

ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ ETHANOL ĐẾN TÍNH NĂNG VÀ PHÁT THẢI CỦA ĐỘNG CƠ XĂNG 1 XYLANH ĐANG LƯU HÀNH

EFFECT OF ETHANOL RATIO ON PERFORMANCE AND EMISSION OF SINGLE-CYLINDER GASOLINE ENGINES IN CIRCULATION

NGUYỄN TUẤN NGHĨA*, PHẠM VĂN ĐOÀN

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

*Email liên hệ: nghiant@hau.edu.vn

Tóm tắt

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu thử nghiệm về ảnh hưởng của tỷ lệ ethanol đến tính năng và phát thải của động cơ xăng 1 xylanh. Động cơ nghiên cứu là động cơ xe máy sử dụng bộ chế hòa khí. Nhiên liệu thử nghiệm bao gồm xăng thông thường RON92 và hỗn hợp giữa RON92 và ethanol với tỷ lệ về thể tích của ethanol lần lượt là 10%, 15% và 20% tương ứng với E10, E15 và E20. Thử nghiệm được tiến hành trên băng thử tại các tay số 3 và 4 tương ứng với dải tốc độ 20÷40 (km/h) và 30÷70 (km/h), đây là 2 dải tốc độ hay làm việc nhất của xe máy. Kết quả cho thấy, so với khi sử dụng xăng RON92, khi sử dụng xăng - ethanol, công suất tăng nhưng có xu hướng giảm dần khi tỷ lệ ethanol trong hỗn hợp tăng, suất tiêu hao nhiên liệu có diễn biến ngược với công suất. Phát thải CO và HC có xu hướng giảm trong khi CO₂ và NO_x có xu hướng tăng khi gia tăng tỷ lệ pha trộn ethanol.

Từ khóa: Xu hướng, phát thải, Ethanol, động cơ xe máy.

Abstract

This paper presents a study on the effect of ethanol ratio on performance and emission of 1-cylinder gasoline engine. The research engine is a motorcycle engine using a carburetor. The test fuel consisted of regular gasoline RON92 and a mixture of RON92 and ethanol with ethanol volume fractions of 10%, 15% and 20% respectively for E10, E15 and E20. The test was conducted on a test bench in gears 3 and 4 respectively with the speed range 20÷40 (km/h) and 30÷70 (km/h), these are the two most commonly used speed ranges of the vehicle motorcycle. The results show that, compared with when using RON92, when using ethanol, the capacity increases but trends to decrease when the percentage of ethanol in the mixture increases, the

fuel consumption rate has the opposite movement with the capacity. CO and HC emissions trend to decrease while CO₂ and NO_x tend to increase with increasing ethanol blending ratio.

Keywords: Trends, Emissions, Ethanol, Motorcycle engine.

1. Giới thiệu chung

Nhu cầu về nhiên liệu hóa thạch tăng lên hàng ngày do sự phát triển nhanh chóng của cả xã hội và công nghiệp, nhất là ở các quốc gia đang phát triển. Điều này có thể dẫn đến tình trạng thiếu hụt năng lượng trong tương lai do cạn kiệt nguồn dự trữ và những cuộc xung đột chính trị trên thế giới. Do đó, việc tìm nguồn nhiên liệu thay thế được tất cả các quốc gia quan tâm nghiên cứu nhằm giảm sự phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch trong điều kiện chưa thể thay thế hoàn toàn động cơ đốt trong [1].

Ethanol được coi là một trong những nhiên liệu quan trọng nhất có tiềm năng thay thế nhiên liệu hóa thạch vì nó có các tính chất hóa lý tương tự như của nhiên liệu thông thường [2]. Ethanol là một nguồn năng lượng tái tạo, và do đó có thể góp phần giảm lượng khí thải nhà kính và là một trong những nhiên liệu thay thế được sử dụng nhiều nhất vì chứa hàm lượng oxy tạo điều kiện cho quá trình đốt cháy. Bên cạnh đó, xăng pha trộn tốt với ethanol so với dầu diesel, dẫn đến hàm lượng lưu huỳnh và chất thơm thấp hơn, trị số octan cao hơn và áp suất hơi cao hơn so với nhiên liệu gốc [3]. Việc sử dụng ethanol nguyên chất làm nhiên liệu trong động cơ yêu cầu một số sửa đổi, trong khi đó khi sử dụng hỗn hợp ethanol và xăng với tỷ lệ nhất định thì không cần sửa đổi [4].

Nhiều nhà nghiên cứu đã chú ý đến việc sử dụng nhiên liệu pha trộn (ethanol và xăng) trong động cơ đốt trong. A. Yusuf và các cộng sự [5] đã nghiên cứu về động cơ TD201 SI một xylanh, bốn kỳ, được trang bị hệ thống phun nhiên liệu điện tử (EFI). Họ sử dụng nhiên liệu là xăng nguyên chất (E0), và còn sinh học với các tỷ lệ pha trộn chứa 5%, 10% và 15% ethanol. Kết quả cho thấy lượng khí thải thấp hơn khi động cơ

chạy trên E10 và E15, tỷ lệ hình thành NO_x tăng cao hơn với E5 và E10. Lượng phát thải CO₂ và CO của E15 giảm và tăng nhanh với E5 và E10 trong khi lượng phát thải HC giảm ở tất cả các loại nhiên liệu E5, E10 và E15. Celik [6] và Agarwal [7] đã chỉ ra rằng việc tăng cường trộn ethanol với xăng có thể cải thiện số octan trong nhiên liệu hỗn hợp. Kết quả cho thấy việc sử dụng E50 với công suất động cơ cải thiện 29% so với sử dụng xăng mà không cần thêm ethanol. Ngoài ra, mức tiêu thụ nhiên liệu giảm 3% và giảm 10% lượng khí thải CO. Hsieh và cộng sự [8] sử dụng động cơ SI chạy bằng nhiên liệu xăng và ethanol (E10, E20 và E30). Các kết quả được báo cáo chỉ ra rằng sự gia tăng đáng kể mô-men xoắn động cơ và tiêu thụ ít nhiên liệu hơn so với nhiên liệu ban đầu của động cơ. Nói chung, hầu hết các kết quả cho thấy, khi sử dụng xăng pha cồn, công suất động cơ, suất tiêu hao nhiên liệu được cải thiện, các thành phần phát thải CO và HC có xu hướng giảm, tuy nhiên hàm lượng NO_x thay đổi tùy thuộc vào chế độ thử nghiệm.

2. Thiết lập thử nghiệm

2.1. Trang thiết bị thử nghiệm

Băng thử xe máy CD20” (Chassis Dynamometer 20”) do hãng AVL cung cấp có chức năng để thử nghiệm công nhận kiểu và kiểm tra các tính năng kỹ thuật của xe máy trong phòng thử nghiệm tại phòng Thí nghiệm Nhiên liệu và Khí thải của Trường Đại học Bách khoa Hà Nội. Băng thử CD20” được điều khiển bằng phần mềm Zoller. Kết hợp băng thử với hệ thống lấy mẫu khí thải CVS, tủ phân tích khí CEBII và thiết bị đo tiêu hao nhiên liệu 733S (sai số của thiết bị là 0,1%. Giải đo từ 0 đến 150kg/h. Có thể cho phép tới 400kg/h.) trong quá trình thử nghiệm theo chu trình châu Âu (ECE R40) qua đó xác định thành phần các chất thải độc hại có trong khí thải, lượng nhiên liệu tiêu thụ. Kết cấu băng thử được thể hiện ở Hình 1.



Hình 1. Băng thử xe máy CD20”

1- Băng thử; 2- Hệ thống lấy mẫu khí thải CVS; 3- Tủ phân tích khí thải CEBII; 4- Máy tính điều khiển; 5- Quạt gió.

Tủ phân tích khí xả CEB-II (Combustion Emission Bench) là hệ thống bao gồm toàn bộ các môđun thực hiện quá trình phân tích các thành phần khí thải (các bộ phân tích) và các thiết bị đảm bảo điều kiện làm việc chính xác của hệ thống như: Khối làm nóng (HSU), khối chuẩn đoán, khối điều khiển,... Các bộ phân tích lắp đặt trong tủ được sử dụng để đo các thành phần có trong khí thải như: Carbon monoxide (CO), carbon dioxide (CO₂), oxygen (O₂), nitrogen oxides (NO và NO_x), carbon hydrides (HC), đồng thời còn đo được hệ số dư lượng không khí λ.

2.2. Động cơ thử nghiệm

Động cơ thử nghiệm là động cơ lắp trên xe máy hiệu Honda SuperDream 100cc với các thông số cơ bản của động cơ được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của động cơ xe máy thử nghiệm

Tham số	Giá trị	Đơn vị
Dung tích xylanh	97.1	cm ³
Đường kính xylanh	50	mm
Hành trình piston	49.5	mm
Tỷ số nén	9:1	-
Công suất cực đại (7000 vòng/phút)	4.41	kW
Mô men cực đại (5000 vòng/phút)	6.03	Nm

2.3. Nhiên liệu thử nghiệm

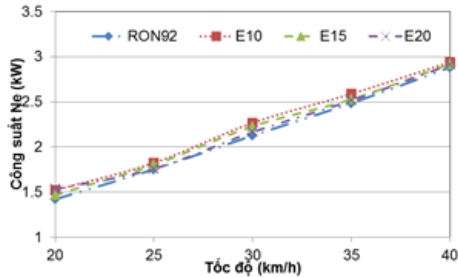
Nhiên liệu được sử dụng trong quá trình thử nghiệm bao gồm xăng RON92, xăng sinh học E10 (10% cồn ethanol, 90% xăng RON92), E15 (15% cồn ethanol, 85% xăng RON92) và E20 (20% cồn ethanol, 80% xăng RON92). Một số tính chất chính của các loại nhiên liệu này được trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2. Tính chất của nhiên liệu thử nghiệm

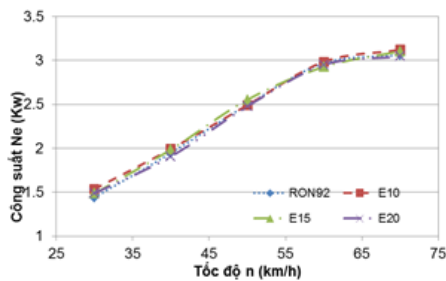
Tính chất	Nhiên liệu			
	RON92	E10	E15	E20
Tỷ trọng ở 20 ⁰ C	0.73	0.74	0.746	0.754
Trị số Octan (-)	92.4	94.4	95.4	96.6
Áp suất hóa hơi Reid (kPa)	60.46	70.46	68.41	67.09
Nhiệt trị thấp, Q _H (MJ/kg)	42.7	42.0	40.7	39.4
Tỷ số A/F (kg/kg)	14.3	13.8	13.5	13.2

2.4. Chế độ thử nghiệm

Chế độ đo công suất và suất tiêu hao nhiên liệu được thực hiện ở 2 dải tốc độ: Dải 20÷40 (km/h) được thực hiện ở tay số 3; dải 30÷70 (km/h) được thực hiện ở tay số 4. Đây là 2 dải tốc độ hay sử dụng trong đô thị và quốc lộ. Tải trọng ở cả 2 trường hợp này là 100%.



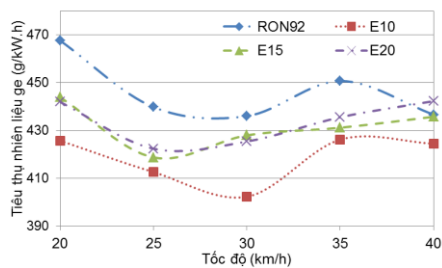
a)



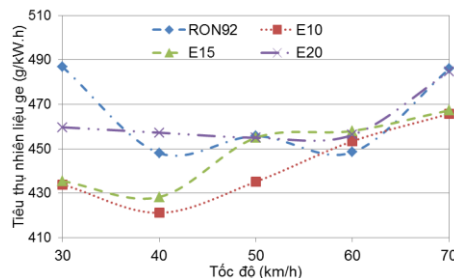
b)

Hình 2. Công suất động cơ khi sử dụng các nhiên liệu thử nghiệm

a) Tay số 3; b) Tay số 4



a)



b)

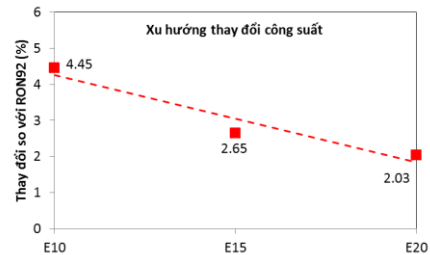
Hình 4. Suất tiêu hao nhiên liệu khi sử dụng các nhiên liệu thử nghiệm

a) Tay số 3; b) Tay số 4

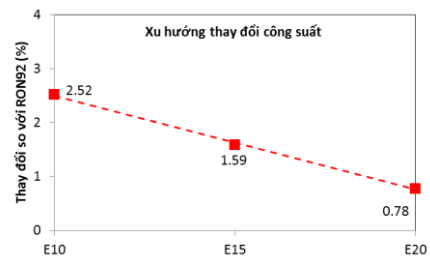
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Công suất động cơ

Kết quả đo công suất của xe tại tay số 3 và số 4 được thể hiện như Hình 2. Kết quả cho thấy, diễn biến công suất thay đổi theo tốc độ xe tương tự nhau



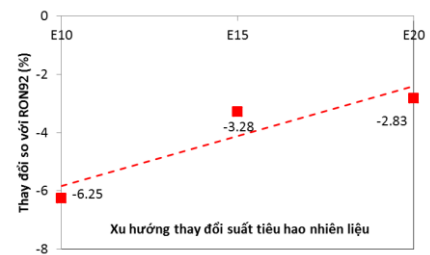
a)



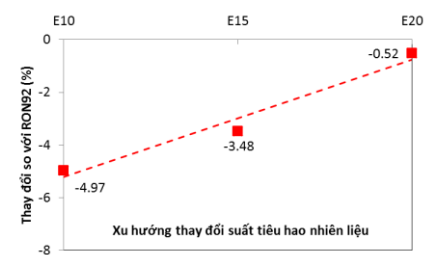
b)

Hình 3. Xu hướng thay đổi công suất theo tỷ lệ pha trộn ethanol

a) Tay số 3; b) Tay số 4



a)



b)

Hình 5. Xu hướng thay đổi suất tiêu hao nhiên liệu theo tỷ lệ pha trộn ethanol

a) Tay số 3; b) Tay số 4

khi sử dụng các nhiên liệu thử nghiệm. Công suất của xe được cải thiện ở mọi tốc độ khảo sát đối với cả ba loại xăng sinh học khi so sánh với RON92. Do khả năng bay hơi của hỗn hợp xăng-ethanol tốt, quá trình bay hơi của nhiên liệu trong đường nạp khiến nhiệt độ của môi chất nạp giảm, giúp cải thiện hệ số nạp, nâng cao công suất động cơ.

Tính trung bình trên toàn dải tốc độ, mức độ tăng công suất lần lượt đạt 4,45%; 2,65% và 2,03% tại tay số 3, đạt 2,52%; 1,59% và 0,78% tại tay số 4. Ở cả 2 tay số, mức tăng công suất khi sử dụng E10 cao nhất, mức tăng giảm dần khi tăng tỷ lệ pha trộn ethanol. Nguyên nhân là do động cơ có tốc độ lớn hơn, thời gian hình thành hỗn hợp ngắn, ảnh hưởng của khả năng bay hơi nhiên liệu đến hệ số nạp, công suất động cơ không còn rõ rệt, vì vậy sự thay đổi là không đáng kể. Mặt khác, vì ảnh hưởng của nhiệt trị thấp nhiên liệu lớn hơn ảnh hưởng của hệ số nạp. Xu hướng thay đổi theo tỷ lệ pha trộn ethanol được trình bày ở Hình 3.

3.2. Suất tiêu hao nhiên liệu

Hình 4 trình bày kết quả đo suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ tại tay số 3 và 4 khi sử dụng nhiên liệu RON92, E10, E15 và E20. Ngược với kết quả về công suất, suất tiêu hao nhiên liệu khi sử dụng RON92 cao nhất và đạt thấp nhất khi sử dụng E10.

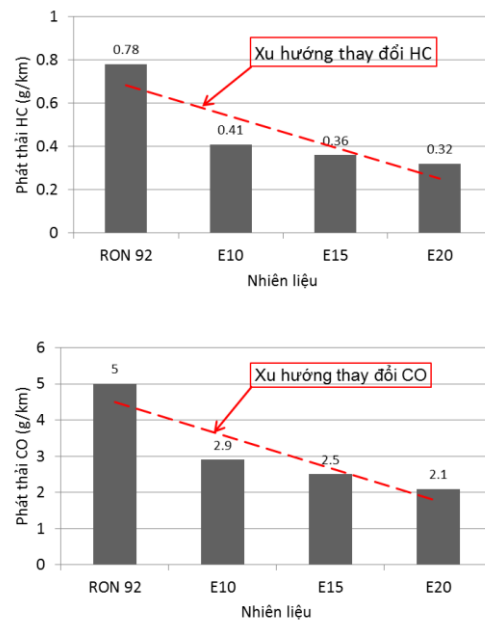
Tính trung bình trên toàn dải tốc độ, khi sử dụng E10, E15 và E20 so với RON92, suất tiêu hao nhiên liệu trung bình giảm 6,25%; 3,28% và 2,83% tại tay số 3, giảm 4,97%; 3,48% và 0,52% tại tay số 4. Xu hướng thay đổi suất tiêu hao nhiên liệu theo tỷ lệ pha trộn ethanol được trình bày ở Hình 5.

3.3. Phát thải

Hình 6 trình bày kết quả phát thải của CO và HC khi chạy theo chu trình thử nghiệm châu Âu ECE40. Kết quả cho thấy, phát thải CO và HC khi sử dụng nhiên liệu xăng thông thường là lớn nhất, phát thải giảm dần khi tỷ lệ pha trộn ethanol tăng lên. Điều này được lý giải bởi khả năng bay hơi của ethanol tốt hơn nên quá trình hình thành hỗn hợp tốt hơn giúp hỗn hợp cháy tốt hơn. Mặt khác bản thân ethanol có sẵn thành phần oxy nên cũng giúp quá trình cháy và oxy hóa hỗn hợp cháy triệt để hơn. Kết quả làm cho thành phần CO và HC giảm mạnh so với khi sử dụng xăng thông thường.

Phát thải CO₂ và NO_x có xu hướng tăng dần khi tỷ lệ pha trộn ethanol tăng lên. Lý do CO₂ tăng là do ethanol có thành phần oxy trong nhiên liệu nên giúp cho quá trình oxy hóa CO thành CO₂ tăng lên, điều

này là phù hợp với sự giảm phát thải CO. Trong khi đó, NO_x tăng được giải thích do hệ số nạp được cải thiện, nên hỗn hợp đủ oxy và nito để thực hiện phản ứng tạo thành NO_x. Ngoài ra, do lượng không khí lý thuyết để đốt cháy một đơn vị khối lượng Ethanol nhỏ hơn so với xăng, nên hỗn hợp trở nên nhạt hơn khi sử dụng nhiên liệu xăng pha cồn. Dẫn đến quá trình cháy nhanh hơn so với quá trình cháy của nhiên liệu RON92, giúp nâng cao nhiệt độ cực đại trong xy lanh, tác nhân chính làm tăng NO_x.



Hình 6. Xu hướng thay đổi phát thải CO và HC theo tỷ lệ pha trộn ethanol

5. Kết luận

Công suất và suất tiêu hao nhiên liệu được cải thiện khi sử dụng hỗn hợp ethanol và xăng. Mức độ cải thiện của nhiên liệu E10 là tốt nhất và giảm dần khi tỷ lệ pha trộn ethanol tăng lên. Điều này là do ethanol có khả năng bay hơi tốt hơn xăng giúp nâng cao hệ số nạp và hỗn hợp cháy tốt hơn. Kết quả làm tăng hiệu suất nhiệt, công suất tăng và giảm tiêu hao nhiên liệu. Tuy nhiên, khi nâng cao tỷ lệ pha trộn thì hiệu quả cải thiện giảm đi do ảnh hưởng của nhiệt trị của ethanol thấp hơn xăng.

Mức độ cải thiện cao hơn tại tốc độ thấp và giảm dần khi tốc độ cao. Nguyên nhân do ở tốc độ lớn làm cho ảnh hưởng tới thời gian bay hơi hòa trộn của hỗn hợp, kết quả làm giảm hiệu suất.

Khi tăng tỷ lệ pha trộn phát thải CO và HC có xu hướng giảm, trong khi NO_x và CO₂ lại có xu hướng

tăng. Do có sẵn thành phần oxy cũng như khả năng bay hơi tốt giúp quá trình cháy diễn ra triệt để hơn nên thành phần CO và HC giảm và CO₂ tăng lên. Thành phần NO_x tăng là do hỗn hợp nhạđi làm quá trình cháy nhanh hơn làm tăng nhiệt độ cực đại, kết quả làm tăng nhiệt độ cháy nên NO_x tăng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] S. Phuangwongtrakul, W. Wechsator, T. Sethaput, K. Suktang, S. Wongwiset, (2016). *Experimental study on sparking ignition engine performance for optimal mixing ratio of ethanol-gasoline blended fuels*, Appl. Therm. Eng. 100, pp.869-879.
- [2] H.H. Balla, S. Abdullah, E. Almulla, (2013), *Effect of Reynolds Number on Heat Transfer and Flow for Multi-Oxide Nanofluids Using Numerical Simulation*, Research on Chemical Intermediates, Vol.39 Issue 5, pp.2197-2210.
- [3] A.A. Yusuf, F.L. Inambao, (2018), *Progress in alcohol-gasoline blends and their effects on the performance and emissions in SI engines under different operating conditions*, 0, Int. J. Ambient Energy, pp.1-17.
- [4] P. Sakthivel, K.A. Subramanian, R. Mathai, (2020), *Experimental study on unregulated emission characteristics of a two-wheeler with ethanol-gasoline blends (E0 to E50)*, Fuel Vol.262, 116504.
- [5] A.A. Yusuf, F.L. Inambao, (2019), *Effect of Low Bioethanol Fraction on Emissions, Performance, and Combustion Behavior in a Modernized Electronic Fuel Injection Engine*, Biomass Convers. Biorefiner.
- [6] M.B. Celik, (2008), *Experimental determination of suitable ethanol-gasoline blend rate at high compression ratio for gasoline engine*, Appl. Therm. Eng. Vol.28 (5-6), pp.396-404.
- [7] A.K. Agarwal, (2007), *Biofuels (alcohols and biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines*, Prog. Energy Combust. Sci. Vol.33 (3), pp.233-271.
- [8] W.-D. Hsieh, R.-H. Chen, T.-L. Wu, T.-H. Lin, (2002), *Engine performance and pollutant emission of an SI engine using ethanol-gasoline blended fuels*, Atmos. Environ. Vol.36 (3), pp.403-410.

Ngày nhận bài:	28/7/2022
Ngày nhận bản sửa:	08/8/2022
Ngày duyệt đăng:	19/8/2022