

ẢNH HƯỞNG CỦA ÁP SUẤT PHUN NHIÊN LIỆU ĐẾN MÔ MEN VÀ CÔNG SUẤT ĐỘNG CƠ CNG MỘT XYLANH CHUYỂN ĐỔI

EFFECT OF FUEL INJECTION PRESSURE ON TORQUE AND POWER OF CONVERTED SINGLE CYLINDER CNG ENGINE

ThS. Hồ Hữu Chấn^{1,2}, ThS. Châu Công Hậu², ThS. Nguyễn Hoàng Minh³, TS. Trần Đăng Quốc¹

¹Viện Cơ khí Động lực, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

²Khoa Cơ khí Động lực, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long

³Khoa Động lực, Trường Cao đẳng nghề Số 9

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày một phương pháp nghiên cứu kết hợp giữa nghiên cứu thực nghiệm và nghiên cứu mô phỏng với đối tượng nghiên cứu là động cơ CNG chuyển đổi. Nghiên cứu thực nghiệm được tiến hành tại phòng thử nghiệm của Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Vĩnh Long, nghiên cứu mô phỏng thực hiện bởi phần mềm AVL Boost. Các kết quả thực nghiệm hướng đến xem xét mối quan hệ giữa áp suất phun với mô men công suất của động cơ. Trong khi đó, các kết quả của nghiên cứu mô phỏng xem xét ảnh hưởng của thời gian phun nhiên liệu đến mô men của động cơ. Các kết quả thu được đã chỉ ra rằng, mô men và công suất động cơ ở vùng tốc độ thấp được cải thiện khi áp suất phun là 2 bar, nhưng thời gian phun nhiên liệu ảnh hưởng rất nhiều đến mô men động cơ và thời gian phun tốt nhất được chỉ ra trong nghiên cứu mô phỏng là $t = 0.021$ giây.

Từ khóa: Áp suất phun; Mô men; Công suất; Động cơ CNG chuyển đổi.

ABSTRACT

This paper presents a research method that is the combination between experiments with simulation research, the research engine is used in this article is converted CNG engine. All experimental processes were done in the internal combustion engine laboratory belong to Vinh Long University of Technology Education, while simulation research was carried out AVL Boost software. The obtained results by experiment were focussed on the effect of injection pressure on torque and power of converted CNG engine, whereas the simulation results were studied on the effect of injection duration on torque of simulation engine. The obtained results show that the increase of injection pressure to 2 bars was improved both of torque and power at low engine speed, but injection duration was more effective on engine torque.

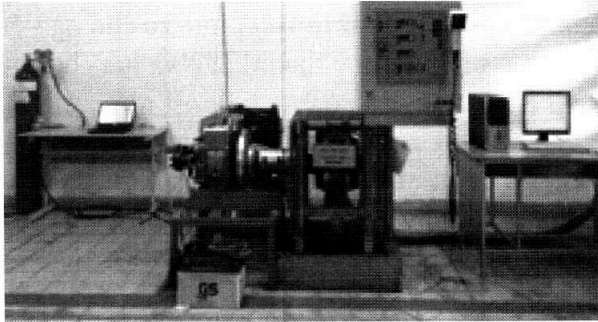
Keywords: Injection pressure, Injection duration, Converted CNG engine, Single cylinder. 

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay, nông nghiệp ở Việt Nam đang sử dụng một lượng lớn động cơ diesel một xylanh. Để phát triển nền nông nghiệp xanh và không phải sử dụng nhiên liệu xăng và diesel, nghiên cứu chuyển đổi động cơ diesel một xylanh thành động cơ sử dụng nhiên liệu khí thiên nhiên là cần thiết và phù hợp với điều kiện ở nước ta [1]. Hầu hết các nghiên cứu về 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 phải lắp thêm hệ thống đánh lửa, tối ưu lại thời điểm đóng mở của xúp-páp, nghiên cứu và tối ưu hệ thống nhiên liệu [2,3,4]. Để tăng khả năng dự trữ nhiên liệu, giảm thể tích chứa và công dẫn động đối với hệ thống cung cấp nhiên liệu, ban đầu khí thiên nhiên được nén lại với áp suất khoảng 250 bar và được gọi tắt là nhiên liệu CNG [5]. Có hai giải pháp kỹ thuật để cấp nhiên liệu cho động cơ CNG đó là phun trực tiếp vào trong xylanh động cơ và phun CNG trên đường ống nạp [6]. Tuy nhiên, việc phát triển một động cơ phun trực tiếp rất tốn kém và đòi hỏi công nghệ phụ trợ khá cao. Phương án cấp CNG trên đường ống nạp được coi là phương án phù hợp với sự chuyển đổi động cơ Diesel ở Việt Nam, nhưng công suất ở động cơ CNG phun trên đường nạp có thể đạt xấp xỉ bằng động cơ xăng có cùng kích thước [7]. Mặc dù nhiên liệu khí thiên nhiên có trị số Ốc tan cao (khoảng 130) [8] nhưng khi chuyển đổi từ động cơ diesel thành động cơ CNG, cần phải hạ thấp tỷ số nén để động cơ làm việc ổn định [9]. Thêm vào đó, việc chuyển đổi động cơ diesel thành động cơ CNG sẽ dễ dàng đạt được hiệu suất nhiệt cao hơn so với chuyển đổi từ động cơ xăng, là bởi vì tận dụng được những ưu điểm nổi trội về cải thiện động năng dòng môi chất bên trong xylanh động cơ [10]. Các nghiên cứu phun trên đường nạp cho thấy hệ thống phun có ảnh hưởng lớn đến công suất, quá trình cháy ổn định và phát thải trên động cơ. Hyung Min

Kim và Ki Hyung Lee thực hiện nghiên cứu ảnh hưởng của phun nhiên liệu trên đường ống bằng hệ thống quang học đặc biệt gồm: CCD camera tốc độ cao và phần mềm VECTIS 3.7 dùng để hỗ trợ nghiên cứu và phân tích chuyên sâu. Đối tượng sử dụng trong nghiên cứu này là động cơ xăng 4 kì, làm việc ở điều kiện: tốc độ là 6000 vòng/phút, thời gian phun 4ms. Từ các kết quả thu được, các tác giả khẳng định rằng có hiện tượng tập trung nhiên liệu ở thành dưới đường ống nạp và xúp-páp nạp, hình dạng tia phun không bị ảnh hưởng bởi dòng không khí trong đường ống nạp. Phần lớn nhiên liệu sau khi phun được phân bố ở nửa trên đường ống, hỗn hợp khí thiên nhiên và không khí đi vào xylanh dễ dàng [11]. Nghiên cứu của E. Movahednejad và các cộng sự lại đề cập đến ảnh hưởng của dòng khí đi ngược từ trong xylanh đến lưu lượng khí nạp vào. Để giảm được hiện tượng này, thời điểm phun nhiên liệu tốt nhất đã được khẳng định là thời điểm đủ để nhiên liệu đi tới vùng lân cận xúp-páp nạp vào cuối quá trình xả hoặc bắt đầu quá trình nạp. Trong trường hợp này, toàn bộ nhiên liệu sẽ đi vào xylanh ở một nửa thời gian của kì nạp, nhờ vậy nhiên liệu có đủ thời gian hòa trộn với không khí, kết quả là Mô men lớn nhất, trong khi NOx tăng nhưng CO giảm [12]. Nghiên cứu của M.F. Hushim và cộng sự được thực hiện trên động cơ một xylanh cũng có xu hướng kết quả tương tự. Trong nghiên cứu này, các tác giả đã chỉ ra ảnh hưởng của góc đặt vòi phun đến hiệu suất nhiệt và khí thải của động cơ là rất lớn [13]. Chuyển động của hỗn hợp khí bên trong xylanh động cơ là tập hợp của những dòng rối rất phức tạp, những dòng khí này có sự thay đổi về động năng liên tục kể từ khi bắt đầu quá trình nạp và phun nhiên liệu. Quá trình hoà trộn giữa không khí và nhiên liệu khí thiên nhiên ở động cơ CNG cấp nhiên liệu trên đường nạp chính thức bắt đầu từ khi nhiên liệu đi ra khỏi đầu kim phun cho đến khi phản ứng cháy kết thúc [14]. Quá trình này diễn ra rất phức tạp mang đặc trưng của dòng chảy rối như: bất thường, khuếch tán,

tiêu tán, kế thừa và phụ thuộc vào tốc độ của động cơ [15]. Chất lượng hòa trộn giữa nhiên liệu và không khí để chuẩn bị cho quá trình cháy là yếu tố quan trọng và ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu suất nhiệt của động cơ [16].



Hình 1. Động cơ nghiên cứu kết nối với băng thử

Hướng đến những nghiên cứu chuyên sâu về động cơ CNG ở Việt Nam và nâng cao hiệu suất nhiệt ở động cơ CNG sau khi chuyển đổi, cần phải tiến hành nghiên cứu “Ảnh hưởng của áp suất phun nhiên liệu đến momen và công suất động cơ CNG một xy lanh chuyển đổi”. Bài báo này là bước đi đầu tiên thực hiện nghiên cứu chuyên sâu về phát triển động cơ nhiên liệu khí tại Khoa Cơ khí động lực, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật Vinh Long. Mục tiêu của nghiên cứu là tập trung vào xem xét ảnh hưởng của áp suất phun nhiên liệu trên đường nạp đến mô men và công suất của động cơ, qua kết quả nghiên cứu này xác định sơ bộ áp suất cấp nhiên liệu cho nghiên cứu tiếp theo.

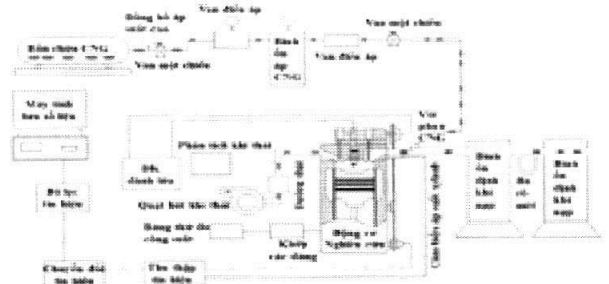
2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phương pháp nghiên cứu sử dụng trong bài báo này là sự kết hợp giữa thực nghiệm với mô phỏng. Trong đó, thực nghiệm đóng vai trò nghiên cứu cơ bản ban đầu và là số liệu đầu vào để hiệu chuẩn mô hình, nghiên cứu mô phỏng đóng vai trò làm rõ xu hướng các kết quả thực nghiệm chuyên sâu.

2.1. Nghiên cứu thực nghiệm

2.1.1. Đối tượng nghiên cứu

Động cơ CNG nghiên cứu được chuyển đổi từ động cơ diesel một xylanh đặt nằm ngang, làm mát theo kiểu bốc hơi, thông số động cơ như trong bảng 1.



Hình 2. Sơ đồ bố trí thiết bị thí nghiệm

Bảng 1. Thông số cơ bản của động cơ CNG chuyển đổi:

Tên thông số	Ký hiệu	Giá trị
Hành trình piston, (mm)	S	115
Đường kính xylanh, (mm)	D	103
Số xylanh	i	1
Tỷ số nén	ϵ	10:1
Tốc độ định mức, (v/ph)	n_{dm}	2200
Nhiên liệu sử dụng	CNG	-

2.1.2. Thiết bị thí nghiệm

Động cơ CNG sau chuyển đổi được lắp đặt lên băng thử, kết nối với các thiết bị điều khiển và thu thập dữ liệu như hình 1. Các hệ thống thiết bị chính phục vụ trong nghiên cứu thực nghiệm được trình bày như hình 2, băng thử điện MP 100S do hãng Weinlich (Cộng hòa Liên bang Đức) sản xuất được nối trực tiếp vào trục khuỷu của động cơ nghiên cứu [17]. Để xây dựng được đồ thị diễn biến áp suất bên trong xylanh động cơ thay đổi theo góc quay trục

khuyết hoặc thay đổi theo thể tích xy lanh, một bộ thiết bị đo và chuyển đổi tín hiệu áp suất của hãng Kistler (hình 3) được gắn lên nắp xy lanh động cơ. Hệ thống cung cấp nhiên liệu CNG gồm: bình chứa nhiên liệu CNG áp suất 150 bar, một bộ van giảm áp (hình 4) có thể giảm áp suất xuống đến 1 bar.

2.1.3. Điều kiện thí nghiệm

Để đánh giá được ảnh hưởng của áp suất phun CNG trên đường nạp đến mô men và công suất động cơ nghiên cứu, điều kiện thí nghiệm được thiết lập theo thứ tự sau:



Hình 3. Thiết bị đo áp suất buồng cháy

- Trong suốt quá trình thí nghiệm, tốc độ động cơ được thay đổi từ $n = 1000$ vòng/phút đến mô men hoặc công suất có xu hướng giảm thì dừng lại, bước thay đổi của tốc độ động cơ là $\Delta n = 200$.

- Tại mỗi giá trị tốc độ, góc đánh lửa của động cơ nghiên cứu được thay đổi để tìm ra giá trị mô men lớn nhất.

- Để xem xét ảnh hưởng của áp suất phun đến sự thay đổi của mô men hoặc công suất theo tốc độ động cơ, áp suất phun nhiên liệu được cố định tại $P_{\text{phun}} = 1$ bar và 2 bar, trong khi đó vị trí tay ga được cố định tại 50% hành trình.

- Để giảm cản trên đường ống nạp là nhỏ nhất, với mỗi giá trị áp suất phun là $P_{\text{phun}} = 1$ bar và 2 bar thay đổi tải và góc đánh lửa để xác định được tốc độ động cơ lớn nhất.

2.2. Nghiên cứu mô phỏng

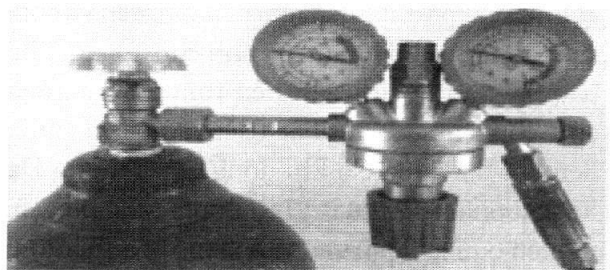
2.2.1. Cơ sở lý thuyết mô phỏng

Động cơ nghiên cứu được mô phỏng bởi phần mềm AVL Boost (Hình 1) với các thông số cơ bản được nhập từ động cơ CNG chuyển đổi. Cơ sở lý thuyết phục vụ cho nghiên cứu mô phỏng được tham khảo và lựa chọn từ tài liệu hướng dẫn của AVL Boost như:

Định luật nhiệt động học thứ nhất thể hiện mối quan hệ giữa sự biến thiên của nội năng (entanpi) với sự biến thiên của nhiệt và công.

Hệ số truyền nhiệt được tính theo mô hình Woschni 1978.

Mô hình cháy Fractal dùng cho động cơ đánh lửa cưỡng bức và khí nạp đồng nhất [16-18].



Hình 4. Bình chứa và van điều áp

Cơ sở lý thuyết của mô hình được tóm tắt như sau: Thời điểm đánh lửa được coi là thời điểm bắt đầu cháy của mô phỏng. Sự hình thành màng lửa là thông số để hiệu chỉnh thời gian cháy trễ (C_{ign}). Tỷ lệ lan màng lửa là thông số để hiệu chỉnh thời gian cháy trễ ($r_{\text{f,rel}}$). Tương quan của thông số tham chiếu rối là thông số để hiệu chuẩn mô hình rối (m) cho phép thay đổi thêm thông số tham chiếu L_{max} dựa vào mật độ tập trung vùng chưa cháy:

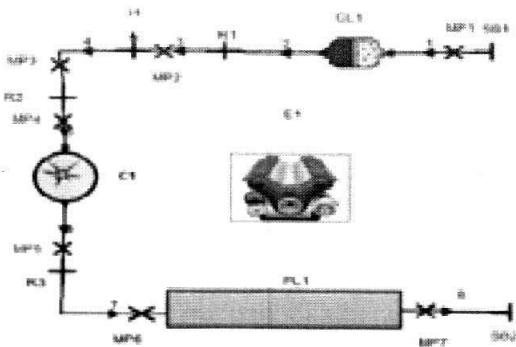
$$\left(\frac{d_{\text{mđ}}}{dt}\right) = \rho_u \left(\frac{L_{\text{t}}}{l_{\text{k}}}\left(\frac{\rho_{\text{SDC}}}{\rho_{\text{uZ}}}\right)^m\right)^{D_{\text{S}}-2} A_L S_L, \text{ trong đó}$$

ρ_{soc} là mật độ tập trung của vùng chưa cháy tại thời điểm bắt đầu cháy, và ρ_{uz} là mật độ của vùng chưa cháy. Khối lượng nhỏ đã cháy được ở thời điểm bắt đầu cháy sát vách, xác định khi mô hình bắt đầu giai đoạn cháy sát vách $\left(\frac{m_b}{m}\right)_{tr}$ trong đó, thời gian chuyển tiếp t_{tr} đã được xác định khi khối lượng nhỏ đã cháy. Tốc độ cháy

tăng $S_L = c_{ifs} S_{L,RG=0} (1 - m_{f,RG})^d$ xác định khi mô hình bắt đầu giai đoạn cháy sát vách (d), cho phép điều chỉnh thêm S_L phụ thuộc vào hệ số dư khối (m_{RG}).

2.2.2. Hiệu chuẩn mô hình

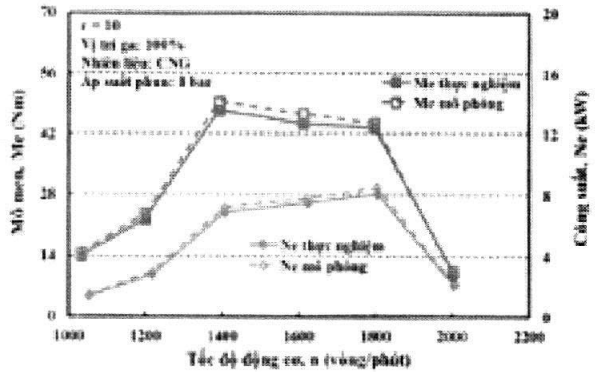
Hiệu chuẩn động cơ mô phỏng được tiến hành dựa trên cơ sở số liệu thực nghiệm của động cơ CNG chuyển đổi với tỷ số nén $\epsilon = 10$, tay ga mở hoàn toàn 100%, vì vậy trên mô hình không sử dụng phần tử này, góc đánh lửa được điều chỉnh ở trước điểm chết trên (IT: BTDC) và tỷ số nén đặt ở $\epsilon = 10$. Xét trong vùng thí nghiệm ($n = 1000 \div 2000$ vòng/phút), sai số lớn nhất và nhỏ nhất giữa kết quả mô phỏng với kết quả thí nghiệm theo thứ tự là khoảng 5% và 3% (hình 6). Với kết quả sai lệch này cho phép sử dụng mô phỏng để tiến hành các nghiên cứu tiếp theo.



Hình 5. Mô phỏng động cơ QTC2015

2.2.3. Điều khiển mô hình

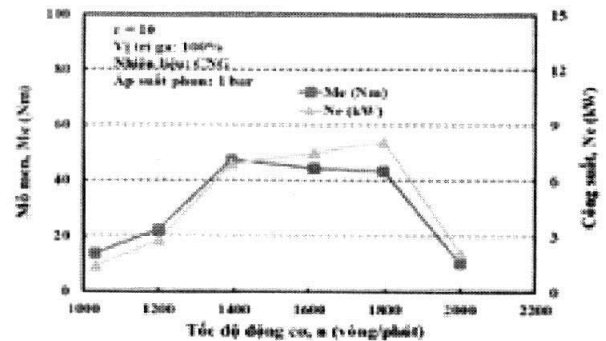
Để xem xét sự ảnh hưởng của áp suất phun đến mô men và công suất của động cơ CNG chuyển đổi, nghiên cứu mô phỏng sẽ được tiến hành như sau: tốc độ của động cơ mô phỏng được giữ cố định tại $n = 1800$ vòng/phút, vị trí bướm gió được mở hoàn (100%) để loại bỏ những ảnh hưởng đến hệ số nạp và chuyển động rời của dòng môi chất bên trong xy lanh động cơ ở kỳ nạp, thời điểm bắt đầu phun nhiên liệu được cố định tại 110 độ trước điểm chết trên. Thời gian phun được thay đổi từ 0,017s đến 0,021s.



Hình 6. Kết quả hiệu chuẩn mô hình

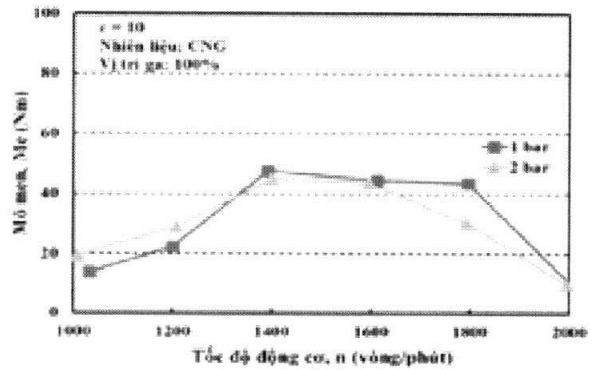
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của áp suất phun đến mô men và công suất



Hình 7. Công suất và mô men thay đổi theo tốc độ động cơ

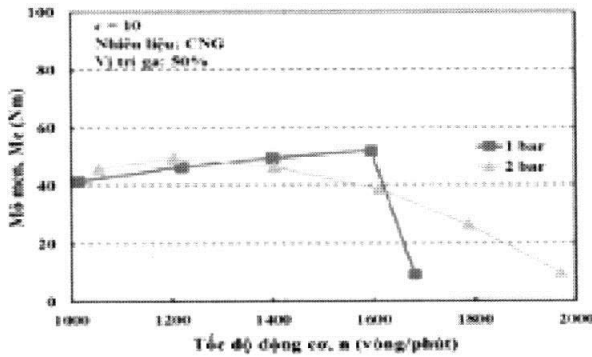
Hình 7, trình bày sự thay đổi mô men và công suất theo tốc độ động cơ ở điều kiện áp suất theo tốc độ động cơ ở điều kiện áp suất phun nhiên liệu $P_{phun} = 1 \text{ bar}$, vị trí tay ga được mở hoàn toàn (100%). Từ kết quả thu được từ thực nghiệm có thể nhận thấy rằng, xu hướng thay đổi của cả mô men và công suất là giống nhau. Xu hướng chung là tăng dần đến giá trị lớn nhất và giảm khi tốc độ động cơ tăng, tuy nhiên giá trị lớn nhất của mô men đạt ở tốc độ khoảng $n = 1.400$ vòng/phút, trong khi đó giá trị công suất lớn nhất lại đạt ở $n = 1.800$ vòng/phút. Quá trình nạp của động cơ nghiên cứu lúc này khác hoàn toàn so với động cơ nguyên bản, khi xúp-páp nạp bắt đầu mở ra đồng thời piston di chuyển hướng xuống điểm chết dưới. Do sự chênh áp giữa bên trong và bên ngoài xy lanh nên hỗn hợp gồm không khí và nhiên liệu khí thiên nhiên được nạp vào trong xy lanh động cơ. Lượng hỗn hợp này phụ thuộc vào tốc độ của động cơ khi bướm ga được mở hoàn toàn, hay nói cách khác lượng hỗn hợp này phụ thuộc vào hệ số nạp của động cơ. Từ phân tích lý thuyết trên có thể thấy rằng, sự khác nhau về tốc độ của mô men lớn nhất và công suất lớn nhất là do ảnh hưởng của hệ số nạp và tốc độ động cơ. Hệ số nạp của động cơ giảm khi tốc độ động cơ vượt quá 1400 vòng/phút, trong khi đó công suất của động cơ vẫn còn tăng được là do sự bù đắp của tốc độ động cơ. Tuy nhiên, khi tốc độ động cơ vượt quá 1800 vòng/phút sẽ làm cho năng lượng hoá học nhiên liệu được đưa vào bên trong xy lanh của động cơ giảm rất nhanh và kết quả là cả mô men và công suất giảm rất nhanh. Để làm rõ sự ảnh hưởng của hoá năng nhiên liệu đến mô men động cơ, nghiên cứu tiếp theo được thực hiện ở áp suất phun là 2 bar.



Hình 8. Mô men thay đổi theo tốc độ động cơ

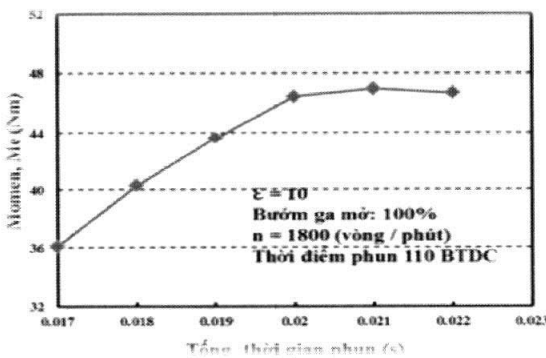
Hình 8, trình bày các kết quả thí nghiệm thu được khi tăng áp suất phun nhiên liệu lên 2 bar, so sánh các kết quả thu được ở cùng điều kiện với áp suất 1 bar có thể thấy rằng, mô men có xu hướng thay đổi giống nhau trong vùng tốc độ từ 1000 vòng/phút đến 2.000 vòng/phút. Nguyên nhân làm cho xu hướng thay đổi giống nhau này là do kết cấu, hình dạng buồng cháy và vị trí đặt vòi phun không thay đổi. Tuy nhiên, khi động cơ làm việc ở vùng tốc độ nhỏ hơn 1.400 vòng/phút, mô men của áp suất phun 2 bar lớn hơn so với 1 bar nhưng sau đó lại nhỏ hơn so với 1 bar khi tốc độ động cơ lớn hơn 1.400 vòng/phút. Mô men của 2 bar cũng đạt giá trị lớn nhất tại tốc độ 1.400 vòng/phút và sau đó giảm rất nhanh khi tốc độ động cơ lớn hơn 1.600 vòng/phút. Sự khác biệt trên là do lượng nhiên liệu và động học của dòng khí ở bên trong đường ống nạp đã được cải thiện khi áp suất phun tăng từ 1 bar đến 2 bar, nhờ sự tăng của áp suất phun nhiên liệu mà tốc độ của dòng hỗn hợp đi vào trong xy lanh đã khắc phục được phần nào tổn thất dòng chảy ở vùng tốc độ thấp nhưng sẽ làm tăng tổn thất ở vùng tốc độ cao. Để làm rõ hơn vấn đề này, nghiên cứu tiếp theo sẽ được phân tích ở điều kiện áp suất phun là 2 bar và hành trình tay ga cố định tại 50% tải.

Từ các kết quả thu được trên hình 8 có thể nhận thấy rằng áp suất phun cải thiện được mô men ở vùng tốc độ thấp và vùng tốc độ cao. Trong khoảng từ 1.000 vòng/phút đến 1.200 vòng/phút, mô men của 2 bar lớn hơn là nhờ tốc độ của nhiên liệu đi vào trong xy lanh tăng nên có thể nạp được thêm một phần hỗn hợp so với trường hợp áp suất 1 bar. Để hiểu rõ hơn về ảnh hưởng của áp suất phun đến mô men và công suất động cơ CNG chuyển đổi, bước tiếp theo sẽ tiến hành bằng phương pháp nghiên cứu mô phỏng trên AVL Boost.



Hình 9. Mô men thay đổi theo tốc độ động cơ

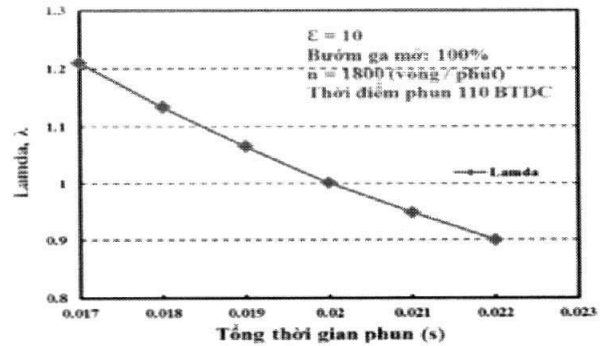
3.2. Ảnh hưởng của thời gian phun đến đặc tính làm việc của động cơ



Hình 10. Ảnh hưởng của thời gian phun đến momen.

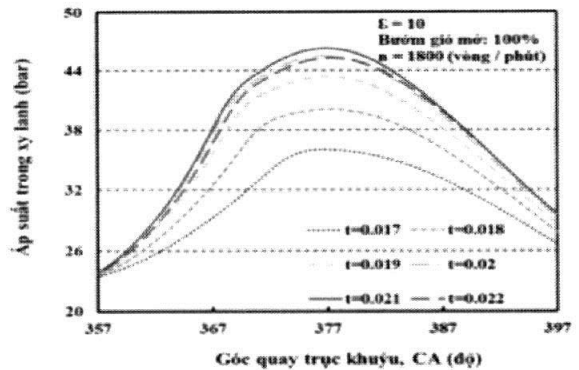
Hình 10, cho momen tăng dần khi tăng thời gian phun và đạt giá trị lớn nhất với thời gian phun là 0,021s. Từ kết quả thu được có thể

thấy rằng tổng thời gian phun có ảnh hưởng lớn đến momen và công suất. Để làm rõ nguyên nhân thay đổi đặc tính làm việc của động cơ khi thay đổi thời gian phun ta xem xét đến sự thay đổi lamda và diễn biến áp suất trong xy lanh theo thời gian phun.



Hình 11. Ảnh hưởng của thời gian phun đến lamda của hỗn hợp

Hình 11, thể hiện sự thay đổi của hệ số dư lượng không khí lamda theo thời gian phun, khi tăng thời gian phun nhiên liệu lên thì lamda có xu hướng giảm. Khi thời gian phun tăng lên, lượng nhiên liệu nạp vào tăng lên trong khi lượng không khí vào xy lanh giảm do sự chiếm chỗ nhiên liệu trên đường ống nạp và xy lanh, điều này dẫn đến hỗn hợp hòa khí trong xy lanh sẽ đậm hơn.



Hình 12. Ảnh hưởng của thời gian phun đến diễn biến áp suất trong xy lanh.

Hình 12, thể hiện diễn biến áp suất trong xy lanh theo góc quay của trục khuỷu trong khoảng 357 độ đến 397 độ khi thay đổi thời gian phun. Ở mỗi vị trí góc quay trục khuỷu, khi tăng thời gian phun từ 0,017s đến 0,021s áp suất trong xy lanh cũng tăng theo, áp suất lớn nhất trong xy lanh được tìm thấy tại thời gian phun 0,021s, tuy nhiên khi tiếp tục tăng thời gian phun lên thì áp suất trong xy lanh có xu hướng giảm đi. Tại thời gian phun $t = 0,022s$, giá trị áp suất trong xy lanh còn thấp hơn khi thời gian phun bằng 0,02s.

4. KẾT LUẬN

Thực hiện nghiên cứu “Ảnh hưởng của áp suất phun nhiên liệu đến momen và công suất động cơ CNG một xy lanh chuyển đổi” bằng cách kết hợp giữa thực nghiệm và nghiên cứu mô phỏng đã rút ra được những kết luận như sau:

- Tăng áp suất phun đến 2 bar sẽ tăng được mô men và công suất động cơ khi làm việc ở vùng tốc độ thấp dưới 1.400 vòng/phút. Ở tốc độ lớn hơn 1.800 vòng/phút, khi tăng áp suất phun sẽ làm mô men công suất động cơ giảm chậm hơn so với áp suất phun 1 bar.

- Thời gian phun ảnh hưởng rất lớn đến mô men công suất của động cơ, tăng thời gian phun sẽ làm cho hỗn hợp động cơ đậm đặc lên vì vậy mà mô men động cơ CNG chuyển đổi tăng. Mô men lớn nhất được xác định tại thời gian phun của $t = 0,021$ giây, khi tăng thời gian phun lớn hơn, mô men sẽ giảm do hỗn hợp đã tiến đến giới hạn cháy của nhiên liệu. ❖

Ngày nhận bài: 18/9/2020

Ngày phản biện: 08/3/2021

Tài liệu tham khảo:

[1]. Bruce Chehroudi, “Use of natural gas in internal combustion engines”, International Non-renewable Energy Sources Congress

Tehran, Iran, December 26-30, 1993.

[2]. Mohamad Hafizul Rahman Alias, Mohd Fadzil Abdul Rahim, Muhamad Haziq Mohd Ismail Rodzi, and Rosli Abu Bakar, “Effect of Injection Pressure, Injection Duration, and Injection Frequency on Direct Injector’s Mass Flow Rate for Compressed Natural Gas Fuel” MATEC Web of Conferences 225, 02008 (2018).

[3]. Semin, Abdul Rahim Ismail and Rosli Abu Bakar, “Diesel Engine Convert to Port Injection CNG Engine Using Gaseous Injector Nozzle Multi Holes Geometries Improvement: A Review”, American Journal of Engineering and Applied Sciences 2 (2): pp 268-278, 2009.

[4]. Taib Iskandar Mohamad, Ali Yusoff and Shahrir Abdullah, “The combustion and performance of a converted direct injection compressed natural gas engine using spark plug fuel injector”, SAE International, published 09/28/2010.

[5]. P.R. Dave, R. Meyer, (Climate Change 2007): “Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change” Cambridge University Press, Cambridge (2007).

[6]. How Heoy Geok, Taib Iskandar Mohamad, Shahrir Abdullah, Yusoff Ali and. Azhari Shamsudeen, “Experimental Investigation of Performance and Emissions of a Sequential Port Injection Compressed Natural Gas Converted Engine” SAE Technical Papers, December 2009, 2009-32-0026 / 20097026.

[7]. Kawabata, Y. and D. Mori, 2004. “Combustion diagnostics and improvement of a prechamber lean-burn natural gas engine”. SAE Technical Paper, 2004-01-0979.

[8]. TS. Nguyễn Cảnh Dương; Địa chất các mỏ than, dầu và khí đốt, NXB. Khoa học Kỹ thuật Hà Nội, 2004).

[9]. Tran Dang Quoc, “A study on extension of the lean limit for direct injection natural gas engine by using auxiliary injection”, A Dissertation submitted to Department of Mechanical Engineering and Graduate School of Sungkyunkwan University, December, 2012.

[10]. R S Krishna, “Conversion of diesel engine to cng engine of commercial vehicles and emission control”, International Journal of Mechanical and Production Engineering, ISSN(p): 2320-2092, ISSN(e): 2321-2071 Volume- 6, Issue-11, Nov.-2018.

[11]. Hyungmin Kim and Kihyung Lee. “An investigation on the fuel behavior for a PFI type motorcycle engine”. Journal of Mechanical Science and Technology 23 (2009) 2507–2513.

[12]. E. Movahednejad, M. Hosseinalipour, F. Omimi và O. Samimi. “Experimental and theoretical study of injection timing on performance and exhaust emissions in a port-injected gasoline engine”. ASME Internal Combustion Engine Division 2006 Spring Technical Conference.

[13]. M.F. Hushim, A.J. Alimin, L.A. Rashid và M.F. Chamari. “Influence of Fuel Injector Position of Port-fuel Injection Retrofit-kit to the Performances of Small Gasoline Engine”.

[14]. Hồ Hữu Chấn, Nguyễn Đức Hiệp, Nguyễn Ngọc Hải, Cao Hùng Phi, Trần Đăng Quốc; “Ảnh hưởng của vị trí vòi phun và áp suất phun đến động năng trong đường nạp của động cơ CNG được chuyển đổi từ động cơ diesel một xy lanh”, Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi & Môi trường, số đặc biệt 10/2019, trang 24-29, ISSN: 1859 – 3941.

[15]. Manish Garga, R.V. Ravikrishna, “In-cylinder flow and combustion modeling of a CNG-fuelled stratified charge engine”, Applied Thermal Engineering, Volume 149, 25 February 2019, Pages 425-438.

[16]. Mahmut Kaplan “Influence of swirl, tumble and squish flows on combustion characteristics and emissions in internal combustion engine- review” International Journal of Automotive Engineering and Technologies, e-ISSN: 2146 – 9067.