

ỨNG DỤNG THIẾT BỊ CHẨN ĐOÁN OBD II WIFI ĐỂ NGHIÊN CỨU TIÊU HAO NHIÊN LIỆU CỦA Ô TÔ TRONG ĐIỀU KIỆN VẬN HÀNH THỰC TẾ

AN APPLICATION OF OBD II WIFI DIAGNOSTICS TO THE STUDY OF VEHICLE FUEL CONSUMPTION IN REAL OPERATING CONDITIONS

Lê Văn Tụy, Phan Minh Đức

Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng; lvtuy@dut.udn.vn, pmduc@dut.udn.vn

Tóm tắt - Suất tiêu hao nhiên liệu (STHNL) của ô tô khi vận hành thực tế thường cao hơn so với công bố của hãng xe. Do đó, xác định chính xác STHNL thực tế và chế độ vận hành kinh tế sẽ giúp người tiêu dùng và xã hội giảm chi phí nhiên liệu và ô nhiễm khí thải. Xác định STHNL khá khó khăn do cần thiết bị đo nhiên liệu tiêu hao, thời gian, quãng đường vận chuyển, tải trọng. Bài báo này công bố giải pháp dùng thiết bị chẩn đoán đa năng OBD II, để xác định STHNL trong điều kiện vận hành thực tế. Kết quả thực nghiệm đối với ô tô Hyundai i20 chứng tỏ hoàn toàn có thể ứng dụng được. STHNL thực tế cao hơn 16% so với công bố của hãng xe. Khi chạy có gia tốc trong thành phố, STHNL cao hơn đến 62% so với các chế độ vận hành ở ngoại ô; khi nhanh chân ga, STHNL sẽ tăng cao hơn nhiều lần so với tốc độ chuyển động đều. Khi gia tốc trên đèo dốc, STHNL có thể tăng 125% so với các chế độ vận hành khác.

Từ khóa - thao tác lái xe; ô tô số tự động; thử trên đường; suất tiêu hao nhiên liệu ô tô; thiết bị chẩn đoán đa năng OBD II.

1. Đặt vấn đề

Suất tiêu hao nhiên liệu là một trong những chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật quan trọng mà các nhà nghiên cứu, sản xuất ô tô cũng như nhà kinh doanh sản phẩm và người tiêu dùng đều quan tâm [4-8]. Suất tiêu hao nhiên liệu mà nhà sản xuất công bố trong tài liệu kỹ thuật thường thấp hơn nhiều so với giá trị ở điều kiện vận hành thực tế. Do đó, xác định suất tiêu hao nhiên liệu thực tế càng đáng được quan tâm, để giúp người tiêu dùng có quyết định đúng đắn cũng như góp phần vào việc giảm tổng tiêu hao nhiên liệu, phát thải ô nhiễm, giảm chi phí sản xuất. Thông thường, đo tiêu hao nhiên liệu ô tô thường được tiến hành bằng thiết bị chuyên dụng đắt tiền. Ngày nay, công nghệ điện tử - viễn thông đã phát triển mạnh mẽ nên việc đo tiêu hao nhiên liệu nói riêng và các thông số kỹ thuật khác của ô tô nói chung, có thể được thực hiện dễ dàng và nhanh chóng thông qua thiết bị chẩn đoán đa năng thông minh [4]. Nghiên cứu này trình bày kết quả ứng dụng bộ chẩn đoán đa năng OBD II Wifi vào việc xác định suất tiêu hao nhiên liệu của ô tô trong điều kiện vận hành thực tế để đưa ra các khuyến cáo vận hành hợp lý, nhằm tiết kiệm nhiên liệu cho người tiêu dùng và xã hội, giảm ô nhiễm do khí thải [1, 4].

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Chỉ tiêu đánh giá tiêu hao nhiên liệu ô tô

Suất tiêu hao nhiên liệu (Q_{nl} , l/100 km) của ô tô được đánh giá bằng lượng nhiên liệu tiêu hao (lít) trên 100 kilomet đường chạy, từ phương trình tiêu hao nhiên liệu, như sau [2, 3, 8]:

$$Q_{nl} = \frac{g_e \cdot (F_f + F_w \pm F_i \pm F_j)}{36 \cdot \rho_{nl} \cdot \eta_t} \quad (1)$$

Abstract - Actual fuel consumption of a car (ACFC) in real conditions is often higher than that reported by vehicle manufacturers. Accurate determination of ACFC and economic operating mode will help consumers and society to reduce fuel costs and emissions. Determining ACFC is quite difficult due to the need to measure fuel consumption, time, distance traveled and load. This article presents the solution of using the OBD II multi-function diagnostic tool to determine ACFC under actual operating conditions. Experimental results for the Hyundai i20 prove that the solution is completely applicable. ACFC is actually 16% higher than that reported by vehicle manufacturers. With acceleration in the city, ACFC is 62% higher than that in operating modes in the suburbs. In accelerated pedal modes, ACFC will rise several times higher than that in steady modes. ACFC in accelerated pedal modes on slopes can increase 125% compared to that in other operating modes.

Key words - driving operation; automatic transmission vehicle; road test; vehicle fuel consumption; OBD II multifunction diagnostics.

Trong đó, g_e là suất tiêu hao nhiên liệu động cơ, là hàm phụ thuộc vào chế độ vận hành ứng với mức độ sử dụng tải động cơ và số vòng quay của động cơ; tính theo g/kWh; F_f là lực cản lăn của đường; F_w là lực cản không khí đối với ô tô; F_i là lực cản khi xe chuyển động trên đường có dốc; F_j là lực quán tính khi xe chuyển động có gia tốc; ρ_{nl} là tỷ trọng của nhiên liệu, tính bằng kg/lít và η_t là hiệu suất của hệ thống truyền lực, tính đến tất cả các tổn thất khi truyền công suất từ động cơ đến các bánh xe chủ động của ô tô.

2.2. Đối tượng nghiên cứu và chế độ thử nghiệm

2.2.1. Đối tượng nghiên cứu

Để có thể thấy rõ hơn mức độ tăng tiêu hao nhiên liệu khi vận hành xe với các chế độ khác nhau, so với số liệu công bố trong tài liệu kỹ thuật của nhà sản xuất, nhóm tác giả chọn đối tượng thử nghiệm là xe ô tô, sử dụng hộp số tự động AT - kiểu biến mô thủy lực. Với xe sử dụng hộp số tự động AT sẽ có sự trượt mạnh của bộ biến mô thủy lực khi lái xe đạp mạnh chân ga với mong muốn gia tốc xe nhanh hơn khi vượt xe khác. Trong trường hợp này, sự trượt mạnh của bộ biến mô sẽ dẫn đến tăng tiêu hao nhiên liệu nhiều hơn do tổn thất thêm cho sự trượt tương đối giữa bánh bơm và bánh tuốc-bin.

Ô tô được dùng trong thử nghiệm là ô tô con 5 chỗ ngồi, trang bị hộp số tự động có 4 cấp số tiến, hiệu Hyundai i20 do hãng Hyundai của Hàn Quốc sản xuất năm 2010, có các thông số kỹ thuật chính như trong Bảng 1 [4].

Tình trạng ô tô thử nghiệm: ô tô đã qua sử dụng 50.000 km, được bảo dưỡng thường xuyên theo đúng yêu cầu bảo dưỡng của hãng (sau mỗi 5.000 km). Bốn lốp xe được thay mới, tải trọng trong suốt quá trình thực nghiệm gồm: tải trọng cơ sở của ô tô và 3 người (tương đương 1.800 N).



Hình 1. Ô tô Hyundai i20 thử nghiệm [4]

Bảng 1. Thông số kỹ thuật chính của ô tô Hyundai i20

THÔNG SỐ KỸ THUẬT CHUNG	
Kích thước tổng thể (D x R x C) (mm)	3.940x 1.710x 1.490
Chiều dài cơ sở (mm)	2.524
Vệt bánh xe trước/sau (mm)	1.505/ 1.503
Bán kính vòng quay min (mm)	5.200
Khoảng sáng gầm xe (mm)	175
Công suất max/số vòng quay (kW/v/ph)	74/ 6.000
Mô-men max/số vòng quay (Nm/v/ph)	134/3.500
Tỷ số nén động cơ (-)	10,5:1
Thể tích xi-lanh (lít)	1,4
Hệ thống lái	Trợ lực điện
Hệ thống phanh trước/sau	Đĩa, có ABS
Suất tiêu hao nhiên liệu (l/100km)	4,8

2.2.2. Các thiết bị đo

Phương trình tiêu hao nhiên liệu (1) cho thấy tiêu hao nhiên liệu của ô tô phụ thuộc vào chế độ vận hành ô tô, tức là: tải trọng chuyên chở, vận tốc chuyển động, trạng thái gia tốc, điều kiện đường sá và môi trường khí hậu.

Các thông số đo gồm: lượng tiêu hao nhiên liệu, tốc độ chuyển động của ô tô. Ngoài ra, để đánh giá mức độ tăng thêm lượng tiêu hao nhiên liệu do sự trượt của bộ biến đổi mô-men của ô tô sử dụng hộp số tự động AT, cần phải đo số vòng quay động cơ đồng bộ với việc đo tốc độ xe; ứng với chế độ vận hành có gia tốc, cần phải đo gia tốc hoặc tương đương. Trong trường hợp này thì thiết bị chẩn đoán đa năng OBD II Wifi sử dụng đồng hồ đo thời gian thực của chính thiết bị hiển thị và ghi dữ liệu [1], [4].

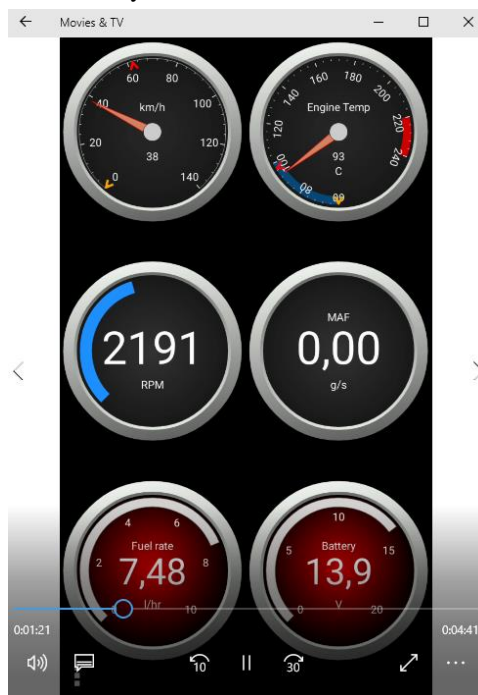


Hình 2. Thiết bị OBDLink MX Wifi [1]

Bộ chẩn đoán đa năng OBD II Wifi bao gồm thiết bị kết nối OBDLink (Hình 2) có chức năng tiếp nhận và truyền dẫn dữ liệu theo giao thức wifi từ bộ xử lý trung tâm (ECU) của động cơ đến thiết bị thu nhận và hiển thị thông minh khác (điện thoại thông minh hay máy tính điện tử) có khả năng

tiếp nhận tín hiệu không dây. Trong nghiên cứu này, điện thoại thông minh dùng hệ điều hành Android (ảnh chụp màn hình như Hình 3) được sử dụng để thu nhận dữ liệu từ OBDLink thông qua phần mềm chuyên dụng của thiết bị chẩn đoán đa năng OBD II được cài đặt lên điện thoại [1, 4].

Ngoài ra, trên điện thoại thông minh còn có phần mềm quay phim để ghi lại màn hình hiển thị nhằm lưu trữ thông tin lâu dài trên máy.



Hình 3. Giao diện phần mềm OBDLink trên điện thoại thông minh [1, 4]

Với trang thiết bị sử dụng như trên, ta có độ chính xác được xác định bởi sai số của các đại lượng đo và được thể hiện như Bảng 2 sau đây:

Bảng 2. Sai số cho phép của các đại lượng đo

SAI SỐ CHO PHÉP CỦA CÁC THÔNG SỐ	
Sai số tiêu hao nhiên liệu (δG_h)	+/- 0,01 (l/h)
Sai số tốc độ động cơ (δn)	+/- 1,0 (rpm)
Sai số tốc độ xe (δV)	+/- 1,0 (km/h)

2.2.3. Các nội dung kiểm tra và chế độ vận hành

Ô tô được kiểm tra thử nghiệm trên đường thực tế, các chế độ thử nghiệm được thực hiện ứng với các nội dung kiểm tra như sau:

- + Đo tiêu hao nhiên liệu khi vận hành với tốc độ không đổi, từ 20 đến 90 km/h với bước là 10 km/h;
 - + Đo tiêu hao nhiên liệu khi vận hành trong thành phố với tốc độ thay đổi thường xuyên;
 - + Đo tiêu hao nhiên liệu khi vận hành ô tô trên đường đèo dốc;
 - + Đo tiêu hao nhiên liệu khi vận hành ô tô theo chế độ tăng tốc lớn - đạp mạnh chân ga khi cần vượt nhanh xe khác.
- Các điều kiện sau đây được chuẩn bị để hạn chế tối đa ảnh hưởng sai khác trong các lần thử:
- Chiều dài của đường chạy phải đủ dài so với yêu cầu

chạy thử nghiệm;

- Không có các vật cản trên đường làm ảnh hưởng đến quá trình chạy thử nghiệm; đặc biệt là chế độ chạy xe với tốc độ hằng số;

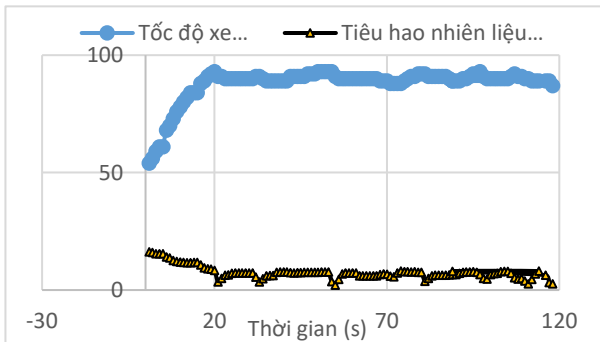
- Phải đảm bảo an toàn cho xe và người trong quá trình thử nghiệm;

- Thời tiết ổn định (không có gió, bão).

3. Kết quả nghiên cứu và bàn luận

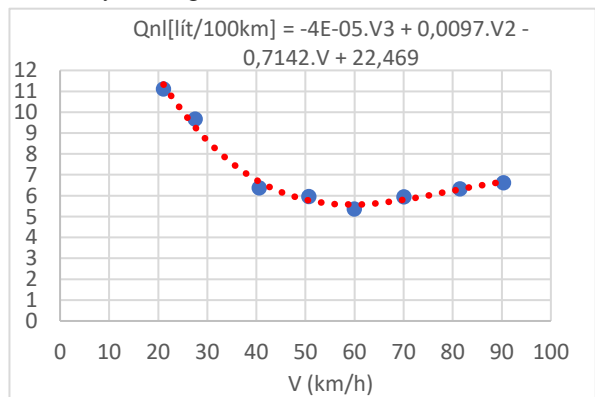
3.1. Kết quả thử nghiệm và đánh giá tiêu hao nhiên liệu khi chạy xe với tốc độ hằng số

Trên Hình 4 thể hiện kết quả thử nghiệm tiêu hao nhiên liệu ô tô khi vận hành thực trên đường với tốc độ chuyển động đều $V = 90 \text{ km/h}$.



Hình 4. Kết quả thử nghiệm khi vận hành ô tô chạy với tốc độ ổn định $V = 90 \text{ km/h}$

Kết quả xử lý và phân tích đánh giá tiêu hao nhiên liệu ô tô ứng với khi vận hành xe ở chế độ duy trì tốc độ ổn định lần lượt từ $V = 20 \text{ km/h}$ đến $V = 90 \text{ km/h}$, với gia số vận tốc xe $dV = 10 \text{ km/h}$. Kết quả được thể hiện trong Bảng 3 và đồ thị biểu diễn biến thiên tiêu hao nhiên liệu ô tô theo tốc độ chuyển động đều như trên Hình 5.



Hình 5. Diễn biến tiêu hao nhiên liệu của ô tô theo vận tốc ở các chế độ vận hành duy trì tốc độ không đổi

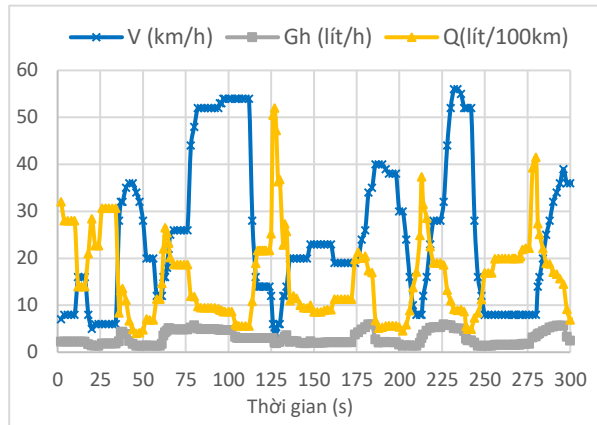
Bảng 3. Suất tiêu hao nhiên liệu của ô tô khi vận hành với tốc độ duy trì hằng số

$V \text{ (km/h)}$	21	28	41	51
$Q_{nl} \text{ (l/100km)}$	11,12	9,68	6,38	5,97
$V \text{ (km/h)}$	60	70	82	90
$Q_{nl} \text{ (l/100km)}$	5,36	5,95	6,33	6,62

Kết quả này cho thấy ô tô thử nghiệm có tốc độ kinh tế là $V = 59 \text{ km/h}$ và suất tiêu hao nhiên liệu tương ứng là

$Q_{nl_min} = 5,57 \text{ (l/100km)}$, khi vận hành với 3 người, kể cả người lái. So với tài liệu công bố của nhà sản xuất ô tô Hyundai i20 thì lượng tiêu hao nhiên liệu thực tế khi thử nghiệm trên đường tăng hơn khoảng 16%.

3.2. Kết quả thử nghiệm và đánh giá tiêu hao nhiên liệu khi chạy xe có gia tốc trong nội đô



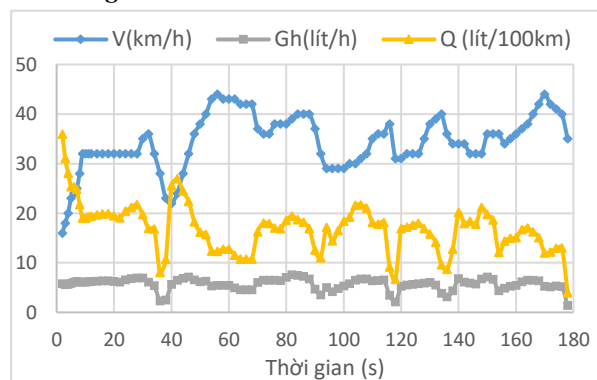
Hình 6. Kết quả thử nghiệm với chế độ vận hành ô tô gia tốc trong thành phố

Kết quả chạy xe theo lộ trình thử nghiệm với tốc độ thường xuyên thay đổi trong thành phố được thực hiện nhiều lần với nhiều tuyến đường có mật độ phương tiện lưu thông khác nhau; qua đó cho thấy tốc độ trung bình càng thấp, vì phải dừng trước đèn đỏ nhiều lần... thì tiêu hao nhiên liệu càng tăng. Trên Hình 6 thể hiện một chế độ vận hành khi chạy xe có gia tốc trong thành phố với tốc độ trung bình vào khoảng 27 km/h và tốc độ lớn nhất có thể đạt đến 55 km/h (tuyến đường có dải phân cách cứng, tốc độ cho phép là 60 km/h).

Với chế độ vận hành trong thành phố, xe thường xuyên phải dừng trước đèn đỏ, rồi gia tốc, làm cho tiêu hao nhiên liệu trung bình tăng lên đáng kể so với chế độ vận hành duy trì tốc độ hằng số. Kết quả xử lý dữ liệu theo đồ thị trên Hình 6 cho thấy, lượng tiêu hao nhiên liệu trung bình vào khoảng $Q_{nl} = 15,68 \text{ (l/100km)}$ tương ứng với tốc độ trung bình $V = 27 \text{ km/h}$.

So với chế độ chuyển động đều với $V = 28 \text{ km/h}$ thì lượng tiêu hao nhiên liệu bằng $Q_{nl} = 9,68 \text{ (l/100km)}$ (Bảng 2); tức là lượng tiêu hao nhiên liệu trung bình trong trường hợp này tăng lên khoảng 62%.

3.3. Kết quả và đánh giá tiêu hao nhiên liệu khi chạy xe trên đường đèo dốc



Hình 7. Kết quả thử nghiệm với chế độ vận hành xe có gia tốc qua đèo dốc Hải Vân

Hình 7 thể hiện một chế độ vận hành khi chạy xe qua đèo Hải Vân, với tốc độ trung bình vào khoảng 34 km/h và tốc độ lớn nhất có thể đạt 44 km/h, có lượng tiêu hao nhiên liệu trung bình $Q_{tb} = 17,45$ (l/100km).

So với chế độ vận hành duy trì tốc độ hằng số tương đương trên đường nằm ngang, lượng tiêu hao nhiên liệu chỉ vào khoảng 7,75 (l/100km) (tính theo công thức hàm xấp xỉ trên đồ thị ở Hình 5), nghĩa là tăng hơn 125%. Sở dĩ như vậy là vì khi chạy trên đường đèo dốc, lượng nhiên liệu tiêu hao tăng thêm để gia tốc ô tô và khắc phục lực cản lên dốc của ô tô.

3.4. Kết quả thử nghiệm và đánh giá tiêu hao nhiên liệu khi chạy xe với chế độ gia tốc chân ga đột ngột

Kết quả đo thể hiện trên Hình 8 cho thấy, khi nhấn bàn đạp ga đột ngột, số vòng quay động cơ tăng nhanh trong khi vận tốc ô tô không tăng với tỷ lệ tương ứng. Khi nhấn bàn đạp ga đột ngột, chẳng hạn khi cần vượt nhanh xe khác, với ô tô sử dụng hộp số tự động kiểu biến mô thủy lực, thì xảy ra sự trượt rất mạnh của bánh bơm so với bánh tuốc bin của biến mô thủy lực. Kết quả sẽ làm cho lượng tiêu hao nhiên liệu ô tô cũng tăng cao đột ngột.

20	32	3,28	2.244	10,25
21	32	3,34	2.338	10,44
22	32	7,91	2.340	24,72
23	32	8,24	2.340	25,75
25	49	7,73	2.340	15,78
27	59	7,39	2.105	12,53
29	59	1,96	1.584	3,32
31	56	1,76	1.507	3,14
32	55	2,78	1.462	5,05
33	55	3,37	1.455	6,13

4. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu thực nghiệm, có thể kết luận:

1. Bộ chẩn đoán đa năng OBD II wifi có thể kết hợp với điện thoại thông minh để đo các thông số kỹ thuật của ô tô một cách nhanh chóng, tiện lợi, khá chính xác (xem Bảng 2). Các kết quả nhận được từ việc nghiên cứu và diễn biến của lượng tiêu hao nhiên liệu ứng với các chế độ vận hành, phản ánh đúng bản chất và phù hợp với quy luật lý thuyết như đã chỉ ra ở phương trình tiêu hao nhiên liệu (1).

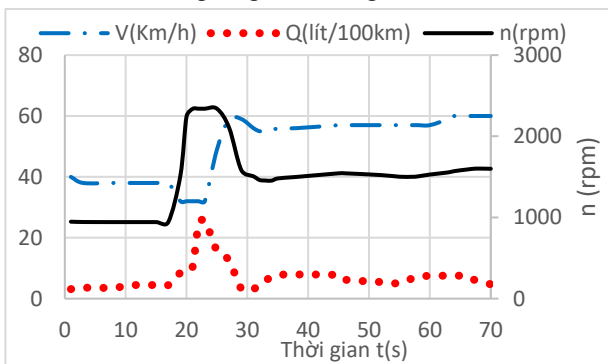
2. Với ô tô du lịch Hyundai i20 sử dụng hộp số tự động kiểu biến mô thủy lực, có lượng tiêu hao nhiên liệu nhỏ nhất trên đường thực tế là $Q_{nl_min} = 5,57$ (l/100km) khi vận hành ở tốc độ không đổi $V = 59$ km/h. Giá trị này cao hơn khoảng 16% so với công bố của nhà sản xuất.

3. Khi vận hành ô tô trong thành phố với tốc độ thường xuyên thay đổi, tiêu hao nhiên liệu tăng lên khoảng 62% so với tốc độ chuyển động đều tương ứng. Tương tự, với chế độ vận hành trên đường đèo dốc, tiêu hao nhiên liệu tăng hơn khoảng 125%; đặc biệt, khi gia tốc mạnh chân ga để vượt nhanh xe khác, tiêu hao nhiên liệu có thể tăng hơn gấp 3 lần so với chế độ vận hành tốc độ chuyển động đều tương ứng.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng trong đề tài mã số B2016-DNA-27-TT.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] <http://www.obdlink.com/mxwf>
- [2] Nguyễn Hữu Căn, Phạm Minh Thái, Lê Thị Vàng, Dư Quốc Thịnh, Nguyễn Văn Tài, *Lý thuyết ô tô máy kéo*, NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội, 2002.
- [3] Phan Minh Đức, *Giáo trình lý thuyết ô tô*, Giáo trình lưu hành nội bộ, Khoa Cơ khí Giao thông, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng, 2007.
- [4] Phạm Quốc Huy, *Nghiên cứu ảnh hưởng của chế độ vận hành đến tiêu hao nhiên liệu của ô tô sử dụng hộp số tự động*, Luận văn Thạc sỹ kỹ thuật, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng, 2017.
- [5] C. Manzie et al., "Fuel economy improvements for urban driving - Hybrid vs. intelligent vehicles", *Transportation Research Parts C*, 15, 2007, pp. 1-16.
- [6] Susan A. Shaheen and Timothy E. Lipman, "Reducing Greenhouse Emissions and Fuel Consumption - Sustainable Approaches for Surface Transportation", *IATSS Reseach*, Vol. 31, No. 1, 2007, pp. 6-20.
- [7] N. Haworth and M. Symmons, *The relationship between fuel economy and safety outcomes*, Monash University Accident Research Centre (Final Report), Report No. 188, pages 57.
- [8] Michael Ben-Chaim, Efraim Shmerling and Alon Kuperman, "Analytic Modeling of Vehicle Fuel Consumption", *Energies*, No. 6, 2013, pp. 117-127.



Hình 8. Diễn biến tiêu hao nhiên liệu tăng cao khi biến mô thủy lực bị trượt mạnh

Đồ thị cho thấy, khoảng thời gian $t = 19$ đến 20 s, tốc độ động cơ đã tăng lên từ 943 đến 2.244 rpm; nhưng tốc độ xe vẫn còn chưa tăng. Mãi đến sau khi $t = 23$ s thì tốc độ xe mới kịp tăng từ 32 lên 50 km/h; lúc này, lượng tiêu hao nhiên liệu ô tô có thể tăng lên rất cao.

Bảng 3 cho thấy lượng tiêu hao nhiên liệu thử nghiệm có thể đạt cao nhất với $Q = 25,75$ (l/100km) tại thời điểm vận tốc $V = 32$ km/h.

Giá trị suất tiêu hao này cao gấp hơn 3 lần so với chế độ vận hành với tốc độ hằng số (với phương pháp nội suy từ đồ thị trên Hình 5, lượng tiêu hao nhiên liệu chỉ bằng $Q = 8,17$ (l/100km)).

Bảng 3. Diễn biến tiêu hao nhiên liệu tăng cao khi bộ biến mô thủy lực bị trượt mạnh

t(s)	V (Km/h)	G_h (lít/h)	N (rpm)	Q (l/100km)
1	40	1,25	948	3,13
3	38	1,36	944	3,58
8	38	1,36	943	3,58
11	38	1,69	943	4,45
15	38	1,69	943	4,45
17	38	1,69	943	4,45
19	32	2,75	1.520	8,59