



## Bài tập nguyên lý máy có giải chi tiết

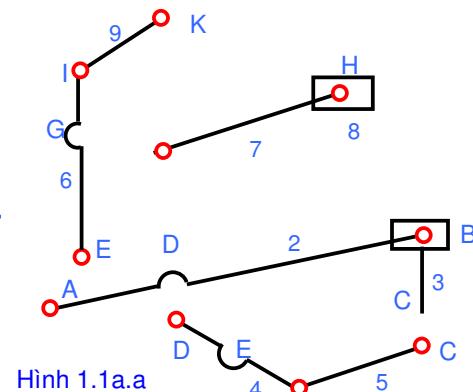
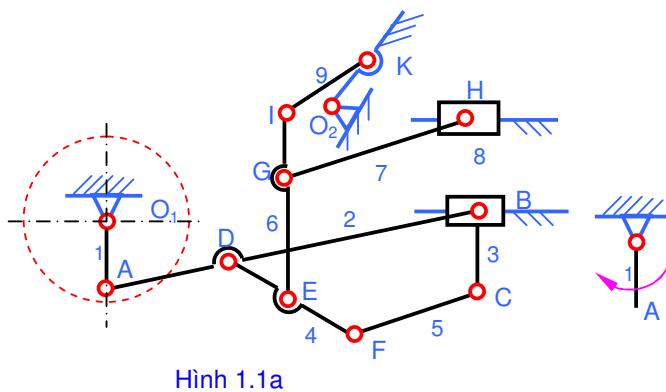
Kinh tế trong quản trị (Trường Đại học Bách Khoa - Đại học Đà Nẵng)



Scan to open on Studeersnel

## CHƯƠNG 1: CẤU TRÚC VÀ XẾP LOẠI CƠ CẤU

- 1) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu phoi hoi đầu máy xe lửa trên hình 1.1a và 1.1b.



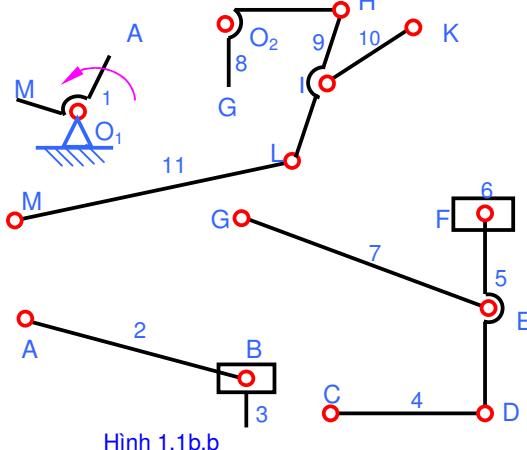
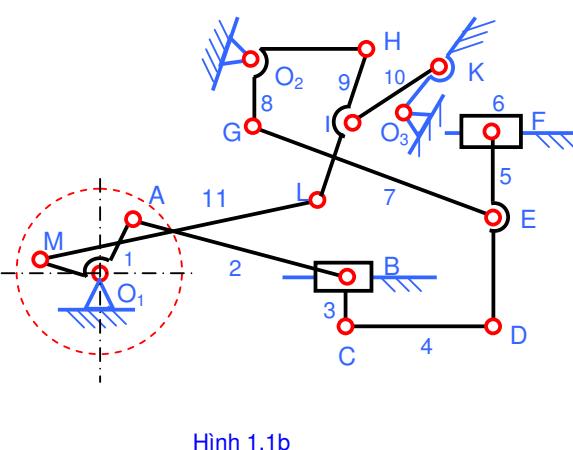
Bậc tự do cơ cấu được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$$

$$= 3 * 9 - (2 * 13 + 0) + 0 - 0 = 1$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, nhóm tĩnh định được tách ra bao gồm 4 nhóm loại 2 (6,9; 7,8; 2,3; 4,5) như hình 1.1.a.a. Đây là cơ cấu loại 2.

Công thức cấu tạo cơ cấu :  $1 = 1 + 0 + 0 + 0 + 0$



Bậc tự do cơ cấu được tính theo công thức:

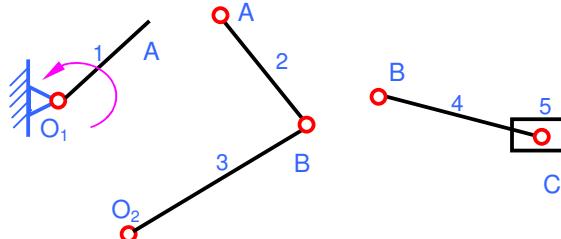
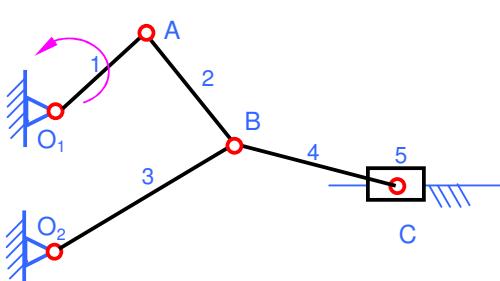
$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$$

$$= 3 * 11 - (2 * 16 + 0) + 0 - 0 = 1$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, nhóm tĩnh định được tách ra bao gồm 1 nhóm loại 2 (2,3) và 2 nhóm loại 3 (4,5,6,7; 8,9,10,11) như hình 1.1.b.b. Đây là cơ cấu loại 3.

Công thức cấu tạo cơ cấu :  $1 = 1 + 0 + 0 + 0$

- 2) Tính bậc tự do và cơ cấu máy dập cơ khí (hình 1.2a) và máy ép thuỷ động (hình 1.2b)



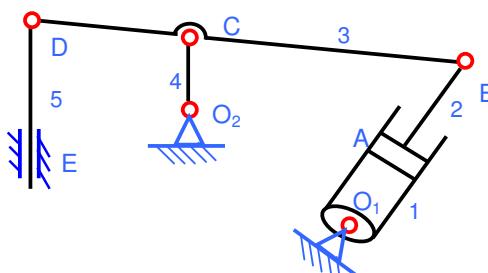
Bậc tự do cơ cấu được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$$

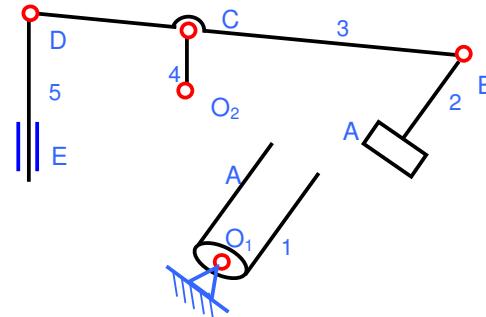
$$= 3 * 5 - (2 * 7 + 0) + 0 - 0 = 1$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, nhóm tĩnh đỉnh được tách ra bao gồm 2 nhóm loại 2 (2,3; 4,5) như hình 1.2a.a. Đây là cơ cấu loại 2.

Công thức cấu tạo cơ cấu :  $1 = 1 + 0 + 0$



Hình 1.2b



Hình 1.2bb

Bậc tự do cơ cấu được tính theo công thức:

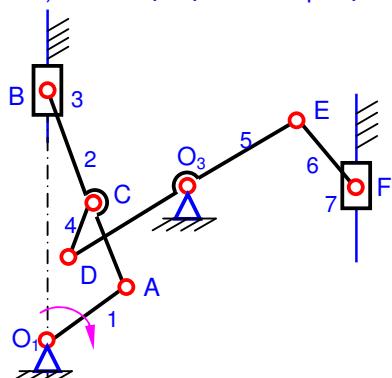
$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$$

$$= 3 * 5 - (2 * 7 + 0) + 0 - 0 = 1$$

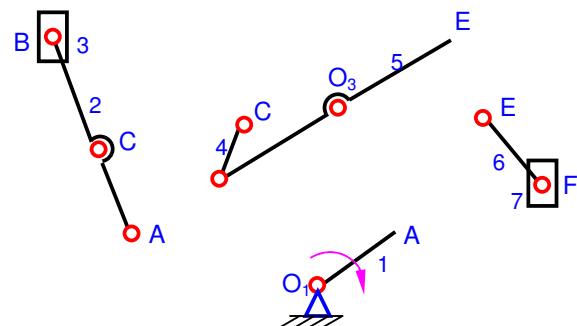
Chọn khâu 1 là khâu dẫn, khi tách nhóm ta chỉ có 1 nhóm tĩnh đỉnh loại 3 (2,3,4,5) như hình 1.1bb. Đây là cơ cấu loại 3.

Công thức cấu tạo cơ cấu :  $1 = 1 + 0$

3) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu động cơ diesel (hình 1.3a)



Hình 1.3a



Hình 1.3b

Bậc tự do cơ cấu được tính theo công thức:

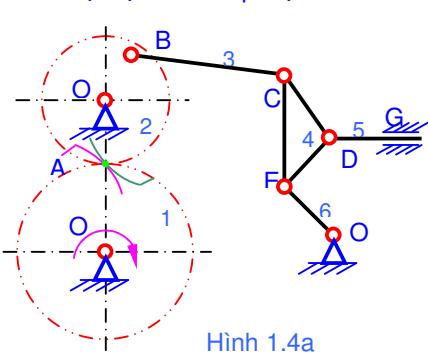
$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$$

$$= 3 * 7 - (2 * 10 + 0) + 0 - 0 = 1$$

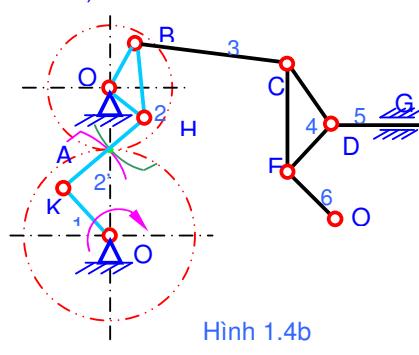
Chọn khâu 1 là khâu dẫn, khi tách nhóm ta chỉ có 3 nhóm tĩnh đỉnh loại 2 (2,3; 4,5; 6,7) như hình 1.3b. Đây là cơ cấu loại 2.

Công thức cấu tạo cơ cấu :  $1 = 1 + 0 + 0 + 0$

4) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu bơm oxy (hình 1.4a)



Hình 1.4a



Hình 1.4b

Bậc tự do cơ cấu được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$$

$$= 3 * 6 - (2 * 8 + 1) + 0 - 0 = 1$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, vì có khớp loại cao là hai biên dạng răng đang tiếp xúc với nhau tại A, do vậy ta phải thay thế khớp cao thành khớp thấp (hình 1.4b).

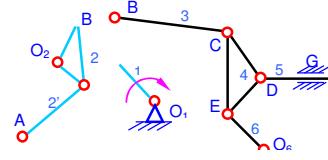
Bậc tự do cơ cấu thay thế:

$$W = 3 * 7 - (2 * 8 + 0) + 0 - 0 = 1$$

khi tách nhóm ta có 1 nhóm tĩnh định loại 2: (2',2) và nhóm loại 3: (3,4,5,6) như hình 1.4c.

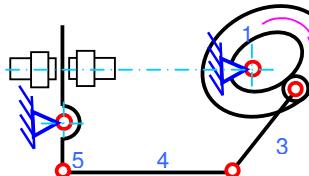
Đây là cơ cấu loại 3.

Công thức cấu tạo cơ cấu :  $1 = 1 + 0 + 0$

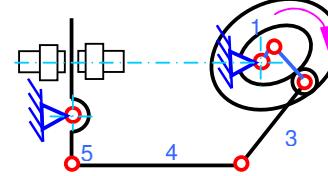


Hình 1.4c

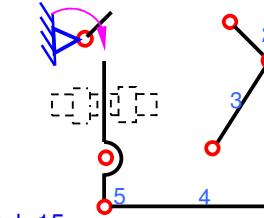
5) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu điều khiển nối trực (hình 1.5a)



Hình 1.5a



Hình 1.5b



Hình 1.5c

Bậc tự do cơ cấu Hình 1.5a được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$$

$$= 3 * 5 - (2 * 6 + 1) + 0 - 1 = 1$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, vì có khớp loại cao là khớp cam do vậy ta phải thay thế khớp cao thành khớp thấp (hình 1.5b).

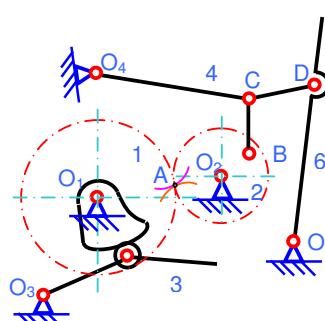
Bậc tự do cơ cấu thay thế:

$$W = 3 * 7 - (2 * 7 + 0) + 0 - 0 = 1$$

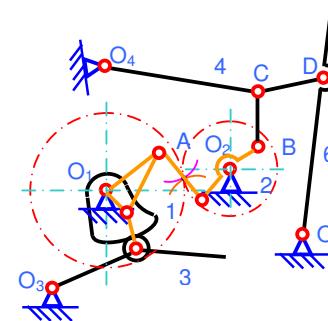
Khi tách nhóm ta có 2 nhóm tĩnh định loại 2: (2,3; 4,5) như hình 1.5c. Đây là cơ cấu loại 2.

Công thức cấu tạo cơ cấu :  $1 = 1 + 0 + 0$

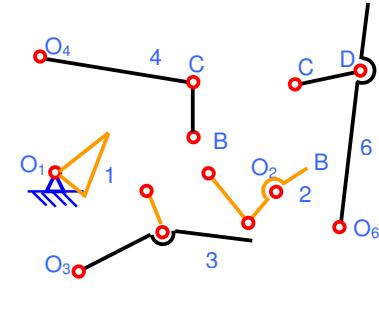
6) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu máy dệt vải dày, đập khổ dờ (hình 1.6a)



Hình 1.6a



Hình 1.6b



Hình 1.6c

Bậc tự do cơ cấu Hình 1.6a được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$$

$$= 3 * 8 - (2 * 10 + 2) + 0 - 1 = 1$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, vì có khớp loại cao là khớp cam và khớp bánh răng, do vậy ta phải thay thế khớp cao thành khớp thấp (hình 1.6b).

Bậc tự do cơ cấu thay thế:

$$W = 3 * 9 - (2 * 13 + 0) + 0 - 0 = 1$$

Khi tách nhóm ta có 4 nhóm tĩnh định loại 2 như hình 1.6c. Đây là cơ cấu loại 2.

Công thức cấu tạo cơ cấu :  $1 = 1 + 0 + 0 + 0 + 0$

7) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu cắt kéo tự động (hình 1.6a):

Bậc tự do cơ cấu Hình 1.6a được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$$

$$= 3 * 7 - (2 * 9 + 1) + 0 - 1 = 1$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, vì có khớp loại cao là khớp cam (tiếp xúc giữa cam 1 và con lăn 2, do vậy ta phải thay thế khớp cao thành khớp thấp (hình 1.6b).

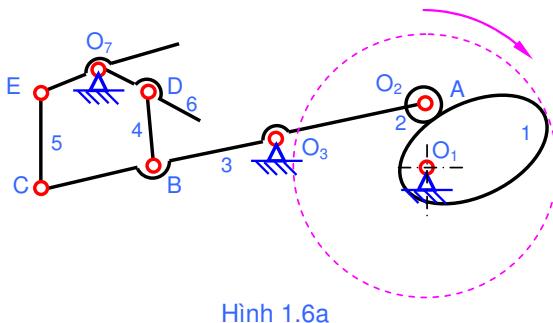
Bậc tự do cơ cấu thay thế:

$$W = 3 * 7 - (2 * 10 + 0) + 0 - 0 = 1$$

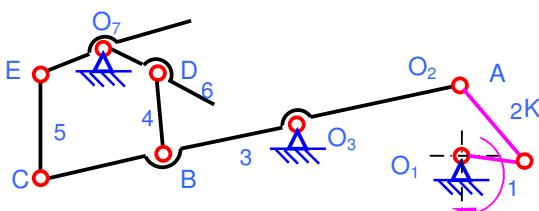
Khi tách nhóm ta có 3 nhóm tĩnh định loại 2 như hình 1.6c. Đây là cơ cấu loại 2.

Công thức cấu tạo cơ cấu :

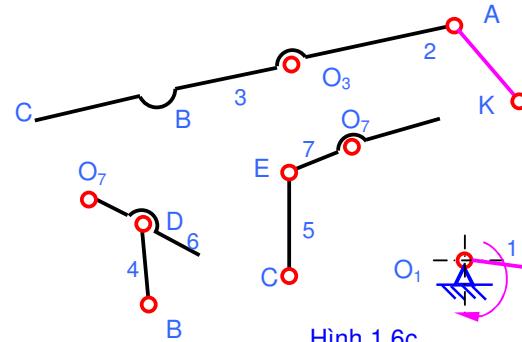
$$1 = 1 + 0 + 0 + 0 + 0$$



Hình 1.6a

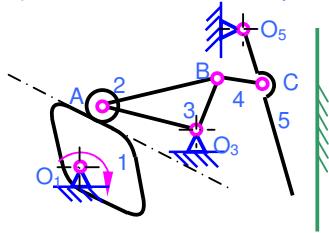


Hình 1.6b

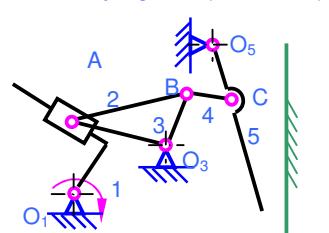


Hình 1.6c

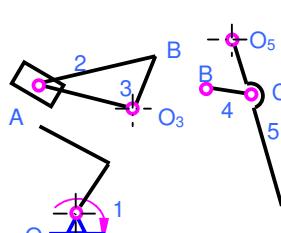
#### 8) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu máy nghiền (hình 1.8a):



Hình 1.8a



Hình 1.8b



Hình 1.8c

Bậc tự do cơ cấu Hình 1.8a được tính theo công thức:

$$\begin{aligned} W &= 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th} \\ &= 3 * 5 - (2 * 6 + 1) + 0 - 1 = 1 \end{aligned}$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, vì có khớp loại cao là khớp cam (tiếp xúc giữa cam 1 và con lăn 2), do vậy ta phải thay thế khớp cao thành khớp thấp (do biên dạng cam tại vị trí tiếp xúc là phẳng nên thay thế khớp thấp là khớp tĩnh tiến)(hình 1.8b).

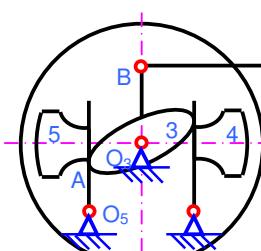
Bậc tự do cơ cấu thay thế:

$$W = 3 * 5 - (2 * 7 + 0) + 0 - 0 = 1$$

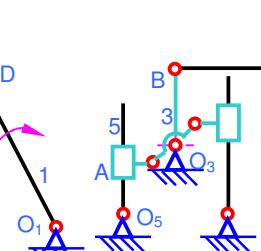
Khi tách nhóm ta có 2 nhóm tĩnh định loại 2 như hình 1.8c. Đây là cơ cấu loại 2.

Công thức cấu tạo cơ cấu :  $1 = 1 + 0 + 0$

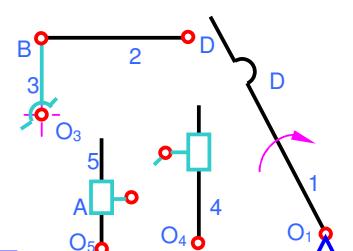
#### 9) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu phanh má (hình 1.9a)



Hình 1.9a



Hình 1.9b



Hình 1.9c

Bậc tự do cơ cấu Hình 1.9a được tính theo công thức:

$$\begin{aligned} W &= 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th} \\ &= 3 * 5 - (2 * 6 + 2) + 0 - 0 = 1 \end{aligned}$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, vì có khớp loại cao là khớp cam (tiếp xúc giữa cam 3 và khâu 4 và 5), do vậy ta phải thay thế khớp cao thành khớp thấp (do biên dạng cam tại vị trí tiếp xúc là phẳng nên thay thế khớp thấp là khớp tịnh tiến)(hình 1.9b).

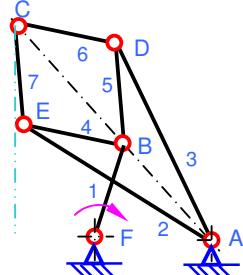
Bậc tự do cơ cấu thay thế:

$$W = 3 * 7 - (2 * 10 + 0) + 0 - 0 = 1$$

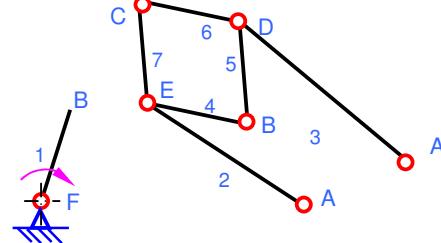
Khi tách nhóm ta có 3 nhóm tĩnh định loại 2 như hình 1.9c. Đây là cơ cấu loại 2.

Công thức cấu tạo cơ cấu :  $1 = 1 + 0 + 0 + 0$

- 10) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu vẽ đường thẳng Lipkin với các chiều dài  $AD = AE$ ,  $BD=DC=CE=EB$ ,  $AF = FB$  (hình 1.11a)



Hình 1.10a



Hình 1.10b

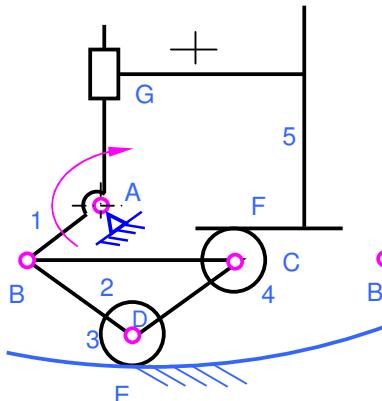
Bậc tự do cơ cấu Hình 1.10a được tính theo công thức:

$$\begin{aligned} W &= 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th} \\ &= 3 * 7 - (2 * 10 + 0) + 0 - 0 = 1 \end{aligned}$$

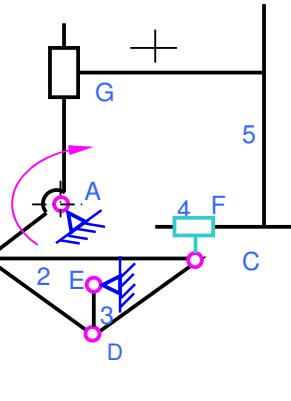
Chọn khâu 1 là khâu dẫn, vì có chuỗi động kín BDCE nên khi tách nhóm ta có 1 nhóm tĩnh định loại 4 như hình 1.10b. Đây là cơ cấu loại 4

Công thức cấu tạo cơ cấu :  $1 = 1 + 0$

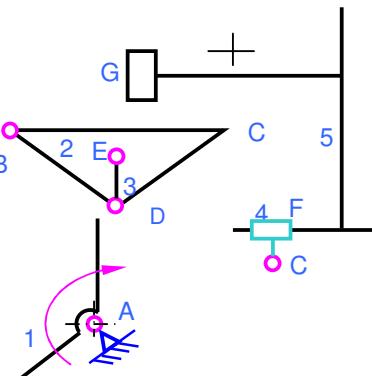
- 11) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu chuyển động theo quỹ đạo cho trước (hình 1.11a)



Hình 1.11a



Hình 1.11b



Hình 1.11c

Bậc tự do cơ cấu Hình 1.11a được tính theo công thức:

$$\begin{aligned} W &= 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th} \\ &= 3 * 5 - (2 * 5 + 2) + 0 - 2 = 1 \end{aligned}$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, vì có khớp loại cao chốt tiếp xúc của hai con lăn 3 và 4 với giá và khâu 5 nên ta phải thay thế khớp cao thành khớp thấp như hình 1.11b. Bậc tự do cơ cấu thay thế:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th} = 3 * 5 - (2 * 7 + 0) + 0 - 0 = 1$$

Khi tách nhóm ta có 2 nhóm tĩnh định loại 2 như hình 1.11c. Đây là cơ cấu loại 2

Công thức cấu tạo cơ cấu :  $1 = 1 + 0 + 0$

- 12) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu nâng thùng hạt giống (hình 1.12a) và cơ cấu nhắc lưỡi cày của máy nông nghiệp (hình 1.12b)

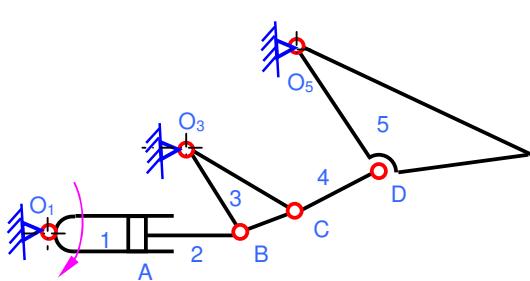
a) Xét hình 1.12a:

Bậc tự do cơ cấu Hình 1.12a được tính theo công thức:

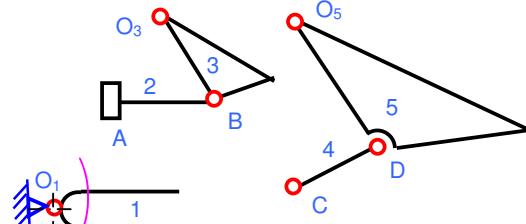
$$\begin{aligned} W &= 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th} \\ &= 3 * 5 - (2 * 7 + 0) + 0 - 0 = 1 \end{aligned}$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, tách nhóm ta có 2 nhóm tĩnh định loại 2 (2,3; 4,5) như hình 1.12aa.  
Đây là cơ cấu loại 2

Công thức cấu tạo cơ cấu :  $1 = 1 + 0 + 0$

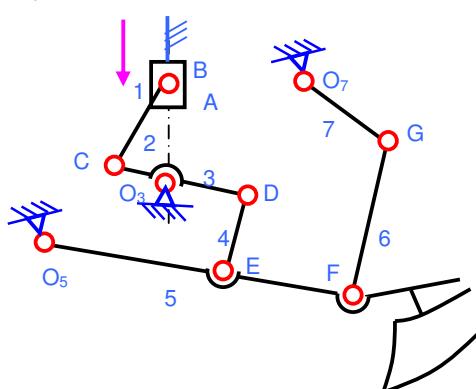


Hình 1.12a

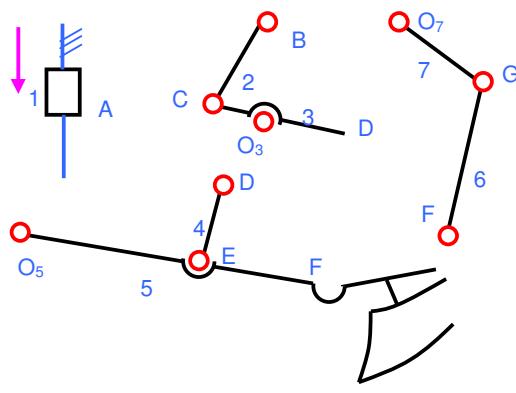


Hình 1.12aa

b) Xét hình 1.12b:



Hình 1.12b



Hình 1.12bb

Bậc tự do cơ cấu Hình 1.13b được tính theo công thức:

$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$$

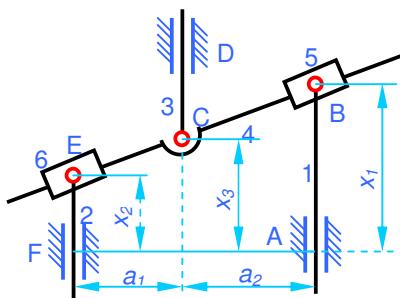
$$= 3 * 7 - (2 * 10 + 0) + 0 - 0 = 1$$

Chọn khâu 1 là khâu dẫn, tách nhóm ta có 3 nhóm tĩnh định loại 2 (2,3; 4,5; 6,7) như hình 1.12bb. Đây là cơ cấu loại 2

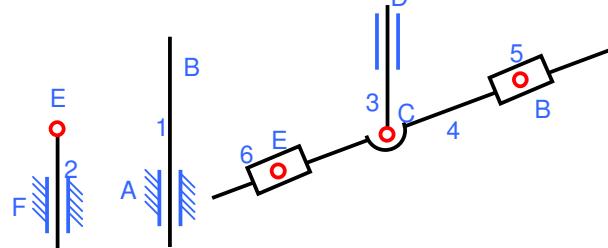
Công thức cấu tạo cơ cấu :  $1 = 1 + 0 + 0 + 0$

13) Tính bậc tự do và xếp loại cơ cấu trong máy tính : cộng (hình 1.13a) và nhân (hình 1.13b)

a) Xét hình 1.13a:



Hình 1.13.a



Hình 1.13aa

$$x_3 = \frac{x_1 a_2 + x_2 a_1}{a_1 + a_2}$$

$$\text{Khi } a_1 = a_2 \text{ thì } x_3 = \frac{x_1 + x_2}{2}$$

Bậc tự do cơ cấu Hình 1.14a được tính theo công thức:

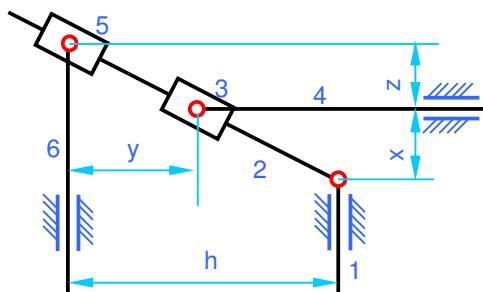
$$W = 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th}$$

$$= 3 * 6 - (2 * 8 + 0) + 0 - 0 = 2$$

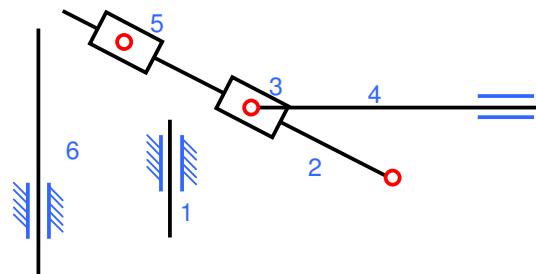
Chứng tỏ cơ cấu có 2 khâu dẫn, Chọn khâu 1 và 2 là khâu dẫn, tách nhóm ta có 1 nhóm tĩnh định loại 3 (3, 4, 5, 6) như hình 1.13aa. Đây là cơ cấu loại 3

Công thức cấu tạo cơ cấu :  $2 = 2 + 0$

b) Xét hình 1.14b:



Hình 1.13b



Hình 1.13bb

$$z = \frac{xy}{h-y}$$

$$\text{hi khâu 2 cố định: } \frac{y}{h-y} = const = t, \text{ do vậy } z = tx$$

Bậc tự do cơ cấu Hình 1.13b được tính theo công thức:

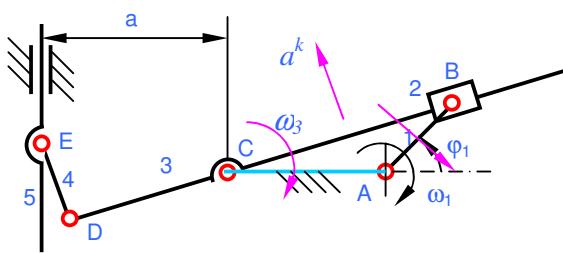
$$\begin{aligned} W &= 3n - (2P_5 + P_4) + r_{th} - W_{th} \\ &= 3 * 6 - (2 * 8 + 0) + 0 - 0 = 2 \end{aligned}$$

Chứng tỏ cơ cấu có 2 khâu dẫn, Chọn khâu 1 và 6 là khâu dẫn, tách nhóm ta có 1 nhóm tĩnh định loại 3 (2, 3, 4, 5) như hình 1.13bb. Đây là cơ cấu loại 3

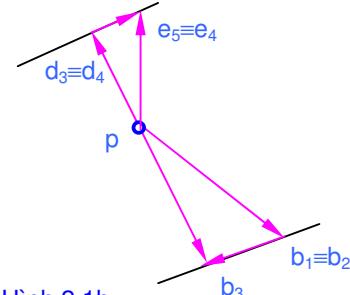
Công thức cấu tạo cơ cấu :  $2 = 2 + 0$

## CHƯƠNG 2: PHÂN TÍCH ĐỘNG HỌC CƠ CẤU PHẲNG LOẠI 2

- 1) Xác định vận tốc và gia tốc của dao bào E trong cơ cấu máy bào xoc (hình 2.1a) khi tay quay 1 quay đều với vận tốc góc  $\omega_1 = 10s^{-1}$  tại vị trí  $\varphi_1 = 45^\circ$ . Cho biết kích thước các khâu của cơ cấu:  $l_{AB} = l_{ED} = 0,2m$ ;  $l_{AC} = l_{CD} = 0,3m$ ;  $a = 0,35m$ .



Hình 2.1a



Hình 2.1b

$B_1 \equiv B_2 \equiv B_3$ , khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp quay, khâu 2 nối với khâu 3 bằng khớp trượt

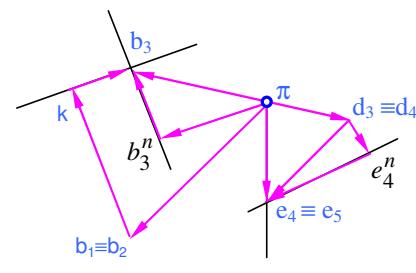
$$\Rightarrow \overrightarrow{V_{B_1}} = \overrightarrow{V_{B_2}} \neq \overrightarrow{V_{B_3}}$$

Giá trị:  $V_{B_1} = V_{B_2} = \omega_1 l_{AB} = 10 \cdot 0,2 = 2m/s$ , có phương vuông góc với khâu AB, chiều theo chiều vận tốc góc khâu 1.

$$\overrightarrow{V_{B_3}} = \overrightarrow{V_{B_2}} + \overrightarrow{V_{B_3B_2}} \quad (1)$$

Trong phương trình (1),  $\overrightarrow{V_{B_3B_2}}$  vuông góc với BC,

$\overrightarrow{V_{B_3B_2}}$  có phương song song với BC.



Hình 2.1c

Chọn tỷ lệ xích để vẽ:  $\mu_V = \frac{V_{B_2}}{pb_2} (m/s/mm)$ . Hoạ đồ vận tốc được vẽ như ở hình 2.1b.

Đo giá trị véc tơ ( $\overrightarrow{pb_3}$ ) biểu diễn vận tốc điểm  $B_3$  và nhân với tỷ lệ xích ta thu được giá trị thực vận tốc điểm  $B_3$ .

$$\Rightarrow \omega_3 = \frac{\overrightarrow{V_{B_3}}}{l_{BC}} = \mu_V \cdot \frac{\overrightarrow{pb_3}}{l_{BC}}$$

Vì  $\frac{\overrightarrow{V_{B_3}}}{\overrightarrow{V_{D_3}}} = \frac{l_{BC}}{l_{CD}}$ , từ đó suy ra vận tốc của điểm D

$E_4 \equiv E_5$  và khâu 4 nối với khâu 5 bằng khớp quay:

$$\overrightarrow{V_{E_5}} = \overrightarrow{V_{E_4}} = \overrightarrow{V_{D_4}} + \overrightarrow{V_{E_4D_4}} \quad (2)$$

Trong phương trình này:  $\overrightarrow{V_{E_4}}$  có phương thẳng đứng.  $\overrightarrow{V_{E_4D_4}}$  có phương vuông góc với DE. Hoạ đồ được vẽ như ở hình 2.1b.

Ta đo đoạn  $pe_5$  và nhân với tỷ lệ xích đã chọn sẽ có giá trị vận tốc khâu 5, chiều đi lên.

Tương tự ta cũng xác định được giá tốc:

$$a_{B_1} = a_{B_2} = \omega_1^2 l_{AB} = 100 \cdot 0,2 = 20 m/s^2 \text{ có chiều hướng từ B đi vào A}$$

$$\overrightarrow{a_{B_3}} = \overrightarrow{a_{B_2}} + \overrightarrow{a_{B_3B_2}} + \overrightarrow{a^k}$$

$$\text{Mặt khác } \overrightarrow{a_{B_3}} = \overrightarrow{a_{B_3C}^n} + \overrightarrow{a_{B_3C}^\tau}, \text{ do vậy}$$

$$\overrightarrow{a_{B_3}} = \overrightarrow{a_{B_3C}^n} + \overrightarrow{a_{B_3C}^\tau} = \overrightarrow{a_{B_2}} + \overrightarrow{a_{B_3B_2}} + \overrightarrow{a^k} \quad (3)$$

### Trong phương trình (3) :

$\overrightarrow{a_{B_3C}^n} = \omega_3^2 \cdot l_{AB}$ ; đã xác định về giá trị có phương chiều hướng từ B đi vào C.

$$\overrightarrow{a_{B_3C}^\tau} = \varepsilon_3 \cdot l_{AB} = ?; \text{ phương vuông góc với BC.}$$

$\left| \overrightarrow{a^k} \right| = 2\omega_2 \cdot V_{B_3 B_2} = 2\omega_3 \cdot \mu_V b_2 b_3$ ; Phương chiều lấy theo chiều  $\overrightarrow{V_{B_3 B_2}}$  quay đi một góc  $90^\circ$  theo chiều  $\overrightarrow{ob}$

$$\left| a_{B_3 B_2} \right| = ? , \text{ phương song song với BC.}$$

Phương trình (3) chỉ tồn tại 2 ẩn số, chọn tỷ lệ xích hoạ đồ gia tốc:  $\mu_a = \frac{a_{B_2}}{\pi d_2}$  ( $m/s^2/mm$ ).

Cách giải được trình bày trên hình 2.1c

Các giá trị được tính bay trên hình 2.1C  
Các giá trị được đo trực tiếp trên các véc tơ biểu diễn tương ứng sau đó nhân với tỷ lệ xích đã chọn.  
Xác định giá tốc góc khâu 3:

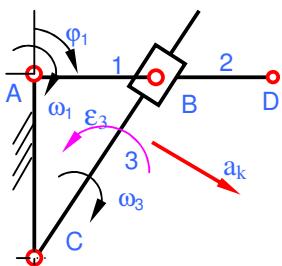
$$\varepsilon_3 = \mu_a \frac{b_3^n b_3}{l_{BC}}$$

Xác định giá tốc điểm  $D_3$  cũng bằng phương pháp đồng dạng

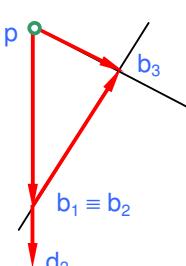
$$\overrightarrow{a_{E_4}} = \overrightarrow{a_{D_4}} + \overrightarrow{a_{E_4 D_4}^n} + \overrightarrow{a_{E_4 D_4}^\tau} \quad (4)$$

Cách lý luận cũng tương tự. Cách giải trình bày trên hình 2.1c

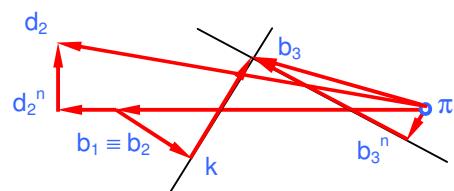
- 2) Tính vận tốc và gia tốc điểm  $D_2$  ( $\angle DBC = 120^\circ$ ) trên con trượt 2 của cơ cấu cu lít tại vị trí  $\varphi_1=90^\circ$ . Tay quay AB quay đều với vận tốc góc  $\omega_1 = 20\text{s}^{-1}$ . Cho biết kích thước các khâu của cơ cấu:  $l_{AB} = l_{BD} = 0,5l_{BC} = 0,2\text{m}$ .



Hình 2.2a



Hình 2.2b



Hình 2.2c

Sự tương quan kích thước đã cho ta thấy rằng tam giác ABC là nửa tam giác đều, ( $\angle ABC=60^0$ ) BD thuộc khâu 2. Để xác định vận tốc điểm D, trước tiên ta phải biết vận tốc điểm  $B_2$  và vận tốc góc khâu 2, sau áp dụng định lý hợp vận tốc sẽ thu được vận tốc điểm D. Khâu 2 trượt trong khâu 3 và quay theo khâu 3 cho nên tốc độ góc khâu 2 cũng chính là tốc độ góc khâu 3.

$B_1 \equiv B_2 \equiv B_3$ , khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp quay, khâu 2 nối với khâu 3 bằng khớp trượt

$$\rightarrow \quad \overrightarrow{V_{B_1}} = \overrightarrow{V_{B_2}} \neq \overrightarrow{V_{B_3}}$$

Giá trị :  $V_{B_1} = V_{B_2} = \omega_1 l_{AB} = 20.0,2 = 4m/s$ , có phương vuông góc với khâu AB, chiều theo chiều vận tốc góc khâu 1.

$$\overrightarrow{V_{B_3}} = \overrightarrow{V_{B_2}} + \overrightarrow{V_{B_3 B_2}} \quad (1)$$

Trong phương trình (1),  $\overrightarrow{V_{B_3}}$  vuông góc với BC,  $\overrightarrow{V_{B_3}B_2}$  có phương song song với BC

Trong trường hợp đặc biệt này ta không cần chọn tỷ lệ xích. Họa đồ vận tốc được vẽ như ở hình 2.2b.

Tam giác  $PB_2B_3$  đồng dạng với tam giác  $BCA$ , ta tính được vận tốc điểm  $B_3$ :  $V_{B_3} = V_{B_2}/2 = 2m/s$ .

Tốc độ góc khâu 3 và khâu 2:  $\omega_2 = \omega_3 = \frac{V_{B_3}}{l_{BC}} = \frac{2}{0,4} = 5 \text{ rad/s}$ . Chiều được xác định như hình vẽ

$$\overrightarrow{V_{D_2}} = \overrightarrow{V_{B_2}} + \overrightarrow{V_{D_2B_2}} \quad (2)$$

Trong phương trình (2) ta đã biết vận tốc điểm  $B_2$ ,  $|\overrightarrow{V_{D_2B_2}}| = \omega_2 \cdot l_{BD} = 5 \cdot 0,2 = 1 \text{ m/s}$ .

Chiều hướng từ trên xuống theo chiều  $\omega_2$  và vuông góc với  $BD$ . Hoá đồ được vẽ tiếp như ở hình 2.2b. Giá trị vận tốc điểm D được tính:

$$|\overrightarrow{V_{D_2}}| = |\overrightarrow{V_{B_2}}| + |\overrightarrow{V_{D_2B_2}}| = 4 + 1 = 5 \text{ m/s}$$

Tương tự ta cũng tính được giá tốc điểm  $D_2$ :

$$\begin{aligned} \overrightarrow{a_{B_1}} &= \overrightarrow{a_{B_2}} \neq \overrightarrow{a_{B_3}} \\ |\overrightarrow{a_{B_1}}| &= |\overrightarrow{a_{B_2}}| = \omega_1^2 \cdot l_{AB} = 400 \cdot 0,2 = 80 \text{ m/s}^2 \\ \overrightarrow{a_{B_3}} &= \overrightarrow{a_{B_2}} + \overrightarrow{a_{B_3B_2}} + \overrightarrow{a_k} \\ \overrightarrow{a_{B_3}} &= \overrightarrow{a_{B_3C}^n} + \overrightarrow{a_{B_3C}^\tau} \\ \Rightarrow \overrightarrow{a_{B_2}} + \overrightarrow{a_{B_3B_2}} + \overrightarrow{a_k} &= \overrightarrow{a_{B_3C}^n} + \overrightarrow{a_{B_3C}^\tau} \end{aligned} \quad (2)$$

Trong phương trình trên (2) Ta có được:

$\overrightarrow{a_{B_2}}$ : Đã xác định;  $\overrightarrow{a_{B_3B_2}}$ : Giá trị chưa biết, phương song song với  $BC$ .

$$|\overrightarrow{a_k}| = 2\omega_3 \cdot V_{B_3B_2} = 2 \cdot 5 \cdot 2\sqrt{3} = 20\sqrt{3} \text{ m/s}^2$$

$$|\overrightarrow{a_{B_3C}^n}| = \omega_3^2 \cdot l_{BC} = 25 \cdot 0,4 = 10 \text{ m/s}^2$$

$$|\overrightarrow{a_{B_3C}^\tau}| = \varepsilon_3 \cdot l_{BC} = ?, \text{ có phương vuông góc với } BC.$$

Phương trình (2) tồn tại 2 ẩn số, Hoá đồ gia tốc được vẽ như ở hình 2.1c

Gia tốc góc khâu 2 và khâu 3 được tính như sau:

$$\begin{aligned} \varepsilon_2 = \varepsilon_3 &= \frac{\overrightarrow{a_{B_3C}^\tau}}{l_{BC}} \\ a_{B_3C}^\tau &= \left( a_{B_2} - \left( \frac{\overrightarrow{a_{B_3C}^n}}{\cos 60^\circ} + \frac{\overrightarrow{a_k}}{\sin 60^\circ} \right) \right) \sin 60^\circ + a_{B_3}^n \tan 60^\circ \\ &= (80 - 5 - 40) \frac{\sqrt{3}}{2} + 10\sqrt{3} = 47,63 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \frac{\overrightarrow{a_{B_3C}^\tau}}{l_{BC}} = \frac{47,63}{0,4} = 119,075 \text{ rad/s}^2$$

$$\overrightarrow{a_{D_2}} = \overrightarrow{a_{B_2}} + \overrightarrow{a_{D_2B_2}^n} + \overrightarrow{a_{D_2B_2}^\tau} \quad (3)$$

Trong phương trình (3) Ta đã biết:

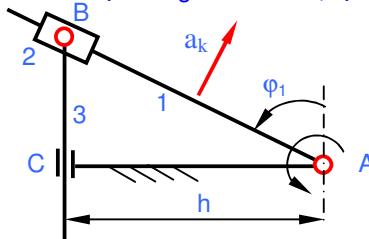
$$\overrightarrow{a_{D_2B_2}^n} = \omega_2^2 \cdot l_{BD} = 25 \cdot 0,2 = 5 \text{ m/s}^2$$

$$|\overrightarrow{a_{D_2B_2}^\tau}| = \varepsilon_2 \cdot l_{BD} = 119,075 \cdot 0,2 = 28,815 \text{ m/s}^2$$

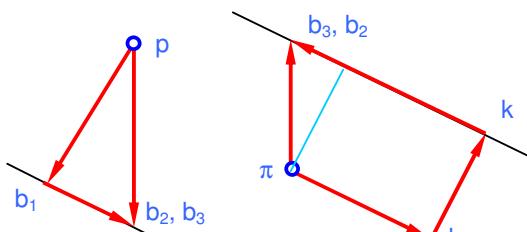
Hoá đồ gia tốc được vẽ trên hình 2.2c

Giá trị giá tốc điểm D được tính:  $a_{D_2} = \sqrt{(80+5)^2 + 28,815^2} = 88,27 m/s^2$

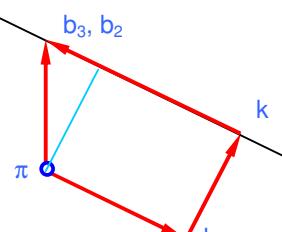
- 3) Tính vận tốc và giá tốc khâu 3 của cơ cấu tính tang một góc, nếu tay quay AB quay đều với vận tốc góc  $\omega = 10 s^{-1}$ , tại vị trí  $\varphi_1 = 60^\circ$ . Cho trước  $h = 0,05m$  (hình 2.3a).



Hình 2.3a



Hình 2.3b



Hình 2.3c

Vì khâu 3 chuyển động tịnh tiến, cho nên mọi điểm trên khâu 3 đều có vận tốc và giá tốc như nhau. Chúng ta đi xác định vận tốc và giá tốc điểm  $B_3$ .

$B_1 \equiv B_2 \equiv B_3$ . Khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp tịnh tiến, khâu 2 nối với khâu 3 bằng khớp quay:

$$\begin{aligned}\overrightarrow{V_{B_1}} &\neq \overrightarrow{V_{B_2}} = \overrightarrow{V_{B_3}} \\ V_{B_1} &= \omega_1 \cdot l_{AB} = 2 \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,05 \cdot 10 = \frac{\sqrt{3}}{3} = 0,577 m/s \\ \overrightarrow{V_{B_2}} &= \overrightarrow{V_{B_1}} + \overrightarrow{V_{B_2 B_1}} \\ &\parallel BC \quad \parallel AB\end{aligned}\tag{1}$$

Phương trình chỉ tồn tại hai ẩn số là giá trị vận tốc điểm  $B_2$  và vận tốc tương đối giữa 2 điểm  $B_1$  và  $B_2$ . Hoạ đồ véc tơ vận tốc được vẽ như hình 2.3b.

Vận tốc điểm  $B_2$  được tính như sau:  $V_{B_2} = 2V_{B_1} \frac{\sqrt{3}}{3} = 0,67 m/s$ . Chiều được xác định như trên

hoạ đồ vận tốc (hình 2.3b).

Tương tự giá tốc ta cũng có:  $\overrightarrow{a_{B_1}} \neq \overrightarrow{a_{B_2}} = \overrightarrow{a_{B_3}}$

$$|\overrightarrow{a_{B_1}}| = \omega_1^2 \cdot l_{AB} = 100 \cdot 2 \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,05 = 10 \frac{\sqrt{3}}{3} m/s^2$$

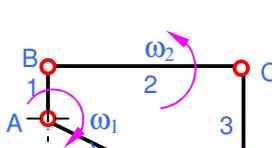
$$\begin{aligned}\overrightarrow{a_{B_2}} &= \overrightarrow{a_{B_1}} + \overrightarrow{a_{B_2 B_1}} + \overrightarrow{a_k} \\ &\parallel BC \quad \parallel AB\end{aligned}$$

$$\overrightarrow{a_k} : \text{có giá trị là } 2 \cdot \omega_1 \cdot V_{B_2 B_1} = 2 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{6} = 10 \frac{\sqrt{3}}{3} m/s^2.$$

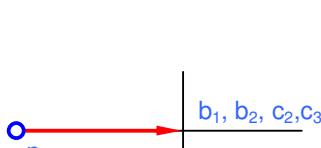
Phương chiều theo chiều của  $\overrightarrow{V_{B_2 B_1}}$  quay đi một góc  $90^\circ$  theo chiều  $\omega_1$ . Hoạ đồ gia tốc được vẽ như ở hình 2.3c. Giá trị giá tốc khâu 3 được tính:

$$a_{B_2} = a_{B_3} = 2a_k \frac{\sqrt{3}}{3} = 2 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} = 6,7 m/s^2$$

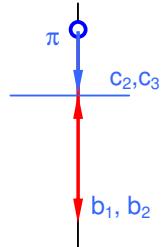
- 4) Tính vận tốc và giá tốc điểm C (hình 2.4a), vận tốc góc và giá tốc góc của các khâu 2 và 3 trong cơ cấu 4 khâu bắn lè tại vị trí  $\angle ABC = \angle BCD = 90^\circ$ , nếu tay quay AB quay đều với vận tốc góc  $\omega_1 = 20 s^{-1}$ . Cho trước kích thước của các khâu  $4l_{AB} = l_{BC} = l_{CD} = 0,4m$ .



Hình 2.4a



Hình 2.4b



Hình 2.4c

$B_1 \equiv B_2$ . Khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp quay:

$$\overrightarrow{V_{B_1}} = \overrightarrow{V_{B_2}}$$

$$V_{B_1} = \omega_1 \cdot l_{AB} = 20.0,1 = 2m/s$$

Tương tự:  $C_2 \equiv C_3$  và  $\overrightarrow{V_{C_2}} = \overrightarrow{V_{C_3}}$

$$\overrightarrow{V_{C_2}} = \overrightarrow{V_{B_2}} + \overrightarrow{V_{C_2 B_2}}$$

$\perp_{CD}$

(1)

$\perp_{BC}$

Phương trình chỉ tồn tại hai ẩn số là giá trị vận tốc điểm  $C_2$  và vận tốc tương đối giữa 2 điểm  $C_2$  và  $B_2$ . Hoa đồ véc tơ vận tốc được vẽ như hình 2.3b.

Từ hoa đồ ta thấy rằng vận tốc điểm  $C$  và vận tốc điểm  $B$  thuộc khâu 2 là bằng nhau, do vậy khâu 2 chuyển động tịnh tiến tức thời:  $\omega_2 = 0$ .

Vận tốc góc khâu 3:

$$\omega_3 = \frac{V_{C_3}}{l_{CD}} = \frac{2}{0,4} = 5rad/s$$

Chiều được xác định theo chiều  $V_{C_3}$  như hình vẽ.

Xác định gia tốc:

$$\overrightarrow{a_{B_1}} = \overrightarrow{a_{B_2}}$$

$$|\overrightarrow{a_{B_1}}| = \omega_1^2 \cdot l_{AB} = 400.0,1 = 40m/s^2$$

$$\overrightarrow{a_{C_2}} = \overrightarrow{a_{C_3}} = \overrightarrow{a_{C_3 D}^n} + \overrightarrow{a_{C_3 D}^\tau} = \overrightarrow{a_{B_2}} + \overrightarrow{a_{C_2 B_2}^n} + \overrightarrow{a_{C_2 B_2}^\tau} \quad (2)$$

Trên phương trình 2:

$\overrightarrow{a_{C_3 D}^n}$ : Có giá trị bằng:  $\omega_3^2 \cdot l_{CD} = 25 \cdot 0,4 = 10m/s^2$

$\overrightarrow{a_{C_3 D}^\tau}$ : Giá trị chưa biết, có phương vuông góc với CD

$\overrightarrow{a_{C_2 B_2}^n}$ : có giá trị bằng 0 vì  $\omega_2 = 0$ .

$\overrightarrow{a_{C_2 B_2}^\tau}$ : Giá trị chưa biết, có phương vuông góc với BC.

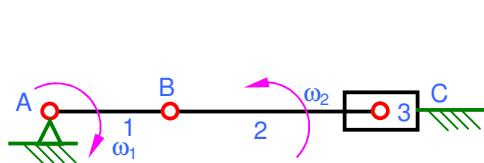
Phương trình chỉ còn tồn tại 2 ẩn số là giá trị của 2 gia tốc tiếp. Cách giải được trình bày trên hình 2.4c.

Gia tốc Điểm C bây giờ chỉ tồn tại gia tốc pháp có chiều hướng từ C đi vào D và có giá trị là  $10m/s^2$ . Gia tốc tiếp bằng 0.

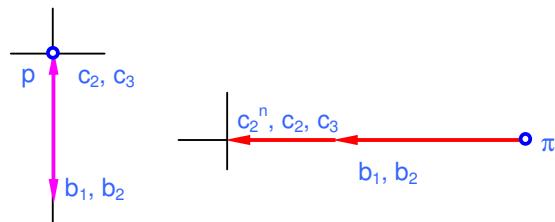
Gia tốc tiếp trong chuyển động tương đối giữa điểm  $C_2$  đối với điểm  $B_2$  là  $\overrightarrow{a_{C_2 B_2}^\tau}$  được biểu diễn bởi véc tơ  $\overrightarrow{b_{2 C_2}}$  có giá trị là:  $40 - 10 = 30m/s^2$ .

Gia tốc góc khâu 2 được xác định:  $\varepsilon_2 = 30 / 0,4 = 75rad/s^2$ . chiều xác định như trên hình vẽ.

- 5) Tính vận tốc và gia tốc điểm C và vận tốc góc và gia tốc góc của thanh truyền 2 trong cơ cấu tay quay con trượt (hình 1.5a) khi tay quay và thanh truyền thẳng hàng. Biết tay quay AB quay đều với vận tốc góc  $\omega_1 = 20s^{-1}$  và kích thước các khâu:  $2l_{AB} = l_{BC} = 0,2m$ .



Hình 2.5a



Hình 2.5b

Hình 2.5c

$B_1 \equiv B_2$ . Khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp quay:

$$\overrightarrow{V_{B_1}} = \overrightarrow{V_{B_2}}$$

$$V_{B_1} = \omega_1 \cdot l_{AB} = 20 \cdot 0,1 = 2 \text{ m/s}$$

Tương tự:  $C_2 \equiv C_3$  và  $\overrightarrow{V_{C_2}} = \overrightarrow{V_{C_3}}$

$$\overrightarrow{V_{C_2}} = \overrightarrow{V_{B_2}} + \overrightarrow{V_{C_2B_2}}$$

//AC  $\perp BC$

(1)

Phương trình chỉ tồn tại hai ẩn số là giá trị vận tốc điểm  $C_2$  và vận tốc tương đối giữa 2 điểm  $C_2$  và  $B_2$ . Hoạ đồ véc tơ vận tốc được vẽ như hình 2.5b.

Từ hoạ đồ ta thấy rằng vận tốc điểm  $C$  bằng 0, vận tốc điểm  $B$  và vận tốc tương đối giữa điểm  $C$  đối với điểm  $B$  là bằng nhau về giá trị và ngược chiều nhau. Vận tốc góc khâu 2 được tính:

$$\omega_2 = \frac{V_{C_2B_2}}{l_{BC}} = \frac{2}{0,2} = 10 \text{ rad/s}$$

Chiều xác định như hình vẽ (hình 2.5a)

Xác định giá tốc:

$$\overrightarrow{a_{B_1}} = \overrightarrow{a_{B_2}}$$

$$|\overrightarrow{a_{B_1}}| = \omega_1^2 \cdot l_{AB} = 400 \cdot 0,1 = 40 \text{ m/s}^2$$

$$\overrightarrow{a_{C_2}} = \overrightarrow{a_{C_3}} = \overrightarrow{a_{B_2}} + \overrightarrow{a_{C_2B_2}^n} + \overrightarrow{a_{C_2B_2}^\tau} \quad (2)$$

Trên phương trình 2:

$\overrightarrow{a_{C_2B_2}^n}$ : có giá trị bằng:  $\omega_2^2 \cdot l_{BC} = 100 \cdot 0,2 = 20 \text{ m/s}^2$

$\overrightarrow{a_{C_2B_2}^\tau}$ : Giá trị chưa biết, có phương vuông góc với  $BC$ .

$\overrightarrow{a_{C_2}}$ : có phương song song với  $AC$ , giá trị chưa biết.

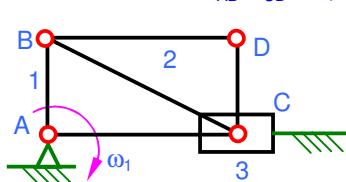
Phương trình chỉ còn tồn tại 2 ẩn số là giá trị của giá tốc tiếp tương đối và giá tốc tuyệt đối điểm  $C$ . Cách giải được trình bày trên hình 2.5c.

Giá tốc Điểm  $C$  có chiều như hình vẽ và có giá trị bằng  $40 + 20 = 60 \text{ m/s}^2$ .

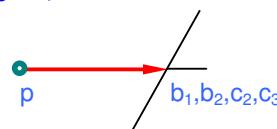
Gia tốc tiếp trong chuyển động tương đối giữa điểm  $C_2$  đối với điểm  $B_2$  là  $\overrightarrow{a_{C_2B_2}^\tau}$  được biểu

diễn bởi véc tơ  $\overrightarrow{c_{2C_2}^n}$  có giá trị là 0, do vậy giá tốc góc khâu 2 bằng 0

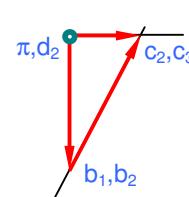
- 6) Tính vận tốc và giá tốc điểm  $D$  trên khâu 2 của cơ cấu tay quay con trượt (hình 2.6a) tại vị trí các góc  $\angle CAB = \angle CDB = 90^\circ$ . Biết tay quay  $AB$  quay đều với vận tốc góc  $\omega_1 = 20 \text{ s}^{-1}$  và kích thước các khâu  $l_{AB} = l_{CD} = 0,5 l_{BC} = 0,1 \text{ m}$ .



Hình 2.6a



Hình 2.6b



Hình 2.6c

$B_1 \equiv B_2$ . Khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp quay:

$$\overrightarrow{V_{B_1}} = \overrightarrow{V_{B_2}} \quad \text{và} \quad V_{B_1} = \omega_1 \cdot l_{AB} = 20 \cdot 0,1 = 2 \text{ m/s}$$

Tương tự:  $C_2 \equiv C_3$  và  $\overrightarrow{V_{C_2}} = \overrightarrow{V_{C_3}}$

$$\overrightarrow{V_{C_2}} = \overrightarrow{V_{B_2}} + \overrightarrow{V_{C_2B_2}}$$

//AC  $\perp BC$

(1)

Phương trình chỉ tồn tại hai ẩn số là giá trị vận tốc điểm  $C_2$  và vận tốc tương đối giữa 2 điểm  $C_2$  và  $B_2$ . Hoá đồ véc tơ vận tốc được vẽ như hình 2.6b.

Từ hoá đồ ta nhận thấy rằng vận tốc tại điểm  $B$  và điểm  $C$  thuộc khâu 2 đều bằng nhau, khâu 2 chuyển động tịnh tiến tức thời, mọi điểm trên khâu 2 đều có vận tốc như nhau với giá trị bằng  $2\text{m/s}$ ,  $\omega_2 = 0$ .

$$\overrightarrow{V_{B_1}} = \overrightarrow{V_{B_2}} = \overrightarrow{V_{C_2}} = \overrightarrow{V_{C_3}} = \overrightarrow{V_{D_2}}$$

Xác định gia tốc:

$$\overrightarrow{a_{B_1}} = \overrightarrow{a_{B_2}}$$

$$|\overrightarrow{a_{B_1}}| = \omega_1^2 l_{AB} = 400 \cdot 0,1 = 40 \text{m/s}^2$$

Chiều hướng từ  $B$  đi vào  $A$

$$\overrightarrow{a_{C_2}} = \overrightarrow{a_{C_3}} = \overrightarrow{a_{B_2}} + \overrightarrow{a_{C_2 B_2}^n} + \overrightarrow{a_{C_2 B_2}^\tau} \quad (2)$$

Trên phương trình 2:

$$\overrightarrow{a_{C_2 B_2}^n} : \text{có giá trị bằng: } \omega_2^2 l_{BC} = 0$$

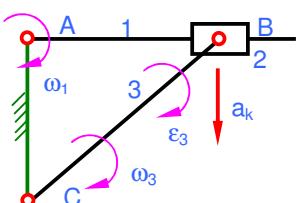
$$\overrightarrow{a_{C_2 B_2}^\tau} : \text{Giá trị chưa biết, có phuong vuông góc với BC.}$$

$$\overrightarrow{a_{C_2}} : \text{có phuong song song voi AC, giá trị chưa biết.}$$

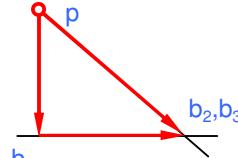
Phương trình chỉ còn tồn tại 2 ẩn số là giá trị của gia tốc tiếp tương đối và gia tốc tuyệt đối điểm  $C$ . Cách giải được trình bày trên hình 2.6c.

Áp dụng định lý đồng dạng thuận: *Hình nối các mút véc tơ biểu diễn gia tốc tuyệt đối thì đồng dạng thuận với hình nối các điểm tương ứng trên cùng một khâu*. Ta tìm được điểm  $d_2$  tương ứng với điểm  $D_2$  trên khâu 2, đó chính là cực hoạ đồ gia tốc. Gia tốc điểm  $D$  bằng 0.

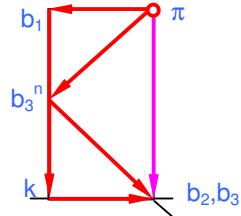
- 7) Tính vận tốc góc và gia tốc góc của các khâu trong cơ cấu culit (hình 2.7) ở vị trí góc  $\angle BAC = 90^\circ$ , nếu tay quay  $AB$  quay đều với vận tốc góc  $\omega_1 = 10\text{rad/s}$  và kích thước các khâu là  $l_{AB} = l_{AC} = 0,2\text{m}$ .



Hình 2.7a



Hình 2.7b



Hình 2.7c

$B_1 \equiv B_2 \equiv B_3$ . Khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp tịnh tiến, khâu 2 nối với khâu 3 bằng khớp quay:

$$\overrightarrow{V_{B_1}} \neq \overrightarrow{V_{B_2}} = \overrightarrow{V_{B_3}} \quad \text{và} \quad V_{B_1} = \omega_1 l_{AB} = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{m/s}$$

$$\overrightarrow{V_{B_2}} = \overrightarrow{V_{B_1}} + \overrightarrow{V_{B_2 B_1}}$$

$$\perp BC \quad //AB$$

Phương trình (2) tồn tại 2 ẩn số. Cách giải được trình bày trên hoạ đồ vận tốc (hình 2.7b).

Vận tốc điểm  $B_2$  và  $B_3$  được xác định theo hoạ đồ:

$$V_{B_2} = V_{B_1} \sqrt{2} = 2\sqrt{2} \text{m/s}$$

$$\omega_3 = \frac{V_{B_3}}{l_{BC}} = \frac{2\sqrt{2}}{0,2\sqrt{2}} = 10 \text{s}^{-1}$$

Như vậy:  $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3 = 10\text{rad/s}$ , chiều xác định như hình vẽ.

Tương tự gia tốc ta cũng có:  $\overrightarrow{a_{B_1}} \neq \overrightarrow{a_{B_2}} = \overrightarrow{a_{B_3}}$

$$|\overrightarrow{a_{B_1}}| = \omega_1^2 l_{AB} = 100 \cdot 0,2 = 20 \text{m/s}^2 \text{ có chiều hướng từ B đi vào A.}$$

$$\overrightarrow{a_{B_2}} = \overrightarrow{a_{B_1}} + \overrightarrow{a_{B_2 B_1}} + \overrightarrow{a_k} = \overrightarrow{a_{B_3 C}^n} + \overrightarrow{a_{B_3 C}^\tau} \quad (2)$$

Trong phương trình trên (2) Ta có được:

$\vec{a}_{B_1}$  : Đã xác định;  $\vec{a}_{B_2B_1}$  : Giá trị chưa biết, phương song song với BC.

$|\vec{a}_k| = 2\omega_1 V_{B_2B_1} = 2 \cdot 10 \cdot 2 = 40 m/s^2$ , chiều lấy theo chiều  $V_{B_2B_1}$  quay đi một góc  $90^\circ$  theo chiều  $\omega_1$  (hình 2.7a).

$$|\vec{a}_{B_3C}^n| = \omega_3^2 l_{BC} = 10 \cdot 0,2\sqrt{2} = 20\sqrt{2} m/s^2$$

$$|\vec{a}_{B_3C}^\tau| = \varepsilon_3 l_{BC} = ? , \text{ có phương vuông góc với BC.}$$

Phương trình chỉ còn tồn tại 2 ẩn số. Cách giải được trình bày trên hình 2.7c.

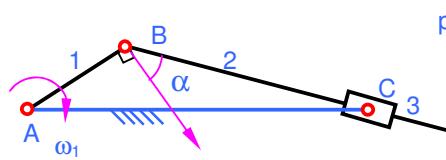
Từ hình vẽ ta tính được giá tốc tiếp của điểm  $B_3$ , biểu diễn bởi  $\vec{b}_3^n b_3$ :

$$a_{B_3C}^\tau = 20\sqrt{2} m/s^2$$

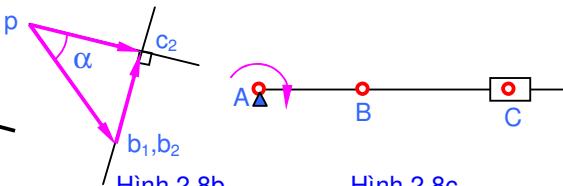
$$\text{Gia tốc góc khâu 3: } \varepsilon_3 = \frac{20\sqrt{2}}{0,2\sqrt{2}} = 100 rad/s^2$$

Do khâu 1 quay đều và tốc độ góc khâu 2 luôn bằng khâu 3 cho nên:  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0$ .

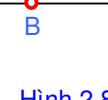
- 8) Tìm vận tốc góc lớn nhất của culits 2 (hình 2.8a) qua vận tốc góc  $\omega_1$  của tay quay 1 cho trước ứng với ba trường hợp:  
 a)  $l_{AB} = 0,075m$ ;  $l_{AC} = 0,3m$   
 b)  $l_{AB} = 0,075m$ ;  $l_{AC} = 0,225m$   
 c)  $l_{AB} = 0,075m$ ;  $l_{AC} = 0,150m$



Hình 2.8a



Hình 2.8b



Hình 2.8c

$B_1 \equiv B_2$ . Khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp quay:

$$\vec{V}_{B_1} = \vec{V}_{B_2} \quad \text{và} \quad V_{B_1} = \omega_1 l_{AB}$$

Chọn  $B_2$  làm cực ta viết được phương trình véc tơ tính vận tốc điểm  $C_2$ .

$$\vec{V}_{C_2} = \vec{V}_{B_2} + \vec{V}_{C_2B_2} \quad (1)$$

$\parallel BC$        $\perp BC$

Phương trình trên chỉ tồn tại 2 ẩn số giá trị. Hoá đồ vận tốc được vẽ như ở hình 2.8b.

Gọi  $\alpha$  là góc hợp bởi phương vận tốc điểm B với phương của khâu BC. Tốc độ góc của khâu 2 được tính :

$$\omega_2 = \frac{V_{C_2B_2}}{l_{BC}} = V_{B_2} \frac{\sin \alpha}{l_{BC}} \quad (2)$$

Trong đẳng thức (2), muốn vận tốc góc khâu 2 đạt cực đại thì  $\sin \alpha = 1$  và  $l_{BC}$  bé nhất.

Khi đó  $\alpha = 90^\circ$  và A, B, C thẳng hàng (hình 2.8c)

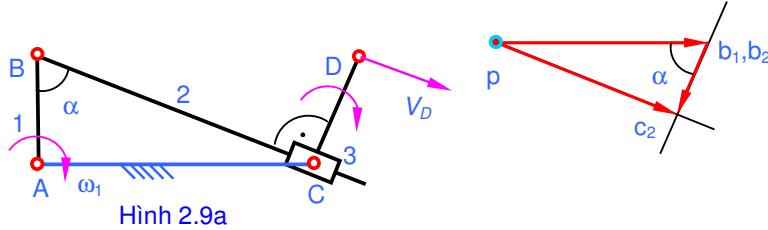
$$a) \omega_{2 \max} = \frac{\omega_1 l_{AB}}{l_{AC} - l_{AB}} = \omega_1 \frac{0,075}{0,3 - 0,075} = \frac{\omega_1}{3}$$

$$b) \omega_{2 \max} = \frac{\omega_1 l_{AB}}{l_{AC} - l_{AB}} = \omega_1 \frac{0,075}{0,225 - 0,075} = \frac{\omega_1}{2}$$

$$c) \omega_{2 \max} = \frac{\omega_1 l_{AB}}{l_{AC} - l_{AB}} = \omega_1 \frac{0,075}{0,150 - 0,075} = \omega_1$$

9) Tính vận tốc điểm D trên khâu 3 của cơ cấu xy lanh quay (hình 2.9a và 2.9b) tại vị trí các góc  $\angle BAC = \angle BCD = 90^\circ$ , nếu tay quay AB quay đều với vận tốc góc  $\omega_1 = 20\text{rad/s}$  và kích thước các khâu là  $l_{AB} = l_{CD} = 0,1\text{m}$ ,  $l_{AC} = 0,173\text{m}$ .

a) Xét hình 2.9a:



Hình 2.9a

Ta thấy rằng điểm D thuộc khâu 3, khâu 3 đang quay quanh C. Khâu 3 quay theo khâu 2 do đó tốc độ góc khâu 2 và khâu 3 là như nhau. Để tính được vận tốc điểm D chúng ta chỉ cần xác định được vận tốc góc khâu 3 thì vấn đề coi như được giải quyết xong.

$B_1 \equiv B_2$ . Khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp quay:

$$\vec{V}_{B_1} = \vec{V}_{B_2} \quad \text{và} \quad V_{B_1} = \omega_1 \cdot l_{AB} = 20 \cdot 0,1 = 2\text{m/s}$$

Chọn  $B_2$  làm cực ta viết được phương trình véc tơ tính vận tốc điểm  $C_2$ .

$$\vec{V}_{C_2} = \vec{V}_{B_2} + \vec{V}_{C_2B_2} \quad (1)$$

$$\perp BC$$

$$\perp BC$$

Phương trình trên chỉ tồn tại 2 ẩn số giá trị. Hoá đồ vận tốc được vẽ như ở hình 2.a1.

Gọi  $\alpha$  là góc hợp bởi phuong AB với phuong của khâu BC. Tốc độ góc của khâu 2 được tính :

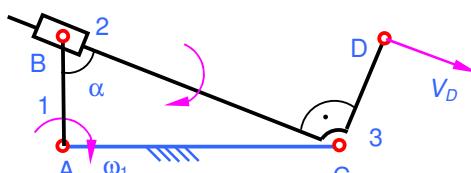
$$\omega_2 = \frac{V_{C_2B_2}}{l_{BC}} = V_{B_2} \frac{\cos \alpha}{l_{BC}} = 2 \frac{0,1}{0,1^2 + 0,173^2} = 6,2\text{rad/s}$$

Vận tốc điểm D được tính như sau:

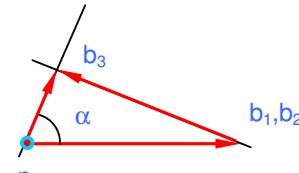
$$V_{D_3} = \omega_3 \cdot l_{CD} = 6,2 \cdot 0,1 = 0,62\text{m/s}$$

Chiều được xác định theo chiều  $\omega_3$  như hình 2.9a.

b) Xét hình 2.9b:



Hình 2.9b



Hình 2.9b1

Tương tự ta cũng tính được vận tốc góc khâu 3 thông qua phương trình véc tơ:

$$\vec{V}_{B_3} = \vec{V}_{B_2} + \vec{V}_{B_3B_2} \quad (2)$$

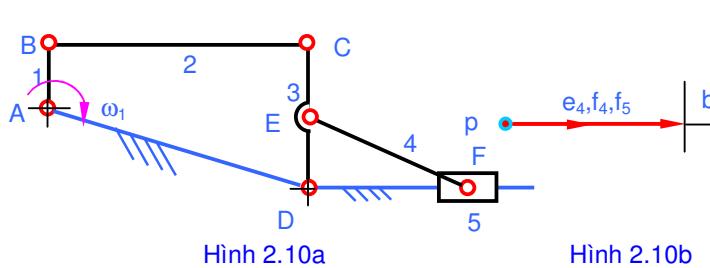
$$\perp BC$$

$$\parallel BC$$

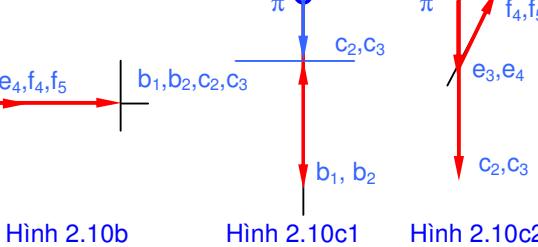
Hoá đồ vận tốc cũng giống như trường hợp trên (hình 2.9b1)

Giá trị vận tốc điểm D và phương chiềuthì cùng kết quả như trên.

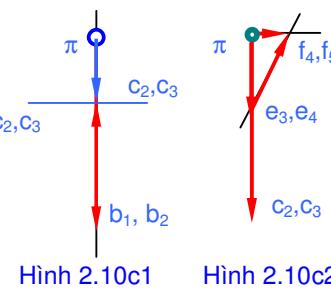
- 10) Tính vận tốc và gia tốc của điểm F trên cơ cấu sàng lắc (hình 2.10a) nếu tay quay AB quay đều với vận tốc góc  $\omega_1 = 20\text{rad/s}$  tại vị trí AB và CE thẳng đứng. BC nằm ngang. Cho trước kích thước các khâu:  $l_{AB} = l_{CE} = l_{DE} = l_{BC}/3 = 0,5l_{DF} = 0,1\text{m}$ .



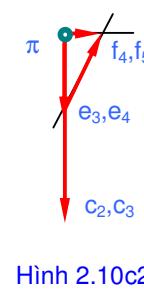
Hình 2.10a



Hình 2.10b



Hình 2.10c1



Hình 2.10c2

Đây là một tổ hợp gồm 2 cơ cấu hợp thành: Cơ cấu 4 khâu bǎn lè ABCD (tương tự bài số 4) và cơ cấu tay quay con trượt DEF (tương tự bài số 6)

$B_1 \equiv B_2$ . Khâu 1 nối với khâu 2 bằng khớp quay:

$$\overrightarrow{V_{B_1}} = \overrightarrow{V_{B_2}} \quad \text{và} \quad V_{B_1} = \omega_1 l_{AB} = 20.0,1 = 2m/s$$

Tương tự như những bài đã giải, vị trí các khâu của cơ cấu ở vị trí đặc biệt. Khâu 2 chuyển động tịnh tiến tức thời:

$$\rightarrow \omega_2 = 0, \text{ Vận tốc điểm B và C của khâu 2 là bằng nhau}$$

$$\overrightarrow{V_{B_2}} = \overrightarrow{V_{C_2}} = \overrightarrow{V_{C_3}}$$

Tương tự trên khâu 4, vận tốc điểm E và điểm F cũng bằng nhau:

$$\overrightarrow{V_{E_3}} = \overrightarrow{V_{E_4}} = \overrightarrow{V_{F_4}} = \overrightarrow{V_{F_5}} = \frac{\overrightarrow{V_{C_3}}}{2}$$

Khâu 4 tịnh tiến thức thời  $\rightarrow \omega_4 = 0$ .  $V_F = 1m/s$

Vận tốc góc khâu 3:

$$\omega_3 = \frac{V_{C_3}}{l_{CD}} = \frac{2}{0,2} = 10 rad/s$$

Xác định gia tốc:

$$\begin{aligned} \overrightarrow{a_{B_1}} &= \overrightarrow{a_{B_2}} \\ |\overrightarrow{a_{B_1}}| &= \omega_1^2 l_{AB} = 400.0,1 = 40 m/s^2 \\ \overrightarrow{a_{C_2}} &= \overrightarrow{a_{C_3}} = \overrightarrow{a_{C_3D}^n} + \overrightarrow{a_{C_3D}^\tau} = \overrightarrow{a_{B_2}} + \overrightarrow{a_{C_2B_2}^n} + \overrightarrow{a_{C_2B_2}^\tau} \quad (2) \end{aligned}$$

Trên phương trình 2:

$\overrightarrow{a_{C_3D}^n}$ : Có giá trị bằng:  $\omega_3^2 \cdot l_{CD} = 100 \cdot 0,2 = 20 m/s^2$

$\overrightarrow{a_{C_3D}^\tau}$ : Giá trị chưa biết, có phương vuông góc với CD

$\overrightarrow{a_{C_2B_2}^n}$ : có giá trị bằng 0 vì  $\omega_2 = 0$ .

$\overrightarrow{a_{C_2B_2}^\tau}$ : Giá trị chưa biết, có phương vuông góc với BC.

Phương trình chỉ còn tồn tại 2 ẩn số là giá trị của 2 gia tốc tiếp. Cách giải được trình bày trên hình 2.10c1.

Gia tốc Điểm C bây giờ chỉ tồn tại gia tốc pháp có chiều hướng từ C đi vào D và có giá trị là  $20 m/s^2$ . Gia tốc tiếp bằng 0.

Gia tốc điểm E<sub>3</sub> bằng nửa gia tốc điểm C.

Xác định gia tốc điểm F

$$\overrightarrow{a_{F_4}} = \overrightarrow{a_{F_5}} = \overrightarrow{a_{E_4}} + \overrightarrow{a_{F_4E_4}^n} + \overrightarrow{a_{F_4E_4}^\tau} \quad (2)$$

Trên phương trình 2:

$\overrightarrow{a_{F_4E_4}^n}$ : có giá trị bằng:  $\omega_4^2 \cdot l_{EF} = 0$

$\overrightarrow{a_{F_4E_4}^\tau}$ : Giá trị chưa biết, có phương vuông góc với EF.

$\overrightarrow{a_{F_4}}$ : có phương song song với DF, giá trị chưa biết.

Phương trình chỉ còn tồn tại 2 ẩn số là giá trị của gia tốc tiếp tương đối và gia tốc tuyệt đối điểm C. Cách giải được trình bày trên hình 2.10c2 (Kết tiếp của hình 2.10c1)

Do sự tương quan đồng dạng cốt cơ cấu ta có hệ thức:

$$\frac{a_{F_4}}{DE} = \frac{a_{E_4}}{DF} \rightarrow a_{F_4} = \frac{a_{E_4} \cdot DE}{DF} = \frac{10.0,1}{0,2} = 5 m/s^2$$

### CHƯƠNG 3: PHÂN TÍCH LỰC HỌC TRÊN CƠ CẤU PHẲNG LOẠI 2

- 1) Một con trượt chuyển động nhanh dần với gia tốc  $a = 10\text{m/s}^2$ . Không kể tới ma sát trên mặt trượt, tính công suất ngoại lực  $P$  đẩy vật chuyển động khi vật có vận tốc  $5\text{m/s}$ . Biết khối lượng của con trượt là  $m = 2\text{ kg}$  (hình 3.1).

Áp dụng nguyên lý D'Alembert, thu được:

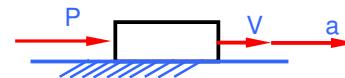
$$\vec{P} + \vec{P}_{qt} = 0$$

$$P_{qt} = m \cdot a = 2 \cdot 10 = 20\text{N}.$$

$$\Rightarrow P = 10\text{N}$$

Công suất ngoại lực  $P$  đẩy vật chuyển động với vận tốc  $5\text{m/s}$ :

$$\vec{P} \cdot \vec{V} = P \cdot V \cos(\vec{P}, \vec{V}) = 20 \cdot 5 = 100\text{W}$$



Hình 3.1

- 2) Hãy tính mômen của lực quán tính của bánh đà trong thời gian mở máy: Biết lúc bắt đầu mở máy vận tốc góc bằng  $0$  và sau  $3$  giây vận tốc tăng tỷ lệ với thời gian thì máy chuyển động bình ổn, với vận tốc góc trung bình  $\omega = 21\text{s}^{-1}$ ; mômen quán tính của bánh đà là  $J = 2\text{kg.m}^2$ , trọng tâm của bánh đà ở ngay trên trục quay (hình 3.2)

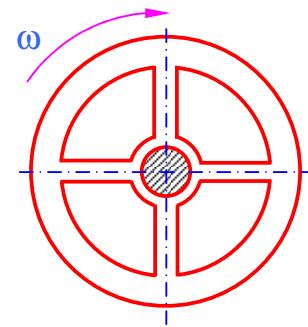
Phương trình chuyển động của bánh đà:

$$\omega = \epsilon t$$

$$\Rightarrow \epsilon = \frac{\omega}{t} = \frac{21}{3} = 7\text{rad/s}^2$$

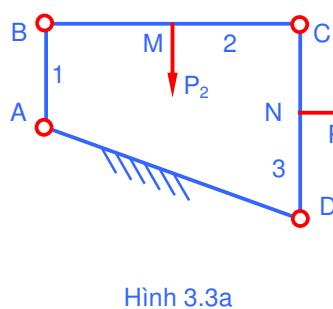
Mômen của lực quán tính được tính:

$$M = J \cdot \epsilon = 2 \cdot 7 = 14\text{Nm}$$

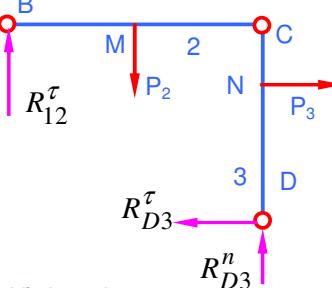


Hình 3.2

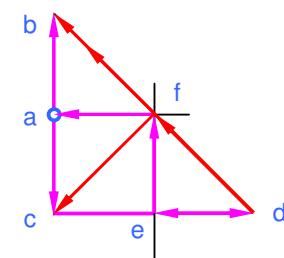
- 3) Tính những áp lực khớp động và lực cản bằng (đặt tại điểm giữa khâu AB theo phương vuông góc với khâu này), cho trước  $l_{AB} = 0,1\text{m}$ ,  $l_{BC} = l_{CD} = 0,2\text{m}$ . Lực cản  $P_2 = P_3 = 1000\text{N}$  tác động tại trung điểm các khâu. Lực cản  $P_2$  hướng thẳng đứng xuống dưới, lực  $P_3$  hướng nằm ngang sang phải như hình 3.3a. AB, CD thẳng đứng, BC nằm ngang



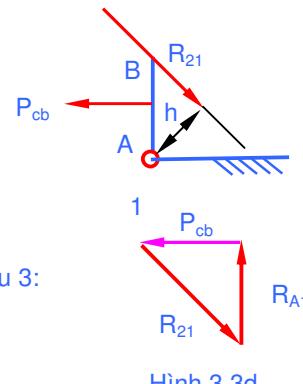
Hình 3.3a



Hình 3.3b



Hình 3.3c



Hình 3.3d

Tách nhóm tĩnh định BCD và đặt lực vào các khớp chờ (hình 3.3b):

$R_{12}$  và  $R_{D3}$ . Viết phương trình cân bằng lực cho toàn nhóm:

$$\vec{R}_{12} + \vec{P}_2 + \vec{P}_3 + \vec{R}_{D3} = 0 \quad (1)$$

phương trình (1) tồn tại 4 ẩn số: Giá trị và phương chiều của 2 lực:  $R_{12}$  và  $R_{D3}$ . Chia các áp lực này ra thành 2 thành phần (hình 3.3b)

$$\vec{R}_{12} = \vec{R}_{12}^n + \vec{R}_{12}^\tau \quad \text{và} \quad \vec{R}_{D3} = \vec{R}_{D3}^n + \vec{R}_{D3}^\tau$$

Lấy tổng mômen của các lực đối với điểm C thuộc khâu 2 và thuộc khâu 3:

$$\Sigma M_{(C_2)}(R_i) = R_{12}^\tau l_{BC} - P_2 l_{MC} = 0$$

$$\Rightarrow R_{12}^\tau = 0,5P_2 = 500\text{N} > 0$$

$\Rightarrow$  Chiều  $\vec{R}_{12}^\tau$  đã chọn ban đầu là đúng.

$$\Sigma M_{(C_3)}(R_i) = R_{D3}^\tau l_{CD} - P_3 l_{NC} = 0$$

$$\rightarrow R_{D3}^{\tau} = 0,5P_3 = 500N > 0$$

$\rightarrow$  Chiều  $\overrightarrow{R_{D3}^{\tau}}$  đã chọn ban đầu là đúng.

Viết lại phương trình cân bằng lực (1):

$$\overrightarrow{R_{12}^{\tau}} + \overrightarrow{P_2} + \overrightarrow{P_3} + \overrightarrow{R_{D3}^{\tau}} + \overrightarrow{R_{D3}^n} + \overrightarrow{R_{12}^n} = 0 \quad (2)$$

Phương trình (2) chỉ còn tồn tại 2 ẩn số là giá trị của  $\overrightarrow{R_{12}^n}$  và  $\overrightarrow{R_{D3}^n}$ . Cách giải được trình bày trên hình 3.3c.

Véc tơ  $\overrightarrow{df}$  biểu thị áp lực  $\overrightarrow{R_{D3}}$  có giá trị là  $500\sqrt{2}$  (N), có chiều như hình vẽ 3.3c

Véc tơ  $\overrightarrow{fb}$  biểu thị áp lực  $\overrightarrow{R_{D3}}$  có giá trị là  $500\sqrt{2}$  (N), có chiều như hình vẽ 3.3c

Viết phương trình cân bằng lực riêng cho khâu 2 để tính áp lực tại khớp C:  $\overrightarrow{R_{23}} = -\overrightarrow{R_{32}}$

$$\overrightarrow{R_{12}} + \overrightarrow{P_2} + \overrightarrow{R_{32}} = 0 \quad (3)$$

Phương trình này chỉ tồn tại 2 ẩn số là giá trị và phương chiểu của  $R_{32}$ , cách giải được vẽ ở hình 3.3c.

Véc tơ  $\overrightarrow{fc}$  biểu thị áp lực tại khớp C  $\overrightarrow{R_{32}}$  có giá trị là  $500\sqrt{2}$  (N), chiều như hình vẽ 3.3c.

Bây giờ ta đi tính lực cân bằng đặt tại điểm giữa khâu AB:

Phương trình cân bằng lực của khâu 1:

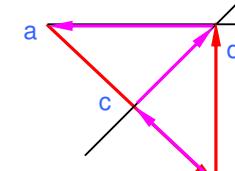
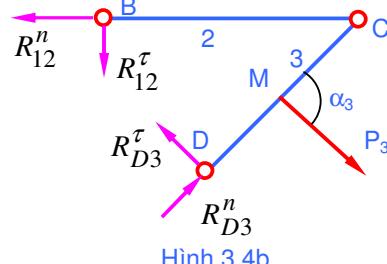
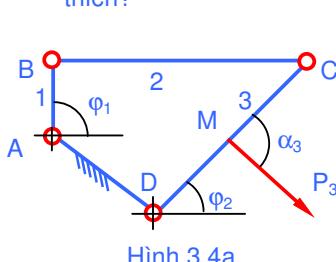
$$\overrightarrow{P_{cb}} + \overrightarrow{R_{21}} + \overrightarrow{R_{A1}} = 0 \quad (4)$$

Phương trình này tồn tại 3 ẩn số, để làm giảm bớt ẩn số, ta đi tìm giá trị  $P_{cb}$ :

$$\Sigma M_{(A)}(R_i) = P_{cb} \cdot \frac{l_{AB}}{2} - R_{21} \cdot h = 0 \rightarrow P_{cb} = 2R_{21} \cdot \frac{h}{l_{AB}} = 2 \cdot 500\sqrt{2} \cdot \frac{0,1\sqrt{2}}{2,0,1} = 500N$$

Phương trình 4 được giải ở hình 3.3d, và phương chiểu của  $R_{A1}$  được biểu diễn như hình vẽ, giá trị được tính bằng 500N

- 4) Tính những áp lực khớp động và momen cân bằng trên khâu dẫn 1 của cơ cầu 4 khâu bắn lề phẳng; cho trước  $l_{AB} = l_{BC} / 4 = l_{CD} / 4 = 0,1m$ ; khâu BC nằm ngang; các góc  $\varphi_1 = 90^\circ$ ,  $\varphi_2 = 45^\circ$  và lực cản  $P_3 = 1000N$  tác động tại trung điểm khâu 3 với  $\alpha_3 = 90^\circ$  (hình 3.4a). Xét xem việc tính những áp lực khớp động ấy có phụ thuộc và vận tốc góc khâu dẫn không? Giải thích?



Tách nhóm tĩnh định và đặt các áp lực tại khớp chờ.

Phương trình cân bằng lực được viết cho toàn nhóm:

$$\overrightarrow{R_{12}} + \overrightarrow{P_3} + \overrightarrow{R_{D3}} = 0 \quad (1)$$

Chia áp lực tại khớp chờ ra làm 2 thành phần như hình vẽ (hình 3.4b):

$$\Sigma M_{(C_2)}(R_i) = R_{12}^{\tau} \cdot l_{BC} = 0 \rightarrow R_{12}^{\tau} = 0$$

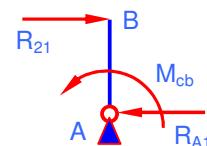
$$\Sigma M_{(C_3)}(R_i) = R_{D3}^{\tau} \cdot l_{CD} - P_3 \cdot l_{MC} = 0 \rightarrow R_{D3}^{\tau} = 0,5P_3 = 500N > 0$$

Chiều  $\overrightarrow{R_{D3}^{\tau}}$  đã chọn ban đầu là đúng

Phương trình cân bằng lực (1) được viết lại như sau:

$$\overrightarrow{P_3} + \overrightarrow{R_{D3}^{\tau}} + \overrightarrow{R_{D3}^n} + \overrightarrow{R_{12}^n} = 0 \quad (2)$$

Phương trình (2) chỉ tồn tại 2 ẩn số, hoạ đồ lực được vẽ như ở hình 3.4c.



$$R_{D3} = 500\sqrt{2}N, \text{ chiều được xác định như hình vẽ}$$

$$R_{12} = 500\sqrt{2}N, \text{ chiều cũng được xác định như hình vẽ.}$$

Tính áp lực tại khớp trong C:

Xét sự cân bằng của khâu 2:  $\vec{R}_{32} = -\vec{R}_{12}$ , giá trị:  $R_{32} = 500\sqrt{2}N$

Tính mômen cân bbawnoo đặt trên khâu dãy 1:

Chọn chiều  $M_{cb}$  như hình 3.4d.

$$M_{cb} = R_{21} \cdot l_{AB} = 500\sqrt{2} \cdot 0,1 = 50\sqrt{2} \text{ Nm}$$

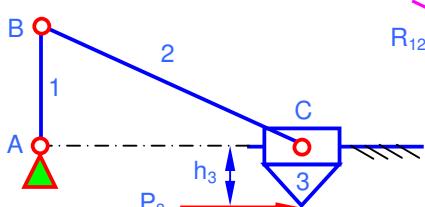
$$\text{Áp lực tại khớp A: } \vec{R}_{A1} = -\vec{R}_{21}, \text{ giá trị bằng } 500\sqrt{2} \text{ N}$$

Ta lập bảng so sánh:

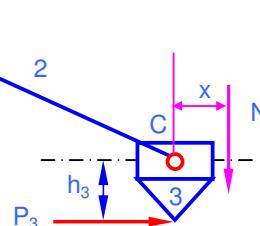
TT	Véc tơ biểu diễn	Véc tơ thật	Giá trị	Ghi chú
1	$\vec{ab}$	$\vec{P}_3$	1000N	
2	$\vec{bc}$	$\vec{R}_{D3}^\tau$	500N	
3	$\vec{cd}$	$\vec{R}_{D3}^n$	500N	
4	$\vec{da}$	$\vec{R}_{12}^n = \vec{R}_{12}$	$500\sqrt{2}N$	
5	$\vec{bd}$	$\vec{R}_{D3}$	$500\sqrt{2}N$	
6	$\vec{ad}$	$\vec{R}_{32}$	$500\sqrt{2}N$	

Các giá trị trên khi tính không phụ thuộc vào vận tốc góc của khâu dãy, bởi vì chúng ta không đi xác định lực quán tính

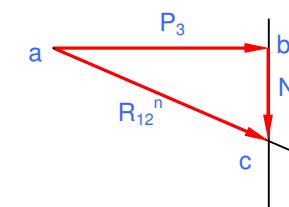
- 5) Tính những áp lực khớp động và momen cân bằng trên khâu dãy 1 của cơ cấu tay quay con trượt (hình 3.5a), cho trước  $l_{AB} = l_{BC} / 2 = 0,1\text{m}$ , AB thẳng đứng, AC nằm ngang. Lực cản  $P_3 = 1000\text{N}$  nằm ngang cách rãnh trượt một đoạn  $h_3 = 0,058\text{m}$ . Sau đó nghiệm lại Kết quả  $M_{cb}$  bằng phương pháp công suất.



Hình 3.5a



Hình 3.5b



Hình 3.5c

Tách nhóm tĩnh định ra khỏi cơ cấu và đặt áp lực vào các khớp chờ (hình 3.5b):

Phương trình cân bằng lực được viết:

$$\vec{R}_{12} + \vec{N} + \vec{P}_3 = 0 \quad (1)$$

Phương trình (1) có 3 ẩn số, ta cần phải giảm bớt các ẩn số.

Chia áp lực ở khớp chờ B ra làm 2 thành phần (hình 3.5b):

$$\sum M_{(C_2)}(R_i) = R_{12}^\tau l_{BC} = 0 \rightarrow R_{12}^\tau = 0 \rightarrow \vec{R}_{12} = \vec{R}_{12}^n$$

$$\text{Phương trình (1) được viết lại: } \vec{P}_3 + \vec{N} + \vec{R}_{12}^n = 0 \quad (2)$$

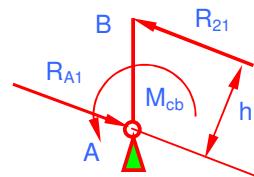
Hoá đồ lực được vẽ như ở hình 3.5c.

Do tam giác ABC là nửa tam giác đều nên tam giác abc trên hình 3.5c cũng là nửa tam giác đều:

$$R_{12} = 2000 \frac{\sqrt{3}}{3} N, \quad N = 1000 \frac{\sqrt{3}}{3} N$$

Chiều của các lực đã chọn ban đầu là phù hợp.

Để tìm điểm đặt của áp lực N ta viết phương trình cân bằng mômen của các lực đối với điểm C<sub>3</sub>:



Hình 3.5d

$$P_3 \cdot h_3 - N \cdot x = 0 \rightarrow x = \frac{P_3 \cdot h_3}{N} = \frac{1000 \cdot 0,058}{1000} \sqrt{3} = 0,1m$$

Áp lực N đặt cách tâm C một khoảng 0,1m.

Để tính áp lực tại khớp trong C ta viết phương trình cân bằng lực riêng cho khâu 2:

$$\overrightarrow{R_{12}} + \overrightarrow{R_{32}} = 0 \rightarrow \overrightarrow{R_{12}} = -\overrightarrow{R_{32}} \rightarrow |\overrightarrow{R_{12}}| = |\overrightarrow{R_{32}}| = 2000 \frac{\sqrt{3}}{3} N$$

Tính mômen cân bằng đặt tại khâu dẫn:

Phương trình cân bằng lực tại khâu dẫn (hình 3.5d):

$$\overrightarrow{R_{21}} + \overrightarrow{R_{A1}} = 0 \rightarrow \overrightarrow{R_{21}} = -\overrightarrow{R_{A1}} \rightarrow |\overrightarrow{R_{21}}| = |\overrightarrow{R_{A1}}| = 2000 \frac{\sqrt{3}}{3} N$$

Mômen cân bằng có chiều được chọn như hình vẽ 3.5d:

$$M_{cb} = R_{21} \cdot h = 2000 \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot 0,1 \frac{\sqrt{3}}{2} = 100 Nm$$

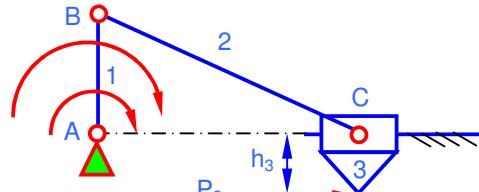
Chiều  $M_{cb}$  đã chọn là đúng.

Bây giờ chúng ta nghiệm lại kết quả trên bằng phương pháp công suất. Giả sử khâu AB quay với vận tốc góc  $\omega_1$  và chọn chiều  $M_{cb}$  như hình vẽ 3.5e.

$$\overrightarrow{M_{cb}} \cdot \overrightarrow{\omega_1} + \overrightarrow{P_3} \cdot \overrightarrow{V_3} = 0 \quad (3)$$

Ở chương 2 phần phân tích động học ta đã biết:

$$\overrightarrow{V_{B_1}} = \overrightarrow{V_{B_2}} = \overrightarrow{V_{C_2}} = \overrightarrow{V_{C_3}} = \overrightarrow{V_3}$$



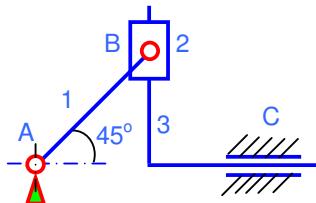
Hình 3.5e

Chiều của  $M_{cb}$  và  $\omega_1$  là cùng chiều, chiều của  $V_3$  và  $P_3$  là ngược nhau, do vậy từ phương trình (3) ta suy ra:

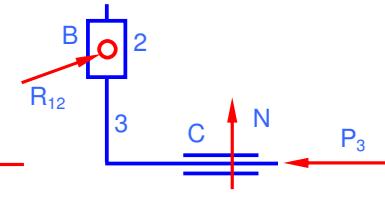
$$M_{cb} \cdot \omega_1 - P_3 \cdot V_3 = 0 \rightarrow M_{cb} = P_3 \cdot V_3 / \omega_1 = P_3 \cdot \omega_1 \cdot l_{AB} / \omega_1 = P_3 \cdot l_{AB} = 1000 \cdot 0,1 = 100 Nm.$$

Chiều  $M_{cb}$  và giá trị đã chọn là hoàn toàn đúng, phù hợp với phương pháp phân tích áp lực.

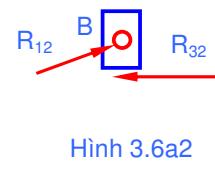
- 6) Tính những áp lực khớp động và mômen cân bằng trên khâu dẫn 1 của cơ cấu tính sin (hình 3.6a). Cho trước  $l_{AB} = 0,1m$ ,  $\varphi_1 = 45^\circ$ , lực cản  $P_3 = 1000N$ . Sau đó giải bài toán khi rãnh trượt chỉ tiếp xúc ở 2 điểm C', C'' với khoảng cách C'C'' = 0,2m (hình 3.6b).



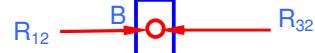
Hình 3.6a



Hình 3.6a1



Hình 3.6a2



Hình 3.6a3

Tách nhóm tĩnh định (hình 3.6a1)

Khớp trong là khớp tĩnh tiến, do vậy viết phương trình cân bằng riêng cho từng khâu. Tách riêng khâu 2 (hình 3.6a2)

$$\overrightarrow{R_{12}} + \overrightarrow{N} = 0 \rightarrow \overrightarrow{R_{12}} = -\overrightarrow{N} \rightarrow 2 \text{ lực này song song và ngược chiều nhau.}$$

Lấy tổng mô men của các lực trên khâu 2 đối với điểm B<sub>2</sub> (có giá trị bằng 0) dẫn đến 2 lực  $\overrightarrow{R_{12}}$ ,  $\overrightarrow{N}$  trực đối và đặt tại B (hình 3.6a3)

Xét riêng khâu 3:

$$\overrightarrow{R_{23}} + \overrightarrow{N} + \overrightarrow{P_3} = 0$$

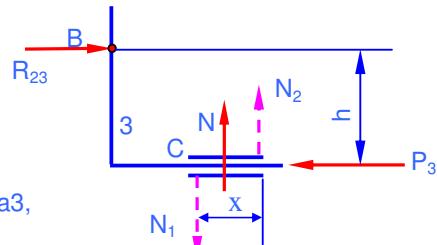
Chiều phương trình này lên phương  $P_3$  và  $N$ :

$$\rightarrow \overrightarrow{N} = 0 \text{ và } \overrightarrow{R_{23}} = -\overrightarrow{P_3}$$

Do vậy ta thấy rằng chiều các lực đã chọn trên hình 3.6a3, 3.6a4 là hợp lý và các lực có giá trị

$$R_{12} = R_{32} = R_{23} = P_3 = 2000N, N = 0$$

Do  $\overrightarrow{R_{23}} = -\overrightarrow{P_3}$  và cách nhau một đoạn tạo nên một ngẫu:



Hình 3.6a4

$$R_{23} \cdot h = P_3 \cdot h = M$$

Chính vì thế, áp lực tại khớp C phải phân bố để tạo thành một ngẫu chong lại ngẫu lực M nói trên để khâu 3 ở trạng thái tĩnh định:

$$\vec{N}_1 + \vec{N}_2 = \vec{N} = 0 ; \quad \vec{N}_1 = -\vec{N}_2 \quad \text{và } N_1 \cdot x = N_2 \cdot x = M$$

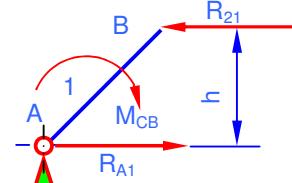
Xác định mômen cân bằng:

Xét khâu dẫn 1 (hình 3.6a5)

$$\text{Phương trình cân bằng lực: } \vec{R}_{21} + \vec{R}_{A1} = 0$$

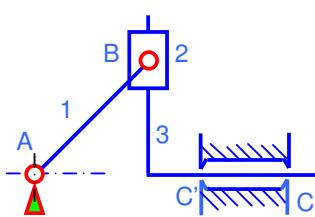
$$\Rightarrow \vec{R}_{21} = -\vec{R}_{A1} = 0, \text{ có giá trị là } 1000\text{N}$$

$$M_{cb} = R_{21} \cdot h = 1000 \cdot 0,1\sqrt{2} / 2 = 50\sqrt{2} \text{ Nm}$$

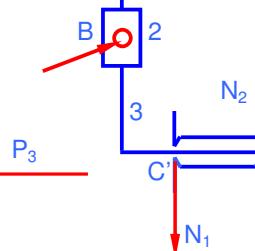


Hình 3.6a5

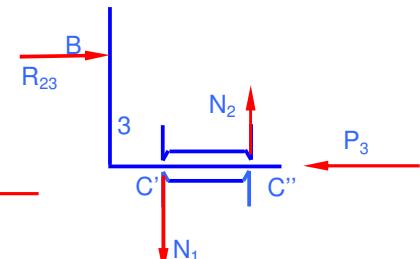
Ở trường hợp thứ hai, xét hình 3.6b



Hình 3.6b



Hình 3.6b2



Hình 3.6b3

Tác nhóm tĩnh định ra khỏi cơ cấu (hình 3.6b). Xét riêng khâu 3 (hình 3.6b3)

Phương trình cân bằng lực riêng cho khâu 3:

$$\vec{R}_{23} + \vec{N}_1 + \vec{N}_2 + \vec{P}_3 = 0$$

$$\text{Do 2 lực } N_1 \text{ và } N_2 \text{ cùng phương, cho nên ta có: } \vec{N}_1 + \vec{N}_2 = \vec{N}$$

$$\text{Phương trình trên được viết lại: } \vec{R}_{23} + \vec{N} + \vec{P}_3 = 0.$$

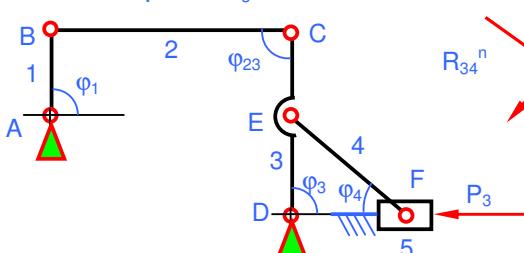
$$\text{Lúc này cách giải tương tự như phần trên và lấy kết quả đã tính, do } N = 0 \text{ cho nên: } \vec{N}_1 = -\vec{N}_2.$$

Như vậy:  $N_1 \cdot x = N_2 \cdot x = M$

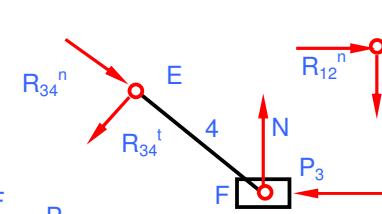
Hay :

$$N_1 = N_2 = M / x = R_{23} \cdot h / l_{C'C''} = 1000 \cdot 0,1\sqrt{2} / 2 \cdot 0,2 = 250\sqrt{2} \text{ N}$$

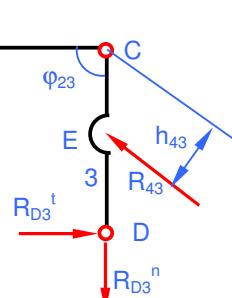
- 7) Tính những áp lực khớp động A, B, C, D và mômen cân bằng trên khâu dẫn 1 của cơ cấu máy sàng (hình 3.7a). Cho trước:  $l_{AB} = l_{BC}/2 = l_{CD}/2 = l_{DE} = 0,1\text{m}$ ;  $\varphi = \varphi_{23} = \varphi_3 = 90^\circ$ ;  $\varphi_4 = 45^\circ$ . lực cản  $P_3 = 1000\text{N}$ .



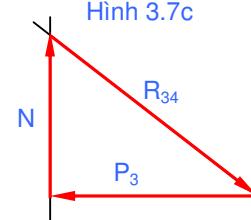
Hình 3.7a



Hình 3.7b



Hình 3.7c



Hình 3.7d

Tính cho nhóm tĩnh định ở xa khâu dẫn trước (nhóm 4,5).

Phương trình cân bằng lực cho nhóm (4,5) (hình 3.7b):

$$\vec{R}_{34} + \vec{N} + \vec{P}_3 = 0 \quad (1)$$

Phương trình này tồn tại 3 ẩn số, cần phải khử bớt ẩn số:

$$\vec{R}_{34} = \vec{R}_{34}^n + \vec{R}_{34}^t$$

$$\sum M_{(F_4)}(R_i) = R_{34}^t \cdot l_{EF} = 0 \Rightarrow \vec{R}_{34}^t = 0, \Rightarrow \vec{R}_{34} = \vec{R}_{34}^n$$

Phương trình (1) bây giờ chỉ còn lại 2 ẩn số là giá trị của áp lực tại E và áp lực N. Hoá đồ lực được vẽ như hình 3.7d.

Từ hoá đồ lực ta xác định được giá trị:

$$N = P_3 = 1000\text{N}; R_{34} = R_D = 1000\sqrt{2} \text{ N.}$$

Hệ lực phẳng cân bằng, 3 lực đồng quy tại một điểm:

Áp lực N,  $R_{34}$ ,  $P_3$  đồng quy tại F. Phương chiều đã chọn ban đầu là hoàn toàn đúng.

Xét tiếp nhóm tĩnh định kè khâu dẫn (2,3)

Phương trình cân bằng lực:

$$\overrightarrow{R_{43}} + \overrightarrow{R_{D3}} + \overrightarrow{R_{12}} = 0 \quad (2)$$

Phương trình này tồn tại 4 ẩn số. Chia áp lực ở khớp chờ B và D ra làm 2 thành phần như hình 3.7c:

$$\sum M_{(C_2)}(R_i) = R_{12}^\tau \cdot l_{BC} = 0, \Rightarrow \overrightarrow{R_{12}^\tau} = 0, \Rightarrow \overrightarrow{R_{12}} = \overrightarrow{R_{12}^n}$$

$$\sum M_{(C_3)}(R_i) = R_{D3}^\tau \cdot l_{CD} - R_{43} \cdot h_{43} = 0$$

$$R_{D3}^\tau = 1000\sqrt{2} \cdot 0,1\sqrt{2} / 2,0,2 = 500\text{N} \Rightarrow \text{Chiều chọn ban đầu là đúng.}$$

Phương trình cân bằng lực (2) được viết lại:

$$\overrightarrow{R_{43}} + \overrightarrow{R_{D3}^\tau} + \overrightarrow{R_{D3}^n} + \overrightarrow{R_{12}} = 0 \quad (3)$$

Phương trình này chỉ có 2 ẩn số, cách giải được trình bày trên hình 3.7e

Áp lực  $R_{12} = R_B = 500\text{N}$  được biểu diễn bởi véc tơ  $\overrightarrow{da}$ .

Xét sự cân bằng khâu 2:

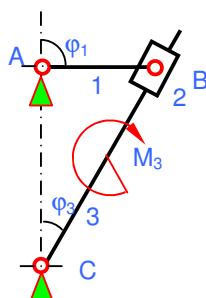
$$\overrightarrow{R_{12}} + \overrightarrow{R_{32}} = 0; \Rightarrow R_{12} = R_{32} = 500\text{N.}$$

Xét sự cân bằng lực của khâu dẫn:  $\overrightarrow{R_{21}} + \overrightarrow{R_{A1}} = 0, \Rightarrow R_{21} = R_{A1} = 500\text{N}$

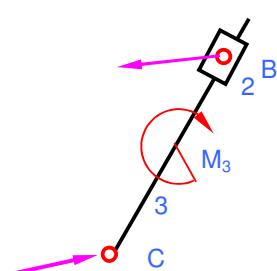
$$M_{cb} = R_{21} \cdot 0,1 = 500 \cdot 0,2 = 50\text{Nm}$$

Chúng ta không thể tính áp lực khớp động bắt đầu từ nhóm nối với khâu dẫn được, vì lúc này ta chưa biết được lực tác dụng lên khâu dẫn và hơn nữa, nếu thực hiện như vậy sẽ không tính đến sự tác động của các ngoại lực ở các nhóm xa khâu dẫn.

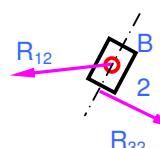
- 8) Tính những áp lực khớp động và mômen cân bằng đặt tịa khâu dẫn 1 của cơ cầu cu lít (hình 3.8a). Cho trước  $l_{AB} = 0,3\text{m}$ ;  $\varphi_1 = 90^\circ$ ;  $\varphi_3 = 30^\circ$ , mômen cản  $M_3 = 600\text{Nm}$  đặt trên culits. Sau đó nghiệm lại kết quả tính  $M_{cb}$  bằng phương pháp công suất.



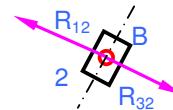
Hình 3.8a



Hình 3.8b



Hình 3.8c



Hình 3.8d

Tách nhóm tĩnh định (2,3); vì khớp trong là khớp tịnh tiến cho nên ta viết và giải phương trình lực riêng cho từng khâu:

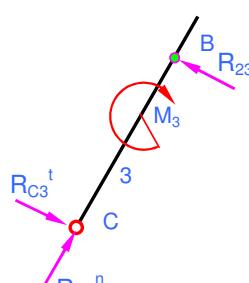
Tách riêng khâu 2 (hình 3.8c) ta viết được:

$$\overrightarrow{R_{12}} + \overrightarrow{R_{32}} = 0, \Rightarrow \overrightarrow{R_{12}} = -\overrightarrow{R_{32}} = 0 \quad (1)$$

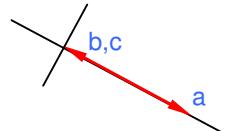
Lấy tổng mô men các lực đối với điểm B<sub>2</sub>:

$$\sum M_{(B_2)}(R_i) = R_{32} \cdot x = 0, \Rightarrow x = 0 \quad (2)$$

Hai lực  $R_{12}$  và  $R_{32}$  trực đối và đặt tại B, phuông vuông góc với phương truôt BC (hình 3.8d).



Hình 3.8e



Hình 3.8f

Xét tiếp riêng khâu 3 (hình 3.8e)

$$\overrightarrow{R_{C3}^{\tau}} + \overrightarrow{R_{C3}^n} + \overrightarrow{R_{23}} = 0 \quad (3)$$

$$\sum M_{(B_3)}(R_i) = R_{C3}^{\tau}l_{BC} - M_3 \Rightarrow R_{C3}^{\tau} = \frac{M_3}{l_{BC}} = \frac{600}{0,3.2} = 1000N$$

Phương trình (3) được giải ở hoạ đồ lực (hình 3.8f).  $R_{C3}^n = 0$

Nghĩa là  $R_{C3} = R_{C3}^{\tau} = R_{23} = R_{32} = R_{12} = 1000N$ .

Phương chiều của các lực đã chọn là hợp lý.

Tính mô men cân bằng đặt trên khâu dẫn 1:

Xets hình 3.8g: Chiều  $M_{cb}$  chọn trước, phương lực  $R_{21}$  hợp với phương của tay quay AB một góc  $30^{\circ}$ .

Phương trình cân bằng lực:

$$\overrightarrow{R_{21}} + \overrightarrow{R_{A1}} = 0, \Rightarrow \overrightarrow{R_{21}} = -\overrightarrow{R_{A1}} = 0, \Rightarrow |R_{21}| = |R_{A1}| = 1000N$$

$$M_{cb} = R_{21} \cdot l_{AB} / 2 = 1000 \cdot 0,3 / 2 = 150Nm.$$

Nghiệm lại  $M_{cb}$  bằng phương pháp công suất:

Hoạ đồ vận tốc cơ cầu được biểu diễn ở hình

$$V_{B_3} = \frac{V_{B_2}}{2} = \frac{\omega_1 l_{AB}}{2}$$

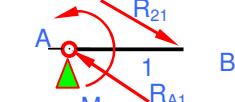
$$\omega_3 = \frac{V_{B_3}}{l_{BC}} = \frac{\omega_1 l_{AB}}{2,2l_{AB}} = \frac{\omega_1}{4}$$

Chiều cùng chiều với vận tốc góc khâu 1

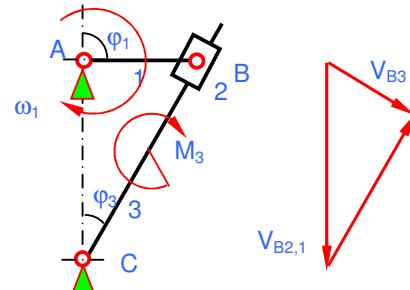
Chọn chiều  $M_{cb}$  cùng chiều với  $\omega_1$ , ta có:

$$M_{cb} \cdot \omega_1 + M_3 \cdot \omega_3 = 0, \Rightarrow M_{cb} \cdot \omega_1 + M_3 \cdot \omega_3 = 0$$

$$\Rightarrow M_{cb} = -\frac{M_3 \cdot \omega_3}{\omega_1} = -\frac{M_3 \cdot \omega_1}{\omega_1 \cdot 4} = -\frac{M_3}{4} = -\frac{600}{4} = -150Nm$$



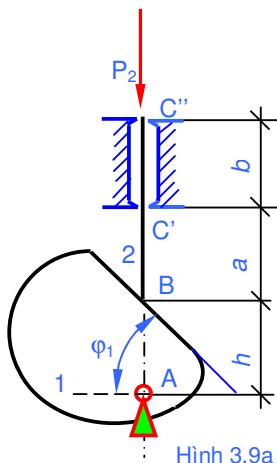
Hình 3.8g



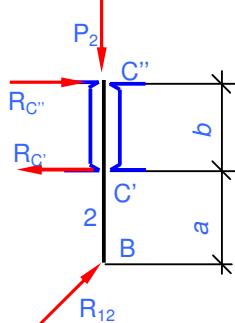
Hình 3.8h

Chúnh tỏ chiều  $M_{cb}$  đã chọn ban đầu là sai, chiều  $M_{cb}$  sẽ ngược lại chiều đã chọn. Kết quả phù hợp với việc tính toán mômen cân bằng theo phương pháp phân tích áp lực.

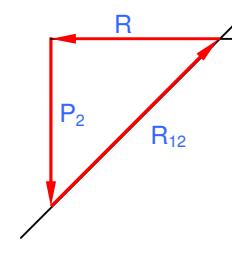
- 9) Tính những áp lực khớp động và mô men cân bằng đặt trên cam của cơ cầu (hình 3.9a). Tại vị trí tiếp xúc đang xeys, biên dạng cam là một đoạn thẳng làm với phương ngang một góc  $\phi_1 = 45^{\circ}$ ,  $h = a = b = 0,1m$  và lực cản  $P_2$  1000N. Sau đó hãy giải bài toán bằng cách thay thế khớp cao, rồi so sánh kết quả và phương pháp tính.



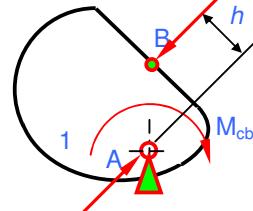
Hình 3.9a



Hình 3.9b



Hình 3.9c



Hình 3.9d

Tách riêng khâu 2 và đặt các lực vào (hình 3.9b):

$$\overrightarrow{P_2} + \overrightarrow{R_{C'}} + \overrightarrow{R_{C''}} + \overrightarrow{R_{12}} = 0 \quad (1)$$

Vì  $R_{C'}$  và  $R_{C''}$  là cùng phương, do vậy hợp lực sẽ là  $R_{C'}$  và chiều  $R$  sẽ theo chiều của véc tơ nào có giá trị lớn hơn. Phương trình (1) được viết lại:

$$\overrightarrow{P_2} + \overrightarrow{R_{C'}} + \overrightarrow{R_{12}} = 0 \quad (2)$$

Phương trình (2) chỉ tồn tại 2 ẩn số : đó là giá trị của  $R_C$  và  $R_{12}$ . Cách giải được trình bày trên hình 3.9c.

Do  $\varphi_1 = 45^\circ$  cho nên ta tính được giá trị:

$$R_C = P_2 = 1000N \text{ và } R_{12} = 1000\sqrt{2} N$$

Lấy tổng mô men của các lực trên khâu 2 đối với điểm  $B_2$ :

$$\sum M_{(B_2)}(R_i) = R_{C''}(a+b) - R_{C'} \cdot a = 0$$

⇒  $R_{C''} = R_{C'} / 2$ . Áp lực  $R_C$  tại điểm  $C'$  lớn hơn áp lực  $R_{C''}$  tại điểm  $C''$ . Do vậy lực tổng  $R_C$  sẽ mang chiều

của  $R_{C''}$ . Từ đó thấy rằng chiều các áp lực đã chọn là hợp lý. Giá của các lực là:

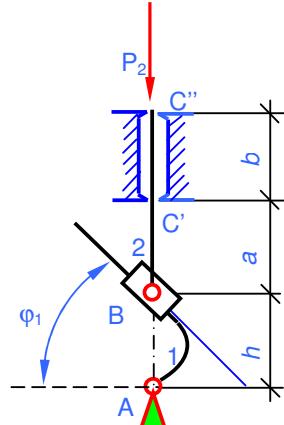
$$R_{C''} = 2000N \text{ và } R_{C'} = 1000N$$

Xét hình 3.9d. Momen cân bằng được chọn như hình vẽ và giá trị được tính:

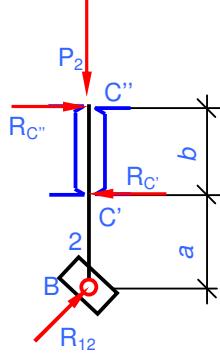
$$M_{cb} - R_{21}h = 0 \Rightarrow M_{cb} = R_{21} \cdot h_{21} = 1000\sqrt{2} \cdot 0,1 \frac{\sqrt{2}}{2} = 100Nm$$

$$\text{Áp lực tại A được tính: } \overrightarrow{R_{21}} + \overrightarrow{R_{A1}} = 0 \Rightarrow \overrightarrow{R_{21}} = -\overrightarrow{R_{A1}}, \Rightarrow |\overrightarrow{R_{21}}| = |\overrightarrow{R_{A1}}| = 1000\sqrt{2}N$$

Xét trường hợp thay thế khớp cao ta có cơ cấu thay thế (hình 3.9e):



Hình 3.9e



Hình 3.9f

Tách nhóm tĩnh định (hình 3.9f), vì khớp trong là khớp quay, ta viết phương trình cân bằng lực cho toàn nhóm:

$$\overrightarrow{P_2} + \overrightarrow{R_{C''}} + \overrightarrow{R_{C'}} + \overrightarrow{R_{12}} = 0 \quad (3)$$

Vì  $R_{C'}$  và  $R_{C''}$  là cùng phương, do vậy hợp lực sẽ là  $R_C$  và chiều  $R$  sẽ theo chiều của véc tơ nào có giá trị lớn hơn.

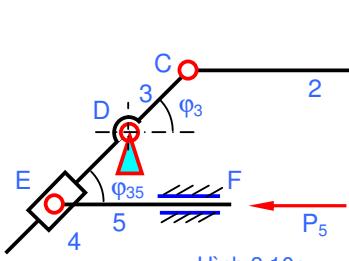
Phương trình (1) được viết lại:

$$\overrightarrow{P_2} + \overrightarrow{R_C} + \overrightarrow{R_{12}} = 0$$

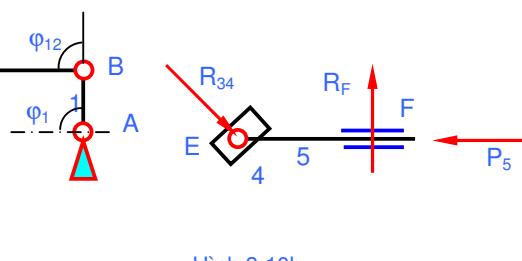
Cách giải hoàn toàn tương tự như phần trước (hình 3.9c)

Trong trường hợp thay thế khớp cao cho nên số khớp thấp nhiều hơn, việc xác định áp lực nhiều hơn một khớp. Nói chung 2 cách tính đều như nhau.

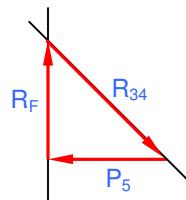
- 10) Tính những áp lực khớp động và momen cân bằng trên khâu dẫn 1 của cơ cầu trên hình 3.10a. Cho trước kích thước:  $l_{AB} = l_{BC} / 4 = l_{CD} / 2 = l_{DE} / 2 = 0,05m$ , các góc  $\varphi_1 = \varphi_{12} = 90^\circ$ ;  $\varphi_3 = \varphi_{35} = 45^\circ$  và lực cản tác động nằm ngang trên khâu 5 là  $P_5 = 400N$ .



Hình 3.10a



Hình 3.10b



Hình 3.10c

Tách nhóm tĩnh định (4,5), đặt các lực vào, phương trình cân bằng lực cho toàn nhóm:

$$\overrightarrow{P_5} + \overrightarrow{R_F} + \overrightarrow{R_{34}} = 0 \quad (1)$$

Đa giác lực được vẽ như ở hình 3.10c, chiều của các áp lực được xác định trên hoạ đồ, có giá trị tương ứng:

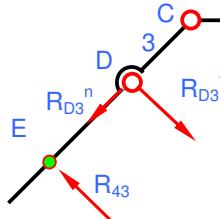
$$R_F = P_5 = 400N, \quad R_{34} = 400\sqrt{2} N.$$

Tương tự như những bài trước khi xét riêng khâu 4:

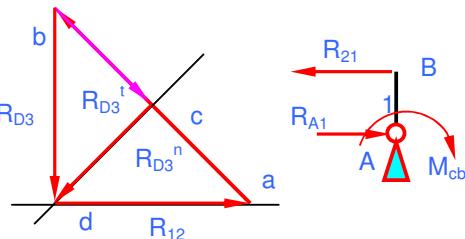
Áp lực  $R_{34}$  đi qua điểm E, Phương lực  $P_5$  cũng đi qua E, do vậy phương của  $R_F$  cũng phải đi qua E.

$$\text{Đi nhiên } \overrightarrow{R_{34}} = -\overrightarrow{R_{54}}$$

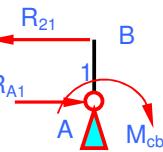
Xét nhóm tĩnh định gần khâu dẫn (hình 3.10d):



Hình 3.10d



Hình 3.10e



Hình 3.10f

Phương trình cân bằng lực cho toàn nhóm:

$$\overrightarrow{R_{43}} + \overrightarrow{R_{D3}} + \overrightarrow{R_{12}} = 0 \quad \text{Hay} \quad \overrightarrow{R_{43}} + \overrightarrow{R_{D3}^\tau} + \overrightarrow{R_{D3}^n} + \overrightarrow{R_{12}^\tau} + \overrightarrow{R_{12}^n} = 0 \quad (2)$$

$$\sum M_{(C_2)}(R_i) = R_{D3}^\tau \cdot l_{CD} - R_{43} \cdot l_{CE} = 0$$

$$\Rightarrow R_{D3}^\tau = R_{43} \frac{l_{CE}}{l_{CD}} = \frac{400\sqrt{2}}{2} = 200\sqrt{2} N$$

Chiều đã chọn ban đầu là đúng.

$$\sum M_{(C_3)}(R_i) = R_{12}^\tau \cdot l_{BC} = 0, \Rightarrow R_{12}^\tau = 0$$

Phương trình (2) được viết lại như sau:

$$\overrightarrow{R_{43}} + \overrightarrow{R_{D3}^\tau} + \overrightarrow{R_{D3}^n} + \overrightarrow{R_{12}^n} = 0 \quad (3)$$

Phương trình này tồn tại 2 ẩn số là giá trị của  $R_{D3}^n$  và giá trị của  $R_{12}^n$ , cách giải được trình bày trên hình 3.10e.

Phương chiều của các lực đã chọn là hợp lý. Giá trị được tính trực tiếp trên hoạ đồ lực:

$$R_{D3} = R_{12} = 400N$$

Xét sự cân bằng của khâu 2:  $\overrightarrow{R_{12}} + \overrightarrow{R_{32}} = 0 \Rightarrow$  2 lực này ngược chiều nhau và có giá trị chính bằng 1000N.

Tính lực khâu dẫn.

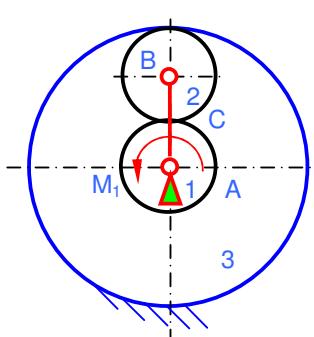
Xét hình 3.10f. Phương trình cân bằng lực:

$$\overrightarrow{R_{21}} + \overrightarrow{R_{A1}} = 0, \Rightarrow |\overrightarrow{R_{21}}| = |\overrightarrow{R_{A1}}| = 400N$$

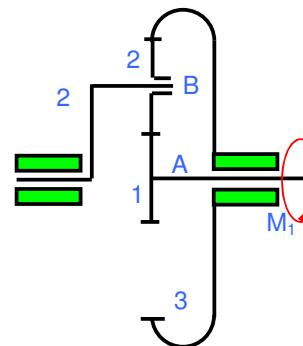
Chọn chiều  $M_{cb}$  như hình vẽ:

$$M_{cb} = R_{21} \cdot I_{AB} = 400 \cdot 0,1 = 40Nm$$

- 11) Tính áp lực khớp động tai B (khớp quay giữa bánh răng 2 và cần C) và mômen cân bằng  $M_{cb}$  trên cần C của cơ cầu bánh răng hành tinh (hình 3.11a), dưới tác động của mômen cần trên khâu 1:  $M_1 = 20Nm$ , cho trước mô đun của các bánh răng  $m = 20mm$ , góc ăn khớp tiêu chuẩn, số răng các bánh:  $z_1 = z_2 = 20; z_3 = 60$ .



Hình 3.11a



Hình 3.11b

Mômen cân bằng tác động lên cần C được tính từ phương trình cân bằng công suất:

$$M_{cb} \cdot \omega_C + M_1 \cdot \omega_1 = 0 \Rightarrow M_{cb} = -M_1 \cdot \omega_1 / \omega_C$$

Xét chuyển động tương đối của cơ hệ đối với cần C:

$$\omega_{1C} = \omega_1 - \omega_C \quad \text{và} \quad \omega_{3C} = \omega_3 - \omega_C$$

$$\Rightarrow \frac{\omega_1 - \omega_C}{\omega_3 - \omega_C} = 1 - \frac{\omega_1}{\omega_C} = -\frac{z_3}{z_1}$$

$$\Rightarrow \frac{\omega_1}{\omega_C} = 1 + \frac{z_3}{z_1} = 4$$

$$\Rightarrow M_{cb} = -20 \cdot 4 = -80 \text{Nm}$$

Chứng tỏ  $M_{cb}$  ngược chiều với  $M_1$ .

Ta có  $R_{2C} = R_{02} = R_B$

Xét sự cân bằng mô men của cần c.

$$R_B \cdot r_c + M_{cb} = 0$$

$$\text{Với } r_c = m(z_1 + z_2)/2 = 20(20 + 20)/2 = 400 \text{mm}$$

$$\text{Vậy: } R_B = -M_{cb}/r_c = -80/0,4 = -200 \text{N}$$

- 12) Tính áp lực khớp động B ( khớp giữa các bánh răng 2 và 2' với cần C) và momen cân bằng trên khâu dẫn 1 của cơ cấu bánh răng gành tinh (hình 312), dưới tác động của momen cần trên cần C:  $M_c = 56 \text{Nm}$ ; cho trước môđun của cặp bánh răng 1 và 2 là  $m_1 = 5 \text{mm}$ , của cặp bánh răng 3 và 2' là  $m_{II} = 8 \text{mm}$ , góc ăn khớp  $\alpha = 20^\circ$  và các số răng  $Z_1 = 28$ ,  $Z_2 = 84$ ,  $Z_2' = 20$ ,  $Z_3 = 50$ .

Xét sự cân bằng momen của cần C:

$$R_B \cdot r_c + M_c = 0$$

$$\text{Với } r_c = m(z_1 + z_2)/2 = 5(28 + 84)/2 = 280 \text{mm}$$

$$R_B = -M_c/r_c = -56/0,28 = -200 \text{N}$$

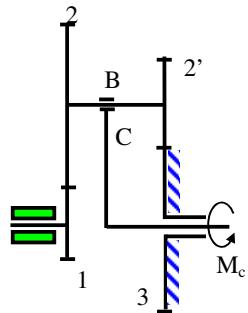
Momen cân bằng đặt trên khâu 1 được tính:

$$M_{cb} \cdot \omega_1 + M_c \cdot \omega_c = 0$$

$$M_{cb} = -M_c \cdot \omega_c / \omega_1 = -M_c \cdot |1/i_{1c}| = -M_c \cdot |1/(1-i_{1c}^3)| =$$

$$= -M_c \cdot |1/(1-(Z_3/Z_{2'})(Z_2/Z_1))|$$

$$M_{cb} = -56 \cdot |1/(1-(50/20)(84/28))| = -8,6 \text{Nm}$$



Hình 3.12