

GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ ĐỂ GIẢM TIÊU HAO NHIÊN LIỆU CHO Ô TÔ SỬ DỤNG HỘP SỐ TỰ ĐỘNG AT

AN TECHNOLOGY SOLUTIONS TO FUEL CONSUMPTION REDUCTION FOR THE AUTOMATIC TRANSMISSION CAR

Lê Văn Tuy^{1*}, Nguyễn Văn Đông¹

¹Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng

*Tác giả liên hệ: lvtuy@dut.udn.vn

(Nhận bài: 15/6/2021; Chấp nhận đăng: 02/7/2021)

Tóm tắt - Ngày nay, hộp số tự động đã được trang bị phổ biến cho ô tô con, về mặt lý thuyết giúp thuận tiện tối đa việc điều khiển ô tô, tối ưu hóa khả năng động lực và tính kinh tế nhiên liệu của ô tô. Tuy nhiên, do tính phức tạp của hộp số tự động mà số cấp hộp số hành tinh thường chỉ được thiết kế từ 3 đến 4 cấp tốc độ. Điều đó làm cho hiệu suất chung vẫn còn thấp và tiêu hao nhiên liệu ô tô vẫn còn cao. Bài báo này công bố giải pháp dùng thêm cơ cấu hành tinh phụ để tăng số cấp hộp số tự động lên gấp đôi để giảm tiêu hao nhiên liệu của ô tô sử dụng hộp số tự động. Kết quả nghiên cứu mô phỏng áp dụng cho ô tô Hyundai i20 cho thấy, giải pháp này cho kết quả tốt. Với hộp số tự động có số cấp gấp đôi (thành 8 cấp), tiêu hao nhiên liệu có thể giảm 10% so với hộp số tự động Hyundai i20 có 4 cấp số.

Từ khóa - Hộp số tự động; điều khiển lái xe; tiêu hao nhiên liệu ô tô; hộp số thông thường; bộ biến đổi mô men thủy lực

1. Đặt vấn đề

Ngày nay nhờ sự phát triển và đổi mới công nghệ mà hộp số tự động đã được áp dụng khá phổ biến trên hầu hết các loại ô tô hiện đại. Sự đổi mới này không chỉ thể hiện tính hiện đại về mặt công nghệ mà còn mang lại tính thuận lợi và tiện ích đối với người lái xe trong quá trình vận hành điều khiển ô tô [1-3].

Khởi đầu cho công nghệ hộp số tự động, bộ biến đổi mô-men thủy lực đóng vai trò như một hộp số biến đổi vô cấp, cho phép thay đổi liên tục mô-men và tốc độ một cách tự động để thích ứng với phụ tải thay đổi trong quá trình vận hành ô tô. Tuy nhiên, do sự trượt giữa bánh tuốc-bin so với bánh bơm làm cho hiệu suất của hệ thống truyền lực tự động giảm đi đáng kể và tiêu hao nhiên liệu vì vậy cũng tăng cao. Công nghệ hộp số hành tinh được thiết kế để nâng cao hiệu suất cho hộp số tự động và hạn chế tiêu hao nhiên liệu cho ô tô [4].

Tuy vậy, do tính phức tạp về kết cấu cũng như hệ thống điều khiển chuyên số cho hộp số tự động mà số cấp của hộp số hành tinh thường bị hạn chế từ 3 đến 4 cấp (xem thêm Hình 5). Kết quả hiệu suất chung vẫn còn thấp và tiêu hao nhiên liệu vẫn còn cao [5-6].

Bài báo này công bố một giải pháp công nghệ, theo đó cho phép tăng gấp đôi cấp số truyền của hệ thống truyền lực mà không làm thay đổi kết cấu cũng như hệ thống điều khiển của hộp số tự động nguyên thủy. Qua đó, cho phép

Abstract - Today, automatic transmissions have been widely used in passenger cars, theoretically helping to maximize the convenience in driving, optimizing the car's performance and fuel consumption thanks to the role of the torque converter. However, due to the complexity of the automatic transmission, the number of planetary gearboxes is usually only designed with 3 to 4 speed levels. That makes the overall performance still low and the car fuel consumption still high. This article presents a solution to use an extra planetary mechanism to double the number of speeds of automatic transmissions to reduce the fuel consumption. The simulation results based on the Hyundai i20 cars show that, this solution gives better fuel consumption. With an automatic transmission with double speeds, fuel consumption can be reduced by 10% compared to that of the Hyundai i20 automatic transmission with 4 speed levels.

Key words - Automatic transmission; driving operation; vehicle fuel consumption; manual transmission; torque convertor

nâng cao hiệu suất chung của hệ thống truyền lực, giảm tiêu hao nhiên liệu cho ô tô; Góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường do các chất khí độc hại thải ra từ động cơ đốt trong, góp phần vào sự phát triển bền vững ô tô sử dụng hộp số tự động [7-11].

Nội dung giải pháp công nghệ để giảm tiêu hao nhiên liệu cho ô tô sử dụng hộp số tự động sẽ được nghiên cứu áp dụng trên ô tô Hyundai i20 do Hàn Quốc sản xuất năm 2010 [9-11].

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Mô hình 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. Mô hình đánh giá tiêu hao nhiên liệu ô tô sử dụng hộp số tự động AT (*Automatic Transmission*) có thể được trình bày theo phương trình tổng quát (1) [8-9], [11]:

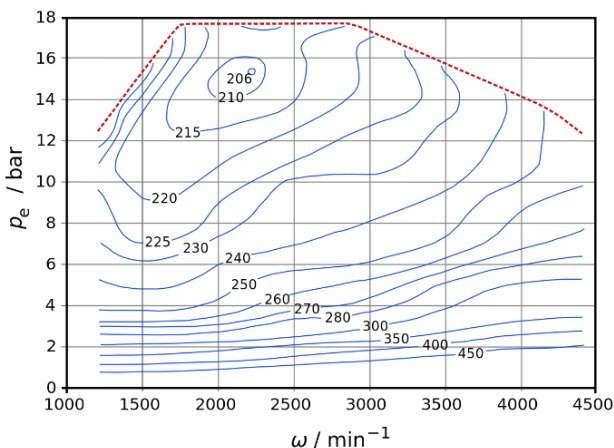
$$Q_{nl} = \frac{g_e \left\{ F_o + F_1 V + F_2 \cdot V^2 + kAV^2 \pm m_a g \cdot \sin(\alpha) \pm m_a \frac{dV}{dt} \delta_i \right\}}{36 \rho_{nl} \eta_{bm} \eta_{ck}} \quad (1)$$

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_0, F_1, F_2 là các hệ số đặc trưng cho đường cong lực cản lăn; k và A là hệ số cản không khí và diện tích cản chính

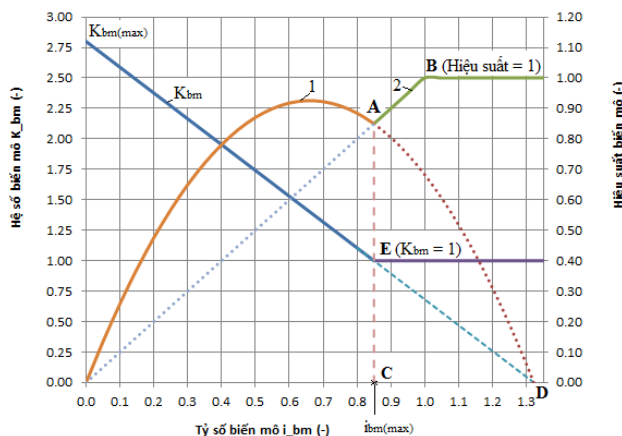
¹ The University of Danang – University of Science and Technology (Levan Tuy, Nguyenvan Dong)

diện của ô tô; m_a là khối lượng xe; g là gia tốc trọng trường; α là góc dốc của mặt đường; δ_i là hệ số xét đến toàn bộ khối lượng chuyển động quay của động cơ và hệ thống truyền lực đến lực quán tính chuyển động tịnh tiến của xe; dV/dt là gia tốc tịnh tiến của xe; ρ_{nl} là tỷ trọng của nhiên liệu, tính bằng [kg/lít]; η_{ck} là hiệu suất cơ khí của hệ thống truyền lực; η_{bm} là hiệu suất bộ biến mô thủy lực; Và số 36 là đại lượng hiệu chỉnh thứ nguyên.

Từ phương trình (1) cho thấy, lượng tiêu hao nhiên liệu chung của ô tô sẽ tăng lên khi hiệu suất của bộ biến đổi mô-men η_{bm} giảm xuống trong khi các đại lượng khác không thay đổi. Tuy nhiên, các đại lượng trong phương trình (1) có quan hệ phụ thuộc lẫn nhau, nên cần phải được nghiên cứu đầy đủ tổng thể để có thể đưa ra giải pháp hữu hiệu và kết luận chính xác.



Hình 1. Bản đồ suất tiêu hao nhiên liệu g_e phụ thuộc vào phụ tải và tốc độ vận hành động cơ



Hình 2. Đặc tính không thứ nguyên bộ biến mô thủy lực đơn (một bánh phản ứng)

Để xác định lượng tiêu hao nhiên liệu ô tô từ phương trình (1), cần có thêm các mô hình bổ sung biểu thị cho các đặc tính làm việc của động cơ, đặc trưng kỹ thuật ô tô cũng như các chế độ vận hành của xe và đặc biệt là ảnh hưởng của các chế độ làm việc của bộ biến mô thủy lực. Tất cả đặc trưng nói trên cần phải có đặc tính thực nghiệm (Hình 1 và Hình 2) hoặc bảng dữ liệu thực nghiệm biểu thị cho đặc trưng kỹ thuật của chúng [7-9], [11].

Trong bài báo này, để nghiên cứu tính toán mô phỏng tiêu hao nhiên liệu ô tô sử dụng hộp số tự động theo phương trình (1), có thể sử dụng các hàm mô phỏng xấp xỉ đối với suất tiêu hao nhiên liệu g_e và hiệu suất biến mô như sau [9], [11]:

$$\begin{cases} g_e = g_{eN} f(k_Y) f(k_n) \\ f(k_Y) = k_{Y0} + k_{Y1} \left(\frac{P_e}{P_{e\max}} \right) + k_{Y2} \left(\frac{P_e}{P_{e\max}} \right)^2 + k_{Y3} \left(\frac{P_e}{P_{e\max}} \right)^3 \\ f(k_n) = k_{n0} + k_{n1} \left(\frac{n_e}{n_N} \right) + k_{n2} \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^2 + k_{n3} \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^3 \\ \eta_{bm} = a_0 + a_1 i_{bm} + a_2 i_{bm}^2 \end{cases} \quad (2)$$

Trong đó, g_{eN} là suất tiêu hao nhiên liệu động cơ ứng với công suất định mức; $f(k_Y)$ là hàm xấp xỉ thực nghiệm mô phỏng sự phụ thuộc của g_e theo mức độ sử dụng phụ tải của động cơ đốt trong; $f(k_n)$ là hàm xấp xỉ thực nghiệm mô phỏng sự phụ thuộc của g_e theo mức độ sử dụng tốc độ của động cơ; $k_{Y0}, k_{Y1}, k_{Y2}, k_{Y3}$ là các hằng số thực nghiệm của hàm $f(k_Y)$; $k_{n0}, k_{n1}, k_{n2}, k_{n3}$ là các hằng số thực nghiệm của hàm $f(k_n)$; P_e, n_e là công suất và tốc độ đang vận hành của động cơ; n_N là tốc độ ứng với công suất định mức cực đại của động cơ đốt trong $P_{e\max}$; a_0, a_1, a_2 là các hằng số đặc trưng của đường cong hiệu suất của bộ biến đổi mô-men thủy lực; i_{bm} là tỷ số truyền động của bộ biến đổi mô-men thủy lực.

2.2. Đối tượng nghiên cứu và nghiên cứu thực nghiệm

Để phục vụ cho việc nghiên cứu, bài báo chọn đối tượng nghiên cứu thực nghiệm là xe con 5 chỗ ngồi, với nhãn hiệu Hyundai i20 (Hình 3), sử dụng hộp số tự động 4 cấp kiểu biến mô thủy lực - AT [9-11].



Hình 3. Ô tô Hyundai i20 áp dụng nghiên cứu

Một số thông số kỹ thuật của xe Hyundai i20 cùng với các tính năng kỹ thuật đặc trưng của hộp số tự động (kí hiệu A4CF1) tương ứng của xe được cho trên các Bảng 1 và Bảng 2.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật chính xe Hyundai i20

Stt	Tên thông số	Kí hiệu [đ/vị]	Giá trị
01	Công suất cực đại	$P_{e\max}$ [kW]	74
02	Tốc độ ở $P_{e\max}$	n_N [rpm]	6000
03	Mô-men xoắn	$M_{e\max}$ [N.m]	134
04	Tốc độ ở $M_{e\max}$	n_M [rpm]	3500
05	Trọng lượng xe	G_a [N]	11.605

Bảng 2. Thông số kỹ thuật của hộp số tự động A4CF1 - xe Hyundai i20

Stt	Tên thông số	Giá trị
01	Tỷ số truyền	1 st / 2 nd / 3 rd / 4 th / R (2.919 / 1.551 / 1.000 / 0.713 / -2.480)
02	Kiểu chuyển số	6 vị trí (P, R, N, D, 2, L)
03	Mô-men max	155[N.m]
04	Tốc độ giới hạn	2400[rpm]

Để có đủ các dữ liệu phục vụ cho việc tính toán mô phỏng tiêu hao nhiên liệu ô tô sử dụng hộp số tự động AT, trên cơ sở đó có thể phân tích và chỉ ra giải pháp phù hợp với thực tiễn và có tính khả thi, việc thực nghiệm đo các đặc trưng kỹ thuật cũng như tiêu hao nhiên liệu của xe đã được triển khai thực hiện trên đường.

Thông qua phương pháp thí nghiệm trên thực tế hiện trường, một số đặc trưng kỹ thuật của xe Hyundai i20 đối với lực cản lăn và lực cản không khí đã được xác lập. Qua đó, suất tiêu hao nhiên liệu động cơ ứng với công suất định mức g_{eN} [g/kWh] cũng được xác định theo phương pháp tính ngược; Khi mà lượng tiêu hao nhiên liệu Q_{nl} [l/100km] của ô tô Hyundai i20 cũng đã được đo đạt bằng thí nghiệm thực tế trên đường thông qua thiết bị chẩn đoán dữ liệu hiện đại OBD II Wifi [9-11].

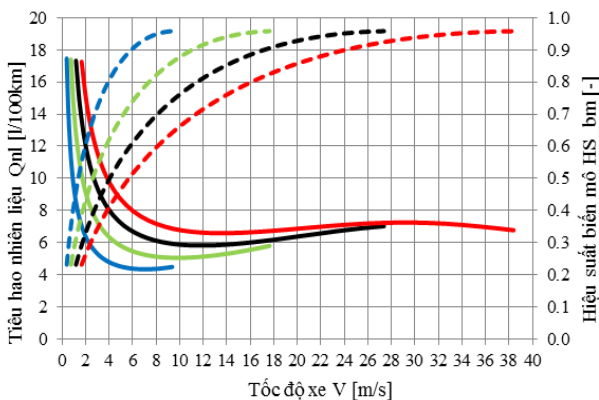
Kết quả dữ liệu đã được xử lý phân tích và trình bày trên Bảng 3 [9], [11].

Bảng 3. Một số dữ liệu nhận được từ thực nghiệm

Stt	Tên thông số	Kí hiệu [đ/vị]	Giá trị
01	Hệ số cản lăn a	a [-]	0,01143
02	Hệ số cản lăn b	b [1/(m/s)]	0,00038
03	Hệ số cản không khí	k [Ns ² /m ⁴]	0,1494
04	Tỷ trọng fuel	ρ_{nl} [kg/lít]	0,84
05	Suất tiêu hao fuel	g_{eN} [kg/kW.h]	0,225

2.3. Tính toán mô phỏng tiêu hao nhiên liệu ứng với hộp số tự động nguyên thủy

Trên cơ sở mô hình tính toán ở phương trình (1) và (2), cùng với dữ liệu đầu vào từ các Bảng 1, 2 và 3, việc tính toán mô phỏng tiêu hao nhiên liệu ô tô ứng với các chế độ vận hành với 4 cấp số truyền khác nhau của hộp số tự động AT xe Hyundai i20 được trình bày trên Hình 4.

**Hình 4.** Diễn biến tiêu hao nhiên liệu Q_{nl} ứng với 04 cấp số truyền xe Hyundai i20

Kết quả cho thấy, với một cấp số truyền nhất định sẽ cho một tốc độ vận hành tối ưu V_i đối với tiêu hao nhiên liệu ô tô (tốc độ V_i mà tại đó hao nhiên liệu nhỏ nhất). Khi vận hành xe với tốc độ thấp hơn tốc độ V_i , tiêu hao nhiên liệu sẽ tăng nhanh do ảnh hưởng của hiệu suất bộ biến mô thủy lực. Tốc độ xe càng thấp, tuốc-bin trượt càng lớn so với bánh bơm, hiệu suất bộ biến mô giảm nhanh dẫn đến tiêu hao nhiên liệu tăng mạnh.

Với các cấp số truyền càng thấp, đường đặc tính tiêu hao nhiên liệu càng dịch chuyển về phía tốc độ thấp, do ảnh hưởng rõ rệt của tốc độ bậc hai đến tiêu hao nhiên liệu ô tô mà phương trình (1) đã chỉ ra.

Kết quả chỉ ra trên Hình 4 cũng cho thấy, hộp số có số cấp càng nhiều, tiêu hao nhiên liệu ô tô sẽ càng giảm.

Từ đó có thể đi đến kết luận rằng, giải pháp chung về phương diện công nghệ cho việc cải tiến hệ thống truyền lực cho hộp số tự động để giảm tiêu hao nhiên liệu cho ô tô là tăng số cấp số truyền đối với hộp số hành tinh của hộp số tự động ô tô.

2.4. Lựa chọn giải pháp công nghệ để giảm tiêu hao nhiên liệu cho ô tô sử dụng hộp số tự động

Để tăng số cấp cho hộp số hành tinh, có nhiều cách như: Thiết kế hộp số tự động nhiều cấp, thiết kế thêm hộp số phụ cho hộp số chính, thiết kế truyền lực chính hai cấp...

Công nghệ thiết kế hộp số tự động nhiều cấp đã và đang được các hãng ô tô nghiên cứu áp dụng nhằm nâng cao vị thế và uy tín đối mới công nghệ của hãng [1-4], [11]. Tuy nhiên, giải pháp này có kết cấu hộp số khá công kềnh và hệ thống điều khiển rất phức tạp. Ngoài ra, chi phí chế tạo hộp số cao dẫn đến giá thành sản phẩm chung cho xe xuất xưởng tăng lên, khó cạnh tranh trên thị trường; Vì vậy, giải pháp này thường chỉ phù hợp với dòng xe cao cấp hiện đại.

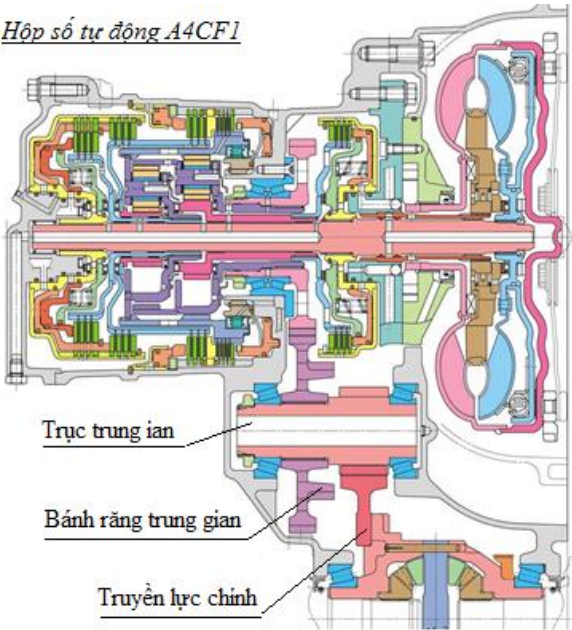
Giải pháp công nghệ được lựa chọn là thiết kế thêm hộp số phụ hành tinh, nhằm tăng số cấp lên gấp đôi số cấp mà hộp số chính đã thiết kế; Giải pháp này đem lại hiệu quả kinh tế vì chi phí thấp nhờ không thiết kế mới hoàn toàn, mà chỉ có tính chất cải tiến trên nền tảng đã có [11].

Giải pháp công nghệ thiết kế truyền lực chính hai cấp cũng cho phép tăng số cấp lên gấp đôi tương tự giải pháp thiết kế hộp số phụ, nhưng việc cải tiến truyền lực chính đơn vốn có để trở thành truyền lực chính hai cấp là hết sức phức tạp.

Xét về phương diện kinh tế và đơn giản cho kết cấu mang tính cải tiến công nghệ trên nền tảng một công nghệ đã có, giải pháp công nghệ thiết kế thêm hộp số phụ hành tinh có tính khả thi cao và đó cũng là lựa chọn cho giải pháp công nghệ của bài báo này.

Hầu hết các hộp số tự động AT với ba hoặc bốn cấp của xe con thường có kết cấu được tích hợp và bố trí ngay trên cầu chủ động ở phía trước của xe. Truyền động từ hộp số tự động đến bộ truyền lực chính thường truyền qua một trục trung gian (xem Hình 5), bánh răng bị động (của cặp bánh răng trung gian) được bố trí với không gian khá thông thoáng, có thể cải tiến thành cơ cấu hành tinh hai cấp như minh họa trên Hình 6.

Hộp số tự động A4CF1



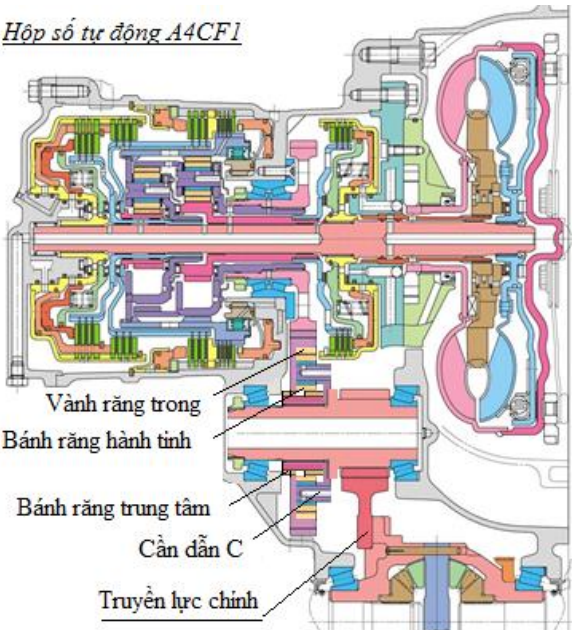
Trục trung gian

Bánh răng trung gian

Truyền lực chính

Hình 5. Kết cấu trục trung gian hộp số A4CF1

Hộp số tự động A4CF1



Vành răng trong

Bánh răng hành tinh

Bánh răng trung tâm

Cần dẫn C

Truyền lực chính

Hình 6. Minh họa cơ cấu giảm tốc hành tinh

Khi bánh răng trung tâm dịch chuyển vào bên trong (về phía phải), cả cụm hành tinh bị khóa thành một khối cứng (xem Hình 7): Cơ cấu hành tinh xác lập tỷ số truyền bằng (i_D = 1); Tức là cơ cấu giảm tốc hành tinh chỉ có vai trò như là bánh răng trung gian (xem Hình 5).

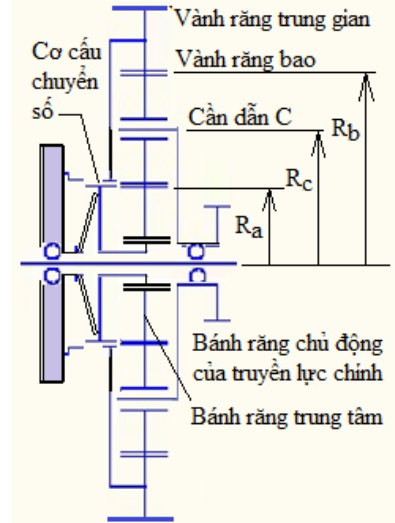
Khi bánh răng trung tâm được kéo ra ngoài (về phía trái) và cố định lên vỏ, cơ cấu hành tinh làm việc theo nguyên lý giảm tốc; Truyền động từ vành bánh răng trung gian vào vành răng trong của cơ cấu hành tinh, qua các bánh răng hành tinh, rồi theo giá cần dẫn C để truyền lên trục trung gian (xem Hình 6).

Tỷ số truyền giảm tốc của cơ cấu hành tinh lúc này được xác định bởi công thức (3) [11]:

$$i_{gt} = 1 + \frac{Z_a}{Z_b} \tag{3}$$

Trong đó, Z_a là số răng bánh răng trung tâm, Z_b là số răng của vành răng bao. Giá trị của các số răng Z_a, Z_b của cơ cấu hành tinh trong trường hợp này sẽ được xác định hợp lý sao cho tạo thêm nhóm số truyền thấp so với nhóm số truyền nguyên thủy (gọi là nhóm số truyền cao) mà không có sự trùng lặp hoặc cận kề nhau.

Cơ sở cho vấn đề này là phương pháp phân chia hộp số nhiều cấp thành hộp số chính và hộp số phụ mà tích số cấp của chúng sẽ bằng số cấp của hộp số nhiều cấp.



Hình 7. Sơ đồ tính cơ cấu giảm tốc hành tinh

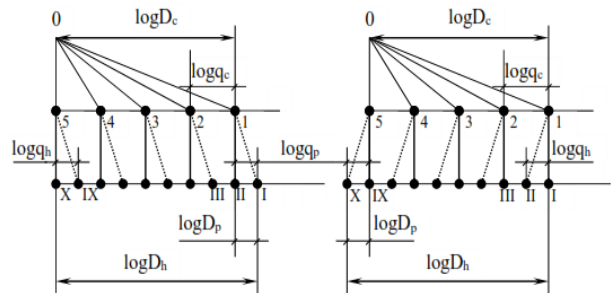
2.5. Giải pháp công nghệ thiết kế thêm hộp số phụ giảm tốc hành tinh

Khi hộp số có quá nhiều cấp, vượt ra ngoài khả năng điều khiển của một cần số điều khiển bằng tay (MT) hoặc nhiều hơn số cấp của hộp số tự động (AT) với cấu trúc hộp số hành tinh cơ bản thì được gọi là hộp số nhiều cấp.

Việc thiết kế nhiều cấp số truyền, tích hợp chung trong một cấu trúc hộp số không những làm cho kết cấu hộp số trở nên cồng kềnh mà hệ thống điều khiển chuyển số truyền cũng trở nên phức tạp và khó khăn.

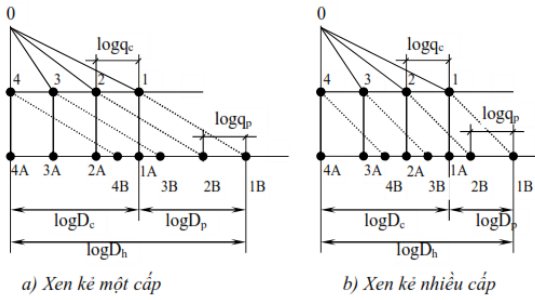
Một trong những giải pháp có thể đơn giản hóa vấn đề này là phương pháp tách và phân chia tỷ số truyền theo hộp số chính và hộp số phụ [11].

Cơ sở của phương pháp dựa trên trục số Logarit được thể hiện trên các Hình 8 và Hình 9. Theo đó, cách chia giãn cách đều (Hình 8) chỉ thực hiện được đối với ô tô vận tải hoặc xe buýt; Trong khi xe du lịch phù hợp với phương thức chông lẩn như Hình 9.



a) Không có số truyền tăng b) Có số truyền tăng ở hộp số phụ

Hình 8. Phân chia tỷ số truyền giãn cách đều



Hình 9. Phân chia tỷ số truyền giảm cách chông lán

Theo đó, tỷ số truyền giảm tốc của hộp số phụ hành tinh theo biểu thức (3) sẽ được xác lập theo hai giá trị tỷ số truyền thấp nhất của hộp số chính [11] (thuộc nhóm số truyền cao khi hộp số phụ hành tinh truyền thẳng $i_D = 1$) có kí hiệu i_{1H} và i_{2H} như sau:

$$i_{gt} = \left(\frac{i_{1H}}{i_{2H}} \right)^{1/2} \tag{4}$$

Với dữ liệu tham chiếu theo Bảng 2, tỷ số truyền giảm tốc của cầu hành tinh được xác định bằng:

$$i_{gt} = \left(\frac{2,919}{1,551} \right)^{1/2} = 1,3719 \tag{5}$$

Từ kết quả này, dễ dàng suy ra kết quả giá trị các tỷ số truyền của hộp số tự động nhiều cấp (8 cấp) với hai nhóm, gồm nhóm số truyền cao (đã được cho trên Bảng 2 khi số phụ hành tinh truyền thẳng $i_D = 1$), và nhóm số truyền thấp (khi số phụ hành tinh giải số truyền giảm tốc $i_{gt} = 1,3719$) được tích hợp và trình bày trên Bảng 4.

Bảng 4. Tỷ số truyền hai nhóm cao - nhóm thấp

i_k	Số 1	Số 2	Số 3	Số 4
i_{kH}	2,919	1,551	1,000	0,713
i_{kL}	4,004	2,128	1,372	0,978

3. Kết quả và bàn luận

3.1. Xác định các thông số bộ giảm tốc hành tinh

Trên cơ sở biểu thức (3) và kết quả (5), kết hợp với phương trình về điều kiện ăn khớp của cấu trúc hành tinh (xem Hình 7 với R_b và R_a lần lượt là bán kính vòng chia bánh răng bao và bánh răng trung tâm; Còn R_c và bán kính xác định đi qua các trục bánh răng hành tinh), số răng Z_a và Z_b của bộ giảm tốc hành tinh sẽ được xác lập thông qua hệ phương trình (6):

$$\begin{cases} \frac{Z_a}{Z_b} + 1 = 1,3719 \\ Z_b - Z_a = 2.Z_h \end{cases} \tag{6}$$

Trong đó, Z_h là số răng của các bánh răng hành tinh.

Giải hệ phương trình (6) theo đó, tùy chọn số răng của các bánh răng hành tinh Z_h sao cho thỏa mãn điều kiện nguyên dương và không bị hiện tượng cắt chân răng khi gia công. Kết quả một bộ số liệu minh họa đã được xác định từ hệ phương trình (6) và cho trên Bảng 5.

Khi đó kích thước bán kính vòng chia của các bánh răng của bộ giảm tốc hành tinh sẽ được xác định theo các công thức quen thuộc của chi tiết máy như sau:

$$\begin{cases} R_a = \frac{Z_a.m_a}{2.\cos\beta} \\ R_b = \frac{Z_b.m_a}{2.\cos\beta} \\ R_h = \frac{Z_h.m_a}{2.\cos\beta} \end{cases} \tag{7}$$

Trong đó, m_n là mô-đun pháp tuyến của răng, còn β là góc nghiêng của răng; Có thể được chọn theo số tay thiết kế bánh răng để bảo đảm điều kiện bền răng.

Bảng 5. Các thông số của bộ truyền hành tinh giảm tốc

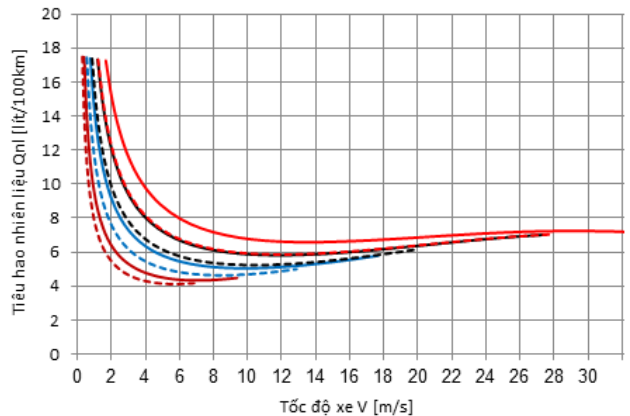
Stt	Tên thông số	Kí hiệu	Giá trị
01	Bánh răng hành tinh	Z_h	38
02	Bánh răng trung tâm	Z_a	45
03	Vành răng bao	Z_b	121
04	Tỷ số truyền hành tinh	$\frac{Z_a}{Z_b} + 1$	1,3719

3.2. Kết quả giảm tiêu hao nhiên liệu của giải pháp thiết kế thêm hộp số phụ giảm tốc hành tinh

Trên cơ sở kết quả đạt được, việc tính toán mô phỏng diễn biến tiêu hao nhiên liệu ô tô ứng với các chế độ vận hành cho 8 cấp số truyền của hộp số tự động AT xe Hyundai i20 và kết quả được trình bày trên Hình 10.

Từ kết quả trên Hình 10 cho thấy, diễn biến các đường đặc tính tiêu hao nhiên liệu ứng với nhóm số truyền thấp được thiết kế thêm là các đường cong xen kẽ và dịch chuyển theo hướng thấp hơn so với nhóm số truyền cao của hộp số tự động xe i20 nguyên thủy. Điều đó cho thấy, tính hiệu quả về tiêu hao nhiên liệu của giải pháp công nghệ đã lựa chọn.

So sánh cụ thể về mức độ giảm tiêu hao nhiên liệu của giải pháp công nghệ thiết kế hộp số phụ giảm tốc hành tinh để tạo thêm nhóm số truyền thấp cho hộp số tự động AT của xe Hyundai i20, có thể tiết kiệm đến 10,34% khi vận hành độc lập nhóm số truyền thấp so với việc vận hành nhóm số truyền cao đã có sẵn của xe Hyundai i20.



Hình 10. Diễn biến tiêu hao nhiên liệu mô phỏng ứng với 08 cấp số truyền hộp số tự động xe Hyundai i20

4. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu với giải pháp công nghệ thiết kế thêm hộp số phụ giảm tốc hành tinh để tạo thêm nhóm số truyền thấp cho hộp số tự động nhằm mục đích tiết kiệm

nhiên liệu cho ô tô sử dụng hộp số tự động AT, có thể rút ra một số kết luận:

1. Việc thiết kế thêm bộ hành tinh làm việc như là hộp số phụ hai cấp có tính khả thi cao và có thể cải tiến từ bánh răng bị động trên trục trung gian nằm giữa hộp số và truyền lực chính, nên trọng lượng tăng lên không đáng kể mà cũng không làm công kênh thêm trục trung gian (*xem minh họa Hình 6 so với Hình 5*).

2. Tuy có thiết kế thêm hộp số phụ nhưng hiệu suất chung của hệ thống truyền lực gần như không tăng, vì khi khóa cơ cấu hành tinh thì nó trở thành một khối bánh răng bị động trung gian như cũ (*xem minh họa Hình 6 so với Hình 5*); Ngược lại, khi gài số phụ giảm tốc hành tinh thì hiệu suất giảm không đáng kể nhờ hộp số phụ giảm tốc có cấu trúc của cơ cấu hành tinh.

3. Khi áp dụng giải pháp công nghệ thiết kế thêm bộ hành tinh làm việc như là hộp số phụ hai cấp cho hộp số tự động AT của xe Hyundai i20, có thể tiết kiệm đến 10,34% lượng tiêu hao nhiên liệu khi vận hành ô tô với nhóm số truyền thấp của hộp số (*bằng cách gài số phụ bộ giảm tốc hành tinh*) so với nhóm số truyền cao của hộp số (*khi khóa cơ cấu hành tinh của hộp số phụ thành một khối để truyền thẳng với tỷ số truyền bằng một*).

4. Với giải pháp công nghệ thiết kế thêm hộp số phụ giảm tốc hành tinh, việc tăng tốc xe từ lúc khởi hành đến khi ô tô đạt vận tốc cực đại vẫn được duy trì như cũ trong trường hợp không sử dụng nhóm số truyền thấp của hộp số phụ hành tinh đã được thiết kế thêm; Tức là thời gian tăng tốc của xe không thay đổi khi chọn chế độ vận hành với số truyền thẳng của hộp số phụ giảm tốc hành tinh (*được thực*

hiện bằng cách khóa cơ cấu hành tinh của hộp số phụ giảm tốc hành tinh).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Happian-Smith J, *An Introduction to Modern Vehicle Design (1 Ed)*, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2002.
- [2] Yi Zhang and Chris Mi, *Automotive Power Transmission System (Edition First)*, John Wiley & Sons Inc., USA, 2018.
- [3] Heisler Heinz, *Advanced Vehicle Technology (2 ed)*, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2002.
- [4] Xiangyang Xu, Peng Dong, Yanfang Liu, Hui Zhang, *Progress in Automotive Transmission Technology*, Springer, 2018.
- [5] C. Manzie et al., “Fuel economy improvements for urban driving - Hybrid vs. intelligent vehicles”, *Transportation Research Part 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 Research*, 2007, Vol.31, No.1, pp. 6-20.
- [7] Michael Ben-Chaim, Efraim Shmerling and Alon Kuperman, “Analytic Modeling of Vehicle Fuel Consumption”, *Energies – 2013*, No.6, pp. 117-127.
- [8] Nguyễn Hữu Cần, Phạm Minh Thái, Lê Thị Vàng, Dư Quốc Thịnh, Nguyễn Văn Tài, *Lý thuyết ô tô máy kéo*, Nhà xuất bản: Khoa học Kỹ thuật - Hà Nội, 2002.
- [9] 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.
- [10] Lê Văn Tuy, Phan Minh Đức, “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”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ - Đại học Đà Nẵng*, 2018, Số 1(122), pp. 106-110.
- [11] Lê Văn Tuy và cộng sự, *Nghiên cứu giải pháp giảm tiêu hao nhiên liệu cho ô tô sử dụng hộp số tự động khi vận hành trong thành phố*, Đề tài KH&CN cấp Bộ - Mã số: B2016-DNA-27-TT, 2018.