

Ảnh hưởng của góc đánh lửa đến tính năng làm việc của động cơ CNG một xy lanh hình thành hỗn hợp bên ngoài

Trần Đăng Quốc

Tóm tắt — Bài báo này trình bày một nghiên cứu về ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm đến tính năng làm việc của động cơ sử dụng khí nén thiên nhiên (Compressed Natural Gas-CNG) một xy lanh hình thành hỗn hợp bên ngoài. Kết quả thu được từ nghiên cứu mô phỏng đã chỉ ra rằng, ở mỗi tốc độ động cơ hiệu suất nhiệt và mô-men đều có xu hướng thay đổi giống nhau khi tăng góc đánh lửa. Ảnh hưởng của góc đánh lửa đến hiệu suất nhiệt lớn hơn so với mô-men, góc đánh lửa có xu hướng tăng khi tăng tốc độ động cơ và tăng tỉ lệ oxy trong khí thải (cảm biến lambda). Khoảng điều chỉnh của góc đánh lửa sớm tối ưu được xác định từ nghiên cứu này là $IT = 14 - 32$ bTDC, điều này có nghĩa rằng hệ thống đánh lửa khi thiết kế phải thay đổi trong khoảng này hoặc rộng hơn

Từ khóa - Góc đánh lửa sớm, Động cơ CNG một xy lanh, Hình thành hỗn hợp bên ngoài, hiệu suất nhiệt, nhiên liệu thay thế.

1. GIỚI THIỆU

Động cơ đốt trong sử dụng nhiên liệu thay thế có tỷ số nhiệt lượng giữa Hydro (H) và Cacbon (C) (tỉ số H/C) cao là một trong những giải pháp hiệu quả có thể thỏa mãn đồng thời các yêu cầu như: không phụ thuộc vào nguồn cung của dầu mỏ và giảm được khí thải độc hại ra môi trường. Khí thiên nhiên với thành phần chủ yếu là khí Methane (CH_4) có các ưu điểm như: tỷ số H/C cao

(bảng 4), dễ dàng khuếch tán nếu bị rò rỉ ra ngoài, an toàn trong sử dụng là nhờ khả năng khuếch tán rất nhanh khi bị rò rỉ và nhiệt độ bắt cháy cao. Tuy nhiên, khi sử dụng khí thiên nhiên làm nhiên liệu cho các phương tiện vận tải cần phải đặc biệt lưu ý đến những vấn đề như: khả năng dự trữ nhiên liệu và cải thiện chất lượng làm việc của động cơ. Giải pháp kỹ thuật được cho là hiệu quả và kinh tế đề hướng đến mục tiêu tăng khả năng dự trữ nhiên liệu cho các phương tiện vận tải sử dụng nhiên liệu khí thiên nhiên, đó là nén khí vào bình với áp suất cao (khoảng 200 bar) [1]. Nhiên liệu này có tên gọi là khí thiên nhiên nén và được viết tắt là CNG (Compressed Natural Gas), thành phần khí chủ yếu có trong nhiên liệu đó là khí Methane (CH_4) chiếm đến trên 90%, thêm vào đó các thành phần như: Cacbon dioxit (CO_2), hydro sulfua (H_2S) và Nitrogen (N_2) đã được loại bỏ trước khi nén với áp suất cao [2]. Điều này có nghĩa rằng nhiên liệu CNG đã được kiểm soát từ nguồn và sản phẩm thu được từ quá trình đốt cháy của CNG về lý thuyết sẽ giảm được đáng kể các khí thải độc hại so với nhiên liệu truyền thống (Xăng và diesel). Nhiên liệu CNG còn được biết đến bởi hai đặc trưng nổi bật như trị số Ôc tan cao và vận tốc cháy của nhiên liệu CNG chậm, vì vậy nếu sử dụng hệ thống điều khiển đánh lửa của nhiên liệu xăng là rất khó có thể đạt được hiệu suất làm việc cao. Nghiên cứu của Jun Lia và các công sự đã chỉ ra rằng thay đổi góc đánh lửa không những cải thiện được đồng thời hiệu suất và tính kinh tế của động cơ mà còn cải thiện được thành phần khí thải [3]. Thêm vào đó, góc đánh lửa sớm còn có thể làm tăng tính ổn định của động cơ khi làm việc [4] và phần nào kiểm soát được các nguy cơ xảy ra cháy bất thường ở động cơ nhiên liệu CNG [5,6]. Tiến hành nghiên cứu mô phỏng động cơ CNG hình thành hỗn hợp bên ngoài bằng phần mềm AVL Boost sẽ là bước đi đầu tiên

Bài báo này được gửi vào ngày 19 tháng 06 năm 2017 và được chấp nhận đăng vào ngày 19 tháng 09 năm 2017.

Tác giả xin chân thành cảm ơn Cơ quan chủ quản: Vụ Khoa học công nghệ và môi trường – Bộ Giáo dục và đào tạo, cơ quan chủ trì: Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội đã cấp kinh phí để thực hiện nghiên cứu này trong khuôn khổ đề tài mã số B2015-01-106.

Trần Đăng Quốc, Viện Cơ khí Động Lực, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội (Email: quoc.trandang@hust.edu.vn hoặc trandangquoc@gmail.com)

phục vụ cho thiết kế và chế tạo hệ thống đánh lửa cho động cơ CNG hình thành hỗn hợp bên ngoài. Kết quả thu được từ nghiên cứu về “Ảnh hưởng của góc đánh lửa đến tính năng làm việc của động cơ CNG một xylanh hình thành hỗn hợp bên ngoài” có thể được sử dụng như một tài liệu tham khảo phục vụ thử nghiệm. Để có thể tiệm cận đến mục tiêu này, phương pháp thí nghiệm trong nghiên cứu mô phỏng được tiến hành ở các điều kiện sát lý thuyết nhất.

2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH THÍ NGHIỆM

Động cơ nghiên cứu được mô phỏng trên phần mềm AVL Boost với các thông số cơ bản được lấy từ động cơ một xylanh QTC2015 (hình 1) thuộc đề tài cấp Bộ mã số B2015-01-106. Các thông số động cơ mô phỏng được trình bày trong bảng 1



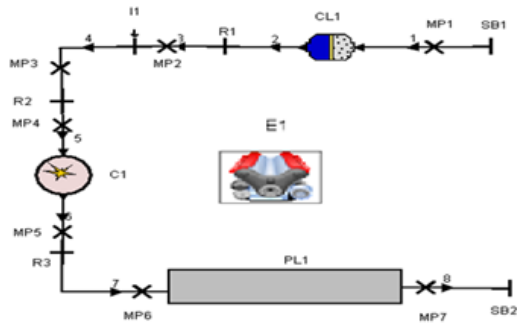
Hình 1. Động cơ QTC2015

Bảng 1. Thông số cơ bản động cơ QTC2015

Thông số	Ký hiệu	Giá trị
Đường kính xylanh, (mm)	D	103
Hành trình piston, (mm)	S	115
Số xylanh, (-)	i	1
Số kỳ (-)	τ	4
Tỷ số nén	ϵ	9 - 35

Mô hình cháy được lựa chọn và sử dụng trong nghiên cứu là Fractal [7], với mô hình cháy này có xem xét đến ảnh hưởng của các thông số như: hình dạng buồng cháy, góc đánh lửa sớm, ... v.v. Dựa trên các thông số kết cấu động cơ QTC2015, nhiên

liệu thử nghiệm CNG và hướng dẫn sử dụng phần mềm AVL Boost, mô hình mô phỏng một chiều của động cơ được thể hiện trên hình 2 và chú thích các phần tử ở bảng 2.



Hình 2. Động cơ mô phỏng

Bảng 2. Tên các phần tử của động cơ mô phỏng

Tên các phần tử	Ký hiệu	Số lượng
Động cơ	E	1
Xylanh	C	1
Lọc gió	CL	1
Vòi phun	I	1
Bình tiêu âm	PL	1
Điểm đo	MP	6
Phần tử cản	R	3
Điều kiện biên	SB	2
Đường ống	→	8

3. PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

- Chọn hệ số dư lượng không khí, $\lambda = 1$ với mục đích là hướng đến điều kiện hòa trộn hỗn hợp (không khí và nhiên liệu) trước khi hình thành màng lửa được gần sát so với lý thuyết (λ của Stoichiometric) hoặc gần tiệm cận đến điều kiện hòa trộn lý tưởng.

- WOT: (Wide Open Throttle), thí nghiệm với điều kiện mở hoàn toàn bướm ga, để lượng hỗn hợp nạp vào là nhiều nhất và ảnh hưởng của áp suất trước và sau bướm ga nhỏ nhất có thể.

- bTDC: (before Top Dead Center), góc đánh lửa sớm được thực hiện trước điểm chết trên và được cố định góc đánh lửa sớm (IT: Ignited Timing) từ 10 - 20, với bước thay đổi $\Delta IT = 2$.

- Tốc độ động cơ thay đổi trong khoảng: $n = 1000 - 2200$ vòng/phút, bước thay đổi $\Delta n = 200$

vòng/phút. Sau đó tốc độ động cơ được cố định tại tốc độ định mức (2200 vòng/phút) và tiến hành thay đổi góc đánh lửa. Kết quả thu được sẽ được xem xét về mức độ ảnh hưởng của tốc độ động cơ và góc đánh lửa sớm đến các chỉ tiêu làm việc của động cơ.

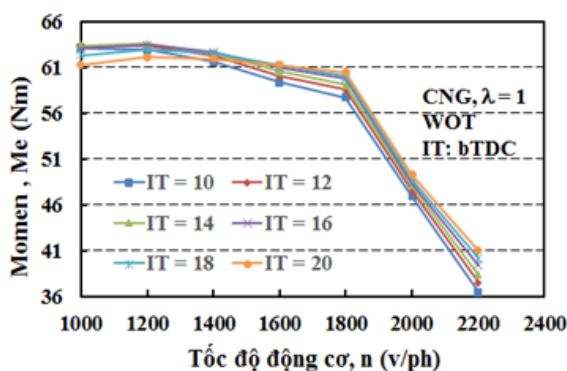
Để làm rõ hơn ảnh hưởng của góc đánh lửa đến tính năng kinh tế của động cơ, thí nghiệm tiếp theo sẽ được thực hiện ở điều kiện giữ nguyên lượng nhiên liệu không đổi. Trên cơ sở các thông số trên, xác định được vị trí có suất tiêu hao nhiên liệu thấp, mô-men lớn nhất. Tại vị trí này, chọn cố định lưu lượng nhiên liệu cấp vào động cơ G_{nl} , thí nghiệm với tốc độ M_e đạt giá trị cực đại trở đi, $\Delta n = 200$ vòng/phút. Thay đổi góc đánh lửa sớm IT, nhằm xem xét ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm đến tính kinh tế của động cơ.

4. PHÂN TÍCH SỐ LIỆU

4.1 Ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm đến các thông số làm việc

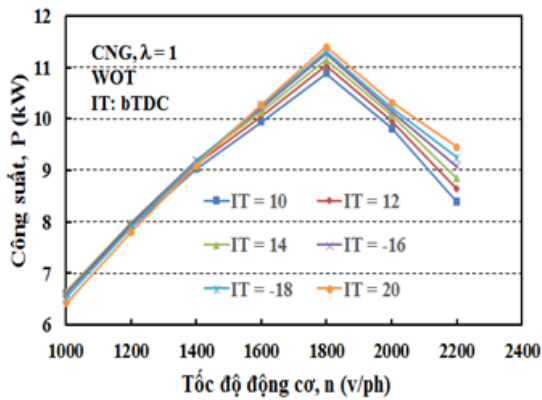
Hình 3 thể hiện biến thiên mô-men theo tốc độ động cơ ở điều kiện thí nghiệm ($\lambda = 1$, WOT và thay đổi góc đánh lửa sớm từ $IT = 10 - 20$, với bước thay đổi là $\Delta IT = 2$). Khi tốc độ động cơ tăng từ 1000 đến 1200 vòng/phút, mô-men có xu hướng tăng và đạt giá trị cực đại tại 1200 vòng/phút, sau đó mô-men có xu hướng giảm ở các giá trị tốc độ lớn hơn. Giá trị mô-men lớn nhất được tìm thấy tại tốc độ $n = 1200$ vòng/phút với góc đánh lửa là $IT = 14$ bTDC. Nguyên nhân chính làm cho M_e có xu hướng thay đổi như trên là do các hệ số như: hệ số nạp (η_v), hiệu suất nhiệt (η_e) và tổn hao ma sát (η_m) thay đổi khi tốc độ của động cơ tăng, tuy nhiên nguyên nhân chủ yếu làm cho M_e như là hàm số phụ thuộc vào tốc độ động cơ đó là hiện tượng áp suất ngược xuất hiện trên đường ống nạp. Cường độ của áp suất ngược sẽ tăng khi tần số đóng mở của xú-páp nạp tăng hay nói chính xác là giá trị của áp suất ngược sẽ tăng khi tốc độ động cơ tăng. Tuy nhiên, nếu xét ở cùng một tốc độ, giá trị áp suất ngược có thể coi là một hằng số khi góc mở sớm - đóng muộn và hình dạng kích thước đường ống không thay đổi. Quan sát trên hình vẽ có thể thấy rằng, ảnh hưởng của góc đánh lửa đến mô-men lớn nhất là khác nhau và có thể được chia thành ba xu hướng khác nhau phụ thuộc vào vùng tốc độ làm việc của động cơ. Xu hướng thứ nhất, góc đánh lửa

sớm tiến dần về điểm chết trên khi động cơ làm việc ở vùng tốc độ từ 1000 vòng/phút đến khoảng 1400 vòng/phút. Tuy nhiên khi tốc độ lớn hơn 1400 vòng/phút, góc đánh lửa sớm có xu hướng đi ra xa so với điểm chết trên. Tại tốc độ 1400 vòng/phút, ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm đến giá trị mô-men cực đại là khác so với cả hai vùng tốc độ lớn hơn và nhỏ hơn. Để làm rõ hơn ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm đến các thông số làm việc ở những vùng tốc độ khác nhau, cần phải xem xét sự biến đổi về công suất động cơ khi cố định các góc đánh lửa sớm khác nhau và thay đổi tốc độ động cơ.



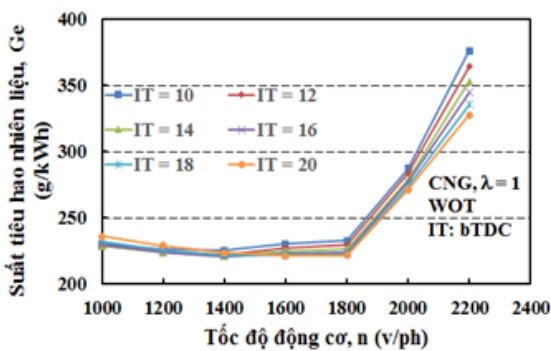
Hình 3. Mô-men thay đổi theo tốc độ động cơ

Hình 4 thể hiện biến thiên công suất theo tốc độ động cơ ở điều kiện thí nghiệm ($\lambda = 1$, WOT và thay đổi góc đánh lửa sớm từ $IT = 10 - 20$, với bước thay đổi là $\Delta IT = 2$). Ở mỗi góc đánh lửa sớm khi tốc độ động cơ tăng, công suất có xu hướng tăng đến giá trị cực đại, sau đó công suất có xu hướng giảm ở các giá trị tốc độ lớn hơn. Giá trị công suất lớn nhất ứng với mỗi góc đánh lửa cố định được tìm thấy tại tốc độ $n = 1800$ (vòng/phút), nhưng giá trị công suất lớn nhất của động cơ ở tốc độ 1800 vòng/phút được tìm thấy ở góc đánh lửa sớm là $IT = 20$ bTDC. Ở mỗi tốc độ động cơ không đổi, xu hướng thay đổi góc đánh lửa sớm cũng giống như trường hợp mô-men ở hình 1, nếu giữ nguyên góc đánh lửa sớm và tăng tốc độ động cơ sẽ làm giảm hiệu suất nhiệt ở động cơ và làm tăng công của quá trình nén. Đây là nguyên nhân chính làm cho mô-men và công suất thay đổi khi tốc độ động cơ tăng, vì vậy khi động cơ làm việc ở các tốc độ khác nhau hay tải khác nhau cần phải thay đổi góc đánh lửa. Để làm rõ hơn sự ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm tới các chỉ tiêu làm việc động cơ cần phải xem xét đến suất tiêu hao nhiên liệu khi cố định góc đánh lửa sớm và tăng tốc độ động cơ.



Hình 4. Công suất của động cơ thay đổi theo tốc độ

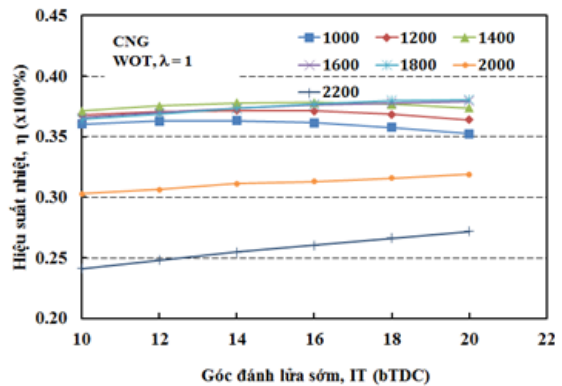
Hình 5 thể hiện giá trị của suất tiêu hao nhiên liệu thay đổi theo tốc độ động cơ khi cố định góc đánh lửa. Khi tốc độ động cơ tăng, suất tiêu hao nhiên liệu có xu hướng giảm trong khoảng từ 1000 đến 1400 vòng/phút, sau đó suất tiêu hao nhiên liệu có xu hướng tăng ở các giá trị tốc độ lớn hơn. Giá trị suất tiêu hao nhiên liệu nhỏ nhất đều tập trung ở tốc độ $n = 1400$ vòng/phút đối với mỗi giá trị của góc đánh lửa khác nhau, nhưng giá trị nhỏ nhất của suất tiêu hao nhiên liệu tại tốc độ 1400 vòng/phút được tìm thấy ở giá trị $IT = 16$ bTDC. Sự ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm tới các thông số làm việc của động cơ (mô-men, công suất, suất tiêu hao nhiên liệu) tương tự nhau. Tuy nhiên để làm rõ hơn nữa cần phải xem xét ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm đến hiệu suất nhiệt của động cơ và đây cũng là một trong những thông số quan trọng để đánh giá chất lượng làm việc của động cơ.



Hình 5. Suất tiêu hao nhiên liệu thay đổi theo tốc độ động cơ

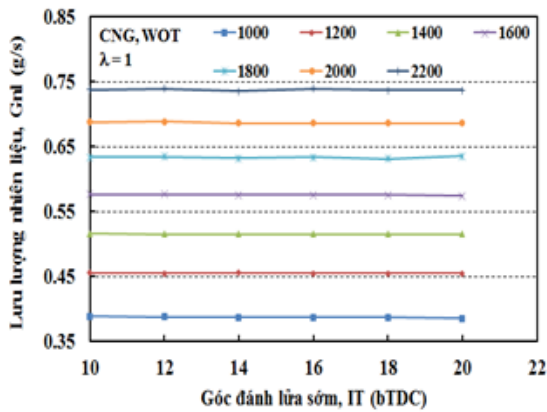
Hình 6 thể hiện sự ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm tới hiệu suất nhiệt của động cơ. Xét vùng động cơ làm việc có mô-men lớn ứng với tốc độ $n = 1000 - 1600$ vòng/phút, hiệu suất nhiệt của động cơ có xu hướng tăng đạt giá trị cực đại sau đó giảm ở góc đánh lửa lớn hơn. Kết quả này cho thấy rằng

vẫn cần phải thay đổi góc đánh lửa sớm cho phù hợp, nhưng khoảng dịch chuyển là không lớn. Nếu không thay đổi góc đánh lửa cho phù hợp với tốc độ và tải của động cơ sẽ làm giảm hiệu suất nhiệt (η_e) và làm giảm tính kinh tế nhiên liệu trong sử dụng động cơ. Tuy nhiên, tại vùng làm việc với tốc độ cao trên 1800 vòng/phút, hiệu suất nhiệt (η_e) của động cơ có xu hướng tăng theo chiều tăng của góc đánh lửa sớm. Vì vậy dường như cần phải tăng góc đánh lửa sớm ở vùng làm việc động cơ có tốc độ cao để hiệu suất nhiệt đạt giá trị lớn hơn. Một thông số có thể làm sáng tỏ ảnh hưởng của góc đánh lửa đến tính kinh tế động cơ đó là lượng nhiên liệu cấp vào động cơ trong một đơn vị thời gian (G_{nl}) ở $\lambda = 1$.



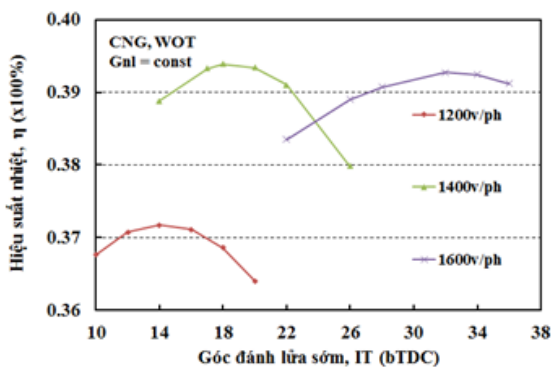
Hình 6. Ảnh hưởng của góc đánh lửa đến hiệu suất nhiệt của động cơ

Hình 7 thể hiện sự ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm tới lưu lượng nhiên liệu cấp vào động cơ (G_{nl}) tại điều kiện thí nghiệm với $\lambda = 1$. Quan sát kết quả trên hình vẽ thấy được rằng giá trị G_{nl} gần như không có sự thay đổi hoặc có thay đổi cũng không đáng kể khi tăng góc đánh lửa sớm. Tuy nhiên ở cùng một góc đánh lửa, nếu tăng tốc độ động cơ thì lưu lượng nhiên liệu tăng. Kết quả này đã chỉ ra rằng lưu lượng nhiên liệu hoàn toàn phụ thuộc vào tốc độ và tải của động cơ mà không phụ thuộc vào góc đánh lửa. Do vậy để đánh giá ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm đến tính kinh tế của động cơ, thí nghiệm sẽ được tiến hành tại một giá trị nhiên liệu cố định và thay đổi góc đánh lửa sớm cho đến khi hiệu suất nhiệt của động cơ có xu hướng giảm.



Hình 7. Ảnh hưởng của góc đánh lửa đến lượng nhiên liệu

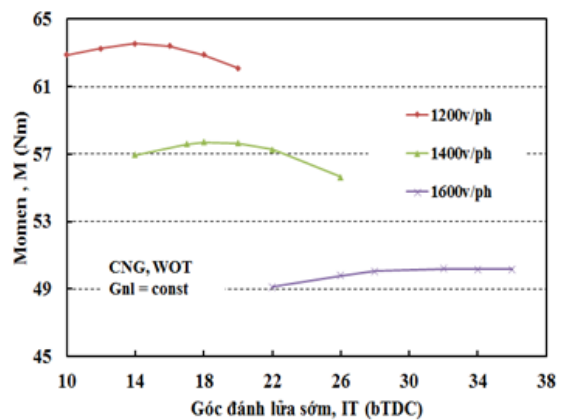
Hình 8 thể hiện ảnh hưởng của góc đánh lửa đến hiệu suất nhiệt của động cơ khi lượng nhiên liệu G_{nl} không đổi. Lý do để lựa chọn G_{nl} tại tốc độ $n = 1200$ vòng/phút đó là M_e đạt giá trị lớn nhất, thêm vào đó là hiệu suất nhiệt đạt giá trị tương đối cao so với giá trị hiệu suất nhiệt cực đại của động cơ ở $\lambda = 1$. Hiệu suất nhiệt của động cơ tại các tốc độ 1200, 1400 và 1600 vòng/phút có xu hướng thay đổi giống nhau khi tăng góc đánh lửa. Theo chiều tăng của góc đánh lửa, hiệu suất nhiệt tăng dần đến giá trị lớn nhất và giảm dần ở góc đánh lửa lớn hơn. Kết quả này cho thấy để đạt được hiệu suất nhiệt lớn nhất ở mỗi tốc độ động cơ bắt buộc phải thay đổi góc đánh lửa. Hay nói cách khác, khi cố định nhiên liệu để đạt được hiệu suất nhiệt lớn nhất bugi cần phải đánh lửa sớm hơn nếu tốc độ động cơ tăng.



Hình 8. Ảnh hưởng của góc đánh lửa đến hiệu suất nhiệt của động cơ khi nhiên liệu không đổi

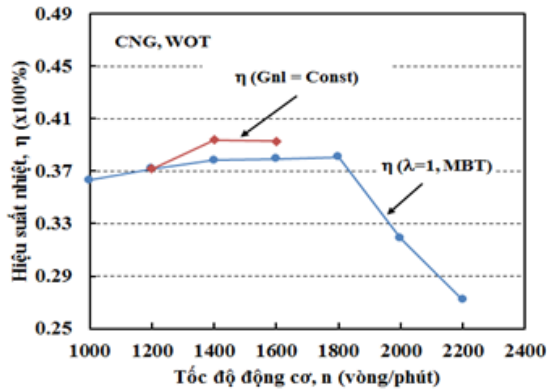
Hình 9 thể hiện sự ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm đến mô-men của động cơ với điều kiện thí nghiệm cố định lưu lượng nhiên liệu G_{nl} . Theo chiều tăng của góc đánh lửa, mô-men của động cơ tại các tốc độ 1200, 1400 và 1600 vòng/phút đều có

xu hướng thay đổi giống nhau. Ảnh hưởng của góc đánh lửa đến giá trị mô-men động cơ là tương đối lớn, góc đánh lửa tối ưu để đạt giá trị mô-men cực đại ứng với mỗi tốc độ động cơ (MBT) cũng tăng dần. Cụ thể tại tốc độ 1200 vòng/phút, mô-men đạt giá trị cực đại tại $IT = 14$ bTDC; tốc độ 1400 vòng/phút mô-men đạt giá trị lớn nhất ứng với $IT = 18$ bTDC; tốc độ 1600 vòng/phút mô-men đạt giá trị lớn nhất ứng với $IT = 32$ bTDC. Để làm sáng tỏ hơn về ảnh hưởng của góc đánh lửa sớm đến tính kinh tế của động cơ, bước tiếp theo cần phải so sánh hiệu suất nhiệt ở trường hợp lượng nhiên liệu giữ cố định với lượng nhiên liệu thay đổi để đạt MBT.



Hình 9. Ảnh hưởng của góc đánh lửa đến mô-men của động cơ khi nhiên liệu không đổi

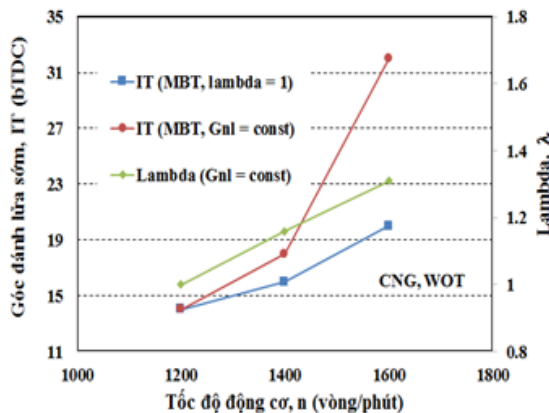
Hình 10 thể hiện sự thay đổi của hiệu suất nhiệt trong hai điều kiện thí nghiệm góc đánh lửa tối ưu (MBT) tại $\lambda = 1$ và $G_{nl} =$ hằng số. Kết quả mô phỏng đã chỉ ra rằng hiệu suất nhiệt của động cơ có xu hướng thay đổi giống nhau mà không cần quan tâm đến lượng nhiên liệu cung cấp. Góc đánh lửa sớm luôn có xu hướng tăng khi tăng tốc độ động cơ hoặc tăng lambda. Cụ thể, tại điều kiện thí nghiệm $\lambda = 1$, với $n = 1200 - 1600$ vòng/phút, lưu lượng nhiên liệu G_{nl} cấp vào động cơ tăng 25,98% và hiệu suất nhiệt tăng 2,04%. Tuy nhiên, hiệu suất nhiệt lại tăng được khoảng 5,65% khi giữ cố định lượng nhiên liệu ($n = 1200$ vòng/phút, $IT = 14$ bTDC) và thay đổi tốc độ trong khoảng từ $n = 1200$ đến 1600 vòng/phút. Từ các kết quả trên có thể thấy rằng ảnh hưởng của góc đánh lửa đến tính kinh tế của động cơ là tương đối lớn



Hình 10. Ảnh hưởng của góc đánh lửa đến hiệu suất nhiệt ở điều kiện $\lambda = 1$ và $G_{nl} =$ hằng số

4.2 Xác định góc đánh lửa sớm tối ưu

Hình 11 chỉ ra góc đánh lửa sớm và lambda như là những hàm số biến thiên theo tốc độ động cơ. Ở chế độ cố định $\lambda = 1$, ứng với tốc độ $n = 1200, 1400, 1600$ vòng/phút có góc đánh lửa tối ưu lần lượt là $IT = 14, 16, 20$ bTDC. Ở chế độ cố định G_{nl} , ứng với các tốc độ $n = 1200, 1400, 1600$ vòng/phút có góc đánh lửa tối ưu lần lượt là $IT = 14, 18, 32$ bTDC. Khi cố định G_{nl} , tăng tốc độ động cơ làm hòa khí nhạt hơn, tại tốc độ $n=1600$ vòng/phút ứng với $\lambda = 1,3$. Kết quả này cho thấy ảnh hưởng của góc đánh lửa đến tính kinh tế của động cơ là rất lớn đặc biệt là ở điều kiện làm việc với hỗn hợp nghèo. Từ các kết quả thu được có thể thấy được rằng đối với động cơ CNG một xylanh hình thành hỗn hợp bên ngoài, góc đánh lửa sớm của động cơ cần thay đổi trong vùng từ ($IT = 14 - 32$ bTDC) khi $\lambda \geq 1$.



Hình 11. Góc đánh lửa tối ưu ứng với vùng làm việc của động cơ

5 KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã sử dụng phần mềm AVL Boost như là công cụ hỗ trợ hiệu quả trong nghiên cứu thiết kế và phát triển hệ thống đánh lửa sử dụng cho động cơ nhiên liệu CNG hình thành hỗn hợp bên ngoài. Từ các kết quả thu được có thể rút ra các kết luận sau:

- Ảnh hưởng của góc đánh lửa đến tính kinh tế của động cơ là rất lớn đặc biệt là ở điều kiện làm việc với hỗn hợp nghèo.
- Góc đánh lửa sớm luôn có xu hướng tăng khi tăng tốc độ động cơ hoặc tăng lambda.
- Thiết kế hệ thống đánh lửa phục vụ nghiên cứu phát triển động cơ sử dụng nhiên liệu CNG cần phải thay đổi tối thiểu trong khoảng từ ($IT = 14 - 32$ bTDC).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ola Eriksson, *Environmental Technology Assessment of Natural Gas Compared to Biogas*, Natural Gas, Primoz Potocnik (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/9837, 2010.
- [2]. James G. Speight, *Natural Gas: A Basic Handbook*, Gulf Publishing Company; 1 edition, 2007
- [3]. Necati Türköza, Barış Erkuşa, M. İhsan Karamangilb, Ali Sürmen Nurullah Arslanoğlua, “Experimental investigation of the effect of E85 on engine performance and emissions under various ignition timings”, Elsevier, Fuel, Volume 115, , Pages 826–832, January 2014
- [4]. Jun Lia, Chang-Ming Gongga, Yan Sua, Hui-Li Doub, Xun-Jun Liua, “Effect of injection and ignition timings on performance and emissions from a spark-ignition engine fueled with methanol”, Elsevier, Fuel, Volume 89, Issue 12, , Pages 3919–3925, December 2010
- [5]. Tran Dang Quoc, Kwangju Lee, Jong Tai Lee, Deawo Nam, “A Study on Expansion of Lean Limit for Heavy-Duty DI Engine with Compressed Natural Gas”, Trans of the Korean Hydrogen and New Energy Society, , Vol. 22, No.5, Pages 735-740, October 2010
- [6]. Tran Dang Quoc, Dissertation “A study on Extension of lean limit for direct injection

natural gas engine by using auxiliary injection”, Department of Mechanical engineering and Graduate school of Sungkyunkwan University, Korea, January 2013.

[7]. AVL Boost Theory, Version 2011.



Trần Đăng Quốc tốt nghiệp kỹ sư Động cơ đốt trong tại Đại học Bách Khoa Hà Nội (1999), Thạc sĩ Động cơ đốt trong tại Đại học Bách Khoa Hà Nội (2007), Tiến sĩ Kỹ thuật nhiệt và cơ học chất lỏng tại Đại học Sungkyunkwan, Hàn Quốc

(2013), hiện là giảng viên bộ môn Động cơ đốt trong – Viện Cơ khí động lực, Đại học Bách Khoa Hà Nội.

Các hướng nghiên cứu chính là:

- Nghiên cứu thiết kế và chế tạo động cơ
 - Nhiên liệu thay thế cho động cơ đốt trong
 - Nghiên cứu, phát triển hệ cháy nghèo và tận dụng năng lượng nhiệt.
 - Nghiên cứu phát triển động cơ nhiên liệu khí
- Nghiên cứu phát triển động cơ đặc chủng: hai kỳ, pít-tông tự do, Stirling,

Effect of ignition timing on engine characteristics of a single cylinder spark ignition engine with CNG fueled

Tran Dang Quoc

Abstract - This article shows an investigated research on Compressed Natural Gas (CNG) engine with a port injection when varying ignition timing. The obtained results from simulating study have indicated that both of brake thermal efficiency and torque have a similar trend when varying ignition timing. The effect of ignition timing on the value of brake thermal efficiency is stronger in comparison with torque, however, the increase in engine speed or lambda value have to adjust the ignition timing more early. To reach the maximum break torque at each engine speed, the ignition timing should be adjusted $IT = 14 - 32$ bTDC, and this is also basic value to design the ignition timing system using CNG engine with port injection.

Index Terms - *Ignition timing, Port injection, CNG fueled, Engine characteristic, single cylinder, spark ignition engine.*