



Tạp chí điện tử
Khoa học và Công nghệ Giao thông
Trang website: <https://jstt.vn/index.php/vn>



Article info

Type of article:

Original research paper

DOI:

<https://doi.org/10.58845/jstt.utt.2025.vn.5.3.103-112>

***Corresponding author:**

Email address:

hieuchm.brt@gmail.com
luunt@bctech.edu.com.vn

Received: 01/08/2025

Received in Revised Form:
12/09/2025

Accepted: 22/09/2025

Assessment of E10 Fuel Compatibility with Modern Gasoline Engines: Analysis of Fuel Consumption, Emissions, and Material Impact

Cao Huynh Minh Hieu¹, Nguyen Thuy Luu²

¹Faculty of Mechanical and Dynamic Engineering, Ba Ria - Vung Tau College of Technology, Vietnam

²Faculty of Basic Theory and Culture, Ba Ria - Vung Tau College of Technology, Vietnam

Abstract: This paper investigates and evaluates the compatibility of E10 biofuel (10% ethanol and 90% gasoline) with modern gasoline engines using the Diesel-RK simulation software. Two representative models, Honda Vision and Toyota Vios, were selected for analysis. The study focuses on fuel consumption, emission indices (CO, CO₂, NO_x, HC), and the impact on fuel system materials, comparing E10 with traditional gasoline. Results indicate that E10 reduces CO and CO₂ emissions by 5-8% and 4-7%, respectively, but increases fuel consumption by approximately 3-4% due to its lower energy density. Additionally, E10 requires material compatibility assessments, particularly for gaskets and fuel pumps, due to ethanol's hygroscopic and corrosive properties.

Keywords: E10 fuel, gasoline engine, Diesel-RK, fuel consumption, emissions, material compatibility, Honda Vision, Toyota Vios.



Thông tin bài viết
Dạng bài viết:
Bài báo nghiên cứu

DOI:
<https://doi.org/10.58845/jstt.utt.2025.vn.5.3.103-112>

Tác giả liên hệ:
Địa chỉ Email:
hieuchm.brt@gmail.com
luunt@bctech.edu.com.vn

Ngày nộp bài: 01/08/2025
Ngày nộp bài sửa: 12/09/2025
Ngày chấp nhận: 22/09/2025

Đánh giá khả năng tương thích của nhiên liệu E10 với các động cơ xăng hiện đại: Phân tích tiêu hao nhiên liệu, khí thải và vật liệu

Cao Huỳnh Minh Hiếu¹, Nguyễn Thủy Lưu²

¹Khoa Cơ Khí Động Lực, Trường Cao Đẳng Kỹ Thuật Công Nghệ Bà Rịa – Vũng Tàu, Việt Nam

²Khoa Lý thuyết cơ bản – Văn hóa, Trường Cao Đẳng Kỹ Thuật Công Nghệ Bà Rịa – Vũng Tàu, Việt Nam

Tóm tắt: Bài báo này nghiên cứu, đánh giá khả năng tương thích của nhiên liệu sinh học E10 (10% ethanol và 90% xăng) với các động cơ xăng hiện đại bằng phần mềm mô phỏng Diesel-RK. Hai mẫu xe đại diện, Honda Vision và Toyota Vios, được chọn để phân tích. Nghiên cứu tập trung vào tiêu hao nhiên liệu, chỉ số khí thải (CO, CO₂, NO_x, HC), và tác động đến vật liệu hệ thống nhiên liệu, so sánh E10 với xăng truyền thống. Kết quả cho thấy E10 giảm phát thải CO và CO₂ lần lượt 5-8% và 4-7%, nhưng làm tăng tiêu hao nhiên liệu khoảng 3-4% do mật độ năng lượng thấp hơn. Ngoài ra, E10 đòi hỏi đánh giá khả năng tương thích vật liệu, đặc biệt với gioăng và bơm nhiên liệu, do tính hút ẩm và ăn mòn của ethanol.

Từ khóa: Nhiên liệu E10, động cơ xăng, Diesel-RK, tiêu hao nhiên liệu, khí thải, tương thích vật liệu, Honda Vision, Toyota Vios.

1. Giới thiệu

Nhiên liệu sinh học đang được quan tâm nhằm giảm phát thải khí nhà kính và nâng cao an ninh năng lượng. Ethanol khi pha vào xăng giúp tăng chỉ số octan, cải thiện quá trình cháy và giảm một số chất ô nhiễm [1, 2]. Tại Việt Nam, E5 đã được sử dụng rộng rãi, trong khi E10 mới chỉ ở giai đoạn nghiên cứu và thử nghiệm [3].

Các nghiên cứu trước cho thấy xăng pha ethanol có thể giảm CO và HC nhưng đồng thời làm tăng tiêu hao nhiên liệu và phát thải NO_x do mật độ năng lượng thấp và nhiệt độ cháy cao hơn [1, 2, 4]. Ngoài ra, ethanol có tính hút ẩm và ăn mòn, ảnh hưởng đến độ bền của các vật liệu trong hệ thống nhiên liệu [5].

Tuy nhiên, còn thiếu các nghiên cứu mô phỏng và phân tích chi tiết tác động của E10 trên

các động cơ xăng phổ biến tại Việt Nam. Vì vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm đánh giá ảnh hưởng của E10 đến tiêu hao nhiên liệu, phát thải và độ bền vật liệu thông qua mô phỏng với Diesel-RK trên hai mẫu xe đại diện là Honda Vision và Toyota Vios.

2. Cơ sở lý thuyết

Ethanol (C₂H₅OH) trong nhiên liệu E10 có chỉ số octan cao, giúp cải thiện khả năng chống kích nổ và hỗ trợ quá trình cháy hoàn thiện hơn [1, 2]. Tuy nhiên, do mật độ năng lượng thấp hơn so với xăng truyền thống, việc sử dụng E10 thường dẫn đến mức tiêu hao nhiên liệu cao hơn [4]. Về phát thải, các nghiên cứu đã chỉ ra rằng ethanol có thể làm giảm CO và HC nhờ đặc tính oxy hóa tốt hơn, trong khi phát thải NO_x có xu hướng tăng nhẹ do nhiệt độ cháy cao hơn [1, 2, 4]. Đặc điểm này cần

được đánh giá cụ thể trên từng loại động cơ để xác định mức ảnh hưởng. Bên cạnh đó, ethanol có tính hút ẩm và khả năng ăn mòn, dễ gây suy giảm độ bền của vật liệu trong hệ thống nhiên liệu như gioăng cao su, nhựa và kim loại nhẹ. Rovai et al. (2005) cho thấy ethanol trong hỗn hợp với xăng có thể làm trương nở cao su NBR và gây ăn mòn nhôm trong bơm nhiên liệu [5]. Do đó, nghiên cứu về sự tương thích vật liệu là một nội dung quan trọng khi đánh giá tính khả thi của E10.

3. Đặc tính và thông số kỹ thuật của nhiên liệu E10

E10 là hỗn hợp nhiên liệu gồm 90% thể tích xăng khoáng và 10% thể tích ethanol khan.

Bảng 1. So sánh đặc tính và thông số kỹ thuật giữa xăng truyền thống và E10

Thông số	Gasoline	E10
Composition (mass fractions)	C: 0.855, H: 0.145, O: 0	C: ~0.77, H: ~0.13, O: ~0.1
Sulfur fraction in fuel [%]	0	0
Low Heating Value of fuel [MJ/kg]	44	~41-42 (giảm do ethanol có giá trị thấp hơn)
Apparent Activation Energy [kJ/mol]	0	0
Octane Number	92-95	92-93
Density of fuel at 323 K [kg/m ³]	720	~740-750 (tăng nhẹ do ethanol)
Specific Vaporization Heat [kJ/kg]	230	~300-350 (tăng do ethanol)
Fuel Thermal Capacity [J/(kg·K)]	2500	~2600-2800 (tăng do ethanol)
Molecular Mass of fuel	115	~100-110 (giảm do ethanol nhẹ hơn)
Fuel temperature [K]	380	~380 (tương tự)

(Nguồn: Anderson et al., 2012 [1]; Mohammed et al., 2020 [4]; Heywood, 2018 [6]).

4. Phương pháp nghiên cứu

4.1. Đối tượng nghiên cứu

Hai mẫu xe phổ biến tại Việt Nam được lựa chọn là:

Honda Vision: xe máy 109.5 cc, động cơ 4 kỳ

Ethanol được sản xuất chủ yếu từ nguồn sinh khối tái tạo, sau đó phối trộn trực tiếp với xăng tại các kho đầu mối. Việc bổ sung ethanol làm tăng hàm lượng oxy trong nhiên liệu (~34,7% khối lượng trong ethanol), từ đó cải thiện quá trình cháy và giảm phát thải HC, CO. Đồng thời, trị số octane cao của ethanol (RON ≈ 108) giúp nâng cao khả năng chống kích nổ. Tuy nhiên, do nhiệt trị riêng của ethanol (26.8 MJ/kg) thấp hơn so với xăng (43 MJ/kg), E10 thường làm tăng suất tiêu hao nhiên liệu và có thể dẫn đến phát thải NO_x cao hơn do nhiệt độ cháy lớn hơn. Với các đặc tính kỹ thuật được trình bày trong Bảng 1 và so sánh với xăng truyền thống.

SOHC, hộp số CVT, tiêu chuẩn khí thải Euro 3/4.

Toyota Vios: ô tô động cơ 1.5L DOHC, hộp số CVT, tiêu chuẩn khí thải Euro 4/5.

Các thông số kỹ thuật chi tiết của động cơ được trình bày trong Bảng 2 và Bảng 3.

Bảng 2. Thông số động cơ của Honda Vision

Thông số	Chi tiết
Động cơ	4 kỳ, SOHC, 109.5 cc
Đường kính x Hành trình pít tông	47,0 x 63,1 mm
Tỷ số nén	10:1
Công suất tối đa	8.9 mã lực tại 7,500 vòng/phút
Mô-men xoắn tối đa	9.29 Nm tại 5,500 vòng/phút
Hộp số	CVT
Tiêu hao nhiên liệu	1.8–2.0 L/100 km (đường hỗn hợp)
Tiêu chuẩn khí thải	Euro 3/4

Bảng 3. Thông số động cơ của Toyota Vios

Thông số	Chi tiết
Động cơ	4 kỳ, DOHC, 1.5L
Tỷ số nén	11.5:1
Đường kính x Hành trình pít tông	72.5 x 90.6 mm
Công suất tối đa	106 mã lực tại 6,000 vòng/phút
Mô-men xoắn tối đa	140 Nm tại 4,200 vòng/phút
Hộp số	CVT
Tiêu hao nhiên liệu	5.7–6.1 L/100 km (đường hỗn hợp)
Tiêu chuẩn khí thải	Euro 4/5

4.2. Mô phỏng bằng phần mềm Diesel-RK

Dữ liệu động cơ từ Honda Vision và Toyota Vios được nhập vào phần mềm Diesel-RK để mô phỏng tiêu hao nhiên liệu và phát thải khi sử dụng E10. Diesel-RK là công cụ mô phỏng nhiệt động lực học, cho phép phân tích chu trình công tác động cơ đốt trong và dự đoán phát thải dựa trên thông số vận hành [6].

Điều kiện môi trường trong mô phỏng được hiệu chỉnh theo thực tế tại Việt Nam, với nhiệt độ không khí 25–35 °C và độ ẩm 70–80% [3].

4.3. Phân tích vật liệu

Ảnh hưởng của E10 đến vật liệu hệ thống nhiên liệu được phân tích dựa trên các nghiên cứu trước đây, đặc biệt là công trình của Rovai et al. (2005) [5], trong đó đánh giá sự trương nở cao su và ăn mòn kim loại khi tiếp xúc với hỗn hợp ethanol–gasoline. Kết quả này được đối chiếu với cấu hình hệ thống nhiên liệu của Honda Vision và Toyota Vios để rút ra khuyến nghị thay thế hoặc cải tiến vật liệu.

5. Kết quả và thảo luận

Hình 1 minh họa các bộ phận chính trong hệ thống nhiên liệu và động cơ cần được điều chỉnh để phù hợp khi sử dụng xăng pha ethanol, bao gồm vật liệu gioăng, bơm nhiên liệu, kim phun và hệ thống quản lý động cơ. Do đặc tính hút ẩm và ăn mòn của ethanol, các chi tiết này cần được cải tiến hoặc thay thế bằng vật liệu chống chịu tốt hơn, đồng thời ECU phải được hiệu chỉnh lại để tối ưu tỉ lệ hòa khí và thời điểm đánh lửa.

Kết quả mô phỏng cho thấy khi sử dụng E10, khí thải của Honda Vision giảm rõ rệt so với xăng thường, do quá trình cháy hoàn thiện hơn nhờ hàm

lượng oxy trong ethanol. Tuy nhiên, phát thải NOx có xu hướng tăng nhẹ, phù hợp với đặc tính nhiệt độ cháy cao hơn của E10. (Hình 2)

Tương tự Honda Vision, Toyota Vios khi chạy bằng E10 cho thấy xu hướng giảm phát thải, trong khi NOx tăng so với xăng thường. Điều này khẳng định xu thế chung là E10 giúp giảm phát thải các khí gây ô nhiễm trực tiếp (CO, HC) nhưng có thể làm tăng phát thải NOx do điều kiện cháy giàu oxy hơn. (Hình 3)

Đồ thị giải phóng nhiệt cho thấy tốc độ tỏa nhiệt của E10 có xu hướng cao hơn ở giai đoạn đầu quá trình cháy, giúp động cơ vận hành ổn định hơn. Tuy nhiên, đỉnh nhiệt độ buồng cháy cao hơn dẫn tới khả năng gia tăng NOx. Điều này minh chứng cho sự khác biệt về động học cháy giữa E10 và xăng truyền thống. (Hình 4)

Kết quả mô phỏng các thông số công suất, áp suất trung bình hiệu dụng và tiêu hao nhiên liệu cho thấy công suất và IMEP của E10 gần tương đương xăng truyền thống, thậm chí nhỉnh hơn nhẹ ở một số chế độ tải. Tuy nhiên, suất tiêu hao nhiên liệu riêng (SFC) khi dùng E10 cao hơn, phản ánh nhược điểm về mật độ năng lượng thấp của ethanol. (Hình 5)

Kết quả mô phỏng cho thấy sự khác biệt rõ rệt giữa hai loại nhiên liệu:

Phát thải: E10 cho nồng độ HC và CO thấp hơn so với Gasoline do quá trình cháy hoàn thiện hơn nhờ thành phần oxy trong ethanol. Ngược lại, NO/NOx của E10 cao hơn, xuất phát từ nhiệt độ buồng cháy và nhiệt độ khí xả lớn hơn.

Công suất: Chỉ số công suất chỉ thị và áp suất trung bình hiệu dụng (IMEP) của hai nhiên liệu gần

như tương đương, E10 thậm chí có xu hướng nhỉnh hơn nhẹ nếu tốc độ tỏa nhiệt cao hơn và quá trình cháy ổn định hơn.

Tiêu hao nhiên liệu: SFC của E10 cao hơn do nhiệt trị riêng của ethanol thấp hơn xăng, vì vậy

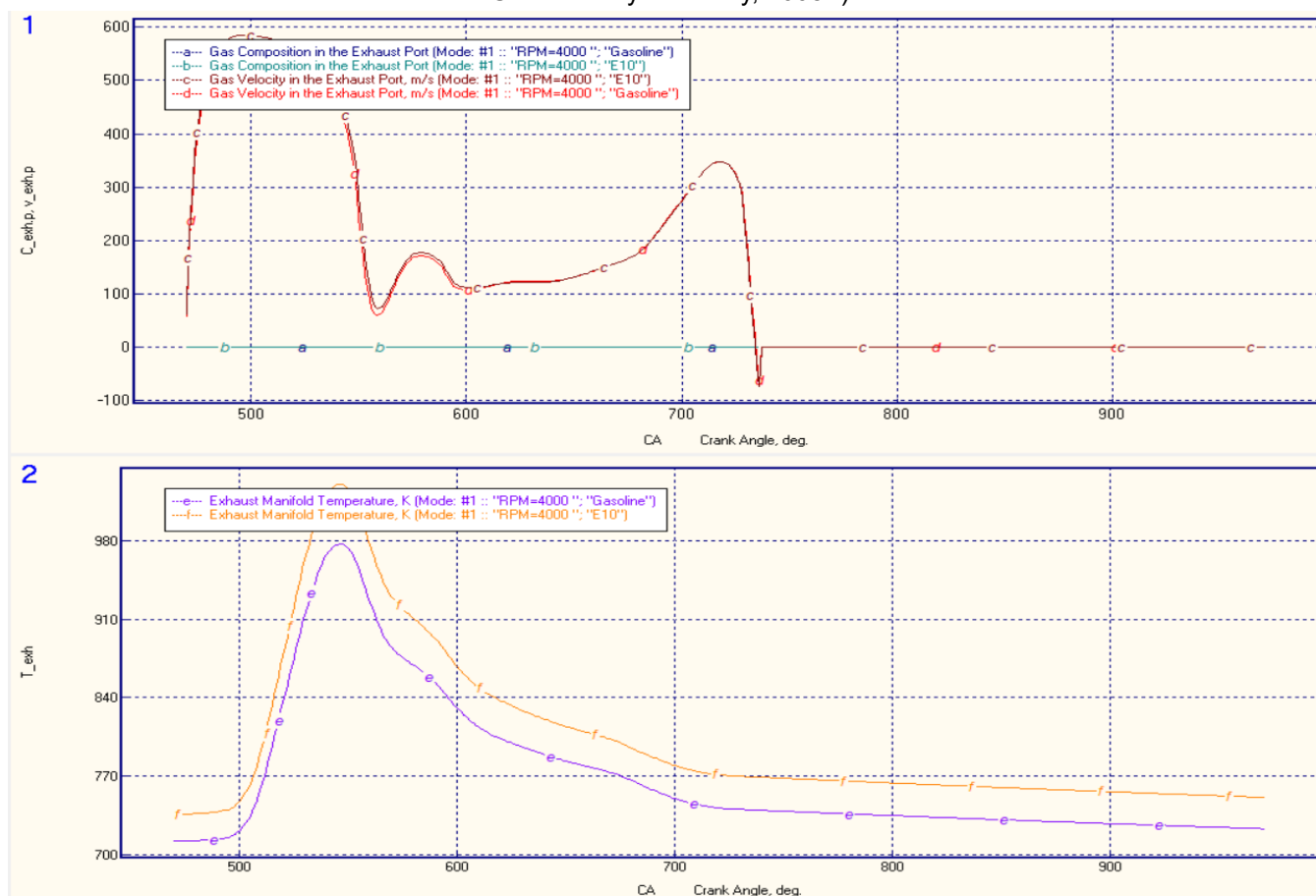
cần lượng nhiên liệu nhiều hơn để đạt cùng công suất.

Kết luận: E10 giúp giảm phát thải HC và CO, duy trì công suất động cơ ổn định, nhưng làm tăng tiêu hao nhiên liệu và phát thải NOx.

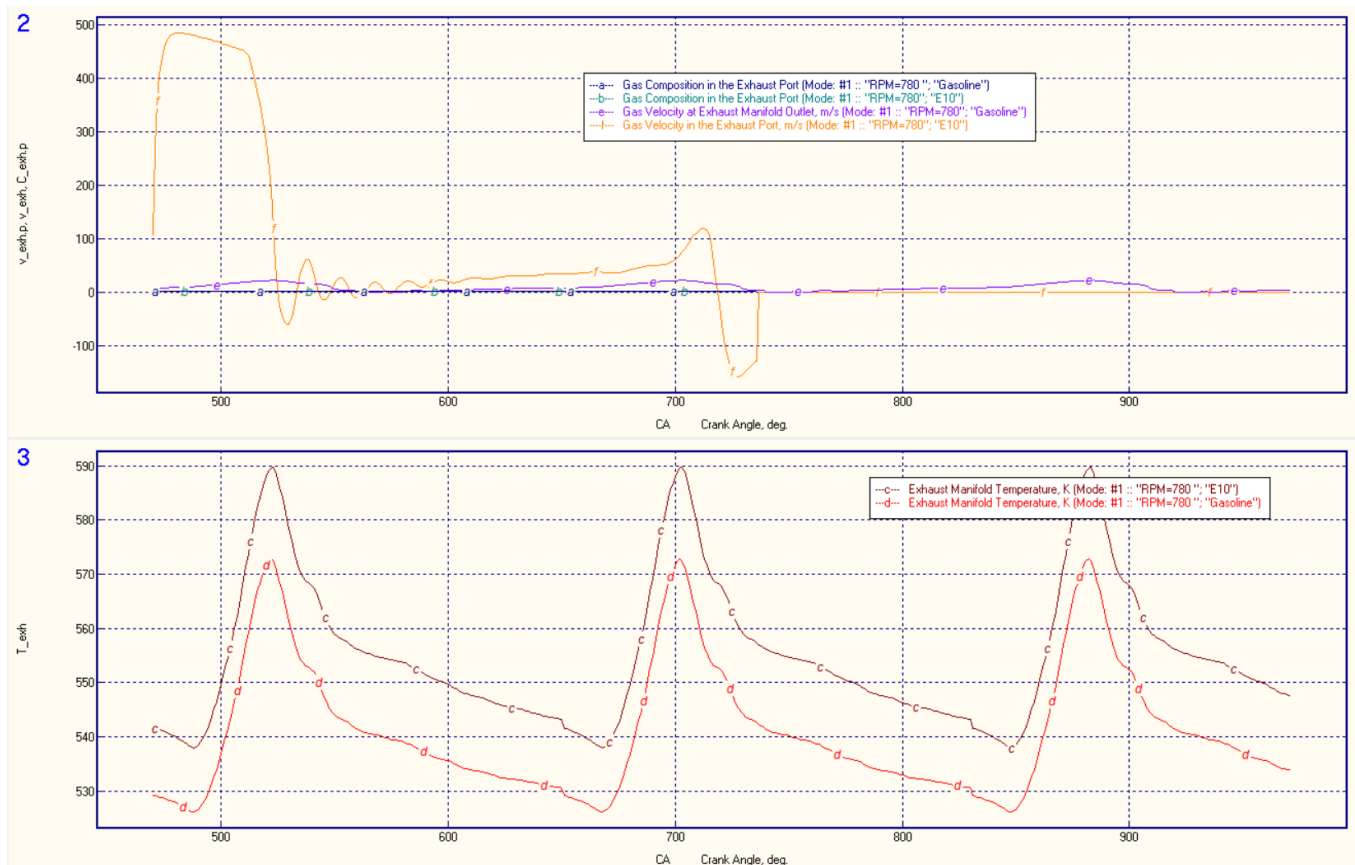
Hỗn hợp ethanol	Bộ chế hòa khí	Phun nhiên liệu	Bơm nhiên liệu	Thiết bị áp lực nhiên liệu	Bộ lọc nhiên liệu	Hệ thống đánh lửa	Hệ thống bay hơi	Thùng nhiên liệu	Bộ chuyển đổi xúc tác	Động cơ cơ bản	Dầu máy	Ống dẫn khí nạp	Ống xả	Hệ thống khởi động lạnh				
≤ 5%	Sửa đổi không cần thiết đối với bất cứ phương tiện nào																	
E5 đến E10		Sửa đổi không cần thiết đối với phương tiện kể từ khoảng năm 1987-92																
E10 đến E25	Phương tiện được thiết kế đặc biệt																	
E25 đến E85	Phương tiện được thiết kế đặc biệt																	
E85 đến E100	Phương tiện được thiết kế đặc biệt																	
Không cần sửa đổi									Có thể cần sửa đổi									

Hình 1. Những thay đổi cần thiết để động cơ chạy xăng ứng hợp với nhiên liệu pha ethanol

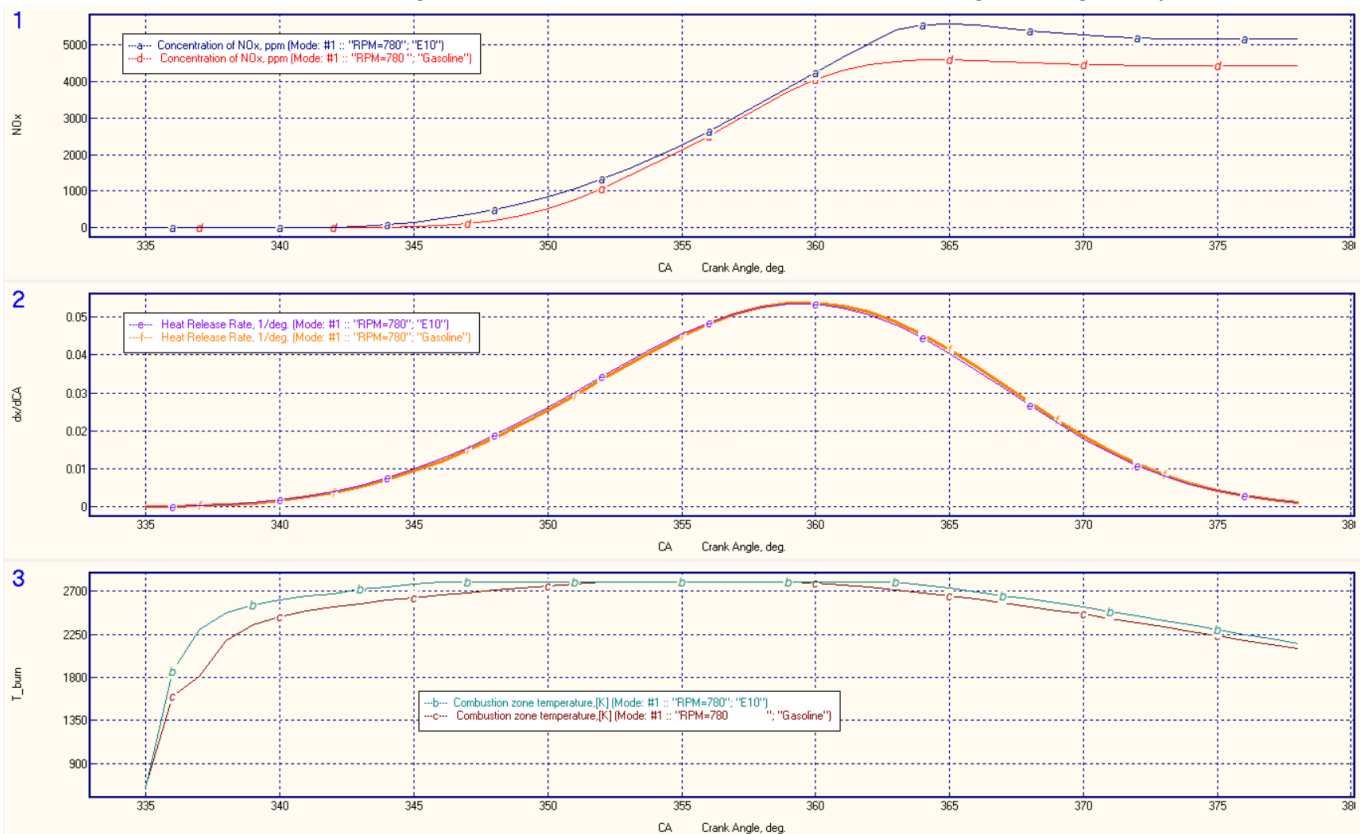
(Nguồn: [7] The Royal Society, "Sustainable biofuels: prospects and challenges", Policy document 01/08. London, UK: The Royal Society, 2008.)



Hình 2. Kết quả các thông số liên quan đến khí thải của E10 và Xăng thường ở Honda Vision



Hình 3. Kết quả các thông số liên quan đến khí thải của E10 và Xăng thường ở Toyota Vios



Hình 4. Đồ thị về các thông số trong quá trình giải phóng nhiệt bên trong động cơ khi sử dụng 2 loại nhiên liệu

0.36120	- SFC	- Specific Fuel Consumption, kg/kWh	0.38417	- SFC	- Specific Fuel Consumption, kg/kWh
0.37307	- SFC_ISO	- Specific Fuel Consumption in ISO, kg/kWh	0.37874	- SFC_ISO	- Specific Fuel Consumption in ISO, kg/kWh
0.22652	- Eta_f	- Efficiency of piston engine	0.22312	- Eta_f	- Efficiency of piston engine
6.7233	- IMEP	- Indicated Mean Effective Pressure, bar	7.2894	- IMEP	- Indicated Mean Effective Pressure, bar
0.26046	- Eta_i	- Indicated Efficiency	0.25476	- Eta_i	- Indicated Efficiency
2.3400	- Sp	- Mean Piston Speed, m/s	2.3400	- Sp	- Mean Piston Speed, m/s
0.81028	- FMEP	- Friction Mean Effective Pressure, bar (Intern.Exp)	0.83990	- FMEP	- Friction Mean Effective Pressure, bar (Intern.Exp)
0.87829	- Eta_m	- Mechanical Efficiency of Piston Engine	0.88373	- Eta_m	- Mechanical Efficiency of Piston Engine
----- ENVIRONMENTAL PARAMETERS -----			----- ENVIRONMENTAL PARAMETERS -----		
1.0000	- p_amb	- Total Ambient Pressure, bar	1.0000	- p_amb	- Total Ambient Pressure, bar
288.00	- To_amb	- Total Ambient Temperature, K	288.00	- To_amb	- Total Ambient Temperature, K
1.0000	- p_Te	- Exhaust Back Pressure, bar (after turbine)	1.0000	- p_Te	- Exhaust Back Pressure, bar (after turbine)
0.98000	- po_afiltr	- Total Pressure after Induction Air Filter, bar	0.98000	- po_afiltr	- Total Pressure after Induction Air Filter, bar
----- TURBOCHARGING AND GAS EXCHANGE -----			----- TURBOCHARGING AND GAS EXCHANGE -----		
0.98000	- p_C	- Pressure before Inlet Manifold, bar	0.98000	- p_C	- Pressure before Inlet Manifold, bar
288.00	- T_C	- Temperature before Inlet Manifold, K	288.00	- T_C	- Temperature before Inlet Manifold, K
0.00839	- m_air	- Total Mass Airflow (+EGR) of Piston Engine, kg/s	0.00846	- m_air	- Total Mass Airflow (+EGR) of Piston Engine, kg/s
0.0000	- Eta_TC	- Turbocharger Efficiency	0.0000	- Eta_TC	- Turbocharger Efficiency
1.0402	- po_T	- Average Total Turbine Inlet Pressure, bar	1.0404	- po_T	- Average Total Turbine Inlet Pressure, bar
537.38	- To_T	- Average Total Turbine Inlet Temperature, K	554.67	- To_T	- Average Total Turbine Inlet Temperature, K
0.00874	- m_gas	- Mass Exhaust Gasflow of Piston Engine, kg/s	0.00891	- m_gas	- Mass Exhaust Gasflow of Piston Engine, kg/s
1.0003	- A/F_eq.t	- Total Air Fuel Equivalence Ratio (Lambda)	0.99909	- A/F_eq.t	- Total Air Fuel Equivalence Ratio (Lambda)
0.99974	- F/A_eq.t	- Total Fuel Air Equivalence Ratio	1.0009	- F/A_eq.t	- Total Fuel Air Equivalence Ratio
-0.06595	- PMEP	- Pumping Mean Effective Pressure, bar	-0.06547	- PMEP	- Pumping Mean Effective Pressure, bar
0.76297	- Eta_v	- Volumetric Efficiency	0.77727	- Eta_v	- Volumetric Efficiency
0.74771	- Eta_vo	- Volumetric Efficiency defined by Ambient Parameters	0.76172	- Eta_vo	- Volumetric Efficiency defined by Ambient Parameters
0.06843	- x_r	- Residual Gas Mass Fraction	0.06641	- x_r	- Residual Gas Mass Fraction
1.0005	- Phi	- Coeff. of Scavenging (Delivery Ratio / Eta_v)	1.0005	- Phi	- Coeff. of Scavenging (Delivery Ratio / Eta_v)
0.93183	- BF_int	- Burnt Gas Fraction Backflowed into the Intake, %	0.93293	- BF_int	- Burnt Gas Fraction Backflowed into the Intake, %
2.3040	- %Blow-by	- % of Blow-by through piston rings	2.3310	- %Blow-by	- % of Blow-by through piston rings
----- INTAKE SYSTEM -----			----- INTAKE SYSTEM -----		
0.97950	- p_int	- Average Intake Manifold Pressure, bar	0.97940	- p_int	- Average Intake Manifold Pressure, bar
315.30	- T_int	- Average Intake Manifold Temperature, K	315.71	- T_int	- Average Intake Manifold Temperature, K
4.7482	- v_int	- Average Gas Velocity in intake manifold, m/s	4.8007	- v_int	- Average Gas Velocity in intake manifold, m/s
365.28	- Tw_int	- Average Intake Manifold Wall Temperature, K	365.63	- Tw_int	- Average Intake Manifold Wall Temperature, K
83.536	- hc_int	- Heat Transfer Coeff. in Intake Manifold, W/(m ² *K)	84.536	- hc_int	- Heat Transfer Coeff. in Intake Manifold, W/(m ² *K)
68.019	- hc_int.p	- Heat Transfer Coeff. in Intake Port, W/(m ² *K)	69.247	- hc_int.p	- Heat Transfer Coeff. in Intake Port, W/(m ² *K)
14.324	- v_int.p	- Max Velocity in a Middle Section of Int. Port, m/s	14.948	- v_int.p	- Max Velocity in a Middle Section of Int. Port, m/s
5.7765	- A_v.thrt	- Total Effective Valve Port Throat Area, cm ²	5.7765	- A_v.thrt	- Total Effective Valve Port Throat Area, cm ²
Valve Dim. Estim.: Num=2 Dv= 25.5 Dc= 23.7 Ds= 6.1 Lv= 7.5 Lv_max= 6.4 mm			Valve Dim. Estim.: Num=2 Dv= 25.5 Dc= 23.7 Ds= 6.1 Lv= 7.5 Lv_max= 6.4 mm		
----- EXHAUST SYSTEM -----			----- EXHAUST SYSTEM -----		
1.0401	- p_exh	- Average Exhaust Manifold Gas Pressure, bar	1.0403	- p_exh	- Average Exhaust Manifold Gas Pressure, bar
537.37	- T_exh	- Average Exhaust Manifold Gas Temperature, K	554.65	- T_exh	- Average Exhaust Manifold Gas Temperature, K
5.7812	- v_exh	- Average Gas Velocity in exhaust manifold, m/s	6.0774	- v_exh	- Average Gas Velocity in exhaust manifold, m/s
94.302	- Sh	- Strouhal number: Sh=a*Tau/L (has to be: Sh > 8)	95.806	- Sh	- Strouhal number: Sh=a*Tau/L (has to be: Sh > 8)
486.12	- Tw_exh	- Average Exhaust Manifold Wall Temperature, K	503.00	- Tw_exh	- Average Exhaust Manifold Wall Temperature, K

Hình 5. Các thông số chính của động cơ Toyota Vios khi dùng 2 loại nhiên liệu
(Đồ thị xanh- Nhiên liệu Gasoline, Đồ thị trắng – nhiên liệu E10)

5.1. Tiêu hao nhiên liệu

Kết quả mô phỏng bằng Diesel-RK cho thấy khi sử dụng E10, mức tiêu hao nhiên liệu tăng trung bình 3–4% so với xăng truyền thống, nguyên nhân do mật độ năng lượng riêng của ethanol thấp hơn. Cụ thể, với xe Honda Vision, mức tiêu hao tăng từ 2,1 L/100 km lên 2,2–2,3 L/100 km; đối với Toyota Vios, mức tiêu hao tăng từ 5,9 L/100 km lên 6,1–6,2 L/100 km. Xu hướng này phù hợp với các nghiên cứu trước đây về ảnh hưởng của nhiệt trị thấp trong nhiên liệu ethanol [1], [4].

Hình 6 cho thấy mức tiêu hao nhiên liệu của E10 cao hơn so với xăng thường ở cả Honda Vision và Toyota Vios. Nguyên nhân là do mật độ năng lượng của ethanol thấp hơn, khiến động cơ cần nhiều nhiên liệu hơn để tạo cùng một công suất. Tuy nhiên, mức chênh lệch chỉ ở khoảng 3–4%, phù hợp với xu thế chung trong các nghiên cứu trước đây.

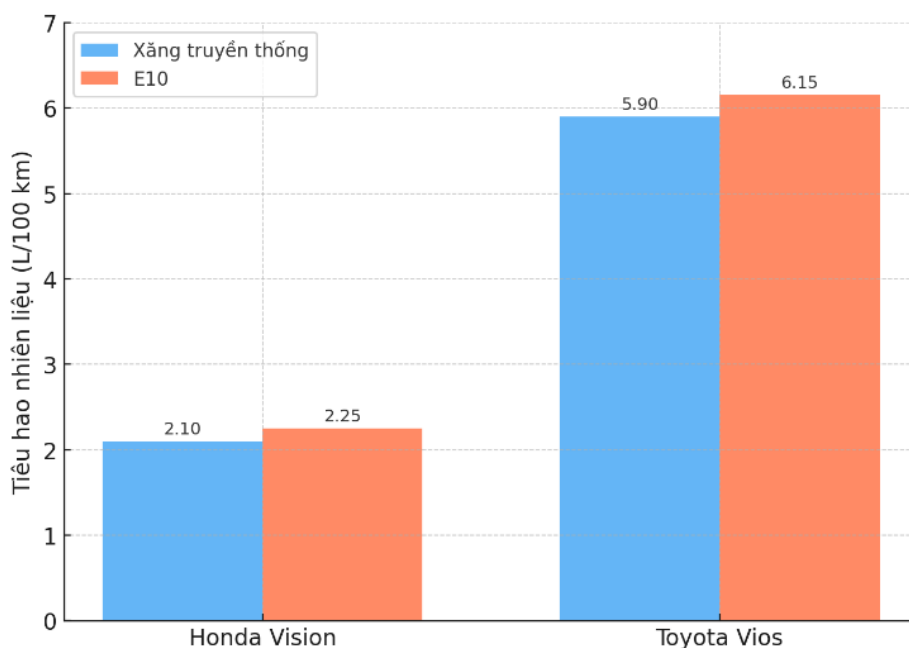
5.2. Chỉ số khí thải

CO: Sự giảm dần của thành phần khí với E10 sau 700 độ (đồ thị 1) cùng với đỉnh nhiệt độ cao hơn (đồ thị 2) cho thấy quá trình cháy có thể diễn ra hoàn thiện hơn, tiềm năng giảm CO khoảng 5-8%.

CO₂: Nhiệt độ ống xả thấp hơn với E10 ở giai đoạn cuối gợi ý rằng lượng carbon được oxy hóa thành CO₂ giảm, có thể giảm khoảng 4-7% nhờ đặc tính hàm lượng carbon thấp của ethanol.

NO_x: Đỉnh nhiệt độ cao hơn với E10 có thể dẫn đến sự gia tăng nhẹ NO_x, ước lượng khoảng 1-3%, do điều kiện nhiệt độ cao thúc đẩy phản ứng hình thành NO_x.

HC: Sự ổn định của thành phần khí và nhiệt độ giữa hai chế độ cho thấy HC có thể giữ nguyên hoặc giảm nhẹ, phản ánh khả năng kiểm soát tốt hơn các hợp chất hữu cơ chưa cháy hết khi sử dụng E10.



Hình 6. So sánh mức tiêu hao nhiên liệu giữa xăng truyền thống và E10

5.3. Ổn định vận hành

Mô phỏng cho thấy hai mẫu xe duy trì ổn định ở điều kiện môi trường phổ biến tại Việt Nam (25–35 °C). Tuy nhiên, khả năng khởi động lạnh ở nhiệt độ dưới 5 °C suy giảm, với thời gian làm ấm kéo dài hơn, phản ánh hạn chế của E10 trong điều kiện nhiệt độ thấp.

Bảng 4 phản ánh sự suy giảm khả năng khởi động lạnh của động cơ khi sử dụng E10. Ở nhiệt độ trên 10 °C, động cơ khởi động dễ dàng; nhưng dưới 5 °C, thời gian làm ấm kéo dài và khả năng khởi động yếu, cho thấy hạn chế rõ rệt của E10 trong điều kiện khí hậu lạnh.

Bảng 4. Khả năng khởi động lạnh của E10 trên Honda Vision và Toyota Vios

Nhiệt độ (°C)	Khả năng khởi động	Ghi chú
10	Tốt	Khởi động ngay lập tức
5	Trung bình	Cần làm ấm 10–15 giây
0	Yếu	Cần hỗ trợ hệ thống phun

5.4. Tương thích vật liệu

Tính chất hút ẩm và phân cực cao của ethanol trong E10 làm gia tăng nguy cơ suy giảm độ bền vật liệu trong hệ thống nhiên liệu. Phân tích dựa trên Rovai et al. (2005) [5] cho thấy:

Gioăng cao su:

Honda Vision chủ yếu sử dụng cao su NBR (nitrile). NBR khi tiếp xúc với E10 trong 500 giờ ở 40 °C có mức trương nở 10–15%, làm giảm độ cứng và khả năng kín khít. Điều này làm tăng nguy cơ rò rỉ tại các vị trí nối ống dẫn và bơm xăng.

Toyota Vios thường sử dụng FKM (fluorocarbon) trong hệ thống phun xăng điện tử. FKM có độ ổn định tốt hơn, chỉ trương nở 5–8% trong cùng điều kiện. Tuy nhiên, sau thời gian dài tiếp xúc vẫn ghi nhận hiện tượng lão hóa sớm, dẫn đến giảm độ đàn hồi.

Bơm nhiên liệu:

Hình 7 minh họa sự khác biệt về độ trương nở của các loại cao su khi tiếp xúc với E10. Cao su NBR có mức trương nở 10–15%, làm giảm độ kín và tăng nguy cơ rò rỉ. Trong khi đó, cao su FKM ổn định hơn, chỉ trương nở 5–8%, nhưng vẫn có hiện tượng lão hóa sớm sau thời gian dài.

Hình 8 cho thấy cơ chế suy giảm vật liệu trong bơm nhiên liệu do ảnh hưởng của E10. Ethanol hút ẩm gây ăn mòn điện hóa nhôm, đồng thời làm các chi tiết nhựa như polyacetal xuất hiện nứt gãy vi mô. Những hiện tượng này có thể dẫn đến giảm tuổi thọ và hỏng hóc sớm của bơm nhiên liệu trong điều kiện khí hậu nóng ẩm.

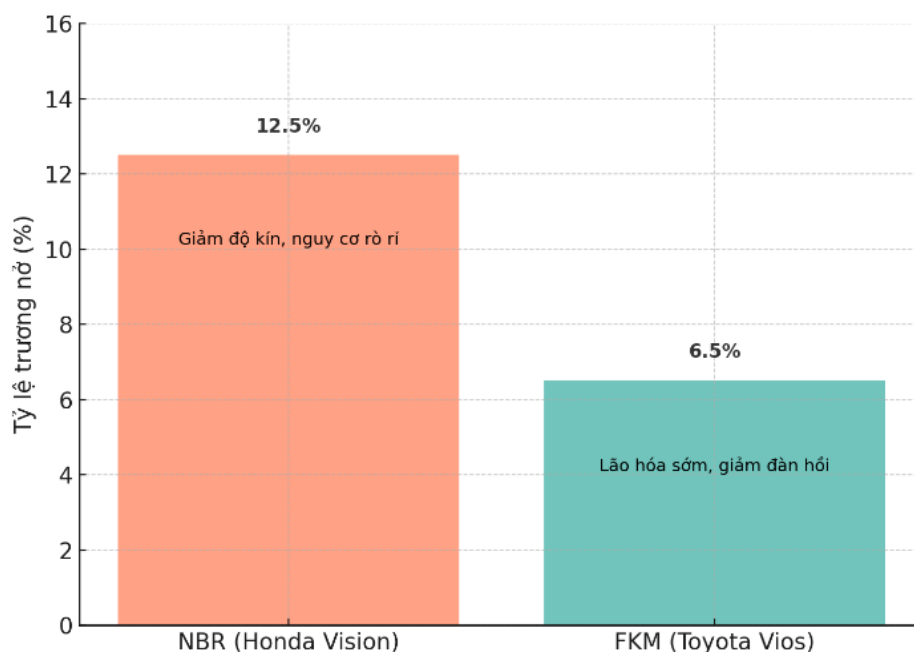
Các bộ phận bằng nhôm trong bơm chịu ăn mòn điện hóa do ethanol hút ẩm. Trong môi trường

E10 chứa 1% nước, tốc độ ăn mòn nhôm đạt 0.02–0.04 mm/năm, dẫn tới hỏng hóc sau 2–3 năm sử dụng liên tục.

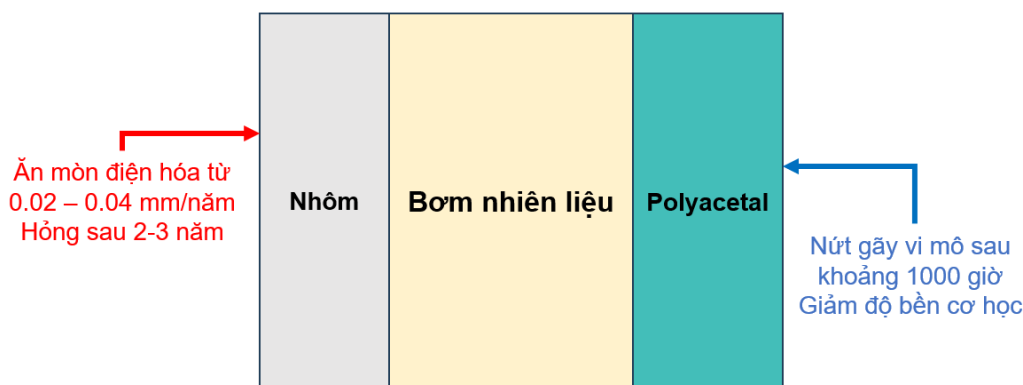
Các chi tiết bằng nhựa như polyacetal cũng bị ảnh hưởng, với hiện tượng nứt gãy vi mô sau khoảng 1.000 giờ tiếp xúc. Điều này làm giảm độ

bền cơ học và tuổi thọ của bơm.

Như vậy, trong điều kiện khí hậu nóng ẩm tại Việt Nam, Honda Vision dễ bị ảnh hưởng hơn do sử dụng vật liệu phổ biến giá rẻ (NBR, nhôm thường), trong khi Toyota Vios có độ bền cao hơn nhưng vẫn cần theo dõi định kỳ.



Hình 7. So sánh độ trương nở của cao su trong nhiên liệu E10 sau 500 giờ ở 40°C (NBR – Honda Vision: trương nở 10–15%, giảm độ kín và nguy cơ rò rỉ; FKM – Toyota Vios: trương nở 5–8%, lão hóa sớm và giảm đàn hồi)



Hình 8. Sơ đồ minh họa sự suy giảm vật liệu trong bơm nhiên liệu khi sử dụng E10

5.5. Khuyến nghị vật liệu thay thế

Để nâng cao độ bền hệ thống nhiên liệu khi sử dụng E10, các giải pháp thay thế hoặc cải tiến vật liệu được đề xuất như sau:

Đối với gioăng cao su:

Thay thế NBR bằng FKM chất lượng cao hoặc Viton, có khả năng chống trương nở và lão hóa tốt hơn khi tiếp xúc lâu dài với ethanol.

Sử dụng lớp phủ chống ethanol (PTFE) trên bề mặt gioăng để giảm 70–80% mức trương nở, kéo dài tuổi thọ vật liệu.

Đối với bơm nhiên liệu:

Thay nhôm thường bằng thép không gỉ 316 hoặc nhôm anodized, giúp giảm tốc độ ăn mòn xuống dưới 0.01 mm/năm.

Thay polyacetal bằng PTFE hoặc nylon

(polyamide), vốn có độ bền cơ học và khả năng kháng ethanol cao hơn.

Bổ sung bộ lọc tách nước trong hệ thống nhiên liệu nhằm hạn chế ảnh hưởng của ethanol hút ẩm, từ đó giảm 40–50% tốc độ ăn mòn điện hóa.

Các khuyến nghị này hướng đến việc đảm bảo an toàn vận hành lâu dài, đặc biệt trong điều kiện khí hậu nhiệt đới ẩm như ở Việt Nam.

6. Kết luận và hướng nghiên cứu tiếp theo

6.1. Kết luận

Nghiên cứu đã mô phỏng và phân tích ảnh hưởng của nhiên liệu E10 trên hai phương tiện đại diện là Honda Vision và Toyota Vios bằng phần mềm Diesel-RK, đồng thời đánh giá khả năng tương thích vật liệu hệ thống nhiên liệu. Các kết quả chính gồm:

Tiêu hao nhiên liệu: tăng 3–4% so với xăng truyền thống do mật độ năng lượng thấp hơn.

Phát thải: CO và CO₂ giảm lần lượt 5–8% và 4–7%; NO_x tăng nhẹ 1–3%; HC ổn định hoặc giảm nhẹ.

Vận hành: xe vận hành ổn định trong điều kiện thường (25–35 °C), nhưng khả năng khởi động lạnh dưới 5 °C bị hạn chế.

Tương thích vật liệu: ethanol trong E10 gây trương nở NBR (10–15%) và FKM (5–8%), đồng thời gây ăn mòn nhôm trong bơm nhiên liệu (0.02–0.04 mm/năm). Honda Vision có nguy cơ ảnh hưởng cao hơn Toyota Vios do sử dụng NBR và nhôm thường.

Khuyến nghị kỹ thuật: thay thế NBR bằng FKM hoặc Viton, sử dụng PTFE phủ bề mặt, thay nhôm thường bằng thép không gỉ 316 hoặc nhôm anodized, và bổ sung bộ lọc nước để tăng độ bền hệ thống nhiên liệu.

Những kết quả này khẳng định tiềm năng của E10 trong giảm phát thải CO và CO₂, đồng thời chỉ ra các thách thức về tiêu hao nhiên liệu và độ bền vật liệu.

6.2. Đề xuất và hướng nghiên cứu tương lai

Để tăng độ tin cậy và tính ứng dụng, cần:

Thử nghiệm thực tế trên cả Honda Vision và Toyota Vios nhằm đối chiếu kết quả mô phỏng, đặc

biệt về phát thải NO_x và khả năng khởi động lạnh.

Đánh giá độ bền dài hạn của gioăng và bơm nhiên liệu (tối thiểu 1.000 giờ vận hành) trong điều kiện khí hậu nhiệt đới ẩm.

Phân tích kinh tế – kỹ thuật về chi phí thay thế vật liệu (FKM, PTFE, thép không gỉ) để xem xét khả năng áp dụng đại trà trong sản xuất.

Tài liệu tham khảo

- [1] J.E. Anderson, D.M. DiCicco, J.M. Ginder, U. Kramer, T.G. Leone, H.E. Raney-Pablo, and T. J. Wallington. (2012). High octane number ethanol–gasoline blends: Quantifying the potential benefits in the United States. *Fuel*, 97, 585-594.
<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2012.03.017>
- [2] T. Wallner, S.A. Miers, S. McConnell. (2009). A comparison of ethanol and butanol as oxygenates using a direct-injection, spark-ignition engine. *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 131(3), 032802.
<https://doi.org/10.1115/1.3043810>
- [3] L.A. Tuan, P.M. 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*, 73B, 98-104.
- [4] M.K. Mohammed, H.H. Balla, Z.M.H. Al-Dulaimi, Z.S. Kareem, and M.S. Al-Zuhairi. (2021). Effect of ethanol-gasoline blends on SI engine performance and emissions. *Case Studies in Thermal Engineering*, 25, 100891.
<https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.100891>
- [5] F. Rovai, D.K. Tanaka, and A. Sinatora. (2005). Wear and corrosion evaluation of electric fuel pumps with ethanol/gasoline blends. *SAE Technical Paper* 2005-01-2196.
<https://doi.org/10.4271/2005-01-2196>
- [6] J.B. Heywood. (2018). *Internal Combustion Engine Fundamentals*, 2nd ed. New York, USA: McGraw-Hill Education.
- [7] The Royal Society. (2008). *Sustainable Biofuels: Prospects and Challenges*, Policy document 01/08. London, U.K.: The Royal Society.