

NGHIÊN CỨU TỐI ƯU HÓA TỔ HỢP PHỤ GIA CHO XĂNG E10

ThS. Phan Trọng Hiếu, ThS. Lê Thái Sơn, ThS. Vũ An, ThS. Hoàng Mai Chi
KS. Lương Văn Thường, KS. Cao Huy Hiệp, ThS. Tạ Quang Minh
Viện Dầu khí Việt Nam

Tóm tắt

Với tác dụng to lớn trong việc đảm bảo an ninh năng lượng và bảo vệ môi trường, xăng sinh học E5 và E10 đã được khuyến khích và bắt buộc sử dụng tại hơn 30 nước trên thế giới. Để nâng cao hiệu quả của loại nhiên liệu này, Viện Dầu khí Việt Nam đã nghiên cứu tổ hợp phụ gia VPI-G sử dụng cho xăng E10 với thành phần chính gồm: phụ gia trợ tan, phụ gia chống ăn mòn, phụ gia chống oxy hóa, phụ gia biến đổi cặn nhằm khắc phục các nhược điểm của nhiên liệu pha ethanol [1, 2 - 5]. Các thành phần phụ gia được tối ưu hóa bằng quy hoạch thực nghiệm và sử dụng phương pháp mô hình toán học. Kết quả tối ưu hóa tổ hợp phụ gia VPI-G được tiến hành thử nghiệm tính năng làm việc và bảo quản so sánh với mẫu phụ gia đối chứng được nhập khẩu từ nước ngoài (Keropur 3600) cho thấy VPI-G có tính năng làm việc tương đương và tính chất bảo quản vượt trội.

1. Nguyên liệu và phương pháp thử nghiệm

1.1. Nguyên liệu

- Xăng E10 được pha chế từ xăng gốc không phụ gia A92 và ethanol biến tính E100 với tỷ lệ xăng/cồn = 90:10 theo thể tích.
- Phụ gia nghiên cứu gồm:
 - + Tổ hợp phụ gia VPI-G có thành phần chính: 2-ethyl hexanol, tert-butyl diphenyl amine, oleyl sarcosine (Ciba Geigy), Lz8219 (Lubrizol);
 - + Phụ gia đối chứng: Keropur 3600 (BASF).

1.2. Phương pháp nghiên cứu và thử nghiệm

1.2.1. Tối ưu hóa tổ hợp phụ gia VPI-G cho xăng E10 trong phòng thí nghiệm

- Trang thiết bị:
 - + Nhiệt độ phân tách pha của các mẫu xăng E10 pha phụ gia nghiên cứu được thực hiện trên thiết bị chuyên dụng theo tiêu chuẩn ASTM D6422;
 - + Các chỉ tiêu phân tích ăn mòn kim loại được đo trên thiết bị điện hóa Parstat 2273 (Princeton - Mỹ);
 - + Khả năng chống đóng cặn được xác định thông qua hệ số thấm ướt của xăng E10 pha phụ gia được thực hiện trên thiết bị Bubble Tensiometer BPA-800P (Mỹ).
- Quy hoạch thực nghiệm và tối ưu hóa tổ hợp phụ gia cho xăng pha ethanol:
 - + Phương pháp quy hoạch trực giao cấp II: sử dụng

phần mềm Design - Expert để thiết kế bộ thí nghiệm theo quy hoạch và tìm ra các phương trình hồi quy theo các hàm mục tiêu đề ra.

+ Tối ưu hóa quy hoạch thực nghiệm: tìm cực trị của hàm mục tiêu thu được ở dạng phương trình hồi quy bậc II thu được và làm lại thực nghiệm để kiểm chứng, đánh giá kết quả. Sử dụng hàm nguyên vọng Q để tìm nghiệm tối ưu:

$$Q = \frac{Y_1}{Y_2 + Y_3}$$

Sử dụng phần mềm Excel Solver và Data Analysis để tìm cực trị của Q và rút ra được thành phần tổ hợp phụ gia tối ưu cho xăng sinh học [4].

1.2.2. Phương pháp đánh giá tính năng của tổ hợp phụ gia trong phòng thí nghiệm

- Các phương pháp phân tích đánh giá tính chất bảo quản [3]:
 - + Phân tích các đặc tính hóa lý của xăng E10 nhằm đánh giá ảnh hưởng của tổ hợp phụ gia VPI-G đến các tính chất của nhiên liệu E10;
 - + Phân tích độ bền phân pha: nhiệt độ và thời gian;
 - + Phân tích ảnh hưởng của tổ hợp phụ gia VPI-G đến các vật liệu chế tạo động cơ: phân tích khả năng ăn mòn kim loại của xăng E10 pha tổ hợp phụ gia VPI-G.
- Các phương pháp phân tích đánh giá tính năng động cơ [3, 5]:
 - Mục đích thử nghiệm nhằm đánh giá ảnh hưởng của

việc sử dụng phụ gia cho hỗn hợp nhiên liệu đến tính năng công suất, suất tiêu thụ nhiên liệu và mức độ phát thải của động cơ xăng theo phương pháp đối chứng trên băng thử. Thiết bị thử nghiệm gồm:

+ Băng thử động cơ động lực cao (ETB): sử dụng băng thử động lực cao động cơ (High Dynamic Engine Testbed) để thực hiện các thử nghiệm phục vụ công tác nghiên cứu và phát triển động cơ được trang bị nhiều thiết bị hiện đại và đồng bộ;

+ Hệ thống thử nghiệm xe máy (băng thử Chassis Dynamometer 20") do hãng AVL cung cấp, có chức năng thử nghiệm và kiểm tra xe ở các chế độ mô phỏng giúp quá trình nghiên cứu cải tiến xe máy và động cơ dễ dàng;

+ Băng thử Didacta T101D (động cơ thủy lực do Italia chế tạo) phục vụ chạy bền động cơ xe máy;

2. Tối ưu hóa tổ hợp phụ gia VPI-G cho xăng E10 trên cơ sở xăng gốc A92 không phụ gia

2.1. Chọn miền khảo sát

- Khảo sát nồng độ phụ gia trợ tan cho xăng E10:

Phụ gia 2-ethyl hexanol được khảo sát khả năng chống phân tách pha cho xăng E10 bằng cách bổ sung vào hỗn hợp xăng E10 (10% ethanol E100 trong xăng A92) có chứa một lượng nước nhất định (0,55%). Kết quả phân tích nhiệt độ phân pha của xăng E10 có pha phụ gia chống tách pha thể hiện trên Hình 1.

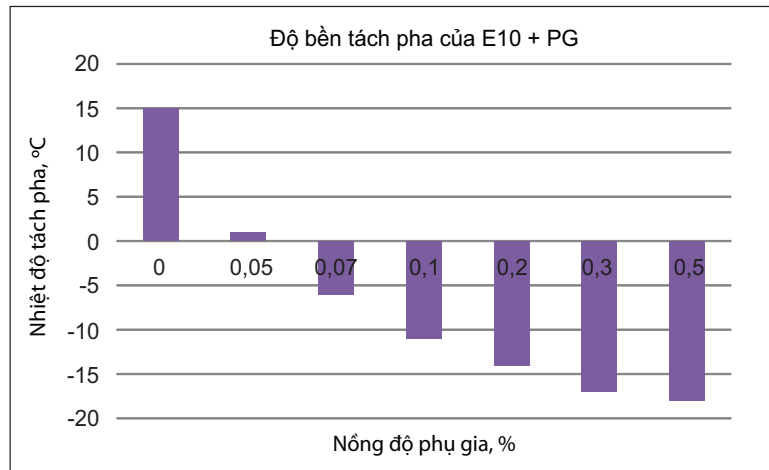
Kết quả phân tích thu được cho thấy, hỗn hợp xăng E10 có bổ sung thêm 0,55% hàm lượng nước và phụ gia trợ tan 2-ethyl hexanol có nhiệt độ tách pha giảm theo nồng độ phụ gia bổ sung. Nồng độ phụ gia trợ tan 2-ethyl hexanol cho xăng E10 được chọn để tối ưu hóa tổ hợp phụ gia VPI-G nằm trong khoảng 0,05 - 0,1%, tương ứng nhiệt độ tách pha trong khoảng 1 đến -11°C (thích hợp với điều kiện khí hậu Việt Nam).

- Khảo sát nồng độ phụ gia chống oxy hóa cho xăng E10:

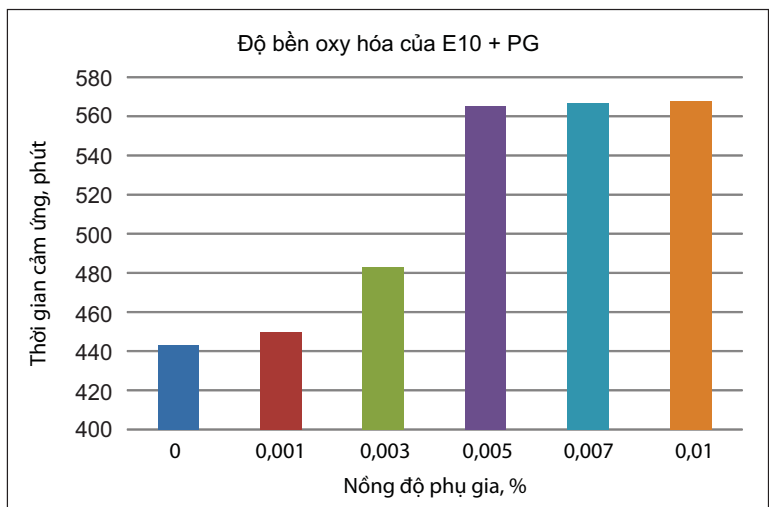
Kết quả đo độ bền oxy hóa của xăng E10 có phụ gia chống oxy hóa nghiên cứu được trình bày trong Hình 2.

Các kết quả phân tích độ bền oxy hóa của hỗn hợp xăng E10 sử dụng phụ gia nghiên cứu tert-butyl diphenyl amine với nồng độ từ 0,003 - 0,007% cho thấy có hiệu quả cao.

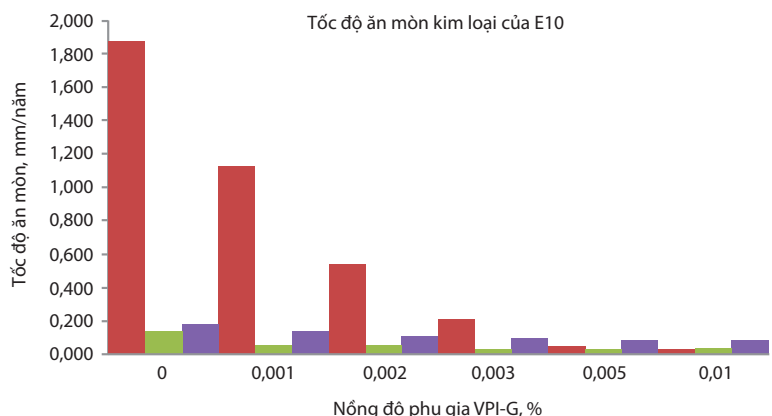
- Khảo sát nồng độ phụ gia chống ăn mòn cho xăng E10



Hình 1. Ảnh hưởng của phụ gia trợ tan đến độ bền phân tách pha của xăng E10



Hình 2. Ảnh hưởng của phụ gia chống oxy hóa lên độ bền oxy hóa của xăng E10



Hình 3. Ăn mòn kim loại trong xăng E10 pha phụ gia

Bảng 1. Hệ số thẩm ướt của xăng E10 theo nồng độ phụ gia Lz8219

Nồng độ phụ gia (%)	0	0,008	0,012	0,016	0,020	0,024	0,032
Hệ số thẩm ướt (k_w)	73	74	75	78	81	84	87

Bảng 2. Điều kiện thí nghiệm

Các mức	Các yếu tố ảnh hưởng		
	Phụ gia trợ tan Z_1 , %	Phụ gia chống oxy hóa Z_2 , %	Phụ gia chống ăn mòn Z_3 , %
Mức trên (+1)	0,1	0,007	0,01
Mức cơ sở (0)	0,075	0,005	0,0065
Mức dưới (-1)	0,05	0,003	0,003
Khoảng biến thiên	0,025	0,002	0,0035

Kết quả đo độ bền ăn mòn của nhiên liệu xăng E10 có pha phụ gia chống ăn mòn Sarcosine được biểu diễn trên Hình 3.

Các kết quả thử nghiệm cho thấy: Tốc độ ăn mòn các kim loại khảo sát đối với xăng gốc khá thấp; Khi pha ethanol E100 vào xăng gốc thì tốc độ ăn mòn tăng lên, đặc biệt đối với nhôm; Khi cho phụ gia vào hỗn hợp xăng pha cồn (E10), tốc độ ăn mòn kim loại giảm dần theo nồng độ phụ gia sử dụng; Nồng độ phụ gia nằm trong khoảng 0,003 - 0,01% cho hiệu quả bảo vệ lớn nhất.

- Khảo sát nồng độ phụ gia tẩy rửa phân tán cho xăng E10

Phụ gia tẩy rửa phân tán được lựa chọn làm thành phần cho tổ hợp phụ gia cho xăng là phụ gia tẩy rửa phân tán của hãng Lubrizol Lz 8219 với tỷ lệ 0,016 - 0,032%. Khả năng chống đóng cặn của xăng E10 khi cho phụ gia tẩy rửa phân tán được đánh giá qua kết quả phân tích hệ số thẩm ướt của xăng E10 theo nồng độ phụ gia. Hệ số thẩm ướt càng lớn, khả năng che phủ bề mặt càng tốt, ngăn ngừa sự tạo cặn carbon trên các chi tiết động cơ (kim phun, xupap nạp...). Kết quả đo hệ số thẩm ướt của xăng E10 theo nồng độ phụ gia tẩy rửa phân tán được cho trong Bảng 1.

- Sức căng bề mặt của xăng E10 giảm (hệ số thẩm ướt k_w tăng) khi nồng độ phụ gia tẩy rửa phân tán tăng.

2.2. Tối ưu hóa tổ hợp phụ gia VPI-G cho xăng E10

Từ kết quả khảo sát mức độ ảnh hưởng của từng loại phụ gia, nhóm tác giả đã xây dựng điều kiện thí nghiệm như Bảng 2.

- Chọn phương án quy hoạch trực giao cấp II (TYT 2^k): thực nghiệm yếu tố toàn phần 2 mức, k yếu tố ảnh hưởng. Phương trình hồi quy có dạng:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{23}x_2x_3 + b_{13}x_1x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2 \quad (*)$$

Trong đó:

- x_1 : Nồng độ phụ gia trợ tan;
- x_2 : Nồng độ phụ gia chống oxy hóa;
- x_3 : Nồng độ phụ gia chống ăn mòn.
- Tổ chức thí nghiệm trực giao cấp II:

Bảng 3. Ma trận quy hoạch thực nghiệm tổ hợp phụ gia cho xăng E10

Nội dung phương án	Số thực nghiệm	Biến mã				Hàm mục tiêu		
		x_0	x_1	x_2	x_3	Y_1	Y_2	Y_3
2 ^k	1	+	+	+	+	-38	556	0,132
	2	+	-	+	+	-10	565	0,124
	3	+	+	-	+	-39	557	0,136
	4	+	-	-	+	-7	560	0,126
	5	+	+	+	-	-35	562	0,142
	6	+	-	+	-	-5	565	0,138
	7	+	+	-	-	-33	558	0,136
	8	+	-	-	-	-3	561	0,134
2.k	9	+	$+\alpha$	0	0	-42	556	0,138
	10	+	$-\alpha$	0	0	-3	561	0,130
	11	+	0	$+\alpha$	0	-22	568	0,124
	12	+	0	$-\alpha$	0	-22	550	0,126
	13	+	0	0	$+\alpha$	-22	559	0,118
	14	+	0	0	$-\alpha$	-22	560	0,134
n_0	15	+	0	0	0	-22	560	0,127

Với số biến độc lập $k = 3$, $n_0 = 1$ thì giá trị $a^2 = 1,467$.

Số thực nghiệm: $N = 2^k + 2.k + n_0 = 15$ gồm số thí nghiệm ở nhân: $2^k = 8$ và ở các điểm sao: $2.k = 6$.

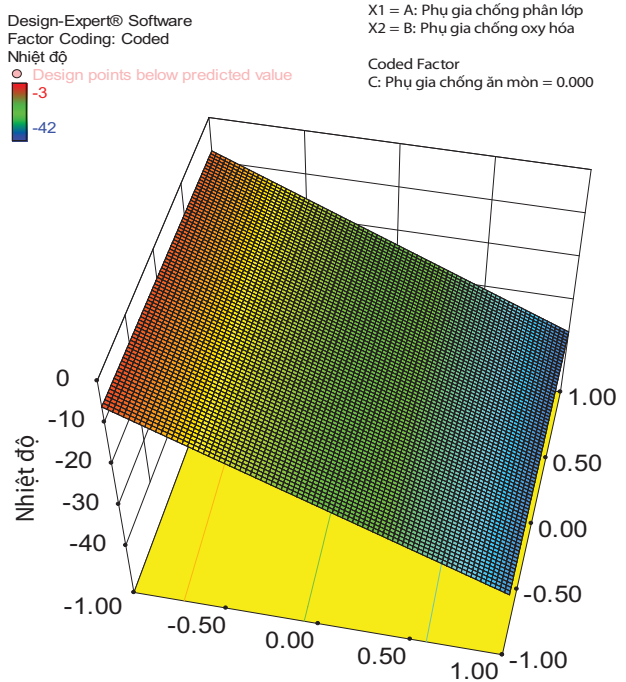
Trong đó:

Biến độc lập: $k = 3$;

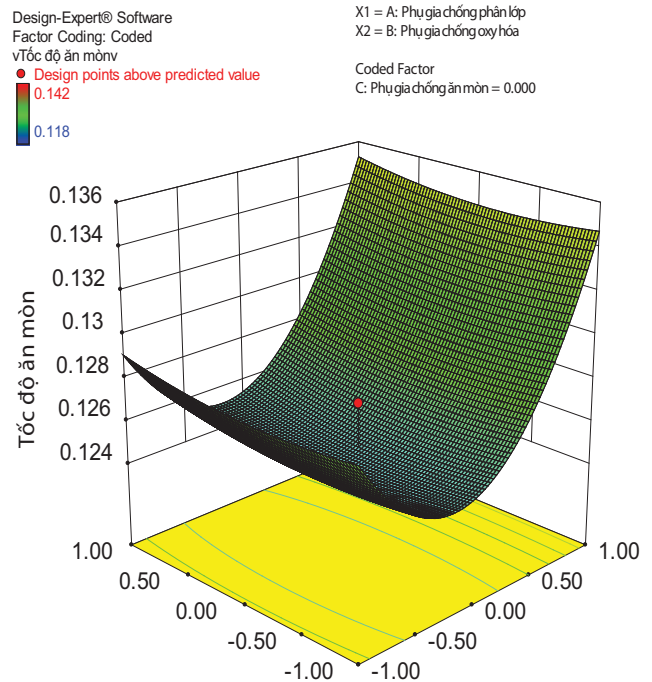
Số thí nghiệm ở tâm $n_0 = 1$

$a^2 = 1,467$ với $k = 3$.

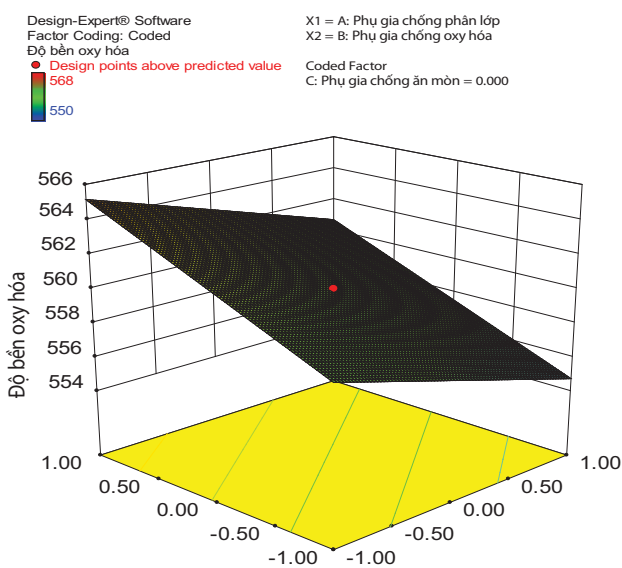
Dựa vào bảng ma trận thực nghiệm, các hệ số b_j trong phương trình hồi quy thu được theo công thức (*).



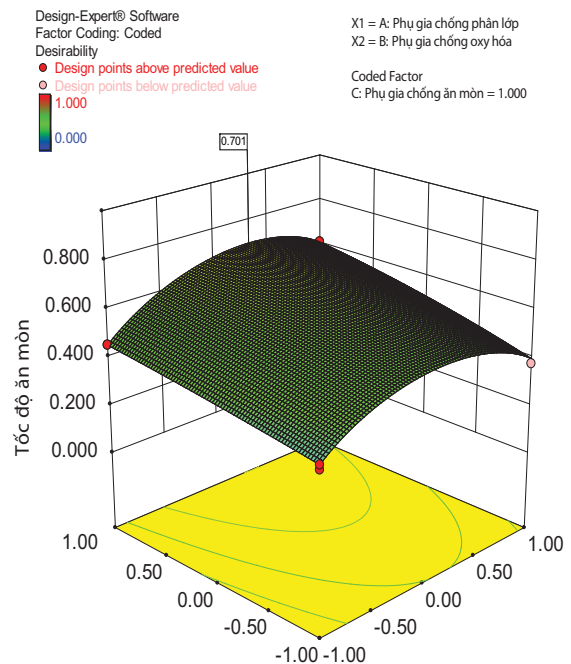
A: Phụ gia chống phân lớp B: Phụ gia chống oxy hóa
Hình 4. Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của các thành phần phụ gia đến nhiệt độ tách pha



B: Phụ gia chống oxy hóa A: Phụ gia chống phân lớp
Hình 6. Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của các thành phần phụ gia đến tốc độ ăn mòn



B: Phụ gia chống oxy hóa A: Phụ gia chống phân lớp
Hình 5. Đồ thị biểu diễn ảnh hưởng của thành phần phụ gia đến độ bền oxy hóa



B: Phụ gia chống oxy hóa A: Phụ gia chống phân lớp
Hình 7. Đồ thị biểu diễn sự ảnh hưởng của các thành phần phụ gia tới hàm nguyện vọng

Sử dụng phần mềm Design - Expert để lập kế hoạch thực nghiệm, chọn mô hình, phân tích phương sai... và tìm ra phương trình hồi quy.

Phương trình hồi quy của tổ hợp phụ gia cho nhiên liệu xăng pha ethanol như sau:

- Nhiệt độ phân tách pha:

$$Y_1 = -21,6 - 15,19x_1 - 0,64x_2 - 1,55x_3$$

- Độ bền oxy hóa:

$$Y_2 = 559,87 - 2,2x_1 + 3,09x_2 - 0,84x_3$$

- Tốc độ ăn mòn:

$$Y_3 = 0,12 + 0,003x_1 + 0,0004x_2 - 0,0047x_3 + 0,0015x_1x_3 - 0,002x_2x_3 + 0,0066(x_1)^2 + 0,0005(x_2)^2 + 0,0012(x_3)^2$$

Sử dụng hàm nguyên vọng Q để tìm nghiệm tối ưu:

$$Q = \frac{Y_1}{Y_2 + Y_3}$$

Sử dụng phần mềm Excel Solver và Data Analysis để tìm cực trị của Q và rút ra được thành phần tổ hợp phụ gia tối ưu (biến mã) cho xăng pha ethanol như sau:

- Phụ gia trợ tan: $x_1 = 0,283$
- Phụ gia chống oxy hóa: $x_2 = 1$
- Phụ gia chống ăn mòn: $x_3 = 1$

Chuyển đổi sang giá trị thực tương ứng:

Phụ gia trợ tan: $Z_1 = 81,52\%$

Phụ gia chống oxy hóa: $Z_2 = 6,4\%$

Phụ gia chống ăn mòn: $Z_3 = 9,14\%$

Phụ gia chống tạo cặn: $Z_4 = 100\% - (Z_1 + Z_2 + Z_3) = 2,94\%$

Như vậy, tổ hợp phụ gia VPI-G có thành phần như Bảng 4.

3. Phân tích, đánh giá tính năng tổ hợp phụ gia VPI-G

Tổ hợp phụ gia và các phụ gia đóng gói của các hãng được tiến hành phân tích thử nghiệm tính năng làm việc gồm: tổ hợp phụ gia VPI-G và phụ gia Keropur 3600 (BASF).

3.1. Độ bền phân pha

Các phụ gia được khảo sát bằng cách bổ sung vào xăng E10 có chứa một lượng nước nhất định với tỷ lệ khác nhau. Kết quả phân tích nhiệt độ phân pha được trình bày trong Hình 8.

Theo kết quả phân tích thu được, xăng E10 với hàm lượng nước trong ethanol 5,5% có bổ sung thêm các tổ hợp phụ gia Keropur, VPI-G có nhiệt độ phân pha giảm theo nồng độ phụ gia bổ sung. Xăng E10 pha tổ hợp phụ gia VPI-G có mức độ làm giảm nhiệt độ phân pha vượt trội so với phụ gia đối chứng Keropur 3600.

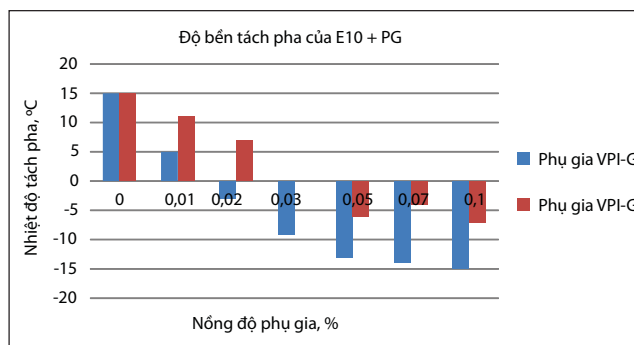
3.2. Độ bền oxy hóa

Kết quả phân tích độ bền chống oxy hóa cho nhiên liệu xăng E10 pha tổ hợp phụ gia lựa chọn khảo sát được thể hiện trong Hình 9.

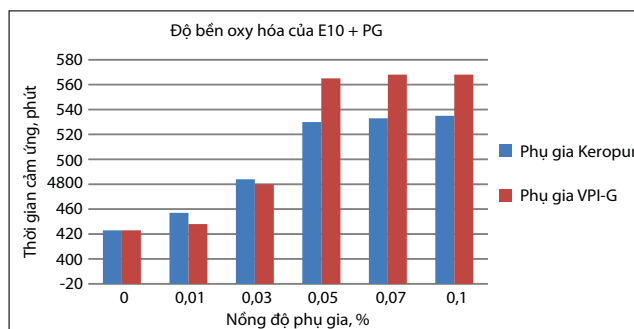
Các kết quả phân tích cho thấy, phụ gia Keropur và tổ hợp phụ gia VPI-G đều có tác dụng tăng cường độ bền oxy hóa cho xăng E10. Độ bền oxy hóa của hỗn hợp nhiên liệu pha phụ gia nói chung tăng theo nồng độ phụ gia sử dụng. Khi đạt tới giá trị nồng độ phụ gia sử dụng khoảng

Bảng 4. Thành phần phụ gia trong tổ hợp phụ gia VPI-G

TT	Loại phụ gia	Thành phần chính	Tỷ lệ, %
1	Phụ gia trợ tan	2-ethyl hexanol	81,52
2	Phụ gia chống oxy hóa	tert-butyl diphenyl amine	6,4
3	Phụ gia chống ăn mòn	Sarcosine (Ciba Geigy)	9,14
4	Phụ gia chống đóng cặn	Lz8219 (Lubrizol)	2,94



Hình 8. Ảnh hưởng của phụ gia đến độ bền phân pha của xăng E10



Hình 9. Ảnh hưởng của phụ gia lên đến bền oxy hóa của xăng E10

0,005% thì mức độ tăng độ bền oxy hóa của hỗn hợp nhiên liệu gần như đạt ngưỡng và tăng rất chậm. Trong hai tổ hợp phụ gia khảo sát, VPI-G cho độ bền oxy hóa cao hơn phụ gia đối chứng Keropur 3600 trong khoảng nồng độ phụ gia 0,05 - 0,1%.

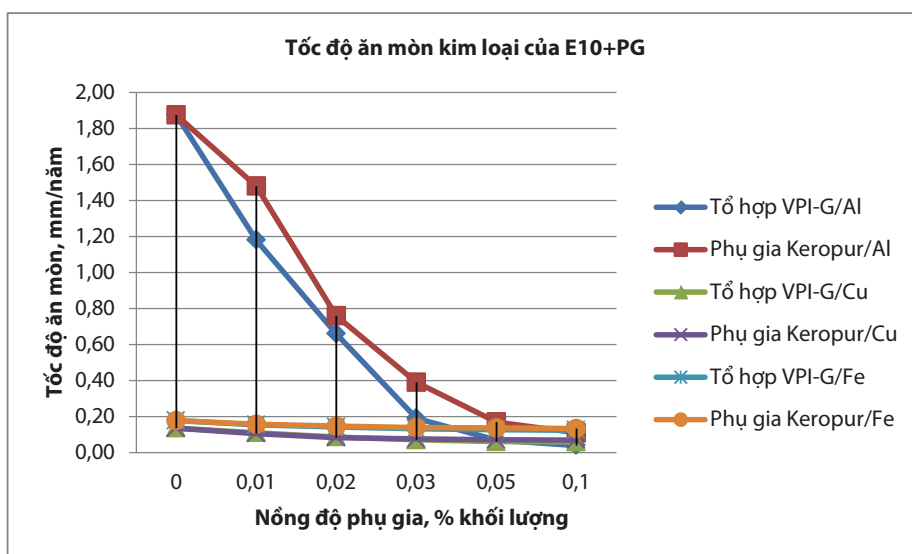
3.3. Độ bền ăn mòn

Kết quả phân tích độ bền ăn mòn cho nhiên liệu xăng E10 pha phụ gia lựa chọn khảo sát (Keropur 3600 và VPI-G) được thể hiện trong Hình 10.

Kết quả cho thấy, tốc độ ăn mòn các kim loại khảo sát giảm khi tăng nồng độ tổ hợp phụ gia trong nhiên liệu. Tốc độ ăn mòn giảm nhiều nhất đối với xăng E10 pha tổ hợp phụ gia VPI-G.

3.4. Độ bền tương thích vật liệu

Kết quả nghiên cứu cho thấy, sự thay đổi các đặc tính vật lý của vật liệu phi kim trong hệ thống nhiên liệu đối với các mẫu xăng E10 (có và không có phụ gia) chênh lệch không đáng kể.



Hình 10. Ảnh hưởng của phụ gia đến độ bền ăn mòn của nhiên liệu E10

Bảng 5. Kết quả phân tích khả năng tương hợp vật liệu

TT	Chỉ tiêu đánh giá	Vật liệu	Phương pháp thử	Loại nhiên liệu		
				E10	E10 + VPI-G	E10 + Keropur
1	Thay đổi độ dài tới hạn (%)	Vitton A	ISO 527-2	2,1	2,3	2,4
		Polyurethane		3,4	3,6	3,9
		Cao su buna-N		4,2	8,5	8,2
2	Thay đổi độ bền kéo (%)	Vitton A	ISO 527-2	-15,2	-13,2	-13,9
		Polyurethane		-13,1	-14,1	-14,5
		Cao su buna-N		-10,4	-5,2	-5,6
3	Thay đổi thể tích (%)	Vitton A	ISO 527-2	1,2	1,3	1,4
		Polyurethane		0,1	0,2	0,2
		Cao su buna-N		1,3	1,4	1,5
4	Thay đổi độ cứng (%)	Vitton A	ISO 527-2	-28,5	-21,2	-21,8
		Polyurethane		-20,1	-13,5	-14,1
		Cao su buna-N		-30,4	-28,8	-28,2

Bảng 6. Kết quả thử nghiệm độ bền bảo quản của xăng E10

Hỗn hợp E10	Hàm lượng nước hấp thụ (ml)		
	-20°C	0°C	20°C
Không phụ gia	0,15	0,245	0,347
Phụ gia Keropur	0,25	0,41	0,58
Phụ gia VPI-G	0,35	0,57	0,81

Bảng 7. Kết quả thử nghiệm độ bền bảo quản của hỗn hợp xăng-ethanol theo thời gian

Thời gian thử nghiệm	Lượng nước hấp thụ (ml)		
	E10	E10 + Keropur	E10 + VPI-G
0 ngày	0,37	0,62	0,87
15 ngày	0,36	0,60	0,87
30 ngày	0,34	0,59	0,86
60 ngày	0,30	0,53	0,84
90 ngày	0,24	0,49	0,80

3.5. Độ bền bảo quản của xăng E10 pha tổ hợp phụ gia VPI-G

- Độ bền bảo quản của xăng E10 theo nhiệt độ (Bảng 6).

- Độ bền bảo quản của xăng E10 theo thời gian (Bảng 7).

Xăng E10 bị hút ẩm trong quá trình bảo quản với các điều kiện môi trường (nhiệt độ, độ ẩm, thời gian...) biến đổi. Nhìn chung, đối với xăng pha ethanol khi nhiệt độ tăng thì khả năng ngưng nước cũng tăng theo. Lượng nước tối đa được hấp thụ trong E10 trước khi quan sát thấy hiện tượng phân tách pha khoảng 0,35ml/100ml E10.

Các phụ gia tính năng (Keropur, VPI-G) cải thiện đáng kể khả năng chịu nước của E10. Xăng E10 pha phụ gia Keropur tăng khả năng ngưng nước từ 0,35ml lên 0,58ml (tương đương 166%), trong khi xăng E10 sử dụng phụ gia VPI-G tăng khả năng ngưng nước từ 0,35ml lên 0,8ml (tương đương 233%).

- Các đặc tính hóa lý của xăng E10 pha phụ gia VPI-G theo thời gian bảo quản:

Kết quả nghiên cứu và thử nghiệm tính năng làm việc của các phụ gia đơn lẻ và các tổ hợp phụ gia cho xăng sinh học cho thấy tổ hợp phụ gia VPI-G đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật về phụ gia cho xăng E10 trong phòng thí nghiệm và được sử dụng làm công thức để đánh giá tính năng trên động cơ.

4. Đánh giá tính năng tổ hợp phụ gia VPI-G trên động cơ cho xăng E10

Thử nghiệm tính năng làm việc của xăng E10 có pha tổ hợp phụ gia VPI-G trên băng thử động cơ. Nghiên cứu thử nghiệm đối chứng đặc tính kinh tế, kỹ thuật, phát thải và độ bền của động cơ với 3 mẫu xăng E10 (không pha phụ gia, pha phụ gia VPI-G, pha phụ gia Keropur) nhằm lựa chọn loại phụ gia phù hợp nhất.

Bảng 8. Đặc tính hóa lý cơ bản của xăng E10 pha tổ hợp phụ gia VPI-G/90 ngày

TT	Chỉ tiêu	Phương pháp	Thời điểm đo		
			0 ngày	90 ngày	TCVN 8401: 2011 (E10)
1	Thành phần cất phân đoạn, °C	ASTM D86			
	Điểm sôi đầu		37	39	Báo cáo
	10% thể tích		48	49	70 (max)
	50% thể tích		67	68	120 (max)
	90% thể tích		170	170	190 (max)
	Điểm sôi cuối		203	203	215 (max)
	Cặn, %		1,4	1,4	2,0 (max)
2	Ăn mòn đồng, 50°C/3 giờ	ASTM D130	1a	1a	Loại 1
3	Độ ổn định oxy hóa, phút	ASTM D525	495	496	480 (min)
4	Hàm lượng oxy, % khối lượng	ASTM D4815	3,61	3,62	3,7 (max)
5	Áp suất hơi (Reid) ở 37,8°C, kPa	ASTM D4953	59	58	Từ 43 đến 75
6	Hàm lượng nhựa thực tế, mg/100ml	ASTM D381	1,90	1,95	5,0 (max)
7	Hàm lượng nước, % khối lượng	ASTM E203	0,01	0,018	-
8	Tỷ trọng ở 15°C	ASTM D1298	0,719	0,719	Báo cáo
9	Trị số octane (RON)	ASTM D2699	95,3	95,3	90/92/95
10	Hàm lượng ethanol, % thể tích	ASTM D4851	9,98	9,97	9 đến 10

Bảng 9. Kết quả thử nghiệm 3 mẫu xăng E10: không pha phụ gia, pha phụ gia VPI-G, pha phụ gia Keropur

Chỉ tiêu	Mẫu nhiên liệu	Tốc độ (vòng/phút)					Trung bình
		2.500	3.000	3.800	4.400	5.000	
Ne (kW)	E10 không pha phụ gia	16.561	21.884	27.760	32.163	37.522	27.178
	E10 + phụ gia VPI-G	18.399	24.183	29.189	34.455	39.593	29.163,8
	E10 + phụ gia Keropur	17.148	22.817	2.854	33.618	38.563	23.000,0
F (N)	E10 không pha phụ gia	1.583	1.646	1.735	1.722	1.730	1.683,2
	E10 + phụ gia VPI-G	1.678	1.768	1.832	1.825	1.872	1.795,0
	E10 + phụ gia Keropur	1.635	1.728	1.798	1.802	1.834	1.759,4
G _{nl} (kg/h)	E10 không pha phụ gia	6.689	7.798	9.729	10.814	12.632	9.532,4
	E10 + phụ gia VPI-G	6.859	7.967	9.965	11.645	13.791	10.045,4
	E10 + phụ gia Keropur	6.935	7.635	10.512	11.481	13.468	10.006,2
CO (ppm)	E10 không pha phụ gia	68.048	56.818	44.221	37.939	34.469	48.299,0
	E10 + phụ gia VPI-G	60.958	50.063	39.624	30.532	28.691	41.973,6
	E10 + phụ gia Keropur	64.540	53.885	40.396	32.644	30.184	44.329,8
CO ₂ (ppm)	E10 không pha phụ gia	79.734	88.558	85.539	85.587	80.101	83.903,8
	E10 + phụ gia VPI-G	84.685	93.072	92.250	91.839	85.070	89.383,2
	E10 + phụ gia Keropur	81.390	85.654	87.908	87.754	82.576	85.056,4
HC (ppm)	E10 không pha phụ gia	1.893	1.643	1.439	1.271	1.192	1.487,6
	E10 + phụ gia VPI-G	1.693	1.421	1.183	1.074	973	1.268,8
	E10 + phụ gia Keropur	1.775	1.549	1.302	1.185	1.012	1.364,6
NO _x (ppm)	E10 không pha phụ gia	158	256	301	324	327	273,0
	E10 + phụ gia VPI-G	105	203	254	276	273	222,2
	E10 + phụ gia Keropur	140	221	284	295	290	246,0

Bảng 10. Kết quả đo xe máy với xăng E10 không pha phụ gia trước khi chạy bền và sau khi chạy bền

Tốc độ (km/h)	Ne (kW)		ge (g/kWh)		CO (ppm)		CO ₂ (ppm)		HC (ppm)		NO _x (ppm)	
	Trước chạy bền	Sau chạy bền	Trước chạy bền	Sau chạy bền	Trước chạy bền	Sau chạy bền	Trước chạy bền	Sau chạy bền	Trước chạy bền	Sau chạy bền	Trước chạy bền	Sau chạy bền
30	1,710	1,51	438,01	496,03	48.382	54.437	89.278	87.985	3.510	3.697	1.675	1.752
40	2,380	2,18	363,87	443,12	62.625	67.122	73.634	72.825	3.407	3.530	1.473	1.645
50	3,180	2,78	386,79	442,45	67.034	72.620	79.398	78.111	3.025	3.378	1.246	1.428
60	3,720	3,41	403,76	440,47	61.587	68.065	86.486	84.594	2.918	3.104	1.376	1.430
70	4,466	4,09	444,47	485,33	59.254	64.904	86.226	84.827	3.468	3.684	1.412	1.502

Bảng 11. Kết quả đo xe máy với xăng E10 có pha VPI-G trước khi chạy bền và sau khi chạy bền

Tốc độ (km/h)	Ne (kW)		ge (g/kWh)		CO (ppm)		CO ₂ (ppm)		HC (ppm)		NO _x (ppm)	
	Trước chạy bền	Sau chạy bền	Trước chạy bền	Sau chạy bền	Trước chạy bền	Sau chạy bền	Trước chạy bền	Sau chạy bền	Trước chạy bền	Sau chạy bền	Trước chạy bền	Sau chạy bền
30	1,76	1,63	414,20	459,51	44.845	46.924	84.526	86.728	3.170	3.294	1.468	1.597
40	2,42	2,38	374,38	389,08	57.638	58.739	72.558	74.425	3.047	3.158	1.203	1.319
50	3,28	3,14	375,00	391,72	61.915	65.027	73.881	76.922	2.671	2.785	1.095	1.150
60	3,92	3,60	383,16	417,22	54.372	57.583	81.392	83.718	2.518	2.632	1.109	1.243
70	4,86	4,34	408,44	457,37	52.084	53.891	80.418	83.984	2.978	3.216	1.236	1.322

Bảng 12. Kết quả đo xe máy với xăng E10 có pha phụ gia Keropur trước khi chạy bền và sau khi chạy bền

Tốc độ (km/h)	Ne (kW)		ge (g/kWh)		CO (ppm)		CO ₂ (ppm)		HC (ppm)		NO _x (ppm)	
	Trước chạy bền	Sau chạy bền	Trước chạy bền	Sau chạy bền	Trước chạy bền	Sau chạy bền	Trước chạy bền	Sau chạy bền	Trước chạy bền	Sau chạy bền	Trước chạy bền	Sau chạy bền
30	1,74	1,61	430,46	465,22	46.224	52.424	86.047	85.966	3.406	3.570	1.557	1.607
40	2,40	2,26	398,33	416,81	60.025	65.525	73.849	73.370	3.234	3.607	1.296	1.389
50	3,18	2,95	386,79	416,95	65.263	71.292	78.715	78.123	2.983	3.125	1.124	1.213
60	3,76	3,51	399,7	427,92	58.021	64.184	85.502	84.625	2.880	3.018	1.183	1.265
70	4,63	4,14	428,73	479,47	57.291	61.364	85.859	84.872	3.329	3.468	1.297	1.373

4.1. Kết quả thử nghiệm đối chứng đặc tính kinh tế, kỹ thuật, phát thải trên băng thử động cơ ô tô

Thử nghiệm đối chứng các chỉ tiêu: công suất, lực kéo, tiêu hao nhiên liệu và mức độ phát thải theo đường đặc tính tốc độ động cơ của xe (vòng/phút) với 3 mẫu nhiên liệu trên. Xe thử nghiệm chạy ở chế độ toàn tải, vị trí tay số 4. Kết quả thử nghiệm như Bảng 9.

- So sánh xăng E10 có pha tổ hợp phụ gia VPI-G so với xăng E10 không pha phụ gia:

+ Công suất và lực kéo (momen) động cơ tăng khoảng 7%, lượng nhiên liệu tiêu thụ tăng không đáng kể;

+ Giảm phát thải khí CO (13%), HC (15%), đặc biệt NO_x giảm đến 20%.

- So sánh xăng E10 có pha phụ gia Keropur so với xăng E10 không pha phụ gia:

+ Công suất và lực kéo (momen) có cải thiện chút ít (khoảng 4%), suất tiêu hao nhiên liệu tăng lên khoảng 5%;

+ Giảm phát thải khí từ 8 - 10%, riêng CO₂ thay đổi không đáng kể.

- So với phụ gia Keropur, tổ hợp phụ gia VPI-G có tác dụng cải thiện rõ rệt mức độ phát thải của động cơ, đặc biệt về hàm lượng CO, HC và NO_x. Công suất, lực kéo và suất tiêu thụ nhiên liệu của động cơ khi chạy với xăng E10 pha tổ hợp phụ gia VPI-G cao hơn không nhiều so với khi chạy bằng nhiên liệu E10 pha phụ gia Keropur 3600 (khoảng 3%).

4.2. Kết quả thử nghiệm bền đối chứng động cơ trên băng thử Didacta

Kết quả đo tất cả các thông số sau 100 giờ chạy bền đều cho thấy công suất giảm, mức độ phát thải tăng. Mức độ tăng - giảm tùy thuộc vào loại nhiên liệu sử dụng. Công suất giảm khoảng 10% sau 100 giờ chạy bền với mẫu xăng E10 không có phụ gia, trong khi trên các mẫu xăng E10 pha phụ gia (VPI-G và Keropur) công suất giảm đi chỉ khoảng 6%. So sánh hàm lượng phát thải, cả ba mẫu xăng đều cho lượng NO_x tăng khoảng 6% sau 100 giờ chạy bền, tuy nhiên mẫu E10 pha tổ hợp phụ gia VPI-G có hàm lượng CO tăng ít nhất (khoảng 4%) so với hai mẫu xăng còn lại.

5. Kết luận

Các kết quả nghiên cứu cho thấy khi sử dụng xăng E10 hoặc xăng pha ethanol với nồng độ lớn hơn 10% cần bổ sung các phụ gia tính năng để hạn chế các nguy cơ có thể ảnh hưởng đến hoạt động của động cơ: phân tách pha, ăn mòn kim loại, đóng cặn trên các chi tiết động cơ...

Tổ hợp phụ gia VPI-G gồm các phụ gia tính năng được phối trộn với nhau theo tỷ lệ đã được tối ưu hóa để sử dụng cho xăng E10 có tỷ lệ: phụ gia chống tách pha: 81,52%; phụ gia chống oxy hóa: 6,40%; phụ gia chống

ăn mòn: 9,14%; phụ gia chống đóng cặn: 2,94%. Kết quả phân tích tính năng trong phép thử đối chứng cho thấy tổ hợp phụ gia VPI-G có tính năng làm việc tương đương phụ gia nhập ngoại (Keropur 3600) và tính bảo quản (chống tách pha) vượt trội.

Tài liệu tham khảo

1. Department of Mechanical Engineering, Indian Institute of Technology Kanpur. *Biofuels (alcohols and biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines*. Kanpur-208 016, India. 2006.
2. Caye M.Drapcho, Nghiem Phu Nhuan, Terry H.Walker. *Biofuels engineering process technology*. 2008.
3. Yves Alarie, Mary O.Amdur, Moreno L.Keplinger. *Fuels and fuel additives for highway vehicles and their combustion products*. National Academy of Sciences Washington. 1996.
4. Eduardo D.Glandt, Michael T.Klein, Thomas F.Edgar. *Optimization of chemical processes, second edition*.
5. W.L.Griffith, A.L.Compere. *Correlating microemulsion fuel composition, structure and combustion properties*.

Study on optimisation of function additives for E10 ethanol-blended gasoline

Phan Trong Hieu, Le Thai Son, Vu An, Hoang Mai Chi
Luong Van Thuong, Cao Huy Hiep, Ta Quang Minh
Viet Nam Petroleum Institute

Summary

VPI-G additive package for E10 ethanol-blended gasoline contains functional chemical components of anti-separation, anti-corrosion, anti-oxidation and anti-deposition that overcome the shortcomings of ethanol fuels. To enhance the functions of ethanol-blended gasoline, the VPI-G additive package has been optimised by experiment plans and mathematical modelling methods.

Evaluation results on the performance properties of E10 ethanol-blended gasoline using the optimised VPI-G additives in comparison with a reference additive package (Keropur 3600) show that the VPI-G additive package has the same engine operating capabilities as the Keropur additive package and its storing capability is better than that of Keropur 3600.