

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 XYLANH

Hồ Hữu Chấn^{1,2}, Nguyễn Đức Hiệp¹, Nguyễn Ngọc Hải¹, Cao Hùng Phi², Trần Đăng Quốc¹

Tóm tắt: Bài báo này trình bày một nghiên cứu về ảnh hưởng của vị trí đặt vòi phun và áp suất phun đến động năng của dòng khí nạp ở động cơ diesel một xylanh chuyển đổi thành động cơ nghiên cứu CNG. Phương pháp nghiên cứu thực hiện trong bài báo này là sự kết hợp giữa nghiên cứu thực nghiệm kết hợp với mô phỏng. Kết quả thu được từ thực nghiệm sẽ được sử dụng để hiệu chuẩn mô hình mô phỏng trên AVL Boost. Để làm rõ hơn ảnh hưởng của vị trí đặt vòi phun trên đường ống nạp, các thông số thu được từ AVL Boost sẽ được sử dụng làm thông số đầu vào để xây dựng và nghiên cứu mô phỏng trên Ansys fluent. Các kết quả thực nghiệm đã chỉ ra rằng nguyên nhân làm hệ số COV_{imep} tăng khi tăng áp suất phun là do động học khuếch tán của nhiên liệu CNG trong đường nạp thay đổi bất thường. Thay đổi khoảng cách đặt vòi phun và góc hợp bởi đường tâm vòi phun với đường tâm của ống nạp sẽ làm giảm sự bất thường ở động năng khuếch tán.

Từ khóa: Vị trí vòi phun, Áp suất phun, Động năng khuếch tán, Động cơ CNG.

1. GIỚI THIỆU

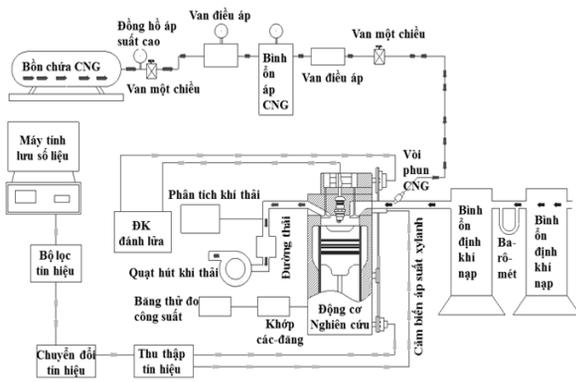
Hướng đến mục tiêu cắt giảm sự phụ thuộc vào nhiên liệu gốc dầu mỏ và khí thải, việc chuyển đổi động cơ đốt trong và sử dụng nhiên liệu thay thế trên các phương tiện vận tải là rất cần thiết ở Việt Nam hiện nay. Khí thiên nhiên với thành phần chủ yếu là khí Mê-tan (CH_4) được tổng hợp từ nhiều nguồn khác nhau (Nguyễn Cảnh Dương, 2004). Khi nén với áp suất khoảng 250 bar, khí thiên nhiên trở thành nhiên liệu CNG thay thế rất hiệu quả cho xăng và diesel bởi tỷ số giữa nguyên tử Hy-đrô với Các bon là 4, khi đốt cháy 1 kg nhiên liệu CNG ở điều kiện hòa trộn hỗn hợp lý tưởng (Stoichiometric, $\lambda = 1$) sẽ giảm được khoảng 12% CO_2 so với nhiên liệu xăng (P.R. Dave, 2007). Các thành phần khí thải khác như CO và NO_x cũng giảm được lần lượt là 80% và 12%, tuy nhiên hiệu suất nhiệt của động cơ tăng được 5% và giảm được suất tiêu hao nhiên liệu đến 15% (Maji, 2005). Chuyển đổi từ động cơ diesel thành động cơ CNG là giải pháp phù hợp với điều kiện Việt Nam hiện nay, bởi vì những động cơ CNG chuyển đổi sẽ tối ưu hóa để đạt được hiệu suất nhiệt và tính kinh tế nhiên liệu ở vùng tốc độ thấp và trung

bình, phù hợp với xe buýt và xe tải hoạt động trong thành phố (New York, 1993). Một trong những nhược điểm mà động cơ đốt trong sử dụng nhiên liệu CNG gặp phải đó là thể tích riêng lớn và khối lượng nhẹ hơn so với không khí. Do vậy hệ số nạp giảm so với động cơ xăng phun trên đường nạp và tốc độ lan truyền màng lửa thấp (Muhammad Imran Khan, 2015), công suất động cơ giảm từ 5% đến 10% (Jones AL, 1985). Để nâng cao công suất của động cơ CNG chuyển đổi trước tiên cần phải xem xét chất lượng hòa trộn của nhiên liệu và không khí ngay trên đường ống nạp (Geok HH, 2009). Bởi vì các quá trình diễn ra ở động cơ CNG rất phức tạp, dòng khí từ quá trình nạp cho đến quá trình thải có đặc trưng của dòng chảy rối. Dòng chảy rối đặc trưng bởi tính bất thường, tính khuếch tán, tính quay tròn và tính tiêu tán. Để xem xét chất lượng hòa trộn của nhiên liệu với không khí trong đường ống nạp ta coi dòng không khí nạp ở trước vòi phun là ổn định và có vận tốc đầu vào cố định. Tại vị trí đặt vòi phun nhiên liệu CNG, dòng nhiên liệu có vận tốc và áp suất khác so với không khí. Vận tốc và động năng khuếch tán của nhiên liệu CNG sẽ là một thông số quan trọng để xem xét chất lượng hòa trộn của hỗn hợp trước khi vào xylanh động cơ. Hai thông số điển hình sẽ được xem xét trong nghiên cứu này là vận

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

² Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật Vĩnh Long.

tốc nhiên liệu trong đường nạp và động năng khuếch tán (TKE). Bởi vì thời gian hòa trộn ở động cơ CNG một xy lanh phun gián tiếp sẽ bắt đầu từ lúc nhiên liệu được phun vào bên trong đường ống nạp cho đến khi quá trình cháy kết thúc hoàn toàn. Chất lượng của hỗn hợp trong khoảng thời gian từ lúc phun nhiên liệu vào đường nạp đến trước cửa nạp là rất quan trọng và ảnh hưởng trực tiếp đến hệ số nạp và sự đồng đều của hỗn hợp. Để tăng hệ số nạp và giảm sự bất thường của hỗn hợp, tiến hành nghiên cứu ảnh hưởng vị trí đặt vòi phun và áp suất phun



Hình 1. Sơ đồ bố trí thiết bị thí nghiệm

Hình 1 và 2 thể hiện sơ đồ bố trí các trang thiết bị thí nghiệm tổng thể, các thiết bị chính sử dụng trong thí nghiệm gồm: Động cơ nghiên cứu một xy lanh kiểu Ricardo được thiết kế lại từ động cơ diesel với các thông số được trình bày trong bảng 1. Hệ thống cung cấp nhiên liệu CNG gồm: thùng chứa nhiên liệu CNG

Bảng 1. Thông số kỹ thuật động cơ nghiên cứu

Tên thông số	Ký hiệu	Giá trị	Thứ nguyên
Đường kính xy lanh	D	103	mm
Hành trình piston	S	115	mm
Dung tích xy lanh	Vtp	1,03	Lít
Tỷ số nén	ϵ	10	-

2.1.2. Phương pháp thí nghiệm

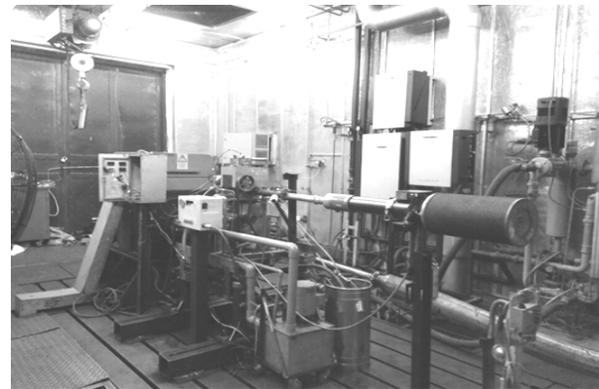
Tốc độ động cơ giữ cố định ở giá trị $n = 1800$ vòng/phút, khoảng cách từ mặt bên của nắp máy đến vòi phun CNG đặt trên đường nạp được gọi là vị trí vòi phun. Vị trí vòi phun thay đổi từ $h(\text{mm}) = 60, 100, 140, 200$, trong khi đó áp suất phun được thay đổi tại các giá trị $p = 1 \text{ bar}, 2.5 \text{ bar}$ và 3 bar , góc đánh lửa được thay đổi để tìm ra giá trị mô men lớn

nhiên liệu trên đường nạp là rất cần thiết. Cho đến nay các kết quả nghiên cứu về khoảng cách từ vòi phun CNG đến xúp-páp nạp, góc hợp bởi đường tâm của vòi phun CNG với đường tâm của đường nạp, áp suất phun nhiên liệu CNG là chưa rõ ràng hoặc không thể tiếp cận được. Phương pháp thực hiện để hướng đến kết quả này là sự kết hợp giữa nghiên cứu thực nghiệm và nghiên cứu mô phỏng.

2. CÔNG CỤ VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Nghiên cứu thực nghiệm

2.1.1. Sơ đồ thí nghiệm



Hình 2. Động cơ và thiết bị thí nghiệm

áp suất 150 bar, hai bộ van giảm áp, thiết bị đo tiêu thụ nhiên liệu CNG (Mass Flow Controller: MFC) và một vòi phun CNG lắp trên đường ống nạp, Dynamometer để đo mô men động cơ, thêm vào đó là các hệ thống nạp/thải, hệ thống làm mát, bộ điều khiển động cơ, bộ thu thập dữ liệu và một vài hệ thống đo khác.

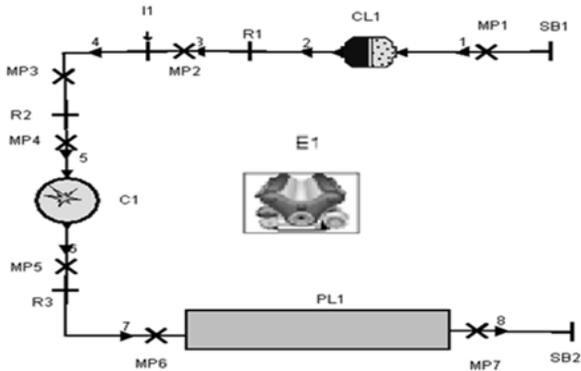
nhất (MBT) tại mỗi vị trí vòi phun và áp suất phun.

2.2. Nghiên cứu mô phỏng AVL Boost

2.2.1. Sơ đồ mô phỏng

Hình 3 trình bày Động cơ QTC2015 được mô phỏng bằng phần mềm AVL Boost, mỗi phần tử ở động cơ mô phỏng có các thông số kỹ thuật tương đương động cơ thực. Động cơ nghiên cứu mô phỏng như sau: SB1 và SB2 là nơi thiết lập những điều

kiện biên ở đầu vào và đầu ra mô hình, CL1: Thiết lập các thông số bộ lọc không khí, I1: Thông số phun nhiên liệu, C1: Thông số xy lanh của động cơ,



Hình 3. Mô phỏng động cơ QTC2015

2.2.2. Điều khiển mô phỏng

Để hướng đến kết quả là cải thiện được đặc tính làm việc của động cơ Diesel chuyển đổi sang sử dụng nhiên liệu CNG, các điều kiện nghiên cứu được tiến hành như sau:

- Bướm ga được mở hoàn toàn để hạn chế cản trên đường ống nạp là nhỏ nhất có thể.
- Để đánh giá được ảnh hưởng của vị trí đặt vòi phun (h) đến đặc tính làm việc của động cơ, lượng nhiên liệu cấp cho động cơ được giữ không đổi.
- Tốc độ động cơ mô phỏng được cố định tại $n = 1800$ vòng/phút.

2.3. Nghiên cứu mô phỏng Ansys Fluent

2.3.1. Mô phỏng đường ống nạp

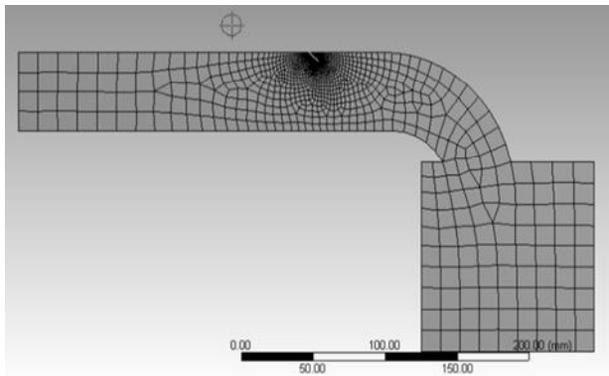
Hình 4 thể hiện đường ống nạp của động cơ được mô phỏng bằng Ansys fluent sau khi đã được chia lưới. Các thông số nhập cho mô hình được lấy từ kết quả chạy mô phỏng AVL Boost trước đó và thông số kỹ thuật tương đương của động cơ nghiên cứu thực. Các phương trình Navier-Stoke về dòng liên tục và động lượng, động năng rối và tỉ lệ tiêu tán của mô hình K- ϵ tiêu chuẩn, hoặc mô hình liên kết rối cũng được lựa chọn và thiết lập cho các phần tử mô hình.

2.3.2. Điều khiển mô phỏng

Để xem xét ảnh hưởng của vị trí đặt vòi phun và áp suất phun đến chất lượng hòa trộn của hỗn hợp, các điều kiện nghiên cứu được tiến hành như sau:

- Khoảng cách từ tâm vòi phun đến cửa nạp nắp máy sẽ được dịch chuyển từ 30 đến 300 mm và bướm gió được mở hoàn toàn để hạn chế cản trên

đường ống nạp là nhỏ nhất có thể. Giá trị $l = 0$ được coi là góc tọa độ tuyệt đối ban đầu khi đặt vòi phun để so sánh, khi $l < 0$ có nghĩa là vòi phun đã di chuyển ra xa so với góc tọa độ ban đầu và đi ngược lại so với chiều của dòng khí nạp.



Hình 4. Mô hình sau khi được chia lưới

đường ống nạp là nhỏ nhất có thể. Giá trị $l = 0$ được coi là góc tọa độ tuyệt đối ban đầu khi đặt vòi phun để so sánh, khi $l < 0$ có nghĩa là vòi phun đã di chuyển ra xa so với góc tọa độ ban đầu và đi ngược lại so với chiều của dòng khí nạp.

- Để đánh giá được ảnh hưởng của vị trí đặt vòi phun (h) đến khả năng hòa trộn của hỗn hợp trên đường nạp, góc nghiêng hợp bởi đường tâm vòi phun và đường tâm ống nạp được điều chỉnh ở các góc 30° , 45° và 90° .

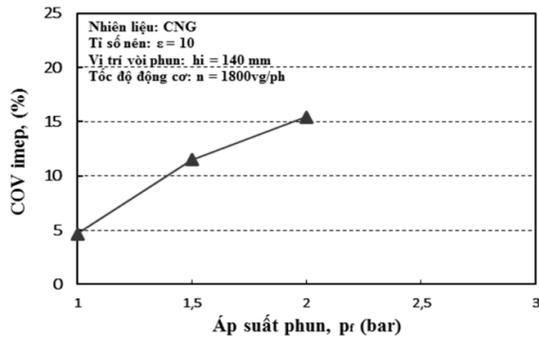
- Để làm rõ ảnh hưởng của áp suất phun nhiên liệu đến khả năng hòa trộn hỗn hợp, áp suất phun được điều chỉnh từ 1 bar, 2,5 bar và 3 bar.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của áp suất phun và vị trí vòi phun đến đặc tính làm việc của động cơ

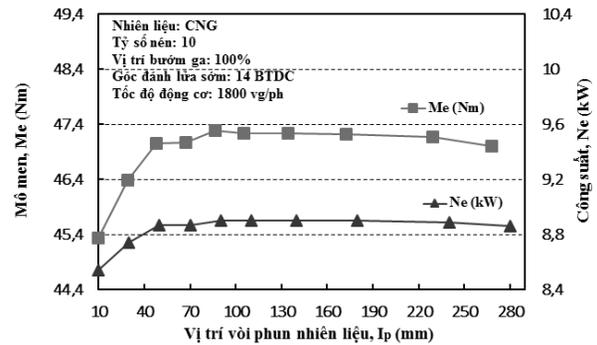
COV_{imep} là hệ số đánh giá sự thay đổi áp suất có ích trung bình trong khoảng 120 chu kỳ làm việc của động cơ (Coefficient of Variation of indicated mean effective pressure), thông thường COV_{imep} nhỏ hơn hoặc bằng 5% thì động cơ được coi là làm việc ổn định mà không xảy ra hiện tượng cháy bất thường [8]. Hình 5 trình bày các kết quả thí nghiệm trên động cơ thực ở điều kiện $\epsilon = 10$, cố định vị trí đặt vòi phun so với cửa nạp $h = 140$ mm, tốc độ động cơ được giữ nguyên tại $n = 1800$ vòng/phút và mô men không thay đổi. Theo chiều tăng của áp suất phun, hệ số COV_{imep} có cùng xu hướng tăng, giá trị $COV_{imep} \approx 5\%$ tại áp suất phun $p_f = 1$ bar là ổn định. Sự bất ổn định của động cơ ở tốc độ $n =$

1800 vòng/phút xuất hiện khi áp suất phun tăng từ 1 bar đến 1,5 bar và 2 bar, kết quả thể hiện trên hình 5 cho thấy COV_{imep} tại áp suất 1,5 bar và 2 bar lần lượt là 11,5% và 15,4%. Kết quả này cho thấy sai số áp suất lớn nhất ở bên trong xy lanh của 100 lần sinh công là rất lớn, đây chính là lý do tại sao



Hình 5. Ảnh hưởng của áp suất phun đến hệ số COV_{imep}

trong quá trình thử nghiệm rất khó để kiểm soát tốc độ động cơ tại 1800 vòng/phút. Để xác định được nguyên nhân chính gây nên sự bất ổn định trong quá trình động cơ làm việc, nghiên cứu tiếp theo sẽ được thực hiện bằng cách thay đổi vị trí đặt vòi phun.

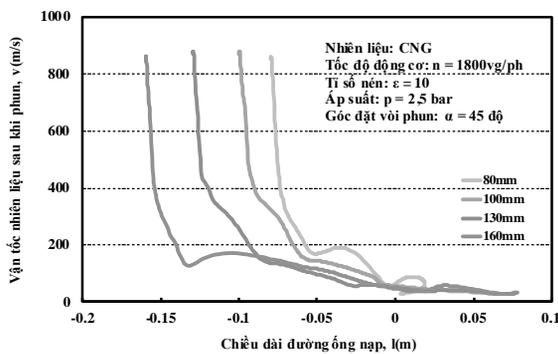


Hình 6. Ảnh hưởng của vị trí đặt vòi phun đến mô men và công suất

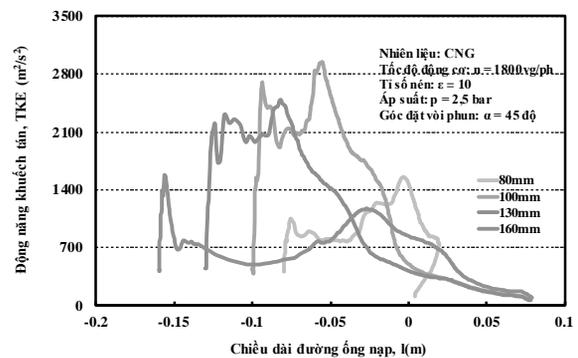
Hình 6 trình bày kết quả thu được từ nghiên cứu mô phỏng bằng phần mềm AVL Boost ở điều kiện tốc độ động cơ giữ cố định tại giá trị $n = 1800$ vòng/phút, góc đánh lửa cố định tại 14 độ trước điểm chết trên, bướm ga mở hoàn toàn và lượng nhiên liệu không đổi. Khi thay đổi vị trí đặt của vòi phun nhiên liệu trên đường nạp từ 10 mm đến 280 mm, mô men và công suất động cơ có xu hướng thay đổi giống nhau. Trong khoảng từ 10 mm đến 80 mm, công suất và mô men tăng khi vị trí đặt vòi phun dịch ra xa so với cửa nạp. Khi khoảng cách giữa vòi phun và cửa nạp lớn hơn 80 mm, mô men

và công suất có xu hướng giảm nhưng giá trị suy giảm là không đáng kể. Từ các kết quả thu được có thể thấy rằng ảnh hưởng của vị trí đặt vòi phun đến mô men và công suất là rất khác nhau. Nguyên nhân làm cho đặc tính làm việc của động cơ thay đổi là do chất lượng hòa trộn của hỗn hợp ngay trên đường ống nạp, để làm rõ nguyên nhân này nghiên cứu tiếp theo sẽ được thực hiện trên đường ống nạp trước khi vào xy lanh động cơ với sự trợ giúp của phần mềm Ansys fluent.

3.2. Ảnh hưởng của vị trí đặt vòi phun đến chuyển động của nhiên liệu trong đường nạp



Hình 7. Ảnh hưởng vị trí đặt vòi phun đến vận tốc nhiên liệu được phun ra



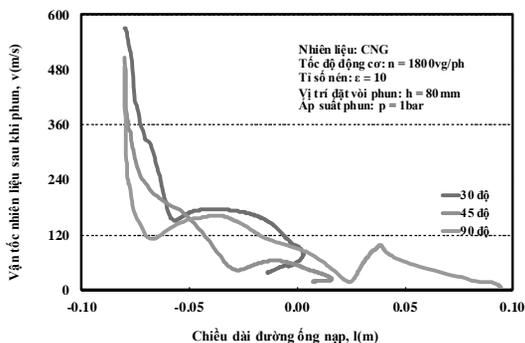
Hình 8. Ảnh hưởng vị trí đặt vòi phun đến động năng khuếch tán (TKE)

Trong đường ống nạp tồn tại hai dòng khí có áp suất và động năng khác nhau, dòng không khí nạp có áp suất

nhỏ hơn áp suất môi trường ($p < 1$ bar) và đi từ bên ngoài vào trong ống, dòng nhiên liệu khí thiên nhiên đi ra khỏi

vòi phun có áp suất lớn hơn áp suất bên trong đường ống ($p = 2,5 \text{ bar}$). Vận tốc của nhiên liệu được phun ra khỏi vòi phun là một thông số rất quan trọng ảnh hưởng trực tiếp đến hệ số nạp và chất lượng hòa trộn hỗn hợp trước khi đi vào trong buồng cháy. Kết quả thể hiện trên hình 7 cho thấy vận tốc của nhiên liệu của cả 4 vị trí đặt vòi phun có xu hướng thay đổi giống nhau đó là do áp suất phun và góc đặt vòi phun giống nhau, tuy nhiên tại vị trí $h = 80 \text{ mm}$ nhiên liệu có vận tốc lớn hơn so với các vị trí còn lại. Từ kết quả này có thể dự đoán rằng khả năng hòa trộn giữa nhiên liệu và không khí là tốt nhất, để làm rõ hơn vấn đề này cần phải xem xét đến động năng rối của nhiên liệu ở cùng điều kiện nghiên cứu.

Hình 8 thể hiện động năng khuếch tán của nhiên liệu thay đổi theo chiều dài đường ống nạp, từ các kết quả thể hiện trên hình vẽ có thể thấy rằng động năng khuếch tán của nhiên liệu bên trong đường ống nạp là rất khác nhau phụ thuộc vào khoảng cách từ cửa nạp đến vòi phun. Động năng lớn nhất được tìm thấy tại vị trí $h = 100 \text{ mm}$, nếu di chuyển vòi phun ra xa cửa nạp hơn thì động năng khuếch tán nhiên liệu có xu hướng giảm. Các kết quả trên hình vẽ cho thấy tính bất thường của dòng nhiên liệu khi vị trí vòi phun lớn hơn 80 mm là khá lớn, đây chính là nguyên nhân tạo ra những vùng xoáy rối cục bộ có động năng khác nhau làm giảm hệ số nạp. Trong trường hợp $h = 80 \text{ mm}$, tính đột biến của động năng khuếch tán nhỏ hơn và ổn định hơn vì vậy chuyển động của dòng hỗn hợp ổn định hơn, hệ số nạp được cải thiện làm tăng được giá trị mô men và công suất.

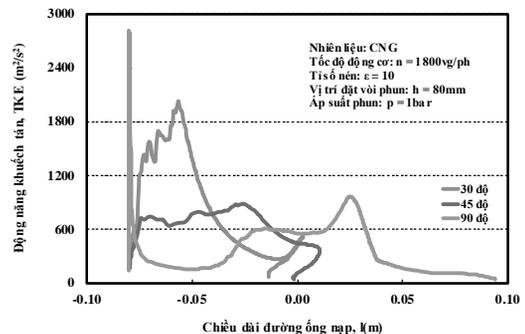


Hình 9. Ảnh hưởng của góc phun đến vận tốc nhiên liệu

3.3. Ảnh hưởng của góc đặt vòi phun đến chuyển động của nhiên liệu trong đường nạp

Hình 9 cho thấy ảnh hưởng của góc đặt vòi phun đến vận tốc nhiên liệu trong đường nạp là khác nhau, do các thông số như: áp suất phun nhiên liệu, tỷ số nén, tốc độ động cơ và khoảng cách từ cửa nạp đến tâm vòi phun là không thay đổi nên góc tọa độ trùng nhau ở cả ba trường hợp $\alpha = 30^\circ, 45^\circ$ và 90° . Quan sát cả ba đường có thể thấy rằng vận tốc nhiên liệu trong đường ống nạp ở trường hợp $\alpha = 45^\circ$ là ổn định nhất, theo chiều dòng hỗn hợp đi vào xylanh động cơ, vận tốc nhiên liệu sau khi đi ra khỏi vòi phun có xu hướng giảm đều. Kết quả này cho thấy dòng môi chất trong trường hợp này chuyển động ổn định hơn so với hai trường hợp còn lại và các chuyển động xoáy rối cục bộ bên trong gradient dòng chảy không khác nhau nhiều. Để hiểu rõ hơn tính ổn định của dòng chảy khi $\alpha = 45^\circ$, cần phải xem xét sự thay đổi của động năng khuếch tán trong đường nạp.

Hình 10 thể hiện sự biến đổi động năng khuếch tán của nhiên liệu ở bên trong đường nạp đối với ba trường hợp: góc nghiêng giữa đường tâm vòi phun và đường tâm của ống nạp lần lượt là $\alpha = 30^\circ, 45^\circ$ và 90° . Động năng khuếch tán của $\alpha = 30^\circ$ và 90° thay đổi rất phức tạp, sự thay đổi quá lớn trong hai trường hợp này sẽ làm xuất hiện những xoáy rối bất thường ở bên trong đường ống nạp và là nguyên nhân làm giảm hệ số nạp. Đặc biệt đối với trường hợp $\alpha = 90^\circ$, động năng thay đổi quá lớn chính là nguyên nhân làm cho động cơ CNG chuyển đổi làm việc không ổn định và rất khó điều chỉnh để tốc độ động cơ $n = 1800$ vòng phút trong quá trình nghiên cứu thực nghiệm.



Hình 10. Ảnh hưởng của góc phun đến động năng khuếch tán (TKE)

5. KẾT LUẬN

Phân tích các kết quả thu được từ thực nghiệm và

mô phỏng về ảnh hưởng của vị trí vòi phun và áp suất phun đến chuyển động của nhiên liệu trong

đường nạp của động cơ CNG một xy lanh chuyển đổi, các kết luận có thể được rút ra như sau:

+ Ảnh hưởng của thông số áp suất phun đến hệ số ổn định COVimep của động cơ CNG chuyển đổi là rất lớn, nguyên nhân là do động học dòng khí nạp ở động cơ chuyển đổi không ổn định.

+ Vị trí đặt vòi phun ảnh hưởng nhiều đến công

suất và mô men của động cơ, nguyên nhân làm cho mô men và công suất thay đổi là do động năng khuếch tán của nhiên liệu trong đường ống nạp thay đổi bất thường.

+ Động năng khuếch tán nhiên liệu tốt nhất được tìm thấy ở khoảng cách từ vòi phun đến cửa nạp là $h = 80$ mm và góc nghiêng giữa vòi phun là $\alpha = 45^\circ$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- TS. Nguyễn Cảnh Dương, (Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật Hà Nội, 2004), “*Địa chất các mỏ than, dầu và khí đốt*”.
- 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).
- Maji, S., Sharma, P. B., & Babu, M. K. G. (2005) “*Experimental Investigations on Performance and Emission Characteristics of CNG in a Spark Ignition Engine. SAE Technical Paper Series*”. doi:10.4271/2005-26-344.
- Economic and social commission for asia and the pacific “*Guidelines for conversion of diesel buses to compressed natural gas*”, ST/ESCAP/1361, United nations, New York, 1993.
- Muhammad Imran Khan, Tabassum Yasmin, Abdul Shakoor, “*Technical overview of compressed natural gas (CNG) as a transportation fuel*”, Renewable and Sustainable Energy Reviews 51 (2015), pp 785-797.
- Jones AL, Evans RL, “*Comparison of burning rates in a natural gas-fueled spark ignition engine*”. J Eng Gas Turbines Power 1985, pp: 903–13.
- Geok HH, Mohamad TI, Abdullah S, Ali Y, Shamsudeen A, Adril E. “*Experimental investigation of performance and emission of a sequential port injection natural gas engine*”. Eur J Sci Res 2009;30(2), pp: 204–214.
- John B. Heywood “*Internal Combustion Engine Fundamentals*”, ISBN 0-07-100499-8.

Abstract:

THE EFFECT OF INJECTOR POSITION AND INJECTED PRESSURE ON KINETIC ENERGY IN THE INTAKE MANIFOLD OF CONVERTED CNG ENGINE SINGLE CYLINDER

This paper presented a study on impact of injector position and injected pressure on kinetic energy intake flow of the single-cylinder diesel engine that converted to research engine with using CNG fuel. The method has realized in this study that is the combination between experimental and simulative researchs. The obtained results of experiment were used as the input data to correcting the simulation model on AVL Boost software. To make more clearly the effect of injector position on the kinetic energy of gas flow into the intake pipe, the achieved data of AVL Boost simulation used to simulate and research on Ansys fluent software. The experimental results were indicated that the cause of increasing COVimep when enhancing injected pressure was due to the turbulence kinetic energy of CNG fuel into the intake pipe was abnormaly changed. The variation of injector position and injector angle will be decreased the unwontedness of turbulence kinetic energy.

Keywords: Injector position, Injected pressure, Turbulence kinetic energy, Converted CNG engine.

Ngày nhận bài: 07/6/2019

Ngày chấp nhận đăng: 22/8/2019