

NGHIÊN CỨU GÓC ĐÁNH LỬA TỐI ƯU CHO ĐỘNG CƠ SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU XĂNG PHA BUTANOL

A RESEARCH ON THE OPTIMAL SPARK IGNITION ANGLE FOR THE BUTANOL-GASOLINE ENGINE

Lê Văn Tuy

Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng
levantuy@yahoo.com

Bùi Ngọc Hân

Trường Cao đẳng GTVT Đà Nẵng
hanbuingocgtvt@gmail.com

TÓM TẮT

Bằng cách điều chỉnh góc đánh lửa hợp lý, động cơ sử dụng nhiên liệu sinh học xăng pha Butanol sẽ cho phát ra công suất cao hơn và chất thải ô nhiễm hơn nhiều so với xăng thị trường RON95. Tuy nhiên để có thể tổng quát hóa việc áp dụng, thì việc nghiên cứu ảnh hưởng của góc đánh lửa đến tính năng kinh tế kỹ thuật của động cơ sử dụng nhiên liệu sinh học xăng pha butanol cần được đánh giá bằng thực nghiệm.

Trang báo này chỉ ra sự cải thiện đáng kể về tính kinh tế kỹ thuật của động cơ Daewoo-A16-DMS dùng xăng RON95 pha 15% butanol khi thay đổi góc đánh lửa theo hướng tối ưu. Động cơ được thử nghiệm trên băng thử động cơ AVL APA-204. Kết quả thử nghiệm cho thấy khí thải độc hại CO giảm từ 35% đến 49% trong khi công suất có thể tăng khoảng 6% đến 10% ứng với góc đánh lửa tối ưu khoảng 10-12[độ] trước điểm chết trên (BTDC).

Từ khóa: Góc đánh lửa tối ưu; trước điểm chết trên (BTDC); hỗn hợp xăng RON95 pha 15% Butanol; băng thử động cơ AVL APA-204; khí thải độc hại CO.

ABSTRACT

The engine fuelled by the mixture of butanol and gasoline within the optimum spark ignition angle can achieve higher power and lower exhaust gas emission compared with the engine fuelled by RON95 gasoline. However, the experimental study needs to be performed to confirm the influence of the optimum spark ignition angle on the engine performance and efficiency.

This paper presents the improvement in the technical and economical features of the Daewoo A16 DMS engine that uses the mixture of 15% butanol and RON95 gasoline within the change of the spark ignition angle toward the optimal angle. The engine was tested on the AVL APA-204 test bed. The test results show that the exhaust gas emission of CO was reduced from 35% to 49%; while, the power increased by 6% to 10% within the change of the spark ignition angle of 10 to 12 degrees Before Top Dead Center (BTDC).

Keywords: Optimum; spark ignition angle; fuel mixture of 15% butanol and RON95; AVL APA-204 test bed; power; CO exhaust gas emission; Before Top Dead Center (BTDC).

1. Đặt vấn đề

Tính chất lý hóa của các loại nhiên liệu xăng cũng như nhiên liệu sinh học khác nhau sẽ có quá trình bay hơi hòa trộn hình thành hỗn hợp đồng nhất của không khí - nhiên liệu là khác nhau [3], [4], [5]. Vì vậy việc thực hiện mỗi lửa tại thời điểm sớm tính theo góc quay trục khuỷu trước điểm chết trên (*góc đánh lửa sớm*) nhằm chuẩn bị cho hỗn hợp không khí-nhiên liệu sẵn sàng bùng cháy đúng thời điểm để đạt được công suất lớn nhất đối với các nhiên liệu sẽ khác nhau. Hơn thế nữa, tốc độ lan tràn màng lửa trong các hỗn hợp không khí nhiên liệu khác nhau cũng khác nhau, điều này đòi hỏi phải điều

chỉnh lại góc đánh lửa sớm phù hợp đối với mỗi loại hỗn hợp nhiên liệu sao cho công sinh ra của quá trình cháy là cao nhất có thể [1], [2].

Vì vậy việc ứng dụng thiết bị hiện đại như băng thử động cơ APA-204 của hãng AVL vào việc nghiên cứu ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm đến tính năng kinh tế kỹ thuật của động cơ sử dụng nhiên liệu sinh học xăng RON95 pha butanol nhằm nâng cao hiệu suất cháy của nhiên liệu đối với động cơ đánh lửa cưỡng bức là có tính thực tiễn và khoa học [4]. Thử nghiệm được tiến hành tại phòng thí nghiệm động cơ của Khoa Cơ khí Giao thông, trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Tổ chức trang thiết bị thử nghiệm

Bố trí tổng thành các trang thiết bị phục vụ thử nghiệm động cơ Daewoo-A16-DMS trên

băng thử AVL APA-204 được chỉ ra trên hình 1 [4], [5].



Hình 1. Bố trí các thiết bị thử nghiệm

Trong đó: 1 – thiết bị điều khiển vị trí bướm ga AVL THA-100; 2 – Hệ thống băng thử công suất động cơ AVL APA-204; 3 - Hộp nối chuyển các tín hiệu về trung tâm điều khiển PUMA; 4 – Thiết bị đo nồng độ khí thải Opus 40; 5 - Bộ đo lưu lượng khí nạp; 6 – Động cơ thí nghiệm Daewoo-A16-DMS; 7 – Bộ làm mát cảm biến.

2.2. Các nội dung nghiên cứu thử nghiệm

Dựa trên nền tảng lý thuyết [1], [2] cùng với các trang thiết bị hiện đại có tại phòng thí nghiệm Động cơ của khoa Cơ khí Giao thông, trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng, cho phép chúng tôi đã tổ chức nghiên cứu thử nghiệm động cơ Daewoo A16 DMS sử dụng nhiên liệu sinh học xăng RON95 pha 15% thể tích nhiên liệu sinh học butanol [4].

Các nội dung được tiến hành thử nghiệm nhằm phục vụ cho việc đánh giá so sánh các chỉ tiêu về kinh tế kỹ thuật cũng như các chất phát thải ô nhiễm do động cơ gây ra khi tiến hành thay đổi góc đánh lửa sớm từ 3 độ đến 13 độ trước điểm chết trên (BTDC) với bước thay đổi

góc đánh lửa là ± 2 độ so với góc đánh lửa sớm ban đầu của động cơ Daewoo A16 DMS sử dụng xăng RON95 (thay đổi góc đánh lửa sớm ban đầu được tiến hành bằng cách thiết kế thêm đồ gá để thay đổi vị trí đặt cảm biến tích hợp CPS xác định thời điểm đánh lửa dựa trên vành răng tạo xung khuyết gợn ở đầu trục cơ của động cơ Daewoo A16 DMS).

Các nội dung thử nghiệm bao gồm:

+ Phân tích các tính chất lý hóa của hỗn hợp nhiên liệu sinh học xăng RON95 pha 15% butanol (kí hiệu Bu15) theo tiêu chuẩn Việt Nam (QCVN1:2009/BKHCN).

+ Thử nghiệm đo đặc tính công suất và suất tiêu hao năng lượng theo số vòng quay của động cơ với bước thay đổi của số vòng quay là 350 vòng/phút; ứng với các chế độ tải: từ không tải (để thay đổi góc đánh lửa ban đầu), đến tải trung bình 50% và đầy tải 90%.

+ Thử nghiệm đo mức độ phát thải các chất ô nhiễm trong khí xả của động cơ tương ứng với các chế độ nêu trên.

Qui trình vận hành thử nghiệm được cài đặt và áp dụng chung cho việc chạy thử nghiệm đối với cả xăng thị trường RON95 và xăng sinh học Bu15.

3. Kết quả nghiên cứu thực nghiệm

3.1. Kết quả phân tích tính chất lý hóa của xăng RON95 và Bu15

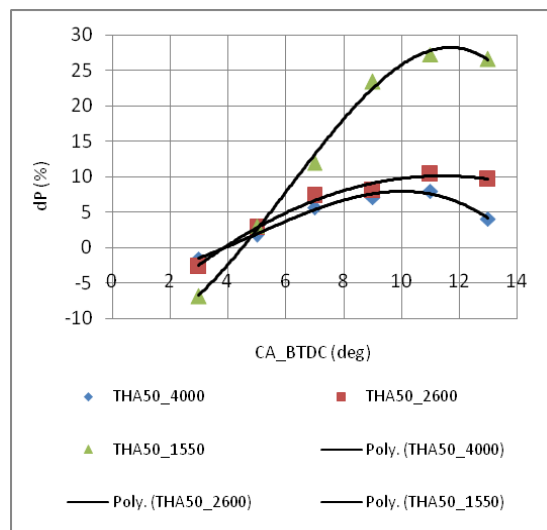
Mẫu xăng sinh học Bu15 gồm 01 lít của hỗn hợp 85% xăng RON95 và 15% thể tích Butanol, được phân tích các tính chất lý hóa tại Trung tâm Đo lường Chất lượng số 2 – TP. Đà Nẵng, các chỉ tiêu kỹ thuật cơ bản của xăng sinh học Bu15 dùng cho động cơ đánh lửa cưỡng bức đều đạt theo quy chuẩn Việt Nam

+ Diễn biến công suất động cơ tại 50% vị trí cung cấp nhiên liệu:

Nhìn vào bảng 1 và và kết quả phân tích [6] như trên hình 2 cho thấy, ở vị trí cung cấp nhiên liệu 50% công suất động cơ sử dụng nhiên liệu Bu15 chỉ tăng hơn đôi chút (từ 1.8% ÷ 3.0%) so với động cơ chạy xăng RON95 khi vẫn giữ nguyên góc đánh lửa sớm 5[độ]. Tuy vậy khi điều chỉnh góc đánh lửa sớm tăng dần lên đến 11[độ] thì công suất có thể tăng 8% ở tốc độ cao ($n=4000$ [v/ph]); còn khi động cơ làm việc ở tốc độ trung bình $n = 2600$ [v/ph] thì công suất động cơ có thể tăng lên đến 10% so với khi động cơ sử dụng nhiên liệu RON95.

QCVN1:2009/BKHCN; riêng chỉ số Oxy có cao hơn chút ít so với qui định (yêu cầu hàm lượng $Oxy \leq 2,7 \%$ khối lượng). Tuy vậy, sự có mặt của Oxy cao hơn đôi chút trong nhiên liệu sinh học Bu15 là có lợi cho quá trình cháy: cháy sạch hơn, góp phần giảm thiểu CO và HC. Vì vậy có thể xem 15% thể tích butanol có trong nhiên liệu sinh học Bu15 như là chất phụ gia cho xăng RON95 để cải thiện quá trình cháy và giảm thiểu ô nhiễm môi trường [3], [4] và [5].

3.2. Kết quả đo và phân tích công suất động cơ sử dụng nhiên liệu sinh học Bu15 so với xăng RON95



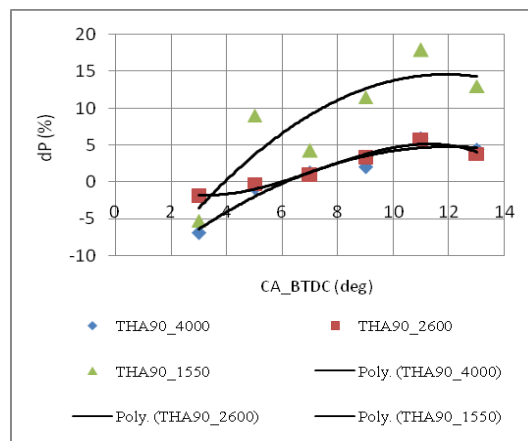
Hình 2: Mức độ tăng/giảm công suất động cơ Bu15 theo góc đánh lửa sớm (tại vị trí 50% bướm ga ở các tốc độ 1550v/ph, 2600v/ph, 4000v/ph)

Bảng 1. So sánh công suất động cơ Bu15/RON95 với 50% vị trí cung cấp nhiên liệu

Nhiên liệu	n = 1550v/ph		n = 2600v/ph		n = 4000v/ph	
	P _e [kW]	(±%)	P _e [kW]	(±%)	P _e [kW]	(±%)
RON95	13.963	-	29.232	-	44.391	-
Bu15(3độ)	13.004	-6.868	28.440	-2.709	43.694	-1.570
Bu15(5độ)	14.383	3.008	30.060	2.833	45.207	1.838
Bu15(7độ)	15.628	11.924	31.363	7.290	46.887	5.623
Bu15(9độ)	17.234	23.426	31.576	8.019	47.537	7.087
Bu15(11độ)	17.766	27.236	32.263	10.369	47.932	7.977
Bu15(13độ)	17.679	26.613	32.057	9.664	46.197	4.068

+ Diễn biến công suất động cơ tại 90% vị trí cung cấp nhiên liệu:

Cũng vậy, ở vị trí cung cấp nhiên liệu 90% thì công suất động cơ khi sử dụng nhiên liệu Bu15 phát huy tốt nhất ứng với góc đánh lửa sớm được điều chỉnh tăng lên đến 11[độ]. Tuy vậy mức độ tăng công suất không còn cao như chế độ tải trung bình 50%. Công suất của động cơ khi sử dụng nhiên liệu sinh học Bu15 ở cả hai trường hợp tốc độ cao $n=4000$ [v/ph] và tốc độ trung bình $n = 2600$ [v/ph] đều tăng khoảng 5.8% (xem hình 3 và bảng 2) so với khi sử dụng nhiên liệu RON95.

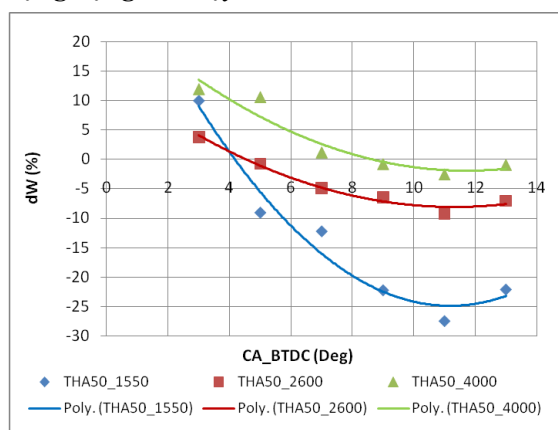


Hình 3: Mức độ tăng/giảm công suất động cơ Bu15 theo góc đánh lửa sớm (tại vị trí 90% bướm ga ở các tốc độ 1550v/ph, 2600v/ph, 4000v/ph)

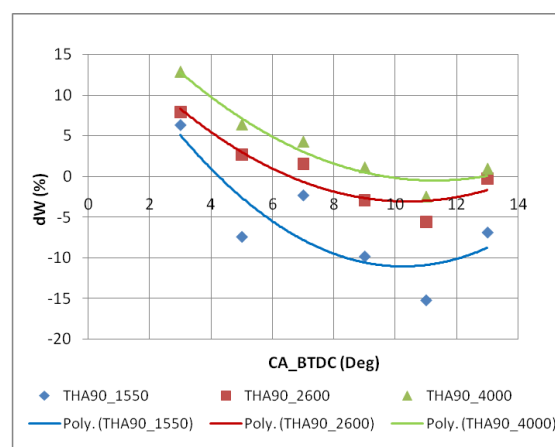
Bảng 2. So sánh công suất động cơ BU15/RON95 với 90% vị trí cung cấp nhiên liệu

Nhiên liệu	n = 1550v/ph		n = 2600v/ph		n = 4000v/ph	
	N _e [kW]	(±%)	N _e [kW]	(±%)	N _e [kW]	(±%)
RON95	16.557	-	31.685		49.446	-
Bu15(3độ)	15.689	-5.239	31.066	-1.955	46.039	-6.889
Bu15(5độ)	18.048	9.007	31.603	-0.260	49.048	-0.804
Bu15(7độ)	17.259	4.241	31.963	0.875	50.108	1.340
Bu15(9độ)	18.465	11.524	32.709	3.230	50.434	1.999
Bu15(11độ)	19.516	17.872	33.524	5.802	52.329	5.831
Bu15(13độ)	18.705	12.978	32.895	3.819	51.640	4.437

3.3. Kết quả đo và phân tích tiêu hao năng lượng động cơ chạy Bu15 so với RON95



Hình 4. Mức độ tăng/giảm tiêu hao năng lượng Bu15 theo góc đánh lửa sớm (tại vị trí 50% bướm ga ở các tốc độ 1550v/ph, 2600v/ph, 4000v/ph)



Hình 5. Mức độ tăng/giảm tiêu hao năng lượng Bu15 theo góc đánh lửa sớm (tại vị trí 90% bướm ga ở các tốc độ 1550v/ph, 2600v/ph, 4000v/ph)

Bảng 3. So sánh tiêu hao năng lượng riêng của động cơ BU15/RON95 ở 50% vị trí cung cấp nhiên liệu

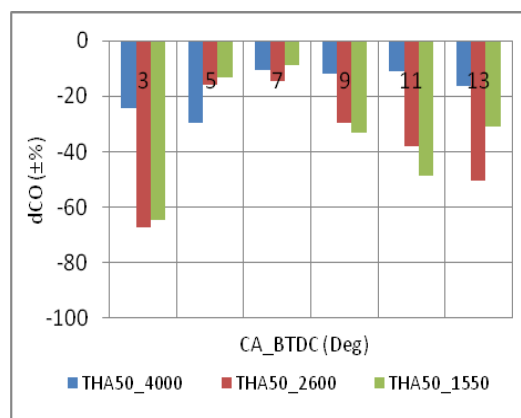
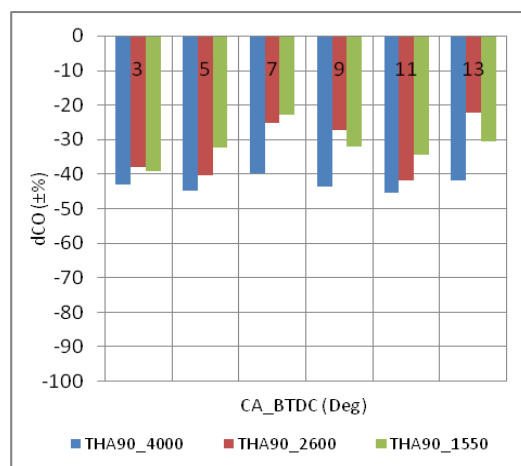
Nhiên liệu	n = 1550v/ph		n = 2600v/ph		n = 4000v/ph	
	W[MJ/kWh]	dW (±%)	W[MJ/kWh]	dW (±%)	W[MJ/kWh]	dW (±%)
RON95	15.34		12.30		12.68	
Bu15(3độ)	16.87	9.94	12.77	3.78	14.19	11.94
Bu15(5độ)	13.82	-9.06	12.21	-0.79	14.18	10.59
Bu15(7độ)	13.65	-12.23	11.70	-4.91	12.83	1.10
Bu15(9độ)	12.31	-22.24	11.50	-6.51	12.57	-0.81
Bu15(11độ)	11.96	-27.47	11.16	-9.29	12.36	-2.55
Bu15(13độ)	12.70	-22.11	11.43	-7.08	12.56	-0.94

Kết quả phân tích tiêu hao nhiên liệu, được tính toán và phân tích theo tiêu hao năng lượng riêng tính bằng [MJ/kWh]- dựa trên tỷ lệ thành phần tham gia và giá trị về nhiệt trị thấp lý thuyết của nhiên liệu xăng RON95 và Butanol.

Kết quả trên hình 4 cho thấy, tiêu hao năng lượng riêng nhỏ nhất của động cơ chạy Bu15 có góc đánh lửa tối ưu khoảng 11[độ] khi vận hành động cơ ở chế độ tải trung bình (50% vị trí bướm ga) và ứng với tốc độ thấp 1550v/ph. Ở các tốc độ cao hơn, góc đánh lửa sớm tối ưu có xu hướng tăng lớn hơn 11[độ]; tiến gần về phía 12[độ]. Ở góc đánh lửa tối ưu này, tiêu hao năng lượng riêng không những ít nhất mà còn có thể giảm từ 2.55% đến 27,47% so với khi chạy RON95 (Bảng 3 và Hình 4).

Với mức tải cao hơn, ở vị trí cung cấp nhiên liệu 90%, thì tiêu hao năng lượng riêng nhỏ nhất của động cơ khi sử dụng nhiên liệu Bu15 có vùng điều chỉnh góc đánh lửa sớm tối ưu khoảng 10[độ] đến 11[độ]. Theo đó, ứng với tốc độ cao 4000v/ph thì có góc đánh lửa tối ưu khoảng 11[độ], còn khi tốc độ động cơ giảm về 1550v/ph thì góc đánh lửa tối ưu giảm dần về khoảng 10[độ] (xem Hình 5).

Kết quả đo ô nhiễm khí thải cho thấy thành phần khí thải CO giảm rõ rệt từ (-10%) cho đến (-60%) khi sử dụng nhiên liệu Bu15 trong vùng thay đổi góc đánh lửa nghiên cứu.

**Hình 6.** Mức độ giảm chất phát thải CO khi dùng Bu15 theo góc đánh lửa sớm (50% vị trí bướm ga) ở các tốc độ 1550v/ph, 2600v/ph, 4000v/ph**Hình 7:** Mức độ giảm chất phát thải CO khi dùng Bu15 theo góc đánh lửa sớm (90% bướm ga) ở các tốc độ 1550v/ph, 2600v/ph, 4000v/ph

3.4. Kết quả đo ô nhiễm khí thải

Theo đó, kết quả phân tích cho thấy: ở chế độ tải trung bình (ở mức 50% vị trí bướm ga - Hình 6) tại góc đánh lửa sớm 11[độ], thành phần khí độc hại CO giảm từ (-38%) cho đến (-49%) đối với vùng tốc độ trung bình và thấp; còn ở chế độ tải lớn (ở mức 90% vị trí bướm ga) thì CO cũng giảm trung bình từ (-35%) đến (-45%) tại góc đánh lửa sớm 11[độ] (Hình 7).

4. Kết luận

Qua kết quả thí nghiệm động cơ chạy trên băng thử công suất APA-204, dựa trên sự phân tích, đánh giá ảnh hưởng của việc điều chỉnh góc đánh lửa sớm ban đầu đến tính kinh tế kỹ thuật cũng như mức độ phát thải ô nhiễm môi trường đối với động cơ sử dụng nhiên liệu sinh học Bu15 so với nhiên liệu RON95, bài báo này rút ra một số kết luận như sau:

+ Góc đánh lửa sớm ban đầu tối ưu cho động cơ Daewoo A16 DMS sử dụng nhiên liệu sinh học Bu15 là 11 ± 1 độ góc quay trục khuỷu

trước điểm chết trên (BTDC); tăng sớm hơn 6 độ so góc đánh lửa sớm ban đầu của động cơ khi dùng nhiên liệu thị trường RON95.

+ Công suất động cơ có thể tăng khoảng 6% đến 10% ở các chế độ tải và tốc độ trung bình trở lên (trong khi tiêu hao nhiên liệu chỉ có tăng lên từ 1% đến 5.5%) ứng với góc đánh lửa sớm ban đầu tối ưu (11 ± 1 độ) khi sử dụng nhiên liệu sinh học Bu15 so với nhiên liệu xăng RON95; nên tiêu hao năng lượng riêng [MJ/kWh] có thể giảm từ 2,55÷27,47%.

+ Mức độ phát thải chất ô nhiễm CO có thể giảm từ 35% đến 49% ở các chế độ vận hành ứng với góc đánh lửa sớm ban đầu tối ưu (11 ± 1 độ) khi động cơ sử dụng nhiên liệu sinh học Bu15 so với nhiên liệu xăng RON95.

Các kết luận trên cho thấy cần thiết phải điều chỉnh góc đánh lửa sớm ban đầu của động cơ một cách hợp lý để có thể phát huy hiệu quả việc sử dụng nhiên liệu thay thế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Tất Tiến, *Nguyên Lý Động Cơ Đốt Trong*, Nhà xuất bản Giáo dục, Năm 2010.
- [2] Đinh Ngọc Ân, *Trang bị điện ô tô*, Nhà xuất bản Giáo dục, Năm 2005.
- [3] Nguyễn Huỳnh Hưng Mỹ, Nguyễn Hữu Lương, Nguyễn Đình Việt, Cấn Đình Hùng (2012), “Đánh giá khả năng ứng dụng butanol trong động cơ xăng để thay thế một phần nhiên liệu truyền thống tại Việt Nam”, *Viện Dầu khí Việt Nam*, Số (8), Tr. 36-45, Năm 2012.
- [4] Bùi Ngọc Hân (2012), Nghiên cứu thực nghiệm ảnh hưởng của góc đánh lửa đến động cơ ô tô sử dụng nhiên liệu xăng pha butanol, *Luận văn Thạc sĩ Kỹ thuật*, Đại học Đà Nẵng – 2012.
- [5] Huỳnh Tấn Tiến (2012), “Đánh giá khả năng sử dụng Butanol phối trộn vào xăng nhiên liệu”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng*, Số 1(50), Tr. 57-64.
- [6] L. Z. RUMSISKI (Hoàng Hữu Như, Nguyễn Bắc Văn - Dịch:1972), *Phương pháp tính toán xử lý các kết quả thực nghiệm*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội - 1972.

(BBT nhận bài: 11/03/2013, phản biện xong: 29/10/2013)