

Đánh giá ảnh hưởng của vị trí lắp bộ lọc đến chỉ tiêu kỹ thuật và môi trường của động cơ Nissan FE6B

■ TS. TRẦN TRỌNG TUẤN; TS. NGUYỄN CÔNG ĐOÀN; PGS. TS. VŨ NGỌC KHIÊM
 Trường Đại học Công nghệ Giao thông vận tải

TÓM TẮT: Để giảm phát thải từ nhóm phương tiện đang lưu hành, ngày 28/3/2019, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 16/2019/QĐ-TTg về quy định lộ trình áp dụng tiêu chuẩn khí thải của xe ô tô tham gia giao thông và xe ô tô đã qua sử dụng nhập khẩu. Theo đó, mức tiêu chuẩn khí thải của nhóm phương tiện đang lưu hành đã tăng từ mức 1 lên mức 2 từ ngày 01/01/2021. Đối với động cơ diesel mức tiêu chuẩn mới sẽ áp dụng là 60%HSU thay cho ngưỡng tiêu chuẩn cũ là 72%HSU. Việc nâng cao ngưỡng tiêu chuẩn đòi hỏi các phương tiện đang lưu hành cần áp dụng các biện pháp khác nhau như: tăng cường công tác vệ sinh, bảo dưỡng, sửa chữa thường xuyên, lắp thêm các bộ lọc... Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu lý thuyết nhằm đánh giá ảnh hưởng của vị trí lắp bộ lọc đến chỉ tiêu kỹ thuật và môi trường của động cơ Nissan FE6B.

TỪ KHÓA: Hệ thống xử lý khí thải, động cơ diesel, Nissan FE6B, phương tiện đang lưu hành.

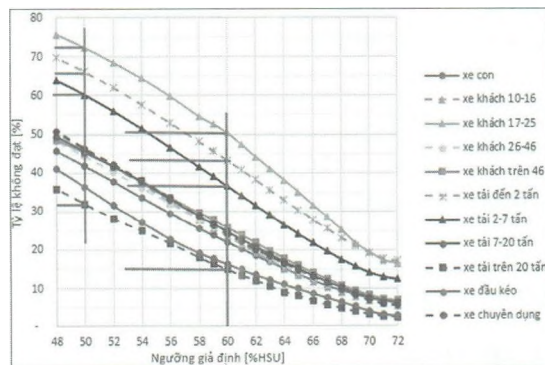
ABSTRACT: In order to reduce emissions from the group of vehicles in used on March 28, 2019, the Prime Minister issued Decision No. 16/2019/QĐ-TTg on regulations on the roadmap for applying emission standards of participating cars transport equipment and imported used cars. Accordingly, the emission standard level of the group of vehicles in circulation has increased from level 1 to level 2 from January 1, 2021. For diesel engines, the new standard level of 60%HSU will apply instead of the old standard threshold of 72%HSU. Raising the standard threshold requires that the vehicles in circulation need to apply different measures such as: strengthening cleaning, maintenance, regular repair, installing more filters... The article presents the results of theoretical research to evaluate the influence of the filter installation position on the technical and environmental parameters of the Nissan FE6B engine..

KEYWORDS: Aftertreatment system, diesel engine, Nissan FE6B, in used vehicles.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trước tình trạng ô nhiễm môi trường ngày càng gia tăng từ phương tiện giao thông đường bộ, đặc biệt đối với phương tiện đang lưu hành, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 16/2019/QĐ-TTg ngày 28/3/2019 về quy định lộ trình áp dụng tiêu chuẩn khí thải của xe ô tô tham gia giao thông và xe ô tô đã qua sử dụng nhập khẩu. Đặc biệt, ô tô đang lưu hành lắp động cơ diesel đều phải áp dụng mức 2 từ ngày 01/01/2021 (60% HSU - TCVN 6438-2018). Đối với xe ô tô nhập khẩu đã qua sử dụng phải áp dụng mức 4 (45% HSU - TCVN 6438-2018) [2].

Theo số liệu thống kê đến tháng 9/2017, toàn quốc có 941.336 lượt phương tiện lắp động cơ diesel tham gia kiểm định, trong đó xe chở hàng dưới 2 tấn là 340.299 lượt, xe chở hàng từ 2 - 7 tấn là 223.428 lượt và xe buýt từ 26 chỗ ngồi trở lên là 53.959 lượt. Tuy nhiên, theo kết quả nghiên cứu được trình bày trong công trình [3] cho thấy, hầu hết các phương tiện ô tô lắp động cơ diesel đều chưa có bộ xử lý khí thải. Kết quả kiểm định 9 tháng đầu năm 2017 được mô tả tại Hình 1.1. Từ kết quả trên cho thấy, tại thời điểm tháng 9/2017, số lượng xe không đạt ngưỡng 60% HSU là rất lớn. Chẳng hạn xe tải từ 2 - 7 tấn có hơn 35% không đạt, xe tải dưới 2 tấn có 45% không đạt và xe khách 17 - 25 chỗ ngồi có 50% không đạt. Qua khảo sát [3], số lượng xe tải nhỏ và vừa có tuổi đời nhỏ chiếm số lượng rất lớn, còn rất nhiều năm mới hết niên hạn (chiếm 87 - 90%). Như vậy, số lượng xe ô tô tham gia giao thông, đặc biệt là xe tải nhỏ và vừa sẽ không đạt yêu cầu của Quyết định là rất lớn.



Hình 1.1: Số liệu kiểm định khí thải ô tô lưu hành lắp động cơ diesel năm 2017 [3]

Để những phương tiện này đáp ứng được tiêu chuẩn phát thải theo yêu cầu của Quyết định số 16/2019/QĐ-TTg thì nhóm giải pháp kỹ thuật gồm: bảo dưỡng và sửa chữa kỹ thuật xe đang lưu hành và giải pháp lắp thêm bộ xử lý khí xả (BXLKX) cho động cơ là rất cần thiết. Tuy nhiên, không phải cứ mua BXLKX về lắp cho động cơ là có thể đáp ứng yêu cầu. Bởi vì, phụ thuộc vào đặc điểm kỹ thuật của động cơ diesel như công suất, tốc độ, cấu hình, phương pháp phun nhiên liệu, phương pháp điều khiển động cơ... mà lựa chọn loại BXLKX phù hợp. Đặc biệt, vị trí và cách bố trí BXLKX khi lắp trên xe là rất quan trọng để đảm bảo xe hoạt động ổn định, đảm bảo phát huy tối đa công suất và giảm phát thải đáp ứng yêu cầu.

Vi những lý do trên, bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu lý thuyết bằng phần mềm AVL-Boost nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc lắp thêm bộ lọc đến chỉ tiêu kỹ thuật và môi trường của động cơ Nissan FE6B lắp trên xe đang lưu hành.

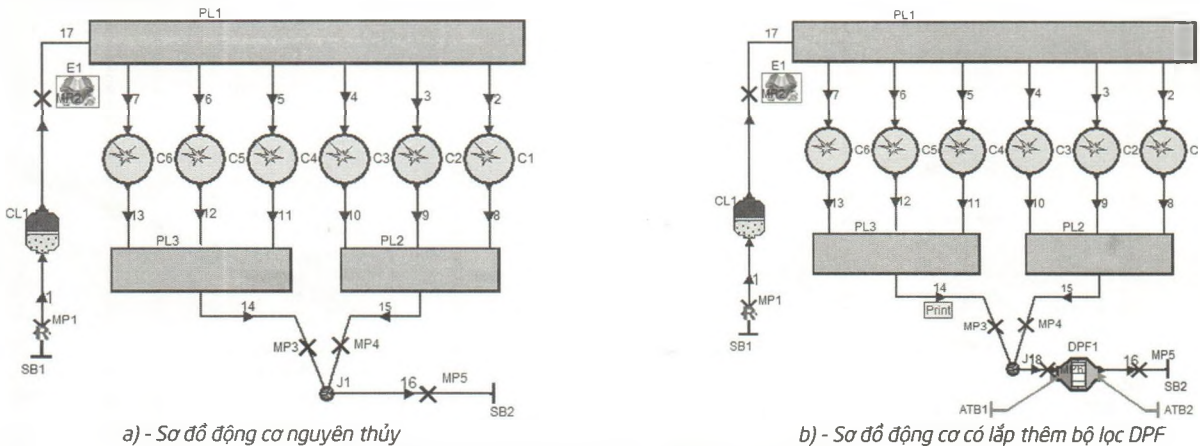
2. XÂY DỰNG VÀ HIỆU CHỈNH MÔ HÌNH MÔ PHỎNG

Đối tượng được lựa chọn để nghiên cứu là động cơ diesel Nissan FE6B. Động cơ FE6B là động cơ diesel 4 kỳ, 6 xy-lanh bố trí một hàng thẳng đứng, thứ tự làm việc là: 1-4-2-6-3-5, không tăng áp, hệ thống phun nhiên liệu kiểu cơ khí truyền thống, hệ thống làm mát cưỡng bức 2 vòng tuần hoàn kín. Các thông số cơ bản của động cơ FE6B được trình bày trong Bảng 2.1.

Bảng 2.1. Thông số kỹ thuật của động cơ Nissan FE6B. [6]

STT	Thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
1	Thứ tự công tác		1-4-2-6-3-5	
2	Đường kính xi-lanh	D	108	mm
3	Hành trình piston	S	126	mm
4	Số xi-lanh	i	6	-
5	Thể tích công tác	V_{xl}	6,92	lít
6	Chiều dài thanh truyền	L	210	mm
7	Tỷ số nén	ϵ	18	-
8	Công suất định mức	N_e	132	kW
9	Vòng quay ứng với N_e	n_e	3.000	vg/ph
10	Mô men cực đại ở 1.800 vg/ph	M_{emax}	450	N.m
11	Góc phun sớm nhiên liệu tính theo góc quay trục khuỷu	φ_s	12	độ
14	Suất tiêu hao nhiên liệu	g_e	273	g/kW.h
16	Góc mở sớm xupáp nạp	φ_1	15	độ
17	Góc đóng muộn xupáp nạp	φ_2	40	độ
18	Góc mở sớm xu-páp thải	φ_3	53	độ
19	Góc đóng muộn xu-páp thải	φ_4	9	độ
20	Đường kính nắm xu-páp nạp	D_n	50	mm
21	Đường kính nắm xu-páp thải	D_t	46	mm
22	Áp suất phun nhiên liệu	P_p	200	bar
23	Số lỗ vòi phun	-	5	lỗ

Căn cứ vào các thông số kết cấu của động cơ và thư viện các phần tử sẵn có trên AVL-Boost mô hình động cơ diesel FE6B nguyên thủy và khi lắp thêm bộ lọc được xây dựng như trên Hình 2.1. Trong mô hình các xi-lanh được ký hiệu từ C1 đến C6, bầu gom khí nạp/thải được ký hiệu từ PL1 đến PL3, bộ lọc khí thải lắp thêm được ký hiệu DPF1, các đường ống nạp/thải được đánh số thứ tự từ 1 đến 18.



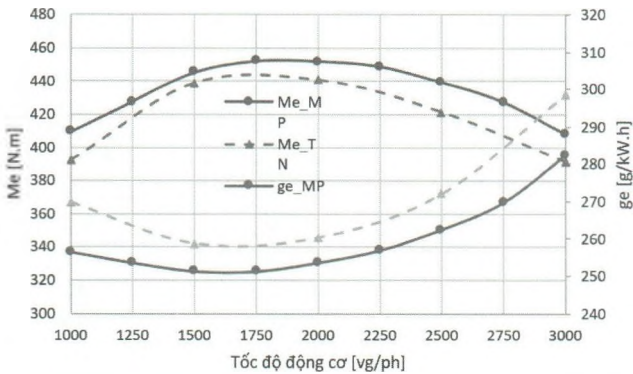
Hình 2.1: Sơ đồ mô phỏng động cơ FE6B trong ALU-Boost

Mô hình mô phỏng sau khi được xây dựng sẽ được hiệu chỉnh theo kết quả đo thử nghiệm trên bộ thử động cơ tại Trường Cao đẳng GTVT Trung ương I. Kết quả so sánh mô-men (Me) và suất tiêu thụ nhiên liệu (g_e) của động cơ khi chưa lắp thêm bộ DPF được trình bày trên Hình 2.2, ta thấy:

- Quy luật thay đổi của Me và g_e giữa mô phỏng và thử nghiệm khá tương đồng, điều này cho thấy độ tin cậy của mô hình đã xây dựng.

- Sai số lớn nhất về mô-men và suất tiêu thụ nhiên liệu giữa mô phỏng và thử nghiệm lần lượt là 4,2 và 5,8% nằm trong giới hạn có thể chấp nhận được. Mức sai số về suất tiêu thụ nhiên liệu là khá lớn, điều này có thể được giải thích do trong quá trình thử nghiệm lượng tiêu thụ nhiên liệu được đo bằng cân điện tử, sau đó quy đổi sang g/kW.h. Việc đo bằng cân sẽ kém chính xác hơn so với các thiết bị đo tiêu thụ nhiên liệu chuyên dụng khác.

- Từ các kết quả trên có thể thấy mô hình mô phỏng chu trình công tác (CTCT) của động cơ FE6B trong phần mềm AVL-Boost có thể đủ tin cậy để mô phỏng đánh giá ảnh hưởng của việc lắp thêm bộ lọc để chỉ tiêu kỹ thuật, môi trường của động cơ, vì vậy sau khi mô phỏng CTCT của động cơ nguyên thủy, nhóm nghiên cứu đã tiến hành mô phỏng CTCT của động cơ khi lắp thêm bộ lọc DPF.

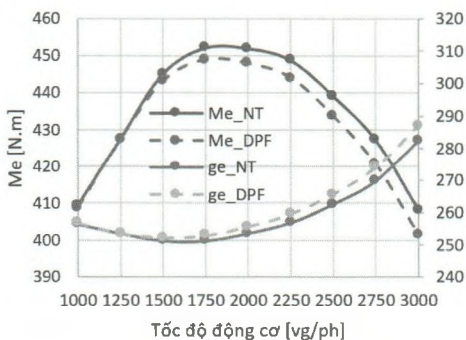


Hình 2.2: Kết quả so sánh Me và g_e giữa mô phỏng và thử nghiệm của động cơ nguyên thủy ở đường đặc tính ngoài

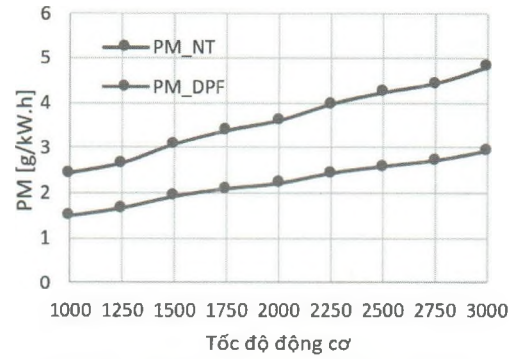
3. KẾT QUẢ ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC LẮP THÊM BỘ DPF

3.1. So sánh chỉ tiêu kỹ thuật và môi trường ở đường đặc tính ngoài khi có và không có bộ DPF

Kết quả so sánh các chỉ tiêu kỹ thuật và môi trường khi động cơ lắp thêm bộ DPF được trình bày trên Hình 3.1, có thể thấy:



a) - Me, g_e khi có/không có bộ DPF



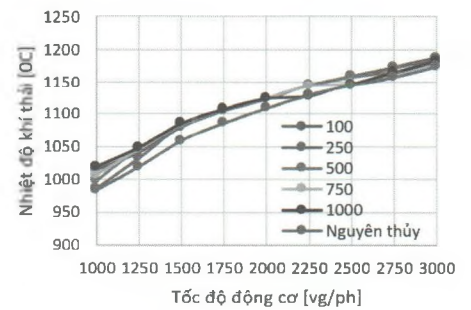
b) - Kết quả so sánh PM khi có/không có bộ DPF
Hình 3.1: Kết quả so sánh chỉ tiêu kỹ thuật, môi trường khi lắp thêm bộ DPF

- Việc lắp thêm bộ DPF phù hợp với động cơ sẽ không làm giảm quá nhiều về mô-men và tăng nhẹ suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ. Mức giảm về mô-men của động cơ khi có lắp bộ DPF không vượt quá 1,6% và mức tăng g_e không vượt quá 1,67% so với trường hợp khi động cơ không lắp bộ DPF.

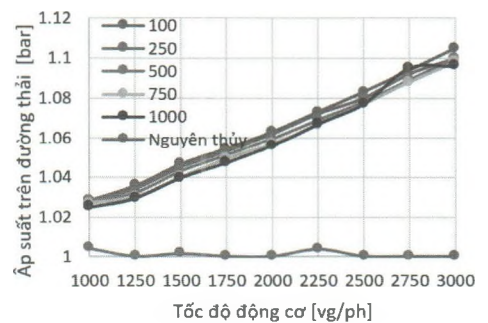
- Lắp thêm bộ DPF sẽ cải thiện một cách rõ rệt phát thải PM của động cơ. Mức độ giảm về phát thải PM khi động cơ có lắp bộ DPF có thể lên đến 39% so với khi động cơ không lắp thêm bộ lọc DPF.

3.2. Kết quả đánh giá các chỉ tiêu kỹ thuật và môi trường của động cơ khi thay đổi vị trí lắp bộ DPF ở đường đặc tính ngoài

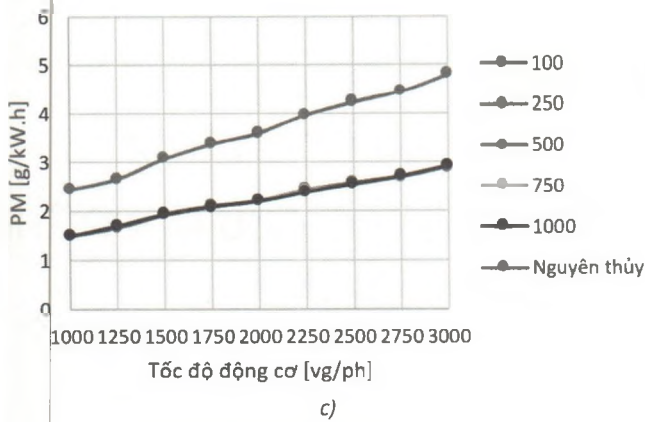
Vị trí lắp bộ DPF được thay đổi từ 100 đến 1.000 mm so với đầu ra của bộ gom khí thải. Kết quả mô phỏng cho thấy, Me và g_e của động cơ gần như không thay đổi khi thay đổi vị trí lắp bộ lọc trên đường thải, sự thay đổi của các thông số nhiệt độ, áp suất và phát thải PM theo các vị trí lắp bộ lọc khác nhau khi động cơ làm việc ở đường đặc tính ngoài được trình bày trong Hình 3.2. Có thể thấy:



a)



b)



Hình 3.2: Kết quả so sánh T_{kx} , P_{kx} và PM khi thay đổi vị trí lắp bộ DPF

- Khi thay đổi vị trí lắp bộ lọc DPF thì nhiệt độ của khí thải tại vị trí đầu vào của bộ DPF không thay đổi nhiều (khoảng từ 7 đến 33°C khi thay đổi vị trí từ 100 đến 10.000 mm). Khi lắp thêm bộ DPF thì nhiệt độ khí thải có xu hướng cao hơn so với khi không lắp bộ DPF khoảng 2,2 đến 40°C.

- Khi lắp thêm bộ DPF thì áp suất trên đường thải tại vị trí lắp có xu hướng cao hơn rõ rệt so với trường hợp không lắp bộ DPF (có thể lên đến 0,1 bar), tuy nhiên khi thay đổi vị trí lắp bộ DPF thì áp suất trên đường thải gần như không thay đổi.

- Khi lắp thêm bộ DPF, phát thải PM được cải thiện rõ rệt (như đã phân tích ở trên), tuy nhiên khi thay đổi vị trí lắp bộ DPF trong khoảng từ 100 đến 1.000 mm so với vị trí đầu ra của bầu gom khí thải thì hiệu quả giảm PM gần như không thay đổi giữa các khoảng cách khác nhau.

- Từ kết quả mô phỏng ảnh hưởng của vị trí lắp bộ DPF có thể thấy, việc lắp thêm bộ DPF trong khoảng từ 100 đến 1.000 mm so với vị trí đầu ra của bộ gom khí thải gần như không làm ảnh hưởng đến nhiệt độ, áp suất của khí thải trong khi hiệu quả làm giảm PM vẫn được duy trì.

4. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

- Bài báo đã xây dựng và hiệu chỉnh được mô hình mô phỏng CTCT của động cơ Nissan FE6B trên phần mềm AVL-Boost. Kết quả hiệu chỉnh mô hình giữa lý thuyết và thực nghiệm theo đường đặc tính ngoài của động cơ cho thấy mức độ sai khác lớn nhất về M_e và g_e khi so sánh giữa mô phỏng và thực nghiệm lần lượt là 4,2% và 5,8%, điều này đảm bảo mức độ chính xác của mô hình lý thuyết;

- Đã tính toán được ảnh hưởng của việc lắp thêm bộ DPF đến chỉ tiêu kinh tế của động cơ ở đường đặc tính ngoài. Kết quả tính toán cho thấy lắp thêm bộ DPF có thể làm giảm mô-men và tăng g_e của động cơ khoảng 1,6% so với khi không lắp bộ DPF;

- Đã tính toán được ảnh hưởng của việc lắp thêm bộ DPF đến phát thải PM của động cơ. Khi lắp thêm bộ DPF sẽ làm giảm phát thải PM một cách rõ rệt (có thể lên đến 39%) so với trường hợp không lắp bộ DPF;

- Việc lắp thêm bộ DPF trên đường thải sẽ làm tăng nhiệt độ, áp suất của khí thải so với khi không lắp bộ DPF, tuy nhiên mức độ thay đổi là không nhiều;

- Bài báo đã tính toán được sự thay đổi các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật và môi trường của động cơ khi thay đổi vị trí lắp bộ DPF trên đường thải. Kết quả cho thấy việc thay đổi vị trí lắp bộ DPF một khoảng rất rộng (từ 100 - 1.000 mm) cũng không ảnh hưởng nhiều đến chỉ tiêu kỹ thuật và khả năng giảm phát thải của động cơ, vì vậy có thể đưa ra khuyến cáo cho người sử dụng trong việc lắp thêm bộ DPF là vị trí lắp bộ DPF có thể tùy chỉnh một cách phù hợp theo kết cấu của khoang động cơ và đường ống thải.

- Để tăng tính chính xác và độ tin cậy của các kết quả nghiên cứu lý thuyết, trong thời gian tới, nhóm nghiên cứu sẽ tiến hành thử nghiệm lắp thêm bộ DPF lên động cơ và lên xe để đánh giá chính xác và toàn diện hơn nữa hiệu quả của việc lắp thêm bộ DPF đến phát thải khói của động cơ trên bộ và của xe đang lưu hành.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2016), Báo cáo môi trường quốc gia 2016, Hà Nội.
- [2]. Quyết định số 16/2019/QĐ-TTg ngày 28/3/2019 về quy định lộ trình áp dụng tiêu chuẩn khí thải của xe ô tô tham gia giao thông và xe ô tô đã qua sử dụng nhập khẩu.
- [3]. Vũ Ngọc Khiêm (2019), Đề xuất nâng cao mức tiêu chuẩn khí thải đối với xe ô tô đang lưu hành, xe cơ giới đã qua sử dụng nhập khẩu, Dự án Môi trường cấp Bộ GTVT.
- [4]. CAI ASEAN (2014), Development of new emission standard and implementation roadmap for in-use diesel vehicles in Vietnam, University of Transport Technology.
- [5]. Zifei Yang, Global experience on in-use vehicle emission control management, ICCT 2018.
- [6]. Nissan diesel (2005), FE series service and manual.

Ngày nhận bài: 28/5/2022

Ngày chấp nhận đăng: 11/6/2022

Người phản biện: TS. Trần Thanh An

TS. Đào Mạnh Quyền