

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG CÔNG CỤ SIMULATION-X KHẢO SÁT ĐỘNG LỰC HỌC Ô TÔ CÓ HỘP SỐ TỰ ĐỘNG AT

INVESTIGATING THE DYNAMICS OF VEHICLE WITH AUTOMATIC TRANSMISSIONS AT BASED ON SIMULATION X

Phạm Anh Tuấn, Nguyễn Văn Trà, Vũ Ngọc Tuấn

Viện Cơ khí Động lực, Học viện Kỹ thuật Quân sự

TÓM TẮT

Ô tô trang bị hộp số tự động AT hiện nay đang trở thành ưu tiên lựa chọn phổ biến cho người dùng, đặc biệt là tại thị trường Việt Nam. Hộp số AT có nhiều loại, phân loại chủ yếu theo số bậc tự do khi hộp số hoạt động ở trạng thái không tải hoặc theo kiểu tổ hợp dãy hành tinh sử dụng trong hộp số. Loại hộp số này đem lại nhiều ưu điểm so với hộp số cơ khí đơn giản như: dễ tự động hóa điều khiển, thích hợp với các bộ truyền động thủy lực, loại trừ được sử dụng ly hợp, tăng được mô-men xoắn, truyền lực êm dịu, kích thước nhỏ gọn, khoảng động học lớn, ... Để làm rõ các ưu điểm này của hộp số AT, bài báo trình bày “Nghiên cứu khảo sát động lực học ô tô có hộp số tự động AT dựa trên SIMULATION X”. Trong đó, trình bày lý thuyết động lực học của ô tô sử dụng hộp số AT và dựa vào đó để xây dựng mô hình và khảo sát quá trình tăng tốc của ô tô có hộp số AT trên SIMULATION X.

Từ khóa: Hộp số tự động; Động lực học ô tô; Đặc tính kéo.

ABSTRACT

In the automotive industry, vehicles equipped with automatic transmissions (AT) are becoming a popular choice for users, particularly in the Vietnamese market. Automatic transmissions come in various types, primarily classified based on the number of gear ratios when the transmission is in an unloaded state or according to the configuration of the planetary gear. This type of transmission offers numerous advantages over simple mechanical transmissions, such as ease of automation, suitability for hydraulic powertrains, elimination of the need for a clutch, increased torque, smooth power transmission, compact size, and significant dynamic range. This article focuses on: "Investigating the Dynamics of Vehicle with Automatic Transmissions based on SIMULATION X". This paper discusses the theoretical dynamics of vehicles employing automatic transmissions, and a model is constructed based on this theory to investigate the dynamic characteristics of automatic transmissions using SIMULATION X.

Keywords: Automatic transmission; Vehicle Dynamics; Traction characteristics.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kinh tế Việt Nam ngày càng phát triển, mức sống của người dân ngày càng được nâng lên, do đó mà nhu cầu về phương tiện đi lại bằng ô tô, vận tải hàng hóa là rất lớn. Không chỉ dừng lại về nhu cầu chỉ có cho mình một chiếc xe mà chiếc xe đó phải đảm bảo tính tiện nghi, tính an toàn và tính kinh tế nhiên liệu cao. Trong đó, xe trang bị hộp số tự động là một trong những ưu tiên phổ biến hàng đầu của người dùng và nó dần thay thế cho hộp số cơ khí thông thường bởi nó đảm bảo tốt được các yêu cầu trên. Vậy tại sao lại thế? Để trả lời câu hỏi này, nghiên cứu xây dựng mô hình và khảo sát động lực học hộp số tự động AT là nội dung quan trọng, có tính thời đại. Từ kết quả nghiên cứu của bài báo, có thể làm rõ hơn về tính ưu việt của hộp số AT và làm cơ sở xác định phương pháp khai thác, sử dụng phù hợp để bảo đảm tốt tính năng kỹ thuật và tính kinh tế nhiên liệu của xe.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT ĐỘNG LỰC HỌC XE TRANG BỊ HỘP SỐ TỰ ĐỘNG AT

Cơ sở để xây dựng đặc tính kéo và đặc tính động lực học của của ô tô là dựa trên đặc tính ngoài của động cơ. Đối với xe trang bị hộp số tự động thì liên kết giữa động cơ và hộp số cơ khí là biến mô, nên đường đặc tính đầu ra của trục ra trên biến mô là sự kết hợp giữa đặc tính ngoài của động cơ và đặc tính không thứ nguyên của biến mô-men.

2.1. Đường đặc tính ngoài của động cơ

Xây dựng đặc tính ngoài của động cơ dựa vào công thức thực nghiệm Lây-đéc-man:

$$M_e = M_{en} \cdot \left[a + b \left(\frac{n_e}{n_N} \right) - c \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^2 \right] [\text{Nm}] \quad (1)$$

$$N_e = N_{emax} \cdot \left[a \left(\frac{n_e}{n_N} \right) + b \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^2 - c \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^3 \right] [\text{Kw}] \quad (2)$$

Trong đó:

+ N_e – Công suất của động cơ ở số vòng quay bất kỳ [Kw];

+ n_e – Tốc độ góc trục khuỷu động cơ tại công suất N_e [vg/ph];

+ N_{emax} – Công suất lớn nhất của động cơ [Kw];

+ n_N – Tốc độ góc trục khuỷu động cơ tại công suất N_{emax} [vg/ph];

+ M_e – Mô-men xoắn của động cơ tại n_e ;

+ a, b, c – Các hệ số thực nghiệm.

2.2. Đặc tính không thứ nguyên của biến mô

Đường đặc tính không thứ nguyên biểu thị mối liên hệ giữa hệ số mô-men bánh bơm λ_b (hoặc $\gamma\lambda_b$), hệ số mô-men bánh tuabin λ_{tb} (hoặc $\gamma\lambda_{tb}$) và hiệu suất η của bộ truyền thủy lực với tỷ số truyền động i_{bm} . Các quan hệ này nhận được theo các phương trình (3) và (4):

$$M_b = \gamma\lambda_b \cdot n_b^2 D^5 \quad (3)$$

$$M_{tb} = \gamma\lambda_{tb} \cdot n_{tb}^2 D^5 \quad (4)$$

2.3. Đường đặc tính làm việc đồng bộ động cơ – biến mô-men

- Đường đặc tính tải trọng của hệ thống động cơ – biến mô thủy lực là sự kết hợp giữa hai đường đặc tính: $M_b = f(M_{tb})$ và $M_e = f(n_e)$, với $n_e = n_b$, cụ thể:

$$M_b = \lambda_b \cdot \gamma \cdot n_e^2 \cdot D^5 \quad (5)$$

$$M_e = M_{en} \cdot \left[a + b \left(\frac{n_e}{n_N} \right) - c \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^2 \right] [\text{Nm}] \quad (6)$$

- Đường đặc tính đầu ra của biến mô là đường biểu diễn mối quan hệ giữa mô-men trên trục ra của biến mô, hay nói cách khác là đặc tính ngoài của động cơ mới mà ta sẽ dùng để xây dựng đặc tính kéo của ô tô:

$$M_{tb} = f(n_{tb}) \quad (7)$$

$$N_2 = N_{tb} = f(n_{tb}) \quad (8)$$

3. KHẢO SÁT ĐỘNG LỰC HỌC XE TRANG BỊ HỘP SỐ TỰ ĐỘNG AT BẰNG PHẦN MỀM SIMULATION X

3.1. Thông số đầu vào

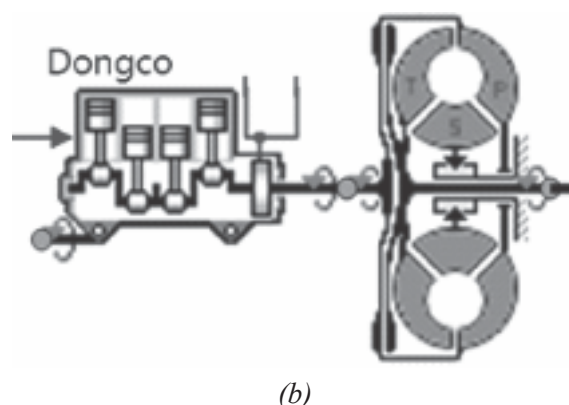
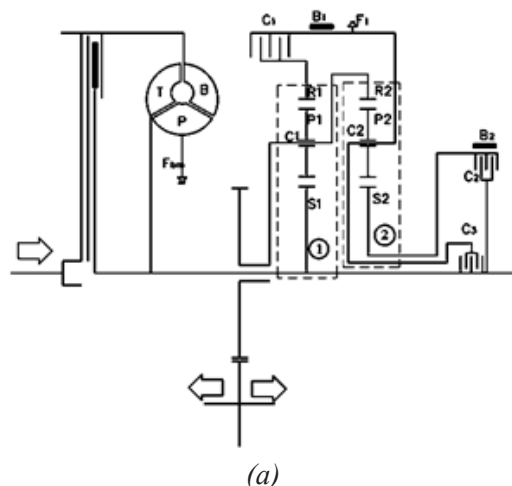
Lựa chọn ô tô KIA MORNING Si 2016 để khảo sát với thông số cho trong bảng 1:

Bảng 1. Các thông số đầu vào khảo sát động lực học của ô tô

ĐỘNG CƠ		
Loại động cơ	Xăng, 1.25 lít	
Công suất cực đại	64.5 kW ở số vòng quay 6000 vg/ph	
Mô-men xoắn cực đại	120 N.m ở số vòng quay 4000 vg/ph	
HỘP SỐ AT		
Tỷ số truyền	Số 1	3.1
	Số 2	1.5
	Số 3	1
	Số 4	0.8
	Số lùi	-3
	TL chính	3.9
KÍCH THƯỚC Ô TÔ		
Dài x Rộng x Cao	3595 x 1595 x 1490 (mm)	
Trọng lượng toàn bộ	1390 Kg	
Lốp xe	175/50R15	
Công thức bánh xe	4 x 2	

3.2. Xây dựng mô phỏng trên SIMULATION X

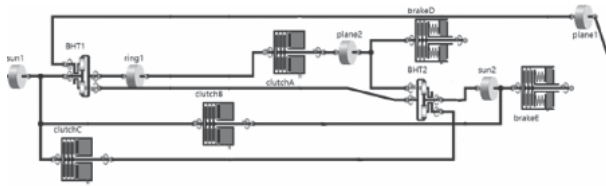
Trong đó, hộp số AT gồm hai thành phần chính là biến mô và bộ truyền hành tinh được mô tả theo sơ đồ nguyên lý như hình 1a, hình 1b mô tả sơ đồ kết nối động cơ và bộ biến mô-men trong phần mềm SimulationX. Bộ truyền hành tinh được sử dụng trên xe KIA MORNING Si 2016 là bộ truyền hai dãy hành tinh. Việc thay đổi các tỉ số truyền được thực hiện bằng cách phối hợp đóng hoặc mở các ly hợp C_1 , C_2 , C_3 và các phanh B_1 , B_2 .



Hình 1. a) Sơ đồ nguyên lý hộp số AT, b) Mô hình mô phỏng kết nối động cơ và biến mô

Dựa vào cơ sở trên, ta xây dựng được sơ đồ hệ thống động truyền lực trên phần mềm SimulationX như sau:

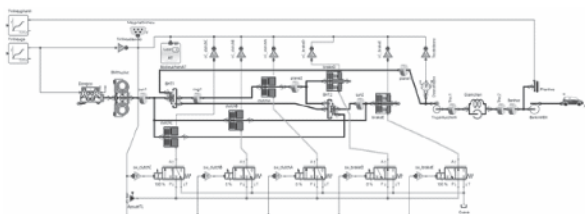
- Bộ truyền hành tinh:



Hình 2. Mô phỏng bộ truyền hành tinh

Ta sử dụng các khối BHT1 và BHT2 để mô phỏng hai dãy hành tinh trong hộp số AT. Trong đó, các khối sun1, ring1, plane2, sun2 và plane1 mô phỏng các bánh răng thành phần của hệ hành tinh, cho phép ta điều chỉnh thông số và thiết lập quan hệ động học với các phần tử khác trong hộp số. Sử dụng các khối ClutchA, ClutchB, ClutchC lần lượt để mô phỏng các ly hợp C_1 , C_2 , C_3 , còn các khối BrakeD và BrakeE để mô phỏng các khối phanh B_1 , B_2 . Mỗi liên kết động học giữa các phần tử trong hệ hành tinh với các ly hợp và phanh trong hộp số AT được biểu diễn bởi các đường nối tương ứng như trên sơ đồ hình 2.

Kết hợp các khối mô phỏng chính với liên kết tín hiệu điều khiển và liên kết quan hệ động lực học phù hợp, ta xây dựng được sơ đồ mô phỏng hệ thống động truyền lực của ô tô KIA MORNING Si 2016 như hình 3.

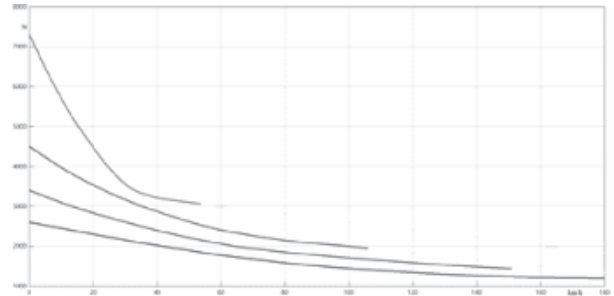


Hình 3. Sơ đồ mô phỏng sử dụng trên SimulationX

3.3. Các kết quả khảo sát động lực học của xe

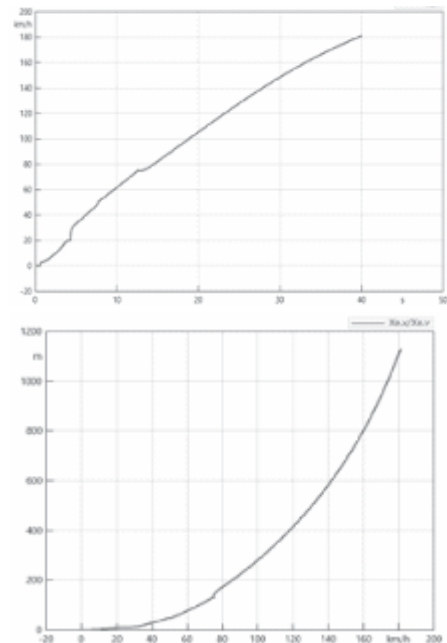
Cho chương trình chạy 40 giây, tương ứng với tốc độ vòng quay động cơ trong mô phỏng là 6000 vòng/phút, ta thu được các kết

quả chính: Đồ thị đặc tính đầu ra của biến mô, đồ thị đặc tính kéo, đồ thị thời gian tăng tốc, đồ thị quãng đường tăng tốc, đồ thị lực cản gió và lực cản lăn.



Hình 4. Đồ thị đặc tính kéo

Nhận thấy, tại mỗi số truyền, đặc tính kéo khảo sát trên ô tô KIA MORNING Si 2016 có dạng gần với dạng lý tưởng của đặc tính kéo động cơ. Khi so sánh với đặc tính kéo ở ô tô sử dụng hộp số cơ khí đơn giản, nhận thấy ở xe có sử dụng hộp số AT sẽ cho phép chuyển số êm dịu, đặc tính kéo có thể bám sát đường đặc tính kéo tối ưu hơn. Nhờ đó giúp xe tiết kiệm nhiên liệu hơn trong quá trình sử dụng.



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

Đồ thị thời gian tăng tốc và đồ thị quãng đường tăng tốc trên hình 5 cho thấy quá trình tăng tốc diễn ra gần như liền mạch, không bị ảnh hưởng bởi quá trình chuyển số (yêu cầu nhiều hơn về kỹ năng điều khiển ly hợp và ga sao cho phù hợp) như trên ô tô sử dụng hộp số cơ khí đơn giản. Điều này cho phép xe đạt hiệu quả sử dụng cao, tiết kiệm nhiên liệu, tạo cảm giác lái êm dịu.

4. KẾT LUẬN

Dựa trên cơ sở lý thuyết động lực học ô tô trang bị hộp số tự động AT, bài báo đã xây dựng mô hình và khảo sát động lực học ô tô có hộp số tự động AT dựa trên phần mềm SimulationX. Trong đó, số liệu đầu vào tham chiếu đối với đối tượng mẫu là ô tô KIA Morning Si 2016. Kết quả xây dựng được: Đồ thị đặc tính ngoài động cơ, đồ thị đặc tính đầu ra của biến mô, đồ thị đặc tính kéo, đồ thị thời gian tăng tốc, đồ thị quãng đường tăng tốc, đồ thị lực cản gió và lực cản lăn, đồ thị lên số theo thời gian. Các đồ thị này giúp làm ta hiểu rõ hơn về ưu điểm của hộp số AT và đặc điểm hoạt động của nó. Các kết quả đã đạt được là tài liệu tham khảo có giá

trị khoa học cho các nghiên cứu sâu hơn có liên quan đến hộp số AT và động lực học ô tô. ❖

Ngày nhận bài: **06/02/2024**

Ngày phản biện: **13/3/2024**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Phúc Hiểu, Vũ Đức Lập (2002); *Lý thuyết ô tô quân sự*, NXB. Quân đội Nhân dân.
- [2]. Nguyễn Hữu Cần, Phan Đình Kiên (1984); *Thiết kế và tính toán ô tô máy kéo*. NXB. Đại học và Trung học Chuyên nghiệp.
- [3]. Vũ Đức Lập (1992); *Tính toán kéo ô tô*, Học viện Kỹ thuật Quân sự.
- [4]. Hà Quang Minh (2002); *Lý thuyết động cơ đốt trong*, NXB. Quân đội Nhân dân.
- [5]. Reza N.Jazar (2008); *Vehicle dynamics: Theory and applications*. Springer.
- [6]. *SimulationX tutorial for Automotive Powertrain*.
- [7]. <https://www.esi-group.com/products/simulationx>.