

# GIẢI PHÁP CÔNG NGHỆ ABS ĐỂ NÂNG CAO HIỆU QUẢ PHANH CHO XE GẮN MÁY

## ABS TECHNOLOGY SOLUTIONS TO INCREASE BRAKING PERFORMANCE FOR MOTORCYCLE

Nguyễn Lê Châu Thành<sup>1\*</sup>, Nguyễn Văn Đông<sup>2</sup>, Nguyễn Việt Hải<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật - Đại học Đà Nẵng, Đà Nẵng, Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Đại học Giao thông Vận tải Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

<sup>3</sup>Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng, Đà Nẵng, Việt Nam

\*Tác giả liên hệ / Corresponding author: nlcthanh@ute.udn.vn

(Nhận bài / Received: 01/3/2023; Sửa bài / Revised: 16/4/2023; Chấp nhận đăng / Accepted: 21/4/2023)

**Tóm tắt** - Hệ thống phanh trên các xe gắn máy phần lớn sử dụng hệ thống phanh dẫn động cơ khí hoặc thủy lực thông thường. Hiệu quả của hệ thống phanh truyền thống nói chung không cao; hơn nữa dễ bị trượt bánh xe khi phanh gấp, dẫn đến mất an toàn cho xe và người. Một trong những giải pháp có thể áp dụng để nâng cao hiệu quả cho hệ thống phanh xe gắn máy; đồng thời đảm bảo an toàn cho xe khi phanh khẩn cấp là trang bị hệ thống phanh chống bó cứng bánh xe ABS. Bài báo này, trình bày việc thiết kế và lắp đặt hệ thống phanh ABS cho xe máy Honda Lead 110cc nhằm đáp ứng mục đích trên. Kết quả nghiên cứu lý thuyết và thử nghiệm trên đường với vận tốc bắt đầu phanh 60km/h thu được kết quả khá khả quan: Quãng đường phanh giảm 21,14%, thời gian phanh giảm 20,85% khi so sánh với xe không có ABS.

**Từ khóa** - Hệ thống phanh; hiệu quả phanh; hệ thống chống bó cứng ABS; xe gắn máy; xe máy Lead.

### 1. Đặt vấn đề

Ngày nay nhờ sự phát triển và đổi mới công nghệ mà hệ thống phanh chống hãm cứng bánh xe ABS đã được áp dụng khá phổ biến trên hầu hết các loại ô tô hiện đại cũng như một số loại xe gắn máy. Sự đổi mới này không chỉ thể hiện tính hiện đại về mặt công nghệ mà còn mang lại tính hiệu quả và an toàn đối với người và xe trong quá trình vận hành xe [1-5].

Với mục đích nâng cao hiệu quả và an toàn cho xe gắn máy, trong nội dung bài báo này, nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu lý thuyết lẫn thực nghiệm để làm cơ sở cho một giải pháp công nghệ ABS nhằm nâng cao hiệu quả phanh đối với xe gắn máy. Trên cơ sở đó, nghiên cứu tiến hành lắp đặt hệ thống phanh chống bó cứng bánh xe (ABS) cho xe gắn máy có nhãn hiệu Honda Lead 110cc.

Qua đó, bài báo này công bố một kết quả nghiên cứu so sánh bước đầu về tính hiệu quả của một giải pháp công nghệ lắp hệ thống phanh chống bó cứng bánh xe ABS cho xe gắn máy Honda Lead 110cc. Theo đó có thể cho phép giảm quãng đường phanh trung bình 29%, giảm thời gian phanh trung bình khoảng 22% khi so sánh với xe không trang bị hệ thống phanh ABS trong dải tốc độ bắt đầu phanh từ 20km/h đến 60km/h.

**Abstract** - The braking system on motorcycles mostly uses conventional mechanical or hydraulic motorized brakes. The efficiency of traditional braking systems is generally not high and it is easy to slip the wheel when braking hard, resulting in loss of safety for vehicles and people. One of the solutions that can be applied to improve the efficiency of the motorcycle braking system while ensuring the safety of the vehicle when braking emergency is to equip the ABS anti-lock braking system. This article presents the design and installation of ABS brake system for the motorcycle Honda Lead 110cc to meet the above purpose. The results of theoretical research and testing on the road with a braking start speed of 60km/hr obtained quite positive results: Braking distance decreased by 21.14%, braking time decreased by 20.85% when compared to cars without ABS.

**Key words** - Brake system; brake efficiency; ABS anti-lock system; motorcycle; Motorcycle Lead.

### 2. Nội dung nghiên cứu

#### 2.1. Mô hình đánh giá chỉ tiêu phanh xe gắn máy khi có trang bị hệ thống phanh ABS

Khi có trang bị hệ thống phanh chống hãm cứng bánh xe thì áp suất phanh được điều chỉnh thích hợp để lực phanh được nâng cao mà không lo ngại đến hiện tượng trượt bánh xe khi phanh khẩn cấp nhờ sự kiểm soát chống trượt của hệ thống ABS [1-5]. Điều này làm tăng hiệu quả của hệ thống phanh và đảm bảo tính an toàn cao cho xe.

Mô-men phanh do cơ cấu phanh tạo ra dưới tác dụng áp suất cao của dầu thủy lực nhờ bơm điện trong mô-đun thủy lực của hệ thống ABS; theo đó có thể điều khiển áp suất dầu phanh biến đổi trong giới hạn  $\{p_{\max} \div p_{\min}\}$  sao cho độ trượt giữa lốp với mặt đường nằm trong giới hạn (15÷25)% nhằm đạt được giá trị hệ số bám dọc tối ưu  $\varphi_{\max}$ , mà không sợ bánh xe bị hãm cứng.

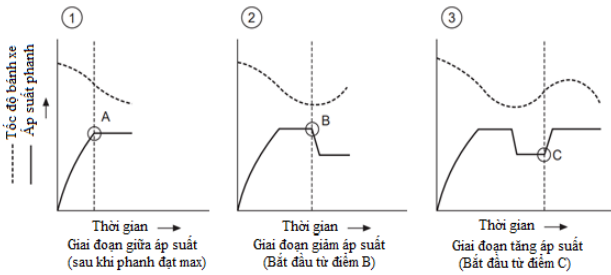
Quy luật biến đổi áp suất  $\{p_{\max} \div p_{\min}\}$  khá đa dạng, phụ thuộc quy luật đóng mở các van thủy lực điều khiển điện tử cũng như mức độ tiết lưu dòng chất lỏng đi qua van thủy lực. Theo đó quy luật đóng/mở van có thể có dạng hình vuông, dạng hình thang hay hình sin [2, 4].

Hình 1 minh họa quá trình phanh có điều khiển áp suất dầu để chống bó cứng bánh xe ABS gồm 3 pha [4].

<sup>1</sup> The University of Danang – University of Technology and Education, Danang, Vietnam (Nguyen Le Chau Thanh)

<sup>2</sup> Ho Chi Minh City University of Transport, Vietnam (Nguyen Van Dong)

<sup>3</sup> The University of Danang – University of Science and Technology, Danang, Vietnam (Nguyen Viet Hai)



Hình 1. Ba giai đoạn thay đổi áp suất của ABS 3 pha

Trên cơ sở phân tích nguyên lý điều khiển phanh chống hãm cứng bánh xe ABS, ta có thể xây dựng các đồ thị về chỉ tiêu phanh thực tế có điều khiển ABS dựa trên hệ phương trình chuyển động của ô tô khi phanh với sự điều chỉnh áp suất phanh theo nguyên lý ABS.

Trên cơ sở phương trình chuyển động đều của xe trên đường nằm ngang được xác định [1]:

$$F_k = G.(a + b.v) + k.A.v^2 \quad (1)$$

Trong đó,  $F_k$  là lực kéo ở bánh xe chủ động;  $G$  là trọng lượng xe;  $a, b$  là các hằng số đặc trưng cho hệ số cản lăn phụ thuộc bậc nhất với tốc độ ô tô  $v$ ;  $k, A$  là các hằng số đặc trưng cho hệ số cản không khí và diện tích cản chính diện của xe.

Khi thực hiện phanh xe, lái xe nhả bàn đạp điều khiển ga ( $F_k = 0$ ); đồng thời đạp bàn đạp phanh. Phương trình chuyển động chậm dần của xe khi phanh trên đường nằm ngang được xác định bởi:

$$0 = G.(a + b.v) + k.A.v^2 + F_p - m.\frac{dv}{dt} \quad (2)$$

Trong đó,  $F_p$  là phản lực tiếp tuyến do phanh các bánh xe;  $\frac{dv}{dt}$  là gia tốc chuyển động tịnh tiến chậm dần của xe;  $m$  là khối lượng của xe ( $m = G/g$ ) với  $G$  là trọng lượng xe, còn  $g$  là gia tốc trọng trường.

Trong phương trình (2) lực phanh  $F_p$  hình thành trong vùng tiếp xúc giữa lốp với mặt đường sẽ có các trạng thái thay đổi theo điều khiển chống trượt nhờ hệ thống ABS điều chỉnh thay đổi áp suất dầu phanh  $p_x$ ; tức là:

$$F_p = K_c.p_x \quad \text{với } p_x \in \{p_{\max} \div p_{\min}\} \quad (3)$$

Ở đây,  $K_c$  và  $p_x$  tương ứng là thông số kết cấu của cơ cấu phanh và áp suất dầu phanh trong hệ thống;  $p_{\min}$  và  $p_{\max}$  lần lượt là áp suất min và max của dầu phanh, được điều chỉnh bởi hệ thống phanh ABS

Tổng hợp các biểu thức trên, ta có thể viết lại:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dv}{dt} = \left( a + b.v + \frac{(k.A.v^2 + K_c.p_x)}{G} \right) g \\ p_x = 0 \div p_{\max} \quad \text{khi } t \leq t_3 \\ p_x \in \{p_{\min} \div p_{\max}\} \quad \text{khi } t > t_3 \end{array} \right. \quad (4)$$

Trong đó,  $t_3$  là thời gian tính từ lúc áp suất tăng từ zero đến khi đạt max.

Để có thể giải được hệ phương trình (4) cần phải biết quy luật biến đổi áp suất trong thời kỳ quá độ khi tăng từ zero lên áp suất lớn nhất ( $p_x = \{0 \div p_{\max}\}$ ) cũng như quy luật biến đổi áp suất theo chu kỳ  $p_x \in [p_{\min}, p_{\max}]$ , đối với hệ thống phanh có điều khiển ABS theo chu kỳ 3 pha.

## 2.2. Mô hình biến thiên áp suất ở giai đoạn $p = \{0 \div p_{\max}\}$

Trong thực tế áp suất cung cấp đến xy lanh công tác đối với dẫn động thủy lực không phải tăng tuyến tính, mà thường là đường cong phi tuyến do tính tiết lưu của chất lỏng qua van và tổn thất do chất lỏng dịch chuyển trong đường ống của quá trình phanh khẩn cấp.

Thời gian tính từ lúc áp suất bắt đầu tăng từ zero lên  $p_{\max}$  chiếm một khoảng là  $t_3$  và được gọi là thời gian chậm tác dụng của dẫn động phanh trong thời kỳ quá độ.

Đối với dẫn động dầu thủy lực, quy luật tăng áp suất trong đường ống thuộc loại chảy tầng; phụ thuộc rất lớn vào độ nhớt động học của dầu phanh, vào các tổn thất cục bộ cũng như tổn thất dọc đường ống, vào đặc điểm kết cấu và độ cứng của cơ cấu phanh. Vì vậy, quy luật biến thiên áp suất trong giai đoạn này có thể được xác định bởi phương trình dao động tắt dần của áp suất trong hệ thống dẫn động phanh dầu khi phanh khẩn cấp như sau [5]:

$$\frac{d^2 p}{dt^2} + 2h \frac{dp}{dt} + \omega^2 p = \omega^2 p_{\max} \quad (5)$$

Một nghiệm của phương trình vi phân cấp hai trong trường hợp cản hạn chế tốt nhất dao động của áp suất sẽ đạt được khi hệ số cản tương đối  $\gamma = h/\omega < 1$  và xấp xỉ gần bằng 1 ( $\gamma \cong 1$ ) có thể được xác lập bởi:

$$p(t) = p_{\max} \left\{ 1 - e^{-\gamma \omega t} \left( \cos(k.\omega t) + \frac{\gamma}{k} \sin(k.\omega t) \right) \right\} \quad (6)$$

Trong đó,  $t$  là thời gian thực;  $\gamma$  là hệ số cản tương đối của hệ dao động;  $h$  là hệ số cản trên một đơn vị khối lượng;  $\omega$  là tần số riêng của hệ dao động; còn  $k$  là hằng số xác định từ biểu thức đặt  $k = (1 - \gamma^2)^{1/2}$ .

Khi áp suất  $p(t)$  tăng từ zero lên đến áp suất cực đại  $p_{\max}$  với thời gian  $t_3$  được xác định:

$$t_3 = \frac{\frac{\pi}{2} - \text{atan}\left(\frac{\sqrt{1-\gamma^2}}{\gamma}\right)}{\omega \sqrt{1-\gamma^2}} \quad (7)$$

Từ điều kiện hệ số cản tương đối  $\gamma \cong 1$  và thời gian chậm tác dụng trong thời kỳ quá độ xác định theo kinh nghiệm với  $t_3 \approx (0,1 \div 0,2)s$  [1], có thể dễ dàng suy ra các kích thước sơ bộ của hệ thống phanh dẫn động thủy lực được xác định thông qua tần số dao động riêng  $\omega$ .

## 2.3. Mô hình biến thiên áp suất của hệ thống ABS

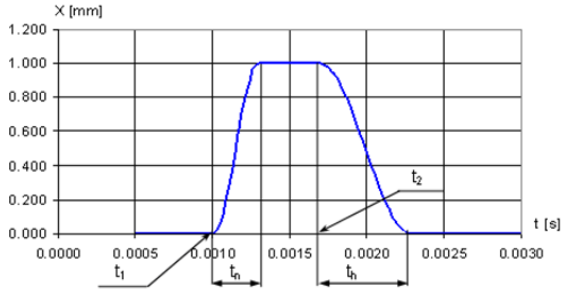
Hiện nay, với sự phát triển của khoa học công nghệ trong lĩnh vực điều khiển điện tử, việc điều khiển đóng mở các van điện tử để thay đổi áp suất trong hệ thống phanh có điều khiển điện tử ABS diễn ra khá nhanh với chu kỳ 3 pha đối với dẫn động dầu thủy lực [2, 4].

Chu kỳ thay đổi áp suất 3 pha áp dụng hiệu quả đối với hệ thống ABS bao gồm: Pha duy trì áp suất max sau khi đạp phanh đạt giá trị định mức  $p_{\max}$ ; pha giảm áp suất từ max về min; pha tăng áp suất từ min lên max.

Quy luật biến đổi áp suất  $p_x \in [p_{\min}, p_{\max}]$  của hệ thống ABS cũng khá đa dạng, phụ thuộc quy luật đóng mở các van thủy lực điều khiển điện tử cũng như mức độ tiết lưu dòng chất lỏng đi qua van thủy lực.

Trong thực tế, quy luật dịch chuyển mở van  $X_v$  điều khiển điện tử có thể được xác định theo đặc tính dọc theo

hằng số áp điện của van điện từ kiểu “Piezo Lift Function” [6] (Hình 2).



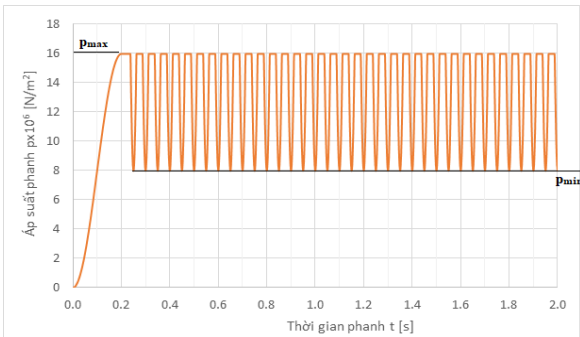
Hình 2. Quy luật đóng mở van thủy lực điều khiển điện từ

Phương trình đặc tính đóng mở van thủy lực điều khiển bởi điện từ có thể được xác định bởi hệ phương trình [6].

$$\begin{cases} \text{Khi } t_1 \leq t < t_1 + t_n : x_v(t) = \frac{1}{2} X_{\max} \left( 1 - \cos \left( \pi \frac{t - t_1}{t_n} \right) \right) \\ \text{Khi } t_1 + t_n \leq t \leq t_2 : x_v(t) = X_{\max} \\ \text{Khi } t_2 < t < t_2 + t_h : x_v(t) = \frac{1}{2} X_{\max} \left( 1 - \cos \left( \pi \frac{t_h + t - t_2}{t_h} \right) \right) \end{cases} \quad (8)$$

Quy luật đặc tính đóng mở van điện từ này ảnh hưởng quyết định quy luật biến thiên áp suất trong xy lanh phanh điều khiển điện từ chống hãm cứng bánh xe khi phanh ABS. Do việc cấp và xả dòng chất lỏng khi phanh điều khiển ABS được thực hiện bởi hai van độc lập (van xả và van cấp) nên có thể cho phép điều khiển tối ưu biến thiên áp suất theo mong muốn sao cho quá trình tăng hoặc giảm áp suất phanh với thời gian nhanh nhất có thể. Đặc biệt, cho phép kéo dài thời gian pha duy trì áp suất max theo mong muốn và hạn chế thời gian trùng điệp của giai đoạn áp suất min nhằm nâng cao hiệu quả phanh.

Hình 3 minh họa một quy luật điều khiển áp suất phanh trong một chu kỳ biến thiên áp suất 3 pha (trong xy- lanh phanh dầu hay bầu phanh phanh khí nén); theo đó giai đoạn duy trì áp suất max kéo dài một nửa chu kỳ, giai đoạn giảm áp suất mất ¼ chu kỳ và giai đoạn tăng áp suất cũng chiếm ¼ chu kỳ.



Hình 3. Diễn biến áp suất dầu phanh có điều khiển ABS

Theo Hình 3, sau giai đoạn quá độ của quá trình phanh, áp suất phanh tăng từ zero đến giá trị  $p_{\max}$  trong khoảng 0,2s, rồi duy trì giá trị max (nhờ đóng van cấp) cho đến khi mở van xả của hệ thống ABS để giảm áp suất do phát hiện có sự hãm cứng bánh xe. Quá trình biến đổi áp suất của hệ thống ABS diễn ra với chu trình 3 pha theo quy luật đã nêu trên cho đến khi xe dừng hẳn hoặc đến khi không còn sự trượt giữa lốp với mặt đường (được kiểm soát thông qua cảm biến

tốc độ bánh xe). Sau giai đoạn tăng áp suất từ zero lên max và duy trì áp suất max cho đến khi có dấu hiệu bánh xe bị bó cứng thì quy luật biến đổi áp suất 3 pha của hệ thống điều khiển phanh ABS được thực thi. Trước hết, để tránh bó cứng bánh xe thì hệ thống ABS điều khiển mở van xả, giảm áp suất xuống giá trị  $p_{\min}$  và sau đó hệ thống ABS được điều khiển áp suất tăng trở lại (điều khiển đóng ngay van xả và mở van cấp). Khi áp suất tăng đạt giá trị  $p_{\max}$  trở lại thì van cấp cũng đóng để duy trì pha áp suất  $p_{\max}$ .

Chu kỳ giảm áp suất từ pha giá trị  $p_{\max}$  xuống giá trị  $p_{\min}$  (van cấp vẫn đóng, van xả mở), rồi pha tăng từ giá trị  $p_{\min}$  lên giá trị  $p_{\max}$  (van cấp mở, van xả đóng) và duy trì pha giá trị  $p_{\max}$  (nhờ điều khiển đóng van xả và mở van cấp) cứ thế lặp đi lặp lại nhiều lần cho đến khi tốc độ ô tô giảm nhanh về zero để dừng hẳn.

Quy luật biến đổi áp suất trong giới hạn  $p_x \in [p_{\min}, p_{\max}]$  theo chế độ 3 pha nêu trên có thể được biểu diễn bởi hệ phương trình có điều kiện như sau:

$$\begin{cases} p(t) = (p_{\max} - p_{\min})(1 - \cos(\omega t)) + p_{\min} & \text{khi } \cos(\omega t) \geq 0 \\ p(t) = p_{\max} & \text{khi } \cos(\omega t) < 0 \end{cases} \quad (9)$$

Trong đó,  $p(t)$  là áp suất dòng phanh biến đổi theo thời gian;  $p_{\max}$ ,  $p_{\min}$  là áp suất phanh lớn nhất và nhỏ nhất khi có sự điều khiển chống bó cứng bánh xe ABS;  $t$  là thời gian thực,  $\omega$  là tần số góc được xác lập bởi sự tuần hoàn với chu kỳ  $2\pi$ ; tức là  $\omega = 2\pi/\tau$  với  $\tau$  là thời gian của một chu kỳ biến đổi áp suất.

Từ các phương trình biểu thị cho áp suất phanh trong quá trình phanh có điều khiển ABS, thì chỉ tiêu gia tốc phanh của xe được xác định bằng:

$$\frac{dv}{dt} = \left( a + b.v + \frac{(k.A.v^2 + K_c.p_x)}{G} \right) g \quad (10)$$

Trong đó,  $v$  là tốc độ tịnh tiến của xe trong quá trình phanh;  $a$ ,  $b$  là các hệ số cản lăn của các bánh xe;  $k$ ,  $A$  là hệ số cản và diện tích cản không khí của xe;  $p_x$  là áp suất phanh;  $K_c$  là hằng số đặc trưng cho kết cấu của cơ cấu phanh;  $G$  là trọng lượng xe và  $g$  là gia tốc trọng trường.

Diễn biến tốc độ xe và do đó chỉ tiêu quãng đường phanh trong quá trình phanh được xác định từ phương trình gia tốc (10). Tuy nhiên, do diễn biến áp suất phanh trong quá trình phanh có điều khiển ABS là hàm không liên tục nên diễn biến tốc độ phanh được xác định bằng phương pháp số cho bởi công thức Euler áp dụng cho phương trình vi phân (10) như sau [7].

$$v_{i+1} = v_i - \Delta t \left( a + b.v_i + \frac{(k.A.v_i^2 + K_c.p_i)}{G} \right) g \quad (11)$$

Ở đây áp suất  $p_i$  biến thiên theo quy luật đã nêu trên tương ứng với thời gian  $t_i$ ; được xác định đồng thời cùng với tốc độ  $v_i$  tại thời điểm  $t_i$ ; còn  $\Delta t$  là gia số thời gian.

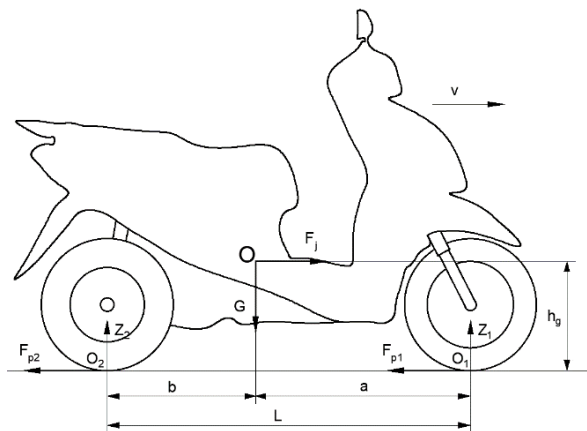
Chỉ tiêu quãng đường phanh vì vậy cũng được xác định theo phương pháp số cho bởi công thức Simpson [7].

$$S_p = \Delta t \left( \frac{v_0 - v_n}{2} + \sum_{i=n}^{n-1} v_i \right) \quad (12)$$

Trong đó,  $v_0$  và  $v_n$  là giá trị tốc độ xe khi bắt đầu phanh và lúc kết thúc phanh.

## 2.4. Nghiên cứu thực nghiệm

Để phục vụ cho việc nghiên cứu thực nghiệm, bài báo chọn đối tượng nghiên cứu thực nghiệm là xe gắn máy có nhãn hiệu Honda Lead 110cc kèm theo các thông số kỹ thuật cơ bản được minh họa trên Hình 4 [8].



Hình 4. Xe Honda Lead 110cc áp dụng nghiên cứu

Một số thông số kỹ thuật chung của xe Honda Lead 110cc cùng với các thông số kỹ thuật đặc trưng tương ứng của hệ thống phanh của xe được cho trên các Bảng 1 và Bảng 2 [8]. Các thông số kỹ thuật này sẽ làm cơ sở cho việc tính toán mô phỏng các chỉ tiêu phanh cho xe khi có sự tham gia điều khiển áp suất phanh của hệ thống phanh chống bó cứng bánh xe ABS.

Bảng 1. Thông số kỹ thuật xe Honda Lead 110cc

TT	Tên thông số	Kí hiệu (đơn vị)	Giá trị
1	Trọng lượng không tải	$G_0$ (N)	1098,72
2	Trọng lượng toàn bộ	$G_a$ (N)	2354,4
3	Phân bố lên bánh trước	$G_1$ (N)	941,76
4	Phân bố lên bánh sau	$G_2$ (N)	1412,64
5	Chiều dài toàn bộ	$L_0$ (m)	1,842
6	Chiều dài cơ sở	$L$ (m)	1,273
7	Chiều rộng toàn bộ	$R$ (m)	0,665
8	Chiều cao toàn bộ	$H$ (m)	1,13
9	Chiều cao trọng tâm	$h_g$ (m)	0,76
10	Khoảng cách từ trọng tâm đến trục bánh trước	$a$ (m)	0,764
11	Khoảng cách từ trọng tâm đến trục bánh sau	$b$ (m)	0,51
12	Kích thước bánh trước		90/90-12
13	Kích thước bánh sau		100/90-10
14	Bán kính bánh xe trước	$r_{bx1}$ (m)	0,23
15	Bán kính bánh xe sau	$r_{bx2}$ (m)	0,21
16	Khối lượng bánh xe trước	$m_{bx1}$ (kg)	4
17	Khối lượng bánh xe sau	$m_{bx2}$ (kg)	2,8

Bảng 2. Thông số kỹ thuật của hệ thống phanh

TT	Tên thông số	Kí hiệu (đơn vị)	Giá trị
1	Bán kính ngoài đĩa phanh	$R_2$ (m)	0,095
2	Bán kính trong đĩa phanh	$R_1$ (m)	0,065
3	Đường kính xy lanh dầu	$D_{xl}$ (m)	0,027
4	Bán kính trống phanh sau	$R_t$ (m)	0,065

## 3. Kết quả và bàn luận

### 3.1. Kết quả tính toán chỉ tiêu phanh thực tế có điều khiển chống hãm cứng bánh xe ABS

Các chỉ tiêu phanh thực tế của hệ thống phanh xe Honda Lead 110cc có trang bị hệ thống chống hãm cứng bánh xe ABS được xác định theo các phương trình cơ bản đã được trình bày ở trên và chúng được giải bằng phương pháp số cho bởi công thức Euler và công thức Simpson.

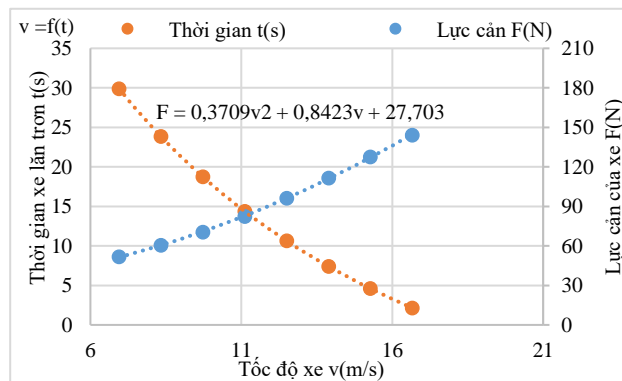
#### 3.1.1. Kết quả đo các thông số cần của xe gắn máy

Tuy nhiên, để tính toán các chỉ tiêu phanh thực tế của xe đòi hỏi phải biết các thông số cần chuyên động của xe. Để có được điều này, cần thiết phải thử nghiệm xe trên đường nhờ phương pháp lần trơn thể hiện qua phương trình đặc trưng:

$$0 = G \cdot (a + b \cdot v) + k \cdot A \cdot v^2 - m \cdot \frac{dv}{dt} \quad (13)$$

Nghĩa là, các đặc trưng về lực cản có thể được xác định qua lực quán tính chuyên động chậm dần khi xe lần trơn. Việc đo đại lượng lực quán tính chuyên động chậm dần ( $m \cdot \frac{dv}{dt}$ ) khi xe lần trơn được thực hiện thuận lợi nhờ công cụ "SpeedTest" trên điện thoại thông minh mang theo xe khi thử nghiệm xe gắn máy chuyên động lần trơn trên đường. Kết quả thử nghiệm diễn biến tốc độ giảm theo thời gian khi thử nghiệm xe Honda Lead 110cc trên đường được thể hiện trên Hình 5.

Nhờ lý thuyết xấp xỉ hàm thực nghiệm, quan hệ tốc độ  $v=f(t)$  hoàn toàn được xác lập, và theo đó gia tốc tịnh tiến khi xe lần trơn hoàn toàn được xác định theo thời gian thực và tốc độ chuyên động của xe; vì vậy lực quán tính chuyên động chậm dần khi xe lần trơn cũng được xác định. Một lần nữa lý thuyết xấp xỉ hàm thực nghiệm được áp dụng để xác lập quan hệ lực quán tính theo tốc độ chuyên động của xe  $F=f(v)$  cũng hoàn toàn được xác lập khi xe lần trơn (Hình 5).



Hình 5. Diễn biến tốc độ theo thời gian khi xe lần trơn

Bằng cách đồng nhất hàm xấp xỉ  $F=f(v)$  với các số hạng cùng bậc của tốc độ  $v$  trong lực cản  $G(a + b \cdot v) + k \cdot A \cdot v^2$ , cho ta xác định được các hệ số  $a$ ,  $b$  và nhân tố cản không khí  $W = k \cdot A$  của xe gắn máy và được cho trên Bảng 3.

Bảng 3. Kết quả đo các đặc trưng cần của xe gắn máy

TT	Tên thông số	Kí hiệu (đơn vị)	Giá trị
1	Hệ số cản a	$a$ (-)	0,01177
2	Hệ số cản b	$b$ (s/m)	0,00035
3	Nhân tố cản không khí	$W$ (N.s <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	0,3709

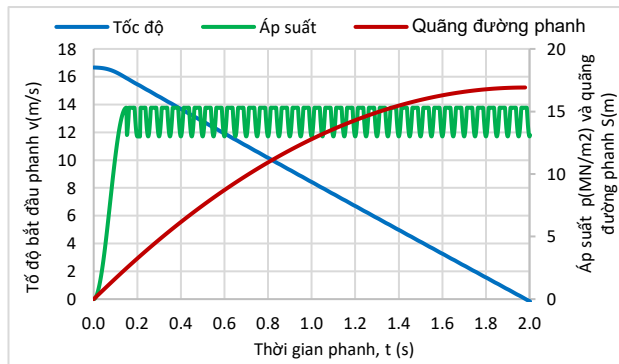


Kết quả dữ liệu thử nghiệm cho thấy, khá phù hợp với các số liệu đã cho theo kinh nghiệm [1].

3.1.2. Kết quả tính toán chỉ tiêu phanh thực tế

Kết quả tính các chỉ tiêu phanh cho hệ thống phanh xe Honda Lead 110cc bao gồm quãng đường phanh S(m) và thời gian phanh t(s) khi có sự tham gia điều khiển áp suất p(t) của hệ thống ABS được biểu diễn như trên Hình 6; theo đó diễn biến tốc độ chuyển động chậm dần khi phanh được thực hiện với tốc độ bắt đầu phanh 60km/h.

Kết quả trên Hình 6 cho thấy, thời gian phanh hiệu quả khá nhỏ; chỉ xấp xỉ 1,98(s) nhờ áp suất phanh do bơm tạo ra khá lớn (giá trị lớn nhất đạt 15,3MN/m<sup>2</sup>) trong khi áp suất min được xác lập bằng 80% áp suất max. Với quá trình phanh đó thì chỉ tiêu về quãng đường phanh ứng với chế độ phanh có điều khiển áp suất phanh chống bó cứng bánh xe ABS đạt được trên mặt đường nhựa khô là 16,92m sau khoảng thời gian phanh hiệu quả là 1,98(s).



Hình 6. Đồ thị các chỉ tiêu phanh khi có điều chỉnh ABS

3.2. Kết quả thực nghiệm các chỉ tiêu phanh trên đường

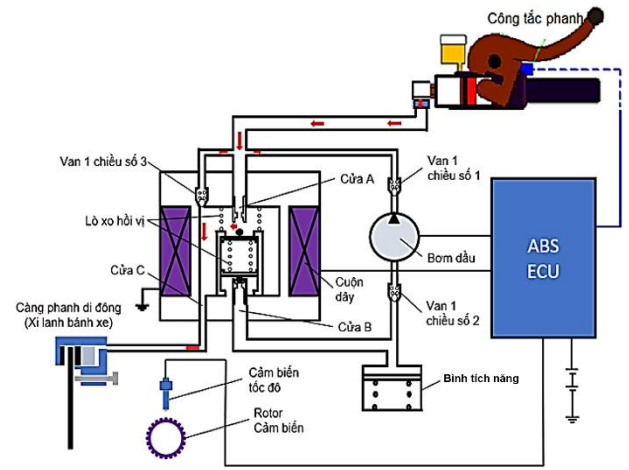
Sau khi hệ thống phanh thông thường của xe Honda Lead 110cc được cải tạo lắp đặt bởi các chi tiết của hệ thống phanh chống hãm cứng bánh xe ABS [9] (Hình 7) theo sơ đồ nguyên lý Hình 8.

Việc thử nghiệm được tiến hành trên đường nhựa khô. Các thử nghiệm được thực hiện với hai chế độ vận hành là có bật công tắc ABS và không bật công tắc ABS. Quá trình phanh được thực hiện với chế độ phanh khẩn cấp ứng với lực phanh tối đa.

Khi không bật công tắc ABS, bánh xe luôn có hiện tượng bị trượt trơn và dễ mất khả năng điều khiển xe. Ngược lại, khi bật công tắc cho hệ thống ABS sẵn sàng làm việc, bánh xe không còn bị trượt trơn và điều khiển xe ổn định nhờ hệ thống phanh chống bó cứng bánh xe ABS đã điều khiển chống trượt.

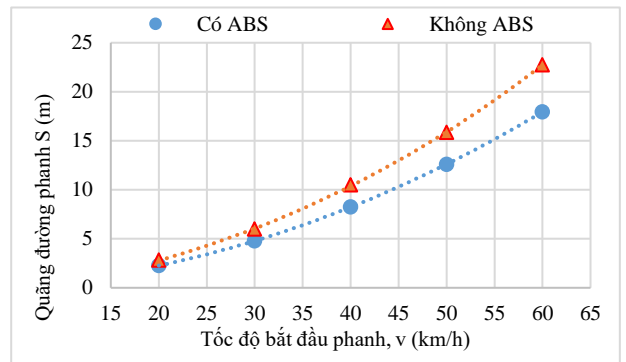


Hình 7. Hình ảnh các chi tiết của hệ thống ABS lắp cho xe gắn máy

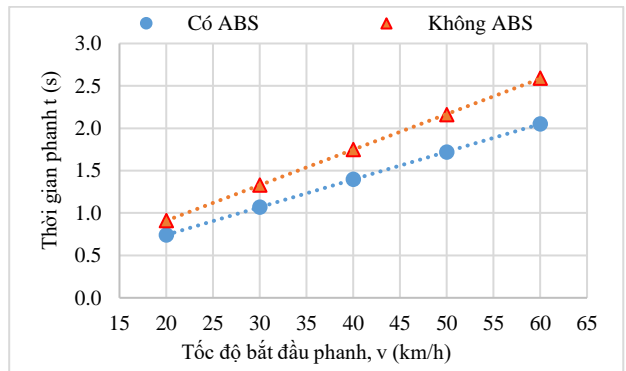


Hình 8. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của hệ thống phanh ABS

Một số kết quả thử nghiệm phanh xe Honda Lead 110cc trên đường nhựa khô được cho ở các Bảng 4 và diễn biến của chúng (bao gồm quãng đường phanh, thời gian phanh theo tốc độ bắt đầu phanh) được minh họa tương ứng trên Hình 9 và Hình 10.



Hình 9. Quãng đường phanh trên đường nhựa khô của xe Honda Lead 110cc khi có/không có điều khiển ABS



Hình 10. Thời gian phanh trên đường nhựa khô của xe Honda Lead 110cc khi có/không có điều khiển ABS

Bảng 4. Kết quả thử nghiệm phanh xe Honda Lead 110cc trên đường nhựa khô [9]

Tốc độ phanh (km/h)	Quãng đường phanh (m)		Thời gian phanh (s)	
	Có ABS	Không ABS	Có ABS	Không ABS
20	2,27	2,81	0,74	0,91
30	4,77	5,99	1,07	1,33
40	8,25	10,48	1,4	1,75
50	12,6	15,84	1,72	2,16
60	17,94	22,75	2,05	2,59

Kết quả thử nghiệm cho thấy, khi có lắp hệ thống chống bó cứng bánh xe ABS thì hiệu quả phanh tăng lên so với trường hợp không có ABS (không bật ABS). Về quãng đường phanh  $S(m)$  có thể giảm từ 19,22% xuống 21,14% khi tốc độ bắt đầu phanh thay đổi từ 20km/h đến 60km/h với bước gia tăng 10km/h; trong khi thời gian phanh tương ứng có thể giảm từ 18,68% đến 20,85%.

Kết quả thử nghiệm phanh xe Honda Lead 110cc trên đường cũng cho thấy, không có sự sai lệch quá lớn giữa thực nghiệm so với tính toán lý thuyết (Bảng 5): Sai lệch về quãng đường phanh vào khoảng 3,96% đến 5,69%; trong khi về thời gian phanh sai lệch chỉ vào khoảng 2,70% đến 3,41% ứng với các tốc độ bắt đầu phanh từ 20km/h đến 60km/h với bước gia số tốc độ 10km/h

**Bảng 5.** Kết quả so sánh quãng đường phanh và thời gian phanh giữa thực nghiệm và tính toán lý thuyết

Tốc độ phanh (km/h)	Quãng đường phanh (m)		Thời gian phanh (m)	
	Tính toán	Thử nghiệm	Tính toán	Thử nghiệm
20	2,18	2,27	0,72	0,74
30	4,61	4,77	1,04	1,07
40	7,89	8,25	1,36	1,40
50	12,00	12,60	1,67	1,72
60	16,92	17,94	1,98	2,05

#### 4. Kết luận

- Kết quả dữ liệu thử nghiệm về lực cản của xe gắn máy đã được xác định thuận lợi nhờ phương pháp và dụng cụ tiên tiến, vì vậy số liệu thí nghiệm tin cậy.

- Kết quả tính toán lý thuyết và thử nghiệm về các chỉ tiêu phanh áp dụng cho xe gắn máy Honda Lead 110cc đối với hệ thống phanh chống bó cứng bánh xe ABS trên đường nhựa khô là khá tương đồng, sai lệch không đáng kể. Điều đó chứng tỏ sự đúng đắn của phương pháp tính toán lý thuyết cũng như thực tiễn thử nghiệm trên đường; kết quả số liệu tin cậy.

- Kết quả thử nghiệm khi phanh với các tốc độ xe khi

bắt đầu phanh khác nhau đều cho thấy, quãng đường phanh khi có điều khiển ABS nhỏ hơn rõ rệt khi không có điều khiển ABS. Quãng đường phanh khi phanh trên đường nhựa khô giảm từ 19,22% đến 21,14%; trong khi thời gian phanh giảm từ 18,68% đến 20,85% ứng với các tốc độ bắt đầu phanh từ 20(km/h) đến 60(km/h). Điều đó một lần chứng tỏ hệ thống phanh ABS không chỉ áp dụng có hiệu quả, an toàn đối với ô tô mà còn hiệu quả với xe gắn máy.

- Hiệu quả phanh đối với hệ thống phanh ABS càng tăng khi tốc độ phanh càng lớn, sở dĩ như vậy là vì với tốc độ càng cao thì với hệ thống phanh không có ABS khả năng trượt cục bộ giữa lốp với mặt đường càng tăng do nó không có khả năng chống trượt.

**Lời cảm ơn:** Nghiên cứu này được tài trợ kinh phí bởi Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật - Đại học Đà Nẵng trong đề tài có Mã số T2022-06-09.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] N. H. Can, P. M. Thai, L. T. Vang, D. Q. Thinh, and N. V. Tai, *Automobile Theory*, Hanoi: Publisher of Science and Technology, 2005.
- [2] D. V. Cham *et al.*, *Modern Automobile and Motorcycle Engineering*, Translated from German, 2016.
- [3] Wabco Vehicle Control System, *Anti-Lock Braking System (ABS) and Anti-Slip Regulation (ASR) (2nd ed)*, eBook includes PDF [www.wabco-auto.com](http://www.wabco-auto.com), 2011.
- [4] K. Reif, *Springer Fachmedien Wiesbaden, Brakes, Brake Control and Driver Assistance Systems*, pp. 3-9, 2014. DOI 10.1007/978-3-658-03978
- [5] N. T. Khiem, T. T. Hai, *Vibrations in Engineering*, Hanoi: Publisher of National University of Hanoi, 2020.
- [6] AVL List GmbH, *Injection System Simulation*, Ast Department-Support Group, A-8020 Graz, Australia, 2001.
- [7] P. V. Hap *et al.*, *Computational Methods*, Hanoi: Publisher of Science and Technology, 1996.
- [8] Honda, *Honda service manual Lead 110*, 2009.
- [9] N. L. C. Thanh *et al.*, "Design and Installation of Anti-lock Braking System (ABS) Combined with Regenerative Braking System on Honda Lead 110cc Motorcycle", in *Proceedings of the 7th National Scientific Conference on Applying New Technology in Green Buildings (ATiGB)*, 2022, pp. 79-84.