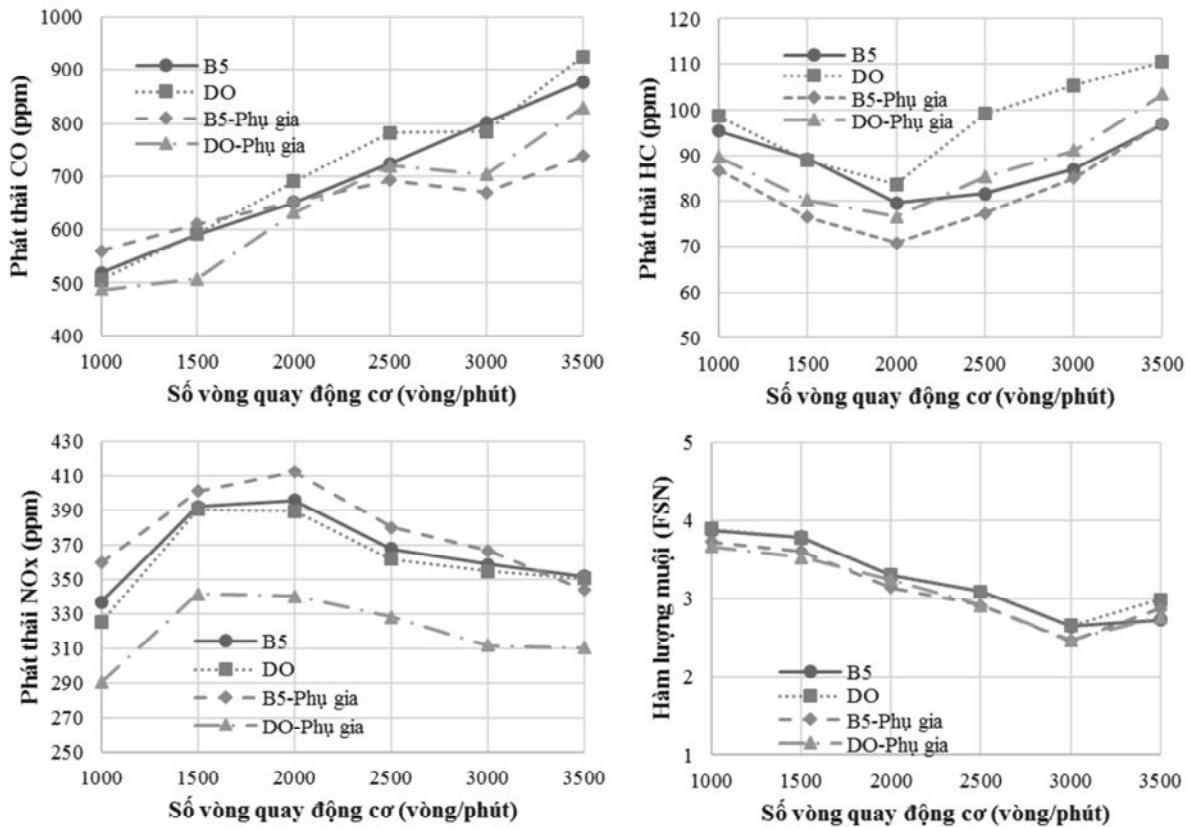
Hình 3. Kết quả đo tiêu hao nhiên liệu

Suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ có xu hướng với các loại nhiên liệu thử nghiệm như thể hiện ở Hình 3. Trong đó suất tiêu hao nhiên liệu khi không sử dụng phụ gia cao hơn khi sử dụng phụ gia, kết quả này phù hợp với sự tăng công

suất khi sử dụng nhiên liệu có phụ gia. Từ tốc độ 1000 v/ph đến 2000 v/ph, tiêu hao nhiên liệu có xu hướng giảm. Từ tốc độ 2000v/ph đến 3500 v/ph, tiêu hao nhiên liệu tăng lên. Động cơ dùng B5 - phụ gia có tiêu hao nhiên liệu nhỏ nhất, động cơ dùng DO có tiêu hao nhiên liệu lớn nhất.

Tính trung bình trên toàn dải tốc độ, động cơ dùng DO-phụ gia và B5- phụ gia giảm hơn so với động cơ dùng nhiên liệu không phụ gia lần lượt 5,5%, 1,6%.

3.2. Ảnh hưởng của phụ gia tới hàm lượng phát thải động cơ



Hình 4. Kết quả đo phát thải CO, HC, NO_x và độ khói

Diễn biến các thành phần phát thải theo đường đặc tính ngoài của động cơ được thể hiện trên Hình 4. Phát thải của các nhiên liệu thử nghiệm có cùng xu hướng. Với phát thải CO: Phát thải tăng dần theo tốc độ động cơ, nhiên liệu sử dụng phụ gia có phát thải thấp hơn nhiên liệu không phụ gia, B5 thấp hơn DO do sự có mặt của thành phần oxy trong B5 giúp giảm những khu vực cục bộ có tỷ số A/F nhỏ. Với phát thải HC: Từ tốc độ 1000 v/ph đến 2000 v/ph, phát thải giảm dần; từ tốc độ 2000 v/ph đến 3500 v/ph, phát thải tăng dần; nhiên liệu sử dụng phụ gia có phát thải thấp hơn nhiên liệu không phụ gia, B5 thấp hơn DO ngoài do thành phần oxy còn do trị số xêtan của B5 cao hơn so với DO; trị số xêtan cao giúp cho nhiên liệu dễ dàng bắt cháy và cháy triệt để hơn. Với phát thải NO_x: Từ tốc độ 1000 v/ph đến

2000 v/ph, phát thải tăng dần; từ tốc độ 2000 v/ph đến 3500 v/ph, phát thải giảm dần; động cơ dùng DO và DO-phụ gia có phát thải thấp hơn B5 và B5-phụ gia; sự tăng này do B5 có trị số xêtan lớn giúp quá trình cháy khuếch tán diễn ra mãnh liệt hơn. Với độ khói: Độ khói dần theo tốc độ động cơ, nhiên liệu sử dụng phụ gia có độ khói thấp hơn nhiên liệu không phụ gia, B5 thấp hơn DO do quá trình cháy khuếch tán của động cơ khi sử dụng B5 diễn ra mạnh hơn giúp cho quá oxy hóa các sản phẩm cháy triệt để hơn. Ngoài ra với tỷ lệ A/F và trị số xêtan cao hơn nên cũng giúp quá trình cháy diễn ra thuận lợi hơn, kết quả khói đen giảm mạnh. Sự thay đổi tính năng kỹ thuật và phát thải của nhiên liệu sử dụng phụ gia là do tính chất của phụ gia vi nhũ đảo chứa nano oxit kim loại đã đề cập ở trên. Sau khi

xảy ra nỏ của nhũ tương nước trong dầu làm nhiên liệu hòa trộn và khuếch tán trong phạm vi rộng, kết hợp phụ gia làm nhiên liệu cháy triệt để dẫn đến năng lượng giải phóng ra trên một đơn vị nhiên liệu được tăng cao dẫn đến NO_x tăng còn phát thải HC, CO giảm. Tính trung bình trên toàn dải tốc độ, các thành phần phát thải CO, HC, NO_x và độ khói của động cơ dùng DO-phụ gia giảm hơn so với DO lần lượt 9,3%, 10,2%, 11,5% và 5,6%; các thành phần phát thải CO, HC, độ khói động cơ dùng B5-phụ gia giảm hơn so với B5 lần lượt 5,8%, 6,8%, 3,6%, còn phát thải NO_x tăng 2,8%.

4. KẾT LUẬN

Các kết quả nghiên cứu thử nghiệm cho thấy hiệu

quả tiết kiệm nhiên liệu và giảm phát thải ô nhiễm khi sử dụng phụ gia vi nhũ đảo với động cơ dùng DO, B5 và tỷ lệ pha là 1/8000. Với động cơ dùng DO-phụ gia, công suất động cơ tăng 2,9%, suất tiêu hao nhiên liệu giảm 5,5%, phát thải CO, HC, NO_x, độ khói giảm lần lượt 9,3%, 10,2%, 11,5% và 5,6% so với DO. Với động cơ dùng B5-phụ gia, công suất động cơ tăng 0,28%, suất tiêu hao nhiên liệu giảm 1,6%, phát thải CO, HC, độ khói giảm lần lượt 5,8%, 6,8%, 3,6% và phát thải NO_x tăng 2,8% so với B5. Các kết quả này đóng góp thêm cơ sở cho các nghiên cứu và ứng dụng phụ gia nhiên liệu nói chung, phụ gia vi nhũ đảo nói riêng cho động cơ diesel đang lưu hành ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Cù Huy Thành (2010), *Nghiên cứu sử dụng hạt nano Xêri Đioxit (CeO₂) làm phụ gia cho nhiên liệu diesel*, Tạp chí Khoa học Công nghệ Hàng hải, số 24-11/2010.
- Lê Anh Tuấn (2008), *Nghiên cứu sử dụng phụ gia nano ôxit xeri CeO₂ cho nhiên liệu diesel trên động cơ nghiên cứu I xilanh AVL5402*. Tạp chí khoa học công nghệ các trường đại học, ISSN 0868- 3980, số 64.
- Nguyễn Hữu Tuấn, Phạm Hữu Tuyên, Bùi Duy Hùng, Vũ Thị Thu Hà (2018), *Nghiên cứu ảnh hưởng của phụ gia vi nhũ đảo tới tính năng kỹ thuật và phát thải động cơ diesel*, tạp chí Cơ khí Việt Nam số đặc biệt 2018, ISSN 0866-7056.
- Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về xăng, NL diesel và nhiên liệu sinh học, QCVN 01: 2015/BKHCN.
- Tiêu chuẩn Việt Nam về nhiên liệu diesel sinh học gốc B100 TCVN 7717 – 07, 2007.
- Vũ Thị Thu Hà (2009), Viện Hóa công nghiệp Việt Nam, Công ty CP Phát triển phụ gia và sản phẩm dầu mỏ, Viện Cơ khí động lực - Đại học Bách Khoa Hà Nội, Trung tâm Tiêu chuẩn Chất lượng Việt Nam, Đề tài độc lập cấp Nhà nước *Đánh giá hiện trạng Công nghệ sản xuất và thử nghiệm hiện trường nhiên liệu sinh học (diesel sinh học) từ mỡ cá*.
- Vũ Thị Thu Hà (2017), PTNTĐ Công nghệ lọc-hóa dầu, Viện Hóa công nghiệp Việt Nam, đề tài độc lập nhà nước, mã số ĐTĐLCN.03/16 “*Nghiên cứu công nghệ chế tạo phụ gia nhiên liệu vi nhũ thể hệ mới dùng cho đ/cơ diesel*”.
- B. Tesfa. R. Mishra, F. Gu, A. D. Ball, (2011) *Combustion Characteristics of CI Engine Running with Biodiesel Blends*; Las Palmas de Gran Canaria (Spain), 13th to 15th April, 2011.
- B.S.Bidita, A.R.Suraya et al (2014), *Influence of Fuel Additive in the Formulation and Combustion Characteristics of water in diesel Nanoemulsion Fuel*, Energy Fuels, vol 28,4149-4161.
- Ekrem Buyukkaya (2010), *Effects of biodiesel on a DI diesel engine performance, emission and combustion characteristics*, Contents lists available at ScienceDirect.
- John C Mills (2012), *Fuel Additive and Method for Use for Combustion Enhancement and Emission Reduction*, chủ biên, Google Patents.
- Jinlin Xuea, Tony E. Grifta, Alan C. Hansena (2011), *Effect of biodiesel on engine performances and emissions*, Renewable and Sustainable Energy Reviews 15 (2011) 1098–1116.
- Mohammed Yahaya Khan, Z. A. Abdul Karim, Ftwi Yohaness Hagos, A. Rashid A. Aziz, and Isa M. Tan (2014), *Current Trends in Water-in-Diesel Emulsion as a Fuel*, The Scientific World Journal 2014(17):527472 · January 2014.

Vu Hoang NGUYEN et al (2013), *Esterification of Waste Fatty Acid from Palm Oil Refining Process into Biodiesel by Heterogeneous Catalysis: Fuel Properties of B10, B20 Blends*, the 3rd International Conference on Sustainable Energy, ISBN 978-604-73-1990-9.

Abstract:

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF A NANOELMULSION FUEL ADDITIVE ON PERFORMANCE AND EMISSIONS OF DIESEL ENGINE USING DIESEL AND BIODIESEL FUEL

Fuel additive is used to improve fuel properties and/or improve combustion process in internal combustion engine. This paper presents testing results of a nanoemulsion fuel additive in diesel (DO) and B5 biodiesel fuel on a Hyundai D4BB diesel engine to reduce emissions and fuel economy. With DO-Additive fuel, results showed that on average engine power increases by 2,9% and specific fuel consumption reduces by 5,5% at full load modes, the CO, HC, NO_x emissions and smoke reduced by 9,3%, 10,2%, 11,5% and 5,6%, respectively compared to DO fuel. With B5-Additive fuel, results showed that on average engine power increases by 0,28% and specific fuel consumption reduces by 1,6% at full load modes, the CO, HC emissions, smoke reduced by 5,8%, 6,8%, 3,6%, respectively, and NO_x emissions increased 2,8% compared to B5 fuel.

Keywords: Nanoemulsion fuel additive, B5, emission reduction, fuel economy.

Ngày nhận bài: 30/6/2019

Ngày chấp nhận đăng: 29/8/2019