

NGHIÊN CỨU CẢI THIỆN CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ XE TAXI KHI HOẠT ĐỘNG TRONG THÀNH PHỐ

Trần Văn Hoàng¹, Đinh Văn Phương¹, Nguyễn Thanh Bình¹, Trần Trọng Thế¹

Tóm tắt: Ở Việt Nam người dân sử dụng dịch vụ taxi tương đối nhiều, nhất là những đô thị lớn. Đối với đội hình xe taxi được sử dụng trong các thành phố lớn thì hầu hết đang sử dụng những xe có lắp động cơ xăng thế hệ cũ, sử dụng cơ cấu phối khí cơ khí, không có bộ xử lý khí xả. Khi chế tạo động cơ đốt trong cho xe ô tô, người ta thường chọn chế độ thiết kế là chế độ tải định mức, bởi vậy động cơ sẽ làm việc hiệu quả ở chế độ tải cao và tốc độ lớn. Tuy nhiên khi xe taxi hoạt động trong thành phố, tốc độ xe thấp, xe thường hay phải dừng đỗ nên động cơ thường xuyên hoạt động ở tải bộ phận. Khi động cơ hoạt động ở chế độ này sẽ gây tiêu tốn nhiên liệu và tăng mức phát thải trong khí xả ra môi trường. Vì vậy, cần thiết phải cải thiện chế độ làm việc của động cơ trên xe taxi. Bài báo này sẽ nghiên cứu cải thiện chế độ làm việc động cơ để giảm tiêu hao nhiên liệu và giảm phát thải của động cơ.

Từ khóa: Động cơ, phát thải, tốc độ, nhiên liệu.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Taxi có mặt ở 63/63 tỉnh, thành phố trên cả nước với tổng số lượng xe taxi khoảng hơn 67.000 xe. Hoạt động taxi chủ yếu do các doanh nghiệp tư nhân tham gia.

Chính phủ, Bộ GTVT và UBND các tỉnh, thành phố đã có hàng loạt các giải pháp giảm thiểu ùn tắc giao thông, giảm ô nhiễm môi trường như: đẩy mạnh đầu tư phát triển kết cấu hạ tầng, hạn chế phương tiện cá nhân tại các đô thị lớn, hiện đại hóa điều hành giao thông đô thị.

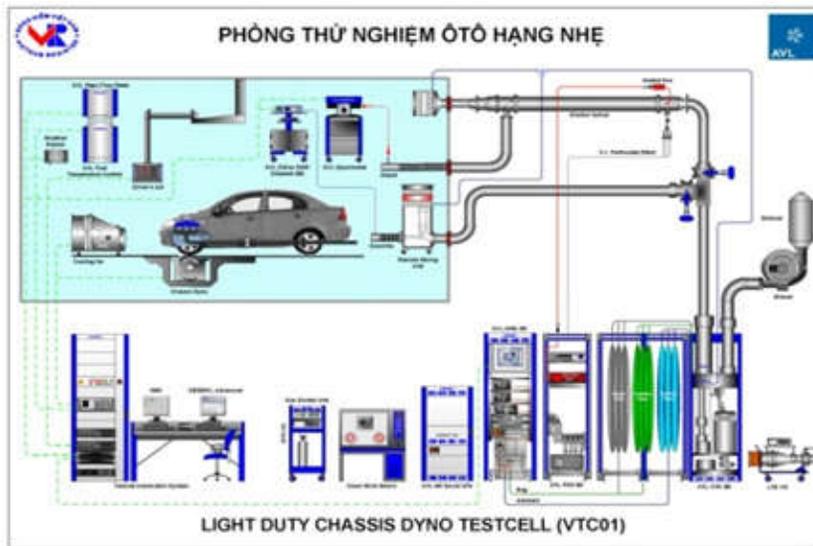
Tình trạng ùn tắc giao thông đã được giảm đi tuy nhiên trong nội đô, tại những giờ cao điểm tình trạng này vẫn tiếp diễn làm cho các phương tiện trong đó có taxi thường đi với tốc độ thấp, tải nhỏ, luôn phải dừng đỗ vì vậy lượng tiêu thụ nhiên liệu là rất lớn, động cơ thường xuyên làm việc ở các chế độ tải bộ phận (Hà Quang Minh, 2002), nghiên cứu (Vũ Ngọc Khiêm, Nguyễn Văn Tuấn, 2013) đã phân tích ảnh hưởng của pha phối khí tới các chế độ công tác của động cơ đốt trong khi sử dụng trên xe hybrid, nghiên cứu

(Đào Trọng Thắng, Vũ Ngọc Khiêm, Nguyễn Văn Tuấn, 2012) đã phân tích sự thay đổi chế độ làm việc của động cơ nhiệt định hướng ứng dụng cho xe hybrid và ảnh hưởng của pha phối khí đối với động cơ ở các chế độ tải nhỏ và vừa. Jinxing Zhao (Jinxing Zhao, Min Xu, Mian Li, Bin Wang, Shuangzhai Liu, 2012) cùng cộng sự nhằm tối ưu hóa chu trình Atkinson đối với động cơ đốt trong dùng trên xe thường xuyên làm việc ở những chế độ tải nhỏ, Victor Gheorghiu (Victor Gheorghiu, 2003) cho thấy hiệu quả của chu kỳ Atkinson thực hiện thông qua mở rộng góc đóng muôn xupap nạp của mô hình động cơ Toyota Prius II. Ở các chế độ này, các chỉ tiêu kinh tế và môi trường của động cơ thay đổi theo chiều hướng xấu đi, cần có thêm những nghiên cứu để cải thiện chất lượng làm việc của động cơ khi hoạt động ở những chế độ này.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT XÁC ĐỊNH VÙNG LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ XE TAXI THƯỜNG XUYÊN HOẠT ĐỘNG TRONG THÀNH PHỐ

2.1. Phương pháp thực nghiệm

¹ Trường Đại học Kinh tế Kỹ thuật Công nghiệp



Hình 1. Sơ đồ thiết bị thử nghiệm

Phương pháp này, động cơ được đặt trên băng thử, vận hành theo chu trình thử dành cho xe trong thành phố (chu trình thử ECER15 theo tiêu chuẩn Châu Âu) (ECE/324/Rev. 1/Add.82/Rev.4.26 Aprì, 2011).

2.2. Phương pháp tính toán lý thuyết

Trên cơ sở chu trình thử xe trong thành phố ECE R15 với tốc $v_{\max} = 50\text{km/h}$, thông qua hệ thống truyền động bánh xe và hộp số xác định được công suất yêu cầu của động cơ. Tập hợp các giá trị này là vùng hoạt động thường xuyên của động cơ.

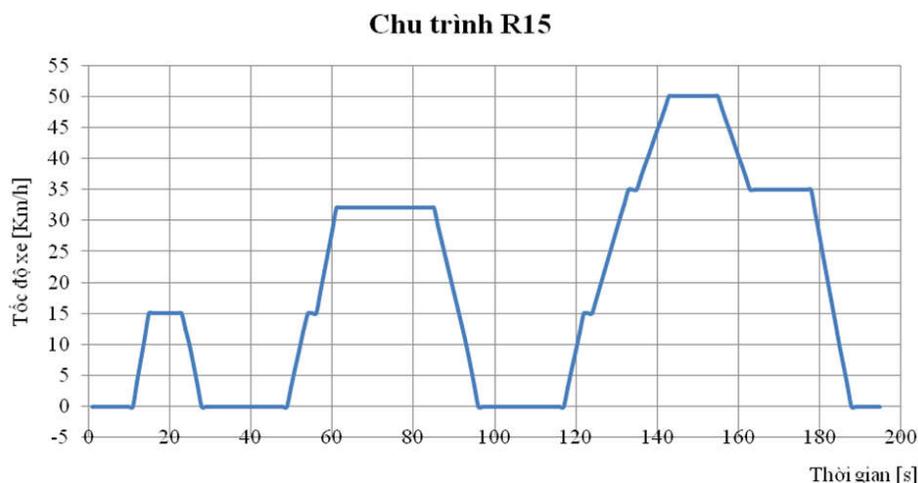
Trong phạm vi nghiên cứu, bài báo chọn phương pháp xác định vùng làm việc của động

cơ lắp trên xe taxi bằng phương pháp lý thuyết, giả thiết xe chạy theo chu trình thử đối với phương tiện hạng nhẹ chạy trong thành phố theo chu trình thử ECE R15 và thỏa mãn các tiêu chuẩn Euro III.

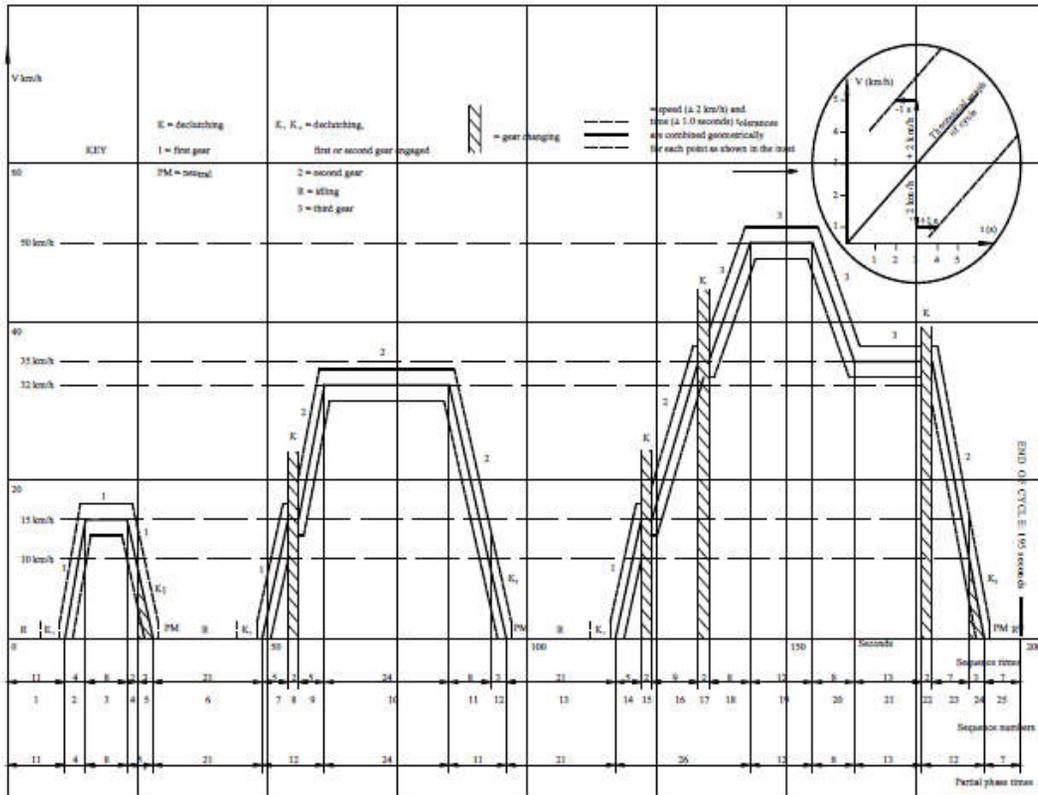
3. GIẢI PHÁP CẢI THIẾN CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA ĐỘNG CƠ XE TAXI

3.1. Xác định vùng làm việc của động cơ vận hành theo chu trình thử ECE R15

Đối với chu trình lái xe nội đô gồm 4 chu trình con được lặp lại giống nhau với thời gian của mỗi chu trình con là 195(s). Đồ thị thể hiện mối liên hệ giữa tốc độ và thời gian của chu trình con trong R15.



Hình 2. Chu trình lái xe trong nội đô ECE R15

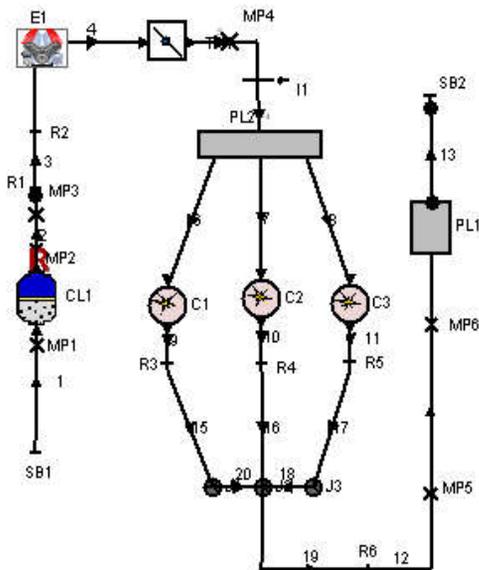


Hình 3. Các quá trình thử trong chu trình R15

Như vậy, qua chu trình thử R15 xác định được ở mỗi tốc độ của xe thì gia tốc của xe được xác định cụ thể.

3.2. Mô hình tính toán các thông số công tác của động cơ bằng phần mềm AVL-Boost

Mô hình động cơ I3 SOHC xây dựng bằng phần mềm AVL Boost.



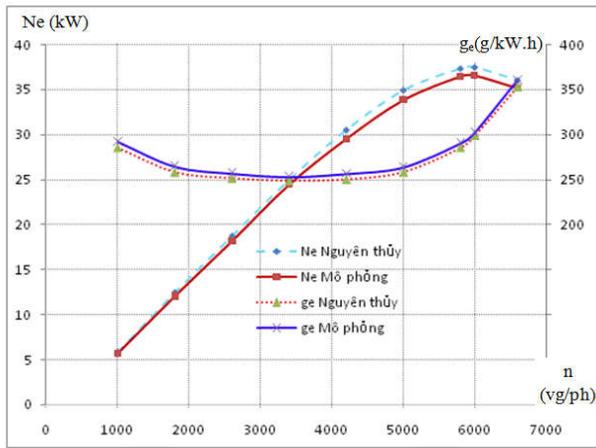
Hình 4. Mô hình động cơ nhiệt I3 SOHC

Mô hình động cơ sử dụng mô hình cháy Fractal; mô hình truyền nhiệt Woschni 1978 (Jinxing Zhao, Min Xu, Mian Li, Bin Wang, Shuangzhai Liu, 2012); mô hình nạp, thải; mô hình khí thải.

Các phần tử của mô hình mô phỏng quá trình truyền nhiệt và truyền chất động cơ I3 SOHC được lựa chọn là (AVL, *Thermodynamic cycle simulation Boost, Primary*, version 2013.1; AVL, *Thermodynamic cycle simulation Boost, Boost users guide*, version 2013.1).

Các phần tử xylanh C1, C2, C3; phần tử nạp, thải, lọc khí; phần tử bình ổn áp: PL1 và PL2; phần tử cân: R1, R2; phần tử điểm đo: MP1, MP2; phần tử phân nhánh: J1, J2, J3; phần tử biên SB1, SB2.

Kiểm chứng mô hình tính toán động cơ I3 SOHC bằng phần mềm AVL Boost: Sau khi thiết lập mô hình để kiểm chứng, đánh giá độ chính xác của mô hình tác giả tiến hành xây dựng đặc tính ngoài động cơ với kết quả như hình 5.



Hình 5. Đặc tính ngoài động cơ I3 SOHC tính toán và nhà sản xuất

Từ hình 5 cho thấy kết quả mô phỏng xây dựng đặc tính ngoài của động cơ có sai số lớn nhất 3,1% do đó mô hình mô phỏng động cơ I3 SOHC là đáng tin cậy và có thể dùng để tính toán, lựa chọn pha phối khí mới cho động cơ I3 SOHC khi sử

dụng cho xe thường xuyên làm việc ở chế độ tải bộ phận.

3.3. Kết quả tính toán với các trường hợp pha phối khí khác nhau

Sử dụng mô hình đã lập được tính toán các thông số công tác tại điểm có $M_e = 23N.m$ và tốc độ $n = 3300v/p$ bằng phần mềm AVL Boost tiến hành giữ nguyên vị trí bướm ga, tăng dần góc đóng muộn xupap nạp (góc mở sớm xupap nạp giữ nguyên) và giảm dần góc mở sớm xupap thải (góc đóng muộn xupap thải giữ nguyên). Đồng thời với việc thay đổi pha phối khí là việc tăng tỷ số nén của động cơ từ 9,3 lên 10,3. Tỷ số nén đo được 10,3 là do quá trình thử nghiệm thay đổi góc đóng mở xupap, tại vị trí này cho công suất lớn nhất và suất tiêu hao nhiên liệu nhỏ nhất (Dựa trên việc tính toán các thông số hình học của buồng đốt) kết quả được thể hiện như bảng 1, bảng 2.

Bảng 1. Quan hệ giữa góc đóng muộn xupap nạp, góc mở sớm xupap xả với mô men

Góc đóng muộn xupap nạp	Góc mở sớm xupap xả								
	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	
70°	22,40	22,48	22,51	22,22	22,38	22,44	22,44	22,32	
75°	22,93	23,01	23,04	22,98	22,97	22,94	22,93	22,85	
80°	23,19	23,27	23,31	23,29	23,26	23,23	23,23	23,11	
85°	23,40	23,48	23,52	23,47	23,45	23,44	23,44	23,32	
90°	23,51	23,59	23,63	23,58	23,57	23,55	23,55	23,43	
95°	23,01	23,09	23,12	23,08	23,05	23,05	23,04	22,93	
100°	22,08	22,16	22,20	22,16	22,13	22,12	22,12	22,01	

Bảng 2. Quan hệ giữa góc đóng muộn xupap nạp, góc mở sớm xupap xả với suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ

Góc đóng muộn xupap nạp	Góc mở sớm xupap xả								
	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	
70°	403	402	401	403	404	406	406	407	
75°	395	394	393	394	394	395	395	396	
80°	391	390	389	390	391	392	393	393	
85°	388	388	387	387	388	390	390	391	
90°	387	386	385	386	386	387	388	389	
95°	394	393	392	393	393	394	395	397	
100°	408	407	406	407	408	409	409	411	

Từ bảng 1- 2 cho thấy điểm có góc đóng muộn xupap nạp là 90^0 và góc mở sớm xupap thải là 35^0 sẽ có được M_e là lớn nhất và suất tiêu hao nhiên liệu g_e là nhỏ nhất. Đây là góc phối khí hợp lý của động cơ ở chế độ $M = 23N.m$, $n = 3300v/p$.

3.5. Kiểm nghiệm các chỉ tiêu của động cơ I3 SOCH với pha phối khí và tỷ số nén mới khi chạy tại các điểm khác của chu trình thử ECE R15

Với giá trị lý thuyết vừa tính được cần nhập lại các thông số của cơ cấu phối khí vào mô hình động cơ nhiệt đã xây dựng bằng phần mềm AVL Boost để kiểm nghiệm lại kết quả khi động cơ làm việc ở các chế độ khác của chu trình bao gồm chế độ tốc độ lớn nhất của xe khi đi số 1 (15km/h), chế độ tốc độ lớn nhất của xe khi đi số 2 (32km/h).

Bảng 3. Kết quả so sánh g_e khi $M_e = 22,7 [N.m]$ tại tốc độ 32 (km/h)

Tốc độ [vg/ph]	$g_e [g/kW.h]$			
	Nguyên thủy	Cải tiến	Thay đổi	Phần trăm (%)
1700	338	322	16	- 4,7
2000	328	312	16	- 4,9
2300	323	304	19	- 5,9
2500	335	315	20	- 6,0

Bảng 4. Kết quả so sánh g_e khi $M_e = 22.14 [N.m]$ tại tốc độ 15 (km/h)

Tốc độ [vg/ph]	$g_e [g/kW.h]$			
	Nguyên thủy	Cải tiến	Thay đổi	Phần trăm (%)
1700	377	358	19	- 5,0
2000	367	348	19	- 5,2
2300	397	366	31	- 7,8
2500	412	384	28	- 6,8
2800	417	389	28	- 6,7

Bảng 5. Kết quả so sánh g_e khi $M_e = 14.1 [N.m]$ tại tốc độ 7,5 (km/h)

Tốc độ [vg/ph]	$g_e [g/kW.h]$			
	Nguyên thủy	Cải tiến	Thay đổi	Phần trăm (%)
1700	404	387	17	- 4,2
2000	407	383	24	- 5,9
2300	421	396	25	- 5,9
2500	433	407	26	- 6,0
2800	440	422	18	- 4,1

4. KẾT LUẬN

Sau khi tính toán nhiệt động động cơ với trục cam mới kết quả cho thấy:

- Tại $M_e = 22,7 [N.m]$ khi xe đi số 2 tại tốc độ 32 (km/h) suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ giảm từ 338 g/kW.h xuống còn 322 [g/kW.h];

mức giảm 4,7 % tại tốc độ 1700 [v/p] đến giảm lớn nhất từ 335 [g/kW.h] xuống còn 315 [g/kW.h] mức giảm 6,0% tại tốc độ 2500 [v/p].

- Tại $M_e = 22.14 [N.m]$ khi xe đi số 2 tại tốc độ 15 (km/h) suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ giảm từ 377g/kW.h xuống còn 358 [g/kW.h];

mức giảm 5,0 % tại tốc độ 1700 [v/p] đến giảm lớn nhất từ 397[g/kW.h] xuống còn 366 [g/kW.h] mức giảm 7,8% tại tốc độ 2300 v/p. Tại tốc độ 2500 [v/p] và 2800 [v/p] mức giảm khoảng 6,7%.

- Tại $M_e = 14.1$ [N.m] khi xe đi số 1 tại tốc độ

7,5 (km/h) suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ tại tốc độ 1700 [v/p], 2800 [v/p] mức giảm của suất tiêu hao nhiên liệu khoảng 4%. Tại tốc độ 2000 [v/p], 2300 [v/p] mức giảm của suất tiêu hao nhiên liệu khoảng 5,9%. Tại tốc độ 2500 [v/p] suất tiêu hao nhiên liệu giảm khoảng 6,0%.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Đào Trọng Thắng, Vũ Ngọc Khiêm, Nguyễn Văn Tuấn (2012), *Nghiên cứu ảnh hưởng của pha phối khí tới chế độ làm việc của động cơ xăng khi ứng dụng cho xe Hybrid*, Tạp chí Giao thông Vận tải số tháng 10/2012

Hà Quang Minh, 2002, *Lý thuyết động cơ đốt trong*, Nhà xuất bản quân đội nhân dân.

Vũ Ngọc Khiêm, Nguyễn Văn Tuấn (2013), *Cải thiện chế độ làm việc của xe Matiz khi hoán cải thành xe Hybrid*, Tạp chí Giao thông Vận tải số tháng 1/2013.

AVL, (2013.1), *Thermodynamic cycle simulation Boost, Boost users guide*, version.

ECE/324/Rev.1/Add.82/Rev.4.26 Apri, (2011).

Jinxing Zhao, Min Xu, Mian Li, Bin Wang, Shuangzhai Liu, (2012), *Design and optimization of an Atkinson cycle engine with the Artificial Neural Network Method*, National Engineering Laboratory for the Automotive Electronic Control Technology, Shanghai Jiao Tong University.

Victor Gheorghiu (2003), *Enhancement potential of the thermal conversion efficiency of ice cycles especially for use in Hybrid vehicles*, Hamburg University of Applied Sciences, Germany

Abstract:

RESEARCH TO IMPROVE THE WORKING MODE OF TAXI ENGINE WHEN OPERATION IN THE CITY

In Vietnam, people use taxi services quite a lot, especially in big cities. For the fleet of taxis used in big cities, most of them are using cars with older generation gasoline engines, using a mechanical distribution mechanism, without an exhaust processor. When making internal combustion engines for cars, people often choose the design mode as the rated load mode, so the engine will work efficiently at high load and high speed. However, when the taxi operates in the city, the vehicle speed is low, the car often has to stop and park, so the engine often works at partial load. When the engine operates in this mode, it will consume fuel and increase emissions in the exhaust gas to the environment. Therefore, it is necessary to improve the working mode of the engine on the taxi. This article will study to improve the engine working mode to reduce fuel consumption and reduce engine emissions.

Keywords: Engine, emissions, speed, fuel.

Ngày nhận bài: 12/9/2022

Ngày chấp nhận đăng: 30/9/2022