

Nghiên cứu ảnh hưởng của khe hở khớp và độ dài khâu đến sai số vị trí làm việc trong cơ cấu năm khâu bản lề

Influence of joint clearance and linkage dimension deviation on the working position accuracy of output linkage in five-bar mechanism

Nguyễn Văn Tuấn*, Nguyễn Xuân Chung, Hoàng Xuân Khoa

Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

**Email: tuannvck@hau.edu.vn*

Mobile: 0988523128

Tóm tắt

Từ khóa:

Cơ cấu năm khâu bản lề; Độ chính xác; Độ dài khâu; Khe hở khớp.

Độ chính xác của bộ phận công tác của máy móc thiết bị phụ thuộc vào dung sai chế tạo của các chi tiết máy tổ hợp nên hệ thống. Các bài toán tổng hợp cơ cấu thường lý tưởng hoá các khâu, khớp mà không tính đến sai số chế tạo khe hở khớp và độ dài khâu. Bài báo này sử dụng phương pháp giải tích để xác định ảnh hưởng của sai số khe hở khớp và độ dài khâu đến sai lệch vị trí làm việc của khâu đầu ra trong cơ cấu năm khâu bản lề.

Abstract

Keywords:

Accuracy; Clearances of joints; Deviation of linkages dimensions; Five-bar mechanism.

The accuracy of working parts depends on tolerance of elements of machine which construct the system. Mechanism synthesis often idealises linkages and joints without considering the clearances of joints and deviation of linkages dimensions. This paper proposes an analytical method to investigate the influence of joint clearance and linkage dimension deviation on the working position accuracy of output linkage in five-bar mechanism.

Ngày nhận bài: 21/7/2018

Ngày nhận bài sửa: 10/9/2018

Ngày chấp nhận đăng: 15/9/2018

1. GIỚI THIỆU

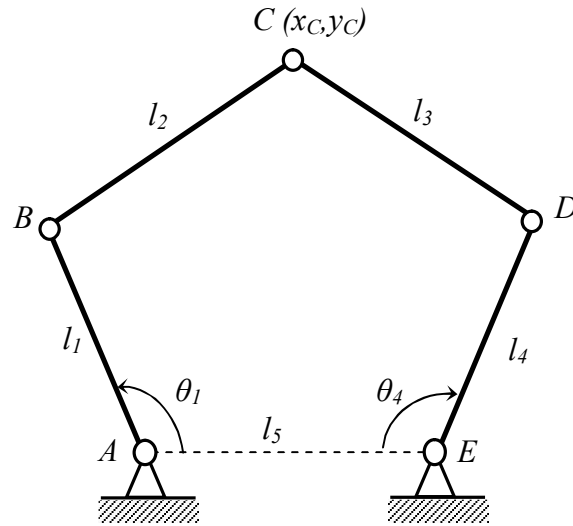
Độ tin cậy của máy móc thiết bị phụ thuộc phần lớn vào chất lượng chế tạo các chi tiết máy và chất lượng các mối ghép. Độ tin cậy của chuyển động của cơ cấu máy cũng tuân theo qui luật đó. Hiện có nhiều phương pháp giải bài toán ảnh hưởng của dung sai thành phần đối với khâu khép kín [1]. Bài báo này trình bày một phương pháp giải tích xác định ảnh hưởng của sai số kích thước của các khâu và sai số của mối ghép đến độ chính xác của vị trí làm việc của khâu công tác. Đây là hai yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến độ tin cậy của hệ thống cơ khí sử dụng các cơ cấu máy.

Đối tượng nghiên cứu trong bài báo này hướng tới một dạng cơ cấu đơn giản đặc trưng cho cơ cấu máy, ở đây là cơ cấu năm khâu bản lề phẳng. Sau khi giải quyết vấn đề được đặt ra với cơ cấu trên có thể áp dụng phương pháp này đối với bất kỳ cơ cấu phẳng khác. Cơ cấu năm khâu bản lề với hai bậc tự do gồm có bốn khâu động và một giá. Khi làm việc cần cho trước chuyển

động của đầu vào (thường là hai khâu nối giá) nhằm đạt được chuyển động đầu ra (quỹ đạo chuyển động của điểm C) [2]. Như vậy vấn đề cần giải quyết trong bài báo này là xét đến ảnh hưởng của chiều dài kích thước khâu, và khoảng cách khe hở khớp đến sai số vị trí của điểm C.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Ảnh hưởng của kích thước khâu đến sai số vị trí làm việc



Hình 1. Cơ cấu năm khâu bản lề

Bài toán: Cơ cấu năm khâu bản lề (hình 1) có 2 bậc tự do, đầu vào là góc quay của khâu 1 và khâu 4 (θ_1, θ_4), đầu ra là vị trí của điểm C. Yêu cầu xác định sai số do các khâu l_1, l_2, l_3, l_4, l_5 ảnh hưởng đến vị trí đầu ra (tức là điểm C) [3].

Phương pháp giải:

- *Bước 1:* Lập phương trình liên kết giữa đầu vào và đầu ra (góc quay của khâu 1, khâu 4 và vị trí điểm C).

$$\text{Vị trí điểm C } c_0 = (x \ y)^T$$

$$\text{Vị trí điểm B } b_0 = (l_1 \cos \theta_1 \ l_1 \sin \theta_1)^T$$

$$\text{Vị trí điểm D } d_0 = (l_4 \cos \theta_4 + l_5 \ l_4 \sin \theta_4)^T$$

Độ dài khâu 2 và khâu 3 được tính bởi:

$$\begin{cases} |c_0 - b_0| = l_2 \\ |c_0 - d_0| = l_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} (y - l_1 \sin \theta_1)^2 + (x - l_1 \cos \theta_1)^2 = l_2^2 \\ (y - l_4 \sin \theta_4)^2 + (x - l_4 \cos \theta_4 - l_5)^2 = l_3^2 \end{cases}$$

Ta có hai phương trình liên kết:

$$(y - l_1 \sin \theta_1)^2 + (x - l_1 \cos \theta_1)^2 = l_2^2 \quad (\text{hàm } f_1) \quad (1)$$

$$(y - l_4 \sin \theta_4)^2 + (x - l_4 \cos \theta_4 - l_5)^2 = l_3^2 \quad (\text{hàm } f_2) \quad (2)$$

- *Bước 2*: Giải bài toán động học ngược [4], cho trước vị trí của đầu ra C yêu cầu tìm θ_1, θ_4 . Cho $C(x_C, y_C)$, xác định θ_1, θ_4 bằng phương pháp lặp Newton - Raphson giải hai phương trình liên kết (1) và (2).

- *Bước 3*: Áp dụng khai triển Taylor bậc 1 cho các phương trình liên kết, hình thành nên các biến sai số $\Delta\theta, \Delta C, \Delta l, \dots$

Khai triển Taylor bậc 1 cho hai phương trình liên kết (1) và (2) ta có:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial \theta_1} & \frac{\partial f_1}{\partial \theta_2} \\ \frac{\partial f_2}{\partial \theta_1} & \frac{\partial f_2}{\partial \theta_2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta\theta_1 \\ \Delta\theta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial l_1} & \frac{\partial f_1}{\partial l_2} & \frac{\partial f_1}{\partial l_3} & \frac{\partial f_1}{\partial l_4} & \frac{\partial f_1}{\partial l_5} \\ \frac{\partial f_2}{\partial l_1} & \frac{\partial f_2}{\partial l_2} & \frac{\partial f_2}{\partial l_3} & \frac{\partial f_2}{\partial l_4} & \frac{\partial f_2}{\partial l_5} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta l_1 \\ \Delta l_2 \\ \Delta l_3 \\ \Delta l_4 \\ \Delta l_5 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{\partial f_1}{\partial x_C} & \frac{\partial f_1}{\partial y_C} \\ \frac{\partial f_2}{\partial x_C} & \frac{\partial f_2}{\partial y_C} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta x_C \\ \Delta y_C \end{bmatrix} = 0 \quad (3)$$

$$[A][\Delta C] = [B][\Delta l] + [C][\Delta\theta] \quad (4)$$

Trong đó:

$$[\Delta C] = [\Delta x_C \quad \Delta y_C]^T$$

$$[\Delta l] = [\Delta l_1 \quad \Delta l_2 \quad \Delta l_3 \quad \Delta l_4 \quad \Delta l_5]^T$$

$$[\Delta\theta] = [\Delta\theta_1 \quad \Delta\theta_2]^T$$

$$[A] = \begin{bmatrix} x - l_1 \cos \theta_1 & y - l_1 \sin \theta_1 \\ x - l_4 \cos \theta_4 - l_5 & y - l_4 \sin \theta_4 \end{bmatrix}$$

$$[B] = \begin{bmatrix} x \cos \theta_1 + y \sin \theta_1 - l_1 & l_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & l_3 & x \cos \theta_4 + y \sin \theta_4 - l_4 - l_5 \cos \theta_4 & x - l_4 \cos \theta_4 - l_5 \end{bmatrix}$$

$$[C] = \begin{bmatrix} y l_1 \cos \theta_1 - x l_1 \sin \theta_1 & 0 \\ x - l_4 \cos \theta_4 - l_5 & y - l_4 \sin \theta_4 \end{bmatrix}$$

- *Bước 4*: Không xét đến sai số của đầu vào θ_1, θ_4 , tìm mối quan hệ giữa sai số vị trí điểm C và sai số của khâu.

Không kể đến sai số đầu vào ta có: $\Delta\theta = 0$. Như vậy (4) trở thành:

$$[A][\Delta C] = [B][\Delta l]$$

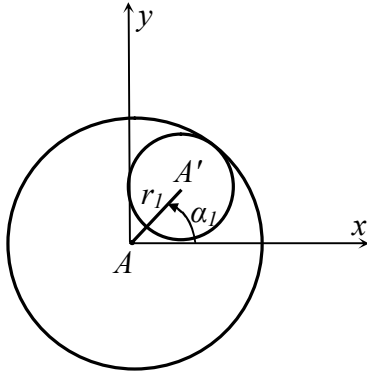
$$\Rightarrow [\Delta C] = [A]^{-1}[B][\Delta l] = [S][\Delta l]$$

Trong đó: $[S] = [A]^{-1}[B]$ được gọi là ma trận hệ số độ nhạy. Hệ số độ nhạy sẽ cho biết được mức độ ảnh hưởng của kích thước các khâu đến sai số vị trí đầu ra.

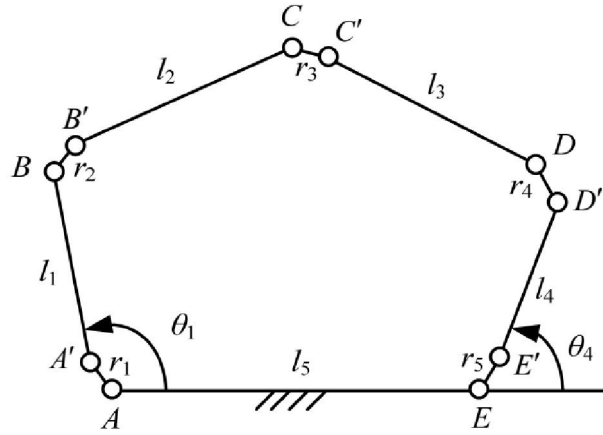
2.2. Ảnh hưởng của khe hở khớp đến sai số vị trí làm việc

Bài toán: Cơ cấu năm khâu bản lề (hình 1) có 2 bậc tự do, đầu vào là góc quay của khâu 1 và khâu 4 (θ_1, θ_4), đầu ra là vị trí của điểm C. Yêu cầu xác định ảnh hưởng của khe hở khớp đến sai số vị trí đầu ra (tức là điểm C).

Phương pháp giải: Giả thiết khe hở khớp được mô hình hóa như một khâu nhỏ, với chiều dài r_1 bằng một nửa của khe hở và vị trí của khe hở được xác định bởi góc α_1 (hình 2). Do vậy một cơ cấu năm khâu hai bậc tự do tương đương với một cơ cấu 10 khâu 7 bậc tự do (hình 3). Tính toán động học cho cơ cấu 10 khâu 7 bậc tự do khá phức tạp, nên báo cáo này chỉ xét đến ảnh hưởng của khe hở từng khớp riêng lẻ (tại A, B, C, D, E) đến sai số vị trí đầu ra của cơ cấu.



Hình 2. Khe hở khớp A



Hình 3. Cơ cấu phẳng tương đương

- Xét ảnh hưởng của khe hở khớp tại A đến sai số vị trí điểm C

Nếu chỉ tính đến khe hở khớp ở khớp A (hình 4) thì góc giữa khâu AE và A'B duy trì là θ_1 khi AA' quay quanh điểm A, vị trí của điểm C được xác định như sau:

$$c_1 = \begin{bmatrix} r_1 \cos \alpha_1 + l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos \beta_1 \\ r_1 \sin \alpha_1 + l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin \beta_1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Trong đó α_1 là góc vào của khâu AA' so với phương ngang. Góc β_1 là góc ra của khâu BC so với phương ngang và có thể giải bằng phương trình ràng buộc sau:

$$|c_1 - d_0| = l_3 \quad (6)$$

$$\beta_1 = 2 \tan^{-1} \left(\frac{-e_1 + \sqrt{e_1^2 - 4d_1 f_1}}{2d_1} \right) \quad (7)$$

Trong đó:

$$d_1 = \begin{cases} (l_1 \cos \theta_1 + r_1 \cos \alpha_1 - l_4 \cos \theta_4 - l_5)^2 + \\ (l_1 \sin \theta_1 + r_1 \sin \alpha_1 - l_4 \sin \theta_4)^2 + l_2^2 - l_3^2 \\ - 2(l_1 \cos \theta_1 + r_1 \cos \alpha_1 - l_4 \cos \theta_4 - l_5)l_2 \end{cases}; f_1 = \begin{cases} (l_1 \cos \theta_1 + r_1 \cos \alpha_1 - l_4 \cos \theta_4 - l_5)^2 + \\ (l_1 \sin \theta_1 + r_1 \sin \alpha_1 - l_4 \sin \theta_4)^2 + l_2^2 - l_3^2 \\ + 2(l_1 \cos \theta_1 + r_1 \cos \alpha_1 - l_4 \cos \theta_4 - l_5)l_2 \end{cases}$$

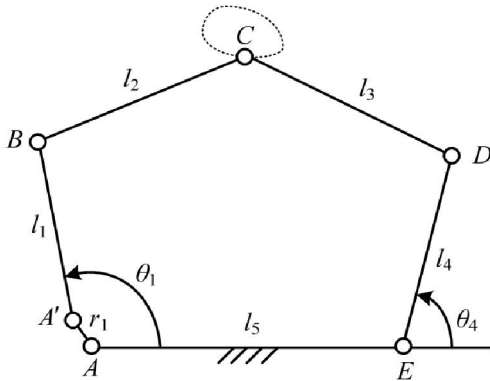
$$e_1 = 4(l_1 \sin \theta_1 + r_1 \sin \alpha_1 - l_4 \sin \theta_4)l_2$$

Với kết cấu danh nghĩa, vị trí điểm C cho trước là $c_0 = (x \ y)^T$, thì ảnh hưởng của khe hở khớp khớp tại khớp chủ động A đến sai số vị trí điểm C được tính như sau:

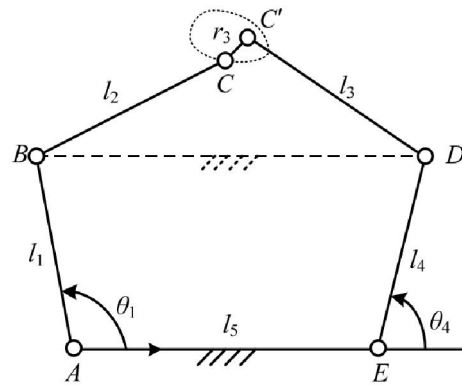
$$p_1 = c_1 - c_0 = \begin{pmatrix} l_1 \cos \theta_1 + r_1 \cos \alpha_1 + l_2 \cos \beta_1 - x \\ l_1 \sin \theta_1 + r_1 \sin \alpha_1 + l_2 \sin \beta_1 - y \end{pmatrix} \quad (8)$$

Ảnh hưởng của khe hở khớp tại khớp chủ động E đến sai số vị trí điểm C được tính tương tự.

- Xét ảnh hưởng của khe hở khớp tại C đến sai số vị trí điểm C



Hình 4. Ảnh hưởng của khe hở khớp chủ động A đến sai số vị trí điểm C



Hình 5. Ảnh hưởng của khe hở khớp bị động C đến sai số vị trí điểm C

Nếu chỉ tính đến khe hở khớp ở khớp C (hình 5), vị trí của điểm C' có thể được tính qua cơ cấu kép BCC'D như sau:

$$c_3 = \begin{bmatrix} l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos \beta_3 + r_3 \cos \alpha_3 \\ l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin \beta_3 + r_3 \sin \alpha_3 \end{bmatrix} \quad (9)$$

Trong đó α_3 là góc vào của khâu CC' so với phương ngang. Góc β_3 là góc ra của khâu BC so với phương ngang và có thể giải bằng phương trình ràng buộc sau:

$$|c_3 - d_0| = l_3 \quad (10)$$

Thay (10) vào (9) ta có: $\beta_3 = 2 \tan^{-1} \left(\frac{-e_3 + \sqrt{e_3^2 - 4d_3 f_3}}{2d_3} \right)$. Trong đó:

$$d_3 = \begin{Bmatrix} (l_1 \cos \theta_1 + r_3 \cos \alpha_3 - l_4 \cos \theta_4 - l_5)^2 + \\ (l_1 \sin \theta_1 + r_3 \sin \alpha_3 - l_4 \sin \theta_4)^2 + l_2^2 - l_3^2 \\ -2(l_1 \cos \theta_1 + r_3 \cos \alpha_3 - l_4 \cos \theta_4 - l_5)l_2 \end{Bmatrix}, f_3 = \begin{Bmatrix} (l_1 \cos \theta_1 + r_3 \cos \alpha_3 - l_4 \cos \theta_4 - l_5)^2 + \\ (l_1 \sin \theta_1 + r_3 \sin \alpha_3 - l_4 \sin \theta_4)^2 + l_2^2 - l_3^2 \\ + 2(l_1 \cos \theta_1 + r_3 \cos \alpha_3 - l_4 \cos \theta_4 - l_5)l_2 \end{Bmatrix}$$

$$e_3 = 4(l_1 \sin \theta_1 + r_3 \sin \alpha_3 - l_4 \sin \theta_4)l_2$$

Với kết cấu danh nghĩa, vị trí điểm C cho trước là $c_0 = (x \ y)^T$, thì ảnh hưởng của khe hở khớp tại khớp bị động C đến sai số vị trí điểm C được tính như sau:

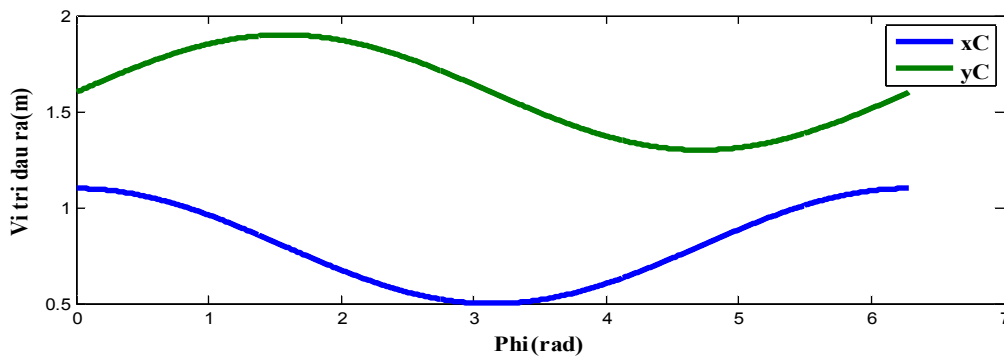
$$p_3 = c_3 - c_0 = \begin{pmatrix} l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos \beta_3 - x \\ l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin \beta_3 - y \end{pmatrix} \quad (11)$$

Ảnh hưởng của khe hở khớp tại khớp bị động B và D cũng được tính toán tương tự.

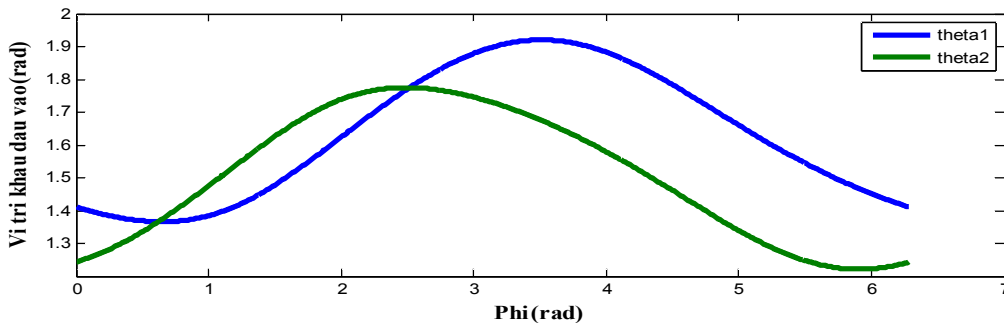
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Để đánh giá kết quả phương pháp, ta lấy một mô hình cơ cấu 5 khâu với chiều dài khâu và khe hở khớp được cho trước, từ đó tìm ra sự ảnh hưởng đối với sai số vị trí đầu ra. Cho cơ cấu 5 khâu với các thông số sau: $l_1 = l_4 = 1,2m; l_2 = l_3 = 1,0m; l_5 = 1,6m$. Khe hở khớp đối với từng loại khớp và kiểu lắp sẽ khác nhau, nhưng để dễ dàng tính toán ta lấy độ dài khe hở khớp tại khớp A, B, C, D, E là $r_i \ (i = 1..5) = 10\mu m$. Để tạo ra một quỹ đạo tròn thì tọa độ của điểm C có thể định

nghĩa bằng phương trình tham số sau với góc φ cho trước:
$$\begin{cases} x = 0.8 + 0.3 \cos \varphi \\ y = 1.6 + 0.3 \sin \varphi \end{cases}$$



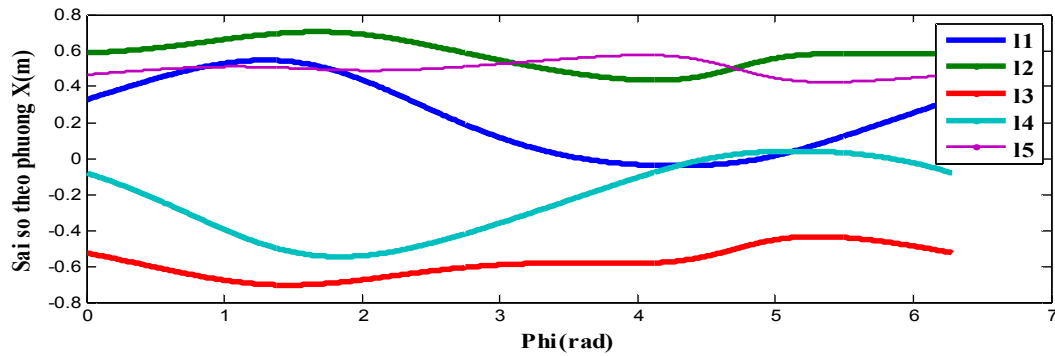
Hình 6. Quy luật chuyển động của đầu ra C



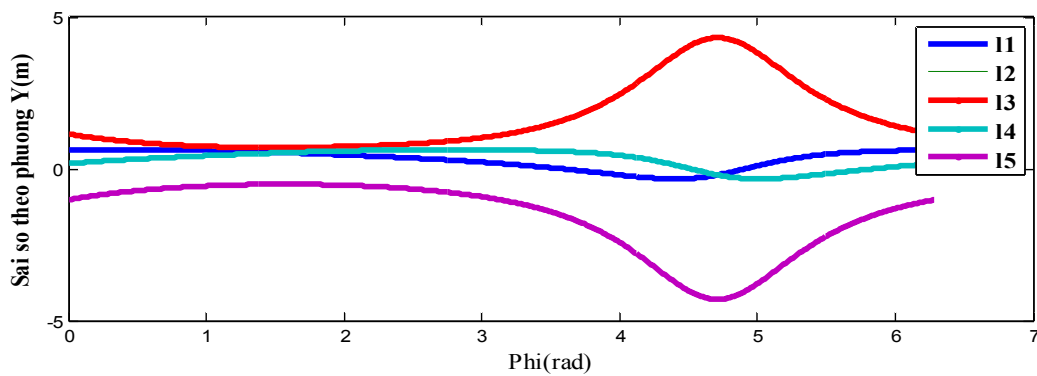
Hình 7. Quy luật chuyển động của hai khâu dẫn

3.1. Kết quả tính toán ảnh hưởng của kích thước khâu đến sai số vị trí đầu ra

Độ nhạy sai số:



Hình 8. Ảnh hưởng của kích thước khâu đến sai số vị trí đầu ra theo phương X



Hình 9. Ảnh hưởng của kích thước khâu đến sai số vị trí đầu ra theo phương Y

Bảng 1. Giá trị hệ số độ nhạy

l_i	$\text{Min}(S_{1i})$	$\text{Max}(S_{1i})$	$\text{Min}(S_{2i})$	$\text{Max}(S_{2i})$
1	-0,0407	0,5468	-0,3304	0,6288
2	0,4346	0,7046	0,7097	4,3227
3	-0,7046	-0,4346	0,7097	4,3227
4	-0,5468	0,0407	-0,3304	0,6288
5	0,4249	0,5751	-4,2937	-0,5054

Trong đó:

$\text{Min}(S_{1i})$: giá trị nhỏ nhất của hệ số độ nhạy do ảnh hưởng của kích thước khâu i theo phương x .

$\text{Max}(S_{1i})$: giá trị lớn nhất của hệ số độ nhạy do ảnh hưởng của kích thước khâu i theo phương x .

$\text{Min}(S_{2i})$: giá trị nhỏ nhất của hệ số độ nhạy do ảnh hưởng của kích thước khâu i theo phương y .

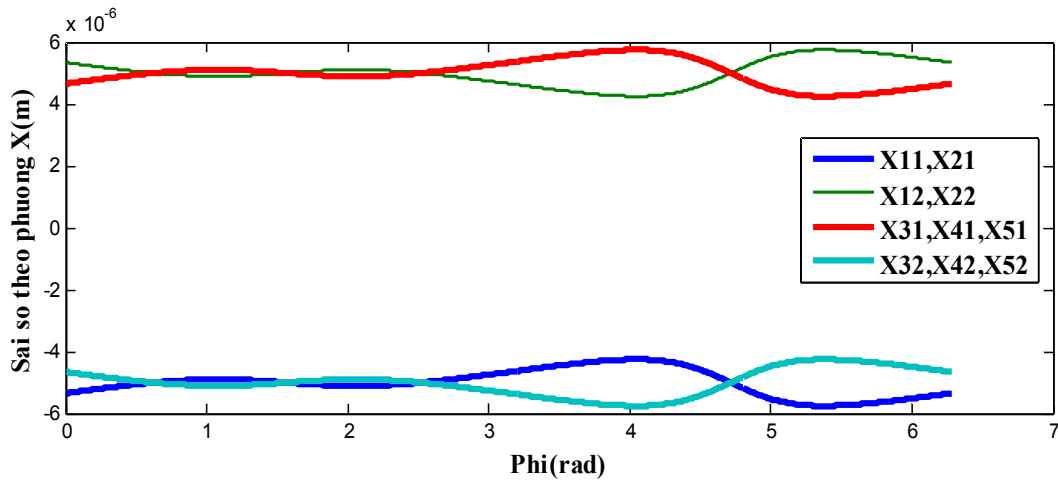
$\text{Max}(S_{2i})$: giá trị lớn nhất của hệ số độ nhạy do ảnh hưởng của kích thước khâu i theo phương y .

Nhận xét kết quả:

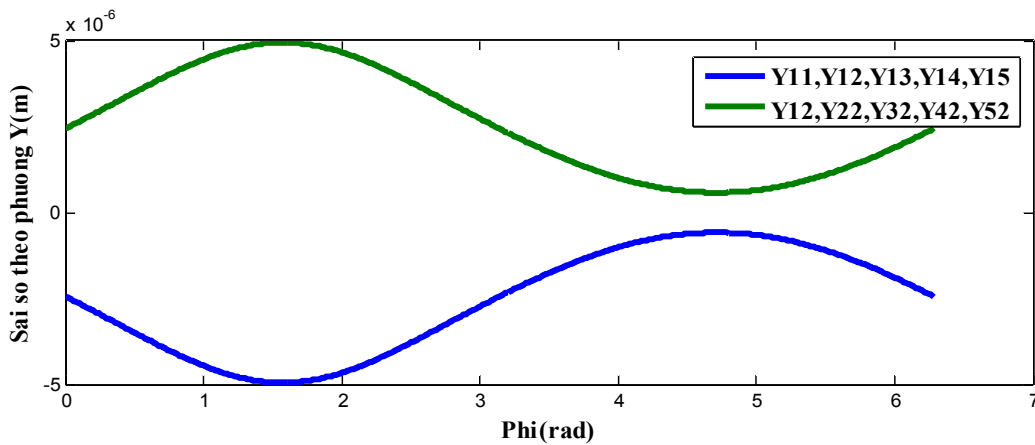
Từ kết quả tính toán trong các hình 8, hình 9 và bảng 1, có thể thấy được mức độ ảnh hưởng của chiều dài các khâu đến sai số vị trí làm việc theo hai phương thông qua sự thay đổi

của hệ số độ nhạy. Trong trường hợp cụ thể nêu trên, ảnh hưởng kích thước khâu 1 và khâu 4 đến sai số vị trí làm việc theo phương x là lớn nhất, ảnh hưởng của các khâu còn lại đến sai số vị trí làm việc theo phương y là rất lớn. Dựa vào kết quả nêu trên có thể kiểm soát được sai số vị trí làm việc thông qua việc chế tạo chính xác hơn các khâu có mức độ ảnh hưởng lớn đến sai số làm việc.

3.2. Kết quả tính toán ảnh hưởng của khe hở khớp đến sai số vị trí đầu ra



Hình 10. Ảnh hưởng của khe hở khớp đến sai số vị trí đầu ra theo phương X



Hình 11. Ảnh hưởng của khe hở khớp đến sai số vị trí đầu ra theo phương Y

Bảng 2. Giá trị sai số vị trí điểm C nhỏ nhất và lớn nhất (μm)

Khớp i	Min (x_{i1})	Max (x_{i1})	Min(x_{i2})	Max(x_{i2})
A	-5,7510	-4,2490	4,2491	5,7509
E	-5,7510	-4,2490	4,2491	5,7509
B	4,2490	5,7510	-5,7509	-4,2491
C	4,2490	5,7510	-5,7509	-4,2491
D	4,2490	5,7510	-5,7509	-4,2491

I_i	Min (y_{i1})	Max (y_{i1})	Min(y_{i2})	Max(y_{i2})
A	-4,2944	-5,0538	5,0538	4,2928
E	-4,2944	-5,0538	5,0538	4,2928
B	-4,2944	-5,0538	5,0538	4,2928
C	-4,2944	-5,0538	5,0538	4,2928
D	-4,2944	-5,0538	5,0538	4,2928

Sai số vị trí điểm C gây ra bởi khe hở khớp được xác định theo hai phương x và y , trong đó:

- x_{i1} là sai số vị trí điểm C nhỏ nhất theo phương x do khe hở khớp tại khớp i , tương ứng với góc vào $\alpha_i = 180^\circ$ (hình 2),

- x_{i2} là sai số vị trí điểm C lớn nhất theo phương x do khe hở khớp tại khớp i , tương ứng với góc vào $\alpha_i = 0^\circ$,

- y_{i1} là sai số vị trí điểm C nhỏ nhất theo phương y do khe hở khớp tại khớp i , tương ứng với góc vào $\alpha_i = 90^\circ$,

- y_{i2} là sai số vị trí điểm C lớn nhất theo phương y do khe hở khớp tại khớp i , tương ứng với góc vào $\alpha_i = 270^\circ$,

Nhận xét kết quả:

Do vai trò làm việc của các khớp tại A và E là như nhau nên ảnh hưởng đến sai số vị trí là như nhau, Điều này tương tự với các khớp tại B, C và D, Kết quả sai số tại đồ thị hình 10 và bảng 1 cho thấy mức độ ảnh hưởng của khe hở khớp tại tất cả các khớp đến sai số vị trí làm việc gần như giống nhau, Giai đoạn làm việc ban đầu của điểm C ứng với góc φ thay đổi từ $1 \leq \varphi \leq 3$ (rad), các khe hở khớp gây ra sai số lớn nhất, Giai đoạn ứng với góc φ thay đổi từ $4 \leq \varphi \leq 5$ ảnh hưởng rất nhỏ, Điều này có ý nghĩa quan trọng trong việc chọn hành trình làm việc ít sai số nhất, đạt được hiệu quả cao,

4, KẾT LUẬN

Độ chính xác động học của vị trí làm việc trong cơ cấu năm khâu bản lề chịu ảnh hưởng của dung sai kích thước khâu và khe hở mỗi ghép của các khớp động, Phương pháp xác định ảnh hưởng của dung sai khâu và khe hở khớp trong bài báo này là phương pháp giải tích, Qua đồ thị hoặc qua số liệu tính toán ở bảng, ta có thể xác định sai số tại vị trí bất kỳ trong chu kỳ làm việc của cơ cấu, Từ đó xác định được độ chính xác động học cơ cấu, Thông qua các giá trị độ nhạy và sai số vị trí, có thể xác định được khâu hoặc khớp gây ảnh hưởng lớn nhất đến sai số của các vị trí chấp hành, từ đó đưa ra các giải pháp chế tạo tối ưu, Phương pháp có thể được áp dụng với các cơ cấu phẳng khác, đặc biệt là trong các cơ cấu làm việc đòi hỏi độ chính xác cao, nhằm nâng cao độ tin cậy khi làm việc,

LỜI CẢM ƠN

Nhóm tác giả cảm ơn sự hỗ trợ của Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội trong nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Tirupathi R, Chandrupatla., 2009, *Quality and Reliability in Engineering*, Cambridge University Press,
- [2]. Robert L, Norton., 1992, *An instruction to the synthesis and analysis of mechanism and machines*, Worcester, Massachusetts,
- [3]. Đinh Gia Tường, Trần Doãn Tiến, Nguyễn Xuân Lạc, 1972, *Nguyên lý máy*, NXB Đại học và trung học chuyên nghiệp, Hà Nội,
- [4]. Nguyễn Văn Khang, 2006, *Động lực học hệ nhiều vật*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội,