

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA TỶ LỆ SYNGAS VÀ GÓC PHUN SỚM ĐẾN ĐẶC TÍNH PHÁT THẢI CỦA ĐỘNG CƠ LỬNG NHIÊN LIỆU SYNGAS/DIESEL BẰNG PHẦN MỀM AVL-BOOST

Nguyễn Tường Vi<sup>1</sup>, Ngô Văn Dũng<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Khoa Cơ khí, Trường Đại học Thủy lợi, email: Nguyentuongvi1978@thlu.edu.vn

<sup>2</sup>Khoa Công nghệ, Trường Đại học Công nghệ Đồng Nai

## 1. TÓM TẮT

Bài báo này sẽ trình bày kết quả nghiên cứu mô phỏng động cơ diesel sử dụng lưỡng nhiên liệu syngas-diesel. Đánh giá và xác định tỷ lệ syngas và góc phun sớm thích hợp cho động cơ diesel S3L2 lắp trên máy phát điện cỡ nhỏ bằng phần mềm AVL-BOOST. Kết quả cho thấy, khi động cơ làm việc ở chế độ 100% tải, tỷ lệ syngas thay thế có thể đạt tới 60%, đồng thời góc phun sớm cần tăng 2°TK (góc quay trục khuỷu) so với góc phun sớm nguyên thủy.

## 2. GIỚI THIỆU CHUNG

Khí tổng hợp hay còn được gọi là khí syngas là một trong những nguồn nhiên liệu thay thế có nhiều triển vọng để giải quyết các vấn đề môi trường [1]. Syngas là một nhiên liệu sạch, được sản xuất từ các hợp chất chứa cacbon như khí thiên nhiên, sản phẩm dầu mỏ, than đá và sinh khối [2].

**Bảng 1. Tính chất lý hóa của các khí là thành phần chính của khí syngas**

Thông số	H <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>
Nhiệt trị thấp (MJ/kg)	121	10,2	50,2
Tỷ lệ không khí /nhiên liệu	34,4	2,46	17,2
Nhiệt độ cháy lớn nhất tại áp suất 1atm	2378	2384	2223
Giới hạn bốc cháy (hỗn hợp nghèo/giàu)	0,01/7,17	0,34/6,80	0,54/1,69
Tốc độ lan tràn màng lửa (cm/s)	270	45	35

Một số nghiên cứu trên động cơ xăng và diesel cho thấy, hiệu suất nhiệt của động cơ cao hơn so với trường hợp sử dụng đơn nhiên liệu [3,4]. Thành phần phát thải độc hại HC và bồ hóng có xu hướng giảm khi tăng tỷ lệ khí syngas nạp vào động cơ. Tuy nhiên thành phần độc hại CO lại có xu hướng tăng lên [5].

## 3. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU:

Nghiên cứu được thực hiện bằng mô phỏng trên phần mềm AVL BOOST về sử dụng lưỡng nhiên liệu syngas và diesel trên động cơ máy phát điện, nghiên cứu được thực hiện ở chế độ 100% tải và tốc độ 1500v/ph. Trong đó diesel được thay thế bằng syngas với các tỷ lệ 10%; 20%; 30%; 40%; 50% và 60% nhưng vẫn đảm bảo công suất động cơ không đổi, tức là khi bớt đi 10% lượng diesel ban đầu sau đó cấp syngas vào mà vẫn đảm bảo công suất không đổi thì gọi là tỷ lệ syngas thay thế 10% diesel.

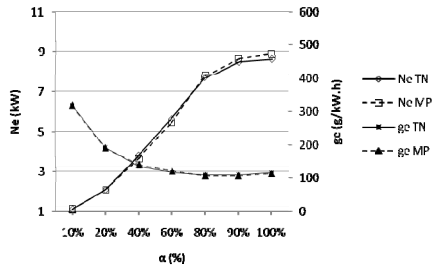
**Bảng 2. Thông số cơ bản của động cơ S3L2**

Kiểu động cơ	S3L2
Số xylanh	3
Đường kính xylanh (mm)	78
Hành trình piston (mm)	92
Tỉ số nén	22:1
Công suất lớn nhất/tốc độ	8,75 kW/1500 v/ph

**4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU:**

**4.1. Đánh giá độ tin cậy của mô hình**

Kết quả mô phỏng cho thấy công suất có giá trị sai lệch lớn nhất 3% ở tốc độ 1500 v/ph, tại 100% tải. Sai lệch lớn nhất về suất tiêu hao nhiên liệu là 4% ở tải từ 40÷60% hình 1. Như vậy có thể sử dụng mô hình này để thực hiện các tính toán nghiên cứu khác trên động cơ.



**Hình 1.** Công suất và suất tiêu hao nhiên liệu giữa mô phỏng và thực nghiệm về đặc tính tải ở chế độ 1500v/ph của động cơ S3L2

**4.2. Ảnh hưởng của tỷ lệ syngas đến đặc tính làm việc và phát thải của động cơ**

Mô phỏng được thực hiện ở chế độ 100% tải và tốc độ 1500v/ph. Trong đó diesel được thay thế bằng syngas với các tỷ lệ 10%; 20%; 30%; 40%; 50% và 60% nhưng vẫn đảm bảo công suất động cơ không đổi.

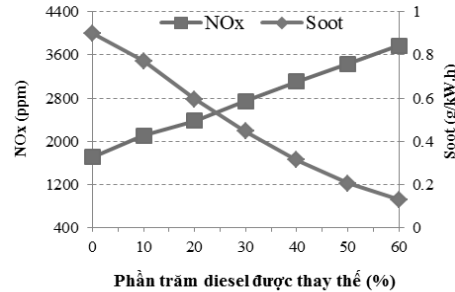
Hình 2, hình 3 và bảng 3 thể hiện phát thải NO<sub>x</sub>, Soot, CO theo tỷ lệ syngas. Khi càng tăng tỷ lệ syngas thì phát thải NO<sub>x</sub> càng tăng và Soot càng giảm. NO<sub>x</sub> tăng do quá trình cháy đã được cải thiện, tốc độ cháy cao hơn vì vậy, thành phần NO<sub>x</sub> tăng lên.

Trong khi đó, phát thải Soot càng giảm khi tăng tỷ lệ syngas do hỗn hợp của syngas đồng nhất hơn do đó làm giảm thành phần bồ hóng.

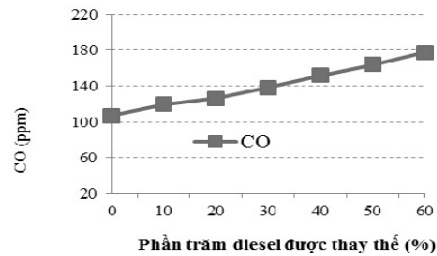
**Bảng 3.** Công suất, mômen và phát thải khi mô phỏng thay đổi tỷ lệ syngas từ 10% đến 60%

Syngas %	N <sub>e</sub> kW	g <sub>c</sub> g/kW.h	CO ppm	SOOT g/kW.h	NO <sub>x</sub> ppm
0	9.30	148.39	107,2	0,900	1709,3

10	9.30	148.39	119,5	0,773	2112,8
20	9.29	147.47	126,2	0,597	2383,0
30	9.29	147.47	138,2	0,448	2742,4
40	9.28	146.55	151,8	0,315	3111,9
50	9.26	144.71	164,0	0,207	3436,5
60	9.25	142.70	177,68	0,131	3771,98



**Hình 2.** Kết quả phát thải Soot, NO<sub>x</sub> theo phần trăm diesel được thay thế ở 100% tải và tốc độ 1500v/ph.



**Hình 3.** Kết quả phát thải CO theo phần trăm diesel được thay thế ở 100% tải, tốc độ 1500v/ph.

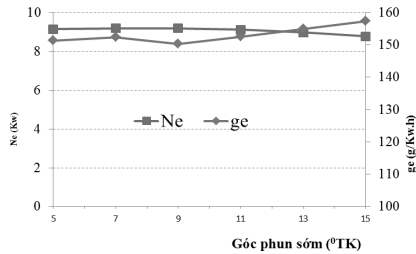
Trong khi đó, phát thải CO càng tăng khi tăng tỷ lệ syngas, khi lượng syngas đưa vào động cơ ở đường nạp được tăng lên, chiếm chỗ không khí, làm giảm hệ số nạp và dẫn đến hệ số dư lượng không khí giảm, hỗn hợp đậm hơn làm cho CO tăng.

**4.3. Ảnh hưởng của góc phun sớm đến đặc tính làm việc và phát thải của động cơ**

Góc phun sớm tối ưu khi sử dụng hoàn toàn diesel là 7°TK ở 1500v/ph, tải 100%. Nghiên cứu đã thực hiện tăng góc phun sớm lên 2°TK, 4°TK, 6°TK, 8°TK và giảm 2°TK

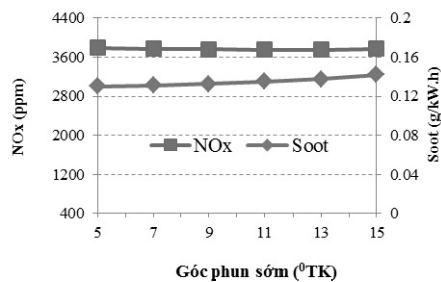
ở chế độ 1500v/ph và tải 100% với tỷ lệ syngas thay thế 60% diesel.

Kết quả cho thấy, khi giảm góc phun sớm  $2^{\circ}\text{TK}$  thì công suất, tiêu thụ nhiên liệu thay đổi không nhiều. Tăng góc phun sớm lên  $2^{\circ}\text{TK}$  cho công suất cực đại, tiêu thụ nhiên liệu nhỏ nhất. Nếu tiếp tục tăng góc phun sớm thì công suất giảm, tiêu thụ nhiên liệu tăng hình 4.



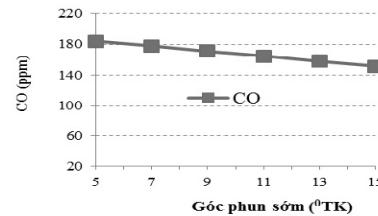
**Hình 4.** Kết quả công suất, tiêu thụ nhiên liệu khi thay đổi góc phun sớm ở 100% tải, tốc độ 1500v/ph, tỷ lệ syngas thay thế 60% diesel

Khi giảm góc phun sớm các thành phần phát thải thay đổi không nhiều và khi tăng góc phun sớm  $2^{\circ}\text{TK}$ ,  $4^{\circ}\text{TK}$ ,  $6^{\circ}\text{TK}$ ,  $8^{\circ}\text{TK}$  thì  $\text{NO}_x$  ít thay đổi. CO giảm, Soot tăng.



**Hình 5.** Kết quả phát thải  $\text{NO}_x$ , Soot khi thay đổi góc phun sớm ở 100% tải, tốc độ 1500v/ph và tỷ lệ syngas thay thế 60% diesel

Với kết quả như trên, thấy rằng khi góc phun sớm tăng  $2^{\circ}\text{TK}$  thì công suất đạt cực đại, tiêu thụ nhiên liệu nhỏ nhất,  $\text{NO}_x$  thay đổi không nhiều, soot tăng ít, CO giảm mạnh. Do đó, đối với động cơ S3L2 khi thay thế 60% diesel tại chế độ 1500v/ph và 100% ải nên tăng góc phun sớm lên  $2^{\circ}\text{TK}$  (tương ứng  $9^{\circ}\text{TK}$ ).



**Hình 6.** Kết quả phát thải CO khi thay đổi góc phun sớm ở 100% tải, tốc độ 1500v/ph và tỷ lệ syngas thay thế 60% diesel

## 5. KẾT LUẬN:

Nghiên cứu mô phỏng đã chỉ ra rằng syngas có thể thay thế tới 60% nhiên liệu diesel.

Khi tăng tỷ lệ syngas thay thế thì phát thải  $\text{NO}_x$ , CO tăng, Soot giảm. Trong trường hợp tỷ lệ thay thế 60% diesel thì  $\text{NO}_x$  và CO tăng tương ứng là: 120,68% và 65,7%, Soot giảm 87,4%. Khi động cơ S3L2 sử dụng syngas thay thế 60% diesel tại chế độ 1500v/ph và 100% tải nên tăng góc phun sớm  $2^{\circ}\text{TK}$  nhằm giảm phát thải CO để hài hòa các thành phần phát thải khác mà không ảnh hưởng đến công suất động cơ.

## 6. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] P. Quaak: A Review of Combustion and Gasification Technologies, Energy Series, 1999.
- [2] T.B. Reed, A. Das, Handbook of Biomass Downdraft Gasifier Engine Systems, Colorado, 1988.
- [3] C.D. Rakopoulos, Development and validation of a multi - zone combustion model for performance and nitric oxide (2008).
- [4] C.D. Rakopoulos et al., Availability analysis of a syngas fueled spark ignition engine using a multi-zone combustion model, (2008).
- [5] A. Shah et al, Performance and emissions of a spark-ignited engine driven generator on biomass based syngas, (2010).