

ỨNG DỤNG PHẦN MỀM GEOGEBRA TRONG PHÂN TÍCH ĐỘNG HỌC CƠ CẤU SÀNG TÀI LẮC

APPLYING GEOGEBRA TO ANALYZE KINEMATICS OF SIEVE SHAKERS

Nguyễn Thị Thanh Vi¹

¹Trường Cao đẳng Công nghệ - Đại học Đà Nẵng; vinguyen247@gmail.com

Tóm tắt - Sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ thông tin làm thay đổi hàng loạt các hoạt động trong đời sống xã hội ... trong đó có giáo dục. Hiện nay, việc ứng dụng công nghệ thông tin trong dạy học không còn là vấn đề mới. Mục đích của nghiên cứu này là ứng dụng phần mềm Geogebra, một phần mềm toán học kết hợp hình học, đại số và vi tích phân để phân tích động học cơ cấu sàng tài lắc. Các kết quả của bài toán động học đã được xác định bao gồm: quỹ đạo các điểm của cơ cấu, bài toán vận tốc và bài toán gia tốc của các điểm đó. Việc sử dụng phần mềm Geogebra đã cho được một kết quả nhanh chóng và chính xác. Bên cạnh đó, việc ứng dụng này cũng cho phép sinh viên có thể hiểu được cơ chế hoạt động của cơ cấu một cách trực quan hơn.

Từ khóa - Geogebra; toán học; hình học động; cơ cấu sàng tài lắc; phân tích động học.

Abstract - Nowadays, the rapid development of information technology has greatly affected daily activities in our life. Using technology in teaching and learning has become necessary and important. This research aims to apply Geogebra, a mathematical software that combines geometry, algebra and computation to analyze the kinematics of a sieve shaker. Our tests have shown that Geogebra can verify the trajectory of the points of the mechanism as well as the velocity and acceleration problems of those points. In addition to Geogebra giving us quick and accurate results, the application also enables students to better understand the structure of sieve shakers.

Key words - Geogebra; mathematics; dynamic geometry; sieve shakers; kinematic analysis.

1. Đặt vấn đề

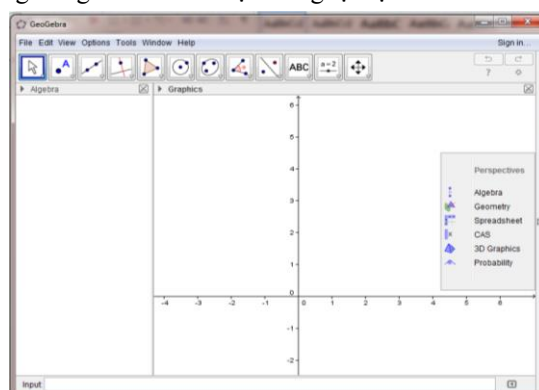
Cho đến nay đã có nhiều phương pháp phân tích động học cơ cấu như phương pháp vẽ [1], [2], phương pháp đồ thị [3], phương pháp giải tích hay phương pháp số [1], [2], [4]. Tuy nhiên, nếu áp dụng những phương pháp này thì việc giải những bài toán trên sẽ rất phức tạp vì cần thực hiện một khối lượng lớn các phép tính toán, việc xây dựng các đồ thị cũng vô cùng khó khăn nếu không có sự trợ giúp của máy tính. Ngày nay, với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ thông tin, nhiều phần mềm ra đời tạo điều kiện thuận lợi cho việc phân tích động học cơ cấu một cách dễ dàng, nhanh chóng và hiệu quả hơn.

Trong những nghiên cứu trước đây, phần mềm Geogebra đã được ứng dụng để phân tích động học các cơ cấu phẳng toàn khớp thấp, bao gồm các cơ cấu điển hình như cơ cấu bốn khâu bản lề, cơ cấu tay quay - con trượt và cơ cấu culit. Những kết quả trong nghiên cứu này bước đầu đã xây dựng được mô phỏng và phân tích động học của các cơ cấu kể trên. Tuy nhiên, việc phân tích này chỉ dừng lại ở chỗ ứng dụng cho những cơ cấu đơn giản. Trong nghiên cứu đề cập ở bài báo này, tác giả đã tiến hành phân tích động học trên cơ cấu sàng tài lắc là tổ hợp của 2 cơ cấu gồm cơ cấu 4 khâu bản lề và cơ cấu tay quay con trượt. Việc phân tích động học cho cơ cấu này rất cần thiết bởi từ phân tích này người ta có thể xác định được quy luật chuyển động của các khâu trong cơ cấu, cũng như để tính công suất và động năng của máy. Thêm vào đó, những nghiên cứu này cũng có thể dùng để tiếp tục phát triển thành một hệ thống các nghiên cứu về các cơ cấu khác, từ đơn giản đến phức tạp, góp phần tạo nên thư viện cơ cấu để sử dụng trong tương lai.

Việc giải bài toán phân tích động học cơ cấu sàng tài lắc trong nghiên cứu này được trình bày bằng việc sử dụng phần mềm Geogebra, góp phần giải các bài toán trên bằng phương pháp họa đồ véc-tơ. Phương pháp này rất dễ tiếp cận, kết quả minh họa dưới dạng véc-tơ nên rất trực quan.

1.1. Giới thiệu phần mềm Geogebra [5]

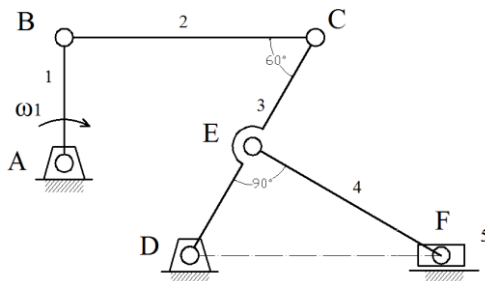
Geogebra là một phần mềm toán học kết hợp hình học, đại số và vi tích phân. Chương trình được phát triển cho việc dạy toán tại các trường học bởi Markus Hohenwarter, Đại học Linz, Áo. Một mặt, Geogebra là một hệ thống hình học động, cho phép dựng hình theo điểm, véc-tơ, đoạn thẳng, đường thẳng, đường conic, cũng như đồ thị hàm số và có thể thay đổi chúng về sau. Mặt khác, chương trình và tọa độ có thể được nhập vào trực tiếp. Do đó, Geogebra có thể làm việc với nhiều loại biến số như số, véc-tơ, điểm; tìm đạo hàm, tích phân của hàm số và cung cấp các lệnh như Nghiệm hoặc Cực trị. Có 2 chế độ hiển thị đặc trưng trong Geogebra: một biểu thức trong cửa sổ đại số tương đương với một đối tượng trong cửa sổ hình học và ngược lại.



Hình 1. Giao diện phần mềm Geogebra

1.2. Phương pháp nghiên cứu

Trong nghiên cứu này, tác giả giới thiệu ứng dụng phần mềm cho cơ cấu sàng tài lắc. Bài toán phân tích động học cơ cấu này bao gồm bài toán vị trí, bài toán vận tốc và bài toán gia tốc của cơ cấu, và sẽ giải những bài toán này bằng phương pháp họa đồ véc-tơ dựa trên phần mềm Geogebra. Dưới đây là lược đồ của cơ cấu sàng tài lắc (Hình 2).



Hình 2. Lược đồ cơ cấu sàng tải lắc

Cơ cấu sàng tải lắc là tổ hợp của 2 cơ cấu gồm cơ cấu 4 khâu bản lề và cơ cấu tay quay con trượt.

Vừa sàng: vật liệu nhỏ lọt qua sàng.

Vừa lắc: vật liệu lớn nhảy dần từ trái qua phải.

- Kích thước các khâu: $l_{AB} = \frac{l_{BC}}{2} = \frac{l_{CD}}{2} = 0,4 \text{ m}$

- Tay quay AB quay đều theo chiều kim đồng hồ với vận tốc góc $\omega_1 = 10 \text{ rad/s}$;

- Vị trí khâu dẫn: $\varphi_1 = 90^\circ$.

1.2.1. Bài toán vị trí

Bài toán vị trí xác định quỹ đạo của các điểm thuộc khâu. Ở phương pháp họa đồ véc-tơ là các phép dựng hình đơn giản [3], [4].

1.2.2. Bài toán vận tốc

Để giải bài toán vận tốc cho cơ cấu này, chúng ta lập 2 phương trình vận tốc cho tổ hợp của cơ cấu gồm cơ cấu bốn khâu bản lề (ABCD) và cơ cấu tay quay con trượt (DEF).

a) Cơ cấu bốn khâu bản lề (ABCD)

Phương trình vận tốc của điểm C:

Vì B, C thuộc khâu 2 có chuyển động song phẳng nên:

$$\vec{V}_C = \vec{V}_B + \vec{V}_{C/B} \quad (1)$$

Vận tốc $\vec{V}_B$ có phương vuông góc AB.

Độ lớn: $V_B = \omega_1 \cdot l_{AB}$.

Vận tốc $\vec{V}_{C/B}$ là vận tốc tương đối của điểm C quay quanh điểm B, có $\vec{V}_{C/B}$ vuông góc BC và $V_{C/B} = \omega_2 \cdot l_{BC}$.

Vận tốc $\vec{V}_C$ là vận tốc tuyệt đối của điểm C quay quanh điểm D có $\vec{V}_C$ vuông góc CD và $V_C = \omega_3 \cdot l_{CD}$.

b) Cơ cấu tay quay con trượt (DEF)

Phương trình vận tốc của điểm F:

Vì E, F thuộc khâu có chuyển động song phẳng nên:

$$\vec{V}_F = \vec{V}_E + \vec{V}_{F/E} \quad (2)$$

Vận tốc $\vec{V}_E$ có phương vuông góc CD.

Độ lớn: $V_E = \frac{V_C}{2}$

Vận tốc $\vec{V}_{F/E}$ là vận tốc tương đối của điểm F quay quanh điểm E, có $\vec{V}_{F/E}$ vuông góc EF và $V_{F/E} = \omega_4 \cdot l_{EF}$.

Vận tốc $\vec{V}_F$ là vận tốc trượt của con trượt F.

Hai phương trình (1) và (2) sẽ được giải bằng phương pháp họa đồ véc-tơ [3].

1.2.3. Bài toán gia tốc

Giải sử bài toán vận tốc đã giải xong.

a) Cơ cấu bốn khâu bản lề (ABCD)

Phương trình gia tốc đối với điểm C:

$$\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}_{C/B} \quad (3)$$

Khâu 3 có C quay quanh điểm D, khâu 2 có C quay quanh điểm B, gia tốc $\vec{a}_C$ và $\vec{a}_{C/B}$ được phân làm 2 thành phần là gia tốc pháp tuyến (hướng tâm) và gia tốc tiếp tuyến.

$$\vec{a}_C = \vec{a}_C^n + \vec{a}_C^t, \vec{a}_{C/B} = \vec{a}_{C/B}^n + \vec{a}_{C/B}^t$$

$$\text{Vậy: } \vec{a}_C^n + \vec{a}_C^t = \vec{a}_B^n + \vec{a}_{C/B}^n + \vec{a}_{C/B}^t$$

Khâu 1 quay đều quanh tâm A nên gia tốc $\vec{a}_B^n$ của điểm B hướng từ B về A và $a_B^n = \omega_1^2 \cdot l_{AB}$.

$\vec{a}_{C/B}$ là gia tốc tương đối của điểm C đối với điểm B.

$\vec{a}_{C/B}^n$ là thành phần pháp tuyến của $\vec{a}_{C/B}$.

$a_{C/B}^n = \omega_2^2 \cdot l_{BC}$ và $\vec{a}_{C/B}^n$ hướng từ C về B.

$\vec{a}_{C/B}^t$ là thành phần tiếp tuyến của $\vec{a}_{C/B}$, $a_{C/B}^t = \varepsilon_2 \cdot l_{BC}$ và $\vec{a}_{C/B}^t$ vuông góc BC (1 lần số).

Mặt khác, ta có:

$\vec{a}_C^n$ là thành phần pháp tuyến của $\vec{a}_C$.

$a_C^n = \omega_3^2 \cdot l_{CD}$ và $\vec{a}_C^n$ hướng từ C về D.

$\vec{a}_C^t$ là thành phần tiếp tuyến của $\vec{a}_C$.

$a_C^t = \varepsilon_3 \cdot l_{CD}$ và $\vec{a}_C^t$ vuông góc CD (1 lần số).

c) Cơ cấu tay quay con trượt (DEF)

Phương trình gia tốc đối với điểm F:

$$\vec{a}_F = \vec{a}_E + \vec{a}_{F/E} \quad (4)$$

$\vec{a}_E$ là gia tốc của điểm E, có độ lớn $a_E = \frac{a_C}{2}$.

$\vec{a}_{F/E}$ thuộc khâu 4 có F quay quanh điểm E nên gia tốc $\vec{a}_{F/E}$ được phân làm 2 thành phần là gia tốc pháp tuyến (hướng tâm) và gia tốc tiếp tuyến:

$$\vec{a}_{F/E} = \vec{a}_{F/E}^n + \vec{a}_{F/E}^t$$

$\vec{a}_{F/E}^n$ là thành phần pháp tuyến của $\vec{a}_{F/E}$.

$a_{F/E}^n = \omega_4^2 \cdot l_{EF}$ và $\vec{a}_{F/E}^n$ hướng từ F về E.

$\vec{a}_{F/E}^t$ là thành phần tiếp tuyến của $\vec{a}_{F/E}$.

$a_{F/E}^t = \varepsilon_4 \cdot l_{EF}$ và $\vec{a}_{F/E}^t$ vuông góc EF (1 lần số).

$\vec{a}_F$ là Gia tốc của điểm F, có phương song song phương trượt (1 lần số).

Hai phương trình (3) và (4) sẽ được giải bằng phương pháp họa đồ véc-tơ [3].

2. Sử dụng phần mềm Geogebra

Bước đầu tiên, chúng ta cần phải xây dựng cơ cấu dưới dạng lược đồ.

Cơ cấu sàng tải lắc được xác định với các kích thước động của các khâu và một thông số đầu vào là góc quay của khâu dẫn 1 là $\varphi_1 = 90^\circ$, với các kích thước động cụ thể:

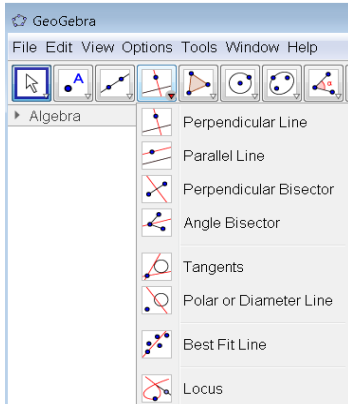
$$l_{AB} = \frac{l_{BC}}{2} = \frac{l_{CD}}{2} = 0,4 \text{ m}$$

Để xây dựng cơ cấu này, người ta sử dụng thanh công cụ (Hình 3) mà dùng để thực hiện hầu hết các thao tác dựng hình như: điểm, đường thẳng, đa giác, đường tròn,...



Hình 3. Thanh công cụ

Sau khi đã dựng hình lược đồ cơ cấu với các thông số như đã cho, chúng ta sẽ tiến hành phân tích động học cơ cấu đó. Bài toán phân tích động học này sẽ được giải bằng phương pháp họa đồ véc-tơ, sử dụng các công cụ vẽ đường thẳng đặc biệt trong hình vẽ dưới đây (Hình 4) để phân tích, bao gồm: Locus (xác định quỹ đạo của điểm), công cụ vẽ đường thẳng song song và đường thẳng vuông góc (xác định vận tốc và gia tốc của khâu).



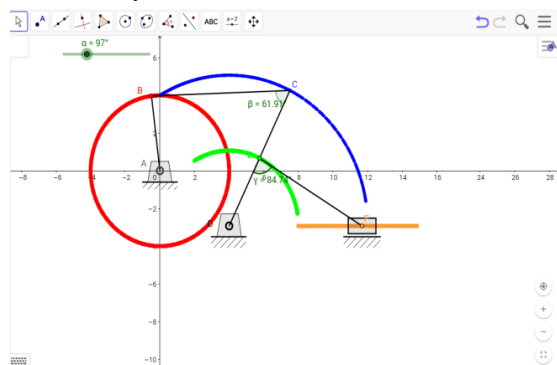
Hình 4. Công cụ vẽ đường thẳng đặc biệt

3. Kết quả nghiên cứu

Việc sử dụng phần mềm Geogebra đã cho được một kết quả nhanh chóng và chính xác. Việc xây dựng cơ cấu được thực hiện một cách dễ dàng nhờ vào quan hệ hình học giữa các đối tượng. Bài toán vị trí xác định quỹ đạo của các điểm thuộc các khâu trên cơ cấu. Bài toán vận tốc dùng để xác định vận tốc của các điểm trên các khâu bị dẫn và bài toán gia tốc dùng để xác định gia tốc của các điểm trên các khâu bị dẫn.

Ứng dụng phần mềm Geogebra để phân tích động học cơ cấu sàng tải lắc cho ta các kết quả như dưới đây:

3.1. Bài toán vị trí



Hình 5. Bài toán vị trí cơ cấu sàng tải lắc

Sau khi đã dựng hình cơ cấu một cách hoàn chỉnh, cho khâu dẫn quay với vận tốc góc không đổi bằng 10 (rad/s), sử dụng lệnh Locus trong phần mềm Geogebra, quỹ đạo của các điểm được thể hiện như trên hình vẽ (Hình 5).

Khâu dẫn (AB) chuyển động quay quanh tâm A, khâu BC có chuyển động song phẳng, khâu CD có chuyển động

quay không toàn vòng (lắc qua lắc lại) và con trượt (F) có chuyển động tịnh tiến.

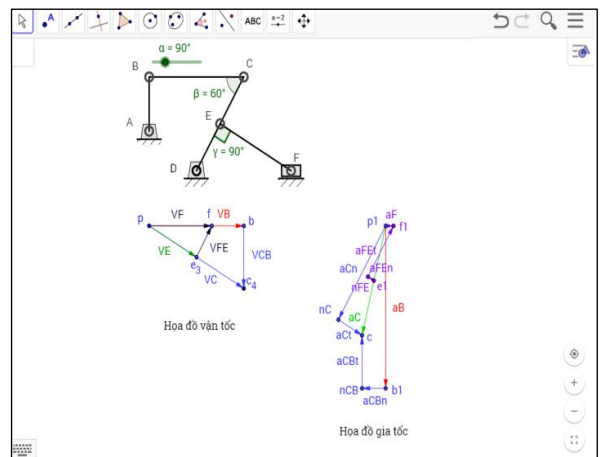
3.2. Bài toán vận tốc và gia tốc

Bằng việc khai báo các thông số cần thiết, việc xác định các véc-tơ vận tốc và gia tốc được thể hiện trên Hình 6.

Cơ cấu sàng tải lắc đang xét tại vị trí AB vuông góc BC và $\widehat{BCD} = 60^\circ$. Kích thước động các khâu cụ thể như sau: $l_{AB} = \frac{l_{BC}}{2} = \frac{l_{CD}}{2} = 0,4m$. Giải bài toán bằng phương pháp họa đồ, ứng dụng phần mềm Geogebra cho kết quả nhanh chóng và chính xác hơn. Các kết quả này dễ dàng thu được bằng việc sử dụng công cụ tính toán sẵn có trong phần mềm Geogebra với:

Giá trị vận tốc thu được: $V_C = 4,62 (m/s)$, $V_{C/B} = 2,31 (m/s)$, $V_F = 2,65 (m/s)$ và $V_{F/E} = 1,325 (m/s)$.

Giá trị gia tốc thu được: $a_C^t = 7,7 (m/s^2)$, $a_{C/B}^t = 13,07 (m/s^2)$, $a_{F/E}^t = 14,33 (m/s^2)$ và $a_F = 2,233 (m/s^2)$.



Hình 6. Bài toán vận tốc và gia tốc cơ cấu sàng tải lắc

4. Kết luận

Việc giải bài toán phân tích động học của cơ cấu, máy là rất quan trọng cho việc thiết kế máy. Bài toán phân tích động học cơ cấu bao gồm: bài toán vị trí, bài toán vận tốc và bài toán gia tốc. Trong nghiên cứu này trình bày ứng dụng phần mềm Geogebra để giải bài toán động học cơ cấu sàng tải lắc. Bài toán vị trí, vận tốc và gia tốc đã được xác định một cách nhanh chóng và chính xác so với giá trị tính toán lý thuyết. Bên cạnh đó, phần mềm Geogebra còn cho phép tạo các đối tượng động nhằm mô phỏng cơ cấu chuyển động, từ đó giúp sinh viên có cái nhìn trực quan hơn về hoạt động của cơ cấu. Việc áp dụng phương pháp phân tích động học như trên có ý nghĩa lớn trong tính toán thiết kế cũng như giảng dạy tại các trường kỹ thuật.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đinh Gia Tường, Tạ Khánh Lâm, *Nguyên lý máy*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1999.
- [2] Lại Khắc Liễm, *Cơ học máy*, NXB Đại học Quốc gia, 2010.
- [3] Lê Cung, *Giáo trình Nguyên lý máy*, Tài liệu lưu hành nội bộ, 2006.
- [4] Norton, R., *Design of Machinery: An Introduction to the Synthesis and Analysis of Mechanisms and Machines*, McGraw-Hill, New York, 1999.
- [5] www.geogebra.org.com