

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU TĂNG ÁP TRÊN ĐỘNG CƠ XE MÁY SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU KHÍ CHUYỂN ĐỔI TỪ ĐỘNG CƠ XĂNG ĐANG LƯU HÀNH

STUDY ON SUPERCHARGING IN MOTORBIKE ENGINE FUELED WITH LIQUEFIED PETROLEUM GAS CONVERTED FROM CURRENTLY USED GASOLINE ENGINE

Ngô Văn Chiến, Nguyễn Khắc Tùng, Nguyễn Đức Khánh,
Nguyễn Tiến Hán, Bùi Văn Chinh

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm tăng áp trên động cơ xe máy sử dụng nhiên liệu khí chuyển đổi từ động cơ xăng đang lưu hành tại Việt Nam. Trong nghiên cứu này, giải pháp đưa ra để cải thiện tính năng làm việc của động cơ là tăng lượng môi chất nạp mới vào xy lanh trong mỗi chu trình công tác để nâng cao công suất của động cơ khi sử dụng nhiên liệu khí bằng cách sử dụng máy nén tăng áp. Nghiên cứu mô phỏng được thực hiện trên phần mềm AVL-Boost để đánh giá tính năng kỹ thuật và phát thải của động cơ. Tính năng kỹ thuật của động cơ sử dụng nhiên liệu khí khi có và không có tăng áp được đánh giá trên băng thử xe máy. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm cho thấy, khi chuyển đổi động cơ xăng sang nhiên liệu khí, công suất và mômen của động cơ giảm khoảng 16% do ảnh hưởng của hiện tượng chiếm chỗ của nhiên liệu khí, từ đó làm giảm lượng hỗn hợp nạp vào động cơ. Tuy nhiên, với việc tăng lượng môi chất nạp mới bằng máy nén tăng áp, tính năng kỹ thuật của động cơ đã được cải thiện đáng kể. Công suất của động cơ sử dụng nhiên liệu khí sau khi tăng áp cải thiện 27,9% và 6,9% so với trường hợp sử dụng LPG không tăng áp và sử dụng xăng truyền thống. Ngoài ra, theo kết quả mô phỏng phát thải của động cơ khi sử dụng nhiên liệu khí cũng cải thiện đáng kể so với sử dụng nhiên liệu xăng truyền thống.

Từ khóa: Khí thiên nhiên, khí hóa lỏng, tăng áp động cơ.

ABSTRACT

This paper presents a simulation and experimental study on supercharging in motorbike engine fueled with liquefied petroleum gas converted from currently used gasoline engine in Viet Nam. In this study, a solution for improving the performance characteristics of the engine fueled with LPG is increasing the air and fuel mixture into cylinder for improvement of brake power by supercharging. Simulation study is conducted by AVL-Boost software to evaluate the performance characteristics as well as exhaust emissions of the engine. The engine performance characteristics of the engine with and without supercharging fuel with LPG and the original engine fueled with gasoline were evaluated in motorbike chassis dynamometer. The results show that when the engine fueled with liquefied petroleum gas, the brake power decreases about 16% in comparison to that of gasoline because of the occupation of LPG in intake manifold that make the reduction in mass of charged mixture into the engine. However, the increase of mass of charged mixture by supercharging, performance characteristics of the engine improve considerably. By supercharging, the brake power of engine fueled with LPG improves up to 27.9% and 6.9% in comparison with the case of non supercharging and conventional gasoline. Additionally, the results also show that exhaust emissions of engine fueled with LPG are also improved remarkably in comparison to that of gasoline engine.

Keywords: Natural gas, liquefied petroleum gas, supercharging.

Ngô Văn Chiến, Nguyễn Khắc Tùng, Nguyễn Đức Khánh

Viện Cơ khí Động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Nguyễn Tiến Hán, Bùi Văn Chinh

Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

Email: khanh.nguyenduc@hust.edu.vn

Ngày nhận bài: 20/07/2017

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 30/08/2017

Ngày chấp nhận đăng: 25/12/2017

1. GIỚI THIỆU CHUNG

Môi trường ô nhiễm đã trở thành vấn đề nghiêm trọng ở Việt Nam, đặc biệt là ở các thành phố lớn. Theo Bộ Tài nguyên và Môi trường Việt Nam, lý do chính gây ô nhiễm không khí ở các thành phố lớn là phát thải từ các phương tiện giao thông gây ra, chiếm 85% lượng khí CO₂ trong môi trường. Với gần 50 triệu xe, xe máy đã nhanh chóng trở thành phương tiện giao thông chính và các nguồn ô nhiễm chính ở nước ta. Với số lượng phương tiện giao thông lớn như vậy thì mức tiêu thụ nhiên liệu xăng sẽ là rất lớn. Điều này chính là nguyên nhân gây nguy cơ cạn kiệt nhanh nguồn nhiên liệu truyền thống. Vì vậy, vấn đề đặt ra là cần nghiên cứu và sử dụng các loại nhiên liệu thay thế để bù đắp một phần sự thiếu hụt nhiên liệu truyền thống và có thể giảm phát thải độc hại để giảm ô nhiễm môi trường. Do đó, Việt Nam cần phải tìm ra phương pháp phù hợp để tiết kiệm nguồn năng lượng đang dần cạn kiệt và giảm ô nhiễm môi trường bằng cách sử dụng nhiên liệu sạch để thay thế cho nhiên liệu truyền thống trên xe máy.

Hiện nay, đã có nhiều nguồn nhiên liệu thay thế cho các phương tiện giao thông được tìm ra để giảm thiểu ô nhiễm môi trường cũng như tiết kiệm nhiên liệu truyền thống. Nhiên liệu thay thế có thể được phân thành hai nhóm: nhóm các nhiên liệu có nguồn gốc hóa thạch và nhóm các loại nhiên liệu có nguồn gốc tái tạo. Trong số đó, khí thiên nhiên hóa lỏng LPG là loại nhiên liệu hóa thạch thông dụng và thân thiện với môi trường vì LPG có sản phẩm cháy thân thiện với môi trường và có năng suất tỏa nhiệt cao. Mặt khác, nhiên liệu LPG có đặc điểm cháy gần tương tự nhiên liệu xăng, có khả năng hòa trộn tốt với không khí và có trị số Octane cao hơn xăng nên rất thích hợp làm nhiên liệu cho động cơ đốt trong đánh lửa cưỡng bức. Do vậy, đặc điểm kết cấu chung của động cơ LPG đốt cháy cưỡng bức hoàn toàn tương tự động cơ xăng và chỉ khác ở hệ thống cung cấp nhiên liệu và tạo hỗn hợp. Với việc có số lượng xe máy lớn đang lưu hành, thì việc nghiên cứu chuyển đổi động cơ truyền thống này sang sử dụng LPG sẽ có ý nghĩa thực tiễn cao. Tuy nhiên, do LPG được cung cấp ở dạng khí nên khi chuyển đổi động cơ xăng sang sử dụng LPG theo phương pháp thông dụng cấp nhiên liệu vào đường nạp, LPG sẽ chiếm chỗ của không khí nạp hơn so với nhiên liệu lỏng nên công suất động cơ giảm. Vì vậy, nghiên cứu sử dụng LPG trên động cơ xăng hiện hành và các yếu tố ảnh hưởng để tìm biện pháp nâng cao hiệu quả sử dụng LPG khắc phục một phần sự suy giảm công suất, cải thiện tiêu hao nhiên liệu và phát thải của động cơ khi chuyển sang sử dụng LPG là rất cần thiết.

Khi nghiên cứu chuyển đổi động cơ xăng sang sử dụng nhiên liệu khí, Tahir và cộng sự [1] đã chỉ ra rằng với phương pháp cấp nhiên liệu khí vào đường ống nạp, công suất động cơ giảm 18,5% so với sử dụng xăng ở cùng chế độ tải và tốc độ do lượng khí nạp giảm đến 14,5% vì bị nhiên liệu khí chiếm chỗ. Một lý do khác nữa có thể là tốc độ cháy của nhiên liệu khí nhỏ hơn so với xăng [2] trong khi góc đánh lửa sớm vẫn giữ nguyên không được điều chỉnh

cho phù hợp với nhiên liệu khí, làm giảm chất lượng quá trình cháy. Chính vì vậy, khi nghiên cứu chuyển đổi động cơ xăng sang sử dụng nhiên liệu khí, các nhà nghiên cứu đã chỉ ra rằng động cơ chạy khí nên được thiết kế tăng tỷ số nén của động cơ và thay đổi góc đánh lửa sớm theo hướng tăng một chút so với động cơ chạy xăng để tăng hiệu suất, công suất và giảm suất tiêu hao nhiên liệu. Ngoài ra, để tăng công suất cho động cơ khi chuyển đổi sang sử dụng nhiên liệu khí, có thể sử dụng phương pháp tăng lượng nhiên liệu nạp vào xylanh ở mỗi chu trình công tác. Biện pháp sử dụng máy nén tăng áp cũng đã được đề cập đến trong nghiên cứu của tác giả Fathollah Ommi và cộng sự[3]. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã sử dụng máy nén tăng áp để tăng môi chất nạp mới cho động cơ khi sử dụng nhiên liệu khí.

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả tiến hành cải tiến hệ thống nạp của động cơ xe máy sử dụng nhiên liệu khí bằng cách trang bị máy nén tăng áp. Quá trình nghiên cứu mô phỏng được thực hiện trên phần mềm AVL Boost và đánh giá thử nghiệm hiệu quả của hệ thống tăng áp được thực hiện trên băng thử xe máy tại Phòng thí nghiệm Động cơ đốt trong, Viện Cơ khí Động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là động cơ một xylanh sử dụng nhiên liệu xăng lắp trên xe máy Honda SCR. Đây là loại xe trang bị hệ thống phun xăng điện tử và được sử dụng khá phổ biến tại Việt Nam, thông số cơ bản của động cơ được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Các thông số cơ bản của động cơ

TT	Thông số	Giá trị/đơn vị
1	Loại động cơ	Honda SCR
2	Dung tích	108 cm ³
3	Đường kính xylanh	50 mm
4	Hành trình piston	55 mm
5	Tỉ số nén	11:1
6	Công suất tối đa	6,5 kW/7500 v/ph
7	Mômen xoắn tối đa	9,1 Nm/5500 v/ph
8	Hệ thống nhiên liệu	Phun xăng điện tử

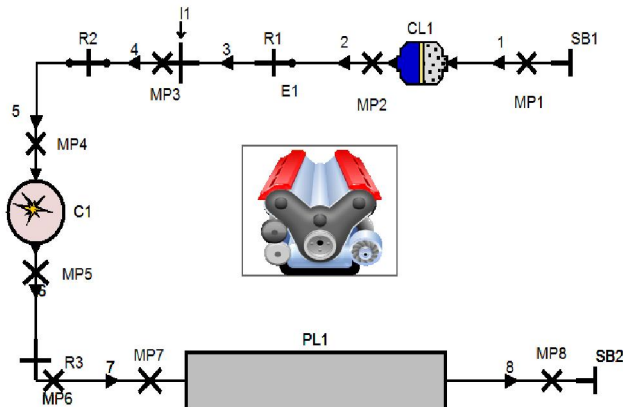
2.2. Nghiên cứu mô phỏng trên phần mềm AVL Boost

2.2.1. Xây dựng mô hình

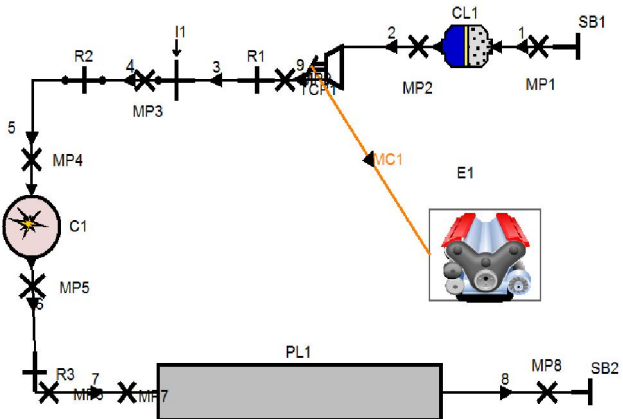
Trong nghiên cứu này, mô hình mô phỏng động cơ được xây dựng trên phần mềm AVL-Boost. Mô hình động cơ nguyên bản được xây dựng dựa trên cơ sở đặc điểm kết cấu động cơ thực tế, các số liệu đo đạc và các tài liệu liên quan đến động cơ như thể hiện trên hình 1. Mô hình động cơ tăng áp được hiệu chỉnh từ mô hình nguyên bản bằng cách bổ sung thêm phần tử máy nén cơ khí như trên hình 2. Các phần tử chính xây dựng mô hình được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Các phần tử trong mô hình

TT	Tên phần tử	Kí hiệu	Số lượng
1	Động cơ	E	1
2	Xylanh	C	1
3	Lọc gió	CL	1
4	Vòi phun	I	1
5	Bình tiêu âm	PL	1
6	Các điểm đo	MP	8
7	Phần tử cản	R	3
8	Điều kiện biên	SB	2
9	Các đường ống		8
10	Máy nén	TCP	1



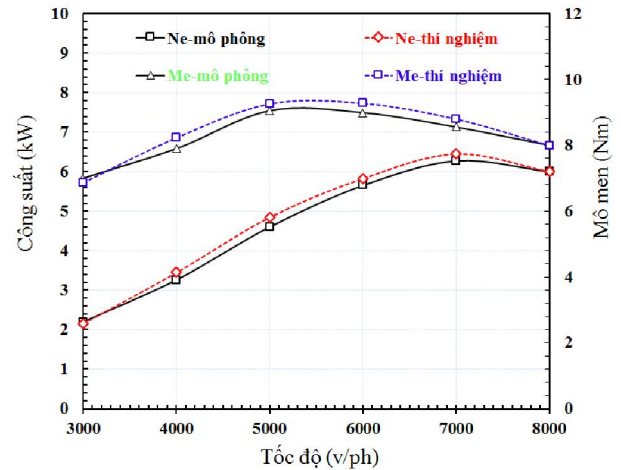
Hình 1. Mô hình động cơ nguyên bản



Hình 2. Mô hình động cơ có tăng áp

2.2.2. Đánh giá độ tin cậy của mô hình

Độ tin cậy của mô hình nguyên bản được đánh giá trên cơ sở so sánh giữa kết quả công suất và mô men giữa mô phỏng và thí nghiệm như thể hiện trên hình 3. Kết quả cho thấy, đường đặc tính công suất giữa mô phỏng và thí nghiệm là khá tương đồng. Sai lệch lớn nhất không quá 5%. Sai lệch này có thể do một số giả thiết của quá trình mô phỏng chưa thực sự phù hợp với thí nghiệm. Tuy nhiên, với sai số nhỏ hơn 5% đã có thể đảm bảo được độ tin cậy của mô hình nguyên bản. Trên cơ sở đó có thể sử dụng mô hình này để tiến hành nghiên cứu mô phỏng sử dụng nhiên liệu khí cũng như tăng áp trên động cơ.



Hình 3. So sánh công suất và mô men giữa mô phỏng và thí nghiệm

2.2.3. Quy trình mô phỏng

Quá trình mô phỏng trên phần mềm AVL Boost được thực hiện như sau:

- Tải ở đường đặc tính ngoài với tốc độ động cơ thay đổi từ 3000 đến 8000 v/ph, với bước 1000 v/ph.
- Chạy mô phỏng mô hình nguyên bản với hai loại nhiên liệu xăng và LPG trong hai trường hợp có và không có tăng áp (với thành phần chính là của LPG là C_3H_8 và C_4H_{10} có tỷ lệ 50:50).

Theo công thức tính công suất có ích của động cơ [4]:

$$N_e = V_h \cdot \eta_v \cdot \rho_1 \cdot \frac{Q_H}{M_0} \cdot \frac{n}{30\tau} \cdot \eta_m \cdot \frac{\eta_i}{\alpha} \cdot i$$

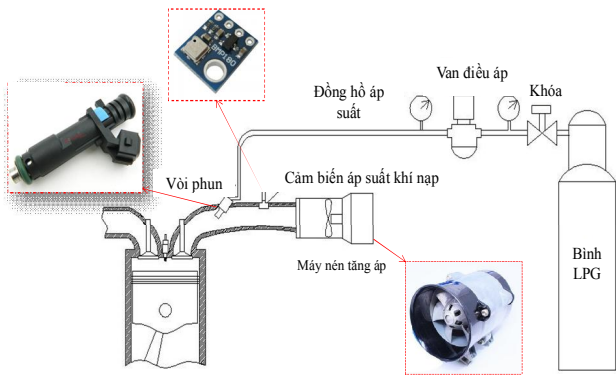
Công suất có ích của động cơ (N_e) tỉ lệ thuận với hệ số nạp (η_v) và khối lượng riêng của khí nạp mới (ρ_1). Theo các nghiên cứu, khi sử dụng nhiên liệu LPG thay thế trên động cơ xăng, hệ số nạp sẽ giảm khoảng 15%. Vì vậy, áp suất khí nạp cũng cần tăng thêm 15% để bù đắp phần công suất bị giảm. Tuy nhiên, khi sử dụng nhiên liệu LPG trên động cơ xăng, do tỉ số nén và góc đánh lửa ban đầu chưa phù hợp, vì vậy công suất động cơ chưa được tối ưu như dùng nhiên liệu xăng. Để tăng thêm công suất thì tỷ số tăng áp cũng cần được tăng lên. Mô phỏng trên phần mềm Boost, tỷ số tăng áp được lựa chọn bắt đầu từ 1,15 và mỗi lần tăng thêm 0,1 để đánh giá hiệu quả và chọn tỷ số tăng áp phù hợp.

2.3. Nghiên cứu thực nghiệm

2.3.1. Thiết kế hệ thống thử nghiệm

Trên động cơ xe máy thử nghiệm sẽ được chuyển đổi sang sử dụng nhiên liệu LPG bằng cách bố trí vòi phun nhiên liệu trên đường nạp. Hệ thống cung cấp nhiên liệu LPG cho xe bao gồm bình chứa nhiên liệu, bộ giảm áp, van điều chỉnh lưu lượng, đường ống dẫn khí, vòi phun khí và các đồng hồ đo áp suất.

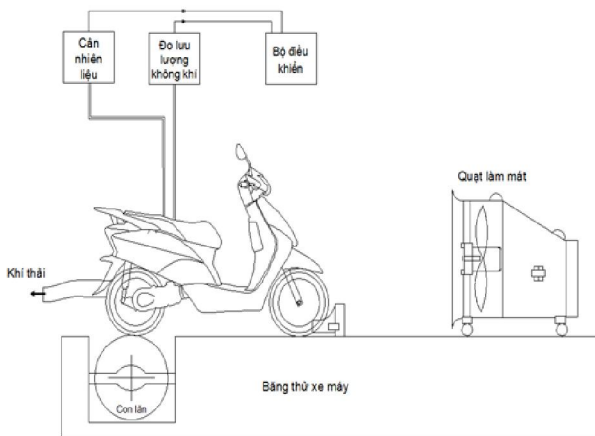
Để thực hiện tăng áp cho động cơ khi sử dụng nhiên liệu LPG, bố trí một máy nén trên đường nạp của động cơ và cấp điện từ nguồn điện ác quy trên xe. Áp suất khí tăng áp được xác định bằng cảm biến áp suất BMP180. Hệ thống thử nghiệm được thể hiện trên hình 4.



Hình 4. Sơ đồ hệ thống thử nghiệm

2.3.2. Trang thiết bị thử nghiệm

Quá trình thử nghiệm được tiến hành trên băng thử xe máy tại Phòng thí nghiệm Động cơ đốt trong, Viện Cơ khí Động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Băng thử được sản xuất bởi AVL Zöllner, phối hợp với hệ thống thử nghiệm khí thải cỡ nhỏ để thử nghiệm cho xe máy. Băng thử có thể xác định các tính năng làm việc của xe máy như công suất, suất tiêu thụ nhiên liệu, vận tốc, gia tốc cũng như các yêu cầu thử nghiệm về khí thải. Sơ đồ trang thiết bị thử nghiệm được thể hiện trên hình 5.



Hình 5. Sơ đồ bố trí trang thiết bị thử nghiệm

2.3.3. Quy trình thử nghiệm

Quá trình thử nghiệm được thực hiện theo phương pháp đối chứng với trường hợp sử dụng nhiên liệu xăng nguyên bản, khí LPG có và không có tăng áp ở chế độ:

- Bướm ga mở hoàn toàn.
- Tốc độ của xe thay đổi từ 30km/h đến 80 km/h (ứng với tốc độ động cơ trong khoảng từ 3000 đến 8000 v/ph).

Trường hợp sử dụng LPG cần điều chỉnh áp suất phun nhiên liệu để công suất của xe là lớn nhất.

Trường hợp sử dụng LPG có tăng áp, cần điều chỉnh tốc độ máy nén tăng áp và áp suất phun nhiên liệu để đảm bảo công suất bằng hoặc lớn hơn so với chạy xăng.

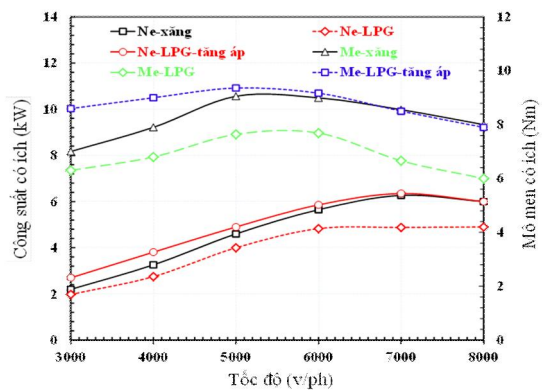
Tại mỗi điểm thử nghiệm, xác định công suất tại bánh xe ứng với các nhiên liệu khác nhau để đánh giá.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Kết quả nghiên cứu mô phỏng

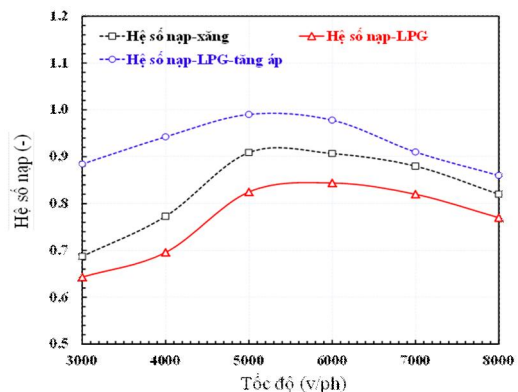
3.1.1. Đánh giá tính năng kỹ thuật của động cơ

Kết quả mô phỏng trên hình 6 cho thấy, khi sử dụng nhiên liệu LPG, công suất động cơ giảm trung bình khoảng 17% trong dải tốc độ từ 3000 v/ph đến 8000 v/ph. Nguyên nhân là do LPG cung cấp vào đường nạp dưới dạng khí sẽ chiếm chỗ không khí nạp trên đường nạp từ đó làm giảm lượng môi chất nạp mới vào động cơ, điều này được thể hiện trên hình 7. Hệ số nạp của động cơ khi sử dụng nhiên liệu LPG khi tăng áp thấp hơn trung bình khoảng 10% khi sử dụng nhiên liệu xăng.



Hình 6. So sánh tính năng kỹ thuật của động cơ khi sử dụng nhiên liệu xăng và LPG

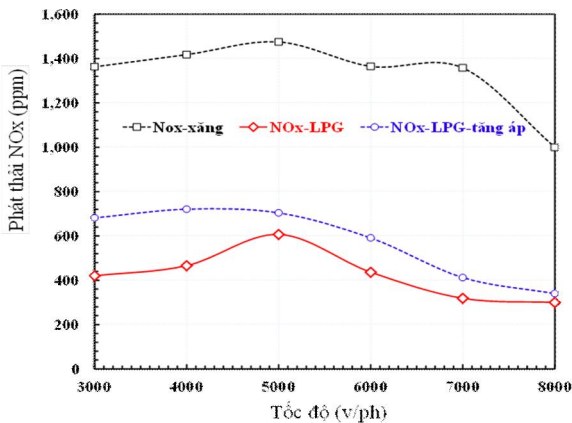
So với trường hợp động cơ sử dụng LPG không có tăng áp, sau khi tăng áp với tỷ số tăng áp 1,3 thì hệ số nạp tăng trung bình 22,6% trong dải tốc độ từ 3000 đến 8000 v/ph khi trang bị thêm máy nén tăng áp, thậm chí còn cao hơn so với trường hợp sử dụng nhiên liệu xăng khoảng 11,7%. Khi tăng được hệ số nạp, tính năng làm việc của động cơ cải thiện đáng kể. Công suất và mômen của động cơ đều tăng lên so với trường hợp động cơ sử dụng nhiên liệu khí không tăng áp lần lượt trung bình là 22% và 25%. Qua đồ thị trên hình 7 còn cho thấy, khi sử dụng bộ tăng áp, hệ số nạp của động cơ được cải thiện ngay ở tốc độ thấp. Tuy nhiên, ở vùng tốc độ cao, do ảnh hưởng sức cản khí động trên máy nén lớn làm giảm hệ số nạp. Vì vậy từ số vòng quay động cơ là 6000 v/ph, hệ số nạp có xu hướng giảm dần.



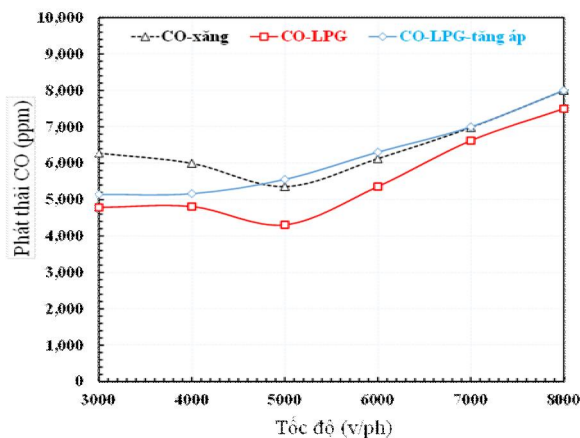
Hình 7. So sánh hệ số nạp của động cơ khi sử dụng nhiên liệu xăng và LPG

3.1.2. So sánh thành phần phát thải độc hại

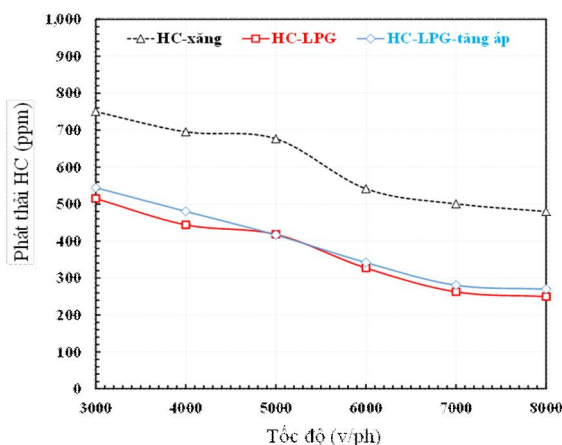
Kết quả mô phỏng phát thải độc hại của động cơ khi sử dụng nhiên liệu xăng và LPG trong hai trường hợp có và không có tăng áp được thể hiện từ hình 8 ÷ 10.



Hình 8. So sánh phát thải NO_x khi sử dụng nhiên liệu xăng và LPG



Hình 9. So sánh phát thải CO khi sử dụng nhiên liệu xăng và LPG



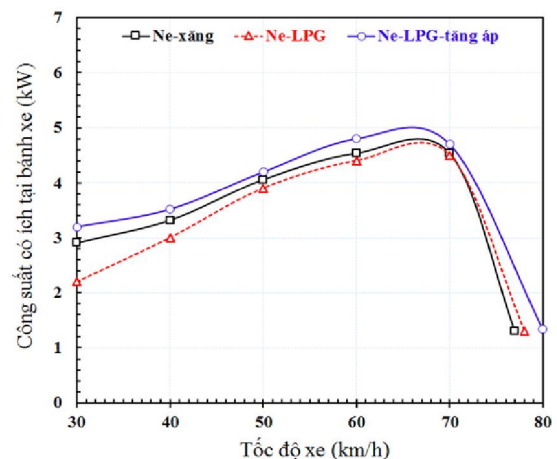
Hình 10. So sánh phát thải HC khi sử dụng nhiên liệu xăng và LPG

Phát thải NO_x của động cơ khi sử dụng nhiên liệu LPG có xu hướng giảm mạnh so với khi động cơ sử dụng nhiên liệu xăng. Phát thải NO_x giảm trung bình 65% khi động cơ sử dụng LPG không tăng áp và giảm 55% khi sử dụng máy nén tăng áp trong dải tốc độ từ 3000 đến 8000 v/ph. Phát

thải NO_x được hình thành trong điều kiện nhiệt độ cao và thừa oxy nên có thể giải thích nguyên nhân giảm phát thải NO_x là do tốc độ lan truyền màng lửa của LPG nhỏ hơn xăng nên quá trình cháy diễn ra chậm hơn làm tăng tổn thất nhiệt qua thành vách xylanh, từ đó giảm nhiệt độ cực đại trong buồng cháy. Ngoài ra, LPG có nhiệt độ màng lửa nhỏ hơn của nhiên liệu xăng và có chỉ số Octan cao hơn xăng nên quá trình cháy trễ kéo dài hơn cũng làm giảm nhiệt độ quá trình cháy. Những yếu tố trên đều dẫn tới kết quả là nhiệt độ quá trình cháy giảm, từ đó giảm phát thải NO_x. Trong trường hợp sử dụng LPG có tăng áp thì phát thải NO_x cao hơn trung bình khoảng 30% so với trường hợp không có tăng áp. Nguyên nhân có thể lý giải do khi tăng áp làm tăng lượng môi chất nạp mới vào động cơ từ đó tăng nhiệt lượng tỏa ra trong quá trình cháy dẫn tới phát thải NO_x tăng lên.

Phát thải độc hại CO và HC đều có xu hướng giảm khi sử dụng nhiên liệu khí. Do nhiên liệu LPG tồn tại ở dạng khí nên cải thiện được chất lượng hình thành hỗn hợp, từ đó cải thiện quá trình cháy làm giảm phát thải CO vì phát thải này hình thành do quá trình oxy hóa không hoàn toàn. Phát thải HC có xu hướng giảm mạnh khoảng 37% và 34% khi động cơ sử dụng LPG không có và có tăng áp so với trường hợp sử dụng nhiên liệu xăng. Nguyên nhân chính là do hỗn hợp LPG và không khí được hòa trộn tốt hơn dẫn tới quá trình cháy triệt để hơn, điều này cũng góp phần làm giảm phát thải CO như đã phân tích. Một yếu tố nữa dẫn tới giảm phát thải HC cũng phải kể đến đó là nhiên liệu LPG cung cấp ở dạng khí nên sẽ giảm thiểu được phát thải HC sinh ra do cơ chế hấp thụ và giải phóng HC trên bề mặt gương xylanh.

3.2. Kết quả nghiên cứu thử nghiệm



Hình 11. So sánh công suất tại bánh xe khi sử dụng nhiên liệu xăng và LPG

Kết quả thử nghiệm đánh giá tính năng công suất của xe khi sử dụng xăng và LPG có và không có tăng áp được thể hiện trên hình 11. Kết quả cho thấy, khi sử dụng LPG không trang bị tăng áp thì công suất xe giảm trung bình khoảng 16% so với trường hợp sử dụng nhiên liệu xăng trong dải tốc độ từ 30 đến 80 km/h. Khi sử dụng LPG có tăng áp với tỷ số tăng áp 1,3 thì công suất động cơ cải thiện

đáng kể so với trường hợp sử dụng nhiên liệu LPG không có tăng áp và sử dụng nhiên liệu xăng truyền thống. Cụ thể là công suất xe khi sử dụng LPG có tăng áp tăng trung bình khoảng 6,9% so với trường hợp sử dụng xăng và 27,9% so với trường hợp sử dụng LPG không tăng áp.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu tăng áp trên động cơ xe máy sử dụng nhiên liệu khí hoá cải từ động cơ xăng truyền thống đã được thực hiện, các kết quả thu được như sau:

- Sử dụng máy nén tăng áp giúp cải thiện được hệ số nạp của động cơ khi sử dụng nhiên liệu khí, từ đó cải thiện đáng kể tính năng kỹ thuật của động cơ.

- Theo kết quả mô phỏng trên phần mềm AVL-Boost, khi thực hiện tăng áp tới tỷ số tăng áp 1,3 thì hệ số nạp của động cơ cải thiện 22,6% so với trường hợp không tăng áp và 11,7% so với trường hợp sử dụng nhiên liệu xăng truyền thống. Các thành phần phát thải NO_x, CO và HC có xu hướng giảm khi động cơ sử dụng nhiên liệu LPG trong cả hai trường hợp có và không có tăng áp.

- Theo kết quả đo đạc trên băng thử xe máy, công suất có ích tại bánh xe khi động cơ sử dụng LPG có tăng áp cải thiện 27,9% và 6,9% so với trường hợp sử dụng LPG không tăng áp và sử dụng xăng truyền thống.

Lời cảm ơn

Nhóm nghiên cứu chân thành cảm ơn Phòng thí nghiệm Động cơ đốt trong, Viện Cơ khí Động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội đã tạo điều kiện thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Musthafah Mohd, Tahir, et.al, 2015. *Performance analysis of a spark ignition engine using compressed natural gas (CNG) as fuel*. Energy procedia 68, pp. 355-362.

[2]. Varde K.S, Asar G.M.M, 2001. *Burn rates in natural-gas-fueled single cylinder spark ignition engine*. SAE Paper 2001-28-0023.

[3]. Fathollah OMMI, Ehsan MOVAHEDNEJAD, Kouros NEKOFAR, 2013. *Comparing performance characteristics of a gasoline and CNG engines and increasing volume efficiency and power using designed turbocharger comparing*. ACTA Technica Corviniensis – Bulletin of Engineering, Tome VI (2013) - Fascicule 2 (April - June), ISSN 2067-3809.

[4]. Võ Nghĩa, Lê Anh Tuấn, 2005. *Tăng áp động cơ đốt trong*. NXB Khoa học và Kỹ thuật.