

# XU HƯỚNG VỀ ẢNH HƯỞNG CỦA DIESEL SINH HỌC PHA TRỘN ĐẾN TÍNH NĂNG VÀ PHÁT THẢI CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL 1 XYLANH

TREND IN THE INFLUENCE OF BLENDED BIODIESEL ON PERFORMANCE AND EMISSIONS OF SINGLE CYLINDER DIESEL ENGINE

Nguyễn Tuấn Nghĩa<sup>1,\*</sup>

DOI: <https://doi.org/10.57001/huih5804.95>

## TÓM TẮT

Bài báo này trình bày một nghiên cứu về xu hướng thay đổi tính năng kinh tế, kỹ thuật và phát thải của một động cơ diesel nghiên cứu khi sử dụng nhiên liệu diesel sinh học có tỷ lệ pha trộn tăng dần. Nghiên cứu thực hiện bằng cách mô phỏng động cơ diesel xylanh đơn AVL-5402 trên phần mềm AVL-Boost. Nhiên liệu mô phỏng bao gồm diesel hóa thạch và diesel sinh học được pha trộn với tỷ lệ thay thế từ 0% đến 50% bao gồm B0, B10, B20, B30, B40, B50 tương ứng. Chế độ mô phỏng ở 1400 (vòng/phút) tương ứng với giá trị mô men xoắn đạt cực đại, tại đây tiến hành thay đổi tải trọng động cơ lần lượt 25%, 50% và 75% tải. Các thông số được đánh giá như đặc tính đốt cháy, công suất, mức tiêu thụ nhiên liệu và lượng khí thải dựa trên tỷ lệ của dầu diesel sinh học pha trộn. Kết quả cho thấy có một mối tương quan nhất định của tỷ lệ dầu diesel sinh học pha trộn với các thông số đầu ra của động cơ. Cụ thể, tỷ lệ hỗn hợp diesel sinh học tăng, áp suất đỉnh và nhiệt độ đỉnh tăng, mật khác công suất động cơ xu hướng giảm và mức tiêu hao nhiên liệu tăng. Khí thải CO và muội than giảm, trong khi NO<sub>x</sub> tăng lên.

**Từ khóa:** Diesel sinh học, phát thải, tỷ lệ trộn, nhiệt độ cháy.

## ABSTRACT

This paper presents a study on the trend of changing economic, technical and emission characteristics of a research diesel engine when using biodiesel fuel with increasing blending ratio. The study is performed by simulating AVL-5402 single cylinder diesel engine on AVL-Boost software. The simulated fuels include fossil diesel and biodiesel mixed with the substitution rate from 0% to 50% including B0, B10, B20, B30, B40, B50 respectively. Simulation mode at 1400 (rpm) corresponds to the maximum torque value, where the engine load is changed by 25%, 50% and 75% respectively. Evaluated parameters such as combustion characteristics, power, fuel consumption and emissions are based on the ratio of the biodiesel blend. The results show that there is a certain correlation of the biodiesel blend ratio with the output parameters of the engine. Specifically, the biodiesel mixture ratio increases, peak pressure and peak temperature increase, on the other hand, engine power tends to decrease and fuel consumption increases. CO and soot emissions decreased, while NO<sub>x</sub> increased.

**Keywords:** Biodiesel, emissions, mixing ratio, burning temperature.

<sup>1</sup>Khoa Công nghệ ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

\*Email: [nghiant@hau.edu.vn](mailto:nghiant@hau.edu.vn)

Ngày nhận bài: 25/01/2022

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 28/6/2022

Ngày chấp nhận đăng: 23/12/2022

## 1. GIỚI THIỆU

Ngày nay, do nhu cầu sử dụng nhiên liệu và các sản phẩm dầu mỏ ngày càng tăng nhanh, đặt ra nhiều vấn đề cần giải quyết như: nhiên liệu ngày càng cạn kiệt, ô nhiễm môi trường do khí thải động cơ, lò nung công nghiệp, các cơ sở sản xuất và tồn trữ các sản phẩm dầu mỏ. An ninh quốc gia luôn gắn liền với an ninh năng lượng, vì vậy an ninh năng lượng luôn được ưu tiên hàng đầu trong chiến lược phát triển của mỗi quốc gia. Với mức độ sử dụng dầu như hiện nay, nguồn cung dầu có thể đáp ứng nhu cầu trong khoảng 40 - 50 năm nữa nếu không phát hiện thêm nguồn dầu mới. Vì vậy, để đảm bảo an ninh năng lượng lâu dài, giảm thiểu ô nhiễm môi trường và phát triển bền vững, nhiều quốc gia trong vài thập kỷ qua đã tập trung nghiên cứu sử dụng các loại nhiên liệu thay thế, hướng tới xây dựng một ngành công nghiệp nhiên liệu sạch ở nước mình.

Một số nhiên liệu thay thế như etanol, metanol, hydro, Khí tự nhiên nén (CNG), Khí tự nhiên hóa lỏng (LNG), Khí dầu mỏ hóa lỏng (LPG), Dimethyl-ete (DME) và dầu thực vật đã được sử dụng làm nhiên liệu thay thế, tuy nhiên biodiesel đã nhận được sự chú ý đáng kể để được sử dụng làm nhiên liệu thay thế cho dầu mỏ thông thường.

Nhiên liệu sinh học đã và đang được các nhà khoa học tích cực nghiên cứu và ứng dụng làm nhiên liệu thay thế. Reson là do nhiên liệu sinh học có tính chất tương tự nhiên liệu hóa thạch, nhưng có ưu điểm vượt trội là có thể tái tạo và giảm ô nhiễm môi trường.

Dầu diesel sinh học đã được thương mại hóa trong lĩnh vực giao thông vận tải và có thể được sử dụng trong động cơ diesel với ít hoặc không cần sửa đổi [1]. Dầu diesel sinh học và các hỗn hợp của nó với dầu diesel thông thường thân thiện với môi trường và việc sử dụng chúng trong động cơ diesel dẫn đến giảm các chất ô nhiễm khí thải so với nhiên liệu diesel thông thường [2].

Dầu diesel sinh học có sự thay đổi thuộc tính so với nhiên liệu diesel dầu mỏ, điều này thay đổi tùy thuộc vào tỷ lệ pha trộn và nguồn diesel sinh học. Với cùng một loại

B100 (cùng nguồn gốc), khi thay đổi tỷ lệ phối trộn của hỗn hợp biodiesel thì tính chất hóa học (tỷ lệ C: H: O, sức căng bề mặt, độ nhớt, tỷ trọng,...) và đặc tính cháy (nhiệt lượng thấp giá trị, giá trị cetan,...) của hỗn hợp diesel sinh học cũng thay đổi theo các xu hướng khác nhau. Các đặc tính của nhiên liệu diesel sinh học ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình đốt cháy và hình thành các chất ô nhiễm, bao gồm: tỷ trọng, nhiệt trị, giá trị cetan, tỷ lệ C: H: O, độ chưng cất, hàm lượng lưu huỳnh. Với cùng một thể tích (hoặc khối lượng) nhiên liệu cung cấp cho một chu trình, nhiệt trị của nhiên liệu thấp sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến tổng nhiệt lượng cung cấp cho chu trình làm việc. Ngoài ra, giá trị của nhiệt lượng thấp kết hợp với tốc độ phun sẽ quyết định tốc độ nhiệt tỏa ra trong xy lanh. Vì B100 có nhiệt trị thấp hơn B0 nên hỗn hợp diesel sinh học cũng sẽ có nhiệt trị thấp hơn B0. Mức độ phân hủy nhiệt của B100 phụ thuộc chủ yếu vào nguồn gốc của nó. Do giảm nhiệt trị thấp nên sẽ làm giảm nhiệt độ và áp suất tối đa trong xy lanh khi sử dụng hỗn hợp diesel sinh học. Điều này sẽ ảnh hưởng đến nền kinh tế, năng lượng và môi trường của động cơ diesel. Khả năng tự cháy của nhiên liệu diesel có thể được xác định bằng trị số cetan. Số cetan có ảnh hưởng quyết định đến thời gian trễ của nhiên liệu và do đó ảnh hưởng trực tiếp đến nhiệt độ và áp suất trong xy lanh. Khi có nhiều oxy hơn trong thành phần hóa học, hỗn hợp diesel sinh học nói chung có các cation thực nghiệm cao hơn so với diesel truyền thống [3]. Đây là một lợi thế của diesel sinh học khi trộn và đốt.

Một số nghiên cứu thử nghiệm đã được tiến hành trên động cơ diesel để làm rõ diesel sinh học ảnh hưởng như thế nào đến tính năng và phát thải động cơ [4-6]. Hầu hết các kết quả đều cho thấy lượng khí thải độc hại khi sử dụng nhiên liệu diesel sinh học giảm đáng kể, tuy nhiên, lượng phát thải NO<sub>x</sub> lại tăng lên.

Một trong những vấn đề cần nghiên cứu khi sử dụng nhiên liệu biodiesel là tăng tỷ lệ phối trộn trong hỗn hợp. Do đó, trong nghiên cứu này, chúng tôi sẽ tăng tỷ lệ trộn lên đến 50% và đánh giá các tính năng kinh tế kỹ thuật cũng như phát thải của động cơ.

## 2. THIẾT LẬP MÔ HÌNH VÀ CHẾ ĐỘ MÔ PHỎNG

### 2.1. Mô hình cháy

Các mô hình được sử dụng để phát triển các đặc tính đốt cháy của động cơ diesel là mô hình đốt cháy hỗn hợp có kiểm soát (MCC). Mô hình này có thể được tính toán bằng cách sử dụng hai quá trình: quá trình đốt trộn trước và quá trình đốt có kiểm soát:

$$\frac{dQ_{total}}{d\alpha} = \frac{dQ_{MCC}}{d\alpha} + \frac{dQ_{PMC}}{d\alpha} \tag{1}$$

Trong đó:

Q<sub>total</sub>: Tổng nhiệt lượng tỏa ra trong quá trình cháy [kJ];

Q<sub>PMC</sub>: Tổng nhiệt lượng nhiên liệu đầu vào cho quá trình đốt trộn trước [kJ];

Q<sub>MCC</sub>: Nhiệt lượng tỏa ra tích lũy cho quá trình đốt cháy hỗn hợp có kiểm soát [kJ];

### 2.2. Mô hình phát thải

#### 2.2.1. Mô hình hình thành NO<sub>x</sub>

NO<sub>x</sub> hình thành từ phản ứng oxy hóa nitơ trong điều kiện đốt cháy nhiệt độ cao. 6 phản ứng được giới thiệu trong bảng 1, dựa trên cơ chế Zeldovich.

Bảng 1. Các phản ứng hình thành NO<sub>x</sub>

	Thành phần phản ứng	Tốc độ: $k_i = k_{0,i} \cdot T^\alpha \cdot e^{\left(\frac{-TA_i}{T}\right)}$
R <sub>1</sub>	N <sub>2</sub> + O = NO + N	R <sub>1</sub> = k <sub>1</sub> .CN <sub>2</sub> .CO
R <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> + N = NO + O	R <sub>2</sub> = k <sub>2</sub> .CO <sub>2</sub> .CN
R <sub>3</sub>	N + OH = NO + H	R <sub>3</sub> = k <sub>3</sub> .COH.CN
R <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O + O = NO + NO	R <sub>4</sub> = k <sub>4</sub> .CN <sub>2</sub> O.CO
R <sub>5</sub>	O <sub>2</sub> + N <sub>2</sub> = N <sub>2</sub> O + O	R <sub>5</sub> = k <sub>5</sub> .CO <sub>2</sub> .CN <sub>2</sub>
R <sub>6</sub>	OH + N <sub>2</sub> = N <sub>2</sub> O + H	R <sub>6</sub> = k <sub>6</sub> .COH.CN <sub>2</sub>

#### 2.2.2. Mô hình hình thành CO

Sự hình thành CO sau hai phản ứng được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Các phản ứng hình thành CO

	Thành phần phản ứng	Tốc độ
R <sub>1</sub>	CO + OH = CO <sub>2</sub> + H	r <sub>1</sub> = 6,76. 10 <sup>10</sup> . e <sup>(<math>\frac{T}{1102}</math>)</sup> . C <sub>CO</sub> . C <sub>OH</sub>
R <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> + O = CO + O <sub>2</sub>	r <sub>2</sub> = 2,51. 10 <sup>12</sup> . e <sup>(<math>\frac{-24055}{T}</math>)</sup> . C <sub>CO</sub> . C <sub>O<sub>2</sub></sub>

#### 2.2.3. Mô hình hình thành bồ hóng (Soot)

Sự hình thành bồ hóng (Soot) được mô tả bằng hai bước bao gồm quá trình hình thành và quá trình oxy hóa. Tốc độ thực của sự thay đổi khối lượng muội than là hiệu số giữa tốc độ của muội được hình thành m<sub>s,f</sub> và m<sub>s,ox</sub> bị oxy hoá.

$$\frac{dm_s}{dt} = \frac{dm_{s,f}}{dt} - \frac{dm_{s,ox}}{dt} \tag{2}$$

Với:  $\frac{dm_{s,f}}{dt} = A_f \cdot m_{f,v} \cdot p^{0,5} \exp\left[\frac{-E_{s,f}}{RT}\right]$  - Tốc độ hình thành

Soot;

$$\frac{dm_{s,ox}}{dt} = A_{ox} \cdot m_s \cdot \frac{P_{O_2}}{P} \cdot p^{1,8} \exp\left[\frac{-E_{s,ox}}{RT}\right]$$
 - Tốc độ oxy hóa.

Ở đây:

m<sub>s</sub>: Khối lượng muội than;

m<sub>f,v</sub>: Lượng nhiên liệu bay hơi;

P<sub>O<sub>2</sub></sub>: Áp suất phân tử O<sub>2</sub>;

E<sub>s,f</sub> = 52,335kJ/kmol: Năng lượng kích hoạt;

E<sub>s,ox</sub> = 58,615kJ/kmol: Năng lượng oxy hóa;

A<sub>f</sub>, A<sub>ox</sub>: Lựa chọn theo kinh nghiệm và các loại động cơ cụ thể.

### 2.3. Mô hình nhiên liệu

Đầu tiên cần xác định nhiên liệu B100, nhiên liệu B100 là nhiên liệu diesel sinh học 100% nguyên chất bao gồm các hợp chất hóa học với tỷ lệ theo thể tích và được trình bày trong bảng 3.

B10, B20, B30, B40 và B50 có phần trăm khối lượng lần lượt là 10%, 20%, 30%, 40% và 50% của B100. Đối với từng

loại nhiên liệu (B0, B10, B20, B30, B40 và B50), khi xác định cho từng loại nhiên liệu để nhập vào mô hình, cần dựa vào công thức hóa học và tỷ lệ của từng thành phần. nó ở trong hỗn hợp. Trong đó, nhiên liệu diesel (B0) đã được định nghĩa sẵn trong phần mềm mô phỏng AVL-Boost, các nhiên liệu còn lại cần nhập dữ liệu theo mô hình hóa học.

Bảng 3. Thành phần hóa học của nhiên liệu B100

Thành phần hóa học	Tỷ lệ (% thể tích)
$C_{15}H_{30}O_2$	0,0107
$C_{17}H_{34}O_2$	0,146
$C_{19}H_{38}O_2$	0,0655
$C_{19}H_{36}O_2$	0,399
$C_{19}H_{34}O_2$	0,376
$C_{19}H_{32}O_2$	0,0028

Một số tính chất hóa học và vật lý chính của nhiên liệu được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4. Tính chất của các nhiên liệu

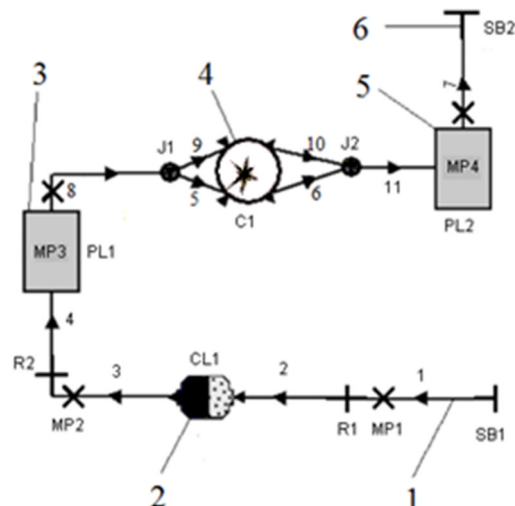
Thông số	Đơn vị	Phương pháp	B0	B10	B20	B30	B40	B50	B100
Nhiệt trị	MJ/kg	ASTM D240	42,76	42,26	41,84	41,29	41,03	41,29	37,58
Trị số xê tan		ASTM D613	49	50	51	52	53	54	56
Khối lượng riêng ở 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	ASTM D1298	838	840	845	848	852	857	866
Độ nhớt động học ở 40 °C	cSt	ASTM D445	3,22	3,31	3,47	3,56	3,67	3,76	4,40
Điểm chớp cháy		ASTM D93	67	71	75	80	84	89	142
Thành phần lưu huỳnh	ppm	ASTM D5453	428	430	433	436	439	441	26
Thành phần nước	ppm	ASTM D6304	62	84	96	110	122	136	215

### 2.4. Mô hình động cơ

Động cơ AVL 5402 là động cơ diesel một xy lanh, bốn kỳ, hệ thống nhiên liệu common rail. Thông số kỹ thuật của động cơ được thể hiện trong bảng 5, động cơ được mô hình hóa bằng phần mềm AVL Boost (hình 1).

Bảng 5. Thông số kỹ thuật của động cơ

TT	Tham số	Giá trị
1	Đường kính xy lanh (D)	85mm
2	Hành trình piston (S)	90mm
3	Thể tích công tác (V)	510,7cm <sup>3</sup>
4	Tỷ số nén	17 : 1
5	Công suất/Tốc độ	9/3200 kW/rpm



Hình 1. Sơ đồ mô hình động cơ AVL 5402

### 2.5. Chế độ mô phỏng

Chế độ mô phỏng sẽ được thực hiện lần lượt như sau: Lượng nhiên liệu cung cấp cho chu trình sẽ được cố định cho tất cả các nhiên liệu thử nghiệm (B0, B10, B20, B30, B40 và B50). Lượng nhiên liệu cung cấp cho chu trình theo các chế độ làm việc của từng phụ tải được trình bày trong bảng 6.

Bảng 6. Lượng nhiên liệu cung cấp cho chu trình tương ứng với các giá trị phụ tải

Tốc độ	Lượng nhiên liệu cung cấp cho chu trình, g <sub>c</sub> (g)		
	75% tải	50% tải	25% tải
1400 (vòng/phút)	0,0173	0,0115	0,00675

Bước 1: Nhập các thông số đầu vào tương ứng khi động cơ hoạt động ở tốc độ 1400 (vòng/phút) với góc phun sớm là 14 độ, giữ áp suất phun ở mức 600 (bar).

Bước 2: Nhập mẫu nhiên liệu tương ứng với B0, B10, B20, B30, B40, B50. Đối với mỗi loại nhiên liệu, thay đổi gct cho lần lượt tải 25%, 50% và 75%.

Bước 3: Chạy mô hình tính toán và ghi lại kết quả của quá trình đốt cháy, công suất, nhiên liệu tiêu thụ và khí thải.

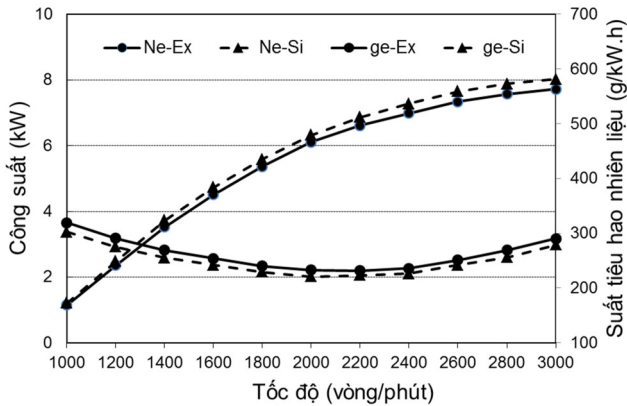
## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Đánh giá tính tin cậy mô hình

Để xác định độ tin cậy của mô hình tính toán, trước khi áp dụng trên diện rộng, phải sử dụng mô hình tính toán ở một chế độ nhất định, so sánh kết quả mô phỏng với kết quả đo thực nghiệm, hiệu chỉnh số đo. Lập mô hình nếu cần thiết sao cho chênh lệch giữa các kết quả tính toán được với kết quả đo nằm trong giới hạn cho phép.

Hình 2 cho thấy kết quả của các đặc tính bên ngoài của động cơ về công suất và tiêu thụ nhiên liệu bằng mô phỏng (Si) và thực nghiệm (Ex). Trên toàn bộ dải tốc độ, sự khác biệt giữa mô phỏng và thử nghiệm là không nhiều. Cụ thể, về đặc tính công suất, độ lệch lớn nhất là 5,7% tại 1400 (vòng/phút) và nhỏ nhất là 3,4% tại 2000 (vòng/phút). Mức trung bình trên dải tốc độ là 4,5%. Kết quả tiêu hao nhiên

liệu cho thấy, độ lệch lớn nhất là 5,8% tại 1200 (vòng/phút) và nhỏ nhất là 3,7% tại 2600 (vòng/phút), tính trung bình trên toàn dải tốc độ.

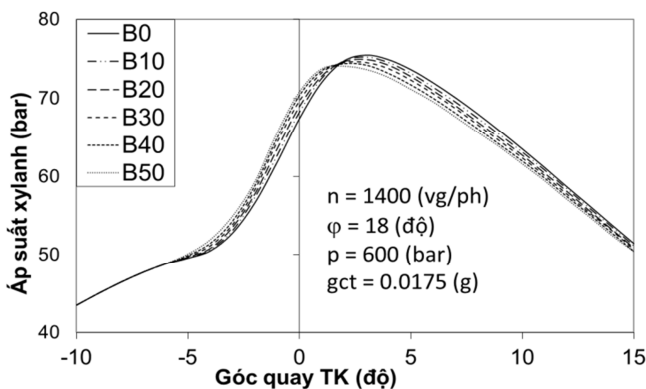


Hình 2. So sánh giữa kết quả mô phỏng và thực nghiệm

Chênh lệch trung bình giữa mô phỏng và thực nghiệm nhỏ hơn 5%, do đó mô hình là đáng tin cậy và có thể được sử dụng để tiến hành khảo sát các chế độ làm việc cũng như các thông số điều khiển đầu vào ở phía bên kia của động cơ.

### 3.2. Đặc tính cháy

Hình 3 so sánh áp suất trong xylanh động cơ khi sử dụng 6 loại nhiên liệu: B0, B10, B20, B30, B40 và B50. Kết quả cho thấy tỷ trọng diesel sinh học pha trộn tăng dần, thời gian tăng áp suất tương ứng với thời gian bắt đầu cháy nhanh xuất hiện dần, bên cạnh đó tốc độ tăng áp suất cũng giảm dần. Nhiên liệu diesel sinh học có giá trị định mức xê tan cao hơn giúp hỗn hợp bắt lửa dễ dàng, kết quả thời gian bắt đầu cháy sớm hơn.



Hình 3. Diễn biến áp suất xylanh của nhiên liệu B0, B10, B20, B30, B40 và B50

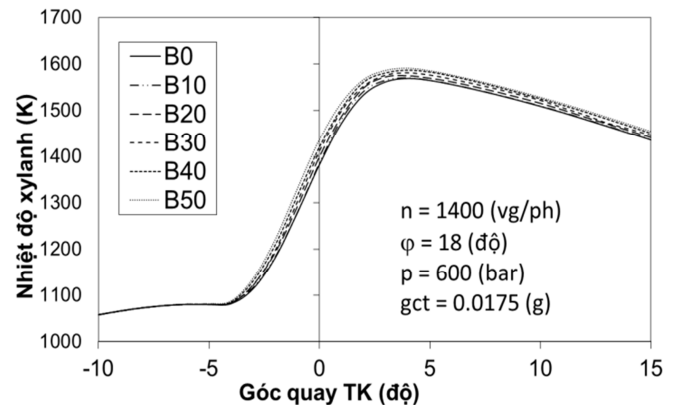
Các thông số cụ thể của quá trình cháy ghi trong bảng 7.

Diễn biến nhiệt độ trong xylanh được thể hiện trong hình 4. Kết quả cho thấy nhiệt độ của các loại nhiên liệu là tương tự nhau. Tuy nhiên, tại mỗi vị trí trục khuỷu khi bắt đầu cháy, nhiệt độ trong xylanh của nhiên liệu B50 lại cao nhất và giảm dần khi tỷ lệ hòa trộn biodiesel giảm. Trong đó giá trị nhiệt độ của nhiên liệu B0 là nhỏ nhất. Điều này có thể được giải thích là do nhiên liệu diesel sinh học có số

xê tan cao hơn làm cho hỗn hợp dễ bắt lửa. Hơn nữa, khi hỗn hợp bốc cháy kết hợp với thành phần oxy có sẵn trong nhiên liệu sẽ giúp quá trình oxy hóa nhiên liệu diễn ra tốt hơn. Kết quả là nhiệt độ khí cháy cao hơn.

Bảng 7. So sánh các tham số quá trình cháy của 6 loại nhiên liệu

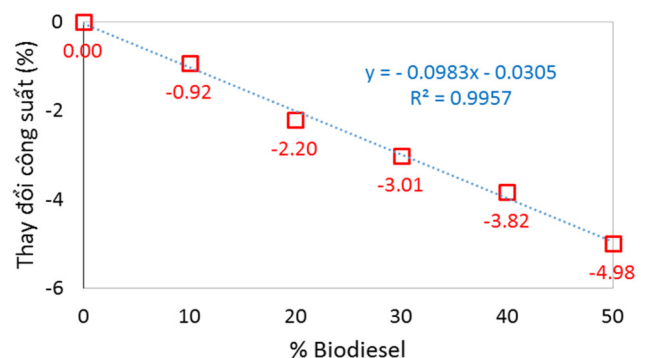
Tham số cháy	B0	B10	B20	B30	B40	B50
Áp suất đỉnh (MPa)	75,46	75,25	74,91	74,52	74,31	74,08
Góc đạt áp suất đỉnh sau ĐCT (°TK)	3,29	3,02	2,80	2,67	2,23	2,01
Tốc độ gia tăng áp suất (MPa/°TK)	5,68	5,67	5,60	5,58	5,53	5,48
Góc bắt đầu cháy trước ĐCT (°TK)	5,20	5,28	5,35	5,48	5,50	5,58
Tốc độ tỏa nhiệt lớn nhất (J/°TK)	167,5	165,1	163,2	159,6	157,5	156,3
Góc tỏa nhiệt lớn nhất trước (°TK)	0,5	0,6	0,7	0,85	1,0	1,1



Hình 4. Diễn biến nhiệt độ xylanh của nhiên liệu B0, B10, B20, B30, B40 và B50

### 3.3. Tính năng kinh tế, kỹ thuật của động cơ

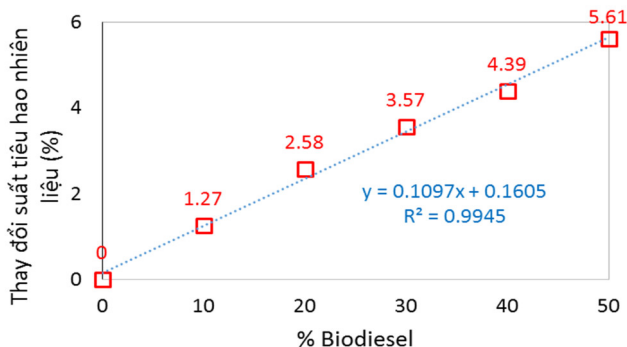
Công suất của động cơ thấp hơn so với sử dụng nhiên liệu diesel (B0) và giảm khi tỷ lệ hỗn hợp của diesel sinh học tăng lên. Công suất bình quân ở các phụ tải giảm: 1,06%; 1,81%; 2,74%; 3,81%; 4,79% với nhiên liệu B10, B20, B30, B40, B50 tương ứng. Với lượng nhiên liệu cung cấp cho một chu trình là như nhau đối với tất cả nhiên liệu, do đó, công suất giảm do giá trị nhiệt của nhiên liệu diesel sinh học thấp hơn. Bên cạnh đó, nguyên nhân làm giảm thời gian cháy chậm nên có hiện tượng đốt và nén kếp do sử dụng nhiên liệu diesel sinh học, kết quả cũng làm giảm công suất.



Hình 5. Xu hướng thay đổi công suất

Trong khi đó, suất tiêu thụ nhiên liệu tăng khi tỷ lệ hỗn hợp nhiên liệu diesel sinh học tăng. Tỷ lệ tăng bình quân: 1,32%; 2,02%; 2,98%; 4,08%; 5,55% với nhiên liệu B10, B20, B30, B40, B50 tương ứng. Do lượng nhiên liệu cung cấp đến chu trình không đổi cho nhiên liệu và giảm công suất động cơ làm tăng suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ.

Xu hướng thay đổi công suất và mức tiêu hao nhiên liệu được thể hiện trong hình 5 và 6.



Hình 6. Xu hướng thay đổi suất tiêu thụ nhiên liệu

### 3.4. Tỷ lệ không khí và nhiên liệu A/F

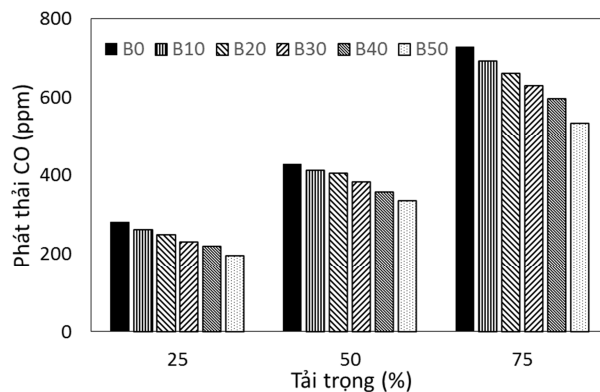
Khi giữ nguyên mức cung cấp nhiên liệu, tỷ số A/F của động cơ khi sử dụng nhiên liệu diesel sinh học luôn cao hơn so với nhiên liệu diesel thông thường. Sự khác biệt này là do trong bản thân nhiên liệu diesel sinh học đã có sẵn phân tử O<sub>2</sub>. Trong khi đó, với cùng một chế độ làm việc của động cơ, lượng không khí vào động cơ là như nhau đối với mọi loại nhiên liệu. Kết quả là tỷ lệ A/F (hệ số dư lượng không khí) của nhiên liệu diesel sinh học lớn hơn. Kết quả tính toán tỷ số A/F theo mô phỏng của động cơ ở các chế độ làm việc khác nhau đối với nhiên liệu khảo sát được trình bày trong bảng 8.

Bảng 8. Tỷ lệ A/F đối với các nhiên liệu

Tốc độ (vg/ph)	g <sub>α</sub> (g)	Nhiên liệu					
		B0	B10	B20	B30	B40	B50
1400	0,00675	75,29	75,43	75,58	75,64	75,79	75,95
	0,0115	44,17	44,32	44,47	44,62	44,77	44,92
	0,0173	29,86	30,14	30,44	30,74	31,03	31,33

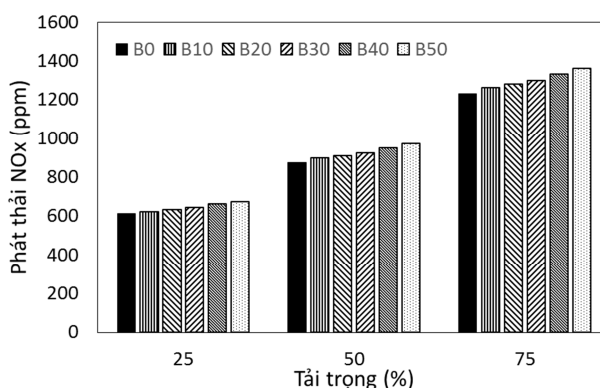
### 3.5. Phát thải

Phát thải CO là sản phẩm của quá trình đốt cháy trong môi trường ít oxy. Khi động cơ sử dụng nhiên liệu diesel sinh học, đó là vì nhiên liệu diesel sinh học có các phân tử O<sub>2</sub>, dẫn đến giảm diện tích hỗn hợp giàu và kết quả là giảm lượng khí thải CO. Lượng khí thải CO giảm xuống trong khi tỷ lệ hỗn hợp diesel sinh học tăng lên. Kết quả ở các chế độ tải khác nhau được thể hiện trong hình 7. Theo đó, ở mức tải 25%, lượng khí thải CO giảm so với B0 lần lượt là 6,7%, 11,4%, 17,7%, 21,7%, 30,7%, ở mức 50% tải tương ứng 2,5%, 5,3%, 10,6%, 16,6%, 21,6%, ở 75% tải lần lượt là 4,9%, 9,2%, 13,7%, 18,4%, 26,8% B10, B20, B30, B40, B50. Tính trung bình đối với các chế độ phụ tải lần lượt giảm: 4,7%; 8,6%; 14,0%; 18,9%, 26,4% với lần lượt là B10, B20, B30, B40, B50.

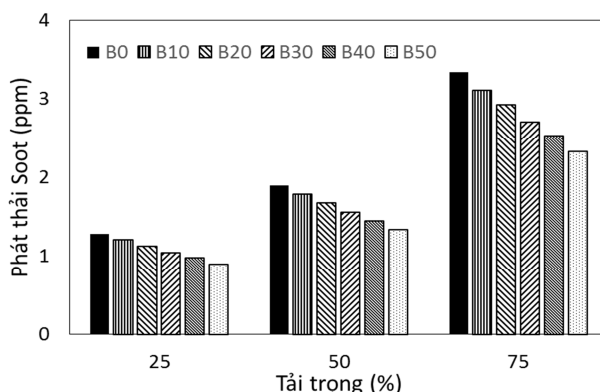


Hình 7. Phát thải CO đối với các nhiên liệu tại các mức tải khác nhau

Đối với lượng khí thải NO<sub>x</sub>, khi chúng ta tăng tỷ lệ hỗn hợp diesel sinh học với lượng khí thải tương ứng thì NO<sub>x</sub> cũng tăng theo. Sự thay đổi này là do tỷ lệ không khí/nhiên liệu của nhiên liệu biodiesel cao hơn tạo điều kiện thuận lợi cho việc hình thành NO<sub>x</sub>, bên cạnh đó hỗn hợp nhiên liệu biodiesel cháy nhanh làm tăng nhiệt độ buồng đốt, cao hơn. Kết quả được thể hiện trong hình 8 ở các chế độ tải 25%, 50% và 75%. Trung bình cho tất cả các chế độ tải, tăng NO<sub>x</sub>: 2,3%; 3,8%; 5,4%; 8,1%; 10,5% với lần lượt là B10, B20, B30, B40, B50.



Hình 8. Phát thải NO<sub>x</sub> đối với các nhiên liệu tại các mức tải khác nhau

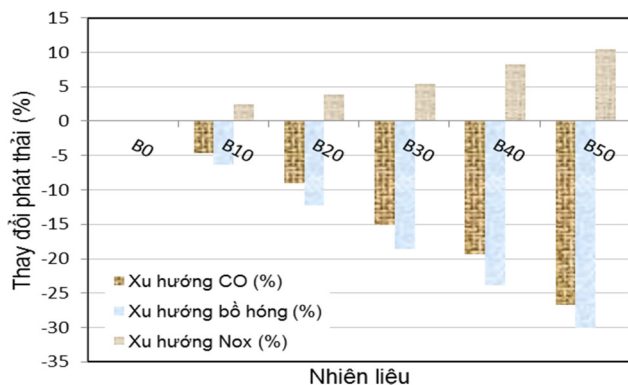


Hình 9. Phát thải Soot đối với các nhiên liệu tại các mức tải khác nhau

Bồ hóng (Soot) là một chất ô nhiễm đặc biệt trong khí thải động cơ diesel. Quá trình cháy khuếch tán trong động cơ diesel rất thuận lợi cho việc hình thành muội than. Tuy nhiên, với động cơ sử dụng nhiên liệu diesel sinh học, đã giảm thiểu phát thải muội than do nhiên liệu có nguyên tố

oxy nên quá trình oxy hoá muội được triệt để hơn. Kết quả cho thấy, muội than trung bình cho các chế độ giảm tải: 6,30%; 12,17%; 18,60%; 24,13%; 30,03% với lần lượt là B10, B20, B30, B40, B50.

Xu hướng thay đổi lượng khí thải độc hại của động cơ khi sử dụng B10, B20, B30, B40, B50 so với B0, được thể hiện trong hình 10.



Hình 10. Xu hướng thay đổi của lượng khí thải động cơ

Khi tỷ lệ pha trộn dầu diesel sinh học tăng lên, lượng phát thải CO và muội than giảm trong khi NO<sub>x</sub> tăng lên. Rõ ràng, tốc độ tăng của NO<sub>x</sub> thấp hơn tốc độ giảm của CO và Soot. Nhiên liệu diesel sinh học có số cetan cao hơn và có nhiều oxy hơn trong nhiên liệu, giúp quá trình cháy diễn ra và do đó làm cho nhiệt độ cháy cao hơn. Nhiệt độ cháy cao giúp oxy hóa muội tốt hơn, giảm lượng muội than nhưng cũng tạo điều kiện thuận lợi cho việc hình thành NO<sub>x</sub>.

#### 4. KẾT LUẬN

- Thời điểm bắt đầu cháy sớm hơn khi chúng ta tăng tỷ lệ diesel sinh học trong hỗn hợp. Vì nhiên liệu diesel sinh học có chỉ số xê tan cao hơn nên hỗn hợp nhanh chóng bắt cháy hơn.

- Áp suất đỉnh xy lanh có xu hướng xuất hiện trước nhưng giá trị giảm dần khi tăng tỷ lệ pha trộn diesel sinh học. Điều này là do nhiên liệu diesel sinh học cháy nhanh hơn nhưng do nhiệt trị thấp hơn nên áp suất đỉnh cũng thấp hơn.

- Công suất của động cơ có xu hướng giảm trong khi mức tiêu hao nhiên liệu tăng so với động cơ sử dụng diesel sinh học. Theo đó, mức giảm công suất lớn nhất là 4,79% và mức tăng tiêu thụ nhiên liệu lớn nhất là 5,55% đối với nhiên liệu B50. Công suất hao hụt là do nhiệt trị của nhiên liệu diesel sinh học thấp hơn, mặt khác do độ trễ quá trình cháy giảm nên xảy ra quá trình vừa đốt vừa nén.

- Giảm phát thải CO và Soot trong khi NO<sub>x</sub> tăng tỷ lệ diesel sinh học hỗn hợp. Nguyên nhân bởi thành phần oxy giúp hỗn hợp cháy tốt hơn.

[2]. Shah A.N., Yunshan G., Chao H, 2021. *Combustion and Emission Response by a Heavy duty Diesel Engine Fuelled with Biodiesel: An Experimental Study*. MUET. Available online: [https://journal.uet.edu.pk/ojs\\_old/index.php/pjeas/article/view/243](https://journal.uet.edu.pk/ojs_old/index.php/pjeas/article/view/243).

[3]. Ekrem Buyukkaya, 2010. *Effects of biodiesel on a DI diesel engine performance, emission and combustion characteristics*. Contents lists available at ScienceDirect.

[4]. Nguyen Tuan Nghia, Le Anh Tuan, Tran Dang Quoc, 2013. *A study on the effects of biodiesel blends based cat-fish fat on characteristics of a single cylinder diesel engine – AVL 5402*. Journal of Transport Science and Technology, Special Issue, 47-51.

[5]. Jinlin Xuea, Tony E. Grifta, Alan C. Hansena, 2011. *Effect of biodiesel on engine performances and emissions*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15, 1098–1116.

[6]. Lin B.F, Huang J.H, Huang D.Y, 2009. *Experimental study of the effects of vegetable oil methyl ester on DI diesel engine performance characteristics and pollutant emissions*. Fuel, 88:1779–85.

[7]. Users Guide-AVL Boost Version 2011.1. Available online: <https://www.avl.com/boost> (accessed on 20 May 2021)

[8]. Theory-AVL Boost Version 2011.1. Available online: <https://www.avl.com/boost> (accessed on 20 May 2021)

[9]. G. Woschni, 1967. *A Universally Applicable Equation for the Instantaneous Heat Transfer Coefficient in Internal Combustion Engines*. SAE paper No. 6700931.

[10]. Paone E., Fazzino F., Pizzone D., Scurria A., Pagliaro M., Ciriminna R., Calabrò P, 2021. *Towards the Anchovy Biorefinery: Biogas Production from Anchovy Processing Waste after Fish Oil Extraction with Biobased Limonene*. Sustainability, 13, 2428.

[11]. Jiaqiang E., Minh Hieu P., Yuanwang D., Tuan Nghia N., Vinh Nguyen D., Duc Hieu L., Wei Z., Qingguo P., Zhiqing Z., 2018. *Effects of injection timing and injection pressure on performance and exhaust emissions of a common rail diesel engine fueled by various concentrations of fish-oil biodiesel blends*. Energy, 149, 979–989.

[12]. Zhang Z.E.J., Deng Y., Pham M., Zuo W., Peng Q., Yin Z, 2018. *Effects of fatty acid methyl esters proportion on combustion and emission characteristics of a biodiesel fueled marine diesel engine*. Energy Convers. Manag, 159, 244–253.

[13]. Nguyen T.N., Pham P.M., Tuan L.A, 2020. *Spray, combustion, performance and emission characteristics of a common rail diesel engine fueled by fish-oil biodiesel blends*. Fuel, 269, 117108.

[14]. Rashedul H.K., Masjuki H.H., Kalam M.A., Ashraful A.M., Rahman S.M.A., Shahir S.A, 2014. *The effect of additives on properties, performance, and emission of biodiesel fuelled compression ignition engine*. Energy Convers. Manag, 88, 348–364.

[15]. Nguyen T.N., Khoa N.X., Tuan L.A, 2021. *The Correlation of Biodiesel Blends with the Common Rail Diesel Engine's Performance and Emission Characteristics*. Energies, 14, 2986.

#### AUTHOR INFORMATION

**Nguyen Tuan Nghia**

Faculty of Automotive Engineering, Hanoi University of Industry

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Graboski M.S., McCormick R.L, 1998. *Combustion of fat and vegetable oil derived fuels in diesel engines*. Prog. Energy Combust. Sci, 24, 125–164.