NGHIÊN CỨU HIỆU QUẢ CỦA NHIÊN LIỆU DIESEL SINH HỌC TRÊN ĐỘNG CƠ DIESEL

Nguyễn Hữu Tuấn[1], Nguyễn Văn Tuân[2], Nguyễn Văn Nhinh[3], Nguyễn Phi Trường[4], Nguyễn Huy Chiến[4]
[1]*Trường Đại học Thủy lợi, email: nhtuan@tlu.edu.vn*
[2]*Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải*
[3]*Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên*
[4]*Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội*

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Các thách thức về nguồn nhiên liệu hóa thạch đang dần cạn kiệt và ô nhiễm môi trường từ các phương tiện tham gia 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.

Ngoài diesel khoáng (DO), nhiên liệu diesel sinh học sử dụng cho động cơ đốt trong đang nhận được sự quan tâm trên thế giới. Diesel sinh học được định nghĩa là một dạng nhiên liệu dùng để thay thế diesel, có nguồn gốc từ dầu thực vật hoặc mỡ động vật. Về phương diện hóa học thì diesel sinh học là methyl, ethyl ester của những acid béo. Nhiên liệu diesel sinh học góp phần phát triển kinh tế nông thôn, tăng thu nhập cho người dân ở 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 diesel sinh học phối trộn diesel khoáng với tỷ lệ diesel sinh học 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 diesel sinh học 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 diesel sinh học là nhiên liệu thay thế nhiều tiềm năng cho động cơ diesel.

Phần lớn các nghiên cứu chỉ ra rằng khi sử dụng nhiên liệu diesel sinh học công suất động cơ giảm xuống và tiêu hao nhiên liệu tăng lên so với nhiên liệu khoáng. Với nhiên liệu diesel sinh học B5, nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng công suất và mômen không có sự sai khác nhiều nhưng suất tiêu hao nhiên liệu tăng, các phát thải độc hại có xu hướng giảm, trừ phát thải NO_x. Ở Việt Nam, đề tài cấp nhà nước về B5 chỉ ra công suất tăng 1,33%, tiêu hao nhiên liệu giảm 1,39%, các phát thải độc hại giảm từ 5 ÷ 6,5%, phát thải NO_x tăng 3,29% so với khi sử dụng diesel khoáng [1].

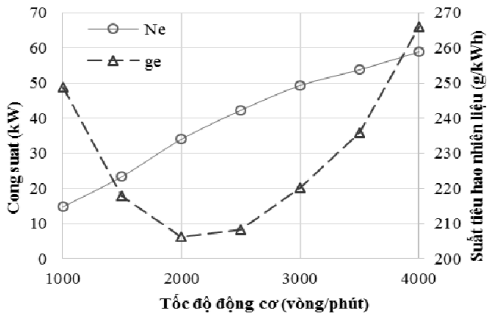
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu ứng dụng phần mềm AVL-Boost mô phỏng động cơ diesel D4BB sử dụng nhiên liệu diesel và diesel sinh học phối trộn diesel với các tỷ lệ khác nhau. Nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của tỷ lệ diesel sinh học tới các tính năng kỹ thuật và phát thải động cơ diesel theo đường đặc tính ngoài (100% tải). Đối tượng nghiên cứu là động cơ Hyundai D4BB với các thông số cơ bản được trình bày trong Bảng 1 [2].

Bảng 1. Thông số kỹ thuật động cơ diesel D4BB

Model động cơ	D4BB
Dung tích xy lanh (cm^3)	2.607
Đường kính × hành trình (mm)	91,1 × 100
Công suất lớn nhất (Kw - vòng/phút)	59-4.000
Mômen lớn nhất (N.m - vòng/phút)	170-2.200

Đường đặc tính ngoài của động cơ thực được thể hiện như trên Hình 1.



Hình 1. *Đường đặc tính ngoài động cơ thực*

Nghiên cứu mô phỏng sử dụng phương trình nhiệt động học thứ nhất để tính toán quá trình cháy trong động cơ đốt trong. Định luật nhiệt động học thứ nhất thể hiện mối quan hệ giữa sự biến thiên của nội năng (hay enthalpy) với sự biến thiên của nhiệt và công:

$$\frac{d(m_c.u)}{d\alpha} = -p_c.\frac{dV}{d\alpha} + \frac{dQ_F}{d\alpha} - \sum \frac{dQ_w}{d\alpha} - h_{BB}.\frac{dm_{BB}}{d\alpha} \quad (1)$$

Quá trình truyền nhiệt từ trong buồng cháy qua thành buồng cháy cũng như nắp xy lanh, piston và lót xy lanh được tính dựa vào phương trình truyền nhiệt như thể hiện trên phương trình (2):

$$Q_{wi} = A_i.\alpha_w.(T_c - T_{wi}) \quad (2)$$

Mô hình Woschni 1978 phù hợp cho động cơ diesel được sử dụng để tính toán hệ số truyền nhiệt.

Mô hình cháy sử dụng trong nghiên cứu là mô hình AVL MCC. Tốc độ tỏa nhiệt là hàm số của lượng nhiên liệu (f_1) và năng lượng động học rối (f_2), như thể hiện trong phương trình (3):

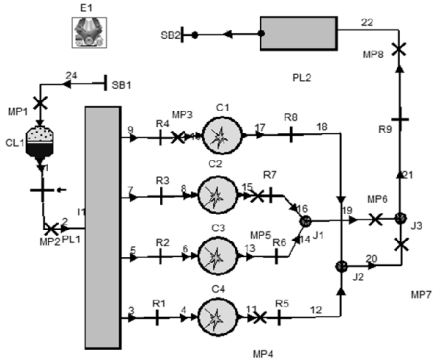
$$\frac{dQ}{d\phi} = C_{Comb}.f_1(M_F, Q).f_2(k, V) \quad (3)$$

CO là sản phẩm cháy của quá trình cháy thiếu O_2, tức là CO chủ yếu sinh ra từ quá trình cháy không hoàn toàn các hydro cácbon. Tốc độ phản ứng tạo thành CO được tính theo công thức:

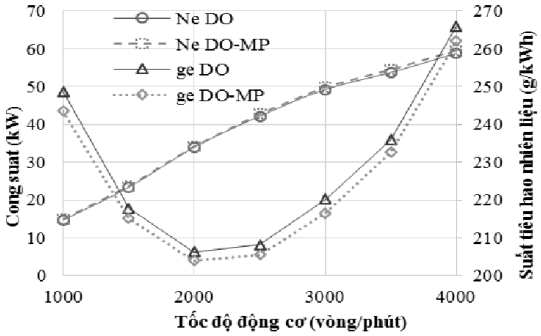
$$\frac{d[CO]}{dt} = (R_1 + R_2)\left(1 - \frac{[CO]}{[CO]_e}\right) \quad (4)$$

Cơ chế hình thành NO_x trong mô phỏng Boost dựa trên cơ sở Pattas và Hafner. Quá trình hình thành của chúng được thể hiện qua sáu phương trình phản ứng theo cơ chế Zeldovich.

Phát thải soot thường dựa theo cơ chế được đề xuất bởi Hiroyasu và cộng sự. Cơ chế này còn được gọi là cơ chế hai bước, mô tả sự hình thành và ô xy hoá của các phân tử bồ hóng bởi hai hoặc nhiều phản ứng [3].



Hình 2. *Xây dựng mô hình mô phỏng*



Hình 3. *Kết quả kiểm chứng*

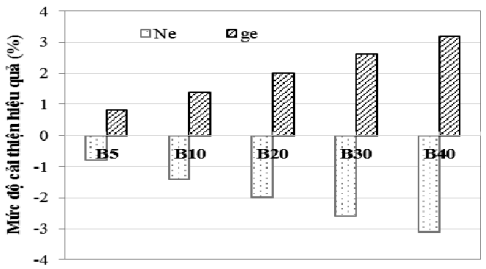
Dựa trên các thông số kết cấu và các tài liệu liên quan, mô hình mô phỏng của động cơ thể hiện trên Hình 2. Kết quả kiểm chứng hai mô hình bằng cách so sánh tính năng kỹ

thuật trên Hình 3. Với nhiên liệu DO, công suất và suất tiêu hao nhiên liệu được điều chỉnh đảm bảo sai số giữa mô phỏng và đường đặc tính nhà sản xuất sai lệch nhỏ hơn 2%, mô hình đảm bảo độ tin cậy để thực hiện các nghiên cứu tiếp theo

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Ảnh hưởng của tỷ lệ diesel sinh học tới tính năng kỹ thuật động cơ

Công suất của động cơ sử dụng nhiên liệu diesel sinh học giảm hơn so với nhiên liệu diesel và càng giảm khi tỷ lệ pha trộn diesel sinh học tăng lên. Với lượng nhiên liệu cung cấp cho một chu trình là như nhau đối với tất cả các nhiên liệu thì kết quả này là do nhiệt trị của diesel sinh học thấp hơn nhiên liệu diesel. Trong khi đó, suất tiêu hao nhiên liệu lại tăng dần khi tăng tỷ lệ pha trộn diesel sinh học. Vì lượng nhiên liệu cung cấp cho chu trình không đổi đối với các nhiên liệu và do công suất động cơ giảm nên làm tăng suất tiêu hao nhiên liệu. Mức độ cải thiện hiệu quả của công suất và suất tiêu hao nhiên liệu được thể hiện trên Hình 4.

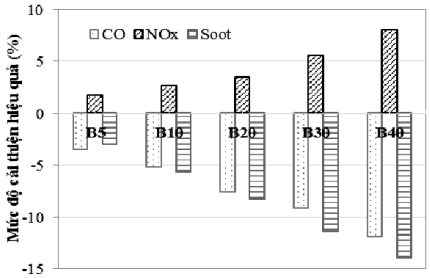


Hình 4. *Mức độ cải thiện hiệu quả công suất và suất tiêu hao nhiên liệu*

Kết quả trên cho thấy, khi tăng dần tỷ lệ pha trộn nhiên liệu diesel sinh học thì công suất của động cơ giảm dần (từ 0,8 đến 3,1%), trong khi suất tiêu hao nhiên liệu tăng dần (từ 0,8 đến 3,2%).

3.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ diesel sinh học tới hàm lượng phát thải động cơ

Kết quả cho thấy, do giữ nguyên lượng nhiên liệu cung cấp nên dư lượng không khí khi sử dụng nhiên liệu diesel sinh học cao hơn làm tăng khả năng ô xy hóa CO thành CO_2 dẫn đến phát thải giảm dần (từ 3,4 đến 11,9%) theo mức tăng của diesel sinh học.



Hình 5. *Mức độ cải thiện hiệu quả phát thải CO, NO_x, Soot*

Phát thải NO_x tăng tương ứng (từ 1,8 đến 8,1%) khi tăng tỷ lệ diesel sinh học. Sự thay đổi này do hệ số dư lượng không khí của nhiên liệu diesel sinh học cao hơn nên tạo thuận lợi cho quá trình hình thành NO_x, mặt khác do hỗn hợp nhiên liệu diesel sinh học cháy nhanh hơn nên làm cho nhiệt độ buồng cháy cũng cao hơn.

Phát thải Soot cải thiện hơn (từ 2,9 đến 13,9%) do trong thành phần nhiên liệu diesel sinh học có phần tử ô xy giúp cho quá trình ô xy hóa bồ hóng triệt để hơn.

4. KẾT LUẬN

Kết quả mô phỏng cho thấy, công suất có xu hướng giảm trong khi suất tiêu hao nhiên liệu lại tăng khi sử dụng diesel sinh học. Theo đó, công suất giảm nhiều nhất là 3,1% và suất tiêu hao nhiên liệu tăng mạnh nhất là 3,2% đối với nhiên liệu B40. Phát thải CO và độ khói cải thiện lớn nhất lần lượt 11,9% và 13,9%, trong khi NO_x tăng lên lớn nhất 8,1% khi sử dụng nhiên liệu diesel sinh học.

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Vũ Thị Thu Hà (2009), Viện Hóa công nghiệp Việt Nam, Đề tài ĐLNN Đánh giá hiện trạng Công nghệ sản xuất và thử nghiệm hiện trường nhiên liệu sinh học (diesel sinh học) từ mỡ cá.

[2] Hyundai (2009), Automotive diesel engines catalogue, Perez Wholesale Distributor, Inc.

[3] AVL-BOOST (2011), Theory AVL-BOOST, AVL-BOOST.