

# ẢNH HƯỞNG CỦA GÓC ĐÁNH LỬA SỚM ĐẾN ĐẶC ĐIỂM LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ SỬ DỤNG CNG ĐƯỢC CHUYỂN ĐỔI TỪ ĐỘNG CƠ XĂNG

Nguyễn Tường Vi<sup>1</sup>, Bùi Thị Len<sup>2</sup>, Nguyễn Hữu Thành<sup>3</sup>, Nguyễn Ngọc Hùng<sup>4</sup>

*Trường Đại học Thủy lợi, email: Nguyentuongvi1978@tlu.edu.vn*

<sup>2</sup>*Khoa Cơ khí, Trường Cao đẳng Cơ khí nông nghiệp*

<sup>3</sup>*Khoa Sư phạm dạy nghề, Trường Cao đẳng Cơ khí nông nghiệp*

<sup>4</sup>*Sở Khoa học và Công nghệ Thanh Hóa*

## 1. GIỚI THIỆU CHUNG

Hiện nay, chất lượng không khí của các trung tâm thành phố xuống rất thấp do bị ô nhiễm từ khí thải động cơ xăng và diesel. Để đáp ứng nhu cầu sử dụng nhiên liệu ngày càng cao và yêu cầu về giảm thiểu phát thải độc hại do các phương tiện vận tải sinh ra, việc sử dụng nhiên liệu khí thiên nhiên NG (Natural Gas) là một lựa chọn phù hợp. Nhiên liệu NG có thể được chứa trong các bình chứa áp suất cao dưới dạng khí nén CNG (Compressed Natural Gas). Trên thế giới, khí thiên nhiên được sử dụng làm nhiên liệu rất phổ biến do ưu điểm vượt trội so với nhiên liệu xăng truyền thống như chỉ số Octan cao nên có thể làm việc ở tỷ số nén lớn để nâng cao hiệu suất động cơ mà không có hiện tượng kích nổ [1,2]. Thêm nữa, thành phần chính của khí thiên nhiên là mê tan có tỷ lệ nguyên tố C/H nhỏ hơn xăng nên các thành phần phát thải độc hại như CO, HC và CO<sub>2</sub> nhỏ hơn nhiều so với nhiên liệu xăng, phát thải NO<sub>x</sub> cũng thấp hơn. Tuy nhiên, CNG có tốc độ cháy tương đối nhỏ hơn so với nhiên liệu xăng (0,43 đối với xăng và 0,38 đối với CNG [3]), dẫn tới thời gian cháy kéo dài hơn, do đó cần thiết nghiên cứu ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm khi sử dụng CNG.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là động cơ Toyota Vios 1NZ - FE là động cơ xăng 4 kỳ, 4 xylanh,

sử dụng hệ thống nhiên liệu phun xăng đa điểm do Toyota sản xuất. Các thông số cơ bản của động cơ được trình bày trong Bảng 1.

**Bảng 1. Các thông số kỹ thuật của động cơ**

Thông số	Ký hiệu	Giá trị
Hành trình piston (mm)	S	84,7
Đường kính xylanh (mm)	D	75
Số xylanh (-)	i	4
Công suất định mức (kW)	N <sub>e</sub>	80
Mô men cực đại ở n = 4200 v/ph (Nm)	M <sub>e max</sub>	140
Số vòng quay định mức (v/ph)	n <sub>dm</sub>	6000
Suất tiêu hao nhiên liệu nhỏ nhất (g/kWh)	g <sub>e</sub>	244
Tỷ số nén (-)	ε	10,5:1

### 2.2. Quy trình mô phỏng

- Ở mỗi giá trị tốc độ, tiến hành tăng  $\varphi_s$  4, 8, 12 và 16°TK so với nguyên bản (NB).

- Tiến hành (MP) và lựa chọn được bộ thông số góc đánh lửa sớm hợp lý ( $\varphi_{sOP}$ ) dựa vào điều kiện áp suất có ích trung bình (BMEP) cao nhất có thể và chỉ số ôc tan yêu cầu nhỏ hơn 120. Sau đó, MP công suất, suất tiêu hao nhiên liệu và phát thải của động cơ ứng với các góc đánh lửa sớm này.

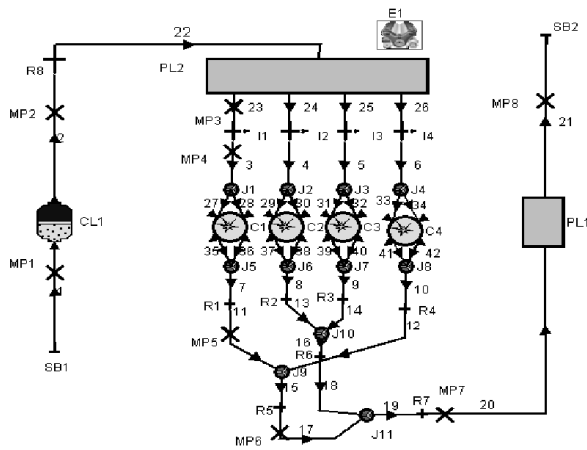
## 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### 3.1. Xây dựng mô hình

Kết quả thử nghiệm để hiệu chỉnh mô hình được đo trên băng thử động lực học cao ETB

tại Phòng thí nghiệm Động cơ đốt trong, Viện Cơ khí động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, gồm: Phan điện APA100 hoạt động ở hai chế độ là động cơ điện và máy phát điện. Băng thử được điều khiển thông qua phần mềm PUMA được kết nối với máy tính PC. Phần mềm PUMA có chức năng ghi nhận các tín hiệu từ cảm biến lắp trên băng thử và lắp trên động cơ. Quá trình thay đổi tốc độ, mômen, vị trí tay ga của động cơ được tiến hành thông qua bảng điều khiển. Ngoài ra, còn có thiết bị AVL733S dùng để đo tiêu hao nhiên liệu xăng.

Dựa vào các thông số kỹ thuật của nhà sản xuất cũng như các thông số đo đạc trên thực tế, mô hình động cơ được xây dựng như thể hiện trên Hình 1.

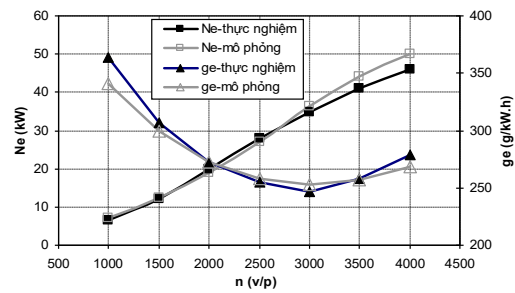


Hình 1. Mô hình động cơ INZ-FE

### 3.2. Đánh giá độ tin cậy của mô hình

Đồ thị trên Hình 2 cho thấy, kết quả MP công suất và suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ ở đường đặc tính ngoài với số liệu thực nghiệm (TN). Sự sai lệch lớn nhất giữa công suất MP và số liệu TN là 7,4% tại tốc độ 4000v/ph và sai lệch trung bình 4,5% trên toàn dải tốc độ của động cơ. Suất tiêu thụ nhiên liệu MP có sai lệch lớn nhất 5,3% so với TN và sai lệch trung bình 3,26% trên toàn dải tốc độ.

Với sai lệch của kết quả MP so với TN như trên đều nhỏ hơn 10% nên có thể nói mô hình MP động cơ được xây dựng đảm bảo độ tin cậy và có thể sử dụng để MP các thông số làm việc của động cơ.

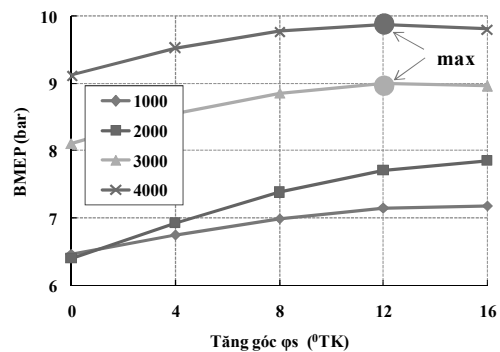


Hình 2. So sánh kết quả MP công suất và suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ

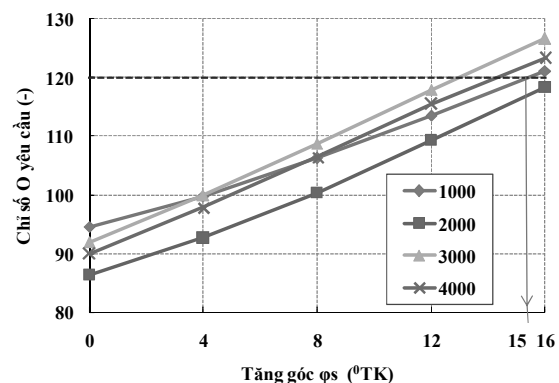
### 3.3. Kết quả và thảo luận

#### 3.3.1. Ảnh hưởng của góc $\varphi_s$ đến BMEP và chỉ số RON yêu cầu

Hình 3 thể hiện diễn biến của BMEP theo độ tăng  $\varphi_s$  so với  $\varphi_s$  nguyên bản (MP ở toàn tải), ở tốc độ 1000, 3000 và 4000v/ph, BMEP tăng và đạt giá trị cực đại ứng với độ tăng  $\varphi_s$  12°TK so với góc  $\varphi_s$  nguyên bản, trong khi đó, ở tốc độ 2000v/ph, BMEP tăng lên khi tăng  $\varphi_s$  và vẫn có xu hướng tiếp tục tăng. Hình 4 cho thấy, càng tăng  $\varphi_s$  thì chỉ số ốc tan RON yêu cầu càng tăng và vượt quá giá trị 120 ở các tốc độ 1000, 3000 và 4000v/ph.



Hình 3. Sự thay đổi BMEP theo  $\varphi_s$



Hình 4. Chỉ số RON yêu cầu theo  $\varphi_s$

Như vậy, có thể nhận xét như sau:

- Tốc độ 1000, 3000 và 4000v/ph: BMEP đạt lớn nhất khi tăng  $\varphi_s$  12°TK so với góc đánh lửa sớm nguyên bản;

- Tốc độ 2000v/ph: BMEP đạt lớn nhất tại  $\varphi_s$  16°TK so với  $\varphi_s$  nguyên bản để đảm bảo chỉ số ôc tan tối thiểu yêu cầu nhỏ hơn giá trị giới hạn.

### 3.3.2. Ảnh hưởng của $\varphi_s$ đến tính năng làm việc của động cơ

Kết quả MP công suất ( $N_e$ ), suất tiêu hao nhiên liệu ( $g_e$ ) và hàm lượng các thành phần phát thải độc hại của động cơ sử dụng CNG ở chế độ toàn tải, tốc độ 4000v/ph khi thay đổi  $\varphi_s$  theo hướng tăng dần so với  $\varphi_s$  nguyên bản đến giá trị tăng 12°TK (BMEP max) được chỉ ra trong Bảng 2.

**Bảng 2. Ảnh hưởng của  $\varphi_s$  đến tính năng làm việc của động cơ (ở toàn tải, tốc độ 4000v/p)**

Thông số		$\varphi_s$			
		0	4	8	12
$N_e$	Trị số (kW)	46,10	47,55	48,75	49,05
	Tỷ lệ thay đổi (%)	0	3,1	5,7	6,4
$g_e$	Trị số (g/kW.h)	241	234	229	225
	Tỷ lệ thay đổi (%)	0	-2,9	-5,0	-6,6
CO	Hàm lượng (ppm)	3420	3375	3553	3693
	Tỷ lệ thay đổi (%)	0	-1,5	-3,9	-8,2
HC	Hàm lượng (ppm)	5522	8935	11645	15262
	Tỷ lệ thay đổi (%)	0	61,8	110,9	176,4
NO <sub>x</sub>	Hàm lượng (ppm)	2779	3051	3222	3283
	Tỷ lệ thay đổi (%)	0	9,7	15,8	18,0

Cụ thể có thể thấy rằng, khi tăng góc  $\varphi_s$  thêm lần lượt 4, 8 và 12°TK so với  $\varphi_s$  nguyên bản của động cơ thì công suất tăng tương ứng với tỷ lệ 3,1%, 5,7% và 6,4%. Suất tiêu hao nhiên liệu giảm với tỷ lệ tương tự, trong khi đó hàm lượng phát thải CO chỉ giảm tối đa

8,2% còn HC và NO<sub>x</sub> thì tăng mạnh liệt. Hàm lượng phát thải HC tăng lần lượt là 61,8%, 110,9% và 176,4%. Hàm lượng phát thải NO<sub>x</sub> cũng tăng mạnh, với tỷ lệ lần lượt là 9,7%, 15,8% và 18,0% ứng với các mức tăng góc đánh lửa sớm như trên.

## 4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm đến đặc điểm làm việc của động cơ sử dụng nhiên liệu khí thiên nhiên nén CNG, các kết quả có thể được kết luận như sau:

- Để đảm bảo công suất, tiêu thụ nhiên liệu,  $\varphi_s$  có được điều chỉnh tăng lên khoảng từ 12 đến 16°TK trên dải tốc độ từ 1000 đến 4000 v/ph.

- Khi tăng  $\varphi_s$ , áp suất trong xy lanh tăng lên làm tăng phát thải NO<sub>x</sub> và giảm phát thải CO do quá trình cháy được cải thiện. Đồng thời, phát thải HC tăng do nhiệt độ quá trình giãn nở giảm xuống.

- Khi tăng  $\varphi_s$  các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật cải thiện, phát thải HC và NO<sub>x</sub> tăng lớn.

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu mô phỏng (MP) ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm đến đặc điểm làm việc của động cơ sử dụng nhiên liệu khí thiên nhiên nén CNG được chuyển đổi từ động cơ xăng. Nghiên cứu được thực hiện trên phần mềm mô phỏng chu trình công tác của động cơ AVL Boost. Kết quả nghiên cứu cho thấy, việc tăng góc đánh lửa sớm ( $\varphi_s$ ) lên 12 độ trục khuỷu (0TK) ở toàn tải với các tốc độ khác nhau thì công suất, tiêu hao nhiên liệu được cải thiện nhưng thành phần phát thải HC, CO, NO<sub>x</sub> lại tăng mạnh liệt.

## 5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Borges LH, "Development of a Mercedes-Benz natural gas engine M366LAG with a lean-burn combustion system", SAE Paper 962378, 1996.
- [2] Haeng Muk Cho. et.al. "Spark ignition natural gas engines -A review". Science Direct, Energy Conversion and Management 48 (2007) 608-618.
- [3] E. Ramjee (2011) "Performance analysis of a 4-stroke I engine using CNG as an alternative fuel", Indian Journal of Science and Technology, 4, (7).