

# XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ CỦA BỔ SUNG KHÍ PROPANE ĐỐI VỚI ĐỘNG CƠ XĂNG

## BUILDING EFFECTIVE EVALUATION MODELS OF PROPANE ADDITION TO GASOLINE ENGINE

Hoàng Xuân Anh<sup>1,\*</sup>, Nguyễn Tuấn Nghĩa<sup>1</sup>,  
Nguyễn Văn Tuấn<sup>2</sup>, Nguyễn Thị Huệ<sup>3</sup>

### TÓM TẮT

Hiện nay, đứng trước vấn đề ô nhiễm môi trường ngày càng trầm trọng, một trong những nguyên nhân đó là từ khí thải của động cơ, mỗi quốc gia có những chính sách riêng để giảm phát thải khí độc hại. Nhằm giảm ảnh hưởng từ các chất độc hại đối với môi trường và con người, đáp ứng yêu cầu được quy định về khí thải đối với động cơ lắp trên phương tiện cơ giới đường bộ thì một trong những hướng nghiên cứu hiện nay là sử dụng nhiên liệu thay thế. Trong nghiên cứu này để đánh giá hiệu quả làm việc của động cơ khi bổ sung khí propane các tác giả xây dựng mô hình động cơ bằng phần mềm AVL Boost, rồi từ đó khảo sát đánh giá với các tỷ lệ propane được thay thế.

**Từ khóa:** Mô hình động cơ, động cơ xăng, khí propane.

### ABSTRACT

Nowadays, facing increasing environmental pollution, one of causes is from engine exhaust, that each country has built its owned policies to reduce hazardous gas emission. To lessen bad effects from toxic substances to environment and human, meet with requirements on exhaust for the motorcycles built in road vehicles, one of existing research trends is use of alternative fuels. In this research, to evaluate performance efficiency of the engine on adding propane, the authors build the engine models by AVL Boost software, then survey and evaluate the alternative propane portion.

**Keywords:** Engine model, gasoline engine, propane gas.

<sup>1</sup>Khoa Công nghệ Ô tô, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

<sup>2</sup>Khoa Cơ khí, Trường Đại học Công nghệ giao thông vận tải

<sup>3</sup>Khoa Cơ sở kỹ thuật, Trường Đại học Công nghệ giao thông vận tải

\*Email: xuananhauto@gmail.com

Ngày nhận bài: 05/6/2018

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 30/6/2018

Ngày chấp nhận đăng: 25/10/2018

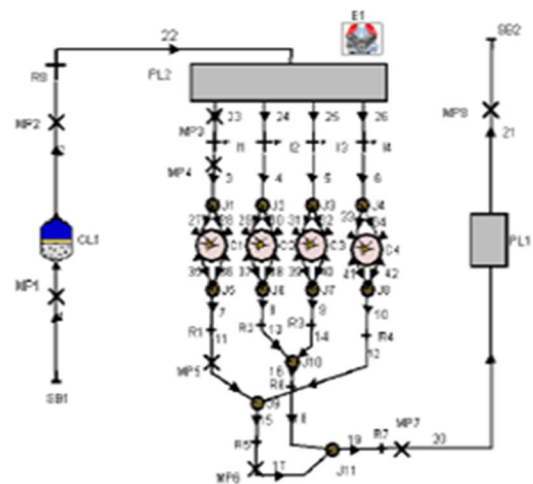
### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để giảm các thành phần độc hại trong khí thải động cơ xăng, ngoài các biện pháp công nghệ như cải tiến kết cấu buồng cháy, thay đổi pha phối khí, tối ưu hóa các thông số của quá trình cung cấp nhiên liệu,... thì biện pháp sử dụng nhiên liệu sạch cho động cơ xăng, trong đó có nhiên liệu khí hóa lỏng (Propane) hiện đang được nhiều nhà khoa học quan tâm. Nhiên liệu Propane có đặc điểm cháy tương tự

xăng, có tính bay hơi và hoà trộn tốt với không khí và có trị số octane (octane = 111) cao hơn xăng nên rất thích hợp làm nhiên liệu cho động cơ đốt cháy cưỡng bức [1]. Đặc điểm kết cấu chung của động cơ sử dụng Propane đốt cháy cưỡng bức hoàn toàn tương tự động cơ xăng và chỉ khác ở hệ thống cung cấp nhiên liệu và tạo hỗn hợp. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, động cơ chạy Propane có tính kinh tế nhiên liệu cao hơn động cơ xăng do suất tiêu hao nhiên liệu thấp hơn. Mặt khác, phát thải các thành phần độc hại của động cơ chạy nhiên liệu Propane thấp hơn nhiều so với chạy xăng nên Propane được coi là nhiên liệu sạch, vì vậy nhiên liệu này có xu hướng được sử dụng ngày càng rộng rãi để làm nhiên liệu thay thế trong động cơ đốt cháy cưỡng bức [2].

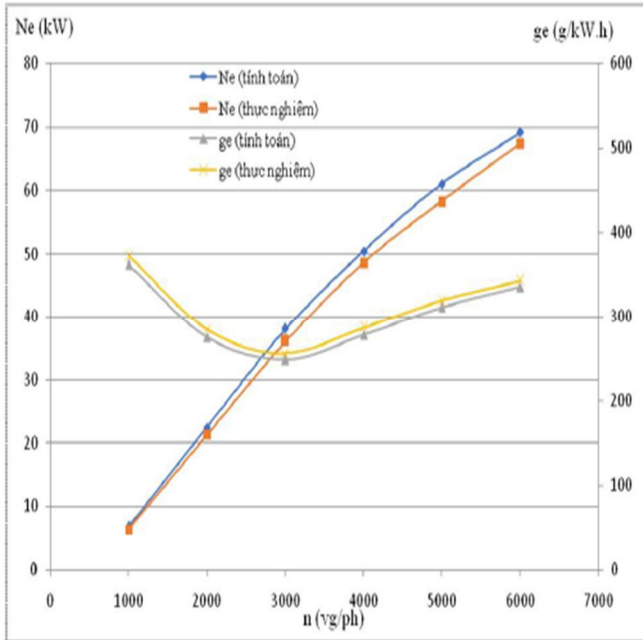
Việc chuyển đổi động cơ xăng sang Propane [3] thường làm giảm công suất. Vấn đề này có thể được giảm thiểu bằng cách thiết kế cẩn thận hệ thống phun để nhiệt làm Propane bốc hơi được rút ra từ không khí nạp vào, do đó không khí được làm lạnh và bị đông kết, làm tăng thể tích nạp. Kết quả nghiên cứu cho thấy sự bay hơi và sự hòa trộn của hỗn hợp khí áp suất phun thay đổi là khác nhau dẫn tới mô men động cơ và nhiệt độ hỗn hợp trong xi lanh cũng ở mức khác nhau.

### 2. MÔ HÌNH TÍNH TOÁN



Hình 1. Mô hình động cơ 1NZ - FE trên AVL-Boost

Việc tính toán mô phỏng các thông số của động cơ trên phần mềm AVL-Boost được thực hiện trên mô hình mô phỏng động cơ được thành lập thể hiện như hình 1. Số liệu nhập vào mô hình động cơ được lấy từ bảng 1. Mô hình mô phỏng sử dụng mô hình cháy Fractal, mô hình truyền nhiệt Woshni 1978, sau khi nhập số liệu tiến hành chạy mô hình kết quả thể hiện trên bảng 2, bảng 3 và đồ thị hình 2.



Hình 2. Kết quả mô phỏng công suất, suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ với số liệu thực nghiệm khi sử dụng xăng

Bảng 1. Thông số cơ bản của động cơ Toyota Vios 1N3-FE

Thông số	Ký hiệu	Giá trị
Hành trình piston (mm)	$S$	84,7
Đường kính xi lanh (mm)	$D$	75
Số xi lanh (-)	$I$	4
Công suất định mức (kW)	$N_e$	80
Mô men cực đại ở $n = 4200$ v/ (Nm)	$M_{e_{max}}$	140
Số vòng quay định mức (v/ph)	$n_{dm}$	6000
Suất tiêu hao nhiên liệu nhỏ nhất (g/kW.h)	$g_e$	244
Tỉ số nén (-)	$\epsilon$	10,5 : 1

Bảng 2. Kết quả mô phỏng công suất khi bổ sung khí Propane

	NB	5%	10%	15%	20%	25%
$n$	$N_e(kW)$	$N_e(kW)$	$N_e(kW)$	$N_e(kW)$	$N_e(kW)$	$N_e(kW)$
1000	8,87	8,25	7,98	7,73	7,47	7,12
2000	18,48	17,46	16,99	16,58	16,18	15,61
3000	31,07	28,70	27,66	26,61	25,74	24,41
4000	45,42	43,17	42,06	41,26	40,37	39,11
5000	64,04	61,24	59,89	58,95	57,79	56,23
6000	74,13	70,96	69,57	68,39	67,07	65,31

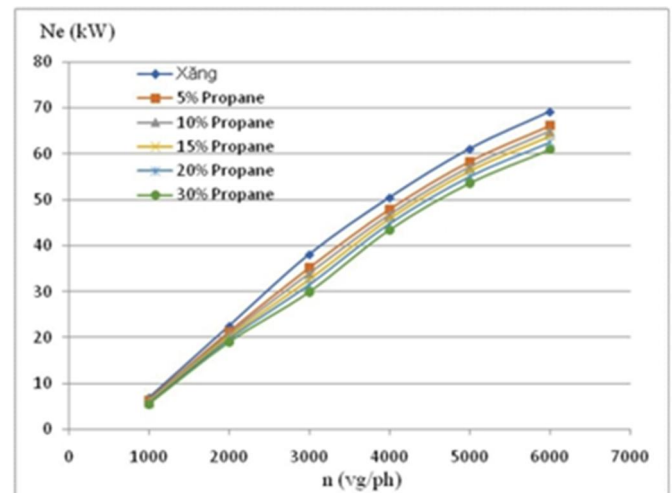
Bảng 3. Kết quả mô phỏng suất tiêu hao nhiên liệu khi bổ sung khí Propane

$n$	NB	5%	10%	15%	20%	30%
	$g_e$ (g/kW.h)	$g_e$ (g/kW.h)	$g_e$ (g/kW.h)	$g_e$ (g/kW.h)	$g_e$ (g/kW.h)	$g_e$ (g/kW.h)
1000	284,37	304,10	313,03	320,90	329,33	340,57
2000	266,59	281,19	288,57	293,13	299,77	308,06
3000	263,64	283,58	293,01	299,96	308,83	320,13
4000	266,89	279,91	285,98	291,06	296,55	303,96
5000	268,55	280,09	286,17	289,94	294,75	301,30
6000	277,81	289,49	294,97	299,40	304,26	310,88

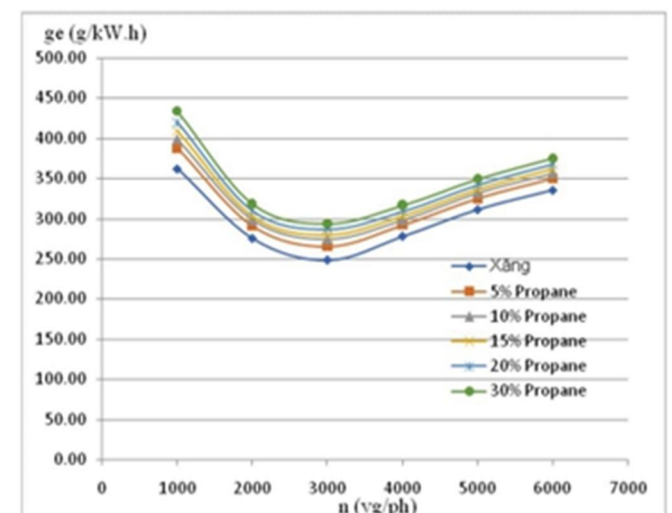
Đồ thị hình 2 cho thấy, sai lệch của kết quả mô phỏng so với thực nghiệm như trên đều nhỏ hơn 5% nên có thể nói mô hình mô phỏng động cơ được xây dựng đảm bảo độ tin cậy và có thể sử dụng để tính toán mô phỏng các thông số làm việc của động cơ.

### 3. KẾT QUẢ KHẢO SÁT VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Tính năng làm việc



Hình 3. So sánh tính năng công suất khi sử dụng xăng và khí Propane



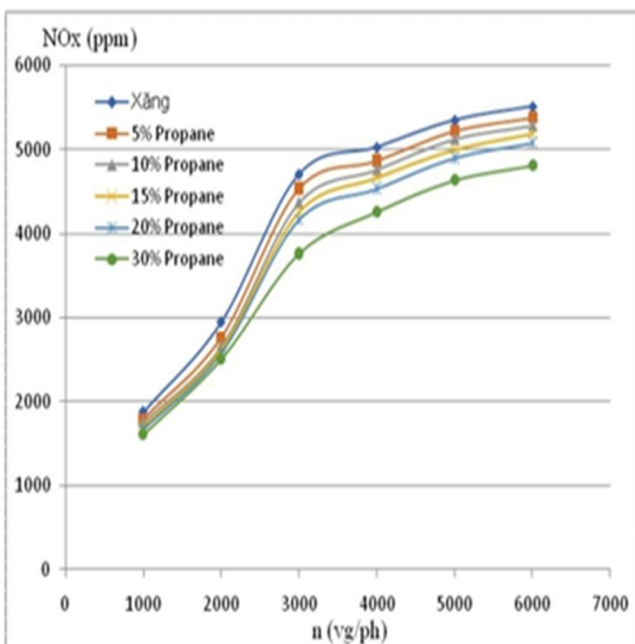
Hình 4. So sánh tính năng suất tiêu hao nhiên liệu khi sử dụng xăng và khí Propane

Từ hình 3, 4 cho thấy, ở đường đặc tính ngoài, công suất động cơ giảm trung bình khoảng 16% trong miền số vòng quay động cơ từ 1000 v/ph đến 6000 v/ph khi sử dụng khí Propane. Ở số vòng quay động cơ là 3000 v/ph, công suất trong trường hợp chạy khí thiên nhiên giảm tới 21,4% so với trường hợp động cơ chạy nhiên liệu xăng. Nguyên nhân là do Propane tồn tại ở dạng khí nên sẽ chiếm chỗ không khí trong quá trình nạp nhiên liệu của động cơ. Suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ cũng tăng theo, giá trị tăng trung bình 15%.

**3.2. So sánh thành phần phát thải độc hại**

Phần mềm AVL-Boost đưa ra cho ta kết quả mô phỏng về các thành phần phát thải của động cơ là phát thải NO<sub>x</sub>, CO, HC. Các biểu đồ hình 5, 6, 7 thể hiện và so sánh phát thải của động cơ trong các trường hợp nhiên liệu xăng, nhiên liệu khí với điều kiện bướm ga mở hoàn toàn.

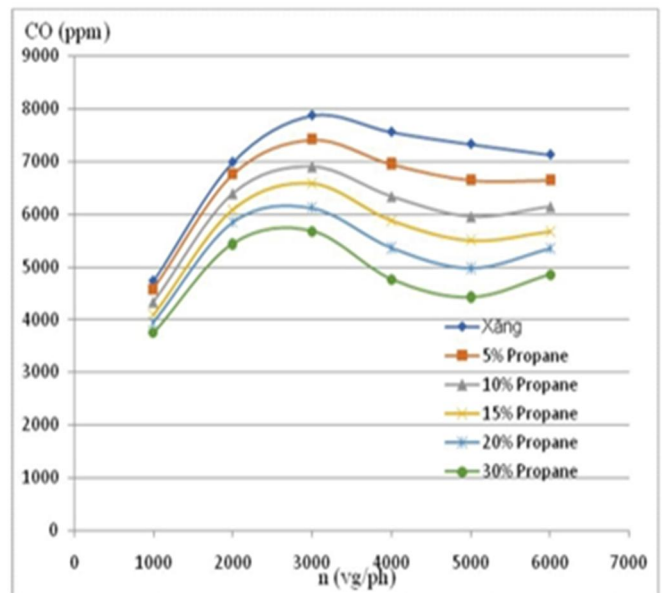
**Khí thải NO<sub>x</sub>:**



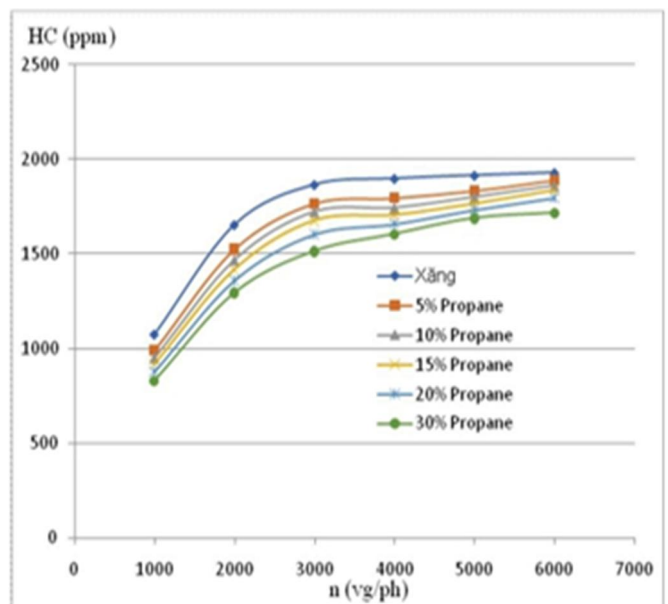
Hình 5. So sánh phát thải NO<sub>x</sub> khi sử dụng nhiên liệu xăng và Propane

Từ hình 5 cho thấy, phát thải NO<sub>x</sub> của động cơ khi sử dụng nhiên liệu Propane xu hướng giảm mạnh so với khi động cơ sử dụng nhiên liệu xăng. Phát thải NO<sub>x</sub> giảm trung bình ở 30% Propane là 15%. Phát thải NO<sub>x</sub> được hình thành trong điều kiện nhiệt độ cao và thừa oxy nên có thể giải thích nguyên nhân giảm phát thải NO<sub>x</sub> là do tốc độ lan truyền màng lửa của Propane nhỏ hơn xăng nên quá trình cháy diễn ra chậm hơn làm tăng tổn thất nhiệt qua thành vách xylanh, từ đó giảm nhiệt độ cực đại trong buồng cháy. Ngoài ra, Propane có nhiệt độ màng lửa nhỏ hơn của nhiên liệu xăng và có chỉ số Octan cao hơn xăng nên quá trình cháy trễ kéo dài hơn cũng làm giảm nhiệt độ quá trình cháy. Những yếu tố trên đều dẫn tới kết quả là nhiệt độ quá trình cháy giảm, từ đó giảm phát thải NO<sub>x</sub>.

**Khí thải CO, HC:**



Hình 6. So sánh phát thải CO khi sử dụng nhiên liệu xăng và Propane



Hình 7. So sánh phát thải HC khi sử dụng nhiên liệu xăng và Propane

Từ hình 6 và 7 cho thấy, do nhiên liệu Propane tồn tại ở dạng khí nên cải thiện được chất lượng hình thành hỗn hợp, từ đó cải thiện quá trình cháy làm giảm phát thải CO vì phát thải này hình thành do quá trình ô xy hóa không hoàn toàn. Phát thải CO, HC có xu hướng giảm mạnh khoảng 39,6% và 22,5% khi động cơ sử dụng 30% Propane so với trường hợp sử dụng nhiên liệu xăng. Nguyên nhân chính là do hỗn hợp Propane và không khí được hòa trộn tốt hơn dẫn tới quá trình cháy triệt để hơn, điều này cũng góp phần làm giảm phát thải CO như đã phân tích. Một yếu tố nữa dẫn tới giảm phát thải HC cũng phải kể đến đó là nhiên liệu Propane cung cấp ở dạng khí nên sẽ giảm thiểu được phát thải HC sinh ra do cơ chế hấp thụ và giải phóng HC trên bề mặt gương xylanh.

#### 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã thực hiện được:

+ Xây dựng mô hình đánh giá hiệu quả của việc cung cấp Propane cho động cơ xăng, với kết quả, công suất của động cơ có xu hướng giảm, trung bình giảm khoảng 16% khi sử dụng Propane đến 30%. Tất cả các thành phần phát thải độc hại đều có xu hướng giảm, CO giảm trung bình 18%, HC giảm 10,8% và NO<sub>x</sub> giảm 8,7%.

+ Từ những kết quả nghiên cứu nêu trên, có thể thấy việc chuyển đổi các động cơ xăng đang lưu hành sang sử dụng nhiên liệu khí làm giảm đáng kể các thành phần phát thải độc hại, góp phần giảm thiểu mức độ ô nhiễm môi trường. Việc chuyển đổi động cơ xăng đang lưu hành sang sử dụng nhiên liệu khí là khả thi và có ý nghĩa thực tiễn cao.

---

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Taib Iskandar Mohamad, Mark Jermy, Anni Kaisa, Vuorenskoski and Matthew Harrison, 2012. *The Effects of Propane and Gasoline Sprays Structures from Automotive Fuel Injectors under Various Fuel and Ambient Pressures on Engine Performance*, World Applied Sciences Journal 18 (3): 396-403.

[2]. Yamin, J.A. and O.O. Badran, 2002. *Analytical study to minimize the heat losses from a propane powered 4-stroke spark ignition engine*. Renewable Energy, 27: 463-478.

[3]. Wallace, S.J., 1989. Assessment of "first generation" propane conversion equipment. SAE, pp: 892133.

[4]. Users guide- AVL Boost version 2013.2