

BÀI TẬP LỚN NGUYÊN LÝ MÁY

__MÁY BÀO LOẠI 3- PHƯƠNG ÁN 3__

LỜI NÓI ĐẦU

Đất nước ta đang trên con đường công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước theo chủ nghĩa xã hội. Trong đó ngành công nghiệp đóng một vai trò hết sức quan trọng. Các hệ thống máy móc ngày càng trở nên phổ biến, hiện đại và dần dần thay thế sức lao động của con người. Để tạo ra và làm chủ các loại máy móc như thế ngành cơ khí cần đẩy mạnh đào tạo đội ngũ cán bộ kỹ thuật có trình độ chuyên môn cao đồng thời phải đáp ứng được yêu cầu của công nghệ sản xuất tiên tiến.

Nhằm thực hiện mục tiêu đó, chúng em là sinh viên trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên nói riêng và những sinh viên trường ĐHKT nói chung luôn cố gắng học tập và rèn luyện để sau khi ra trường với những kiến thức đã được học chúng em có thể góp một phần sức lực, trí tuệ của mình vào công cuộc đổi mới đất nước.

Môn học nguyên lý máy là một trong những môn học cơ sở không thể thiếu được đối với các ngành kỹ thuật, vì thế làm bài tập lớn nguyên lý máy là công việc rất quan trọng và cần thiết để chúng em hiểu sâu, hiểu rộng những kiến thức đã được học ở cả lý thuyết lẫn thực tiễn, tạo tiền đề cho những môn học sau này.

Bài tập lớn của em được thầy giáo, PGS.TS.Phan Quang Thế giao cho là MÁY BÀO LOẠI 3- phương án 3. Với những kiến thức đã học cùng với sự giúp đỡ tận tình của các thầy cô trong bộ môn, sự đóng góp, trao đổi của bạn bè em đã hoàn thành bài tập lớn này. Nhưng do đây là lần đầu tiên làm bài tập lớn nên không tránh khỏi những thiếu sót. Em rất mong được sự góp ý của các thầy cô để bài tập lớn của em được hoàn thiện hơn. Cuối cùng em xin chân thành cảm ơn sự giúp đỡ của các thầy cô giáo trong bộ môn Kỹ thuật cơ khí, đặc biệt là thầy giáo Phan Quang Thế.

Sinh viên

Phan Thị Phương Thảo

I. Tính bậc tự do- Xếp loại cơ cấu chính:

1.1. Bậc tự do:

Áp dụng công thức: $W = 3n - (2P_5 + P_4) + r + r' - S$

Trong cơ cấu này:

n: Số khâu động, $n=5$

P5: Số khớp loại 5, $P_5=7$

P4: Số khớp loại 4, $P_4=0$

r: Số ràng buộc trùng, $r=0$

r': Số ràng buộc thừa, $r'=0$

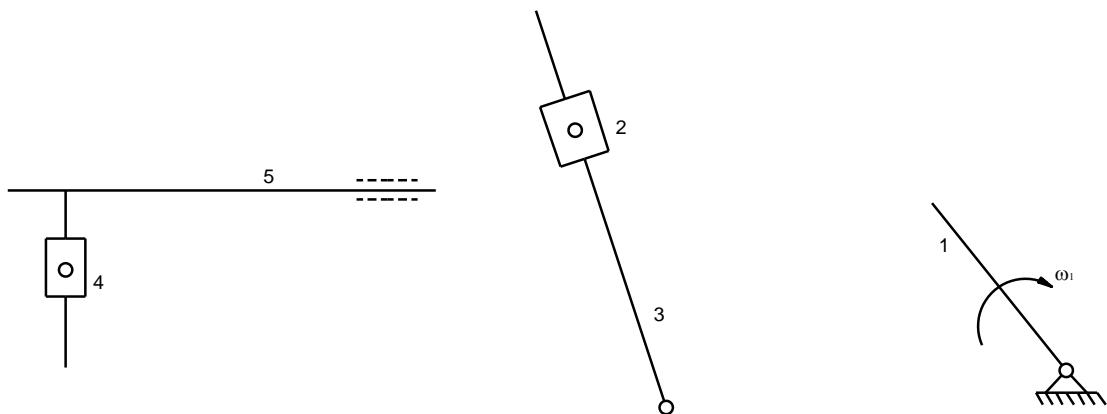
S: Số bậc tự do thừa, $S=0$

$$\Rightarrow W = 3.5 - 2.7 = 1$$

Vậy cơ cấu có bậc tự do bằng 1.

1.2. Xếp loại cơ cấu:

Chọn khâu 1 làm khâu dẫn ta tách cơ cấu thành hai nhóm atxua loại 2: (4,5) và (2,3) (Hình 1). Do đó cơ cấu là cơ cấu loại 2.



Hình 1: Tách nhóm atxua và xếp loại cơ cấu.

II. Tổng hợp động học cơ cấu chính:

2.1. Yêu cầu:

Xác định kích thước động của các khâu dựa trên lược đồ động của cơ cấu và dữ liệu của phương án 3.

2.2. Tính toán:

$$\text{Từ công thức hệ số về nhanh: } k = \frac{180^\circ + \psi}{180^\circ - \psi}$$

$$\text{Ta có } \psi = 180^\circ \frac{k-1}{k+1} = 180^\circ \frac{1,55-1}{1,55+1} = 38,82^\circ$$

Từ O_2 kẻ O_2x và O_2x' hợp với O_1O_2 một góc $19,41^\circ$. Từ O_1O_2 vẽ đường tròn tiếp xúc với O_2x và $O_2x' \Rightarrow$ hai vị trí chết của cơ cấu.

Xét cơ cấu tại vị trí này:

$$L_{O_1A} = R = L_{O_1A} \cdot \sin \frac{\psi}{2} = 0,46 \cdot \sin(19,47^\circ) = 0,152(m)$$

$$L_{O_2B} = \frac{H}{2 \cdot \sin \frac{\psi}{2}} = \frac{0,56}{2 \cdot \sin(19,41^\circ)} = 0,84(m)$$

$$a = 0,3 \cdot L_{O_1A} = 0,0456(m)$$

$$0,05H = 0,05 \cdot 560 = 28(mm) = 0,028(m)$$

III. Phân tích động học cơ cấu chính:

3.1. Yêu cầu:

Từ kết quả tổng hợp động học cơ cấu chính vẽ họa đồ vị trí, họa đồ vận tốc, họa đồ gia tốc để xác định các đặc trưng động học của các khâu bị dẫn.

3.2. Họa đồ vị trí:

$$\text{Chọn tỷ lệ xích chiều dài } \mu_L: \mu_L = \frac{L_{O_1A}}{O_1A} = \frac{0,152}{60,8} = 0,0025(m/mm)$$

L_{O_1A} là chiều dài thật của khâu 1 (m)

O_1A là chiều dài biểu diễn của khâu 1 (mm)

Xác định độ dài biểu diễn cho các khâu bị dẫn:

$$O_1O_2 = \frac{L_{O_1O_2}}{\mu_L} = \frac{0,46}{0,0025} = 184(mm)$$

$$O_2B = \frac{L_{O_2B}}{\mu_L} = \frac{0,84}{0,0025} = 336(mm)$$

$$H = \frac{0,56}{\mu_L} = \frac{0,56}{0,0025} = 224(mm)$$

$$a = \frac{0,0456}{\mu_L} = \frac{0,0456}{0,0025} = 18,24(mm)$$

$$b = \frac{0,19}{\mu_L} = \frac{0,19}{0,0025} = 76(mm)$$

Lấy điểm O_2 bất kỳ, lập hệ trục xO_2y . Trên O_2y lấy $O_1O_2 = 184(mm)$. Tại O_1 vẽ đường tròn bán kính $O_1A = 60,8(mm)$. Từ O_2 vẽ hai tiếp tuyến với đường tròn vừa vẽ được ta xác định được hai vị trí biên (hai vị trí chết). Từ O_2 vẽ đường tròn bán kính $O_2B=336(mm)$

Tiến hành vẽ họa đồ vị trí. Chọn A_1 (vị trí biên thứ nhất) tương ứng với vị trí bắt đầu của φ_d chia đường tròn (O_1, O_1A) thành 8 phần bằng nhau ta được 8 vị trí. Ba vị trí đặc biệt: vị trí biên thứ 2, hai vị trí ứng với $0,05H$. Đánh số thứ tự các vị trí theo chiều quay của kim đồng hồ.

Họa đồ vị trí được thể hiện trên hình 2.

3.3. Đồ thị lực cản:

Theo đầu bài ta có: $P_c=1400(N)$

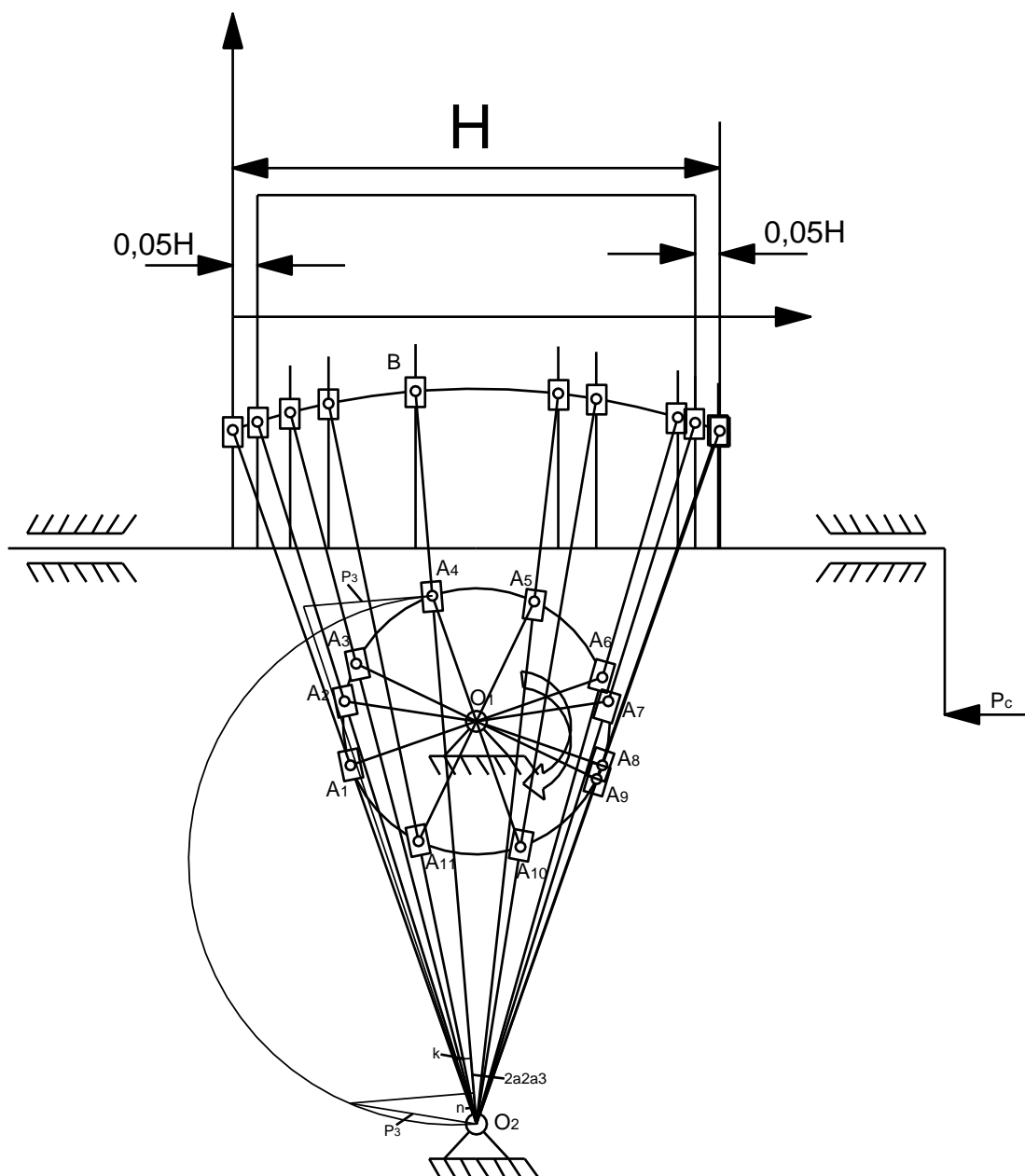
Chọn đoạn biểu diễn P_c : $L_{P_c} = 40(mm)$

$$\text{Vậy ta có: } \mu_{P_c} = \frac{P_c}{L_{P_c}} = \frac{1400}{40} = 35(N/mm)$$

Đồ thị lực cản vẽ trên hình 2.

Hành trình đi: Đoạn $0,05H$ là khi đầu bào chuẩn bị bào vào chi tiết, khi đó giá trị của P_c ngay lập tức từ 0 lên tới $1400N$, giá trị này giữ nguyên trong suốt quá trình bào.

Hành trình về: Khi ra khỏi chi tiết giá trị của P_c từ $1400N$ lập tức giảm ngay về 0 vì không còn lực cản P_c nữa, đầu bào dịch chuyển một lượng tương ứng với vị trí bào kế tiếp rồi chạy không về vị trí ban đầu.



Hình 2: Họa đồ chuyển vị và đồ thị lực căng

3.4. Họ đồ vận tốc:

3.4.1. Phương trình vecto vận tốc:

Xác định vận tốc của các điểm A, B, C:

$$\vec{V}_{A_1} : \perp O_1A, \text{ chiều } \omega_1 \quad (3-1)$$

$$V_{A_1} = \omega_1 \cdot O_1A$$

$$\vec{V}_{A_2} = \vec{V}_{A_1} \quad (3-2)$$

$$\vec{V}_{A_3} = \vec{V}_{A_2} + \vec{V}_{A_3A_2} \quad (3-3)$$

$$| \quad || \quad |$$

\vec{V}_{B_3} xác định bằng định lý đồng dạng thuận họ đồ vận tốc ($\Delta AO_2B \propto \Delta a_3o_2b_3$)

$$\vec{V}_{B_4} = \vec{V}_{B_3} \quad (3-4)$$

$$\vec{V}_{B_5} = \vec{V}_{B_4} + \vec{V}_{B_5B_4} \quad (3-5)$$

$$| \quad || \quad |$$

$$\vec{V}_{B_5} = \vec{V}_{C_3} = \vec{V}_{C_4} : \text{ Phương } \perp \text{ CS} \quad (3-6)$$

Giải hệ (3-5, 3-6) tìm được $\vec{V}_{B_5}, \vec{V}_{C_3}, \vec{V}_{C_4}$

3.4.2. Vẽ họ đồ vận tốc:

Tại các vị trí khác nhau của khâu dẫn các phương trình vecto vận tốc viết hoàn toàn giống nhau, cách vẽ cũng như nhau nên ở đây chỉ minh họa cách vẽ cho một vị trí (vị trí số 4).

$$\text{Tỷ lệ xích } \mu_v = \omega_1 \cdot \mu_L = \frac{\pi \cdot n_1 \cdot \mu_L}{30} = \frac{3,14 \cdot 350 \cdot 0,0025}{30} = 0,0916(m/s.mm)$$

Chọn điểm P₄ bất kỳ làm gốc họ đồ vẽ vecto $\vec{P_4a_1}$ biểu diễn vận tốc của \vec{V}_{A_1} với $P_4a_1=O_1A$ và $\vec{P_4a_1} \perp O_1A$ theo chiều ω_1 .

Từ (3-2) $\Rightarrow a_2 \equiv a_1$

Theo phương trình (3-3) từ đầu mút vecto $\overrightarrow{P_4 a_1}$ vẽ đường thẳng song song với $O_2 A$, từ P_4 vẽ đường thẳng vuông góc với $O_2 A \Rightarrow a_3$.

Dựng $\Delta A O_2 B \propto$ thuận $\Delta a_3 o_2 b_3 \Rightarrow b_3$.

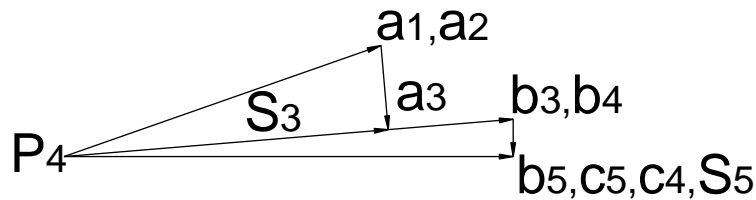
$$\frac{\Pi a_3}{\Pi b_3} = \frac{\omega_3 \cdot L_{O_2 A}}{\omega_3 \cdot L_{O_2 B}} = \frac{L_{O_2 A}}{L_{O_2 B}} = \frac{O_2 A}{O_2 B}$$

Từ (3-4) ta có $b_4 \equiv b_3$.

Từ (3-5) và (3-6), tại mút $\overrightarrow{P_4 b_4}$ vẽ đường thẳng vuông góc CS, từ P_4 vẽ đường thẳng song song với CS $\Rightarrow c_4 \equiv c_5 \equiv b_5$.

Vẽ các mút vecto tương ứng ta được họa đồ vận tốc tại vị trí thứ 4.

Tương tự vẽ họa đồ vận tốc tại 10 vị trí còn lại. Từ họa đồ vận tốc xác định vận tốc các điểm và vận tốc góc của khâu quay.



Hình 3: Họa đồ vận tốc cơ cấu tại vị trí số 4.

3.4.3. Tính vận tốc các điểm và vận tốc góc các khâu quay:

3.4.3.1. Vận tốc góc các khâu:

Do khâu 2 và khâu 3 nối với nhau bằng khớp tịnh tiến nên:

$$\omega_2 = \omega_3 = \frac{P_4 a_3 \cdot \mu_V}{O_2 A \cdot \mu_L} \quad (3-7)$$

Chiều xác định bằng cách đặt $P_4 a_3$ vào điểm A và so sánh với O_2 .

Do khâu 5 chuyển động tịnh tiến và khâu 4 nối với khâu 5 bằng khớp trượt nên ta có: $\omega_5 = \omega_4 = 0$. (3-8)

3.4.3.2. Vận tốc điểm trên khâu:

$$V_{A_1} = V_{A_2} = \omega_1 \cdot L_{O_1A}$$

$$V_{A_3} = \omega_3 \cdot L_{O_2A}$$

$$V_{A_3A_2} = a_2 a_3 \cdot \mu_V$$

$$V_{B_4} = V_{B_3} = \omega_3 \cdot L_{O_2B}$$

$$V_{C_4} = V_{C_5} = V_{B_5} = P_{b_5} \cdot \mu_V$$

Bảng tính vận tốc các điểm và vận tốc góc các khâu quay

VT	Giá trị	$A_1 \equiv A_2$	A_3	$B_3 \equiv B_4$	$C_4 \equiv C_5 \equiv B_5$	ω_3 (rad/s)
4	Biểu diễn (mm)	60,8	58,9	81,6	81,32	8,9 ↺
	Thực (m/s)	5,57	5,39	7,47	7,45	

3.5. Họ đồ gia tốc:

3.5.1. Phương trình vecto gia tốc:

Xác định gia tốc các điểm A, B, C:

$$\vec{a}_{A_1}: \text{ Phương } A \rightarrow O_1 \quad (3-9)$$

$$a_{A_1} = \omega_1^2 \cdot O_1A$$

$$\vec{a}_{A_1} = \vec{a}_{A_2} \quad (3-10)$$

$$\vec{a}_{A_3} = \vec{a}_{A_2} + \vec{a}_{A_3A_2}^k + \vec{a}_{A_3A_2}^r \quad (3-11)$$

|| || |

$$\vec{a}_{A_3} = \vec{a}^n_{A_3} + \vec{a}^t_{A_3} \quad (3-12)$$

|| |

Từ (3-11) và (3-12) $\Rightarrow \vec{a}_{A_3}$

\vec{a}_{B_3} được xác định bằng định lý đồng dạng thuận hạ đồ gia tốc
($\Delta AO_2B \sim \Delta a_3O_2B_3$)

$$\vec{a}_{B_4} = \vec{a}_{B_3} \quad (3-13)$$

$$\vec{a}_{B_5} = \vec{a}_{B_4} + \vec{a}^k_{B_5B_4} + \vec{a}^r_{B_5B_4} \quad (3-14)$$

|| || |

$$\vec{a}_{B_5} = \vec{a}_{C_5} = \vec{a}_{C_4} \quad (3-15)$$

|

Từ (3-14) và (3-15) $\Rightarrow \vec{a}_{B_5}, \vec{a}_{C_5}, \vec{a}_{C_4}$

3.5.2. Vẽ hạ đồ gia tốc:

Tại các vị trí trên khâu dẫn các phương trình vecto gia tốc viết hoàn toàn giống nhau, cách vẽ cũng hoàn toàn giống nhau nên ở đây chỉ minh họa cho vị trí số 4.

Chọn tỷ lệ xích:

$$\mu_a = \omega_1^2 \cdot \mu_L = \left(\frac{\pi \cdot n_1}{30}\right)^2 \cdot \mu_L = \left(\frac{3,14 \cdot 350}{30}\right)^2 \cdot 0,0025 = 3,355(m/s^2 \cdot mm)$$

Chọn điểm Π bất kỳ làm gốc hạ đồ, vẽ vecto $\vec{\Pi a}'_1$ biểu diễn vecto gia tốc \vec{a}_{A_1} với

$$\vec{\Pi a}'_1 = \frac{a_{A1}}{\mu_a} = O_1A \text{ và có phương chiều } O_1 \rightarrow A.$$

Từ (3-10) $\Rightarrow a'_1 \equiv a'_2$

Trước khi giải hệ (3-11) và (3-12) ta phải xác định vecto biểu diễn gia tốc $\vec{a}^k_{A_3/A_2}$ là \vec{k} và $\vec{a}^n_{A_3}$ là \vec{n} .

* \vec{k} xác định bằng họa đồ cơ cấu và vận tốc tại vị trí số 4 như sau:

$$a_k = 2\omega_2 \cdot V_{A_2A_3} \Leftrightarrow k \cdot \mu_a = 2 \cdot \frac{Pa_3 \cdot \mu_V}{O_2A \cdot \mu_L} \cdot a_2 a_3 \cdot \mu_V = 2 \cdot \frac{Pa_3 \cdot a_2 a_3}{O_2A} \cdot \frac{\mu_V^2}{\mu_L}$$

$$\text{mà } \mu_a = \omega_1^2 \cdot \mu_L = \left(\frac{\mu_V}{\mu_L} \right)^2 \cdot \mu_L = \frac{\mu_V^2}{\mu_L}$$

$$\text{Vậy } \Rightarrow k = 2 \cdot \frac{Pa_3 \cdot a_2 a_3}{O_2A} \Leftrightarrow \frac{k}{2 \cdot Pa_3} = \frac{a_2 a_3}{O_2A} \quad (3-16)$$

Có thể dựng đoạn biểu diễn k ngay trên họa đồ cơ cấu theo tỷ lệ của (3-16).

Chiều của \vec{k} được xác định bằng cách quay vectơ $\overrightarrow{a_2 a_3}$ đi một góc 90° theo chiều ω_3 .

* \vec{n} được xác định bằng họa đồ cơ cấu và vận tốc tại vị trí số 4 như sau:

$$a_{A_3}^n = \omega_3^2 \cdot L_{O_2A} = \frac{V_{A_3}^2}{(O_2A)^2 \cdot \mu_L} \cdot O_2A \cdot \mu_L$$

$$n \cdot \mu_a = \frac{(Pa_3)^2}{O_2A} \cdot \frac{\mu_V^2}{\mu_L} \Leftrightarrow n = \frac{(Pa_3)^2}{O_2A} \quad (3-17)$$

Có thể dựng đoạn biểu diễn \vec{n} ngay trên họa đồ cơ cấu theo tỷ lệ (3-17).

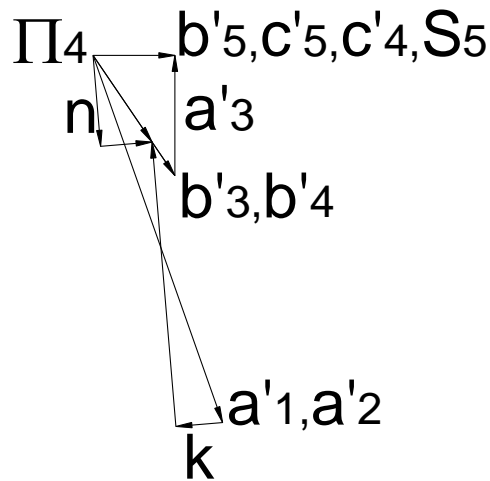
Chiều của \vec{n} đi từ $A \rightarrow O_2$.

Đề giải hệ phương trình (3-11) và (3-12), từ nút vectơ $\overrightarrow{\Pi a'_1}$ dựng vectơ \vec{k} , từ nút của \vec{k} kẻ đường thẳng song song với O_2A . Từ Π dựng vectơ \vec{n} , từ nút của \vec{n} kẻ đường thẳng vuông góc với O_2A . Giao của hai đường thẳng này cho ta a'_3 .

Dựng $\Delta AO_2B \propto$ thuận $\Delta a'_3 o_2 b'_3 \Rightarrow b'_3$.

$$\frac{a_{A_3}^n}{a_{B_3}^n} = \frac{\omega_3^2 \cdot L_{O_2A}}{\omega_3^2 \cdot L_{O_2B}} = \frac{L_{O_2A}}{L_{O_2B}} = \frac{O_2A}{O_2B} \Rightarrow \frac{\Pi a'_3}{\Pi b'_3} = \frac{O_2A}{O_2B}$$

Từ nút $\overrightarrow{\Pi b'_3}$ kẻ đường thẳng vuông góc với CS, từ Π kẻ đường thẳng song song với CS. Giao điểm của hai đường thẳng này chính là điểm $b'_5 \equiv c'_5 \equiv c'_4$.



Hình 4: Họa đồ gia tốc tại vị trí số 4

3.5.3. Tính gia tốc các điểm và gia tốc góc các khâu quay:

3.5.3.1. Gia tốc điểm trên khâu:

$$a_{A_1} = a_{A_2} = \omega_1^2 \cdot L_{O_1A}$$

$$a_{A_3} = \Pi_i a'_3 \cdot \mu_a$$

$$a_{A_3A_2} = a_2 a_3 \cdot \mu_a$$

$$a_{B_4} = a_{B_3} = \Pi_i b'_3 \cdot \mu_a$$

$$a_{B_5} = a_{C_3} = a_{C_4} = \Pi_i b'_5 \cdot \mu_a$$

trong đó i nhận giá trị từ 1 tới 11.

3.5.3.2. Gia tốc góc các khâu:

Do khâu 2 và 3 nối với nhau bằng khớp tịnh tiến nên ta có:

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \frac{\Pi_i a'_3 \cdot \mu_a}{O_2A \cdot \mu_L}$$

Chiều xác định bằng cách đặt vectơ $\overrightarrow{\Pi_i a'_3}$ vào điểm A và so với O_2 .

Do khâu 4 và khâu 5 nối với nhau bằng khớp tịnh tiến nên ta có $\varepsilon_4 = \varepsilon_5 = 0$.

Bảng tính gia tốc các điểm và gia tốc góc các khâu quay:

VT	Giá trị	$A_1 \equiv A_2$	A_3	$B_3 \equiv B_4$	$B_5 \equiv C_5 \equiv C_4$	ε_3 (rad/s ²)
4	Biểu diễn (mm)	60,8	16,37	22,7	12,78	90,7
	Thực (m/s ²)	203,98	54,92	76,16	42,87	↻

IV. Phân tích lực học cơ cấu chính:

4.1. Yêu cầu:

Xác định áp lực lên các khớp động và tính momen cân bằng trên khâu dẫn bằng hai phương pháp lực và di chuyển khả dĩ.

4.2. Phân tích áp lực khớp động:

4.2.1. Tính trọng lượng và khối lượng các khâu:

* Tính trọng lượng các khâu:

Chọn $g=10 \text{ m/s}^2 \Rightarrow q=400 \text{ (KG/m)}.10 \text{ m/s}^2=4000 \text{ (N/m)}$

Áp dụng công thức tính trọng lượng các khâu: $G=q.L$

G: Trọng lượng khâu

q: Trọng lượng phân bố theo chiều dài khâu

L: Chiều dài khâu

Trọng lượng khâu 1: $G_1 = q.L_{O_1A} = 4000.0,152 = 600(N)$

Trọng lượng khâu 2: $G_2=0$

Trọng lượng khâu 3: $G_3 = q.L_{O_2B} = 4000.0,84 = 3360(N)$

Trọng lượng khâu 4: $G_4=g.m_4=10.10=100(N)$

Trọng lượng khâu 5: $G_5=8G_4=8.100=800(N)$

* **Khối lượng các khâu:**

$$m_1 = \frac{G_1}{g} = \frac{600}{10} = 60(kg)$$

$$m_2=0$$

$$m_3 = \frac{G_3}{g} = \frac{3360}{10} = 336(kg)$$

$$m_4=10(kg)$$

$$m_5 = \frac{G_5}{g} = \frac{800}{10} = 80(kg)$$

4.2.2. Xác định lực quán tính của các khâu:

* **Khâu 5:**

Khâu 5 chuyển động tịnh tiến, lực quán tính $\overrightarrow{F_{qt5}}$ có điểm đặt tại trọng tâm của khâu ($S_5 \equiv C_5$), có phương ngang và ngược chiều với $\pi c_5'$, giá trị:

$$F_{qt5} = m_5 \cdot a_{S_5} = m_5 \cdot \pi c_5' \cdot \mu_a = 80 \cdot 12,78 \cdot 3,355 = 3430,152(N)$$

* **Khâu 4:**

Khâu 4 chuyển động tịnh tiến, lực quán tính $\overrightarrow{F_{qt4}}$ có điểm đặt tại trọng tâm của khâu ($S_4 \equiv B_4$), cùng phương, ngược chiều với $\pi b_4'$, có giá trị:

$$F_{qt4} = m_4 \cdot a_{S_4} = m_4 \cdot \pi b_4' \cdot \mu_a = 10 \cdot 22,7 \cdot 3,355 = 761,585(N)$$

* **Khâu 3:**

Chuyển động quay quanh trục cố định không qua trọng tâm

- Điểm đặt: Xác định tâm va đập K:

$$L_{O_2K} = L_{O_2S} + \frac{J_{S_3}}{m_3 \cdot L_{O_2S_3}}$$

$$L_{O_2S_3} = \frac{L_{O_2B}}{2}$$

$$J_{S_3} = \frac{m_3 \cdot (L_{O_2B})^2}{12}$$

$$\Rightarrow L_{O_2K} = \frac{L_{O_2B}}{2} + \frac{m_3 \cdot (L_{O_2B})^2 \cdot 2}{12 \cdot m_3 \cdot L_{O_2B}} = \frac{L_{O_2B}}{2} + \frac{L_{O_2B}}{6} = \frac{0,84}{2} + \frac{0,84}{6} = 0,56(m)$$

- Ngược chiều với $\pi s_3'$

- Giá trị:

$$F_{qt3} = m_3 \cdot a_{S_3} = m_3 \cdot \pi s_3' \cdot \mu_a = 336 \cdot 11,35 \cdot 3,355 = 12795(N)$$

- Momen quán tính tác dụng lên khâu 3:

$$M_{qt3} = -\varepsilon_3 \cdot J_{S_3} = -90,7 \cdot \frac{336 \cdot (0,84)^2}{12} = -1792(N.m) (\curvearrowright)$$

4.2.3. Áp lực tại các khớp động:

4.2.3.1. Giải bài toán lực cho nhóm Atxua (4-5)

* Tách nhóm (4-5)

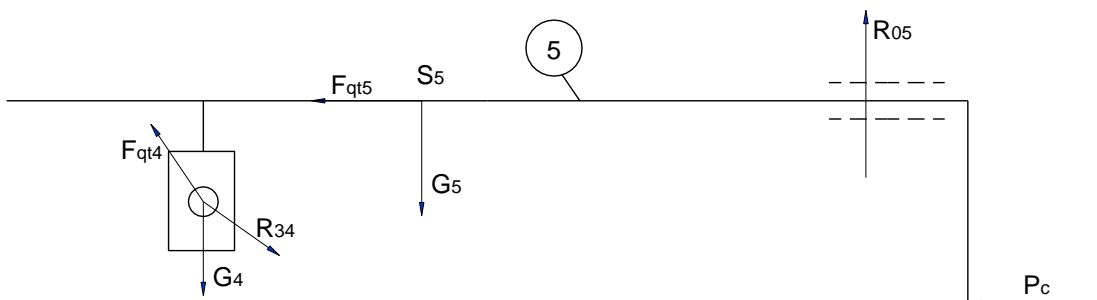
Đặt lực $\vec{P}_c, \vec{F}_{qt5}, \vec{R}_{05}, \vec{G}_5, \vec{G}_4, \vec{F}_{qt4}, \vec{R}_{34}$ tác dụng lên nhóm. Viết phương trình cân bằng

lực cho cả nhóm:

$$\vec{P}_c + \vec{F}_{qt5} + \vec{R}_{05} + \vec{G}_5 + \vec{G}_4 + \vec{F}_{qt4} + \vec{R}_{34} = 0$$

$$\parallel \quad \parallel \quad | \quad \parallel \quad \parallel \quad \parallel$$

Phương trình còn 3 ẩn chưa giải được.



Hình 5: Tách (4-5)

* Tách khâu 5: (tìm \vec{R}_{45})

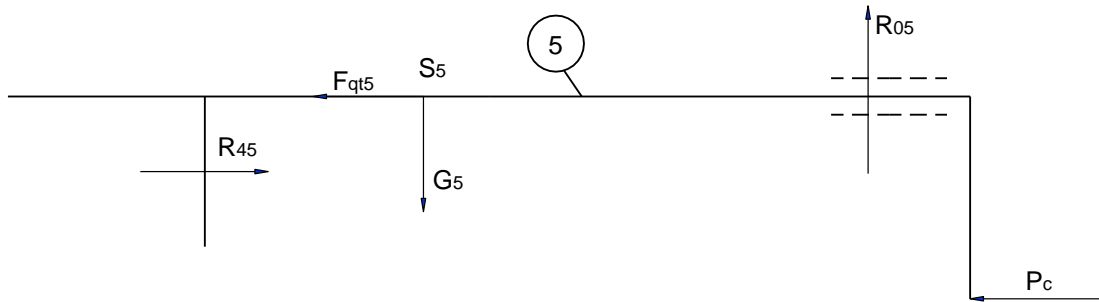
$$\text{Pt cân bằng lực: } \vec{P}_c + \vec{F}_{qt5} + \vec{R}_{05} + \vec{G}_5 + \vec{R}_{45} = 0$$

$$\parallel \quad \parallel \quad | \quad \parallel \quad |$$

$$\vec{G}_5 \text{ điểm đặt tại S5: } \frac{0,24m}{0,0025(m/mm)} = 96(mm)$$

$$\text{Chọn } \mu_p = 40(N/mm)$$

$\Rightarrow R_{05} = R_{05} \cdot \mu_p = 20 \cdot 40 = 800(N)$ và $R_{45} = R_{45} \cdot \mu_p = 85,75 \cdot 40 = 3430(N)$ (chiều đúng như chiều đã giả thiết)



Hình 6: Tách khâu 5

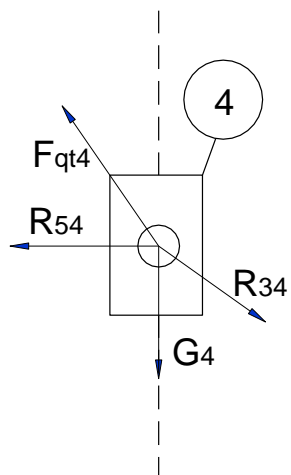
*** Tách khâu 4:**

$$\text{Pt cân bằng lực: } \vec{F}_{qt4} + \vec{G}_4 + \vec{R}_{54} + \vec{R}_{34} = 0$$

$$\parallel \quad \parallel \quad \parallel$$

Ta có $\vec{R}_{45} = -\vec{R}_{54}$ (lấy momen tại điểm B, ta thấy điểm đặt của \vec{R}_{54} tại trọng tâm khâu 4)

$$\Rightarrow R_{34} = 96,67 \cdot \mu_p = 96,67 \cdot 40 = 3866,8(N)$$



Hình 7: Tách khâu 4

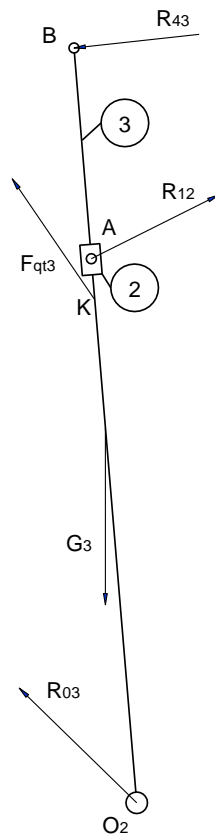
***Tách nhóm Atxua (2-3)**

Đặt các lực tác dụng lên nhóm, viết pt cân bằng:

$$\vec{F}_{qt3} + \vec{G}_3 + \vec{R}_{43} + \vec{R}_{03} + \vec{R}_{12} = 0$$

|| || ||

Phương trình còn 4 ẩn chưa giải được.



Hình 8: Tách nhóm (2-3)

* **Tách khâu 2:** (Tìm \vec{R}_{12})

Pt cân bằng: $\vec{R}_{23} + \vec{R}_{12} = 0 \Rightarrow R_{12}$

Tìm \vec{R}_{12} bằng cách viết ptcb momen tại O_2 :

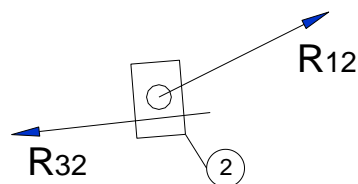
$$\Sigma M_{O_2} = R_{43} \cdot O_2B - R_{12} \cdot O_2A + F_{qt3} \cdot h_{qt3} + G_3 \cdot h_{G3} = 0$$

$$\Rightarrow R_{12} = (R_{43} \cdot O_2B + P_{qt3} \cdot h_{qt3} + G_3 \cdot h_{G3}) / O_2A$$

$$= (3866,8 \cdot 336 + 1279,46 \cdot 110,29 + 3360 \cdot 13,87) / 242,22 = 6138(N)$$

$$\Rightarrow R_{03} = 72,76 \cdot \mu_p = 72,76 \cdot 40 = 2910,4(N)$$

Chiều \vec{R}_{12} , \vec{R}_{03} đúng như chiều đã giả thiết.



Hình 9: Tách khâu 2

4.3. Tính momen cân bằng trên khâu dẫn:

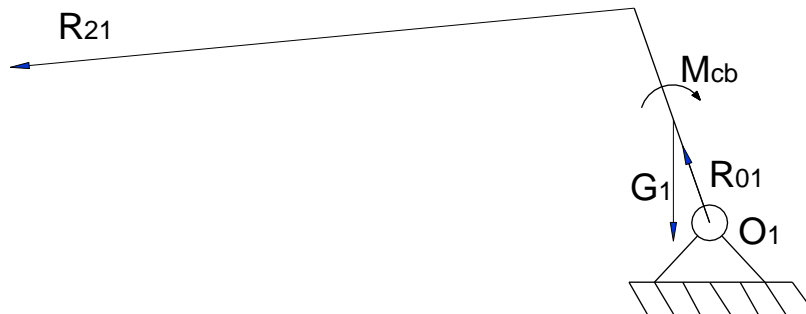
4.3.1. Phương pháp lực: Phương trình cân bằng lực: $\vec{R}_{12} + \vec{G}_1 + \vec{R}_{01} = 0$

Đặt M_{cb} lên khâu dẫn, giả sử chiều như hình vẽ.

Viết pt cân bằng momen đối với khâu 1:

$$\Sigma M_{O_1} = M_{cb} - (G_1 \cdot h_{G_1} + R_{12} \cdot h_{R_{12}}) \mu_L = 0$$

$$\Rightarrow M_{cb} = (G_1 \cdot h_{G_1} + R_{12} \cdot h_{R_{12}}) \mu_L = (600 \cdot 9,67 + 6138 \cdot 60,8) \cdot 0,0025 = 947 (N.m)$$

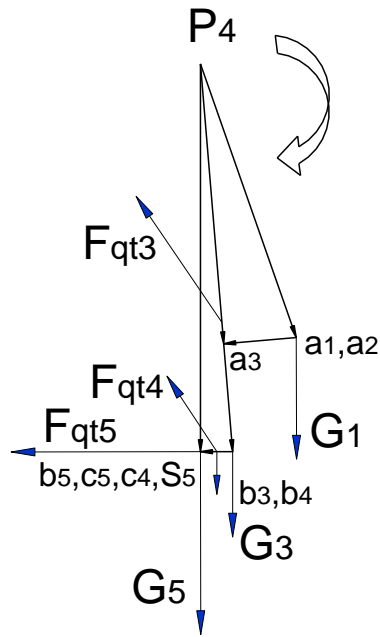


Hình 10: Tính M_{cb} bằng phương pháp lực

4.3.2. Phương pháp di chuyển khả dĩ:

Xoay họa đồ tại vị trí 4 đi một góc 90° thuận chiều n_1 và đặt tất cả các lực đã biết vào nút vectơ vận tốc điểm đặt tương ứng của chúng trên họa đồ vận tốc bao gồm

$$\vec{G}_5, \vec{F}_{qt5}, \vec{G}_4, \vec{F}_{qt4}, \vec{G}_3, \vec{F}_{qt3}, \vec{G}_1$$



Hình 11: Tính M_{cb} bằng phương pháp di chuyển khả dĩ

$$\begin{aligned}
 M_{cb} &= -(-F_{qt5} \cdot h_{qt5} - G_4 \cdot h_{G4} - F_{qt4} \cdot h_{qt4} - G_3 \cdot h_{G3} - F_{qt3} \cdot h_{qt3} - G_1 \cdot h_{G1}) \cdot \mu_L \\
 &= -(-3430,152.81,32 - 100.3,37 - 761,585.41,99 - 3360.6,75 - 1279,46.26,8 - 600.20,09) \cdot 0,0025 \\
 &= 950(N.m)
 \end{aligned}$$

M_{cb} cùng chiều với n_1 (↺)

Sai số giữa 2 phương pháp là: $\frac{950 - 947}{950} \cdot 100\% = 0,3\%$

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyên lý máy- Lê Phước Ninh- Nhà xuất bản Giao thông Vận tải.
2. Bài tập nguyên lý máy- Lê Phước Ninh- Nhà xuất bản Giao thông Vận tải.
3. Hướng dẫn thiết kế đồ án môn học Nguyên lý máy- Trần Văn Lâm, Trịnh Quang Vinh, Phạm Dương- Trường đại học Kỹ thuật Công Nghiệp.
4. Nguyên lý máy- Đinh Gia Tường, Nguyễn Xuân Lạc, Trần Doãn Tiến- Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp.