

# Nghiên cứu tính toán nguồn động lực dùng năng lượng điện cho xe du lịch 5 chỗ

The research on calculating the electrical power unit for 5-passenger vehicles

Nguyễn Huy Trường<sup>1,\*</sup>, Phạm Việt Thành<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Viện Kỹ thuật cơ giới quân sự

<sup>2</sup> Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

\*Email: nguyenhuytruonghd@gmail.com

Mobile: 0972-961-666

---

## Tóm tắt

### Từ khóa:

Động cơ điện; Nguồn động lực điện; Xe điện; Xe hybrid;

Bài báo trình bày tính toán lựa chọn nguồn động lực dùng năng lượng điện cho xe du lịch 5 chỗ, khi thay thế động cơ xăng bằng động cơ điện.

## Abstract

### Keywords:

Electric motor; Electrical power unit; Electric vehicle (EV); Hybrid electric vehicle (HEV).

This paper presents the calculation of choosing electric power source for 5-passenger vehicles, when replacing petrol engine by electric motor.

Ngày nhận bài: 06/07/2018

Ngày nhận bài sửa: 06/9/2018

Ngày chấp nhận đăng: 15/9/2018

---

## 1. GIỚI THIỆU

Những năm gần đây, cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ IV (Industrie 4.0), đang xảy ra rất nhanh và mạnh mẽ trên toàn thế giới. Trong lĩnh vực cơ khí ô tô cũng vậy, cách mạng công nghiệp lần thứ IV trong ngành chính là cuộc cách mạng về xe hybrid, xe điện và xe tự lái. Các hãng chế tạo ô tô và ứng dụng công nghệ xe điện, xe tự lái trước đây chưa mấy nổi tiếng như Tesla, Uber, Grab, nhưng nhờ áp dụng những tiến bộ khoa học trong cuộc cách mạng lần thứ IV, áp dụng vào ngành cơ khí ô tô, họ đã thu được những thành quả và sự phát triển nhanh chóng, thành các công ty lớn trên thế giới.

Hiện nay, các hãng chế tạo ô tô truyền thống trên thế giới đã cho ra đời những xe hybrid, xe điện và thành sản phẩm được thương mại hóa. Song song với việc nghiên cứu chế tạo mới thì việc tận dụng khung gầm xe cũ dùng nhiên liệu hóa thạch chuyển đổi sang xe dùng nguồn động lực điện cũng là hướng đi được nghiên cứu. Chính vì vậy, việc tính toán lựa chọn nguồn động lực điện khi chuyển đổi từ động cơ dùng nhiên liệu sang động cơ điện là hướng cần nghiên cứu, và là giải pháp phù hợp cho những nước có nền công nghiệp ô tô còn nhỏ lẻ như nước ta.

## **2. PHƯƠNG PHÁP LỰA CHỌN ĐỘNG CƠ ĐIỆN THAY THẾ**

Bài báo nghiên cứu về việc chọn nguồn động lực là động cơ điện thay thế cho động cơ xăng của xe nguyên thủy, nên về cơ bản kết cấu của các hệ thống trên xe đã có sẵn. Ngoài ra, động cơ điện cũng đã được các nhà chế tạo và cung cấp theo từng chủng loại và công suất. Chính vì vậy việc lựa chọn động cơ điện thay thế được thực hiện theo 3 bước: b1- lựa chọn loại động cơ điện phù hợp; b2- nghiên cứu về việc nối ghép động cơ điện vào xe sao cho hợp lý và ít thay đổi kết cấu nhất; b3- tính toán kiểm nghiệm lại động cơ đã lựa chọn.

### **2.1. Lựa chọn động cơ điện**

Động cơ điện đã được nghiên cứu, chế tạo và ứng dụng từ rất lâu trong đời sống xã hội. Một số loại động cơ điện đã và đang được sử dụng trên ô tô điện là: động cơ không đồng bộ (động cơ cảm ứng), động cơ nam châm vĩnh cửu, động cơ một chiều, động cơ từ trở chuyên mạch.

#### **2.1.1. Động cơ một chiều truyền thống**

Động cơ một chiều được sử dụng do khả năng tạo ra mômen lớn ở vùng tốc độ thấp và đặc tính mômen - tốc độ phù hợp cho truyền động kéo, đặc biệt là động cơ một chiều kích từ nối tiếp. Việc điều chỉnh tốc độ và mở rộng dải tốc độ động cơ cũng dễ thực hiện bằng các bộ điều chỉnh điện áp. Các động cơ kích từ hỗn hợp vừa có mômen khởi động lớn lại có khả năng mở rộng dải tốc độ bằng cách điều chỉnh giảm từ thông kích từ.

Tuy nhiên, động cơ một chiều truyền thống có kích thước và trọng lượng lớn, hiệu suất thấp, độ tin cậy kém, gây nhiễu điện từ, gây ồn, và cần thường xuyên phải bảo dưỡng do có cơ cấu chuyển mạch cơ khí. Ngoài ra, do có ma sát giữa chổi than và cổ góp nên hạn chế tốc độ của động cơ. Động cơ một chiều vẫn tồn tại trên các ô tô điện từ những thập kỷ 70 và 80.

#### **2.1.2. Động cơ không đồng bộ**

Động cơ không đồng bộ có cấu trúc đơn giản, tin cậy, hoạt động êm, ít phải bảo dưỡng, có khả năng hoạt động trong môi trường khắc nghiệt. Do không có cơ cấu chuyển mạch cơ khí nên cho phép mở rộng dải tốc độ động cơ. Việc điều chỉnh tốc độ động cơ bằng cách thay đổi tần số nguồn được thực hiện dễ dàng nhờ có các bộ biến tần bán dẫn công suất lớn và các thuật toán điều khiển tối ưu theo các chỉ tiêu khác nhau. Thuật toán điều khiển tựa từ thông rôto (FOC) cho phép động cơ đạt được đặc tính như động cơ một chiều kích từ độc lập. Thuật toán này cũng cho phép mở rộng dải tốc độ của động cơ bằng cách điều chỉnh giảm từ thông.

Tuy nhiên, động cơ này có hiệu suất không cao do có tổn hao đồng và tổn hao thép trên rôto.

#### **2.1.3. Động cơ một chiều không cổ góp**

Động cơ một chiều không cổ góp (BLDC) có ưu điểm nổi bật là hiệu suất cao và mật độ công suất lớn do không có cuộn dây kích từ trên rôto. Dải tốc độ làm việc có thể mở rộng bằng kỹ thuật điều khiển sớm pha. Động cơ này có quán tính nhỏ do đó có tính tác động nhanh. Những ưu điểm này rất phù hợp cho việc ứng dụng trên xe, khi mà vấn đề giảm trọng lượng toàn xe và tăng hiệu suất sử dụng nhiên liệu đang đặt ra rất cấp thiết.

Trước kia, tốc độ và mômen động cơ bị hạn chế do độ bền cơ khí của rôto. Hiện nay đã có các công nghệ nhúng các nam châm vào lõi rôto để đảm bảo độ bền và cho phép động cơ làm việc với mômen lớn và tốc độ cao.

### 2.1.4. Động cơ từ trở chuyển mạch

Động cơ từ trở chuyển mạch (SRM) có ưu điểm là có cấu trúc đơn giản và bền vững, độ tin cậy cao, điều khiển đơn giản, dải tốc độ rộng. Động cơ này cũng có mômen khởi động lớn và mômen quán tính nhỏ. Cấu trúc của rôto thực sự đơn giản do không có nam châm, cuộn dây cũng như cơ cấu chuyển mạch cơ khí. Do dải tốc độ rộng nên nó phù hợp cho trường hợp hệ truyền động không sử dụng hộp số. Do không có tổn hao trên rôto nên động cơ SRM phù hợp cho môi trường nhiệt độ cao. Nhược điểm của động cơ từ trở chuyển mạch là mạch đập mômen lớn.

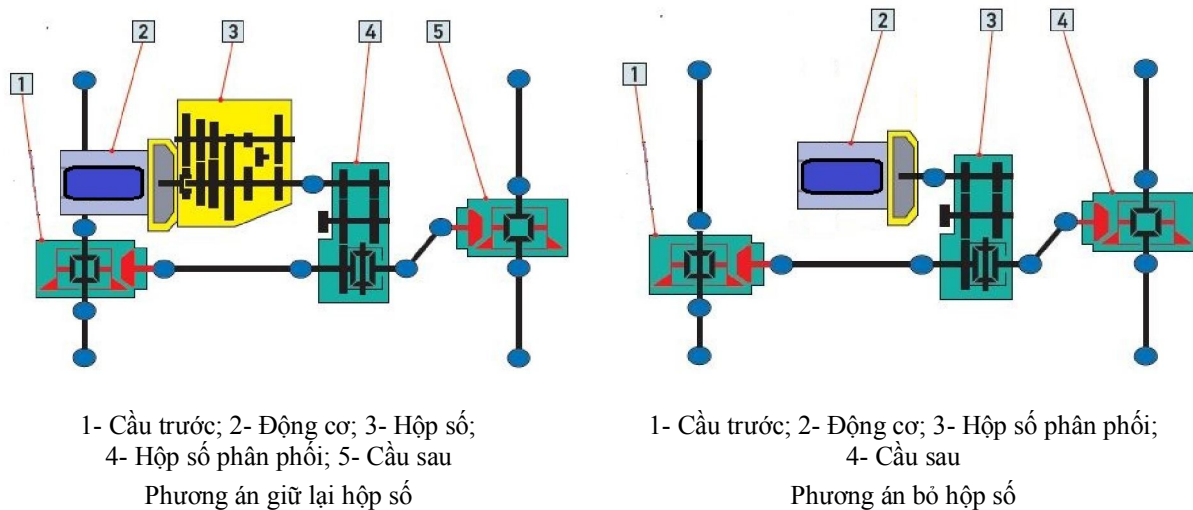
Việc lựa chọn loại động cơ phù hợp cho ô tô điện phụ thuộc vào nhiều tiêu chí. Nếu như tiêu chí hàng đầu là giá thành rẻ và đơn giản trong điều khiển thì động cơ một chiều truyền thống vẫn là sự lựa chọn phù hợp. Động cơ không đồng bộ hiện vẫn được sử dụng trên một số ô tô điện do kế thừa được các công nghệ đã rất phát triển trong công nghiệp, tuy nhiên do có khối lượng lớn nên không phù hợp trên ô tô điện lai và ô tô điện hiện đại.

Để vừa đạt được tiêu chí về giá thành và tiêu chí về hiệu suất của động cơ là một tiêu chí được ưu tiên hàng đầu. Vì vậy các loại động cơ một chiều không cổ góp (BLDC) là lựa chọn phù hợp vì một số ưu điểm như sau:

- Có mômen lớn ở vùng tốc độ thấp để đảm bảo khả năng khởi động và tăng tốc;
- Dải tốc độ rộng và công suất đủ lớn ở vùng tốc độ cao;
- Đáp ứng nhanh với sự thay đổi của mômen tải;
- Hiệu suất cao;
- Kích thước trọng lượng nhỏ;
- Làm việc tin cậy và bền vững;
- Giảm nhiễu điện từ khi làm việc;
- Động cơ có mô men khởi động lớn và mô men quán tính nhỏ, dễ dàng trong điều khiển.

### 2.2. Lựa chọn phương án nối ghép

Việc nối ghép được thực hiện bằng việc thay thế động cơ điện tại vị trí động cơ xăng nguyên thủy và giữ nguyên lại các hệ thống khác của xe. Tuy nhiên, do động cơ điện đặc điểm có mô men lớn ngay ở tốc độ thấp và dải tốc độ làm việc là rộng hơn so với động cơ xăng, nên việc nối ghép có thể thực hiện bằng cách giữ nguyên hộp số hoặc loại bỏ hộp số xe nguyên thủy.



**Hình 1.** Sơ đồ nối ghép động cơ điện

### 2.3. Tính toán kiểm nghiệm

Để tính toán kiểm nghiệm động cơ điện chúng ta áp dụng các công thức tính các đặc tính toán động lực học theo các công thức trình bày trong tài liệu [2]. Gồm các đại lượng sau:

➤ Lực kéo tiếp tuyến của xe:

$$P_k = M_e \cdot \frac{i_0 i_h}{R_{bx}} \cdot \eta_t, [N] \quad (1)$$

$$v = 0,377 \left[ \frac{R_{bx} \cdot n_e}{i_h \cdot i_0} \right], [km/h] \quad (2)$$

Trong đó:

$M_e$ - Mô men của động cơ, (N.m);

$R_{bx}$ - Bán kính tính toán của xe, (m);

$n_e$ - Vận tốc góc của trục khuỷu động cơ, (r/min);

$i_h$ - Tỷ số truyền của hộp số;

$i_0$ - Tỷ số truyền của cầu xe;

$v$ - Vận tốc của xe, (km/h).

➤ Nhân tố động lực học của xe:

$$D = \frac{P_k - P_w}{m_a \cdot g}; \quad (3)$$

Trong đó:  $P_w = \frac{K \cdot F \cdot v^2}{3,6^2}, [N]$

$K$ - Hệ số cản không khí, (Ns<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>);

$F$ - Diện tích cản chính diện của xe,  $F = B_0 \cdot H$ , (m<sup>2</sup>);

với:  $B_0$  - Chiều rộng lớn nhất của xe, (m);  $H$  - Chiều cao lớn nhất của xe, (m);  $P_w$ - lực cản không khí, (N).

➤ Gia tốc của xe:

$$J_{\max} = (D_{1\max} - f) \cdot \frac{g}{\delta} \quad (4)$$

Trong đó:  $f$ - Hệ số cản lăn;  $\alpha_{\max}$ - Độ dốc lớn nhất của xe có thể khắc phục được, độ;  $J_{\max}$ - Gia tốc lớn nhất của xe, m/s<sup>2</sup>;  $g$ - Gia tốc trọng trường, m/s<sup>2</sup>;

$\delta = 1 + 0,05(1 + i_k^2) \cdot G_d / G_b$ . Hệ số ảnh hưởng của các khối lượng quay.

+  $G_d$  là trọng lượng toàn bộ xe ứng với tải định mức, kg.

+  $G_b$  là trọng lượng toàn bộ xe ứng với tải bất kỳ, kg.

➤ Quá trình tăng tốc của xe:

Quá trình tăng tốc của xe là quá trình từ khi bắt đầu khởi hành đến khi xe đạt vận tốc lớn nhất (toàn tải, xuất phát từ số 1,  $\varphi = 0,7$ , đường bằng,  $f=0,015$ ). Thời gian tăng tốc được tính đến khi xe đi hết quãng đường 200 m, theo Quy chuẩn Quốc gia QCVN09:2015/BGTVT quy định như sau:

$$t_{\max} \leq 20 + 0,4.G \quad (5)$$

Trong đó: f - Thời gian tăng tốc được tính đến khi xe đi hết quãng đường 200 m, s;  
G - Khối lượng toàn bộ theo thiết kế của xe, tấn.

Mô hình xe lựa chọn để áp dụng tính toán là xe NIVA 4x4, với các thông số tính năng cơ bản như sau:

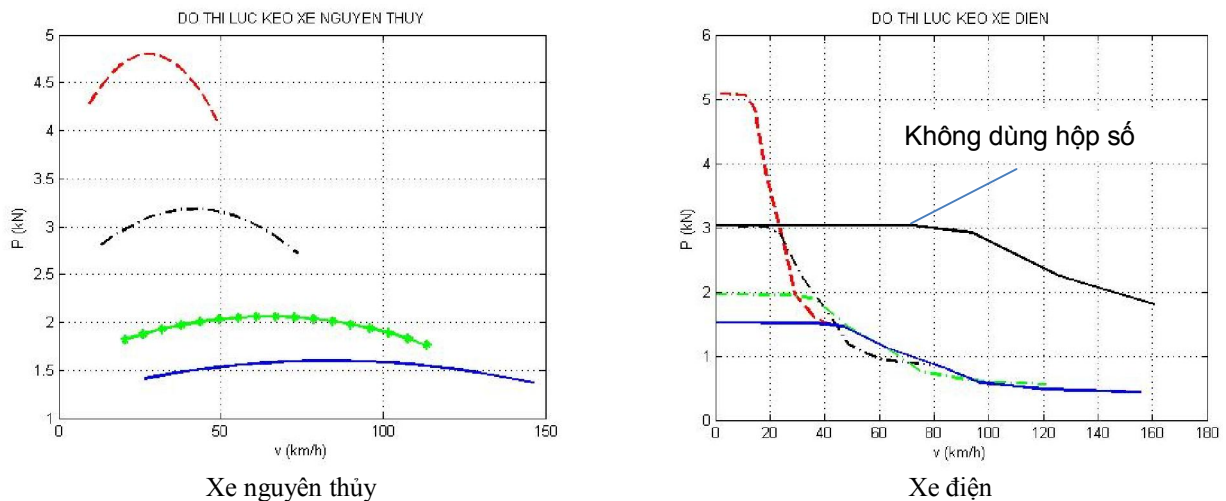
Xe cơ sở		NIVA 2121
Khối lượng toàn tải (khi chưa tính trở hàng)	kg	1150
Khối lượng trở hàng	kg	400
Tốc độ lớn nhất	km/h	132
Thời gian tang tốc đến tốc độ 100 km/h, khi xe toàn tải	s	25
<b>Động cơ</b>		
- Công suất lớn nhất (ở tốc độ vòng quay 5400 r/min)	kW (mã lực)	58,8 (80)
- Mô men lớn nhất (ở số vòng quay 3000 r/min)	N.m	124
Hộp số	4 số	$i_{h1} = 3,342; i_{h2} = 1,989; i_{h3} = 1,289;$ $i_{h4} = 1,00;$
Hộp số phân phối	2 số	$i_{pt} = 2,135; i_{pc} = 1,2;$
Truyền lực chính		4,3

Động cơ điện lựa chọn để thay thế là loại một chiều không cổ góp, với các thông số cụ thể như sau:

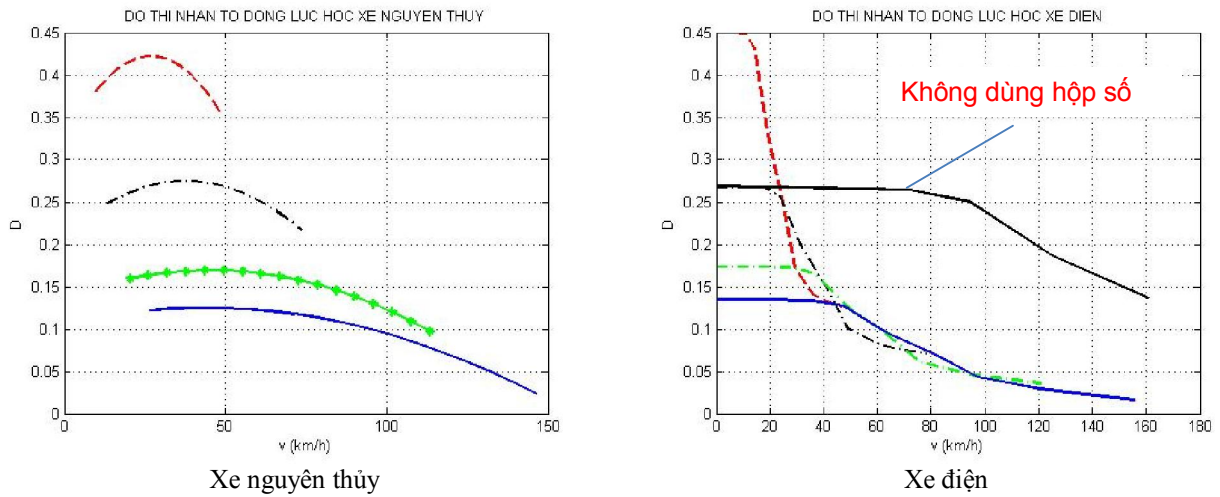
Động cơ điện	ĐVT	Trong trường hợp sử dụng hộp số	Trong trường hợp không sử dụng hộp số
Điện áp làm việc	V	72	72
Dòng điện định mức	A	450	850
Công suất	kW	55,77 (ở số vòng quay 5618r/min)	82,6 (ở số vòng quay 5800r/min)
Mô men lớn nhất	N.m	117,55	235,1

### 3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

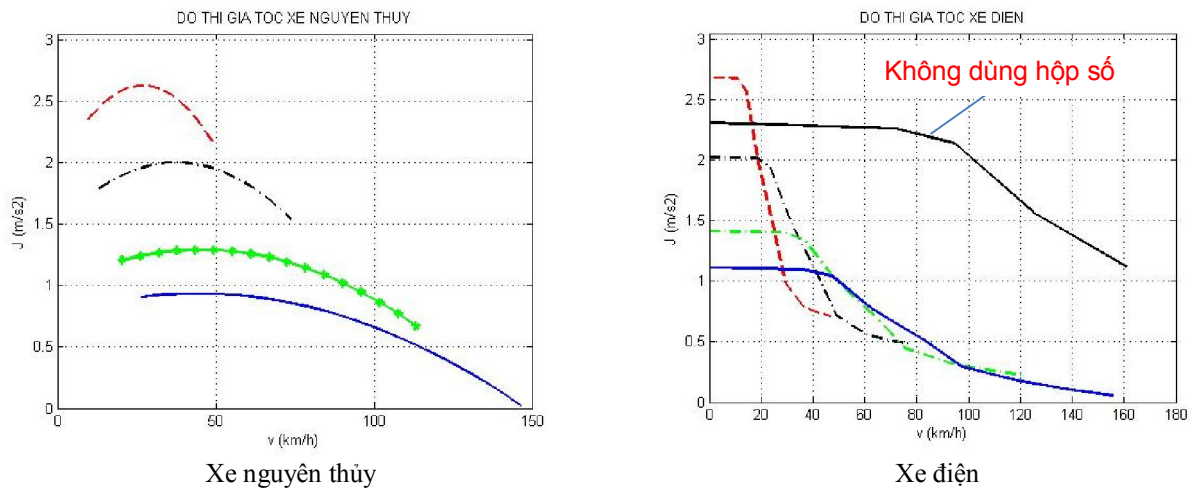
Áp dụng các công thức tính động lực học của xe trình bày ở trên, chúng ta thu được kết quả như sau:



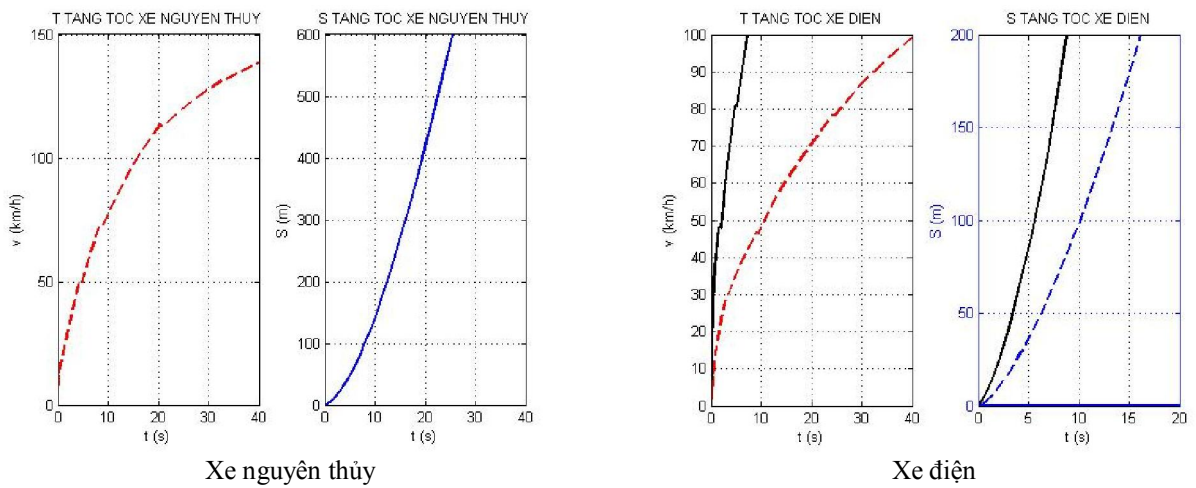
Hình 2. Đồ thị lực kéo



**Hình 3.** Đồ thị nhân tốc động lực học



**Hình 4.** Đồ thị gia tốc



**Hình 5.** Đồ thị thời gian và quãng đường tăng tốc

#### 4. KẾT LUẬN

Sau khi nghiên cứu lựa chọn động cơ điện và tính toán, so sánh đặc tính động lực học của xe nguyên thủy, xe điện sau khi lắp động cơ điện có giữ lại hộp số nguyên thủy và không dùng hộp số. Chúng ta nhận thấy:

- Các kết quả lực kéo và nhân tố động lực học cũng như gia tốc của xe điện trong trường hợp sử dụng hộp số ở số truyền thấp tốt hơn không sử dụng hộp số (do mô men kéo được tăng lên qua hộp số ở số truyền thấp). Tuy nhiên, các giá trị này ở tốc độ cao lại nhỏ hơn, chính vì vậy khả năng tăng tốc của xe trong trường hợp này tốt hơn rất nhiều (tăng tốc đến 100 km/h chưa đến 10s, so với trường hợp có hộp số là gần 40s).

- Các kết quả trên có thể được giải thích bởi khi không sử dụng hộp số chúng ta đã sử dụng động cơ điện có công suất và mô men gần gấp đôi so với trường hợp sử dụng hộp số. Và điều này liên quan đến công suất của nguồn điện cung cấp cũng tăng lên dẫn tới tăng khối lượng xe và thời gian nạp đầy ác quy. Chính vì vậy, việc lựa chọn công suất động cơ điện và công suất nguồn điện phù hợp là yếu tố quyết định của việc cải tiến.

- Việc lựa chọn động cơ điện có tính năng phù hợp để thay thế động cơ sử dụng nhiên liệu hóa thạch của xe nguyên thủy là hoàn toàn khả thi. Qua tính toán kiểm tra nhận thấy, việc thay thế động cơ điện trên các xe cũ sử dụng nhiên liệu hóa thạch vừa tận dụng được các xe thể hệ cũ, vừa tận dụng được các ưu điểm của động cơ điện và tiệm cận với các nghiên cứu mới về xe điện cũng như áp dụng chúng vào điều kiện Việt Nam./.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Phúc Hiểu, Vũ Đức Lập (2002), *Lý thuyết ô tô quân sự*, HVKTQS.
- [2]. Vũ Đức Lập, Phạm Đình Vi (1996), *Thử nghiệm xe*, HVKTQS, Hà Nội.
- [3]. *Инструкция по эксплуатации автомобилей ВАЗ 2121*. АвтоВАЗ, 1981 г.
- [4]. Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Stefano Longo, Kambiz M. Ebrahimi. *Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles*. Taylo & Francis Group, 2018.
- [5]. <http://www.xedien.info/cong-nghe/bai-viet-xe-dien/151-nghien-cuu-che-tao-he-truyen-dong-keo-cho-oto-dien-dung-dong-co-mot-chieu-khong-co-gop-bldc.html>.