

## ẢNH HƯỞNG CỦA SAI SỐ CHẾ TẠO CƠ CẤU TAY QUAY CON TRƯỢT KÉP LÊN QUÁ TRÌNH ĐÓNG MỞ CỬA CABIN THANG MÁY

INFLUENCES OF THE MANUFACTURING ERRORS OF THE TWIN SLIDER-CRANK MECHANISM ON THE WORKING PROCESS OF THE ELEVATORS AUTOMATED OPENING CAR DOOR SYSTEM

**Trịnh Đồng Tính**

*Trường Đại học Bách khoa Hà Nội*

### TÓM TẮT

Cơ cấu tay quay con trượt kép trong hệ thống đóng mở cửa thang máy, loại cửa đóng mở tự động từ tâm (CO) có thể sử dụng hai dạng sơ đồ: sơ đồ chuẩn và sơ đồ lệch tâm. Đối với loại cửa CO, sử dụng sơ đồ chuẩn có nhiều ưu điểm hơn so với sơ đồ lệch tâm. Tuy nhiên, trong quá trình chế tạo và lắp đặt hệ thống đóng mở cửa, việc xuất hiện các sai số là không thể tránh được. Bài báo phân tích ảnh hưởng của sai số chế tạo và lắp đặt các bộ phận trong cơ cấu lên quá trình đóng mở cửa gồm sai lệch của vị trí thanh trượt so với tâm quay của cơ cấu, sai lệch giữa chiều dài các tay quay và sai số góc giữa các thanh tay quay so với phương trượt. Từ kết quả phân tích đánh giá mức độ ảnh hưởng của các sai số và đề xuất giải pháp khắc phục sai số của hệ thống đóng mở cửa.

### ABSTRACT

The "twin" slider-crank mechanism in the automated center opening car door system (CO) consists of two versions: the standard and the offset versions. For the CO car door system, the standard version is more useful than the offset one. However in the process of manufacturing and assembling of the car door system, it is impossible to avoid making some errors. This paper analyzes the influences of different manufacturing and installing errors of this mechanism on the behavior of the car doors in the working process including an offset distance of the sliders, a difference between length and an angular position error of two cranks. With the analyzing results estimates the influence rate of these errors and proposes the solution to adjust the errors of the opening car door system.

### I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cơ cấu tay quay con trượt là loại cơ cấu rất phổ biến. Cơ sở tính toán loại cơ cấu này đã được phát triển từ lâu [1,2,3]. Trong lĩnh vực thang máy, cơ cấu này được dùng trong hệ thống đóng mở cửa cabin. Với loại cửa 2 cánh đóng mở từ tâm, để 2 cánh đóng mở đồng thời, cơ cấu tay quay con trượt kép được sử dụng.

Hệ thống này được lắp trên cabin thang máy, gồm động cơ, các bộ truyền và cơ cấu tay quay con trượt kép liên kết với các xe con. Các cánh cửa được lắp treo vào các xe con. Các xe con này đóng vai trò con trượt dọc theo ray cố định trên tấm treo cửa [4]. Các sơ đồ chuẩn và sơ đồ lệch tâm của loại cơ cấu tay quay con trượt kép đã được phân tích và so sánh ưu nhược điểm. Kết quả cho thấy việc sử dụng sơ đồ tay quay con trượt chuẩn tỏ ra có nhiều ưu thế hơn so với sơ đồ lệch tâm [4]. Tuy nhiên, trong chế tạo và lắp đặt không thể tránh khỏi

các sai số. Bài báo này phân tích ảnh hưởng của các sai số hay gặp lên quá trình đóng mở cửa.

### II. CÁC SAI SỐ TRONG CHẾ TẠO VÀ LẮP ĐẶT CƠ CẤU TAY QUAY CON TRƯỢT KÉP

Trong bài báo này chỉ khảo sát cửa mở từ tâm, với chiều rộng cửa mở 800mm. Các sai số được khảo sát minh họa trên hình 1, bao gồm:

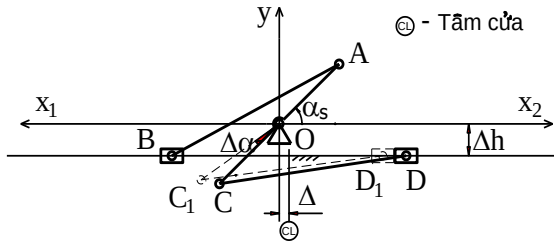
$\Delta h$  - độ lệch của thanh trượt so với tâm quay O;

$\Delta a$  - sai lệch giữa chiều dài các tay quay OA và OC;

$\Delta b$  - sai lệch giữa chiều dài các tay đòn AB và CD, với a là chiều dài tay quay OA, b - chiều dài tay đòn AB;

$\Delta \alpha$  - sai số góc giữa các thanh OA và OC so với phương trượt (tức là các điểm A, O và C không thẳng hàng).

Các sai lệch  $\Delta a$ ,  $\Delta b$  và  $\Delta \alpha$  làm cho các điểm C và D có vị trí tương ứng là  $C_1$  và  $D_1$  như trên hình 1.



Hình 1. Các sai số tay quay con trượt kép

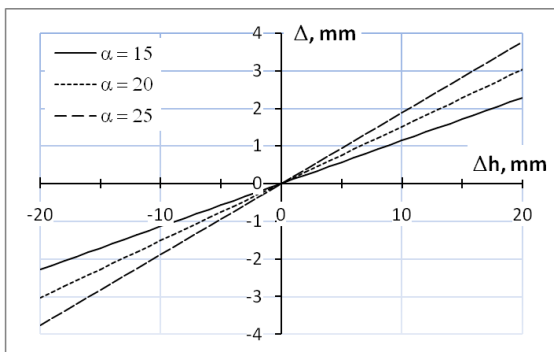
Trong các sai số này sai lệch chiều dài các tay đòn AB và CD có thể dễ dàng khắc phục bằng cách gia công đồng thời các lỗ lắp khớp quay A,B và C,D. Do vậy trong bài báo này sẽ không xét đến ảnh hưởng của sai số này.

### 2.1 Ảnh hưởng của độ lệch thanh trượt so với tâm quay của cơ cấu

Khi sử dụng cơ cấu tay quay con trượt lệch tâm, như đã trình bày trong [4], tâm của cabin cần được lắp lệch so với tâm quay một khoảng  $\Delta$ . Khoảng này được tính tùy theo góc ban đầu  $\alpha_s$  (trạng thái đóng cửa - hình 1) và để cửa đóng mở đúng cần đảm bảo  $\alpha_s + \alpha_e = 180^\circ$ , trong đó  $\alpha_e$  là góc tạo bởi tay đòn OA và trục  $Ox_2$  tương ứng với trạng thái mở cửa:

$$\Delta = 0,5 \cdot [\sqrt{b^2 - (h - a \cdot \sin \alpha_s)^2} - \sqrt{b^2 - (h + a \cdot \sin \alpha_s)^2}] \quad (1)$$

Trên hình 2 là đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa khoảng lệch  $\Delta$  này tùy theo sai số  $\Delta h$  với các góc ban đầu khác nhau. Chiều dài các tay đòn  $a = 210\text{mm}$ ,  $b = 480\text{mm}$ .



Hình 2. Ảnh hưởng của độ lệch tâm thanh trượt lên vị trí lắp tâm quay

Có thể dễ dàng nhận thấy rằng, với các góc ban đầu phổ biến và sai số  $\Delta h$  thực tế không thể quá lớn, khoảng sai lệch  $\Delta$  này không đáng kể so với chiều rộng cửa mở 800mm. Trong thực tế, việc điều chỉnh vị trí tâm quay được thực hiện dễ dàng bằng cách điều chỉnh toàn bộ hệ thống đầu cửa trên cabin thông qua các rãnh hạt đậu và mối ghép bulông.

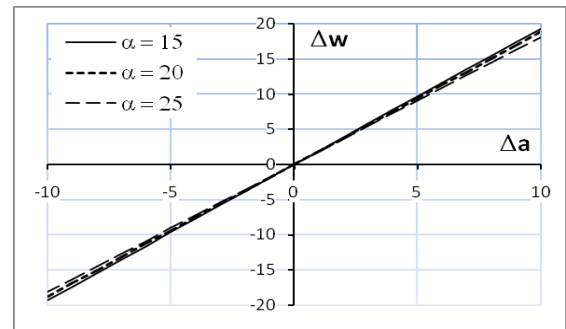
### 2.2 Ảnh hưởng của sai lệch chiều dài các tay quay

Chiều dài các tay quay có ảnh hưởng đến độ mở của các cánh cửa. Theo [4], trường hợp độ lệch tâm  $\Delta h = 0$  hoặc khi  $\alpha_e + \alpha_s = 180^\circ$ , độ rộng mở cửa của các cánh  $w_1$  và  $w_2$  được tính theo:

$$\begin{cases} w_1 = -a \cdot (\cos \alpha_e - \cos \alpha_s) \\ w_2 = -a \cdot (\cos \alpha_e - \cos \alpha_s) \end{cases}$$

hay

$$\begin{cases} w_1 = -a \cdot (\cos \alpha_e - \cos \alpha_s) \\ w_2 = -(a + \Delta a) \cdot (\cos \alpha_e - \cos \alpha_s) \end{cases} \quad (2)$$



Hình 3. Sai số  $\Delta a$  và độ rộng cửa mở

Hình 3 biểu thị mối quan hệ giữa sai số  $\Delta a$  và chênh lệch độ rộng mở cửa của hai cánh  $\Delta w = w_2 - w_1$  ứng với các góc ban đầu khác nhau. Để đơn giản chỉ xét trường hợp  $\alpha_s + \alpha_e = 180^\circ$  và chiều dài tay quay  $a = 210\text{mm}$ .

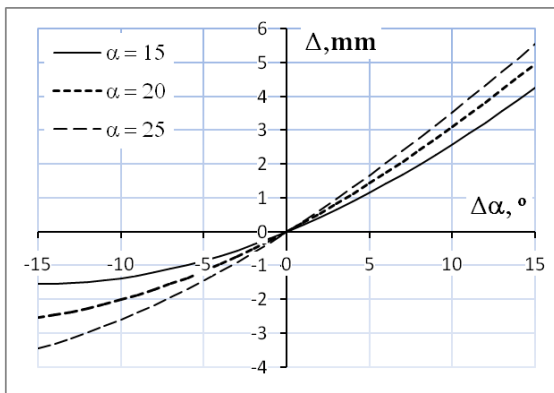
Có thể thấy rằng với góc ban đầu  $\alpha_s$  càng nhỏ sai lệch  $\Delta w$  càng lớn. Để độ lệch  $\Delta w$  nằm trong khoảng  $\pm 5$  cần điều chỉnh chiều dài các tay quay OA và OC không vượt quá sai lệch 2,5mm. Sai số này trong chế tạo và lắp đặt có thể đảm bảo được một cách dễ dàng. Tất nhiên để đảm bảo độ rộng cửa mở 800 cần điều chỉnh các góc  $\alpha_s$  và  $\alpha_e$  hợp lý [4].

### 2.3 Ảnh hưởng của sai lệch góc $\Delta\alpha$

Trường hợp các điểm A, O, C không thẳng hàng, điểm C trở thành điểm C1 với khoảng lệch góc  $\Delta\alpha$  (hình 1), để đảm bảo 2 cánh đóng hết cần lắp tâm quay lệch so với tâm cửa cabin một đoạn  $\Delta$ . Từ (1) và các quan hệ trong [4] dễ dàng suy ra công thức tính khoảng cách này:

$$\Delta = 0,5 \cdot [ \sqrt{b^2 - (h - a \cdot \sin \alpha_s)^2} - \sqrt{b^2 - (h + a \cdot \sin(\alpha_s + \Delta\alpha))^2} ] \quad (3)$$

Quan hệ giữa  $\Delta$  và  $\Delta\alpha$  cho trường hợp  $h=0$ ,  $a=210\text{mm}$ ,  $b=480\text{mm}$  với các góc  $\alpha_s$  khác nhau thể hiện trên hình 4.



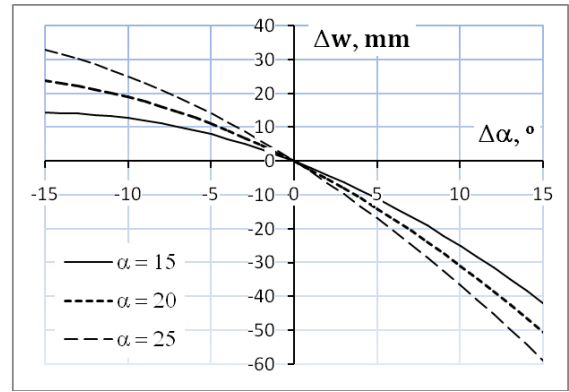
Hình 4. Ảnh hưởng của sai số góc  $\Delta\alpha$  lên vị trí lắp tâm quay

Rõ ràng vị trí tâm quay cũng không sai lệch nhiều. Với sai lệch khá lớn  $\Delta\alpha = 15^\circ$  độ lệch này cũng chỉ khoảng 5mm. Do vậy có thể sử dụng biện pháp điều chỉnh khi lắp đặt thông qua các rãnh hạt đậu tương tự như trường hợp con trượt lệch tâm.

Mặt khác, sai số  $\Delta\alpha$  cũng làm các cánh cửa có độ mở khác nhau. Từ công thức (9) [4], trường hợp  $\alpha_s + \alpha_e = 180^\circ$  độ rộng mở cửa các cánh có thể tính theo công thức:

$$\begin{cases} w_1 = 2a \cdot \cos(\alpha_s + \Delta\alpha) \\ w_2 = 2a \cdot \cos \alpha_s \end{cases} \quad (4)$$

Trên hình 5 là đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa sai số  $\Delta\alpha$  và chênh lệch độ rộng mở cửa của hai cánh  $\Delta w = w_2 - w_1$  ứng với các góc ban đầu khác nhau, xét trường hợp chiều dài tay quay  $a = 210\text{mm}$ .



Hình 5. Ảnh hưởng của sai số góc  $\Delta\alpha$  lên độ rộng cửa mở

Từ đồ thị trên có thể thấy rằng sai số này có ảnh hưởng rất lớn đến độ lệch mở cửa 2 cánh. Để độ lệch  $\Delta w$  nằm trong khoảng  $\pm 5\text{ mm}$  cần chế tạo và điều chỉnh sai lệch góc trong khoảng  $\Delta\alpha \leq \pm 2^\circ$ .

### III. KẾT LUẬN

Bài báo trình bày <sup>các</sup> khảo sát liên quan đến ảnh hưởng của các sai lệch chính trong chế tạo và lắp đặt cơ cấu đóng mở cửa thang máy kiểu CO, sử dụng cơ cấu tay quay con trượt kép. Các ví dụ chỉ trình bày cho trường hợp cửa mở 800mm với các tay đòn có kích thước nhất định, tuy nhiên các công thức có thể được sử dụng cho các trường hợp khác.

Trong các sai số khảo sát có thể thấy rằng sai số lệch góc (các điểm A, O và C không thẳng hàng) có ảnh hưởng lớn nhất đến sự hoạt động đúng của cửa 2 cánh mở từ tâm. Do vậy, trong quá trình chế tạo và lắp đặt cần đặc biệt chú ý tới việc khống chế sai số này. Ngoài việc làm các rãnh hạt đậu theo chiều dọc các thanh OA và OC để điều chỉnh kích thước tay quay (chiều dài a) tương ứng với độ rộng cửa mở yêu cầu, trên nan hoa đĩa xích nên làm các rãnh hạt đậu cong ít nhất ở một phía để điều chỉnh sai lệch góc.

Cơ cấu đóng mở cửa theo nguyên lý này đã được chế tạo và thử nghiệm thành công tại Trung tâm Máy nâng - Thang máy Bách Khoa, Hà Nội.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. *Đinh Gia Tường, Phan Văn Đồng, Tạ Khánh Lâm*; Nguyên lý máy; NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội 1996
2. *Tạ Ngọc Hải*; Bài tập Nguyên lý máy; NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội 2006
3. *Hamilton H. Mabie, Fred W. Ocvirk*; Mechanisms and Dynamics of Machinery; John Wiley & Sons, Inc., 1975
4. *Trịnh Đồng Tính*; Sử dụng cơ cấu tay quay con trượt kép trong hệ thống đóng mở cửa cabin thang máy; Số 69, Tạp chí Khoa học công nghệ các trường Đại học kỹ thuật năm 2009.

---

*Địa chỉ liên hệ:*     Trịnh Đồng Tính - Tel: 0904.274.984, Email: tdtinh-ddm@mail.hut.edu.vn  
                          Bộ môn Cơ sở Thiết kế máy và Robot, Khoa Cơ khí  
                          Trường Đại học Bách khoa Hà Nội