

# NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ XỬ LÝ GIẢM PHÁT THẢI DẠNG HẠT CHO ĐỘNG CƠ DIESEL SẢN XUẤT TẠI VIỆT NAM

RESEARCH AND APPLICATION OF WASTE REDUCTION TREATMENT TECHNOLOGY GRANULAR FOR DIESEL ENGINE MANUFACTURED IN VIETNAM

Lê Văn Anh<sup>1\*</sup>, Đinh Xuân Thành<sup>1</sup>,  
Nguyễn Mạnh Thuận<sup>2</sup>

## TÓM TẮT

Động cơ đốt trong là nguồn động lực chủ yếu trên các phương tiện vận tải, phát thải của loại động cơ này gồm nhiều chất có tính độc hại, như: CO, CO<sub>2</sub>, HC, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> và P-M (Particulate Matter: Các chất thải dạng hạt) [3], đây chính là một trong những nguồn gây ô nhiễm môi trường không nhỏ và ảnh hưởng đến sức khỏe con người hiện nay (đặc biệt khi động cơ sử dụng nhiên liệu diesel), nên đang được nhiều nhà khoa học quan tâm, tìm cách giải quyết. Xuất phát từ thực tế trên, nhóm tác giả đã nghiên cứu, đưa ra các giải pháp nhằm mục đích giảm phát thải động cơ nói chung, bài báo trình bày về vấn đề nghiên cứu ứng dụng công nghệ xử lý giảm phát thải độc hại cho động cơ diesel sản xuất tại Việt Nam.

**Từ khóa:** Động cơ diesel, độc hại, phát thải, ô nhiễm, môi trường.

## ABSTRACT

The internal combustion engine is the main source of driving force on the means of transport, the emissions of this engine include many harmful substances, such as: CO, CO<sub>2</sub>, HC, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> and PM (Particulate Matter: Particulate wastes) [3], is one of the major sources of environmental pollution and affects human health today (especially when the engine uses diesel fuel), so many scientists are interested in finding a solution. Stemming from the above fact, the authors have researched and proposed solutions for the purpose of reducing engine emissions in general, the article presents the problem of researching and applying treatment technology to reduce harmful emissions for diesel engines made in Vietnam.

**Keywords:** Diesel engine, toxic, emission, pollution, environment.

<sup>1</sup>Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

<sup>2</sup>Trường Cao đẳng nghề Sông Đà

\*Email: anhlv@hau.edu.vn

Ngày nhận bài: 05/5/2022

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 15/6/2022

Ngày chấp nhận đăng: 29/8/2022

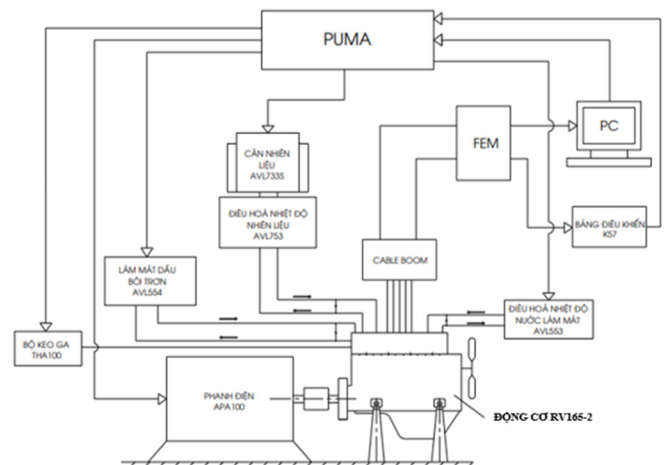
## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tại Việt Nam, trong những năm gần đây cùng với sự phát triển của kinh tế đất nước, nhu cầu đi lại, vận chuyển hàng hóa của người dân tăng mạnh, dẫn tới số lượng các phương tiện giao thông vận tải, đặc biệt là các phương tiện sử dụng nhiên liệu diesel tăng lên rất nhanh, như: Xe buýt, xe khách, xe tải [4]. Bên cạnh đó, các động cơ phục vụ trong lĩnh vực nông lâm nghiệp cũng tăng mạnh về số lượng,

chúng loại và công suất động cơ, sự phát triển này là rất cần thiết cho công cuộc cơ giới hóa và hiện đại hóa nông nghiệp. Tuy nhiên, nó cũng gây ra các tác dụng phụ, như: Tăng lượng phát thải, gây ô nhiễm môi trường không khí, ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe và chất lượng cuộc sống của con người. Xuất phát từ thực tế đó, nhóm tác giả đã nghiên cứu các giải pháp giảm phát thải cho động cơ đốt trong, bài báo này sẽ trình bày về vấn đề nghiên cứu ứng dụng công nghệ xử lý giảm phát thải dạng hạt cho động cơ diesel sản xuất tại Việt Nam (động cơ 1 xylanh RV165-2 được Công ty TNHH MTV Động cơ và Máy nông nghiệp Miền Nam sản xuất, đại diện cho dòng động cơ nông nghiệp cỡ vừa và nhỏ, đang được sử dụng rất phổ biến tại Việt Nam hiện nay).

## 2. ĐÁNH GIÁ THỰC TRẠNG PHÁT THẢI CỦA ĐỘNG CƠ RV 165-2

Hiện nay, Việt Nam chưa có quy chuẩn thử nghiệm và tiêu chuẩn giới hạn hàm lượng phát thải của động cơ sử dụng cho máy nông nghiệp, để xác định thực trạng phát thải của động cơ RV 165-2 được thực hiện trên băng thử (hình 1), các thông số của động cơ về nhiệt độ và áp suất được thu nhận thông qua các cảm biến, lượng nhiên liệu tiêu thụ được xác định bằng phương pháp cân với thiết bị Fuel Balance 733S và thành răng nhiên liệu được điều khiển bởi bộ kéo ga Throttle Actuator THA100.



Hình 1. Sơ đồ trang thiết bị thử nghiệm

Phát thải của động cơ trong quá trình thử nghiệm được xác định thông qua hệ thống phân tích khí thải CEBII (Combustion Emission Bench II) và thiết bị đo phát thải dạng hạt Smart Sampler.

Bảng 1. Thực trạng phát thải của động cơ RV 165-2

Thành phần	Đơn vị	Thử nghiệm	Tier 1	Tier 2
HC	[g/kWh]	0,28	-	-
NO <sub>x</sub>	[g/kWh]	5,02	-	-
CO	[g/kWh]	7,67	6,60	6,60
PM	[g/kWh]	1,28	0,80	0,80
CO <sub>2</sub>	[g/kWh]	528,86	-	-
NO <sub>x</sub> +HC	[g/kWh]	5,30	9,50	7,50

Với thực trạng phát thải của động cơ RV 165-2 cho thấy, động cơ không đạt tiêu chuẩn Tier 1 và Tier 2 của Mỹ [6], vì phát thải CO và PM cao hơn giới hạn cho phép.

### 3. LỰA CHỌN GIẢI PHÁP GIẢM PHÁT THẢI CHO ĐỘNG CƠ DIESEL

#### 3.1. Lựa chọn giải pháp giảm phát thải cho động cơ RV 165-2

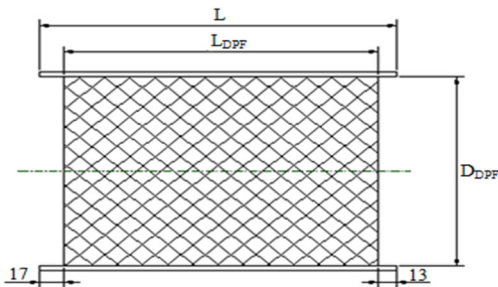
Để làm thay đổi, giảm lượng phát thải cho động cơ diesel có thể sử dụng một trong các phương pháp, đó là: Cải tiến kết cấu; Sử dụng nhiên liệu thay thế; Xử lý khí thải. Từ kết quả về thực trạng phát thải của động cơ RV 165-2, ta cần tìm các giải pháp để giảm phát thải CO, HC, NO<sub>x</sub> và PM. Nhóm nghiên cứu đã lựa chọn giải pháp xử lý khí thải để giảm giảm phát thải cho động cơ diesel, đó là bộ DPF để giảm thiểu phát thải dạng hạt PM.



Hình 2. Sơ đồ bố trí xử lý phát thải dạng hạt động cơ RV 165-2

#### 3.2. Tính toán bộ xử lý phát thải cho động cơ RV 165-2

Trên cơ sở các thông số phát thải của động cơ RV165-2 nguyên bản, ta chọn và tính toán các thông số của bộ xử lý khí thải DPF để đưa vào mô hình mô phỏng động cơ có bộ xử lý khí thải. Sau đó tiến hành chạy, hiệu chỉnh mô hình nhiều lần, bằng cách điều chỉnh các thông số của bộ xử lý khí thải sao cho tăng hiệu suất giảm phát thải, nhưng phải đảm bảo công suất và suất tiêu hao nhiên liệu không thay đổi. Cuối cùng có được bộ thông số về kích thước và đặc tính của các bộ xử lý khí thải DPF.



Hình 3. Kích thước cơ bản của lõi lọc DPF

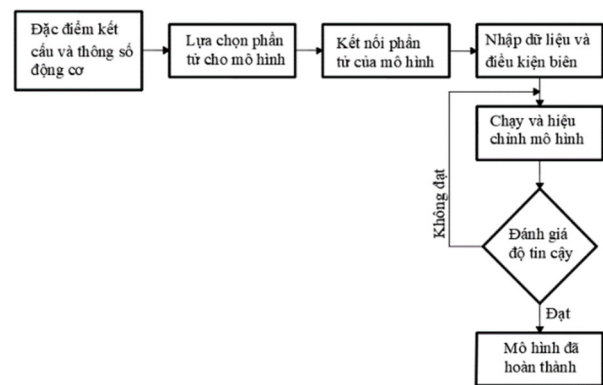
Bảng 2. Kích thước cơ bản của bộ lọc DPF cho động cơ diesel RV165-2

TT	Thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
1	Chiều dài lõi lọc	L <sub>DPF</sub>	220	mm
2	Chiều dài toàn bộ lõi lọc	L	250	mm
3	Đường kính lõi lọc	D <sub>DPF</sub>	170	mm
4	Thể tích lọc	V	3	lít
5	Mật độ cell lọc	CPSI	200	1/in <sup>2</sup>
6	Thể tích cổ góp vào	V <sub>v</sub>	0,5	lít
7	Thể tích cổ góp ra	V <sub>r</sub>	0,5	lít

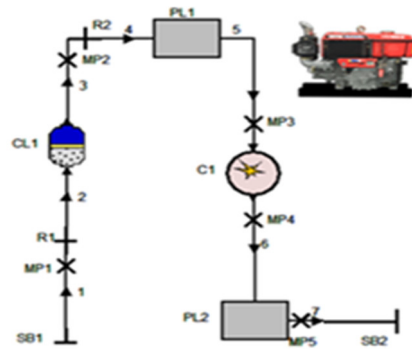
### 4. ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ GIẢM PHÁT THẢI ĐỘNG CƠ RV165-2

#### 4.1. Xây dựng mô hình động cơ RV165-2

Để xây dựng mô hình bằng phần mềm AVL-Boost, cần thực hiện những bước như lưu đồ hình 4. Từ đó, ta xây dựng được mô hình cháy hoàn chỉnh của động cơ RV165-2 (hình 5).



Hình 4. Sơ đồ các bước xây dựng mô hình



Hình 5. Mô hình cháy hoàn chỉnh của động cơ RV165-2

Bảng 3. Thông số kỹ thuật của động cơ RV 165-2

Tên thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
Công suất có ích	N <sub>e</sub>	12,136	kW
Vòng quay định mức	n	2200	Vòng/phút
Tỷ số nén	ε	18	-
Đường kính xi lanh	D	105	mm
Hành trình piston	S	97	mm
Chiều dài thanh truyền	L	158	mm

Số xilanh	i	1	-
Số kì	$\tau$	4	-
Góc mở sớm xupap nạp	$\varphi_1$	20	deg
Góc đóng muộn xupap nạp	$\varphi_2$	45	deg
Góc mở sớm xupap thải	$\varphi_3$	20	deg
Góc đóng muộn xupap thải	$\varphi_4$	45	deg
Góc phun sớm	$\varphi_s$	22,5	deg
Suất tiêu hao nhiên liệu	$g_e$	193	g/kWh
Đường kính nắm xupap nạp	$D_n$	44	mm
Đường kính nắm xupap thải	$D_{th}$	40	mm
Đường kính thân xupap nạp	$d_{tn}$	8	mm
Đường kính thân xupap thải	$d_{tt}$	8	mm
Hệ thống phân phối khí	Phương pháp dẫn động	Cơ cấu xupap treo	
	Truyền dẫn trục cam	Cơ cấu bánh răng	
	Số xupap trên xylanh	2	
Hệ thống bôi trơn	Kiểu bôi trơn	Hỗn hợp: vung té và cưỡng bức	
	Chất bôi trơn	SAE 40	
	Nhiệt độ dầu bôi trơn	85°C	
Hệ thống làm mát	Kiểu loại làm mát	Đối lưu tự nhiên tuần hoàn kín	
	Chất làm mát	Nước sạch, mềm	
	Nhiệt độ nước làm mát	85 ÷ 95°C	
Hệ thống nhiên liệu	Vòi phun	Phun trực tiếp	
	Bơm cao áp	Bơm PF	
	Nhiên liệu sử dụng	Dầu diesel	

Từ đặc điểm kết cấu và các thông số động cơ, ta lựa chọn phần tử cho mô hình trong phần mềm AVL-Boost và nhập dữ liệu thông số cho từng phần tử và điều kiện biên. Chạy và đánh giá kết quả mô phỏng với kết quả thực tế. Hiệu chỉnh để sai số không quá 5% để được mô hình có thể sử dụng.

**4.2. Chạy mô phỏng và tính toán phát thải động cơ RV165-2**

Kết quả mô phỏng, tính toán phát thải mô hình động cơ giữ nguyên thông số ban đầu.

Bảng 4. Số liệu đầu vào các mode

Mode	n (v/ph)	Trọng số (%)	$g_{ct}$ (g/cycle)	Momen (%)
1	2400	15	0,046389	100
2	2400	15	0,0375	75
3	2400	15	0,0295	50
4	2400	10	0,0174	10
5	1600	10	0,048542	100
6	1600	10	0,0380	75
7	1600	10	0,0285	50
8	1200	15	0,0105	0

Chạy mô hình với các thông số trên bảng 4, được kết quả mô phỏng về phát thải tại bảng 5.

Bảng 5. Kết quả mô phỏng chu trình ISO 8178

Mode	Ne (kW)	NO <sub>x</sub> (g/h)	CO (g/h)	Soot (g/kWh)
1	12,26	45,52	126,09	0,908
2	9,17	39,40	38,21	0,419
3	6,13	34,09	15,12	0,108
4	1,21	18,06	15,71	0,007
5	9,54	43,28	163,72	1,345
6	7,16	46,80	18,78	0,390
7	4,70	29,12	12,78	0,059
8	0,01	4,94	10,52	0,006

\* Lượng phát thải trung bình (g/kWh) được tính theo công thức (1):

$$CO_{tb} = \frac{\sum CO_i \cdot WF_i}{\sum Ne_i \cdot WF_i};$$

$$NO_{x_{tb}} = \frac{\sum NO_{x_i} \cdot WF_i}{\sum Ne_i \cdot WF_i}; Soot_{tb} = \frac{\sum Soot_i \cdot WF_i}{\sum Ne_i \cdot WF_i} \quad (1)$$

Trong đó: WF<sub>i</sub> là trọng số tại mode thứ i; Ne<sub>i</sub> là công suất tại mode i [kW]; CO<sub>i</sub>, NO<sub>x<sub>i</sub></sub>, Soot<sub>i</sub> là phát thải tương ứng tại mode i [g/h].

\* Lưu lượng khối lượng PM có thể tính gần đúng, theo công thức (2):

$$G_{PM} = G_{soot} + G_{PM\_sulfua} + G_{P\_HC} \quad (2)$$

Trong đó:

G<sub>soot</sub> là lưu lượng khối lượng của muội than [g/h]

G<sub>PM\_sulfua</sub> là lưu lượng khối lượng của các hạt sunfates [g/h]

G<sub>P\_HC</sub> là lưu lượng khối lượng của các HC hấp phụ trên các hạt bồ hóng [g/h]

G<sub>fuel</sub> là lưu lượng nhiên liệu sử dụng [kg/h]

S là hàm lượng lưu huỳnh trong nhiên liệu [g/kg]

C<sub>smoke</sub> là nồng độ khói [g/m<sup>3</sup>]

C<sub>HC</sub> là nồng độ HC trong khí xả [g/m<sup>3</sup>]

m<sub>HC</sub> là lưu lượng khối lượng của hydrocarbon [g/h]

Như vậy, lượng phát thải dạng hạt: PM<sub>tb</sub> = Soot<sub>tb</sub>/0,31

Bảng 6. Lượng phát thải trung bình so với thực nghiệm và tiêu chuẩn Tier 2

Thực tế	Phát thải		
	HC+NO <sub>x</sub> (g/kWh)	CO (g/kWh)	PM (g/kWh)
Mô phỏng	5,05	7,75	1,28
Thực nghiệm	5,30	7,67	1,28
Tiêu chuẩn Tier 2	7,5	6,6	0,8

Đối với động cơ diesel lượng HC rất nhỏ, nên có thể coi giá trị HC+NO<sub>x</sub> theo tiêu chuẩn Tier 2 gần bằng với giá trị của NO<sub>x</sub> theo tiêu chuẩn này.

Lượng phát thải trung bình gần sát cho với kết quả thực nghiệm, nên cho thấy mô hình có độ tin cậy cao khi kiểm nghiệm về khí thải. Lượng PM và CO phát thải từ động cơ

cao hơn so với tiêu chuẩn Tier 2 cần áp dụng. Vì vậy, cần khảo sát tại các áp suất phun, thời điểm phun khác nhau và lắp thêm bộ lọc DPF.

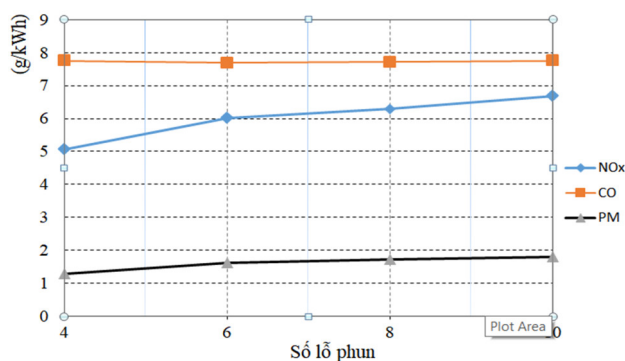
**4.2.1. Kết quả mô phỏng tính toán phát thải khí thay đổi vòi phun nhiên liệu**

Giữ nguyên áp suất phun và quy luật phun ta thay đổi vòi phun, bằng cách sử dụng vòi phun với nhiều lỗ phun hơn (đường kính mỗi lỗ phun sẽ giảm đi) để đảm bảo phun thật tươi nhiên liệu, với lưu lượng phun không đổi. Tính toán phát thải trung bình được kết quả, bảng 7 và hình 6.

Bảng 7. Phát thải trung bình theo chu trình ISO 8178 khi thay đổi vòi phun (g/kWh)

Số lỗ phun	4	6	8	10	Tier 2
NO <sub>x</sub>	5,05	6,02	6,29	6,68	7,5
CO	7,75	7,69	7,72	7,75	6,6
PM	1,28	1,61	1,73	1,8	0,8

Tổng quan hơn về lượng phát thải trung bình khi giữ nguyên áp suất phun, quy luật phun và thay đổi vòi phun được thể hiện trên hình 6.



Hình 6. Phát thải NO<sub>x</sub>, CO, PM khi thay đổi vòi phun nhiên liệu

Ta thấy, rõ ràng lượng phát thải NO<sub>x</sub> và PM đều tăng và cao hơn tiêu chuẩn Tier 2. Lượng CO có thay đổi nhưng không nhiều. Điều này có thể giải thích, do nguyên nhân việc thay đổi vòi phun với số lỗ phun từ 4 đến 10, tạo ra tia nhiên liệu nhỏ hơn, nhưng còn phụ thuộc vào hình dạng và kết cấu buồng cháy. Số lỗ phun càng nhiều thì tia nhiên liệu càng dễ giao nhau tại khu vực gần lỗ phun, gây ảnh hưởng xấu đến khả năng làm việc của động cơ. Vì vậy, vòi phun với 4 lỗ phun vẫn là tối ưu nhất.

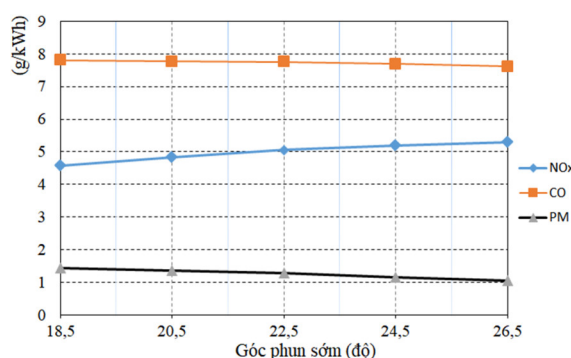
**4.2.2. Kết quả mô phỏng tính toán phát thải khí giữ nguyên áp suất phun và thay đổi thời điểm phun**

Áp suất được giữ nguyên 190 bar và thời điểm phun thay đổi từ 18,5; 20,5; 22,5; 24,5; 26,5 độ TK trước ĐCT. Tính toán phát thải trung bình, kết quả tại bảng 8 và hình 7.

Bảng 8. Phát thải trung bình theo chu trình ISO 8178 khi thay đổi góc phun sớm (g/kWh)

Góc phun sớm (°TK)	18,5	20,5	22,5	24,5	26,5	Tier 2
NO <sub>x</sub>	4,57	4,83	5,05	5,18	5,30	7,5
CO	7,81	7,77	7,75	7,69	7,61	6,6
PM	1,45	1,37	1,28	1,17	1,06	0,8

Từ kết quả cho thấy, lượng phát thải PM và CO có xu hướng giảm, tới gần với chuẩn Tier 2 khi góc phun sớm tăng. Tuy nhiên, NO<sub>x</sub> lại có xu hướng tăng, điều này có thể giải thích rằng: tăng góc phun sớm làm tăng áp suất cực đại và nhiệt độ quá trình cháy, do đó làm tăng nồng độ NO<sub>x</sub>. Góc phun sớm quá lớn sẽ đẩy piston ngược lại, tăng áp lực lên cơ cấu trục khuỷu - thanh truyền, gây hại cho động cơ, hạn chế khả năng sinh công. Nếu phun nhiên liệu muộn (giảm góc phun sớm) làm giảm được lượng NO<sub>x</sub> nhưng không tận dụng được tối đa áp lực khí cháy làm quá trình cháy không triệt để, tăng suất tiêu hao nhiên liệu và khiến PM tăng mạnh. Do vậy, chọn góc phun sớm tối ưu rất quan trọng.



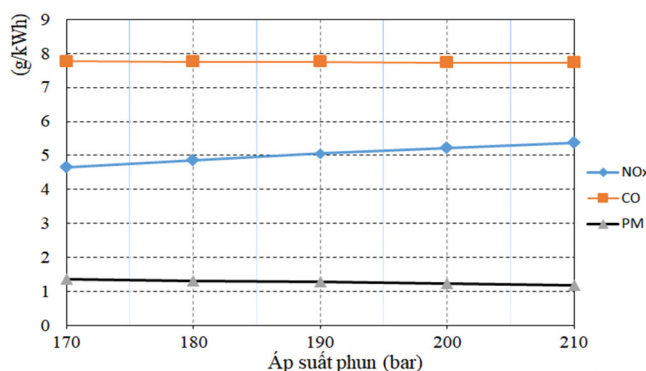
Hình 7. Phát thải NO<sub>x</sub>, CO, PM khi thay đổi góc phun sớm

**4.2.3. Kết quả mô phỏng tính toán phát thải khí giữ nguyên thời điểm phun và thay đổi áp suất phun**

Góc phun sớm được giữ nguyên là 22,5°TK trước ĐCT và áp suất phun thay đổi 170, 180, 190, 200, 210 bar. Lượng phát thải trung bình, kết quả được tại bảng 9 và hình 8.

Bảng 9. Phát thải trung bình theo chu trình ISO 8178 khi thay đổi áp suất phun (g/kWh)

Áp suất phun (bar)	170	180	190	200	210	Tier 2
NO <sub>x</sub>	4,65	4,86	5,05	5,22	5,37	7,5
CO	7,76	7,75	7,75	7,73	7,73	6,6
PM	1,36	1,32	1,28	1,23	1,18	0,8



Hình 8. Phát thải NO<sub>x</sub>, CO, PM khi thay đổi áp suất phun

Ta thấy, lượng PM có xu hướng giảm khi tăng áp suất phun, ngược lại lượng NO<sub>x</sub> luôn có xu hướng tăng. Tăng áp suất phun sẽ khiến nhiên liệu được phun tươi hơn, tăng tốc độ hòa trộn nhiên liệu với không khí và lượng NO<sub>x</sub> còn PM

giảm. Áp suất phun nhỏ có thể giảm được NO<sub>x</sub> nhưng hiệu suất làm việc của động cơ giảm và PM tăng nhanh chóng.

**Tóm lại:** Theo kết quả mô phỏng, khi thay đổi vòi phun, áp suất phun hoặc góc phun sớm chỉ tối ưu được một loại chỉ số phát thải nhất định. Khi giảm được NO<sub>x</sub> thì lại tăng CO và PM hoặc ngược lại. Do chưa đạt được tiêu chuẩn Tier 2 tại một trong các trường hợp, hơn nữa khi hiệu chỉnh áp suất phun cũng như góc phun sớm đều ảnh hưởng không nhỏ đến tính kinh tế kỹ thuật của động cơ. Vì vậy, cần khảo sát phương án kết hợp xử lý khí thải trên đường thải của động cơ, bằng cách sử dụng bộ lọc DPF.

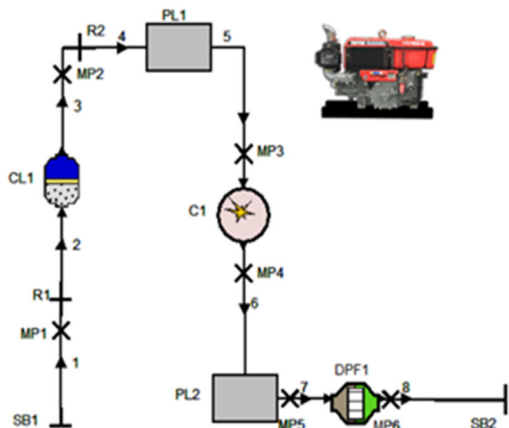
**4.3. Mô phỏng và tính toán phát thải động cơ khi lắp bộ lọc DPF**

**4.3.1. Chế độ mô phỏng khi lắp bộ lọc DPF**

Với kết quả mô phỏng động cơ RV165-2 (nguyên bản), khi thay đổi góc phun sớm hoặc áp suất phun, thành phần trong khí thải không đồng thời tăng hoặc giảm. Vì vậy, để hướng đến tiêu chuẩn phát thải Tier 2 cần chọn áp suất phun và thời điểm phun phù hợp, kết hợp lắp thêm bộ lọc DPF trên đường thải, các thông số của bộ lọc DPF lắp cho động cơ được chọn (bảng 2).

Do lượng phát thải NO<sub>x</sub> đã đạt chuẩn Tier 2 nên ta chọn áp suất phun  $p = 210\text{bar}$  và góc phun sớm  $\phi_s = 26,5^\circ\text{TK}$  kết hợp với bộ lọc DPF để hướng tới chuẩn phát thải cần đạt được.

**4.3.2. Ảnh hưởng của bộ lọc DPF tới tính kinh tế - kỹ thuật của động cơ**



Hình 9. Mô hình mô phỏng động cơ RV165-2 khi lắp thêm bộ lọc DPF

Tổng hợp kết quả giá trị momen, suất tiêu hao nhiên liệu, mô phỏng khi có và không lắp bộ lọc hạt, với thay đổi tốc độ tại 100% tải như trong bảng 10.

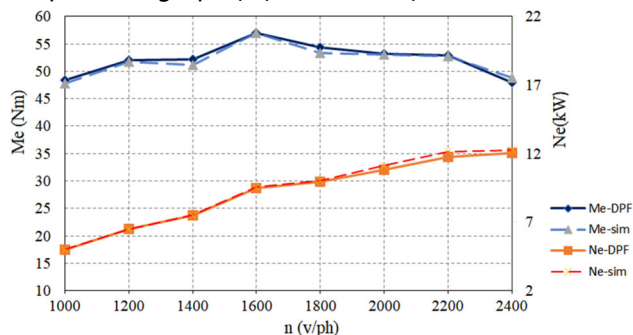
Bảng 10. So sánh tính kinh tế - kỹ thuật tại 100% tải

Tốc độ n (v/ph)	Chưa lắp bộ lọc hạt			Có lắp bộ lọc hạt		
	N <sub>e</sub> (kW)	M <sub>e</sub> (Nm)	g <sub>e</sub> (g/kWh)	N <sub>e</sub> (kW)	M <sub>e</sub> (Nm)	g <sub>e</sub> (g/kWh)
1000	5,01	47,85	261,45	5,01	47,82	261,61
1200	6,50	51,75	250,68	6,48	51,58	251,48
1400	7,51	51,21	243,73	7,47	50,97	244,88

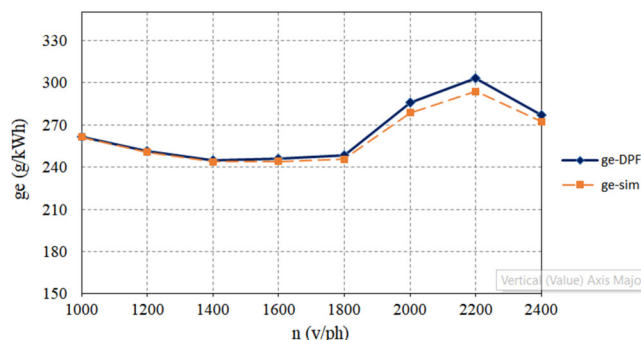
1600	9,54	56,93	244,27	9,46	56,45	246,33
1800	10,05	53,34	245,67	9,94	52,71	248,59
2000	11,13	53,12	278,64	10,84	51,77	285,90
2200	12,14	52,71	293,98	11,78	51,14	302,99
2400	12,26	48,79	272,38	12,05	47,95	277,18

Qua bảng 10 cho thấy, khi lắp thêm bộ lọc DPF trên đường thải thì công suất, mô men có giảm đi khoảng 2 - 3%, còn suất tiêu hao nhiên liệu tăng một lượng tương tự. Nguyên nhân là do khi lắp thêm bộ lọc sẽ làm tăng cản trên đường thải, quá trình thải kém đi gây ảnh hưởng đến quá trình làm việc của động cơ.

Sự thay đổi công suất, mô men, suất tiêu hao nhiên liệu khi lắp và không lắp bộ lọc DPF thể hiện trên hình 10 và 11.



Hình 10. Công suất N<sub>e</sub> và mô men M<sub>e</sub> khi có và không có bộ lọc DPF



Hình 11. Suất tiêu hao nhiên liệu g<sub>e</sub> khi có và không có bộ lọc DPF

**4.3.3. Ảnh hưởng của bộ lọc DPF đến phát thải**

Bảng 11. Kết quả mô phỏng khi lắp bộ lọc DPF theo chu trình ISO 8178

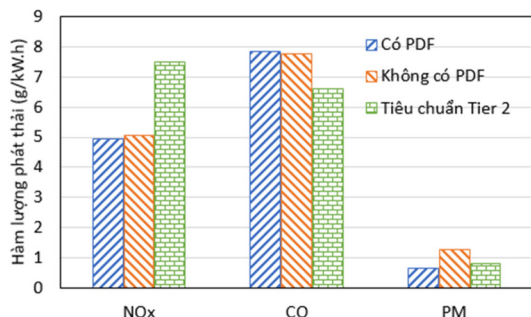
Mode	N <sub>e</sub> (kW)	NO <sub>x</sub> (g/h)	CO (g/h)	Soot (g/kWh)
1	12,00	44,60	131,91	0,47
2	8,93	38,60	38,85	0,25
3	5,90	33,40	14,98	0,10
4	1,04	17,54	15,28	0,007
5	9,32	39,93	149,34	0,65
6	6,97	43,107	18,63	0,17
7	4,60	26,01	12,08	0,05
8	0,00	4,36	9,47	0,00

Tính được lượng phát thải trung bình và phát thải PM thông qua soot.

Bảng 12. Lượng phát thải trung bình khi lắp bộ lọc DPF và tiêu chuẩn Tier 2

Thực tế	NOx (g/kWh)	CO (g/kWh)	PM (g/kWh)
Phát thải trung bình	4,95	7,85	0,68
Tiêu chuẩn Tier 2	7,5	6,6	0,8

So sánh kết quả tại bảng 12 và kết quả mô phỏng tại bảng 6 với tiêu chuẩn Tier 2, ta có biểu đồ phát thải trung bình của động cơ RV165-2 như hình 12.



Hình 12. Phát thải trung bình của động cơ RV165-2 (Khi có và không có bộ lọc DPF so với tiêu chuẩn Tier 2)

Lượng phát thải NO<sub>x</sub> gần như không thay đổi, nhưng trên thực tế thành phần NO<sub>2</sub> độc hại hơn đã được chuyển hóa thành NO qua phản ứng:



Lượng phát thải CO tăng 1,3% so với khi chưa lắp bộ lọc. Như phản ứng (3) lượng CO chênh lệch được sinh ra từ phản ứng của carbon bị giữ lại trong bộ lọc DPF phản ứng với NO<sub>2</sub> trong thành phần khí thải của động cơ.

Bộ lọc DPF có vai trò hấp phụ phát thải dạng hạt nên lượng phát thải PM trung bình giảm 46,9% từ 1,28 xuống 0,68g/kWh so với khi động cơ chưa có bộ lọc.

### 5. KẾT LUẬN

Qua nghiên cứu cho thấy, khi lắp thêm bộ lọc DPF kết hợp với việc thay đổi góc phun sớm tại  $\phi_s = 26,5^\circ$ TK và áp suất phun  $p = 210$ bar thì phát thải trung bình của động cơ có lắp DPF giảm đáng kể và đạt tiêu chuẩn Tier 2, lượng NO<sub>x</sub> giảm nhỏ không đáng kể, còn lượng CO tăng nhẹ. Do vậy, cần thêm các giải pháp định hướng khác để hướng tới đạt chuẩn phát thải Tier 2 cho động cơ RV165-2 mà không ảnh hưởng nhiều đến tính năng kinh tế - kỹ thuật của động cơ.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bui Van Ga, 2000. *O to va o nhiem moi trung*. Vietnam Education Publishing House.
- [2]. Pham Minh Tuan, 2013. *Khi thai dong co va o nhiem moi trung*. Science and Technics Publishing House, Hanoi.
- [3]. Transport & Environment, 2017. Diesel The true story (dirty). A report by Transport and environment.
- [4]. <http://www.vr.org.vn/thong-ke/Pages/tong-hop-so-lieu-phuong-tien-giao-thong-trong-ca-nuoc.aspx>, 15/05/2021
- [5]. <https://bnews.vn/co-khi-nong.-nghiep-viet-nam-dang-o-vi-tri-nao/164738.html>, 10/06/2021.
- [6]. <https://dieselnet.com/standards/cycles/iso8178.php>, 08/07/2021.

### AUTHORS INFORMATION

**Le Van Anh<sup>1</sup>, Dinh Xuan Thanh<sup>1</sup>, Nguyen Manh Thuan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Hanoi University of Industry

<sup>2</sup>Song Da Vocational College