

NGHIÊN CỨU MÔ PHỎNG ẢNH HƯỞNG CỦA GÓC PHUN SỚM ĐẾN TÍNH NĂNG KỸ THUẬT VÀ PHÁT THẢI CỦA ĐỘNG CƠ LPG/ DIESEL

Nguyễn Tường Vi¹, Nguyễn Trọng Dũng¹

¹Trường Đại học Thủy lợi, email: nguyentuongvi1978@tlu.edu.vn

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 [1]. Việc sử dụng nhiên liệu LPG trên động cơ diesel được nhiều nhà khoa học quan tâm nghiên cứu [2]. LPG là loại nhiên liệu ít gây ô nhiễm, đã được nghiên cứu và sử dụng nhiều trên động cơ xăng ở các nước cũng như ở Việt Nam, cho biết có thể thay thế đến 30% diesel mà chưa gây kích nổ, phát thải HC tăng mạnh, NO_x tăng đến 50%, CO và Soot giảm mạnh [3,4].

Tuy nhiên, LPG không thể sử dụng được theo cách thức tự cháy do nén thông thường như nhiên liệu diesel và thay thế hoàn toàn nhiên liệu diesel được mà LPG thường được sử dụng kết hợp với nhiên liệu diesel trên động cơ lưỡng nhiên liệu LPG/diesel.

Mặt khác, khi phun LPG vào đường nạp động cơ, LPG chiếm chỗ khí nạp, làm thay đổi quá trình hình thành hỗn hợp, quá trình cháy của động cơ. Vì vậy, cần phải nghiên cứu để điều chỉnh lại ϕ_s cho phù hợp đảm bảo tính năng làm việc của động cơ.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu được thực hiện bằng mô phỏng trên động cơ diesel điều khiển điện tử AVL 5402 theo phương pháp phun LPG vào đường nạp theo tỷ lệ 20% trong khi vẫn phun diesel trực tiếp vào xylanh sao cho nhiệt lượng của hai phần nhiên liệu này tương đương với khi chỉ dùng diesel.

Quá trình nghiên cứu được tiến hành ở tốc độ 2000v/ph, 100% tải, trong trường hợp động cơ sử dụng lưỡng nhiên liệu với tỷ lệ LPG 20%.

Tiến hành MP với ϕ_s 14°TK, 16°TK, 18°TK, 20°TK, 22°TK, 24°TK và đánh giá ảnh hưởng của các góc này đến tính năng kỹ thuật và phát thải của động cơ lưỡng nhiên liệu LPG/Diesel.

Bảng 1. Thông số cơ bản của DC AVL 5402

Hành trình piston	95	mm
Đường kính xylanh	80	mm
Số xylanh	1	-
Thể tích công tác	510,7	cm ³
Công suất định mức ở tốc độ n = 3200 v/ph	9	Kw
Mô men cực đại ở n = 2000 v/ph	31,4	Nm
Tỷ số nén	17,3	-

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

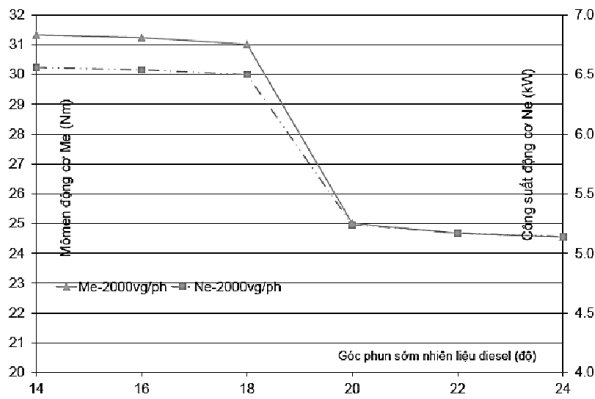
3.1. Đánh giá độ tin cậy của mô hình

Kết quả thử nghiệm để hiệu chỉnh mô hình được đo trên băng thử AVL 5402 tại Phòng thí nghiệm động cơ đốt trong, Viện Cơ khí động lực, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, gồm: Băng thử điện Dyno-AMK, động cơ nghiên cứu 1 xylanh 5402, hệ thống làm mát dầu bôi trơn và nước làm mát AVL577, thiết bị đo tiêu hao nhiên liệu Fuel Balance 733S, thiết bị điều khiển tay ga THA100, hệ thống điều khiển và giám sát băng thử PUMA, hệ

thông điều khiển ECU cung cấp nhiên liệu cho động cơ INCA, thiết bị đo diễn biến áp suất trong xy lanh INDICATING, thiết bị xác định nồng độ khí thải CEB-II, thiết bị xác định độ mờ khói Opacimeter 439, Smoke Meter và một số thiết bị phụ trợ khác.

So sánh kết quả mô men và suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ trên lý thuyết mô hình và kết quả thực nghiệm ở đặc tính ngoài (100% tải) khi chạy với nhiên liệu diesel (chưa cấp LPG) và khi chạy lưỡng nhiên liệu LPG/diesel với lượng diesel thay thế 30%. Có thể thấy, các sai lệch giữa kết quả tính toán và kết quả thực nghiệm không quá 5% và 3%, mô hình đảm bảo độ tin cậy để thực hiện các nghiên cứu tiếp theo [3].

3.2. Ảnh hưởng của góc phun sớm đến mô men và công suất động cơ



Hình 1. Kết quả mô phỏng ảnh hưởng của φ_s diesel đến mô men và công suất động cơ

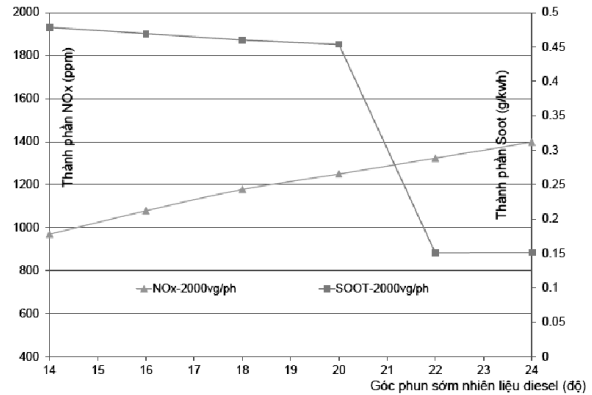
Kết quả trên Hình 1 thể hiện, khi giảm φ_s mô men và công suất tăng, ở φ_s 14°TK, 16°TK mô men tăng tương ứng là 0,71 % và 1,00%, nếu tiếp tục tăng φ_s thì mô men và công suất giảm xuống đáng kể, ở góc phun sớm 20°TK, 22°TK, và 24°TK mô men giảm tương ứng là 19,39 %, 20,46% và 20,92%.

Như vậy, nếu đánh giá ảnh hưởng của φ_s theo mô men và công suất động cơ thì φ_s tối ưu khi sử dụng lưỡng nhiên liệu LPG/diesel ở tốc độ 2000vg/ph nên lựa chọn là 14°TK và 16°TK (giảm 4°TK và 2°TK so với góc phun sớm tối ưu khi sử dụng hoàn toàn diesel). Khi tăng φ_s thì mô men công suất giảm nhiều nên không thể lựa chọn.

Tuy nhiên, việc lựa chọn này cần được nghiên cứu và thảo luận thêm ở các phần tiếp theo.

3.3. Ảnh hưởng của góc phun sớm đến phát thải của động cơ

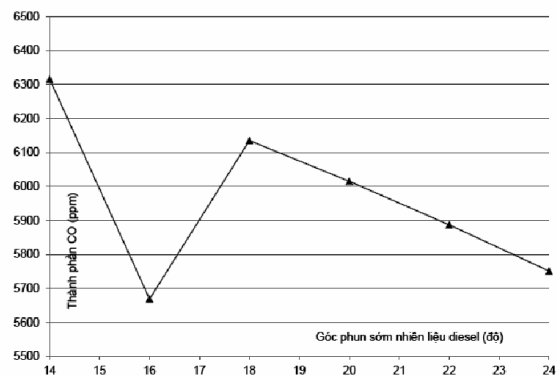
3.3.1. Phát thải NO_x , Soot



Hình 2. Kết quả mô phỏng ảnh hưởng của φ_s đến phát thải NO_x , Soot

Hình 2 cho thấy, nồng độ NO_x giảm lớn nhất 17,67% ở φ_s 14°TK. Khi tăng φ_s cho giá trị NO_x tăng dần từ φ_s tối ưu, ở φ_s 24°TK thành phần NO_x tăng lớn nhất 18,69%. Như vậy, khi giảm φ_s cho phép cải thiện được phát thải NO_x đến 17,67%. Phát thải Soot: Khi giảm φ_s cho giá trị Soot tăng lên, phát thải Soot tăng lên lớn nhất 3,44% ở φ_s 14°TK. Khi tăng φ_s cho giá trị Soot giảm xuống đáng kể.

3.3.2. Phát thải CO



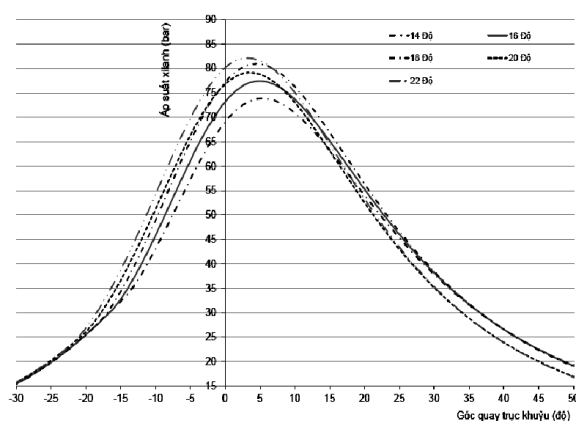
Hình 3. Kết quả mô phỏng ảnh hưởng của φ_s đến phát thải CO

Hình 3 cho thấy phát thải CO: khi giảm φ_s 2°TK làm giảm CO 7,6%, khi giảm φ_s 4°TK

làm tăng CO 2,95%. Khi tăng φ_s cho nồng độ CO giảm dần từ φ_s tối ưu, nồng độ CO giảm lớn nhất 6,26% ở φ_s 24°TK. Như vậy, kết quả đánh giá ở trên cho thấy khi giảm φ_s 4°TK ở tốc độ 2000v/ph thì cải thiện được thành phần NO_x đến 17,67%, thành phần Soot tăng 3,44%, CO tăng 2,95%.

Như vậy, đánh giá ảnh hưởng của φ_s diesel khi sử dụng lưỡng nhiên liệu LPG/diesel đến mô men, công suất và phát thải của động cơ, thì φ_s hợp lý khi sử dụng lưỡng nhiên liệu LPG/diesel ở tốc độ 2000vg/ph nên lựa chọn φ_s 14°TK (giảm 4°TK so với φ_s tối ưu khi sử dụng hoàn toàn diesel). Điều này cải thiện được thành phần phát thải NO_x trong khi phát thải CO, Soot tăng lên không nhiều.

3.4. Ảnh hưởng của góc phun sớm đến diễn biến áp suất trong xilanh động cơ



Hình 4. Kết quả mô phỏng ảnh hưởng của φ_s đến diễn biến áp suất trong xilanh

Khi giảm φ_s xuống còn 14°TK, 16°TK thì giá trị $\Delta p/\Delta \varphi$ tương ứng là 2,27 bar/°TK, 1,95 bar/°TK thấp hơn trường hợp φ_s 18°TK (2,43 bar/°TK) là 7,19%, 24,64%. Như vậy, khi φ_s , quá trình cháy diễn ra chậm hơn, áp suất quá trình cháy thấp. Khi φ_s tăng lên 20°TK, 22°TK thì giá trị $\Delta p/\Delta \varphi$ tương ứng là 2,13 bar/°TK, 2,12 bar/°TK thấp hơn trường hợp φ_s 18°TK (2,43 bar/°TK) là 12,53% và

12,94%. Khi tăng φ_s làm cho quá trình cháy diễn ra sớm hơn, áp suất lớn nhất lùi về phía gần điểm chết trên, gây tổn công nén. Công suất mô men giảm mạnh.

Tổng hợp lại ta thấy, khi đánh giá về diễn biến áp suất trong xilanh ở tốc độ khi động cơ sử dụng lưỡng nhiên liệu thì nên giảm φ_s diesel. Ở tốc độ 2000vg/ph, 100% tải thì φ_s hợp lý là 14°TK (giảm 4°TK so với khi chạy chỉ với nhiên liệu diesel) cũng là góc tối ưu khi đánh giá ảnh hưởng của φ_s khi sử dụng lưỡng nhiên liệu LPG/diesel đến mô men, công suất và phát thải của động cơ.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của φ_s đến tính năng kỹ thuật và phát thải trên động cơ lưỡng nhiên liệu LPG/diesel, kết quả có thể được kết luận như sau: Động cơ sử dụng lưỡng nhiên liệu LPG/diesel cần giảm φ_s so với khi sử dụng đơn nhiên liệu diesel để đạt các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật và phát thải tốt hơn. Cụ thể: Ở tốc độ 2000vg/ph, 100% tải thì φ_s hợp lý tương ứng là 14°TK (giảm 4°TK).

5. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] J.A. Paravantis, Trends in energy consumption and carbon dioxide emissions of passenger cars and buses, 2007.
- [2] Phạm Minh Tuấn, 2008. Khí thải động cơ và ô nhiễm môi trường, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
- [3] Nguyễn Tường Vi. Ảnh hưởng của việc sử dụng LPG/diesel đến đặc tính phát thải của động cơ diesel, Tuyển tập Hội nghị Khoa học thường niên ĐHTL, 2020.
- [4] Hakan Bayraktar. Investigating the effects of LPG on spark ignition engine combustion and performance. Energy Conversion and Management 46, 2005.