

NGHIÊN CỨU ĐỘNG LỰC HỌC DẪN ĐỘNG HỆ THỐNG PHANH KHÍ NÉN CÓ TRANG BỊ ABS

STUDY ON DRIVING DYNAMICS OF THE BRAKE PNEUMATIC USING
ANTI-BRAKE SYSTEM (ABS)

KS. Lê Anh Tuấn, TS. Nguyễn Sĩ Đình
Học viện Kỹ thuật Quân sự

TÓM TẮT

Bài báo đã trình bày việc nghiên cứu động lực học dẫn động điều khiển hệ thống phanh khí nén trên ô tô có trang bị ABS bằng phương pháp mô phỏng tập trung để thiết lập mô hình toán học; tiến hành mô phỏng trên phần mềm Matlab-Simulink đưa ra những kết quả bằng đồ thị thể hiện sự biến thiên áp suất trong các bầu phanh theo thời gian.

Từ khóa: Hệ thống phanh, an toàn, dẫn động phanh khí nén, ABS.

ABSTRACT

This paper presents the study on driving dynamics of the pneumatic brake systems on cars using ABS with focused simulation method, had been described by mathematical models and had been simulated in Matlab-Simulink, results were obtained by graphs show the the variations of pressure in the brake chambers over time.

Keywords: *The Brake sistem, Safely, Brake pneu matics actuator, ABS.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, hệ thống ABS không chỉ được trang bị cho hệ thống dẫn động phanh thủy lực mà còn được trang bị cho hệ thống dẫn động phanh khí nén. Nghiên cứu hệ thống phanh ABS nhằm hiểu rõ nguyên lý điều khiển và hiệu quả phanh đạt được, những nghiên cứu về động lực học hệ thống dẫn động phanh khí nén có trang bị ABS là chưa nhiều. Chính vì vậy, bài báo sẽ tập trung nghiên cứu đặc tính của hệ thống dẫn động phanh khí nén có trang bị

ABS, nghiên cứu lưu lượng, áp suất của dòng khí qua mỗi phần tử của hệ thống phanh khí nén, trên cơ sở xây dựng các hệ phương trình vi phân mô tả khí động học. Phương pháp mô phỏng tập trung được đưa ra để giải quyết vấn đề này và được mô hình hóa trong Matlab-Simulink.

Kết quả của quá trình mô phỏng là đồ thị biến thiên áp suất trong các bầu phanh theo thời gian khi phanh đột ngột ở các chế độ vận tốc khác nhau.

2. PHƯƠNG PHÁP MÔ PHÒNG TẬP TRUNG

Bản chất của phương pháp này là tính toán động lực học của môi chất công tác qua các phần tử của dẫn động hệ thống phanh thủy khí (máy nén khí, các bình chứa khí, đường ống dẫn khí, các van, các xy lanh...) thực hiện theo các nguyên tắc sau:

- Thể tích khí chứa trong phần tử được coi là tập trung tại một dung tích. Dung tích này có thể là không đổi hoặc biến đổi trong quá trình hệ thống làm việc (quá trình tính toán).

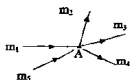
- Sức cản dòng chuyển động của các phần tử khí được ký hiệu tập trung bằng một tiết lưu có tiết diện không đổi hoặc có thể thay đổi. Đặc trưng sức cản khí động qua mỗi phần tử là hệ số cản khí động ξ .

Qua mỗi phần tử có cản khí động phức tạp, hệ số cản khí động được tính theo nguyên xếp chồng các tổn thất.

$$\xi_{\Sigma} = \sum_i \xi_i \left(\frac{f_o}{f_i} \right)^2 \quad (1)$$

Trong đó, lấy tiết diện tính toán là tiết diện ống dẫn f_o . Hệ số cản ξ_i của phần tử i trong sơ đồ được tra theo các bảng tra cứu khí động.

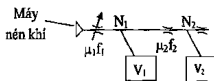
- Mỗi ghép giữa các phần tử gọi là nút, tổng lưu lượng khí đi vào và ra tại thời điểm xét bằng 0:



$$\sum_{i=1}^n (m_{\text{vào}A})_i - \sum_{j=1}^n (m_{\text{ra}A})_j = 0 \quad (2)$$

$$\dot{m}_1 - \dot{m}_2 - \dot{m}_3 - \dot{m}_4 - \dot{m}_5 + = 0 \quad (3)$$

Việc biểu diễn phân chia các điểm nút (N_1 và N_2) để khảo sát tính toán cho một mạch nối tiếp gồm các phần tử: Máy nén khí, đường ống (có thể tích V_1) và bình ngưng (có thể tích V_2) được thể hiện trên hình 1:



Hình 1. Khảo sát một mạch nối tiếp

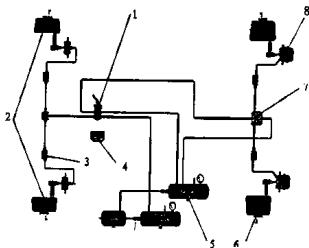
Phương pháp chung để tính toán các thông số trạng thái của hệ thống là tiến hành tính toán lần lượt từng nút theo trình tự kể từ đầu vào lần lượt tới các nút kế tiếp sau. Lấy kết quả tính áp suất cuối của nút trước làm áp suất đầu vào cho nút sau.

Phương pháp "Mô phỏng tập trung" tương đối đơn giản, dễ thực hiện. Mặc dù khối lượng tính toán lớn nhưng cho phép nghiên cứu hệ thống phức tạp có những giả thiết sát thực tế với độ chính xác cao.

3. NGHIÊN CỨU ĐỘNG LỰC HỌC DẪN ĐỘNG HỆ THỐNG PHANH KHÍ NÉN CÓ TRANG BỊ ABS

Sử dụng phương pháp mô phỏng tập trung, khảo sát động lực học dẫn động hệ thống phanh khí nén trên ô tô bus Mercedes Benz Vanue 35 chỗ. Thiết lập hệ phương trình vi phân mô tả động lực học dẫn động của hệ thống phanh thông qua phương trình cân bằng lưu lượng và áp suất của các dòng khí các nút mạch.

Sơ đồ dẫn động hệ thống phanh khí nén có ABS được sử dụng trên ô tô bus Mercedes Benz Vanue thể hiện trên hình 2.



Hình 2. Dẫn động hệ thống phanh khí nén có ABS:

- 1) Van phân phối (tổng van);
- 2) Cơ cấu phanh cầu trước;
- 3) Van ABS;
- 4) ECU;
- 5) Bình khí nén;
- 6) Cơ cấu phanh cầu sau;
- 7) Van gia tốc;
- 8) Bầu phanh

3.1. Lưu lượng và biến đổi áp suất khí nén vào bầu phanh

Bầu phanh là phần tử khí động có dung tích thay đổi. Quá trình quá độ của dòng khí vào bầu phanh gồm 3 giai đoạn:

1) Nạp khí vào thể tích ban đầu V_0 từ áp suất p_0 tới áp suất $p_1 = p_0$, áp suất p_1 tương ứng với thời điểm thể tích bắt đầu thay đổi (Màng bầu phanh bắt đầu chuyển động).

2) Màng bầu phanh di chuyển và nạp khí vào bầu phanh (tương ứng với dịch chuyển của màng bầu phanh) với áp suất p_1 tăng từ p_1 đến p_{1t} . Áp suất p_{1t} tương ứng với vị trí dừng lại của màng bầu phanh.

3) Tiếp tục nạp khí vào bầu phanh từ áp suất p_1 đến áp suất max (bằng áp suất đầu vào p_0), trường hợp ở vị trí cuối của màng bầu phanh mà $p_1 > p_0$ thì giai đoạn III sẽ không có.

Thời gian t_{III} khi nạp đầy và t_1 khi xả ít có ý nghĩa trong thực tế, khi đó thời gian tổng cộng nạp đầy (xả khí) đối với dung tích thay đổi chỉ gồm có $t_1 + t_{II}$ (ứng với quá trình nạp) hay $t_{II} + t_{III}$ (ứng với xả khí).

Sự biến đổi áp suất ở phần II (ứng với quá trình nạp) xảy ra đồng thời với dịch chuyển của màng bầu phanh. Khi diện tích màng bầu phanh không đổi, dung tích thay đổi theo công thức: $V = V_0 + F_y$

V_0 - Thể tích ban đầu, F - Diện tích màng bầu phanh, y - Dịch chuyển của màng bầu phanh.

Thay giá trị V vào công thức tính quá trình nạp hoặc xả khí đối với bầu phanh:

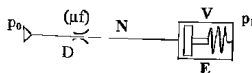
Phương trình tính cho trường hợp nạp khí ($p_0 > p_1$):

$$\left(\frac{F^2}{c} p_1 + \frac{V_0}{k} \right) \frac{dp_1}{dt} - \mu f v_{gh} p_0 A \frac{p_0 - p_1}{B p_0 - p_1} \quad (4)$$

Phương trình tính cho trường hợp xả khí ($p_1 > p_0$):

$$\left(\frac{F^2}{c} p_1 + \frac{V_0}{k} \right) \frac{dp_1}{dt} = - \mu f v_{gh} p_1 A \frac{p_1 - p_0}{B p_1 - p_0} \quad (5)$$

- Sơ đồ mô phỏng dòng khí vào bầu phanh:



Hình 3. Sơ đồ mô phỏng dòng khí vào bầu phanh

- Phương trình lưu lượng của bầu phanh (tại điểm nút Y):

$$\dot{m}_1 - \dot{m}_E = 0 \quad (6)$$

- Phương trình hàm khí động:

$$\left(\frac{V_0 + Fy}{k} + \frac{F^2}{c} p_1\right) \frac{dp_1}{dt} = \mu f v_{gh} P_0 A \frac{P_0 - P_1}{B P_0 - P_1} \quad (7)$$

Trong đó:

p_0 - Áp suất ở trước bầu phanh, N/m²;

p_1 - Áp suất của bầu phanh, N/m²;

V_0 - Thể tích ban đầu của bầu phanh, m³;

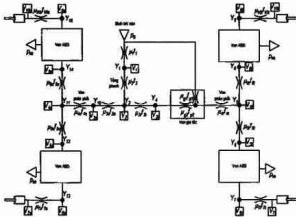
μ - Hệ số lưu lượng của bầu phanh.

Trong trường hợp thể tích ban đầu của bầu phanh $V_0 = 0$, phương trình hàm khí động như sau:

$$\left(\frac{Fy}{k} + \frac{F^2}{C} p_1\right) \frac{dp_1}{dt} = \mu f v_{gh} P_0 A \frac{P_0 - P_1}{B P_0 - P_1} \quad (8)$$

3.2. Mô phỏng hệ thống dẫn động phanh khí nén có ABS

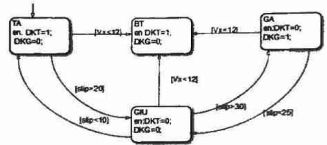
a) Mô hình mô phỏng



Hình 4. Sơ đồ mô phỏng hệ thống dẫn động điều khiển phanh trên xe Mercedes Benz Vanue

b) Xây dựng thuật toán điều khiển

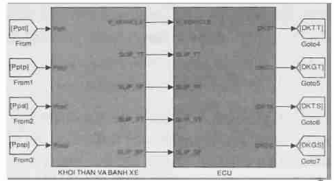
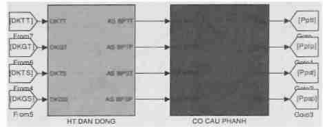
Tiến hành điều khiển theo độ trượt bánh xe đảm bảo cho độ trượt duy trì ở 10 - 30% như sau:



Hình 5. Thuật toán điều khiển

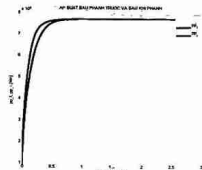
c) Xây dựng mô hình mô phỏng

Bài báo tiến hành mô phỏng trên phần mềm Matlab-Simulink và tiến hành mô phỏng khí phanh tại vận tốc 40 km/h, 50 km/h, 60 km/h:

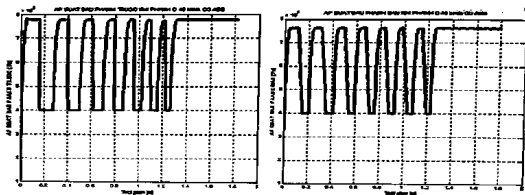


Hình 6. Mô hình mô phỏng

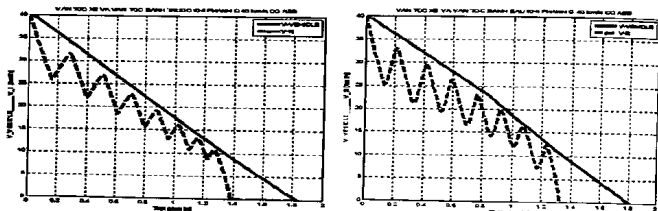
3.3. Kết quả mô phỏng



Hình 7. Sự biến đổi áp suất bầu phanh khi phanh đột ngột không có ABS tại vận tốc 40km/h



Hình 8. Sự biến thiên áp suất trong bầu phanh trước và sau khi phanh đột ngột có ABS tại vận tốc 40km/h



Hình 9. Vận tốc xe và vận tốc bánh khi phanh đột ngột có ABS tại 40 km/h

Nhận xét:

Khi phanh đột ngột ở vận tốc 40km/h có ABS, áp suất bầu phanh biến thiên theo tần số điều khiển của ECU-ABS, khi thời gian phanh $t=1,3s$, vận tốc xe giảm xuống còn khoảng 12km/h dưới giới hạn vận tốc điều khiển thì ECU ngừng điều khiển, quá trình phanh trở lại trạng thái bình thường.

giúp cho quá trình tính toán thiết kế, hoàn thiện dẫn động điều khiển hệ thống khí nén rút ngắn được thời gian, tiết kiệm kinh phí và đạt độ chính xác cần thiết. ❖

Ngày nhận bài: 08/01/2017

Ngày phản biện: 12/02/2017

4. KẾT LUẬN

Như vậy, kết quả mô phỏng hoàn toàn phù hợp với sự hoạt động của dẫn động hệ thống phanh khí nén có trang bị ABS trên ô tô. Với phương pháp này, còn cho phép khảo sát động lực học dẫn động các hệ thống khí nén khác trên ô tô, cũng như ảnh hưởng của các thông số kết cấu trong dẫn động đến chất lượng làm việc của hệ thống có trang bị ABS,

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Trọng Hoàn (2004); *Bài giảng động lực học các hệ thống thủy khí trên ô tô*, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.
- [2]. Reza N.Jazar (2002); *Vehicle Dynamics, Theory and application*.
- [3]. Н. Ф. Метлюк В. И. Автушко *Динамика пневматических и гидравлических приводов автомобилей "Машиностроение", Москва.*