

VĂN HƯƠNG CỦA QUY LUẬT ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG TRUYỀN LỰC VÔ CẤP (CVT) KIỂU DÂY ĐAI TỚI MỨC TIÊU THỤ NHIÊN LIỆU TRÊN Ô TÔ CON

EFFECT OF RULE OF CONTROLS TO FUEL CONSUMPTION OF CARS USING CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION (CVT) BELT TYPE

Nguyễn Trọng Hoàn
Trưởng Đại học Bách Khoa Hà Nội

TÓM TẮT

Hệ thống truyền lực vô cấp (CVT) kiểu dây đai đang được sử dụng ngày càng rộng rãi trên các loại ô tô con. Do tỷ số truyền của CVT biến thiên liên tục trong một khoảng rộng, nên việc nghiên cứu khả năng điều khiển nó kết hợp với động cơ đốt trong nhằm giảm tối đa mức tiêu thụ nhiên liệu và ô nhiễm môi trường vẫn đang là một hướng nghiên cứu mở, thu hút sự quan tâm ngày càng tăng của các nhà khoa học và của các hãng sản xuất ô tô trên thế giới. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của một số quy luật điều khiển CVT tới mức tiêu thụ nhiên liệu trên ô tô con.

Từ khóa: *Hệ thống truyền lực vô cấp (CVT); Mức tiêu thụ nhiên liệu.*

ABSTRACT

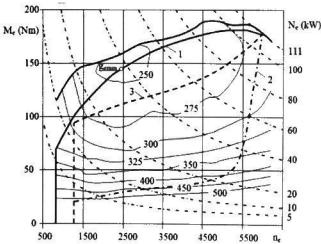
The continuously variable transmission (CVT) using belt is being used increasingly widely on cars. Because of wide variations continuously observed in the gear ratio of CVT, it is really attractive for scientists, experts and the automobile industry in the world to study the ability to control CVT in combination with internal combustion engine to minimize fuel consumption and environmental pollution. This paper presents the findings from the study on the effects of control rules applicable to CVT on fuel consumption of cars.

Keywords: *Continuous variable transmission (CVT), fuel consumption.*

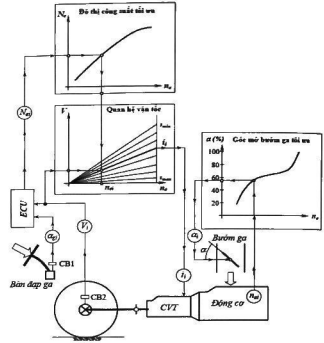
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự xuất hiện của dây đai bằng thép kiểu Van Doorne đã giúp cho CVT được sử dụng ngày càng rộng rãi trên ô tô con từ cuối thế kỷ thứ XX. Ngày nay, CVT kiểu dây đai thép đã trở nên khá phổ biến nhờ những tính năng ưu việt của nó so với các dạng hệ thống truyền lực khác, điều khiển thuận tiện hơn so với hộp số cơ khí và tiết kiệm nhiên liệu hơn so với hộp số tự động truyền thống (có biến mô thủy lực).

Tính kinh tế nhiên liệu ở ô tô trang bị CVT đạt được chủ yếu nhờ vào việc điều khiển kết hợp nó với động cơ đốt trong. Do có tỷ số truyền biến thiên liên tục trong dải rộng nên hệ thống điều khiển (HTĐK) có thể lựa chọn tỷ số truyền sao cho động cơ hoạt động ở chế độ có suất tiêu hao nhiên liệu nhỏ nhất. Điều này, có thể được giải thích trên các đường đặc tính của động cơ đốt trong trên hình 1. Giả sử ô tô đang chuyển động với mức công suất yêu cầu là 40kW, mọi điểm trên đường hyperbol tương ứng với mức công suất này đều có thể được sử dụng. Vì vậy, HTĐK có thể lựa chọn tỷ số truyền của CVT sao cho động cơ hoạt động ở vận tốc (n_f) tương ứng với suất tiêu hao nhiên liệu nhỏ nhất (nằm trong đường đẳng mức tiêu hao nhiên liệu 250 g/kWh).



Hình 1. Đặc tính của động cơ với hệ thống truyền lực vô cấp CVT



Hình 2. Quy luật điều khiển CVT:

- a) Góc mở bướm ga; N_e) Công suất động cơ; n_e) Vận tốc động cơ; V) Vận tốc chuyển động ô tô; $CB1$) Cảm biến vị trí bàn đạp ga; $CB2$) Cảm biến vận tốc bánh xe.

Nếu đặt yêu cầu là mức tiêu thụ nhiên liệu tối thiểu, ta sẽ có các điểm làm việc nằm trên đường 1 (hình 1). Đối với các loại xe thể thao yêu cầu lực kéo lớn, khả năng tăng tốc nhanh, vận tốc cao, người ta chọn quy luật điều khiển theo đường 2. Tuy nhiên, khi đó ô tô sẽ có mức tiêu thụ nhiên liệu rất cao. Vì vậy, các nhà thiết kế thường sử dụng một phương án dung hòa với các điểm làm việc nằm trên đường 3 [2].

2. ĐIỀU KHIỂN CVT NHẪM ĐẠT MỨC TIÊU THỤ NHIÊN LIỆU TỐI THIỂU

Sơ đồ nguyên lý điều khiển phối hợp CVT với động cơ đốt trong nhằm đạt được mức tiêu thụ nhiên liệu tối thiểu được mô tả trên hình 2. Để duy trì một vận tốc chuyển động mong muốn V_f trên đường, người lái tác động lên bàn đạp ga, tạo nên tín hiệu $\alpha_{đ}$. ECU xử lý hai tín hiệu này và xác định mức công suất yêu cầu N_{e_f} .

của động cơ nei tương ứng với suất tiêu hao nhiên liệu thấp nhất. Kết hợp n_{ei} với V_i trên đồ thị quan hệ vận tốc HTĐK xác định được tỷ số truyền cần có trên CVT là i_i và thực hiện việc điều khiển CVT nhằm đạt được tỷ số truyền này. Đồng thời, với vận tốc n_{ei} đã được xác định trên đây, HTĐK thông qua đồ thị góc mở bướm ga tối ưu xác định góc mở bướm ga α_i theo yêu cầu và đặt bướm ga vào đúng vị trí này.

3. TÍNH TOÁN MỨC TIÊU THỤ NHIÊN LIỆU THEO CÁC QUY LUẬT ĐIỀU KHIỂN KHÁC NHAU

Mức tiêu thụ nhiên liệu là thông số quan trọng phản ánh hiệu quả hoạt động của ô tô, thường được đánh giá thông qua lượng nhiên liệu tiêu thụ cho 100 km đường xe chạy G_c (l/100 km).

3.1. Các công thức tính toán

Lượng nhiên liệu tiêu thụ cho 100 km đường xe chạy được tính dựa trên đồ thị đặc tính của động cơ với các đường đẳng suất tiêu hao nhiên liệu g_e (hình 1.5). Để tính toán lượng tiêu thụ nhiên liệu ta sử dụng các mối quan hệ sau:

Vận tốc của động cơ n_e (v/ph) được tính theo vận tốc chuyển động của ô tô V (m/s):

$$n_e = \frac{30 \bar{V} i_T}{\pi r_k} \quad (1)$$

Trong đó: i_T - Tỷ số truyền của HTTL;
 r_k - Bán kính bánh xe chủ động (m).

Mức tải của động cơ là M_e (Nm) được xác định từ lực kéo P_k (N) tại bánh xe chủ động:

$$M_e = \frac{P_k r_k}{i_T \eta_T} \quad (2)$$

Mức công suất của động cơ N_e (kW) được tính như sau:

$$N_e = P_k V \frac{1}{i_T} 10^{-3} \quad (3)$$

Lượng nhiên liệu tiêu thụ cho 100 km đường xe chạy G_c (l) được tính theo công thức:

$$G_e = \frac{g_e N_e}{36 \rho_n V} \quad (4)$$

3.2. Các số liệu tính toán

Các số liệu tính toán được lấy theo xe tham khảo là Toyota Camry với các thông số của sau: Khối lượng $m_a = 1515$ kg; Hệ số cản không khí $C_x = 0,32$; Diện tích cản chính diện $A = 1,94$ m²; Mô men cực đại của động cơ $M_{e_{max}} = 189$ Nm (4750 v/ph); Công suất cực đại của động cơ $N_{e_{max}} = 111$ kW (5930 v/ph); Bán kính bánh xe $r_{bx} = 0,323$ m.

Các tính toán được thực hiện cho trường hợp ô tô chuyển động trên đường bằng phẳng, chất lượng mặt đường tốt với hệ số cản lăn $f = 0,02$.

3.3. Phương pháp tính toán và kết quả

Để có thể tính G_c theo các công thức trên cần biết tỷ số truyền của HTTL i_T . Tuy nhiên, nếu muốn điều khiển CVT theo các quy luật định trước (các đường 1, 2 và 3 trên hình 1) thì i_T lại là ẩn cần tìm. Vì vậy, để tính toán mức tiêu thụ nhiên liệu theo các quy luật định trước, có thể sử dụng phương pháp đồ thị dựa trên việc xác định công suất tiêu thụ theo vận tốc chuyển động như sau:

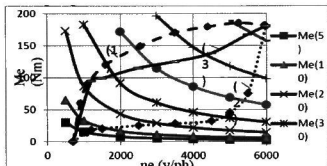
$$N_e = fGV + \frac{C_x \rho A}{2} V^3 \quad (5)$$

Trong công thức trên, N_e là công suất là (W), ρ là mật độ không khí ($\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$) và V là vận tốc (m/s). Với các số liệu và điều kiện tính toán đã được trình bày ở mục 3.2 ta tính được các giá trị N_{ei} theo các vận tốc cho trước V_i .

Sử dụng mối quan hệ:

$$M_e = \frac{30 N_{ei}}{\pi n_e} \quad (6)$$

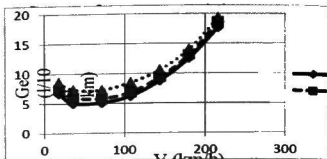
Từ các phương trình trên, ta vẽ được các đường hyperbol thể hiện mối quan hệ giữa mô men M_e với vận tốc của động cơ n_e tương ứng với từng giá trị công suất N_{ei} (hoặc V_i) như trên hình 3. Các giá trị trong ngoặc thể hiện vận tốc (m/s): Đường thấp nhất tương ứng với $V = 5\text{m/s}$ và đường cao nhất tương ứng với vận tốc 60m/s .



Hình 3. Đặc tính động cơ và công suất cần ở các vận tốc khác nhau

Sử dụng các đường cong $M_e(V_i)$ kết hợp với đồ thị đặc tính động cơ trên hình 1 ta thu được các số liệu cần thiết để tính toán G_e theo các quy luật trên. Chẳng hạn, giao điểm giữa đường $M_e(V_i)$ với đường (1) cho ta các giá trị n_e , g_e và M_e tương ứng với quy luật điều khiển theo mức tiêu thụ nhiên liệu tối thiểu. Thay các giá trị này vào công thức (6) ta tính được G_e cho từng vận tốc chuyển động của ô tô V_i .

Kết quả tính toán G_e theo vận tốc với các quy luật điều khiển CVT khác nhau như mô tả trên hình 1 cho phép xây dựng đồ thị quan hệ $G_e = f(V)$ như trên hình 4.



Hình 4. Mức tiêu thụ nhiên liệu ở quy luật điều khiển khác nhau:

- (1)- Theo mức tiêu thụ nhiên liệu tối thiểu;
- (2) Theo khả năng động lực học tối đa;
- (3) Phương án dung hòa.

4. KẾT LUẬN

Bằng phương pháp đồ thị, dựa trên đồ thị đặc tính động cơ (hình 1) đã biết, nếu chọn trước quy luật điều khiển CVT, ta có thể xây dựng được đồ thị quan hệ giữa mức tiêu thụ nhiên liệu theo vận tốc chuyển động của ô tô.

Kết quả tính toán cho 3 trường hợp trên đây cho thấy, nếu chọn quy luật điều khiển theo mức tiêu thụ nhiên liệu tối thiểu ta được đường cong thấp nhất trên hình 4, còn nếu ưu tiên cho phát huy lực kéo tối đa thì mức tiêu thụ nhiên liệu lớn hơn nhiều (đường số 2). Nếu chọn phương án dung hòa một cách hợp lý thì có thể thỏa mãn các yêu cầu về tính năng động lực học của ô tô với mức tiêu thụ nhiên liệu không quá lớn (đường số 3 nằm rất gần với đường số 1).

Ngày nhận bài: 12/01/2016

Ngày phản biện: 10/3/2016

Tài liệu tham khảo:

[1]. Gisbert Lechner, Harald Naunheimer (2010), Automotive Transmissions, Springer.
 [2]. Stan van der Meulen (2010) "High-Performance Control of Continuously Variable Transmissions".
 [3]. Nguyễn Trọng Hoan (2014); Hộp số tự động ô tô, NXB. Giáo dục Việt Nam.