

NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM VỀ ẢNH HƯỞNG CỦA ÁP SUẤT PHUN TRÊN ĐƯỜNG NẠP ĐẾN SỰ VẬN HÀNH CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL MỘT XYLANH SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU KHÍ THIÊN NHIÊN

Trần Đăng Quốc¹, Nguyễn Đỗ Thị Đan Thanh², Lê Sỹ Vọng¹

Tóm tắt: Bài báo này trình bày một nghiên cứu về ảnh hưởng của áp suất phun đến chất lượng làm việc của động cơ diesel một xylanh chuyển đổi thành động cơ sử dụng khí thiên nhiên phun trên đường nạp bằng phương pháp thực nghiệm. Áp suất phun nhiên liệu được thay đổi từ 1 bar đến 5 bar và xem xét các thông số lượng nhiên liệu cung cấp, mô men và công suất của động cơ, góc đánh lửa được khảo sát để xác định góc đánh lửa tối ưu. Kết quả thu được từ nghiên cứu cho thấy ảnh hưởng của áp suất phun đến lượng nhiên liệu cung cấp và mô men, công suất của động cơ là rất lớn. Tăng áp suất phun lên 5 bar giúp tăng lượng nhiên liệu và cải thiện mô men và công suất của động cơ ở tất cả các tốc độ, cần điều chỉnh góc đánh lửa trong khoảng 14 – 18 độ trước ĐCT để tối ưu về mô men.

Từ khóa: Nhiên liệu khí thiên nhiên, động cơ một xylanh, hiệu suất làm việc, vòi phun gián đoạn trên đường nạp, nhiên liệu thay thế.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tại hội nghị Liên hợp quốc về biến đổi khí hậu COP26, tất cả 197 quốc gia bao gồm Việt Nam đã thông qua Hiệp ước khí hậu Glasgow về việc thực hiện giảm phát thải nhà kính, bao gồm giảm 45% lượng phát thải CO₂ vào năm 2030 và về 0 vào khoảng giữa thế kỷ. Để thực hiện những mục tiêu này, việc chuyển đổi động cơ đốt trong và sử dụng nhiên liệu thay thế trên các phương tiện vận tải ở Việt Nam là rất cần thiết. Khí thiên nhiên với thành phần chủ yếu là CH₄ đang là loại nhiên liệu “thân thiện với môi trường” thay thế cho các loại nhiên liệu truyền thống như xăng và diesel với ưu điểm trữ lượng lớn, có thể thu hồi được từ nhiều nguồn sẵn có trong tự nhiên, đặc biệt là giảm đáng kể lượng phát thải CO₂ từ quá trình cháy (từ 10 – 15% CO₂ so với xăng). Tuy nhiên, khi sử dụng khí thiên nhiên làm nhiên liệu ở động cơ đốt trong cần phải khắc phục các nhược điểm tốc độ cháy chậm và thể tích chiếm chỗ lớn làm cho hệ số nạp của động cơ bị giảm. Do đó cần thiết phải nghiên cứu các giải pháp để khắc phục các nhược điểm này.

Trong nghiên cứu này, động cơ diesel một

xylanh S1100 đã được chuyển đổi sang sử dụng nhiên liệu khí thiên nhiên với các thay đổi: lắp đặt thêm hệ thống đánh lửa, hệ thống cấp nhiên liệu trên đường ống nạp, hệ thống kiểm soát nước làm mát, hệ thống khởi động điện cho động cơ và giảm tỷ số nén từ giá trị 20 xuống giá trị 10. Mục đích của chuyển đổi từ động cơ diesel thành động cơ khí thiên nhiên là để tận dụng ưu thế về sự chuyển động rôi của đường nạp và sự xuất hiện của hiện tượng squish trong xylanh khi piston tiến gần đến điểm chết trên. Đây là những ưu điểm cần thiết để hỗ trợ làm tăng khả năng đốt cháy nhiên liệu và giảm tổn thất nhiệt ra thành buồng cháy ở động cơ cháy cưỡng bức (Olsson, et al. 1995). Do sự khác biệt về tính chất vật lý và hóa học giữa CNG và diesel, khi chuyển đổi động cơ diesel thành động cơ sử dụng hoàn toàn khí thiên nhiên cần có nhiều sự thay đổi trực tiếp (M.R. Dahake, et al. 2022). Tuy nhiên, các nghiên cứu chuyển đổi động cơ diesel thành động cơ sử dụng khí thiên nhiên đều chỉ ra rằng cần phải giảm tỷ số nén của động cơ diesel ban đầu và thêm vào hệ thống đánh lửa (M.M. Ismail, et al. 2016). Động cơ CNG chuyển đổi từ động cơ diesel dễ dàng đạt được hiệu suất nhiệt cao hơn so với chuyển đổi từ động cơ xăng, bởi tận dụng được những ưu điểm về cải

¹Trường Cơ Khí – Đại học Bách Khoa Hà Nội

²Khoa Cơ Khí Động Lực, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

thiện động năng dòng môi chất bên trong xy lanh động cơ (V. Likhanov, et al. 2020). Ngoài ra, số lượng động cơ diesel một xy lanh được người dân sử dụng khá phổ biến ở nhiều vùng trong cả nước, vì vậy nguồn cung cũng khá đa dạng và phụ tùng thay thế sẵn có.

Hệ thống cung cấp nhiên liệu có ảnh hưởng rất lớn tới hiệu quả làm việc của động cơ CNG, các thông số phun nhiên liệu như lưu lượng phun, thời điểm phun, thời gian phun, áp suất phun hay tỷ lệ thay thế nhiên liệu CNG đều có các ảnh hưởng nhất định tới hiệu suất làm việc, thông số đặc tính hay phát thải của động cơ CNG. Các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng áp suất phun có vai trò quan trọng trong việc hình thành hỗn hợp, qua đó ảnh hưởng trực tiếp đến công suất và hình thành khí thải trong động cơ phun nhiên liệu trên đường nạp. Nghiên cứu ảnh hưởng của áp suất phun tới mômen và công suất của động cơ được thực hiện trên động cơ diesel đã chuyển đổi sử dụng khí thiên nhiên có tỉ số nén, $\epsilon = 10$ trong điều kiện bướm ga mở hoàn toàn, áp suất phun được xem xét ở 1 bar và 2 bar với tốc độ được thay đổi từ 1000 vòng/phút đến 2000 vòng/phút, bước thay đổi $\Delta n = 200$ vòng/phút. Kết quả chỉ ra tăng áp suất phun tới 2 bar sẽ tăng được momen và công suất động cơ khi làm việc ở vùng tốc độ thấp dưới 1400 v/ph. Ở tốc độ lớn hơn 1800 v/ph, khi tăng áp suất phun thì momen công suất sẽ giảm chậm hơn so với áp suất bằng 1 bar (Hồ Hữu Chấn, ntk 2021). Nghiên cứu ảnh hưởng của áp suất phun đến hiệu suất, khí thải và các đặc tính đốt cháy của động cơ với tỉ số nén 9.2 (Pravin T. Nitnaware, et al 2019). Các thí nghiệm được thực hiện với áp suất phun thay đổi ở 2.0, 2.2, 2.4, 2.6 và 2.8 bar với các tốc độ khác nhau bắt đầu từ 2500 vòng/phút đến 4500 vòng/phút, bước thay đổi $\Delta n = 500$ vòng/phút. Kết quả nghiên cứu cho thấy hệ số nạp lớn nhất thu được ở áp suất phun 2.8 bar. Hiệu suất và các đặc tính khí thải với quá trình đốt cháy được tối ưu ở áp suất 2.6 bar và tốc độ 3000 vòng/phút. Việc chuyển đổi động cơ CNG từ động cơ diesel nhằm tận dụng những ưu điểm như tỉ số nén cao, hiệu suất nhiệt cao, cải thiện động năng dòng môi chất từ khi bắt đầu nạp đến cuối quá trình cháy (R. S. Krishna, 2018). Nghiên cứu về

ảnh hưởng của tỉ số nén và hình dạng đỉnh piston ở động cơ khí thiên nhiên phun trên đường nạp (Le Sy Vong, et al. 2022). Kết quả thu được đã chỉ ra tại áp suất 1 bar, việc tăng tỉ số nén sẽ làm tăng được công suất và giảm suất tiêu hao nhiên liệu. Chất lượng hoà trộn giữa nhiên liệu và không khí để chuẩn bị cho quá trình cháy là yếu tố rất quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp tới hiệu suất nhiệt của động cơ. Thực hiện một nghiên cứu về tối ưu các thông số của vòi phun để cải thiện hiệu suất của một động cơ diesel lưỡng nhiên liệu (H_2 hoặc CH_4), kết quả chỉ ra chất lượng hòa trộn của hỗn hợp không khí – nhiên liệu được cải thiện khi tăng áp suất phun do tạo ra nhiều xoáy rối trên đường nạp, kết quả là tăng được hiệu suất của động cơ và lượng khí thải NO_x giảm (Venkateswarlu Chintala, et al. 2013). Áp suất phun cũng có ảnh hưởng trực tiếp đến lưu lượng cấp nhiên liệu khí thiên nhiên qua vòi phun, được thể hiện qua công thức sau (Erin E. Eldridge, 2016):

$$\omega = \frac{A P_0}{\sqrt{R T_0}} \cdot \sqrt{\left(\frac{2k}{k-1}\right) \left[\left(\frac{P}{P_0}\right)^{\frac{2}{k}} - \left(\frac{P}{P_0}\right)^{\frac{k+1}{k}}\right]} \quad (1)$$

Trong đó:

- ω : Lưu lượng nhiên liệu (g/s)
- A : Tiết diện lỗ phun (m^2)
- R : hằng số của chất khí (J/kg.K)
- T_0 : nhiệt độ nhiên liệu trong vòi phun (K)
- k : tỉ số đoạn nhiệt của khí
- P_0 : áp suất phun nhiên liệu (Pa)
- P : áp suất trên đường ống nạp (Pa)

Các giá trị áp suất trong công thức (1) đều được lấy giá trị tuyệt đối. Nghiên cứu này cũng chỉ ra rằng khi tỉ số P_0/P vượt qua một giá trị tới hạn thì dòng chảy sẽ có trạng thái siêu âm và lưu lượng khí thiên nhiên qua vòi phun sẽ không tăng lên nữa mà duy trì một giá trị không đổi. Giá trị đó là:

$$\omega = \frac{A P_0}{\sqrt{T_0}} \sqrt{\frac{k}{R} \left[\frac{k+1}{2}\right]^{\frac{k+1}{2(k-1)}}} \quad (2)$$

Trong nghiên cứu này, đối tượng nghiên cứu là động cơ diesel một xy lanh đã được chuyển đổi thành động cơ cháy cưỡng bức cấp khí thiên nhiên trên đường ống nạp. Phạm vi nghiên cứu là xem xét ảnh hưởng của áp suất phun nhiên liệu trên đường nạp được thay đổi để xem xét sự ảnh

hưởng đến lượng nhiên liệu cấp, mô men, công suất và góc đánh lửa tối ưu. Nghiên cứu được thực hiện tại phòng thí nghiệm động cơ đốt trong, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long.

Từ những phân tích trên, có thể thấy rằng thực hiện nghiên cứu “**Nghiên cứu thực nghiệm về ảnh hưởng của áp suất phun trên đường nạp đến sự vận hành của động cơ diesel một xylanh sử dụng nhiên liệu khí thiên nhiên**” là rất cần thiết và phù hợp với điều kiện nghiên cứu hiện nay. Mục tiêu của bài báo này là xem xét ảnh hưởng của áp suất phun đến các đặc tính mô men, công suất và góc đánh lửa tối ưu của một động cơ sử dụng nhiên liệu khí thiên nhiên phun trên đường nạp bằng phương pháp thực nghiệm.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thiết bị thí nghiệm

Hình 1 và 2 thể hiện các trang thiết bị đo phục vụ thí nghiệm và sơ đồ bố trí thiết bị thử nghiệm. Động cơ khí thiên nhiên 1 xylanh được chuyển đổi từ động cơ diesel S1100. Các thông số kỹ thuật cơ bản của động cơ nghiên cứu được trình bày trong Bảng 1. Thiết bị phục vụ thí nghiệm gồm: Bình lưu trữ khí thiên nhiên đặc biệt (120 bar), cụm van giảm áp, thiết bị đo và hiển thị giá trị lưu lượng khí thiên nhiên (Mass Flow Controller: MFC) và một vòi phun khí thiên nhiên kiểu phun gián đoạn lắp trên đường nạp, Dynamometer được sử dụng để đo mô men của

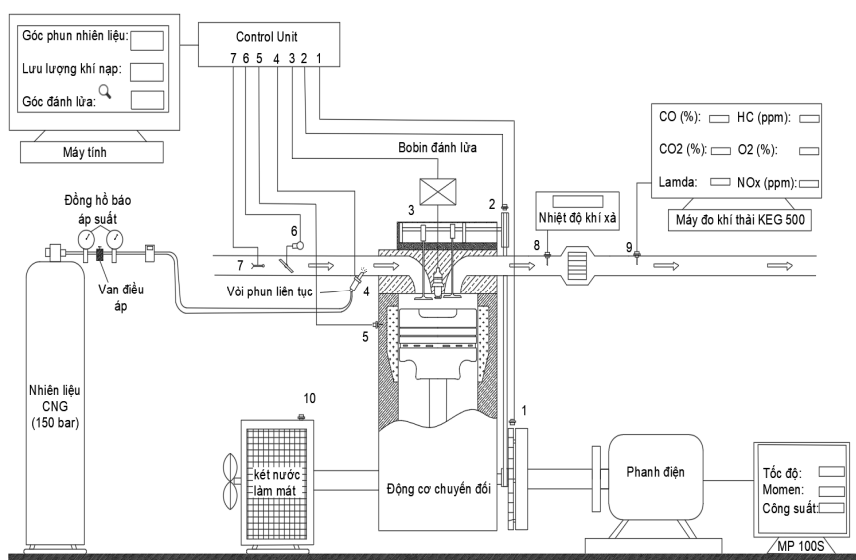
động cơ, ngoài ra còn có hệ thống nạp/xả, hệ thống làm mát, bộ điều khiển động cơ, bộ thu thập dữ liệu và các hệ thống đo khác.



Hình 1. Động cơ nghiên cứu và các thiết bị đo thử nghiệm

Bảng 1. Các thông số kỹ thuật của động cơ nghiên cứu

Thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
Đường kính xylanh	D	103	mm
Hành trình piston	S	115	mm
Dung tích xylanh	V_{tp}	1,03	Lít
Số xylanh	i	1	-
Số kỳ	τ	4	-
Tỷ số nén	ϵ	10	-



Hình 2. Sơ đồ bố trí thực nghiệm

2.2. Phương pháp thí nghiệm

- Tốc độ động cơ được điều khiển thay đổi trong khoảng từ $n = 1000$ v/ph tới $n = 2000$ v/ph với bước thay đổi $\Delta n = 200$ vòng/phút.

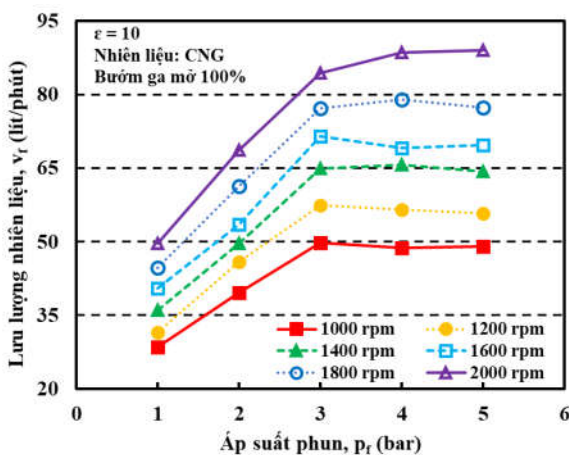
- Nhiên liệu khí thiên nhiên được lưu trữ trong bình chứa ở áp suất khoảng 120 bar, hệ thống van điều áp có nhiệm vụ điều chỉnh sao cho áp suất nhiên liệu tại vòi phun được thay đổi từ 1 bar tới 5 bar (áp suất dư). Sau đó hệ thống điều khiển điện tử sẽ tính toán và điều chỉnh thời gian phun nhiên liệu sao cho lượng nhiên liệu cấp cho một chu trình là không đổi và hệ số dư lượng không khí lambda có giá trị $\lambda = 1$.

- Trong suốt quá trình thí nghiệm, bướm ga được mở hoàn toàn để lượng hỗn hợp nạp vào là nhiều nhất và hạn chế ảnh hưởng của cản trước và sau bướm ga.

- Góc đánh lửa được điều chỉnh từ $IT = 10$ độ trước điểm chết trên (BTDC) tới $IT = 30$ độ BTDC với bước thay đổi $\Delta IT = 2$. Góc đánh lửa sớm sẽ được thay đổi sao cho đạt được giá trị momen lớn nhất (MBT) tại mỗi giá trị áp suất phun cố định.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của áp suất phun đến lưu lượng nhiên liệu cung cấp



Hình 3. Ảnh hưởng của áp suất phun đến lưu lượng nhiên liệu cung cấp

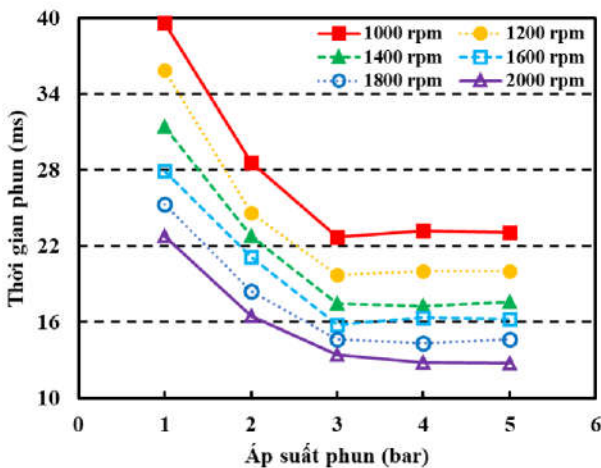
Hình 3 trình bày các kết quả thu được ở điều

kiện thí nghiệm như: Bướm ga mở 100%, tốc độ động cơ đã cố tại các giá trị lần lượt $n = 1000$ vòng/phút, 1200 vòng/phút, 1400 vòng/phút, 1600 vòng/phút, 1800 vòng/phút và 2000 vòng/phút, trong khí đó áp suất phun tại vòi phun sẽ thay đổi từ 1 bar đến 5 bar.

Mặc dù động cơ làm việc ở các tốc độ khác nhau nhưng quy luật thay đổi của lưu lượng nhiên liệu là giống nhau, khi áp suất nhiên liệu thay đổi từ 1 bar đến 5 bar. Quy luật thay đổi giống nhau này là do kết cấu của vòi phun và tiết diện thông qua của lỗ phun là không thay đổi. Áp suất phun tăng trong khoảng từ 1 bar đến 3 bar, lượng nhiên liệu tăng lên rất nhanh, tuy nhiên khi áp suất phun lớn hơn 3 bar thì lượng nhiên liệu gần như không thay đổi nhiều và khá ổn định. Mặt khác, khi cố định áp suất phun thì lượng nhiên liệu lại có xu hướng thay đổi tỉ lệ thuận với tốc độ động cơ. Cụ thể, khi động cơ hoạt động ở tốc độ 1000 vòng/phút, lưu lượng nhiên liệu được phun với áp suất $p_f = 1$ bar chỉ là $v_f = 28,6$ lít/phút, khi p_f tăng lên 2 bar thì $v_f = 39,6$ lít/phút. Giá trị của v_f tiếp tục tăng theo chiều tăng áp suất phun lên 49,8 lít/phút với $p_f = 3$ bar, tuy nhiên sau đó lại không có sự thay đổi nhiều khi tiếp tục tăng $p_f = 4$ bar và 5 bar thì giá trị của v_f lần lượt là 48,7 và 49 lít/phút. Như vậy tại tốc độ này, lưu lượng nhiên liệu đã tăng 74% ở $p_f = 3$ bar so với $p_f = 1$ bar và tăng 23% so với $p_f = 2$ bar. Lưu lượng nhiên liệu tại áp suất phun 4 bar và 5 bar chỉ chênh lệch nhau khoảng 0,6%. Ở các tốc độ khác cũng có xu hướng thay đổi tương tự, bên cạnh đó lượng nhiên liệu luôn tăng lên khi tăng tốc độ động cơ với mọi áp suất phun được khảo sát. Lượng nhiên liệu cung cấp lớn nhất được tìm thấy ở $p_f = 5$ bar và $n = 2000$ vòng/phút là $v_f = 88,9$ lít/phút. Với cùng một lượng nhiên liệu cung cấp là xấp xỉ 50 lít/phút, ở trường hợp 5 bar động cơ chỉ cần hoạt động ở tốc độ 1000 vòng/phút trong khi với áp suất thấp hơn là 3 bar thì tốc độ động cơ cần đạt được 1400 vòng/phút và với áp suất phun 1 bar thì động cơ

cần đạt tốc độ cao nhất là 2000 vòng/phút. Dựa vào những công thức (1) và (2) đã đưa ra ở trên, có thể giải thích quy luật thay đổi của lưu lượng khí thiên nhiên là do có sự thay đổi trong tỷ lệ giữa áp suất phun và áp suất trên đường ống nạp của động cơ. Khi tỷ lệ này tăng lên thì lưu lượng v_f cũng tăng, tuy nhiên khi áp suất phun tăng đến 3 bar trở đi thì tỷ lệ này đã vượt quá giá trị tới hạn. Lúc này dòng chảy của nhiên liệu đã đạt đến trạng thái siêu âm dẫn đến lưu lượng qua lỗ phun là không đổi.

Do được cung cấp lượng nhiên liệu nhiều hơn, động cơ sẽ phát ra công suất cao hơn với áp suất phun lớn. Ở nghiên cứu này, để làm rõ ảnh hưởng của áp suất phun, ta cần cố định lượng nhiên liệu được cung cấp trong một chu trình. Điều này được thực hiện bằng cách điều chỉnh thời gian phun sao cho tại mỗi trường hợp cố định tốc độ động cơ thì hệ số dư lượng không khí lambda đều có giá trị là $\lambda = 1$ cho dù thay đổi áp suất phun. Kết quả này được thể hiện trong Hình 4.

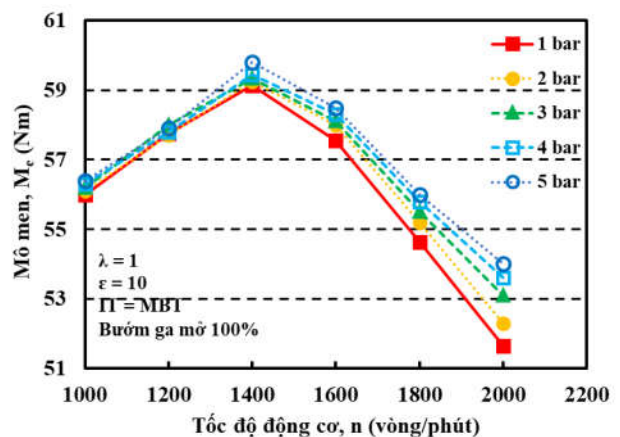


Hình 4. Thời gian phun nhiên liệu được điều chỉnh để $\lambda = 1$

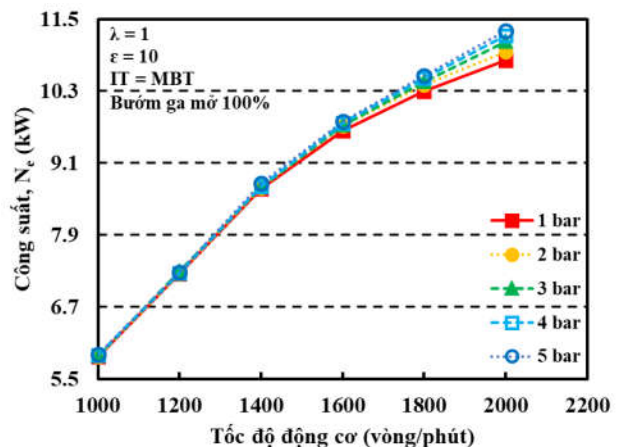
3.2. Ảnh hưởng của áp suất phun đến mô men và công suất của động cơ

Hình 5 thể hiện sự biến thiên của mô men theo tốc độ động cơ ở các áp suất phun khác nhau, góc đánh lửa được điều chỉnh để đạt được

mô men lớn nhất (IT = MBT) và lambda được điều chỉnh để có giá trị $\lambda = 1$. Nhìn chung, tại cùng một tốc độ động cơ thì giá trị của M_e là lớn hơn tại áp suất phun cao hơn. Giá trị mô men lớn nhất được tìm thấy tại $p_f = 5$ bar và $n = 1400$ vòng/phút là $M_e = 58$ Nm. Ở các tốc độ thấp hơn thì sự chênh lệch giữa các giá trị của M_e là nhỏ. Tuy nhiên khoảng cách giữa các giá trị này tăng dần ở các tốc độ cao hơn. Trong trường hợp tốc độ động cơ $n = 2000$ vòng/phút, M_e đạt giá trị 54 Nm tại áp suất phun 5 bar, lớn hơn 5% so với M_e tại áp suất phun 1 bar.



Hình 5. Ảnh hưởng của áp suất phun đến mô men của động cơ tại các tốc độ khác nhau



Hình 6. Ảnh hưởng của áp suất phun đến công suất của động cơ tại các tốc độ khác nhau

Kết quả về công suất (N_e) biến thiên theo tốc

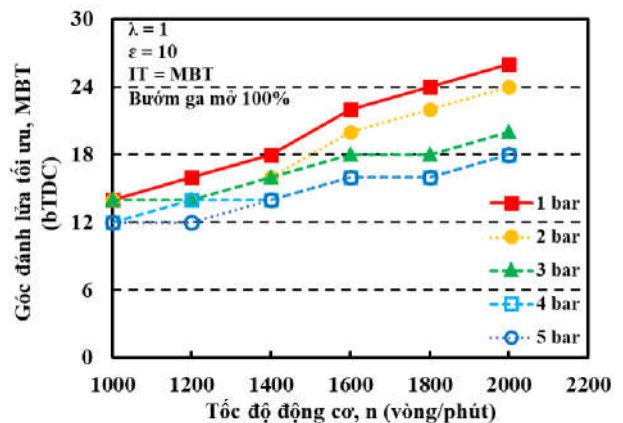
độ động cơ với các áp suất phun khác nhau được thể hiện trong Hình 6. Nhìn chung với mỗi tốc độ động cơ, khi tăng áp suất phun thì công suất cũng có giá trị cao hơn. Sự khác biệt được tìm thấy rõ ràng hơn ở các tốc độ động cơ cao hơn cũng như đối với mô men. Động cơ phát ra công suất lớn nhất là $N_e = 11,3$ kW tại tốc độ $n = 200$ vòng/phút và áp suất phun 5 bar.

Ở đây, lượng nhiên liệu cấp trong một chu trình tại mỗi tốc độ động cơ là như nhau, có nghĩa là năng lượng đầu vào của động cơ là giống nhau. Tuy nhiên, giá trị mô men và công suất lại có sự khác biệt là do hiệu quả chuyển hóa từ hóa năng của nhiên liệu sang nhiệt năng thông qua quá trình đốt cháy nhiên liệu là khác nhau. Áp suất phun lớn hơn sẽ cung cấp động năng lớn hơn cho dòng chảy nhiên liệu, tăng cường các chuyển động rối và giúp nhiên liệu đi nhanh vào xy lanh động cơ. Việc tăng cường chuyển động của dòng khí sẽ giúp thúc đẩy sự hòa trộn giữa nhiên liệu vào không khí, làm cho hỗn hợp trở nên đồng nhất hơn. Vận tốc dòng khí nạp được tăng cường cũng giúp tăng hệ số nạp, đặc biệt là khắc phục được hiện tượng dòng chảy ngược. Hiện tượng này xuất hiện do chuyển động rất nhanh của xupap nạp ở tốc độ động cơ cao gây cản trở dòng khí nạp. Nhờ vậy, quá trình đốt cháy của nhiên liệu sẽ được cải thiện, giúp giải phóng nhanh nhiệt năng và chuyển hóa thành công cơ học, hạn chế được nhiệt năng thất thoát do truyền nhiệt qua thành vách buồng đốt.

Từ các kết quả và phân tích trên, có thể kết luận rằng áp suất phun có ảnh hưởng lớn tới công suất và mô men của động cơ. Tăng áp suất phun sẽ giúp cải thiện công suất và mô men của động cơ, đặc biệt tại vùng làm việc tốc độ cao. Phun nhiên liệu trên đường nạp với áp suất cao hơn sẽ giúp khắc phục các nhược điểm của nhiên liệu khí thiên nhiên như tốc độ cháy chậm và hệ số nạp thấp.

3.3. Ảnh hưởng của áp suất phun đến góc đánh lửa sớm tối ưu

Hình 7 cho thấy các góc đánh lửa sớm để động cơ có mô men lớn nhất (MBT = Maximum Brake Torque). Có thể thấy khi cố định một áp suất phun thì động cơ có xu hướng đánh lửa muộn hơn (góc đánh lửa cách xa điểm chết trên hơn) khi tăng tốc độ động cơ. Lý do giải thích cho hiện tượng này là do khi tăng tốc độ động cơ, thời gian cháy của hỗn hợp bị giảm xuống, do đó cần phải đánh lửa sớm hơn để đảm bảo đủ thời gian cháy, giúp quá trình cháy sạch hơn và giải phóng tối đa năng lượng trong nhiên liệu để sinh công. Mặt khác với cùng một tốc độ động cơ, khi tăng áp suất phun thì cần đánh lửa muộn hơn. Như đã phân tích ở trên, áp suất phun cao hơn giúp cải thiện quá trình hòa trộn của hỗn hợp, do đó giảm được khoảng thời gian cháy trễ. Như vậy thời điểm đánh lửa được điều chỉnh gần với điểm chết trên hơn để đạt được mô men tối ưu.



Hình 7. Góc đánh lửa tối ưu ứng với các áp suất phun

4. KẾT LUẬN

Thực hiện nghiên cứu “*Nghiên cứu thực nghiệm về ảnh hưởng của áp suất phun trên đường nạp đến sự vận hành của động cơ diesel một xy lanh sử dụng nhiên liệu khí thiên nhiên*”, các kết luận được rút ra như sau:

- Áp suất phun có ảnh hưởng lớn đến lưu lượng nhiên liệu cung cấp, khi tăng áp suất phun từ 1 bar đến 3 bar thì lượng nhiên liệu tăng rất

nhanh, tuy nhiên ở áp suất 4 bar và 5 bar thì lượng nhiên liệu không thay đổi nhiều do dòng chảy của nhiên liệu đã đạt trạng thái siêu âm.

- Với cùng một lượng nhiên liệu cấp trong một chu trình, tăng áp suất phun sẽ giúp cải thiện mô men và công suất của động cơ do cải

thiện được sự hòa trộn của hỗn hợp nhiên liệu và không khí.

- Khi tăng áp suất phun, cần thiết phải điều chỉnh góc đánh lửa sớm trong khoảng 14 đến 18 độ trước điểm chết trên để đạt được mô men lớn nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Hồ Hữu Chấn, Châu Công Hậu, Nguyễn Hoàng Minh, Trần Đăng Quốc, (2021), “*Ảnh hưởng của áp suất phun nhiên liệu đến mô men và công suất động cơ CNG một xylanh chuyển đổi*”, Tạp chí Cơ khí Việt Nam, số 03 năm 2021, trang 93÷100.
- Erin E. Eldridge, (2016), “*Analysis of Flow of Compressed Natural Gas Through a Fuel Injector*”, University of Maine.
- Le Sy Vong, Ho Huu Chan, Tran Dang Quoc, (2022), “*A Study on the Effect of Compression Ratio and Bowl-In-Piston Geometry on Knock Limit in Port Injection Natural Gas Converted Engine*”, In: The AUN/SEED-Net Joint Regional Conference in Transportation, Energy, and Mechanical Manufacturing Engineering (pp.56-73). RCTEMME 2021. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Singapore.https://doi.org/10.1007/978-981-19-1968-8_6
- M.M. Ismail, F.H. Zulkifli, M. Fawzi, S.A. Osman, (2016), “*Conversion method of a diesel engine to a CNG-diesel dual fuel engine and its financial savings*”, In: ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 11(8) 5078-5083.
- M.R. Dahake, S.E. Patil, (2022), “*Experimental Study on CNG Engine with Different Ventury Configuration*”, In: Materials Today: Proceedings, 55, 388-393.
- Olsson, K., & Johansson, B., (1995), “*Combustion Chambers for Natural Gas SI Engines Part 2: Combustion and Emissions*”. In: SAE Transactions, Journal of Engines, 104(SAE Technical Paper 950517).
- R. S. Krishna, (2018), “*Conversion of diesel engine to CNG engine of commercial vehicles and emission control*”, In: Internal Journal of Mechanical and Production Engineering, ISSN(p): 2320-2092, ISSN€:2321-2071 Volume- 6, Issue-11, Nov. – 2018.
- Rosli Abu Bakar, K. Kadirgama, M.M. Rahman, K.V. Sharma1 and Semin, (2012), “*Application of Natural Gas for Internal Combustion Engines. In: Advances in Natural Gas Technology*”, DOI: 10.5772/38896.
- T. Nitnaware, P., N. Bhange, N., J. Bansod, P., Hambarde, M. D. & R. Deodas, S., (2019), “*Effects of CNG Injection Pressure on Performance, Emission and Combustion Characteristics of Multi-cylinder SI Engine*”. In: International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE), 8.0(3.0):2383.0–2387.0.
- Venkateswarlu Chintala, K.A. Subramanian, (2013), “*A CFD (computational fluid dynamics) study for optimization of gas injector orientation for performance improvement of a dual-fuel diesel engine*”. In: Energy, 57, 709-721.
- V. Likhanov, A. Rossokhin, (2020), “*The impact of the use of compressed natural gas in a car diesel engine on the formation and oxidation of soot particles*”, In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, IOP Publishing, 2020, pp. 012207.

Abstract:
**AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE INFLUENCE OF PORT
INJECTION PRESSURE ON PERFORMANCE OF SINGLE – CYLINDER DIESEL
ENGINE USING NATURAL GAS FUEL**

This paper shows an experimental study on the influence of port injection pressure on engine performance of the single-cylinder natural gas engine using intermittent injector. The injection pressure was varied from 1 to 5 bar to consider its effect on the fuel supply, the torque and power of the engine, while the spark timing was adjusted to achieve maximum brake torque. The obtained results indicate that injection pressure has a strong influence on fuel supply and engine performance. Increasing injection pressure to 5 bar not only increases fuel supply but also improves engine torque and power at different speeds, and it is necessary to adjust spark timing in range of 14 – 18 CA bTDC to optimize engine torque.

Keywords: Natural gas fuel, single-cylinder engine, engine performance, intermittent port injector, alternative fuel.

Ngày nhận bài: 09/5/2023

Ngày chấp nhận đăng: 09/6/2023