

NGHIÊN CỨU VỀ ĐỘNG HỌC HỆ THỐNG GỬI XE MÁY TỰ ĐỘNG

RESEARCH ON DYNAMICS OF AUTOMATIC MOTORBIKE PARKING SYSTEM

TS. Trần Đức Huân, ThS. Nguyễn Sơn Tùng
Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Nội dung bài báo trình bày kết cấu, nguyên lý làm việc và phân tích động học của hệ thống gửi xe máy tự động. Phương pháp được sử dụng trong phân tích là phương pháp lý thuyết. Kết quả của bài báo giúp độc giả có cái nhìn tổng quát về hoạt động và các yếu tố ảnh hưởng tới chuyển động khi làm việc của hệ thống gửi xe máy tự động nói chung, và các chuyển động thành phần nói riêng. Trên cơ sở đạt được, kết quả này là nền tảng cho những phát triển trong tương lai liên quan tới việc thiết kế, chế tạo hệ thống gửi xe máy tự động tại Việt Nam.

Từ khóa: Hệ thống gửi xe máy; Tự động; Động học hệ thống.

ABSTRACT

This paper presents the structure, operation and analyzes the dynamics of automatic motorbike parking system. The method used was analytical approach. The results of the research give the readers the overview of the system's operation and the affecting factors during the work of movement components. The results will be used for the further development in terms of optimization and manufacturing of the automatic motorbike parking system in Vietnam.

Keywords: Motorbike parking system; Automatic parking system; Dynamics

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, ở các thành phố lớn như Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh, tốc độ xây dựng, phát triển cơ sở hạ tầng đô thị chưa đáp ứng kịp tốc độ gia tăng dân số cơ giới. Tại những thành phố này, phương tiện giao thông công cộng chỉ đáp ứng được một phần nhỏ nhu cầu đi lại của người dân và đa số người dân vẫn lựa chọn giải pháp sử dụng phương tiện cá nhân để di chuyển, trong đó, lượng xe máy chiếm đến

85% [1]. Điều này đã gây khó khăn về việc giải quyết không gian đỗ xe máy và sự tiện lợi tại khu trung tâm thương mại, khu vui chơi, bệnh viện và khu chung cư, trường học... Đứng trước thực trạng thiếu không gian đỗ xe máy [2] vốn đã rất chật hẹp, thì giải pháp là sử dụng những hệ thống gửi xe máy tự động – thiết bị có thể nhân bản không gian đỗ xe lên 5-20 lần bằng cách khai thác những không gian “chưa được sử dụng”. Bên cạnh đó, các công trình này còn tạo cảnh quan, kiến trúc cho thành phố. Việc

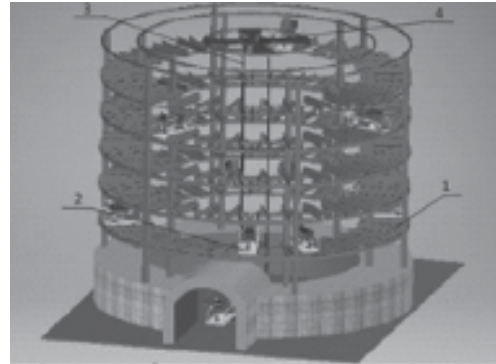
nghiên cứu, thiết kế, chế tạo hệ thống gửi xe máy tự động không thể thiếu được bước nghiên cứu động học của hệ thống. Trong bài viết này, nhóm nghiên cứu tập trung vào việc phân tích phương án chuyển động và phân tích động học hệ thống gửi xe máy tự động sử dụng phương pháp tính toán lý thuyết. Kết quả nghiên cứu sẽ đặt nền tảng cho việc thiết kế, điều chỉnh và đưa ra các phương án thiết kế hợp lý, nhằm mục đích nâng cao hiệu quả sử dụng, tiết kiệm thời gian và tăng tính tiện lợi tại nơi gửi xe máy.

2. NỘI DUNG

2.1. Xác định phương án thiết kế

Việc xác định được phương án thiết kế sơ bộ là yếu tố rất quan trọng trong việc nghiên cứu động lực học hệ thống. Bằng việc phân tích nguyên lý làm việc các hệ thống gửi xe tự động tương tự, như hệ thống gửi xe ô tô tự động (3; 4), hệ thống gửi xe máy tự động (5) và hướng tới mục tiêu thiết kế hệ thống gửi xe máy tự động đơn giản, chi phí thiết kế và vận hành thấp, nhóm thiết kế đã đưa ra phương án thiết

kế tổng thể của hệ thống gửi xe máy tự động như Hình 1.



Hình 1. Mô hình của hệ thống gửi xe máy tự động.

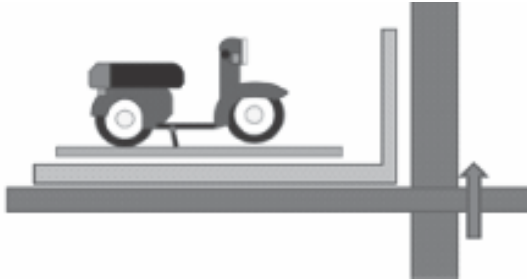
Với mô hình đưa ra, hệ thống gửi xe máy tự động được chia thành 4 cụm chi tiết cơ khí chính:

1. Khung đỡ hệ thống;
2. Cơ cấu kéo/đẩy xe máy (pa-lét đỡ xe);
3. Cơ cấu nâng hạ xe máy;
4. Cơ cấu xoay trục.

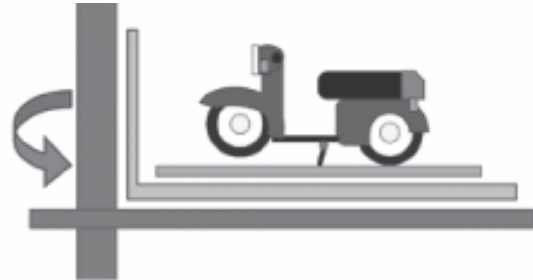
Nguyên lý làm việc của hệ thống khi lấy xe từ vị trí người gửi như sau:

<p>Bước 1: Người gửi xe di chuyển xe lên vị trí của Palet và dựng chân chống giữa xe, xe ở vị trí cân bằng.</p>	<p>Bước 2: Cơ cấu kéo/đẩy xe máy (2) sẽ được điều khiển bệ đỡ vào dưới palet có chứa xe.</p>
<p>Bước 3: Cơ cấu nâng hạ (3) hoạt động, nâng palet chứa xe lên một đoạn theo tính toán.</p>	<p>Bước 4: Cơ cấu kéo/đẩy xe (2) hoạt động để rút palet vào, kéo xe vào phía trong.</p>

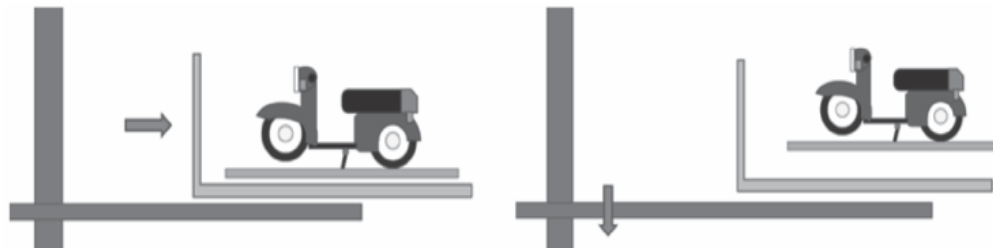
Bước 5: Cơ cấu nâng hạ (3) chuyển động đi lên, nâng palet tới độ cao đã tính toán.



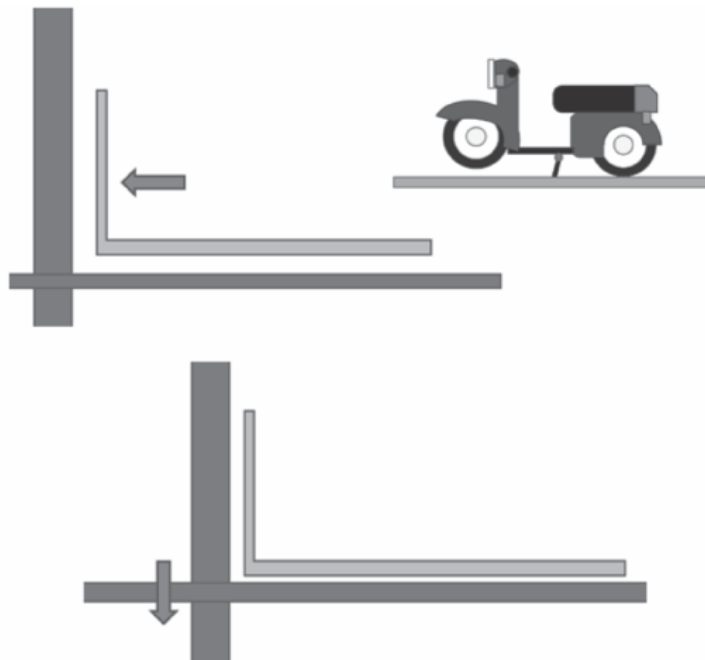
Bước 6: Cơ cấu xoay trục (4) hoạt động, xoay palet và xe vào khoang chứa xe trên hệ thống khung đỡ (1) đã tính toán.



Bước 7: Cơ cấu kéo/đẩy xe (2) hoạt động, đẩy xe vào khoang chứa, sau đó cơ cấu nâng hạ (3) thả palet chứa xe xuống khoang chứa xe.



Bước 8: Cơ cấu kéo/đẩy xe (2) thu về, cơ cấu nâng hạ (3) hạ xuống, một chu trình mới bắt đầu.



Chu trình làm việc khi lấy xe từ vị trí khoang chứa xe ngược lại với khi gửi xe.

2.2. Lựa chọn kết cấu động học

Với phương án thiết kế như trên, chúng ta có thể phân chia động học hệ thống gồm 3 phần chính, bao gồm:

- 1) Xích tốc độ 1: Chuyển động ra – vào của palet chứa xe (Cơ cấu 2);
- 2) Xích tốc độ 2: Chuyển động lên – xuống của palet chứa xe (Cơ cấu 3);
- 3) Xích tốc độ 3: Chuyển động tròn của trục chính chứa palet (Cơ cấu 4).

Chúng ta đi vào phân tích lần lượt các chuyển động và cấu tạo hệ thống truyền động. Xích tốc độ 1: Sau khi phân tích và lựa chọn kết cấu, palet chứa xe được dẫn động theo nguyên tắc sau: Chuyển động quay tròn từ động cơ => hộp giảm tốc => bộ truyền xích => chuyển động thẳng của palet gắn trên dây xích.

Xích tốc độ 2: Chuyển động lên xuống của palet được dẫn động như sau: Chuyển động quay từ động cơ => Hộp giảm tốc => Bộ truyền xích => Chuyển động lên xuống của cơ cấu nâng hạ.

Xích tốc độ 3: Chuyển động xoay của trục đỡ cụm nâng hạ và kéo/đẩy được dẫn động: Chuyển động quay từ động cơ => Hộp giảm tốc => Chuyển động quay của giá đỡ palet và thiết bị nâng.

Theo thiết kế, 3 xích chuyển động kể trên hoàn toàn độc lập, chúng là các chuyển động đơn giản nối tiếp nhau trong chu trình làm việc.

2.3. Phương trình động học

2.3.1. Xích tốc độ 1: Chuyển động ra – vào của palet chứa xe

Dựa trên kết cấu xích chuyển động 1 và nguyên tắc xây dựng phương trình chuyển động (6) (7) ta có phương trình động học của xích chuyển động 1 như sau:

$$v_1 = \frac{\pi \cdot n_{dc1}}{30 \cdot i_1} \cdot r_1 \quad (1)$$

Trong đó: n_{dc1} - Vận tốc quay động cơ 1, vòng/phút; i_1 - Tỷ số truyền của hộp giảm tốc 1; r_1 - Bán kính vòng chia của đĩa xích, m; v_1 - Vận tốc chuyển động tịnh tiến của palet, m/s.

2.3.2. Xích tốc độ 2: Chuyển động lên – xuống của palet chứa xe

Dựa trên kết cấu xích chuyển động 2 và cách xây dựng phương trình chuyển động theo (6) (7) ta có phương trình động học của xích chuyển động 2 như sau:

$$v_2 = \frac{\pi \cdot n_{dc2}}{30 \cdot i_2} \cdot r_2 \quad (2)$$

Trong đó: n_{dc2} - Vận tốc trục động cơ 2, vòng/phút; i_2 - Tỷ số truyền của hộp giảm tốc 2; r_2 - Bán kính vòng chia của đĩa xích, m; v_2 - Vận tốc chuyển động tịnh tiến của bàn nâng, m/s.

Vận tốc và gia tốc nâng được điều chỉnh phù hợp để loại bỏ các dao động và giật cuối hành trình.

2.3.3 Xích tốc độ 3: Chuyển động quay của trục đỡ

Dựa trên kết cấu xích chuyển động 3 và cách xây dựng phương trình chuyển động

từ (6) (7) ta có phương trình động học của xích chuyển động 3 như sau:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_{dc3}}{30 \cdot i_3} \quad (3)$$

$$v_3 = \frac{\pi \cdot n_{dc3}}{30 \cdot i_3} \cdot r \quad (4)$$

Trong đó: n_{dc3} - Vận tốc trục động cơ 3, vòng/phút; i_3 - Tỷ số truyền của hộp giảm tốc 3; r - Bán kính quay, m; ω - Vận tốc góc của khối tâm xe, v_3 - Vận tốc dài của khối tâm xe, m/s.

2.4. Lựa chọn các thông số chuyển động dựa trên các yếu tố động lực học

2.4.1. Xích tốc độ 1: Vận tốc ra vào palet

Chuyển động của palet là chuyển động có gia tốc. Do đó, cần xác định giá trị gia tốc hợp lý để tránh hiện tượng trôi xe máy dựng trên sàn palet. Giả thiết rằng, xe máy được dựng bởi chân chống giữa và toàn bộ trọng lượng của xe dồn lên chân chống. Điều kiện để xe đứng ổn định không xảy ra chuyển động trượt/trôi:

$$F_{qt} \leq F_{ms} \quad (5)$$

Trong đó: F_{qt} - Lực quán tính tác dụng lên xe máy, N; F_{ms} - Lực ma sát nghỉ giữa chân chống và mặt sàn palet.

$$F_{ms} = k \cdot N = k \cdot g \cdot m_{xe} \quad (6)$$

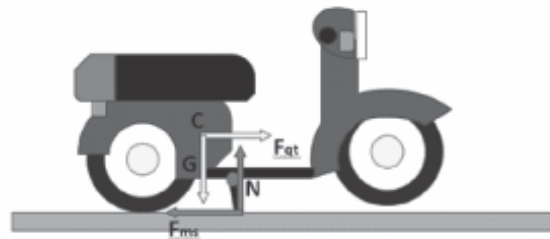
Trong đó: k - Hệ số ma sát giữa hai bề mặt cặp vật liệu chân chống xe và mặt sàn palet, N - Phản lực tác động lên chân chống, N; g - Gia tốc trọng trường, m/s²; m_{xe} - Khối lượng của xe máy, kg.

$$F_{qt} = m_{xe} \cdot a_1 = m_{xe} \cdot \beta_1 \cdot r_1 \quad (7)$$

Trong đó: a_1 - Gia tốc chuyển động tịnh tiến của palet mang xe máy, m/s²; β_1 - Gia tốc góc của đĩa xích, 1/s².

Như vậy, từ các công thức (5), (6) và (7) thu được gia tốc góc yêu cầu của trục đĩa xích:

$$\beta_1 \leq \frac{k \cdot g}{r_1} \quad (8)$$



Hình 2. Xác định điều kiện lực tác động lên xe trong quá trình đẩy palet.

Gia tốc góc yêu cầu của trục động cơ 1:

$$\beta_{dc1} \leq i_1 \cdot \beta_1 \quad (9)$$

Mô men yêu cầu của động cơ 1:

$$M_1 \leq J_1 \cdot \beta_{dc1} + M_{cl} \quad (10)$$

Trong đó: M_1 - Mô men phát lực của động cơ 1, N.m; J_1 - Mô men quán tính quy đổi về trục động cơ 1, kg.m²; M_{cl} - Tổng mô men cản trên xích truyền động 1.

2.4.2. Xích tốc độ 3: Vận tốc góc trục quay

Khi palet chứa xe quay, palet được cố định trên bàn nâng nhờ vấu định vị, điều kiện an toàn là xe máy không bị văng (trượt) ra khỏi bề đỡ dưới tác dụng của lực quán tính (lực ly

tâm), do chuyển động quay gây ra và không bị lật do thành phần lực xô ngang gây ra bởi gia tốc tiếp tuyến. Theo đó, ta đặt một số thông số như sau:

Lực quán tính F_{qtn} do gia tốc hướng tâm của chuyển động quay gây ra:

$$F_{qtn} = m_{xe} \cdot \omega^2 \cdot r \quad (11)$$

Lực ma sát nghỉ tại điểm tiếp xúc giữa palet và chân chống xe:

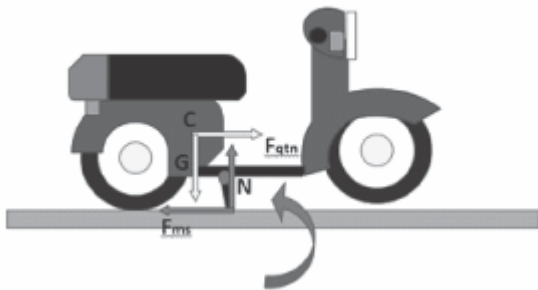
$$F_{ms} = k \cdot N = k \cdot g \cdot m_{xe} \quad (12)$$

Điều kiện để xe không trượt khi quay:

$$F_{qt3} < F_{ms}$$

$$\omega^2 \leq \frac{k \cdot g}{r}$$

$$\omega \leq \sqrt{\frac{k \cdot g}{r}} \quad (13)$$



Hình 3. Xác định lực tác động lên xe trong quá trình quay.

Lực quán tính F_{qtr} do gia tốc tiếp tuyến gây ra:

$$F_{qtr} = m_{xe} \cdot \beta_3 \cdot r \quad (14)$$

Mô men lật quanh điểm tựa (chân chống) do lực quán tính F_{qtr} gây ra:

$$M_L = F_{qtr} \cdot h = m_{xe} \cdot \beta_3 \cdot r \cdot h \quad (15)$$

Trong đó: M_L – Mô men gây lật xe quanh mũi chân chống, N.m; h – Chiều cao từ mũi chân chống đến trọng tâm của xe, m.

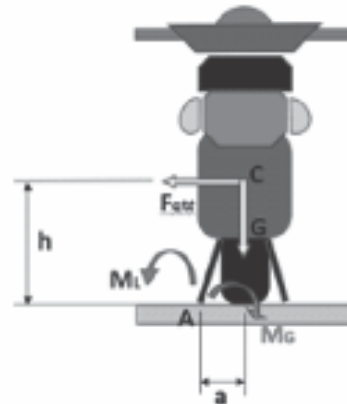
Mô men chống lật do trọng lượng của xe tạo ra:

$$M_G = G \cdot a \quad (16)$$

Trong đó: M_G – Mô men chống lật, N.m; a – Khoảng cách từ trọng tâm xe máy tới mũi chân chống tính theo phương thẳng đứng, m; G – Trọng lượng của xe máy, N.

Điều kiện để xe không bị lật quanh mũi chân chống:

$$M_L \leq M_G \quad (17)$$



Hình 3. Xác mô men gây lật xe và mô men ổn định chống lật xe.

Từ các công thức (15), (16) và (17) thu được điều kiện gia tốc góc của chuyển động quay:

$$\beta_3 \leq \frac{g \cdot a}{r \cdot h} \quad (18)$$

Gia tốc góc yêu cầu của trục động cơ 3:

$$\beta_{dc3} \leq i_3 \cdot \beta_3 \quad (19)$$

Mô men yêu cầu của động cơ 3:

$$M_3 \leq J_3 \beta_{ac3} + M_{c3} \quad (20)$$

Trong đó: M_3 – Mô men phát lực của động cơ 3, N.m; J_3 – Mô men quán tính quy đổi về trục động cơ 3, kg.m^2 ; M_{c3} – Tổng mô men cản trên xích truyền động 3.

2.4.3 Xích tốc độ 2: Vận tốc lên xuống của palet

Vì sàn palet không rơi tự do, do đó tốc độ lên xuống v2 có thể điều chỉnh phù hợp tùy theo thiết kế để tăng năng suất vận tải, giảm thời gian chờ đợi, từ đó lựa chọn các thông số chuyển động đồng bộ.

3. KẾT LUẬN

Hệ thống gửi xe máy tự động đang trong quá trình thiết kế, chế tạo thử nghiệm nên các nghiên cứu về động học là vô cùng quan trọng. Bài báo đã nêu ra hoạt động chung và các yếu tố ảnh hưởng tới chuyển động khi làm việc của hệ thống gửi xe máy tự động nói chung và các chuyển động thành phần nói riêng. Đây là bước đầu trong việc nghiên cứu, thiết kế hoàn chỉnh hệ thống gửi xe máy thông minh. Kết quả của tính toán nêu trên, là cơ sở để xác định các tham số điều khiển các động cơ trong hệ thống, cũng như lựa chọn các chi tiết, phân tử trong các cơ cấu chuyển động. Trong thời gian tới, nhóm nghiên cứu tiếp tục phát triển mô hình mô phỏng nhằm khảo sát động lực học của hệ thống gửi xe máy tự động. ❖

Ngày nhận bài: 10/02/2020

Ngày phản biện: 22/02/2020

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Vietnamnet Online (2016); <https://vietnamnet.vn/vn/oto-xe-may/xe-may-tai-viet-nam-nhung-con-so-giat-minh-327440.html>.
- [2]. Nhân dân Online (2017); <http://nhandan.com.vn/hanoi/item/34018402-giai-phap-can-co-khac-phuc-tinh-trang-thieu-cho-do-xe.html>.
- [3]. *Design of Automatic Parking System for Two-Wheeler*. Gandhi, Maharshi. 2017, International Journal of Advance Engineering and Research, pp. 438-442.
- [4]. *Design and Implementation of Smart Car Parking System Using LabVIEW*. Ghosh, Samit Kumar and Natarajan, P B. 120, s.l.: International Journal of Pure and Applied Mathematics, 2018, Vol. 6.
- [5]. DAYANG.DAYANG. [Online] 2018. http://www.my-parking.com/PRODUCTS.html?gclid=Cj0KCQiAg_HhBRDNARIsAGHLV53QvJ2RW_x5JX XmmxDNgSy0gN62myXP2aD3ovIrDJaPIWhn3dqZchUaAvrwEALw_wcB.
- [6]. Đinh Gia Tường, Tạ Khánh Lâm; *Giáo trình nguyên lý máy*, s.l., NXB. Giáo dục.
- [7]. Yên, Nguyễn Văn; *Giáo trình chi tiết máy*, s.l., NXB. Giao thông Vận tải.