

# NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG ĐÁP ỨNG CỦA DẪN ĐỘNG KHÍ NÉN TRONG HỆ THỐNG PHANH ABS

THE ABILITY TO MEET OF COMPRESSED AIR IN BRAKE ABS STUDY

Trần Trọng Đạt, Nguyễn Trọng Hoan  
Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

## TÓM TẮT

Hệ thống phanh ABS (Anti-lock braking system) đang được sử dụng rất phổ biến trên ô tô hiện nay. Nó hoạt động theo nguyên tắc tăng giảm áp suất liên tục để duy trì độ trượt của các bánh xe trong khoảng 10 ÷ 30%. Tuy nhiên, trên các ô tô tải sử dụng hệ thống phanh khí nén, tần số điều khiển thường bị giới hạn do độ chậm tác dụng của hệ thống. Bài báo trình bày một số kết quả nghiên cứu về khả năng đáp ứng của dẫn động khí nén trong hệ thống phanh ABS, nhằm đưa ra các giải pháp nâng cao hiệu quả hoạt động của nó.

**Từ khóa:** Phanh khí nén, ABS, tần số điều khiển ABS.

## ABSTRACT

Anti-lock braking system (ABS) is being used in cars commonly nowadays. The operating principle of this system is changing air pressure continuously between 10 ÷ 30% to maintain the tractive contact of the wheels. However in cars that use reused braking system, the control frequency often is limited by the latency of the system. This paper describes some research results about the ability to meet of compressed air in brake ABS study and then gives solutions to improve efficiency.

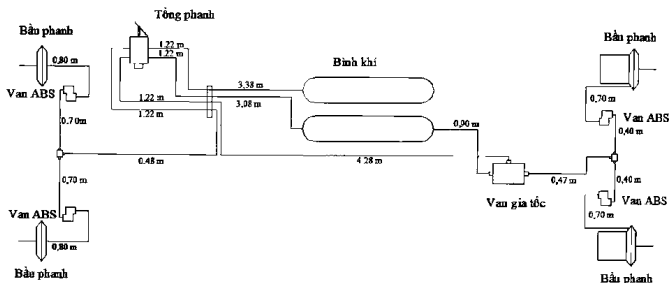
**Keywords:** Reused braking, ABS, ABS control frequency.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khó khăn lớn nhất trong việc điều khiển hệ thống phanh khí nén ABS chính là độ trễ của hệ thống. Do khí nén có độ trễ lớn, nên khả năng đáp ứng của hệ thống dẫn động khí nén thường rất thấp. Chính vì vậy, đề tài tiến hành nghiên cứu hệ thống dẫn động khí nén, với mục đích xác định tần số điều khiển lớn nhất mà hệ thống có khả năng đáp ứng được. Đồng thời, tìm các giải pháp để nâng cao tần số điều khiển của hệ thống nhằm nâng cao hiệu quả của ABS khí nén.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

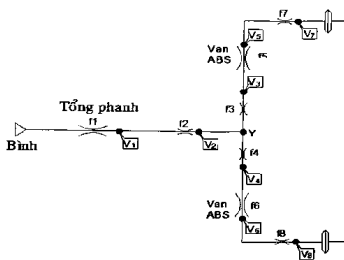
Phương pháp được sử dụng trong quá trình nghiên cứu là phương pháp mô phỏng và tính toán lý thuyết.



Hình 1. Sơ đồ và thông số hệ thống phanh chân xe tham khảo

Hệ thống phanh của xe tham khảo được mô tả trên hình 1, gồm có hai dòng độc lập.

Để xây dựng hệ phương trình vi phân mô tả hệ thống, nhóm tác giả đã sử dụng phương pháp mô phỏng với các thông số được coi là tập trung: Thể tích tập trung tại các điểm nút và tính chất cần được đặt tại các tiết lưu. Sơ đồ mô phỏng hệ thống phanh khí nén được thể hiện trên hình 2.



Hình 2. Sơ đồ tính toán nhánh dẫn động phanh cầu trước

Hệ phương trình vi phân mô tả quá trình tăng áp trong các bầu phanh của cầu trước được viết như sau:

$$\mu_1 f_1 v \dot{p}_{\max} A \frac{p_{\max} - p_1}{B p_{\max} - p_1} - \mu_2 f_2 v \dot{p}_1 A \frac{p_1 - p_2}{B p_1 - p_2} - \frac{V_1}{k} \frac{dp_1}{dt} = 0 \quad (1)$$

$$\mu_2 f_2 v \dot{p}_1 A \frac{p_1 - p_2}{B p_1 - p_2} - \mu_3 f_3 v \dot{p}_2 A \frac{p_2 - p_3}{B p_2 - p_3} - \mu_4 f_4 v \dot{p}_2 A \frac{p_2 - p_4}{B p_2 - p_4} - \frac{V_2}{k} \frac{dp_2}{dt} = 0 \quad (2)$$

$$\mu_3 f_3 v \dot{p}_2 A \frac{p_2 - p_3}{B p_2 - p_3} - \frac{V_3}{k} \frac{dp_3}{dt} - \mu_5 f_5 v \dot{p}_3 A \frac{p_3 - p_5}{B p_3 - p_5} = 0 \quad (3)$$

$$\mu_4 f_4 v \dot{p}_2 A \frac{p_2 - p_4}{B p_2 - p_4} - \frac{V_4}{k} \frac{dp_4}{dt} - \mu_6 f_6 v \dot{p}_4 A \frac{p_4 - p_6}{B p_4 - p_6} = 0 \quad (4)$$

$$\mu_5 f_5 v \dot{p}_3 A \frac{p_3 - p_5}{B p_3 - p_5} - \frac{V_5}{k} \frac{dp_5}{dt} - \mu_7 f_7 v \dot{p}_5 A \frac{p_5 - p_7}{B p_5 - p_7} = 0 \quad (5)$$

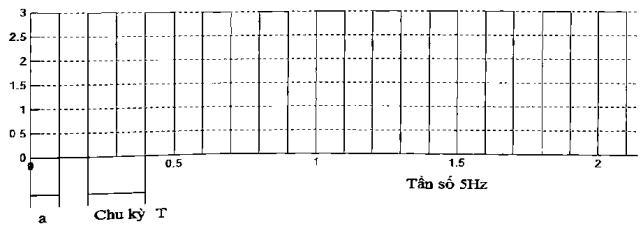
$$\mu_6 f_6 v \dot{p}_4 A \frac{p_4 - p_6}{B p_4 - p_6} - \frac{V_6}{k} \frac{dp_6}{dt} - \mu_8 f_8 v \dot{p}_6 A \frac{p_6 - p_8}{B p_6 - p_8} = 0 \quad (6)$$

$$\mu_7 f_7 v \dot{p}_5 A \frac{p_5 - p_7}{B p_5 - p_7} - \frac{V_7 + V}{k} \frac{dp_7}{dt} = 0 \quad (7)$$

$$\mu_8 f_8 v \dot{p}_6 A \frac{p_6 - p_8}{B p_6 - p_8} - \frac{V_8 + V}{k} \frac{dp_8}{dt} = 0 \quad (8)$$

Do các cầu được dẫn động độc lập, nên quá trình mô phỏng và tính toán chúng hoàn toàn giống nhau. Hệ phương trình vi phân cho quá trình xả khí được xây dựng bằng phương pháp tương tự.

Để giải các hệ phương trình vi phân trên, tác giả đã sử dụng phần mềm matlab-simulink.



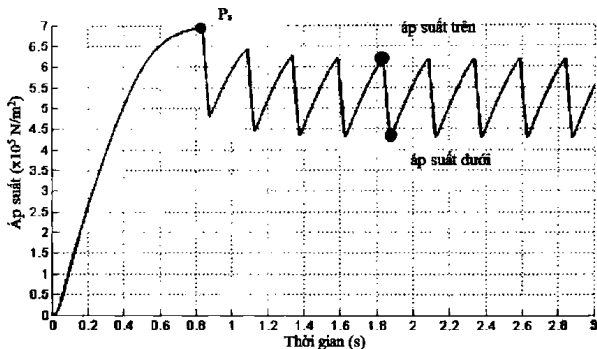
Hình 3. Đặc tính của tín hiệu điều khiển

Tín hiệu điều khiển được coi là có dạng bậc thang (hình 3), trong đó sử dụng các ký hiệu sau:  $T$  là chu kỳ,  $a$  là thời gian tăng áp. Để đặc trưng cho các tính chất của tín hiệu điều khiển, tác giả sử dụng các thông số sau:

$$\tau = \frac{a}{T} \text{ là hệ số thời gian tăng áp;}$$

$$\nu = \frac{1}{T} \text{ là tần số điều khiển.}$$

Kết quả tính toán cho quá trình nạp xả luân phiên theo tín hiệu điều khiển được thể hiện dưới dạng đồ thị biến thiên áp suất trong bầu phanh (hình 4).



Hình 4. Biến thiên áp suất trong bầu phanh

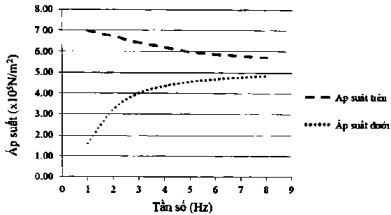
Đặc trưng của đồ thị áp suất là các giá trị áp suất: Áp suất trên (AST); Áp suất dưới (ASD); Áp suất bắt đầu điều khiển ( $P_s$ ).

Có thể nhận thấy rằng, nếu hệ thống không kịp đáp ứng thì áp suất trên sẽ giảm xuống, còn áp suất dưới tăng lên. Sự thu hẹp khoảng cách giữa hai giá trị áp suất này có thể làm giảm hiệu quả phanh và hiệu quả của ABS.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Ảnh hưởng của tần số điều khiển

Để khảo sát ảnh hưởng của tần số điều khiển tới áp suất trong bầu phanh, tác giả đã giải bài toán mô phỏng với tần số biến thiên từ 1 đến 8 Hz, trong đó hệ số thời gian tăng áp được chọn là  $\tau = 0.85$  và áp suất tại thời điểm bắt đầu điều khiển là  $7.10^5$  Pa. Kết quả tính toán được thể hiện trên hình 5.

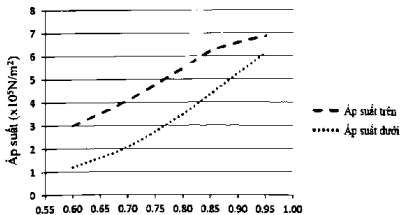


Hình 5. Biến thiên áp suất theo tần số điều khiển

Có thể dễ dàng nhận thấy rằng, khi tần số điều khiển tăng lên, áp suất trên giảm và áp suất dưới tăng. Áp suất trên thấp làm giảm lực phanh dẫn đến hiệu quả phanh giảm. Còn áp suất dưới cao sẽ làm tăng nguy cơ trượt lết các bánh xe, giảm hiệu quả của ABS.

#### 3.2. Ảnh hưởng của hệ số thời gian tăng áp

Dạng của tín hiệu điều khiển cũng có ảnh hưởng lớn đến quá trình biến thiên áp suất trong các bầu phanh. Trên hình 6, thể hiện kết quả khảo sát khi thay đổi hệ số thời gian tăng áp từ 0,6 đến 0,95 với tần số điều khiển là  $\nu = 4$  Hz.



Hình 6. Đồ thị khảo sát ảnh hưởng của áp suất theo hệ số thời gian tăng áp

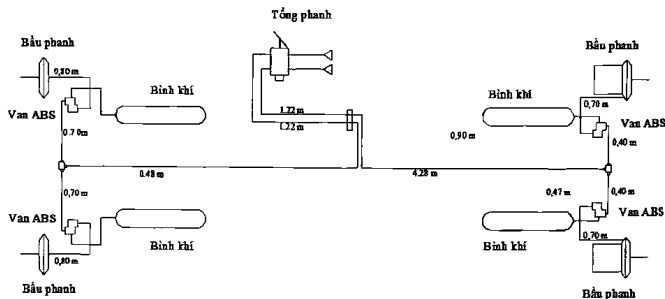
Kết quả tính toán trên cho thấy, nếu để thời gian tăng áp nhỏ ( $\tau$  nhỏ) thì áp suất trên thấp do không đủ thời gian để nạp khí, vì vậy, áp suất dưới cũng sẽ thấp. Điều này sẽ làm giảm hiệu quả phanh. Nếu thời gian tăng áp quá lớn thì sẽ dẫn đến hiện tượng áp suất dưới rất cao và ABS bị mất hiệu quả (bánh xe trượt lết).

Như vậy, việc lựa chọn một cách hợp lý hệ số thời gian tăng áp sẽ đảm bảo được hiệu quả phanh, đồng thời phát huy được tác dụng của ABS.

Các kết quả tính toán, khảo sát trên đây cho thấy, với hệ thống phanh của xe tham khảo nguyên mẫu thì ở tần số 4 Hz (hình 5), áp suất trên chỉ còn khoảng  $6.10^5 \text{ Pa}$ , còn áp suất dưới lại khá cao: Gần  $4,5.10^5 \text{ Pa}$ . Do áp suất trong bầu phanh tỷ lệ thuận với lực phanh tại bánh xe, nên khi giảm áp suất từ 0,7 MPa xuống còn 0,6 MPa (khoảng 15%) thì lực phanh giảm tương ứng. Nếu chấp nhận mức giảm lực phanh khoảng 10% thì tần số điều khiển của ABS chỉ còn khoảng hơn 3 Hz. Tần số này là quá thấp và sẽ làm mất đi tác dụng của ABS, vì vậy, cần có giải pháp để nâng cao tần số điều khiển cho hệ thống.

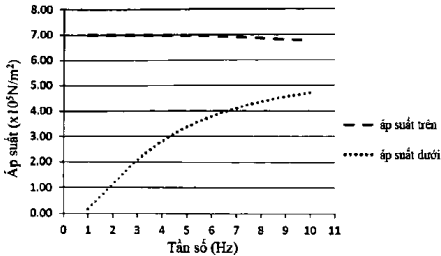
### 3.3. Đề xuất cải tiến hệ thống phanh nhằm nâng cao tần số điều khiển

Trên hình 7 là sơ đồ hệ thống phanh cải tiến do tác giả đề xuất. Giải pháp cải thiện được thực hiện ở đây là giảm tối đa chiều dài đường ống từ bình đến bầu phanh. Vì vậy, các van ABS cùng với bình khí được bố trí ngay cạnh các bầu phanh.



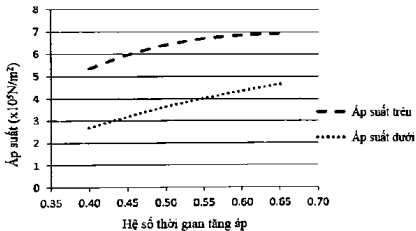
Hình 7. Sơ đồ hệ thống phanh cải thiện

Kết quả tính toán khảo sát (hình 8, 9) cho thấy đáp ứng của hệ thống mới được cải thiện đáng kể.



Hình 8. Đồ thị khảo biến thiên áp suất theo tần số trên hệ thống phanh cải tiến

Trên hình 8, thể hiện sự biến thiên áp suất trong bầu phanh theo tần số (từ 1 đến 10 Hz) với hệ số thời gian tăng áp là  $\tau = 0.6$  có thể thấy rằng, áp suất trên giảm không đáng kể ngay cả khi tần số đạt tới 10 Hz và khi đó áp suất dưới cũng chỉ đạt khoảng  $4,75 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .

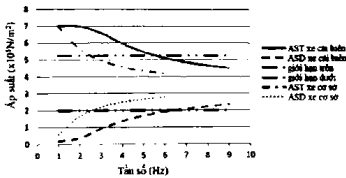


Hình 9. Đồ thị khảo biến thiên áp suất theo  $\tau$  trên hệ thống phanh cải tiến

Trên hình 9, mô tả biến thiên áp suất trong các bầu phanh theo hệ số thời gian tăng áp.

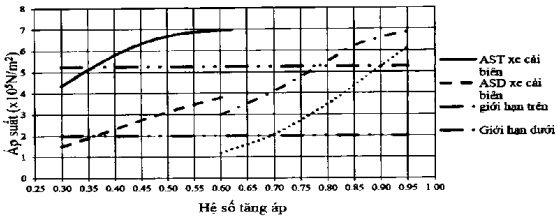
Như vậy, hệ thống phanh cải tiến đáp ứng tốt hơn nhiều so với hệ thống trên xe tham khảo. Cụ thể, do áp suất trên cao và áp suất dưới thấp nên tạo được một khoảng chênh áp lớn giúp cho hệ thống phanh có thể đảm bảo đồng thời hiệu quả phanh và hoạt động của ABS.

Để so sánh đáp ứng của hệ thống phanh xe tham khảo và hệ thống phanh cải tiến, nhóm tác giả đã tính toán, khảo sát và xây dựng đồ thị biến thiên áp suất như trên hình 10 và 11.



Hình 10. Ảnh hưởng của tần số đến áp suất ở chế độ tối ưu

Hình 10, thể hiện các kết quả tính toán với hệ số thời gian tăng áp  $\tau = 0.8$  và tần số điều khiển biến thiên từ 1 đến 9 Hz.



Hình 11. Ảnh hưởng của hệ số thời gian tăng áp đến áp suất ở chế độ tối ưu.  
(AST: Áp suất trên; ASD: Áp suất dưới)

Còn trên hình 11, mô tả sự biến thiên áp suất trong các bầu phanh với tần số điều khiển là  $\nu = 6$  Hz và hệ số thời gian tăng áp từ 0,4 đến 0,65.

**4. KẾT LUẬN**

Để nâng cao hiệu quả của hệ thống phanh khí nén có trang bị ABS thì cần phải xây dựng được sơ đồ hệ thống hợp lý để giảm tối đa độ chậm tác dụng của dẫn động khí nén, đồng thời xác định được các thông số điều khiển hợp lý. Kết quả nghiên cứu trình bày trên đây, cho thấy hệ thống phanh cải tiến cho phép nâng cao gấp đôi tần số điều khiển so với hệ thống phanh của xe tham khảo.

Ngày nhận bài: 12/01/2016  
Ngày phản biện: 18/02/2016

**Tài liệu tham khảo:**

[1] Nguyễn Hoàng Hải (2004); *Lập trình Matlab và ứng dụng*, NXB. Khoa học Kỹ thuật.  
[2]. Trần Văn Nghĩa (2000); *Tin học ứng dụng trong thiết kế cơ khí*, NXB. Giáo dục.  
[3]. Метлюк Н.Ф (1985); *Динамика пневматических и гидравлических приводов автомобилей*, Москва, Машиностроение.