

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA VIỆC BỔ SUNG NH_3 TỐI ĐẶC TÍNH LÀM VIỆC VÀ PHÁT THẢI TRÊN ĐỘNG CƠ XĂNG

STUDY ON THE EFFECT OF THE ADDITION OF NH_3 ON THE PERFORMANCE AND EMISSIONS OF A GASOLINE ENGINE

NGUYỄN MINH THIÊN^{1,a}, TRỊNH XUÂN PHONG², HỒ HỮU CHÂN¹

¹Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long,

²Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Nam Định,

^aTác giả liên hệ :minhthiengvt28021997@gmail.com

Nhận bài(Received): 14/5/2025; Phản biện (Reviewed): 3/6/2025; Chấp nhận (Accepted): 10/6/2025

TÓM TẮT

Bài báo nghiên cứu ảnh hưởng của việc thay thế một phần nhiên liệu xăng bằng NH_3 đến quá trình cháy, tính năng kỹ thuật và phát thải của động cơ xăng. Các biến số được xét đến gồm: tỉ lệ NH_3 thay thế, công suất, tải trọng, tỉ số nén, thời điểm đánh lửa và tỉ lệ hydro bổ sung. Kết quả cho thấy, tại tốc độ 4000 v/p, khi thay thế xăng bằng NH_3 ở các tỉ lệ 10–100%, công suất động cơ giảm 1,9–22,3%, suất tiêu hao nhiên liệu tăng 5,9–128,3%. Đồng thời, phát thải NO_x giảm 5,1–20,6%, CO giảm 20–100% và CO_2 giảm 10–40% trên toàn dải công suất.

Từ khóa: Nhiên liệu NH_3 , động cơ xăng, giảm phát thải.

ABSTRACT

This paper investigates the impact of partially replacing gasoline with NH_3 on combustion characteristics, engine performance, and emissions. The study considers variables such as NH_3 substitution ratio, power output, load, compression ratio, ignition timing, and hydrogen addition. At 4000 rpm, replacing gasoline with NH_3 at rates from 10% to 100% results in a power decrease of 1.9–22.3% and a fuel consumption increase of 5.9–128.3%. Emissions are significantly reduced: NO_x by 5.1–20.6%, CO by 20–100%, and CO_2 by 10–40% across the power range.

Keywords: NH_3 fuel, gasoline engine, emission reduction.

1. GIỚI THIỆU

Nhiên liệu xăng từ lâu đã được biết đến là loại nhiên liệu có mật độ năng lượng cao, dễ vận chuyển, bảo quản và sử dụng. Tuy nhiên, quá trình đốt cháy xăng thải ra khí các-bon và các chất phát thải độc hại khác, điều này gây ra hiệu ứng nhà kính cũng như ô nhiễm môi trường. Để giảm phát thải các-bon từ phương tiện giao thông thì đã

có hai phương án chính đó là sử dụng động cơ điện và sử dụng động cơ đốt trong mà nhiên liệu không có gốc các-bon. Đối với nhiên liệu không các-bon thì ammonia và hydro hiện đang là hai loại nhiên liệu đang được nhiều nhà khoa học quan tâm. [1]

Việc sử dụng ammonia cho động cơ đốt trong cũng đã và đang được nghiên cứu. Khi phân tích tính chất vật lý và hóa

học của ammonia thì nhiệt trị và vận tốc lan tràn màng lửa của ammonia lớn hơn so với nhiên liệu hydrocarbon thông thường lần lượt là 40% và 20%. Khi sử dụng chu trình otto (SI) cho nhiên liệu ammonia thì đang gặp một số vấn đề khó khăn nhất định, nguyên nhân là do tính năng đốt cháy kém cũng như phạm vi dễ cháy hẹp, nhiệt độ đánh lửa tối thiểu tương đối cao. Khi sử dụng chu trình diesel (CI) cho nhiên liệu ammonia thì động cơ phải sử dụng tỉ số nén cao (từ 35: 1 đến 100: 1). [2] [3] Điều này là do chỉ số cetan của ammonia thấp. Do đó nhiều nhà nghiên cứu quan tâm đến việc sử dụng ammonia làm nhiên liệu bổ sung vào các nhiên liệu truyền thống. Với phương pháp này, ammonia chỉ được cấp một tỉ lệ nhất định vào trong động cơ để hòa trộn với nhiên liệu chính là xăng. Kết quả nghiên cứu cho thấy với việc bổ sung ammonia thì lượng nhiên liệu xăng sẽ giảm do đó ít tiêu thụ nhiên liệu có nguồn gốc hóa thạch hơn tức là phát thải các-bon cũng sẽ giảm hơn. [4]

Tại Việt Nam có một số lượng lớn các động cơ đang sử dụng nhiên liệu xăng. Để giảm việc sử dụng nhiên liệu có nguồn gốc hóa thạch, giảm phát thải các bon thì việc thay thế một phần nhiên liệu xăng bằng nhiên liệu ammonia có ý nghĩa khoa học cao vì vừa tận dụng được nguồn động cơ cũ trong khi không phải thay đổi nhiều về kết cấu. Kết quả nghiên cứu sẽ góp phần trong việc nghiên cứu đánh giá khả năng chuyển đổi nhiên liệu cho các động cơ xăng thể hệ cũ cũng như ứng dụng nhiên liệu ammonia cho tương lai để thực hiện kịch bản đa dạng hóa nguồn nhiên liệu thay thế cũng như giảm phát thải các bon của chính phủ.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng và nhiên liệu nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là động cơ xăng Ford loại ZSG 416, 1.6L. Bảng 1 dưới đây sẽ thể hiện thông số động cơ trong Bảng 1. [5]

Bảng 1. Các thông số kỹ thuật chính của động cơ Ford loại ZSG 416, 1.6L.

Thông số kỹ thuật của động cơ	
Kiểu động cơ	Đánh lửa bằng bugi, 4 kỳ
Loại động cơ	4 xy lanh thẳng hàng
Dung tích động cơ	1595 cm ³
Công suất	74W tại 6000 vòng/phút
Mô men	146 N.m tại 4000 vòng/ phút
Tốc độ cực đại	6450 vòng/ phút (Liên tục)
	6800 vòng/phút (Tức thời)
Loại nhiên liệu	Xăng
Đường kính piston	79 mm
Tỷ số nén	11:1
Bán kính trục khuỷu	40.7 mm
Khoảng cách giữa các tâm các bạc lót đầu to thanh truyền.	137 mm

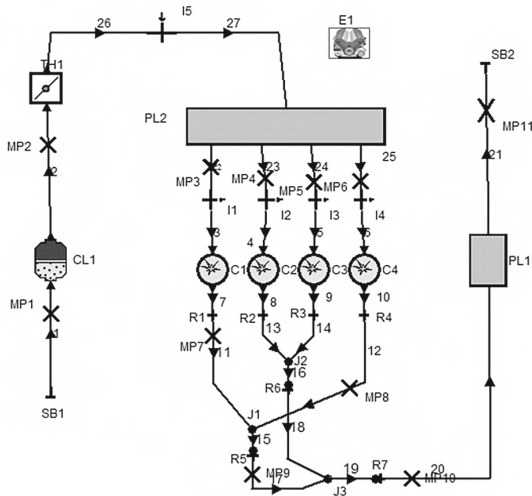
Nhiên liệu nghiên cứu là nhiên liệu xăng và NH₃. Tính chất vật lý và hóa học

của nhiên liệu nghiên cứu dùng trong mô phỏng được trình bày trong Bảng 2 [1] [4]

Bảng 2. Thông số của nhiên liệu NH₃ và xăng.

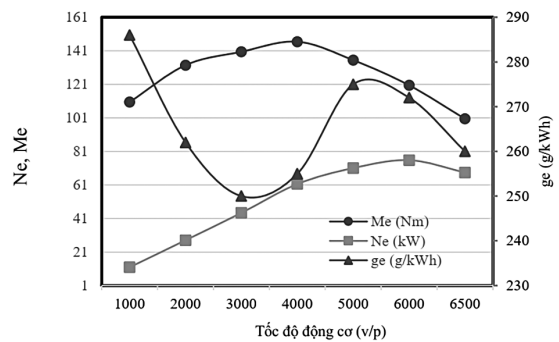
STT	Thông số	Đơn vị	NH ₃	Xăng
1	Trị số octan	-	120	91-98
2	Trị số cê tan	-	-	-
3	Khối lượng riêng ở trạng thái lỏng	kg/m ³	602,8	720-775
4	Tỷ lệ không khí/nhiên liệu lý thuyết	kg/kg	6,05	14,7
5	Nhiệt trị thấp	MJ/kg	18,61	42-44
6	Nhiệt độ tự bốc cháy	K	924	280 - 450

2.2. Phương pháp nghiên cứu



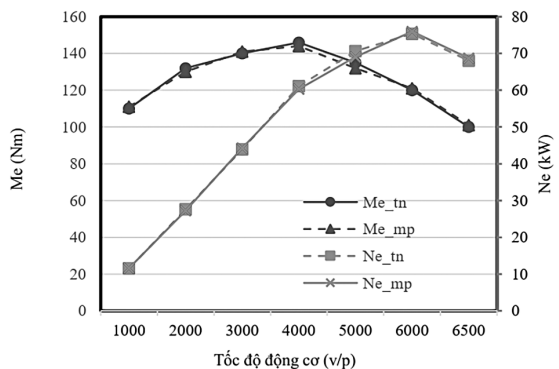
Hình 1. Mô hình động cơ FORD loại ZSG 416, 1.6L xây dựng trên phần mềm AVL-Boost.

Để nghiên cứu ảnh hưởng của việc cung cấp NH₃ vào đường nạp đến các thông số kinh tế, năng lượng và môi trường của động cơ xăng FORD loại ZSG 416, 1.6 L sử dụng phương pháp nghiên cứu mô phỏng bằng phần mềm AVL Boost. Theo phương án đã chọn, NH₃ được cấp vào đường ống nạp của động cơ. Do đó, trên mô hình động cơ Xăng-NH₃ có thêm phần tử vòi phun (I5) để mô phỏng quá trình cung cấp NH₃.



Hình 2. Mô men, công suất và tiêu hao nhiên liệu của động cơ tại đặc tính ngoài.

Hình 2 trình bày mô men, công suất và suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ nghiên cứu. Có thể nhận thấy tại tốc độ 3000 v/p thì suất tiêu hao nhiên liệu là thấp nhất. Tại tốc độ 4000 v/p thì mô men là lớn nhất. Tại 6000 v/p thì công suất thu được là lớn nhất.



Hình 3. Đồ thị đánh giá tính chính xác của mô hình.

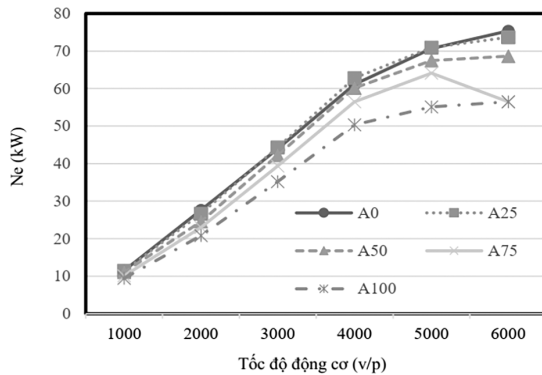
Để đánh giá tính chính xác và hiệu chỉnh mô hình, thì kết quả mô phỏng của động cơ được so sánh với số liệu của nhà

sản xuất công bố. Kết quả mô phỏng và thực nghiệm về công suất và suất tiêu hao nhiên liệu được so sánh khi động cơ hoạt động theo đặc tính ngoài. Sai lệch về công suất là 2,13 %, sai lệch về suất tiêu hao nhiên liệu là 3,2% (Hình 3) cho thấy mô hình đảm bảo độ tin cậy đáp ứng yêu cầu

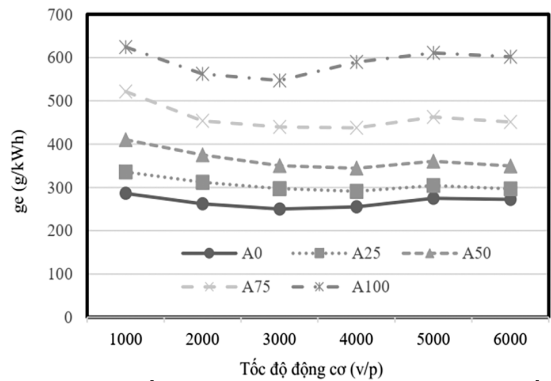
cho các nghiên cứu mô phỏng tiếp theo.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

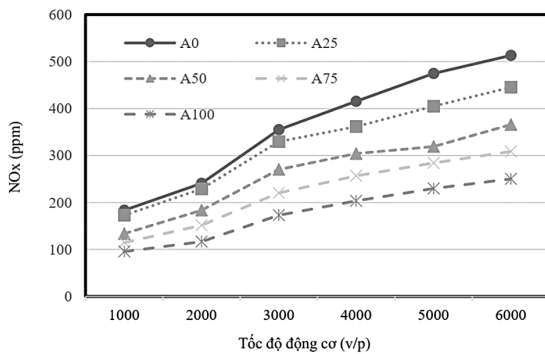
3.1. Thay thế tỉ lệ khối lượng xăng sẽ được giảm đi và thay thế bằng đúng khối lượng của NH₃ tham gia đốt cháy tại chế độ bướm ga mở hoàn toàn.



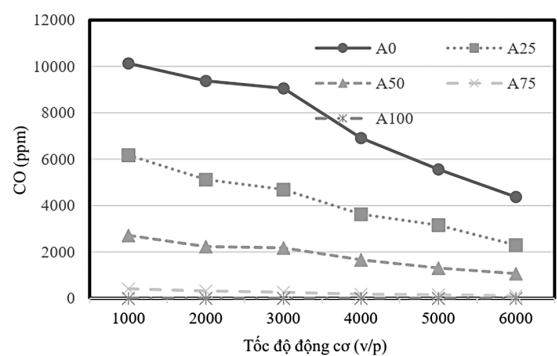
a. Diễn biến công suất với các tỉ lệ NH₃ thay thế tại đặc tính ngoài



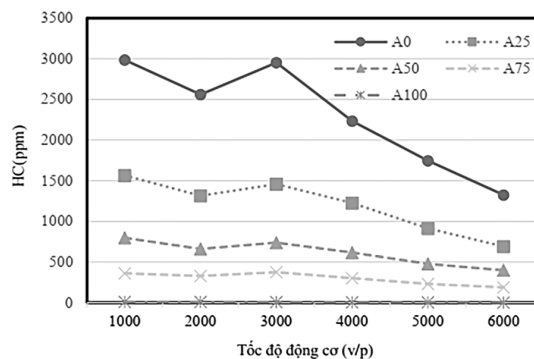
b. Diễn biến ge với các tỉ lệ NH₃ thay thế tại đặc tính ngoài



c. Diễn biến phát thải NOx với các tỉ lệ NH₃ thay thế tại đặc tính ngoài



d. Diễn biến CO với các tỉ lệ NH₃ thay thế tại đặc tính ngoài



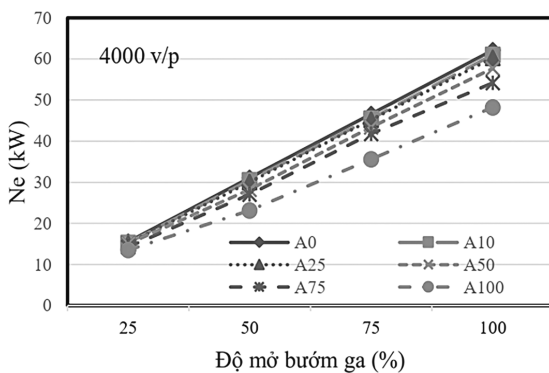
e. Diễn biến HC với các tỉ lệ NH₃ thay thế tại đặc tính ngoài

Hình 4. Đồ thị kết quả mô phỏng đặc tính ngoài của động cơ

Kết luận: khi tỉ lệ NH_3 thay thế càng lớn: với các tỉ lệ thay thế lần lượt là 25%; 50%; 75% và 100% thì công suất giảm trung bình lần lượt là 0,9%; 5,5%; 14,8% và 25% so với động cơ thuần xăng: công suất động cơ càng giảm, suất tiêu hao nhiên liệu càng tăng, phát thải NO_x càng giảm lần lượt là 25%; 50%; 75% và 100% thì NO_x giảm trung bình lần lượt là 10,9%; 31,2%; 53,7% và 83,4%, phát thải CO giảm trung bình lần lượt là 44,7%; 136,0%; 394,2% và 3148,6%, phát thải HC giảm trung bình lần lượt là 48,0%; 140%; 352% và 769,0% so với động cơ thuần xăng.

3.2. Đặc tính tải tại 4000 vòng/phút

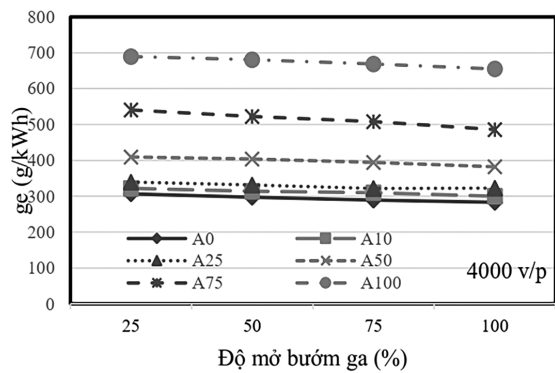
Dựa vào kết quả mô phỏng động cơ làm việc tại tốc độ 4000 v/p với các tải trọng và tỉ lệ NH_3 thay đổi có thể nhận thấy như sau:



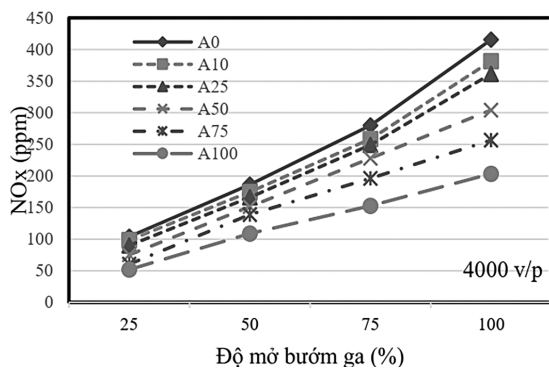
a. Diễn biến công suất với các tỉ lệ NH_3 thay đổi tại 4000 v/p

-Tỉ lệ NH_3 thay thế càng lớn thì công suất giảm, suất tiêu hao nhiên liệu tăng. Tuy nhiên do nhiên liệu có gốc các bon bị thay thế thì HC, CO, NO_x giảm

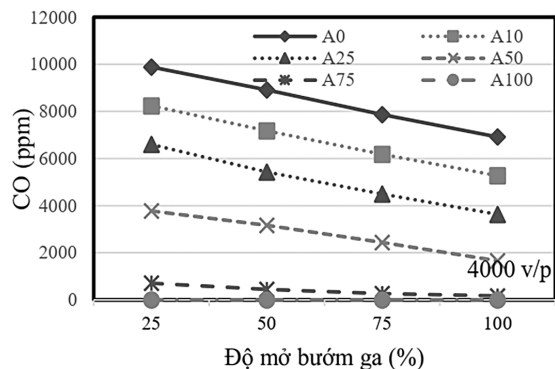
- Khi tải thấp, do điều kiện cháy chưa tối ưu nên suất tiêu hao nhiên liệu cao, đồng thời lượng khí chưa cháy hết nhiều hơn tạo ra nhiều khí thải HC và CO. Ngược lại khi tải cao, nhiệt độ buồng đốt cao, nhiên liệu cháy tương đối sạch nên tạo ra nhiều khí thải NO_x hơn đồng thời suất tiêu hao nhiên liệu cũng giảm, phát thải CO, HC giảm. Nhiên liệu NH_3 có tốc độ lan tràn màng lửa thấp, tốc độ cháy chậm do đó nếu thay thế NH_3 với tỉ lệ lớn thì sẽ ảnh hưởng tới sự làm việc của động cơ. Cần phải thay đổi thời điểm đánh lửa để khắc phục nhược điểm này.



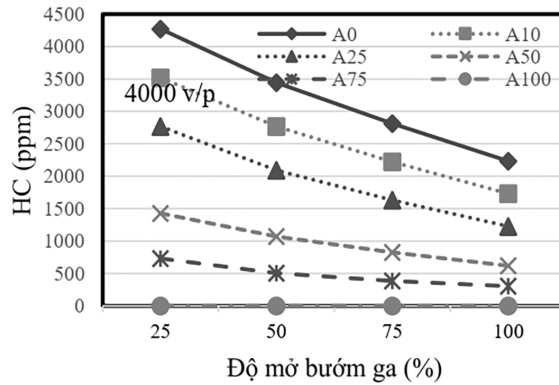
b. Diễn biến suất tiêu hao nhiên liệu với các tỉ lệ NH_3 thay đổi tại 4000 v/p



c. Diễn biến NO_x với các tỉ lệ NH_3 thay đổi tại 4000 v/p

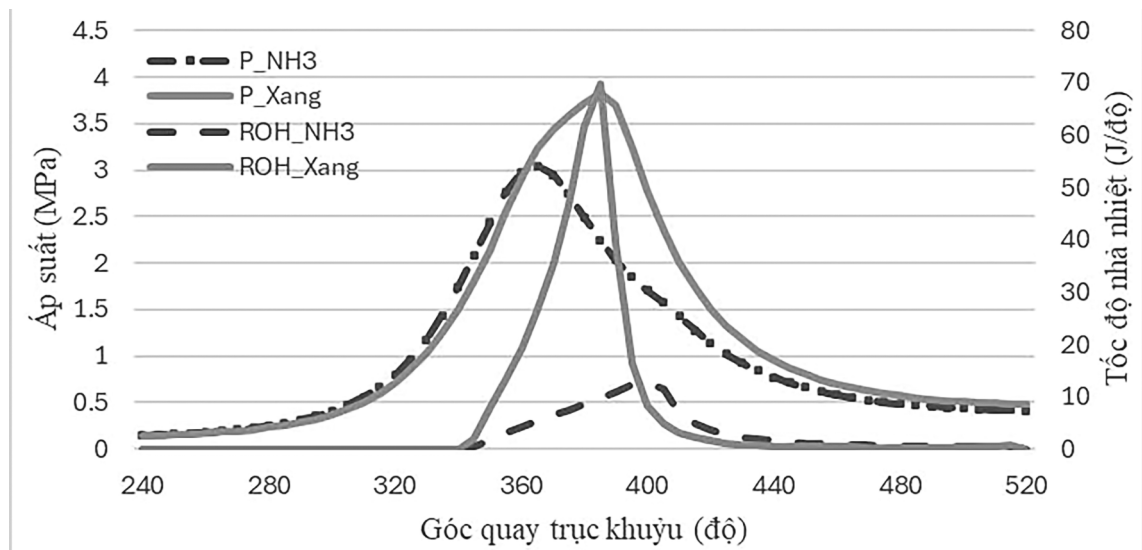


d. Diễn biến CO với các tỉ lệ NH_3 thay đổi tại 4000 v/p



e. Diễn biến HC với các tỉ lệ NH₃ thay đổi tại 4000 v/p

Hình 5. Kết quả mô phỏng tiêu thụ nhiên liệu diesel không đổi, tiêu thụ NH₃ thay đổi



Hình 6. Diễn biến áp suất và tốc độ nhà nhiệt tại 4000 v/p

Hình 6 trình bày diễn biến áp suất và tốc độ nhà nhiệt tại đặc tính ngoài với tốc độ 4000 v/p với hai loại nhiên liệu là xăng và NH₃. Có thể nhận thấy cùng thời điểm đánh lửa khi sử dụng nhiên liệu NH₃ thay thế hoàn toàn nhiên liệu xăng thì áp suất buồng cháy giảm, tốc độ nhà nhiệt thấp do đó hiệu quả đốt cháy không cao. Điều này là do nhiên liệu NH₃ có nhiệt trị thấp hơn xăng, nhiệt độ tự cháy cao, tốc độ lan truyền lửa thấp và phản ứng cháy chậm

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu cho thấy:

Khi bổ sung nhiên liệu NH₃ trên đường nạp thì tùy thuộc vào tỉ lệ khối lượng nhiên liệu xăng bị thay thế bởi NH₃ sẽ ảnh hưởng tới quá trình cháy của động cơ. Về cơ bản khi có nhiên liệu NH₃ tham gia quá trình cháy thì sẽ làm thời điểm cháy muộn hơn và dẫn đến áp suất lớn nhất giảm hơn

Việc thay thế xăng bằng NH₃ sẽ làm giảm phát thải CO, HC, khí nhà kính và đa dạng hóa nguồn nhiên liệu sử dụng, giảm sức ép lên nhiên liệu có nguồn gốc hóa thạch vì nhiên liệu có gốc các bon được thay thế bằng nhiên liệu không có gốc các bon.

1) Tại đặc tính ngoài, khi sử dụng nhiên liệu NH_3 thay thế cho nhiên liệu xăng với các tỉ lệ 25%, 50%, 75%, 100% thì so với động cơ thuần xăng thì

+ Công suất động cơ sẽ giảm trung bình lần lượt là 0,9%; 5,5%; 14,8% và 25%

+ Suất tiêu hao nhiên liệu tăng trung bình lần lượt là 14,7%; 32,0%; 53,2% và 69,9%

+ Phát thải NO_x giảm trung bình lần lượt là 10,9%; 31,2%; 53,7% và 83,4%

+ Phát thải CO giảm trung bình lần lượt là 44,7%; 136,0%; 394,2% và 3148,6%

+ Phát thải HC giảm trung bình lần lượt là 48,0%; 140%; 352% và 769,0 %

2) Tại tốc độ 4000 v/p, khi sử dụng

nhiên liệu NH_3 thay thế cho nhiên liệu xăng với các tỉ lệ 10%, 25%, 50%, 75%, 100% thì so với động cơ thuần xăng thì:

+ Công suất giảm lần lượt là: 1,9%; 3,0%; 6,9%; 11,6%; 22,3%

+ Suất tiêu hao nhiên liệu tăng lần lượt là: 5,9%; 11,8%; 35%; 74,6%; 128,3%

+ Phát thải NO_x giảm trung bình lần lượt là: 7,31%; 5,10%; 12,4%; 14,1%; 20,6%

+ Phát thải CO giảm trung bình lần lượt là: 20%; 25%; 45%; 85%; 100%

+ Phát thải CO_2 giảm giảm từ 10% đến 40% trên toàn bộ dải công suất.

Như vậy sử dụng NH_3 cho động cơ xăng đang lưu hành là một phương án khả thi.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Công Đoàn, Trần Trọng Tuấn, Vũ Ngọc Khiêm, Nguyễn Xuân Hành, “Nghiên cứu ảnh hưởng của việc cung cấp ammonia vào đường nạp đến các đặc tính kỹ thuật và phát thải của động cơ diesel tàu thủy,” *Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải*, pp. 444-451, 2023.
- [2] Hu, Zhichao, Ammonia as Fuel for Future, *Journal of Physics*, 2023.
- [3] Ebrahim Nadimi a, Grzegorz Przybyła, Michał T. Lewandowski, Wojciech Adameczyk , “Effects of ammonia on combustion, emissions, and performance of the ammonia/diesel dual-fuel compression ignition engine,” *Journal of the Energy Institute*, vol. 107, no. 101158, April 2023.
- [4] Trần Trọng Thế, Nguyễn Thế Lương, Trần Văn Hoàng, “Nghiên cứu tổng quan về amoniac làm nhiên liệu thay thế cho động cơ xăng.,” *Tạp Chí Khoa học & Công nghệ*, vol. 43, pp. 1-7, 2024.
- [5] F. CORPORATION, Ford Fiesta ST150– South Africa Workshop Manual, 2004.