

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH GÓC ĐÁNH LỬA VÀ LƯỢNG NHIÊN LIỆU PHUN HỢP LÝ CHO ĐỘNG CƠ XE MÁY KHI SỬ DỤNG XĂNG SINH HỌC CÓ TỶ LỆ ETHANOL LỚN

Phạm Hữu Tuyền^{1*}, Nguyễn Đức Khánh¹, Lê Minh Phụng²

¹Trường Cơ khí, Đại học Bách khoa Hà Nội

²Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai

*Tác giả liên hệ: Phạm Hữu Tuyền, tuyen.phamhuu@hust.edu.vn

THÔNG TIN CHUNG

Ngày nhận bài: 30/01/2024

Ngày nhận bài sửa: 24/02/2024

Ngày duyệt đăng: 12/03/2024

TỪ KHOA

Động cơ xe máy;

Ethanol;

Góc đánh lửa;

Lượng phun;

Xăng sinh học.

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu thực nghiệm xác định lượng phun và góc đánh lửa phù hợp cho động cơ xe máy sử dụng xăng sinh học (hỗn hợp xăng và ethanol sinh học) có tỷ lệ ethanol cao. Thử nghiệm được thực hiện với động cơ xe máy phun xăng điện tử trên băng thử động cơ chuyên dụng. Khi sử dụng xăng sinh học có tỷ lệ ethanol 30% và 50% về thể tích (E30 và E50), trường hợp không điều chỉnh động cơ, mô men cực đại giảm 8,20% và 23,44%. Trường hợp tăng thời gian phun nhiên liệu nhằm đảm bảo tỷ lệ nhiên liệu không khí ở mức lý tưởng (xấp xỉ 1), mô men có ích của động cơ tăng lên tuy nhiên thấp hơn so với động cơ xăng nguyên bản khoảng 4,34% đến 5,84% với E30 và 5,11% đến 6,47% với E50. Khi điều chỉnh góc đánh lửa sớm phù hợp với từng loại nhiên liệu, tính năng kỹ thuật của động cơ được cải thiện. Mô men có ích của động cơ khi sử dụng xăng sinh học cao hơn một chút so với khi sử dụng xăng khoáng với mức tăng 1,16% đến 2,21% với E30 và 0,97% đến 1,92% với E50. Tính năng kinh tế của động cơ cải thiện khi suất tiêu hao năng lượng giảm trung bình từ 2,69% đến 8,87% với E30 và 1,93% đến 9,14% với E50. Phát thải HC, CO và NO_x đều có xu hướng giảm trung bình 17,83%, 3,43% và 8,46% với E30 và 34,09%, 11,70% và 28,65% với E50 ở tốc độ 4000 v/ph, khi tải thay đổi.

1. GIỚI THIỆU

Sử dụng nhiên liệu sinh học cho phương tiện giao thông là một trong các giải pháp hữu hiệu nhằm đảm bảo an ninh năng lượng và giảm thiểu ô nhiễm môi trường ở các nước trên thế giới. Tại Việt Nam, chính phủ cũng đã ban hành một số mục tiêu và chính sách phát triển nhiên liệu sinh học, đặc biệt là đối với hỗn hợp xăng khoáng và ethanol

sinh học (còn gọi là xăng sinh học) qua các Quyết định số 177/2007/QĐ-TTg, số 53/2012/QĐ-TTg, 2068/QĐ-TTg, số 876/QĐ-TTg, Thông báo số 255/TB-VPCP... Hiện nay xăng sinh học E5RON92 đã được sử dụng rộng rãi trên toàn quốc. Khảo sát đã cho thấy nước ta có tiềm năng về nguồn nguyên liệu, đặc biệt là sắn, và sắn có các nhà máy sản xuất ethanol nhiên liệu nhưng chưa được khai thác hết do còn thiếu các chính sách

khuyến khích (Phạm Hữu Tuyền, 2023). Phương tiện giao thông là nguồn gây ô nhiễm chính ở các thành phố lớn của nước ta, trong đó chủ yếu là xe máy, chiếm khoảng 85% lượng khí thải carbon monoxide (CO) trên toàn Việt Nam (As Vietnam urbanises, air pollution grows in big cities, 2016). Các tiêu chuẩn khí thải đã được áp dụng cho các phương tiện đăng ký mới như tiêu chuẩn khí thải Euro III cho xe máy được áp dụng từ tháng 01 năm 2017.

Trong nhiều thập kỷ qua, ethanol sinh học đã được sử dụng để thay thế nhiên liệu xăng thông thường ở nhiều quốc gia như Mỹ, Brazil, Pháp, Thái Lan ... với các tỷ lệ từ 10% đến 85% hoặc có thể tới 100% (Hoang and Nghiem 2021; World LPG Association, 2022). Các nghiên cứu chỉ ra rằng, sử dụng nhiên liệu ethanol là một giải pháp khả thi trên phương tiện đang lưu hành cũng như sản xuất mới. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh hiệu quả giảm phát thải khi sử dụng xăng sinh học trên phương tiện. Các nghiên cứu của Durbin (2007) cho thấy phát thải carbon monoxide (CO) giảm khi tăng tỷ lệ ethanol trong nhiên liệu; Graham (2008) cũng chỉ ra rằng xăng sinh học E10 có thể giảm 16% phát thải CO; Clairotte (2013); Schifter (2018) đều cho thấy sử dụng xăng sinh học có thể giảm các thành phần độc hại trong khí thải như hydrocarbon (HC), CO và NO_x so với khi sử dụng xăng khoáng.

Một số nghiên cứu đã chỉ ra rằng nhiên liệu ethanol phù hợp sử dụng trên động cơ đánh lửa cưỡng bức (Iodice, 2013; Iodice, 2018) nhờ các đặc điểm tương đồng với nhiên liệu xăng về khả năng bay hơi, trị số ốctan... Khi sử dụng xăng sinh học có tỷ lệ ethanol lớn, cần tăng lượng nhiên liệu cung cấp để duy trì công suất động cơ do nhiệt trị của xăng sinh học thấp hơn so với xăng. Ethanol có trị số ốctan cao hơn xăng, do đó với xăng sinh học có thể tăng tỷ số nén để nâng cao hiệu suất động cơ. Nhiên liệu ethanol có nhiệt ẩn cao hơn so với xăng nên làm giảm nhiệt độ môi chất nạp giúp tăng hệ số nạp của động cơ. Tuy nhiên, điều này có thể làm giảm nhiệt độ của quá trình cháy dẫn tới tăng các thành phần phát thải CO và HC khi nhiệt độ động cơ còn thấp và ảnh hưởng tới khả năng khởi động lạnh.

Tại Việt Nam, một vài nghiên cứu đánh giá tác động của xăng sinh học tới tính năng kỹ thuật của xe máy và vấn đề tương thích vật liệu đã được thực hiện (Le Tuan, 2009; Pham Huu Tuyen, 2012). Kết quả cho thấy động cơ có thể hoạt động tốt với tỷ lệ ethanol thấp (dưới 20%). Tuy nhiên, với tỷ lệ ethanol cao hơn cần thay đổi hệ thống nhiên liệu của động cơ. Trong nghiên cứu được thực hiện bởi Duc, Tien, và Duy (2018), một hệ thống cung cấp nhiên liệu mới cho những chiếc xe máy sử dụng chế hòa khí đang lưu hành có thể chạy được với nhiên liệu ethanol với tỷ lệ cao. Có thể thấy mức độ ảnh hưởng của xăng sinh học tới tính năng kỹ thuật và phát thải động cơ tùy thuộc vào từng trường hợp nghiên cứu cụ thể, đến nay còn ít các nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của xăng sinh học có tỷ lệ ethanol cao tới tính năng kỹ thuật và phát thải của động cơ xe máy phun xăng điện tử đang lưu hành ở Việt Nam và những hiệu chỉnh cần thiết khi sử dụng xăng sinh học với tỷ lệ cồn ethanol cao hơn 20%. Để làm rõ hơn vấn đề này đặc biệt là ở điều kiện Việt Nam, cần thiết phải thực hiện các nghiên cứu thử nghiệm đo đạc đánh giá ở phạm vi phòng thí nghiệm. Bài báo này trình bày nghiên cứu xác định lượng nhiên liệu phun và góc đánh lửa phù hợp cho động cơ xe máy phun xăng điện tử khi sử dụng xăng sinh học với tỷ lệ ethanol 30% (E30) và 50% (E50).

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý thuyết điều chỉnh lượng nhiên liệu phun

Khi động cơ hoạt động với nhiên liệu xăng và xăng sinh học, hệ số dư lượng không khí được xác định theo công thức sau (Dinh và cộng sự, 2020):

$$\lambda_G = \frac{G_A}{\left(\frac{A}{F}\right)_G * m_G} \quad (1)$$

$$\lambda_B = \frac{G_A}{\left(\frac{A}{F}\right)_B * m_B}$$

Trong đó G_A là lưu lượng khí nạp; λ_G và λ_B là hệ số dư lượng không khí khi sử dụng xăng và xăng sinh học; (A/F)_G và (A/F)_B là tỷ lệ không khí lý thuyết để đốt cháy hoàn toàn xăng và xăng sinh

học; m_G và m_B là lưu lượng nhiên liệu cấp cho động cơ khi sử dụng xăng và xăng sinh học.

Tỉ lệ không khí/nhiên liệu lý thuyết để đốt cháy hoàn toàn xăng và ethanol được xác định theo phương trình sau:

$$\left(\frac{A}{F}\right)_B = \left(\frac{A}{F}\right)_G * \%m_G + \left(\frac{A}{F}\right)_E * \%m_E \quad (2)$$

Trong đó $\left(\frac{A}{F}\right)_G = 14,6$, $\left(\frac{A}{F}\right)_E = 9,0$ là tỉ lệ không khí/nhiên liệu lý thuyết để đốt cháy hoàn toàn xăng và ethanol; $\%m_G$ and $\%m_E$ là tỷ lệ khối lượng của xăng và ethanol trong hỗn hợp nhiên liệu xăng sinh học.

Để đảm bảo hệ số dư lượng không khí không đổi khi sử dụng xăng hay xăng sinh học, cần:

$$\left(\frac{A}{F}\right)_G * m_G = \left(\frac{A}{F}\right)_B * m_B \quad (3)$$

Do xăng sinh học có hệ số A/F nhỏ hơn xăng thường nên để duy trì hệ số dư lượng không khí thì cần tăng lượng nhiên liệu cung cấp. Mức độ tăng phụ thuộc vào tỷ lệ của ethanol trong hỗn hợp nhiên liệu xăng sinh học.

2.2. Cơ sở lý thuyết điều chỉnh góc đánh lửa sớm

Trong động cơ đánh lửa cưỡng bức, hiện tượng kích nổ xảy ra khi giá trị tích phân $\int_0^{t_i} \frac{1}{\tau_{iD}(t)} dt = 1$ (John B. Heywood 1988). Trong tích phân này, t là thời gian tính từ lúc bắt đầu kỳ nén ($t=0$) đến lúc xuất hiện kích nổ ($t=t_i$); τ_{iD} là hàm phụ thuộc vào loại nhiên liệu và trạng thái nhiệt độ, áp suất của môi chất trong xy lanh theo công thức sau:

$$\tau_{iD}(t) = A \cdot \left(\frac{ON}{100}\right)^a \cdot p^{-\pi} e^{\frac{B}{T}} \quad (4)$$

Trong đó: ON: trị số Ôc-tan của nhiên liệu; p: áp suất (atm); T: nhiệt độ (K); A, a, n, B: các hệ

số (đối với động cơ đánh lửa cưỡng bức, $A = 17,68$ ms, $a = 3,402$, $n = 1,7$ và $B = 3800$ K).

Nhiên liệu xăng sinh học có thời gian cháy trễ lớn hơn so với xăng thông thường, điều này làm kéo dài quá trình cháy. Tuy nhiên, tốc độ cháy của ethanol lại nhanh hơn xăng thông thường, 51 cm/s đối với xăng và 63,3 cm/s đối với ethanol (Duan et al. 2020), do đó quá trình cháy lại có thể rút ngắn lại. Ngoài ra, các yếu tố khác như chế độ tải trọng, tốc độ của động cơ cũng có ảnh hưởng tới chất lượng quá trình cháy. Do vậy, khi sử dụng nhiên liệu xăng sinh học cần điều chỉnh góc đánh lửa sớm tại các chế độ làm việc cụ thể nhằm đảm bảo quá trình cháy diễn ra tốt nhất.

2.3. Quy trình nghiên cứu

Quá trình nghiên cứu được tiến hành theo sơ đồ thể hiện trên Hình 1.



Hình 1. Quy trình nghiên cứu

2.4. Động cơ và nhiên liệu thử nghiệm

Nghiên cứu lựa chọn động cơ xe máy, một xy lanh, dung tích 108 cc sử dụng hệ thống phun nhiên liệu điện tử. Các thông số kỹ thuật cơ bản của động cơ thử nghiệm được trình bày trong Bảng 1.

Nhiên liệu được sử dụng trong thí nghiệm này bao gồm xăng truyền thống và hỗn hợp xăng-ethanol với tỷ lệ ethanol 30% và 50% về thể tích (ký hiệu là E30 và E50). So sánh các đặc tính quan trọng của nhiên liệu xăng và ethanol được liệt kê trong Bảng 2.

Bảng 1. Thông số cơ bản của động cơ

Thông số	Giá trị
Loại động cơ	Một xy lanh, đánh lửa cưỡng bức
Dung tích (cc)	108
Đường kính x Hành trình (mm)	50 x 55
Tỷ số nén	11:1
Hệ thống nhiên liệu	Phun gián tiếp trên đường nạp
Áp suất phun (MPa)	0,3
Công suất lớn nhất/tốc độ (kW/v/ph)	6,4 /7500
Mô men lớn nhất/tốc độ (Nm/v/ph)	9,2 /6000

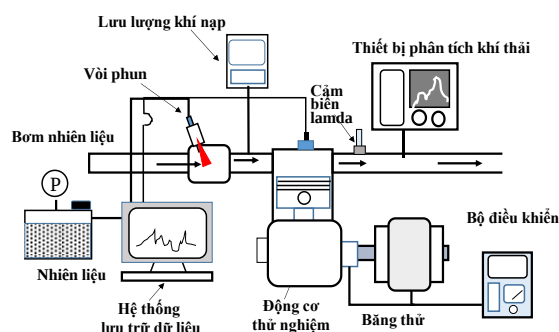
Bảng 2. Tính chất cơ bản của xăng A92, hỗn hợp E30, E50 và E100

Thông số	Xăng A92	E30	E50
Khối lượng riêng (kg/m ³) at 15°C	0,73	0,752	0,761
Tỷ lệ A/F lý thuyết	14,7	12,9	11,7
Áp suất hơi bão hòa (kPa)	70,46	67,86	53,64
Nhiệt trị thấp (MJ/kg)	44	38,6	35,1
Hàm lượng ô xy (%) khối lượng)	0,55	6,93	8,02
Trị số ố tan	92,4	96,8	97,5

2.5. Trang thiết bị thử nghiệm

Động cơ được thử nghiệm trên băng thử DW16 tạo tải theo nguyên tắc dòng điện xoáy (eddy current) với mô men phanh tối đa 70 Nm và tốc độ tối đa 13.000 v/ph. Hệ thống cung cấp nhiên liệu và đánh lửa được điều khiển bởi một môđul điều khiển có thể lập trình. Lượng tiêu thụ nhiên liệu được xác định bằng cân nhiên liệu AVL 733S). Cảm biến ô xy LSU 4.9 của hãng Bosch có

dải đo rộng được sử dụng để đo giá trị λ trong khí thải. Hệ thống phân tích khí thải AVL CEB với 4 bộ phân tích HC, CO, CO₂ và NO_x được sử dụng để phân tích các thành phần khí thải động cơ. Sơ đồ thiết lập thí nghiệm được thể hiện trong Hình 2. Nghiên cứu được thực hiện tại Trung tâm nghiên cứu các Nguồn động lực và Phương tiện tự hành, Trường Cơ khí, Đại học Bách khoa Hà Nội.

**Hình 2.** Sơ đồ hệ thống thử nghiệm

2.6. Chế độ thử nghiệm

Quá trình thử nghiệm được thực hiện ở chế độ ổn định: tốc độ thay đổi từ 3000, 4000, 5000 và 6000 v/ph với độ mở bướm ga thay đổi từ 20% đến 100%. Quá trình thử nghiệm thực hiện lần lượt với 2 mẫu nhiên liệu xăng thông thường và xăng sinh học E30, E50. Với xăng sinh học, động cơ được thử nghiệm ở 3 trường hợp:

- (1) Giữ nguyên thời gian phun và góc đánh lửa nguyên bản;
- (2) Điều chỉnh thời gian phun trực tiếp qua bộ điều khiển để đảm bảo đạt tỷ lệ A/F lý thuyết hay tỉ lệ $\lambda = 1$, giữ góc đánh lửa nguyên bản;
- (3) Điều chỉnh thời gian phun đảm bảo đạt tỷ lệ A/F lý thuyết đồng thời điều chỉnh góc đánh lửa để đạt mô men lớn nhất MBT (maximum brake torque).

Mỗi chế độ thử nghiệm được thực hiện lặp lại 3 lần và lấy giá trị trung bình để đánh giá.

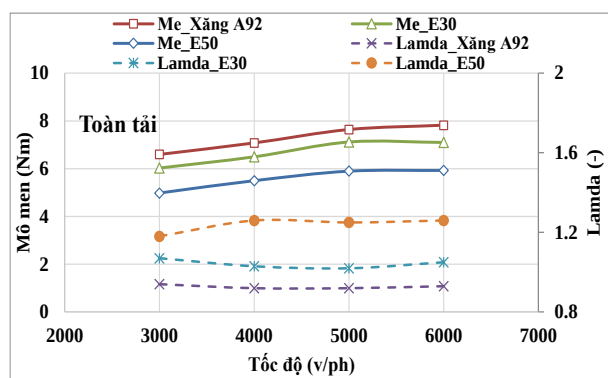
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tính năng kỹ thuật của động cơ khi sử dụng xăng sinh học

Khi động cơ chuyển từ sử dụng nhiên liệu xăng thông thường sang xăng sinh học E30 và E50 mà không thay đổi thông số điều khiển cung cấp

nhiên liệu, công suất của động cơ có xu hướng giảm do tổng năng lượng đầu vào giảm. Với cùng thời gian phun nhiên liệu như đối với trường hợp sử dụng xăng, tỷ lệ hòa khí có xu hướng nhạt do E30 và E50 có tỷ lệ A/F lý thuyết nhỏ hơn so với xăng thông thường. Kết quả thử nghiệm xác định mô men cực đại và hệ số dư lượng không khí lambda của động cơ khi sử dụng xăng, E30 và E50 được thể hiện trên Hình 3.

Kết quả cho thấy, khi thay đổi tốc độ của động cơ, thì tỷ lệ hòa trộn nhiên liệu với không khí vẫn giữ gần như không đổi, đường đặc tính lambda gần như nằm ngang khi tốc độ tăng từ 3000 đến 6000 v/ph. Với trường hợp E30 thì sự thay đổi không quá khác biệt với xăng thường nên xu hướng của lambda giống với xăng thường và giá trị cao hơn một chút; tuy nhiên, khi tăng lên tỷ cao hơn như E50 thì sự khác biệt tính chất nhiên liệu có ảnh hưởng rõ rệt tới quá trình cung cấp nhiên liệu làm cho hệ số lambda không còn giữ được quy luật.

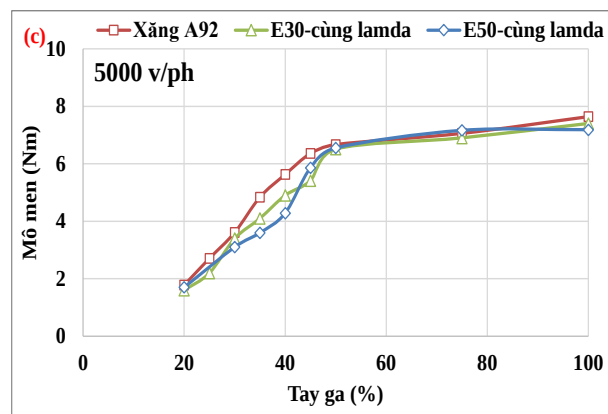
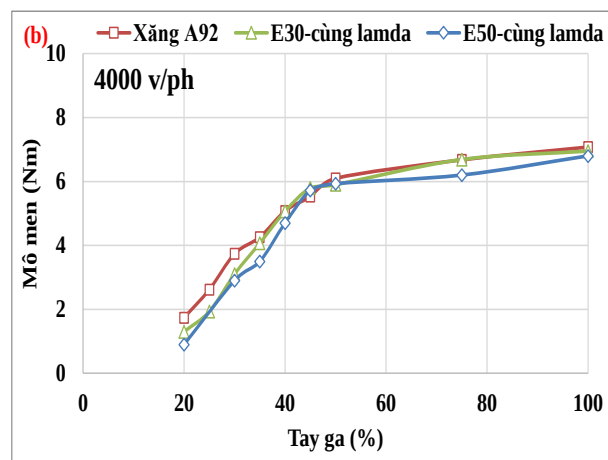
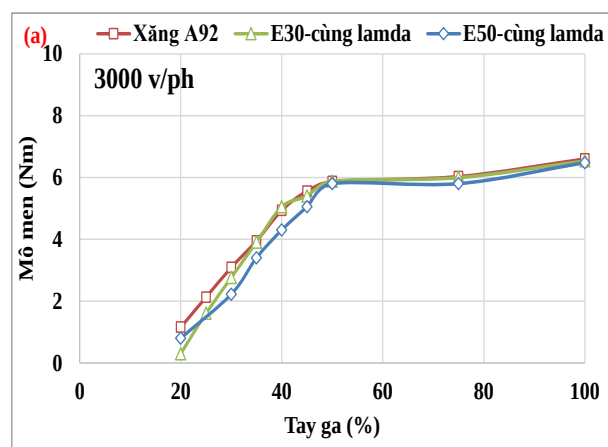


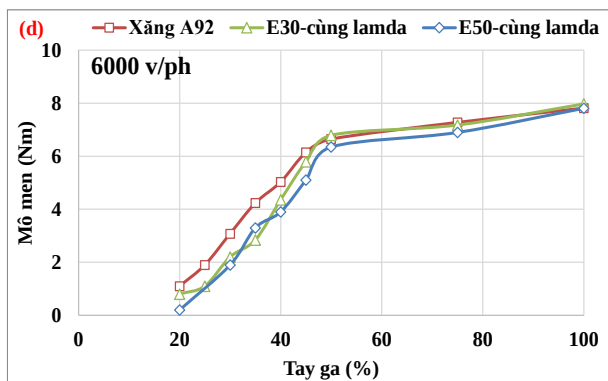
Hình 3. So sánh mô men và hệ số lambda của động cơ khi sử dụng xăng và E30, E50 ở chế độ toàn tải (bướm ga mở 100%)

Kết quả trên Hình 3 cũng cho thấy, khi sử dụng E30 và E50, mô men cực đại của động cơ giảm trung bình 8,20% và 23,44% trên dải tốc độ từ 3000 v/ph đến 6000 v/ph. Nguyên nhân chính do tổng năng lượng đầu vào giảm khi sử dụng E30 và E50 như thể hiện trên Hình 3. Hệ số dư lượng không khí lambda tăng đáng kể từ 1,02 đến 1,07 với E30 và 1,18 đến 1,26 với E50. Ngoài ra, góc đánh lửa sớm được giữ nguyên bản cũng là một yếu tố ảnh hưởng đến tính năng kỹ thuật của động cơ.

3.2. Tính năng kỹ thuật của động cơ khi điều chỉnh lượng nhiên liệu phun

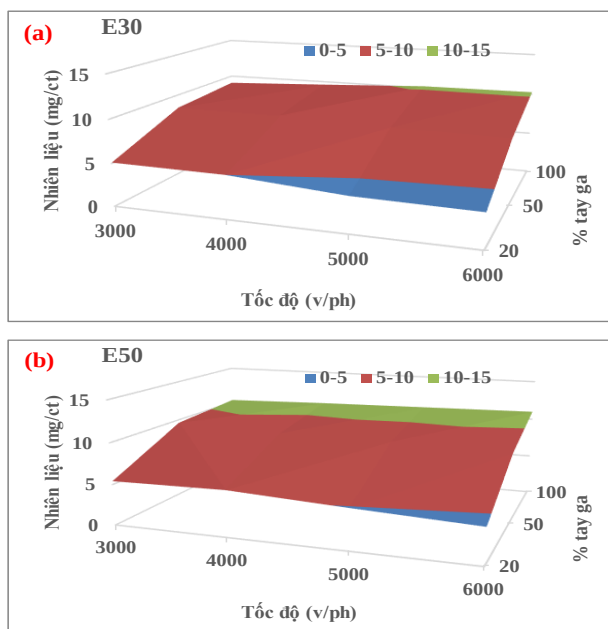
Để cải thiện tính năng kỹ thuật của động cơ, lượng nhiên liệu phun khi sử dụng xăng sinh học được điều chỉnh tăng lên bằng cách kéo dài thời gian phun để đảm bảo giá trị $\lambda \approx -1$ tương tự trường hợp sử dụng xăng truyền thống. Kết quả thử nghiệm mô men của động cơ ở các tốc độ 3000, 4000, 5000 và 6000 v/ph khi tay ga thay đổi từ 20% đến 100% được thể hiện trên Hình 4.





Hình 4. So sánh mô men của động cơ khi sử dụng xăng và E50 điều chỉnh lượng phun

Kết quả cho thấy, khi điều chỉnh lượng nhiên liệu phun tăng lên, mô men ở đường đặc tính tải của động cơ E30 và E50 thấp hơn so với động cơ xăng. Trong khoảng 20% đến 100% độ mở bướm ga, mô men động cơ thấp hơn trung bình 4,34%, 5,22%, 5,37% và 5,84% đối với E30 và 5,11%, 6,47%, 6,29% và 6,12% đối với E50 ở tốc độ 3000 v/ph (Hình 4-a), 4000 v/ph (Hình 4-b), 5000 v/ph (Hình 4-c) và 6000 v/ph (Hình 4-d). Nguyên nhân chính là do sự khác biệt ở một số tính chất của nhiên liệu sinh học như trị số ôc tan cao, nhiệt ẩn lớn làm quá trình cháy kém đi. Do đó, cần điều chỉnh góc đánh lửa sớm để kiểm soát quá trình cháy của động cơ xăng sinh học.



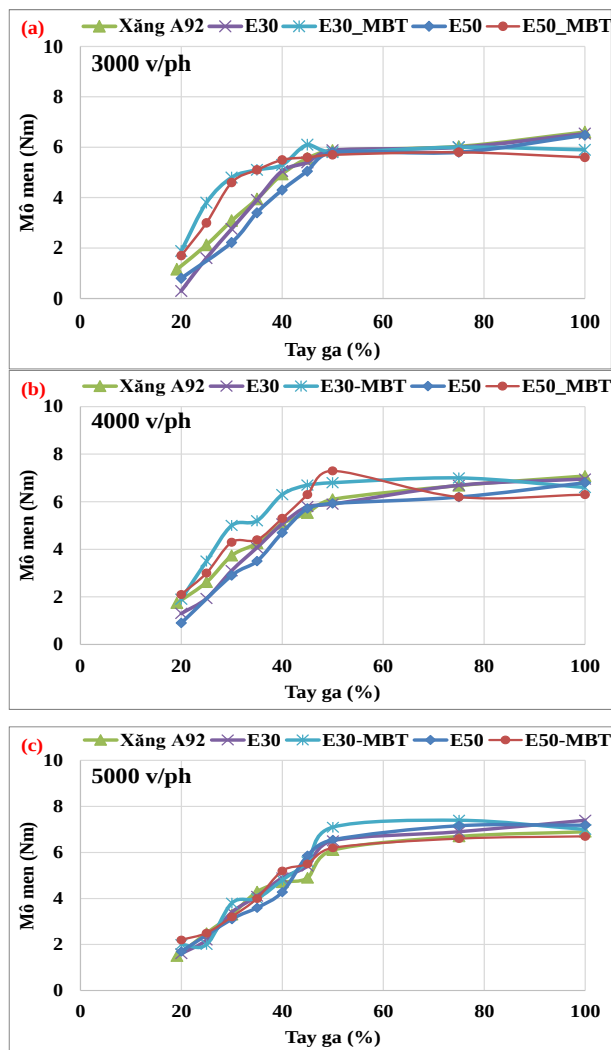
Hình 5. Lượng nhiên liệu phun khi hiệu chỉnh với E30 (a) và E50 (b) khi tải và tốc độ thay đổi

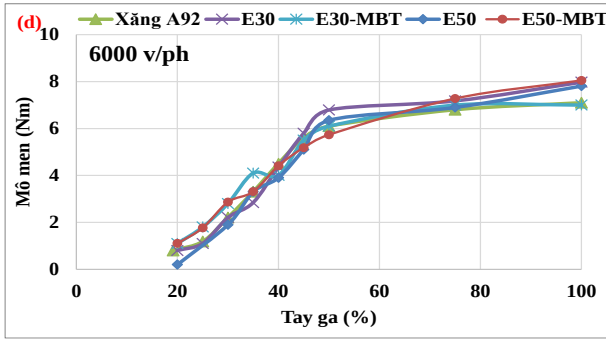
Kết quả trên Hình 5 thể hiện lượng nhiên liệu phun gct (mg/chu trình) sau khi điều chỉnh để đảm

bảo hệ số dư lượng không khí $\lambda = 1$ với nhiên liệu E30 (Hình 5-a) và E50 (Hình 5-b). Tính trung bình tại các chế độ tốc độ và tải, để đảm bảo hệ số dư lượng không khí cần tăng gct lên 7,64% khi sử dụng E30 và 19,72% khi sử dụng E50.

3.3. Tính năng kỹ thuật của động cơ khi điều chỉnh lượng nhiên liệu phun và góc đánh lửa sớm

Kết quả so sánh mô men của động cơ ở các tốc độ cố định và tải 20%-100% tay ga khi tăng lượng nhiên liệu phun đảm bảo $\lambda \approx 1$. Đồng thời, góc đánh lửa được điều chỉnh để mô men động cơ lớn nhất đối (MBT) với cả xăng khoáng và xăng sinh học E30, E50 để có thể đánh giá được xu hướng thay đổi góc đánh lửa MBT so với khi dùng xăng khoáng. Kết quả thử nghiệm được thể hiện trên Hình 6.

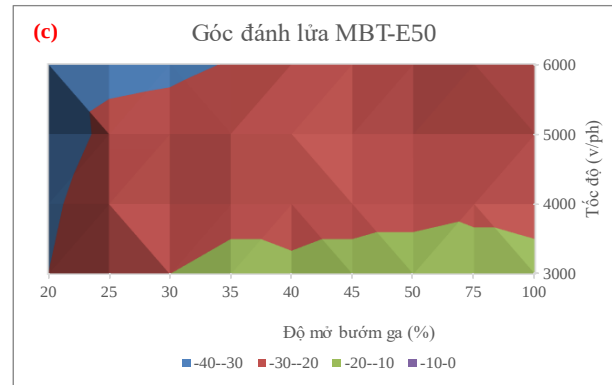
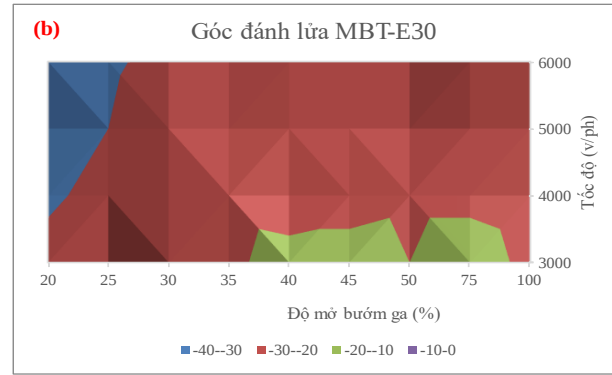
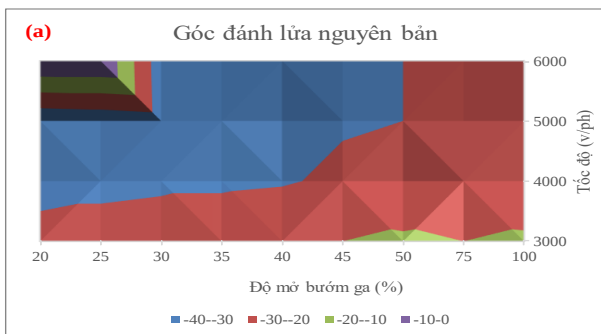




Hình 6. So sánh mô men của động cơ khi sử dụng xăng và xăng sinh học điều chỉnh lượng phun và góc đánh lửa

Kết quả thử nghiệm cho thấy, khi thay đổi góc đánh lửa để đạt mô men lớn nhất với $\lambda \approx 1$, mô men có ích của động cơ xăng sinh học cải thiện rõ rệt. Đối với mẫu xăng E30, khi điều chỉnh góc đánh lửa, mô men của động cơ tăng trung bình khoảng 5,13%, 6,06%, 5,17% và 6,05% ở các tốc độ 3000 v/ph, 4000 v/ph, 5000v/ph và 6000 v/ph so với trường hợp giữ góc đánh lửa nguyên bản. Khi so sánh với động cơ xăng nguyên bản, mô men có ích cũng cải thiện 1,39%, 2,05%, 1,16% và 2,21% ở các tốc độ tương ứng. Đối với mẫu xăng E50, khi thay đổi góc đánh lửa thì mô men của động cơ cũng cải thiện đáng kể, thậm chí còn nhiều hơn so với mẫu E30. Mô men có ích tăng 6,36%, 6,24%, 5,98% và 6,03% so với trường hợp sử dụng E50 không điều chỉnh góc đánh lửa sớm. So với động cơ xăng nguyên bản, mô men cải thiện trung bình 1,11%, 1,92%, 0,97% và 1,78% ở các tốc độ 3000 v/ph, 4000v/ph, 5000 v/ph và 6000v/ph. Như vậy, có thể thấy, việc điều chỉnh góc đánh lửa sớm có thể cải thiện tính năng kỹ thuật của động cơ sử dụng xăng sinh học có tỷ lệ ethanol cao so với động cơ xăng nguyên bản.

Hình 7 thể hiện mối quan hệ góc đánh lửa và tốc độ động cơ, độ mở bướm ga nguyên bản (a) và MBT với E30 (b) và E50 (c).



Hình 7. Góc đánh lửa nguyên bản và MBT theo tốc độ và độ mở bướm ga

Kết quả nghiên cứu chỉ ra xu hướng khi tăng tỷ lệ ethanol trong nhiên liệu, ở cùng một tỷ lệ hòa trộn nhiên liệu không khí $\lambda \approx 1$, góc đánh lửa sớm có xu hướng giảm để đạt mô men cực đại khi sử dụng E30 và E50. Ở vùng tốc độ cao và tải lớn, mức giảm nhiều hơn so với vùng tốc độ thấp và tải nhỏ. Một số điểm thử nghiệm ở chế độ tải nhỏ, tốc độ thấp góc đánh lửa có xu hướng tăng lên để đạt mô men cực đại.

3.4. Tính năng kinh tế của động cơ khi điều chỉnh lượng nhiên liệu phun và góc đánh lửa sớm

Do nhiên liệu xăng và ethanol có nhiệt trị khác nhau, do đó trong nghiên cứu này, thông số suất tiêu hao năng lượng có ích BSEC (Brake specific energy consumption) sẽ được sử dụng để đánh giá tính năng kinh tế của động cơ. BSEC được xác định theo công thức (5):

$$BSEC = \frac{m_B * LHV_B}{BP} \quad (5)$$

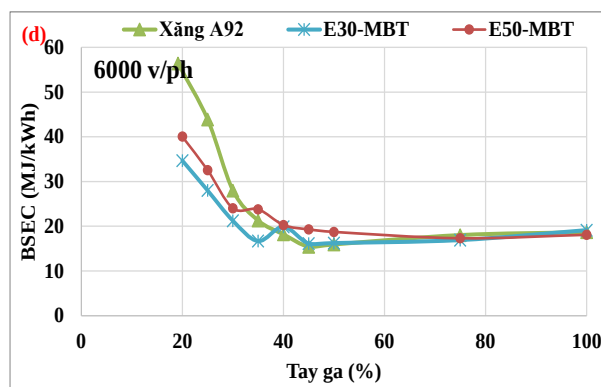
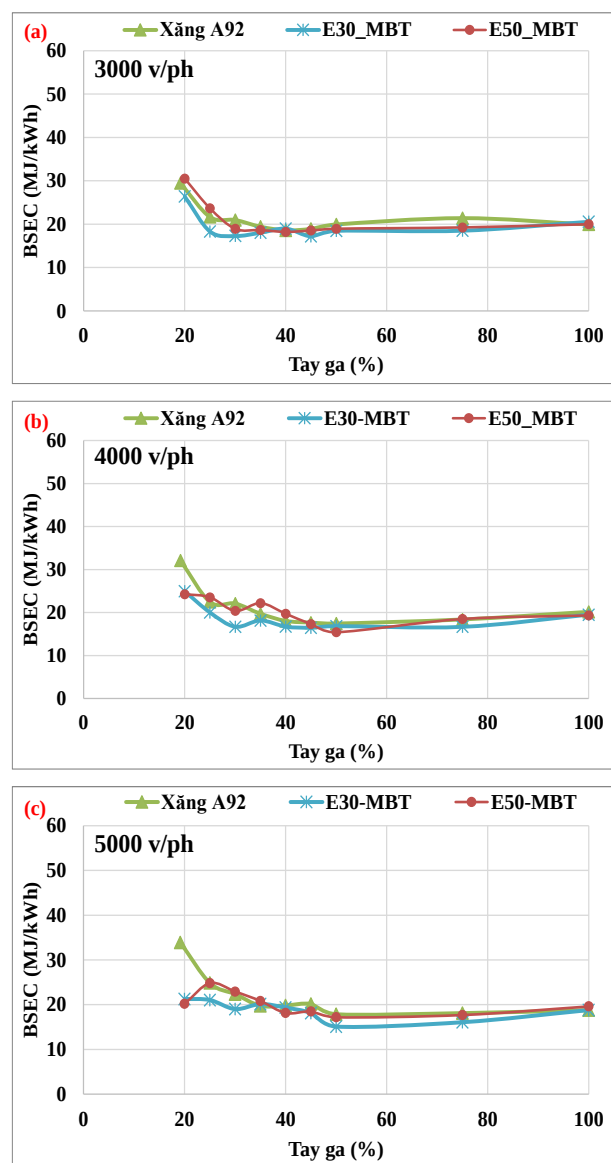
Trong đó, BSEC là suất tiêu hao năng lượng có ích (MJ/kWh); BP là công suất có ích của động cơ (kW); LHV_B là nhiệt trị thấp của xăng sinh học.

LHV_B được xác định từ LHV của hai nhiên liệu và tỷ lệ khối lượng từng thành phần nhiên liệu theo công thức (6):

$$LHV_B = LHV_G * \%m_G + LHV_E * \%m_E \quad (6)$$

Trong đó, LHV_G và LHV_E là nhiệt trị thấp của xăng và ethanol (MJ/kg).

Kết quả đo đặc và đánh giá BSEC của động cơ được thể hiện trên Hình 8.

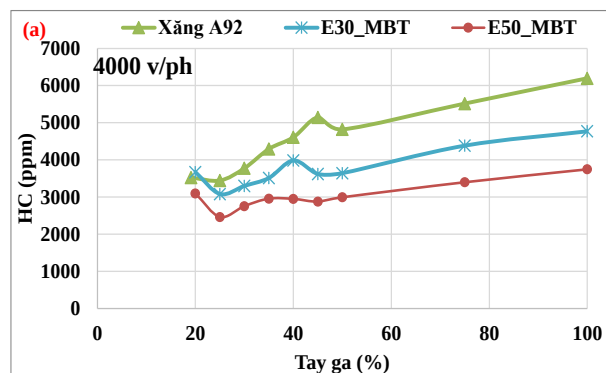


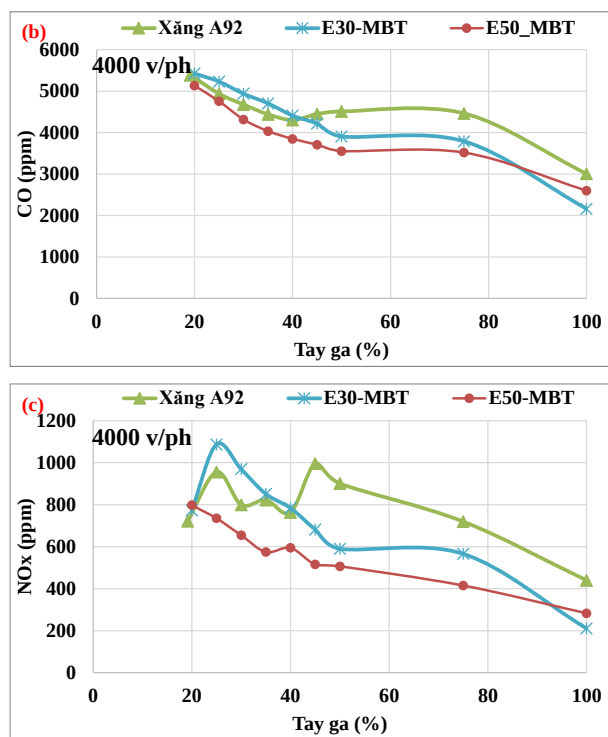
Hình 8. So sánh BSEC với các mẫu nhiên liệu

Kết quả cho thấy, BSEC khi sử dụng E30 và E50 đều có xu hướng giảm so với trường hợp sử dụng xăng thông thường. Ở vùng tải nhỏ, mức độ giảm đáng kể hơn vùng tải lớn, vùng tốc độ lớn cải thiện tính năng kinh tế nhiều hơn vùng tốc độ nhỏ. Trung bình, khi tải thay đổi từ 20% đến 100% độ mở bướm ga, BSEC giảm 2,69%, 2,74%, 6,69%, 8,87% ở các tốc độ 3000 v/ph, 4000 v/ph, 5000 v/ph và 6000 v/ph với xăng E30. Khi sử dụng E50, tính năng kinh tế cũng có xu hướng cải thiện nhưng mức độ ít hơn so với E30, cụ thể là BSEC giảm trung bình 1,93%, 3,94%, 7,97% và 9,14% ở các tốc độ 3000 v/ph, 4000 v/ph, 5000 v/ph và 6000 v/ph khi tải thay đổi từ 20% đến 100% tay ga.

3.5. Diễn biến phát thải động cơ khi điều chỉnh lượng nhiên liệu phun và góc đánh lửa sớm

Kết quả đo đặc phân tích thành phần khí thải của động cơ khi sử dụng xăng, xăng sinh học E30, E50 điều chỉnh lượng phun và góc đánh lửa sớm tại tốc độ cố định 4000 v/ph, tải thay đổi từ 20% đến 100% độ mở bướm ga, được thể hiện trên Hình 9.





Hình 9. So sánh thành phần phát thải độc hại

Hình 9 cho thấy khi tăng tải diễn biến các thành phần phát thải tương tự nhau với các loại nhiên liệu, cụ thể HC có xu hướng tăng, CO và NO_x có xu hướng giảm. Tuy nhiên với xăng sinh học, các thành phần phát thải HC, CO và NO_x đều có xu hướng giảm so với khi sử dụng xăng khoáng. Thành phần ô xy trong ethanol làm cải thiện quá trình cháy nhờ chất lượng hòa khí đồng nhất hơn nên HC, CO có xu hướng giảm như thể hiện trên Hình 9-a và b. Nhiệt ẩn hơi và trị số ôc tan của ethanol cao hơn so với xăng là yếu tố ảnh hưởng đến quá trình hình thành NO_x như thể hiện trên Hình 9-c. Với mẫu E30, HC, CO và NO_x giảm trung bình 17,83%, 3,43% và 8,46% khi tải thay đổi từ 20% đến 100%. Mức giảm các thành phần phát thải này nhiều hơn với mẫu E50, tương ứng là 34,09%, 11,70% và 28,65%. Kết quả này cũng phù hợp với các kết quả đã được nghiên cứu trước đây (Le Tuan, 2009).

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu xác định lượng phun và góc đánh lửa sớm phù hợp của động cơ xăng sinh học với tỷ lệ ethanol cao đã được thực hiện, một số kết quả chính được tổng hợp sau đây:

Khi điều chỉnh lượng nhiên liệu phun tăng lên đảm bảo tỷ lệ hòa trộn $\lambda \approx 1$ mô men của động cơ E30 và E50 vẫn thấp hơn so với động cơ xăng, trung bình 4,34%, 5,22%, 5,37% và 5,84% đối với E30 và 5,11%, 6,47%, 6,29% và 6,12% với E50 ở tốc độ 3000v/ph, 4000 v/ph, 5000 v/ph và 6000 v/ph.

Việc điều chỉnh góc đánh lửa sớm có ảnh hưởng tới hiệu quả làm việc của động cơ. Với mẫu xăng E30, khi điều chỉnh góc đánh lửa, mô men của động cơ tăng so với trường hợp giữ góc đánh lửa nguyên bản. Mô men có ích cải thiện trung bình 1,39%, 2,05%, 1,16% và 2,21% so với động cơ xăng nguyên bản. Mẫu xăng có tỷ lệ ethanol cao E50 cũng cho kết quả tương tự. Mô men cải thiện trung bình 1,11%, 1,92%, 0,97% và 1,78% ở các tốc độ 3000 v/ph, 4000v/ph, 5000 v/ph và 6000v/ph so với động cơ xăng nguyên bản.

Tính năng kinh tế của động cơ cải thiện khi sử dụng E30 và E50. BSEC giảm trung bình 2,69%, 2,74%, 6,69%, 8,87%% với E30 và 1,93%, 3,94%, 7,97% và 9,14% với E50 so với xăng, ở các tốc độ 3000 v/ph, 4000 v/ph, 5000 v/ph và 6000 v/ph.

Tất cả các thành phần phát thải HC, CO và NO_x đều có xu hướng giảm trung bình 17,83%, 3,43% và 8,46% với E30 và 34,09%, 11,70% và 28,65% với E50 ở tốc độ 4000 v/ph, khi tải thay đổi.

Kết quả nghiên cứu mới dừng lại đối với một mẫu động cơ cụ thể và hai mẫu xăng sinh học E30 và E50. Để có cái nhìn thấu đáo hơn và thể đưa ra được khuyến cáo thì cần tiếp tục thực hiện các nghiên cứu sâu hơn cũng như mở rộng các chế độ thử nghiệm với các mẫu nhiên liệu khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- As Vietnam urbanises, air pollution grows in big cities. (2016, August 18). <http://en.nhandan.com.vn/scitech/environment/item/4550302-as-vietnam-urbanises-air-pollution-grows-inbig-cities.html>.
- Bozza, F., Gimelli, A., Merola, S. S., & Vaglieco, B. M. (2005). Validation of a Fractal Combustion Model through Flame Imaging. *SAE Technical Paper Series*. doi:10.4271/2005-01-1120

- Clairotte, M., T. W. Adam, A. A. Zardini, U. Manfredi, G. Martini, A. Krasenbrink, A. Vicet, E. Tournié, and C. Astorga. (2013). Effects of Low Temperature on the Cold Start Gaseous Emissions from Light Duty Vehicles Fuelled by Ethanol-Blended Gasoline. *Applied Energy*, 102, 44-54. doi:10.1016/j.apenergy.2012.08.010.
- Dinh, T., Nguyen, K., Pham, T., & Nguyen, V. (2020). Study on performance enhancement and emission reduction of used carburetor motorcycles fueled by flex-fuel gasoline-ethanol blends. *Journal of the Chinese Institute of Engineers* 43(5): 477-488. doi:10.1080/02533839.2020.1751719
- Duan, X., Y. Li, Y. Liu, J. Liu, S. Wang, and G. Guo. (2020). Quantitative Investigation the Influences of the Injection Timing Under Single and Double Injection Strategies on Performance, Combustion and Emissions Characteristics of a GDI SI Engine Fueled with Gasoline/Ethanol Blend. *Fuel*, 260, 116363. doi:10.1016/j.fuel.2019.116363
- Duc, KN, Tien NH, and Duy ND. (2018). Performance Enhancement and Emission Reduction of Used Motorcycles Using Flexible Fuel Technology. *Journal of the Energy Institute*, 91 (1): 145–152. doi:10.1016/j.joei.2016.09.004.
- Durbin, Thomas D., J. Wayne Miller, Theodore Younglove, Tao Huai, and Kathalena Cocker. (2007). Effects of Fuel Ethanol Content and Volatility on Regulated and Unregulated Exhaust Emissions for the Latest Technology Gasoline Vehicles. *Environmental Science and Technology*, 41 (11): 4059–4064. doi:10.1021/es061776o.
- Graham, Lisa A., Sheri L. Belisle, and Cara Lynn Baas. (2008). Emissions from Light Duty Gasoline Vehicles Operating on Low Blend Ethanol Gasoline and E85. *Atmospheric Environment*, 42 (19): 4498–4516. doi:10.1016/j.atmosenv.2008.01.061.
- Hoang, T.-D.; Nghiem, N. (2021). Recent Developments and Current Status of Commercial Production of Fuel Ethanol. *Fermentation*, 27, 314. Doi:10.3390/fermentation7040314
- Iodice, P. and Senatore, A., (2013). Influence of Ethanol-gasoline Blended Fuels on Cold Start Emissions of a Four-stroke Motorcycle. Methodology and Results. *SAE Technical Paper* 2013-24-0117, doi.org/10.4271/2013-24-0117
- John B. Heywood (1988). Internal Combustion Engine Fundamentals. McGraw-Hill.
- Le Anh Tuan, Pham Minh Tuan. (2009). Impacts of Gasohol E5 and E10 on Performance and Exhaust Emissions of In-used Motorcycle and Car: A Case Study in Vietnam. *Journal of Science and Technology, Vietnamese Technical Universities..* <http://www.vjol.info/index.php/DHBK/article/view/11093>
- P. Iodice, G. Langella, A. Amoresano. (2018). Ethanol in gasoline fuel blends: Effect on fuel consumption and engine out emissions of SI engines in cold operating conditions. *Applied Thermal Engineering*, 130, 1081-1089, doi:10.1016/j.applthermaleng.2017.11.090
- Phạm Hữu Tuyển, Nguyễn Thế Trực. (2023). Hiện trạng và đề xuất giải pháp thúc đẩy phát triển xăng sinh học ở Việt Nam. *Tạp chí Giao thông vận tải*, Số đặc biệt, năm thứ 64
- Pham Huu Tuyen, Le Anh Tuan, Nguyen Duy Vinh, Pham Van Doan. (2012). Durability Testing for Motorcycle Engines Fueled with E10. *The 2nd International Conference on Automotive Technology, Engine and Alternative Fuels (ICAEF2012)*, Ho Chi Minh City, Vietnam, 12/2012
- Schifter, I., U. González, L. Díaz, R. Rodríguez, I. Mejía-Centeno, and C. González-Macias. (2018). From Actual Ethanol Contents in Gasoline to Mid-Blends and E-85 in Conventional Technology Vehicles. Emission Control Issues and Consequences. *Fuel*, 219, 239–247. doi:10.1016/j.fuel.2018.01.118
- World LPG Association (2022). Renewable fuels incentive policies.

DETERMINING THE OPTIMAL SPARK IGNITION TIMING AND AMOUNT OF FUEL INJECTION OF A MOTORCYCLE ENGINE FUELED BY HIGH ETHANOL RATIO- GASOLINE ETHANOL BLENDS

Pham Huu Tuyen^{1*}, Nguyen Duc Khanh¹, Le Minh Phung²

¹*School of Mechanical Engineering, Hanoi University of Science and Technology*

²*Dong Nai Technology University*

* Corresponding author: *Pham Huu Tuyen, tuyen.phamhuu@hust.edu.vn*

GENERAL INFORMATION

Received date: 30/01/2024

Revised date: 24/02/2024

Published date: 12/03/2024

KEYWORD

Bio-ethanol;

Gasoline-ethanol blends;

Fuel injection;

Ignition timing;

Motorcycles.

ABSTRACT

This paper presents the results of an experimental study that determined the optimal amount of injection and ignition timing of a motorcycle engine fueled by gasoline – ethanol blends at high ethanol proportion. Tests were carried out with the electronic fuel injection motorcycle engine on a specialized engine test bench. With 30% and 50% of ethanol (in volume) in blends (called E30 and E50) and without any adjustment, the maximum brake torque decreased by 8,20% and 23,44% as compared to case of gasoline fueled. When extending the fuel injection time to ensure air/fuel ratio around threshold 1, the brake torque of the engine increased but remained lower than the original gasoline engine by about 4,34% to 5,84% with the E30 and 5,11% to 6,47% with E50 fueling. When ignition timing is adjusted to reach maximum brake torque values, the engine performance of the ethanol-gasoline fueled engine is significantly improved. The useful torque of the E30 and E50 engines can be equal or even higher than the conventional gasoline engines, the improvement of 1,16% to 2,21% with E30 and 0,97% to 1,92% with E50 fueling were observed. Engine efficiency improved as energy consumption dropped on average from 2,69% to 8,87% with the E30 and 1,93% to 9,14% for the E50. HC, CO and NO_x emissions tend to decrease by 17,83%, 3,43% and 8,46% on average with E30 and 34,09%, 11,70% and 28,65% with E50 at a speed of 4000 rpm, when the load changes.