

## Chương II

### CÁC CỤ U BẰN KHÂU BẰN L

#### Bài 3. NGUYÊN LÝ CỤ U TỖ O

#### VÀ HỌ T ĐỒ NG CÁC A CỤ CỤ U BẰN KHÂU BẰN L

Mục tiêu : - Nêu được nguyên lý cấu tạo của các cụm bánh khâu bên li.

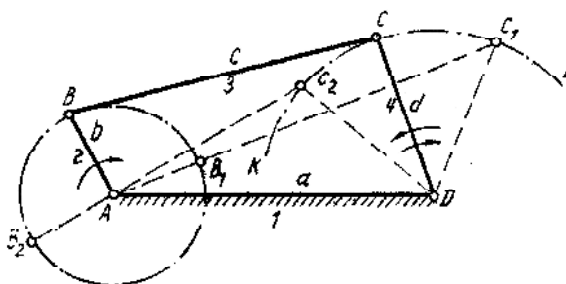
- Nêu được điều kiện quay toàn vòng của khâu bên

- Trình bày được cấu tạo nguyên lý truyền động các động biên thời của các cụm bánh khâu bên li.

##### I. Nguyên lý cấu tạo và chuyển động

Các cụm bánh khâu bên li là động cơ bên của các loại cơ cấu phẳng dùng khớp p th p.

Các loại cơ cấu nói chung và các cụm bánh khâu bên li nói riêng, cơ cấu nào cũng có một khâu cơ định gọi là giá. Các khâu còn lại có chuyển động tương đối với nhau gọi là khâu động. Trong các khâu động, khâu có chuyển động quay và quay với vận tốc không đổi gọi là khâu dẫn, các khâu còn lại gọi là khâu bị dẫn.



Hình 3.1

Hình 3.1 là một cơ cấu biên di chuyển của các cụm bánh khâu bên li. Trong cơ cấu này, khâu AD có chiều dài a là giá, khâu dẫn di chuyển với giá được gọi là thanh truyền, hai khâu còn lại gọi là khâu nối giá.

Trong quá trình chuyển động, khâu AB là khâu dẫn thời hiện chuyển động quay quanh A, khâu bị dẫn CD lúc qua trục li quanh D thời gọi là cùn li. Quá trình chuyển động truyền từ khâu dẫn đến khâu bị dẫn thông qua thanh truyền BC có chuyển động song phẳng.

Xét chu trình chuyển động của khâu dẫn : Khi khâu dẫn  $AB = b$  quay được một vòng thì cùn li  $CD = d$  thời hiện khoanh chuyển kép trên cung  $\widehat{C_1C_2}$ . Hai vị trí  $C_1D$  và  $C_2D$  gọi là hai vị trí giới hạn hay vị trí biên (vị trí để xác định góc li  $C_1DC_2$ ). Khi vị trí vị trí biên, tay quay AB và thanh truyền BC đều ở vị trí thẳng hàng:

– Vị trí dưới thẳng  $AB_1C_1 = AB + BC = b + c$

– Vị trí trên giữa tay quay và thanh truyền là  $AB_2$  và  $B_2C_2$

## II. Điều kiện quay toàn vòng của khâu dẫn

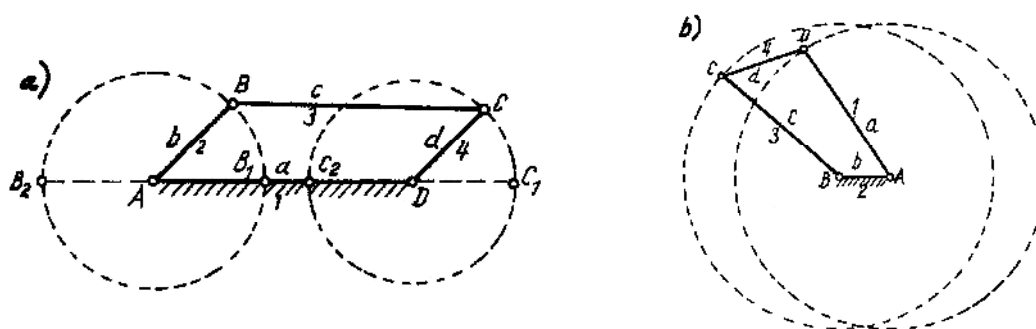
### Định lý Grashop

“ Cơ cấu bốn khâu bin có khâu quay toàn vòng khi và chỉ khi nào tổng chiều dài của khâu ngắn nhất và khâu dài nhất nhỏ hơn hoặc bằng tổng chiều dài của hai khâu còn lại. Và khi đó:

a. Khi chọn khâu kề với khâu ngắn nhất làm giá thì khâu ngắn nhất là tay quay, khâu đối diện với tay quay là cùn lóc (h3.1).

b. Khi chọn khâu ngắn nhất làm giá, thì cả hai khâu nối giá đều là tay quay (h3.2b).

c. Khi chọn khâu đối diện với khâu ngắn nhất làm giá thì cả hai khâu nối giá đều là cùn lóc và khâu ngắn nhất sẽ quay toàn vòng ”.



Hình 3.2

Thực vậy, từ (h 3.2) ta thấy: muốn cho tay quay AB quay toàn vòng thì AB phải qua hai vị trí  $AB_1$  và  $AB_2$  (tổng góc quay với hai vị trí biên của cùn lóc CD, đồng thời AB và BC thẳng hàng).

Trên hình 3.1, xét  $\Delta AC_1D$  có :

$$AC_1 \leq AD + DC_1 \quad (1)$$

$$\text{Hay: } b + c \leq a + d$$

Xét  $\Delta AC_2D$  có :

$$AD \leq AC_2 + C_2D \quad (2)$$

Trong đó :  $AC_2 = B_2C_2 - B_2A = c - b$

$$(2) \rightarrow a \leq c - b + d$$

$$\text{hay } a + b \leq c + d$$

cùng, ta có điều kiện để khâu AB quay toàn vòng quanh A là:

$$\begin{cases} b + c \leq a + d \\ a + b \leq c + d \end{cases}$$

### III. Biện pháp của cơ cấu bốn khâu bin

Cơ cấu bốn khâu bin đã xét trên là dạng cơ cấu cơ bản, cơ cấu này được dùng trong các trường hợp khác nhau (các dạng biến thể này với một nguyên lý cơ cấu là không thay đổi).

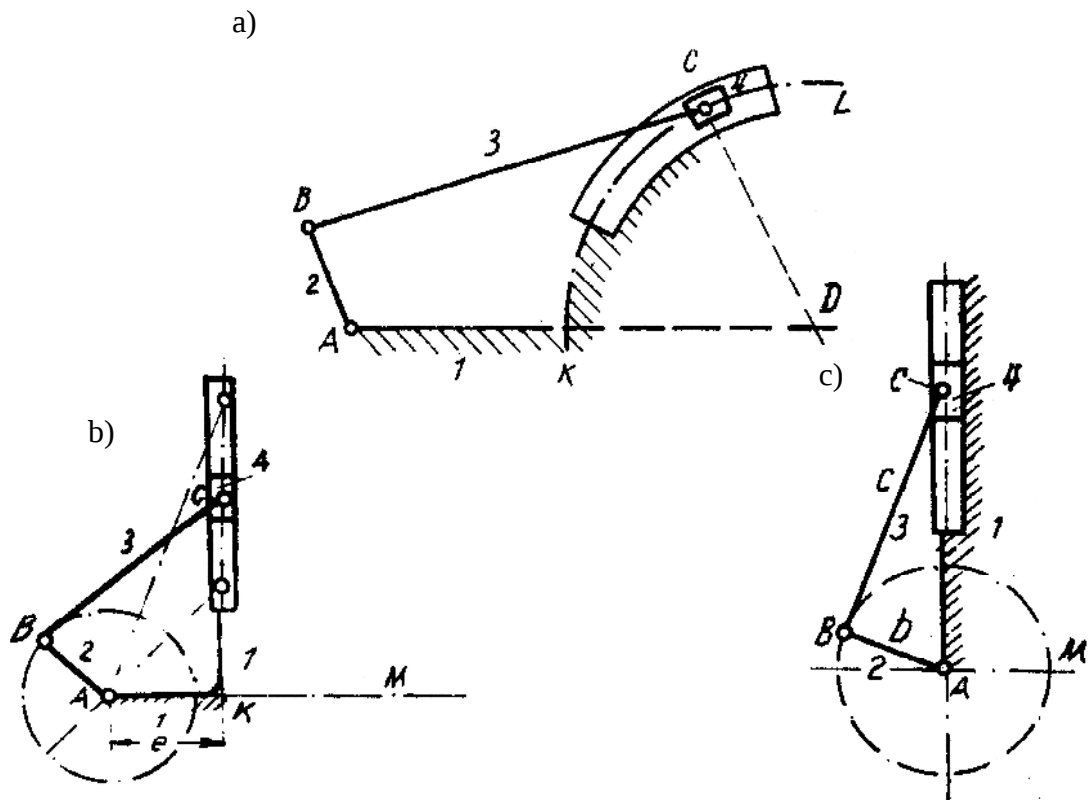
### 1. Cơ cấu tay quay con trượt

Giả sử khâu  $D$  lùi rất xa, tức là bán kính của nó  $CD$  rất lớn. Lúc đó khâu  $C$  có quỹ đạo là cung  $\widehat{KL}$  gần như là một đường thẳng. Khâu  $CD$  sẽ trở thành con trượt (4) trượt trong rãnh cong  $KL$  (3.3a)

Khi bán kính  $CD$  tiến tới vô cùng lớn ( $\infty$ ), quỹ đạo đường cong của khâu  $C$  sẽ trở thành đường thẳng, con trượt (4) sẽ chuyển động tịnh tiến qua lại, ta có cơ cấu tay quay con trượt lệch tâm (h 3.3b).

Khoảng lệch tâm  $e$  gọi là tâm sai.

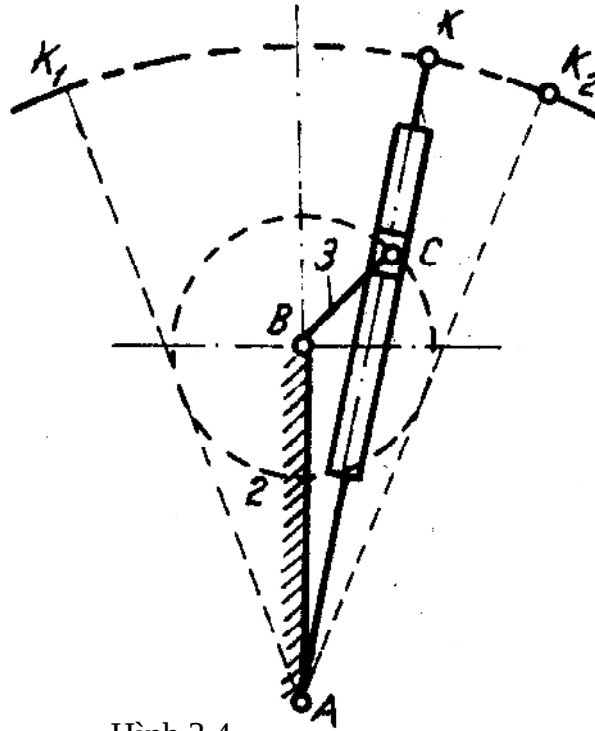
Khi tâm sai  $e = 0$ , quỹ đạo chuyển động của con trượt đi qua tâm quay của tay quay, ta có cơ cấu tay quay con trượt trùng tâm (h 3.3c)



Hình 3.3

## 2. Cơ cấu culít quay

Trong hình vẽ i khâu 2 làm giá và kích thước khâu 2 lớn hơn khâu 3 ( $AB > BC$ ) ta có cơ cấu culít quay như (h 3.4)



Hình 3.4

## Bài 4. PHÂN TÍCH ĐỘNG HỌC CÁC CƠ U BÊN KHÂU BÊN L

- Mục tiêu:
- Xác định được quỹ đạo của điểm thuộc khâu trên cơ cấu bên khâu bên L.
  - Vẽ được lược đồ cơ cấu, đồ thị biến thiên hành trình và vận tốc con trượt của cơ cấu tay quay con trượt và thanh trượt của cơ cấu culít.
  - Xác định được vận tốc của điểm thuộc khâu của cơ cấu và khâu bên L tại một điểm bất kỳ bằng phương pháp vẽ.

Phân tích động học cơ cấu là nghiên cứu quy luật chuyển động của cơ cấu khi đã biết trước các liên kết động của cơ cấu và quy luật chuyển động của khâu dẫn.

### Nội dung

Bài toán phân tích động học cơ cấu bao gồm ba bài toán :

- + Bài toán vị trí và quỹ đạo
- + Bài toán vận tốc
- + Bài toán gia tốc

### Ý nghĩa

- Xác định vị trí phối hợp và số động chuyển động của các cơ cấu để hoàn thành nhiệm vụ của các máy động ra, bố trí không gian, vẽ máy v.v...
- Vận tốc và gia tốc là những thông số cần thiết phân ánh chất lượng làm việc của máy.

### Phương pháp giải

- Tùy theo nội dung, yêu cầu của từng bài toán, ta có thể sử dụng các phương pháp khác nhau: giải tích, đồ thị, hàm đồ vectơ v.v ...

- Để tìm của các phương pháp:

\* Phương pháp đồ thị, phương pháp hàm đồ vectơ

Ưu điểm:

- + Đơn giản, dễ hiểu, dễ nhận biết và kiểm tra

Nhược điểm:

- + Thiệu chính xác do có sai số động hình, sai số vẽ v.v ...
- + Phương pháp đồ thị, kết quả cho quan hệ giữa một đối tượng động học theo một thông số nhất định thường là khâu dẫn.
- + Phương pháp hàm đồ vectơ, kết quả không liên tục, chỉ các điểm rời rạc.

\* Phương pháp giải tích

Ưu điểm

- + Cho mối quan hệ giữa các đối tượng bằng biểu thức giải tích, dễ dàng cho việc khảo sát dùng máy tính.

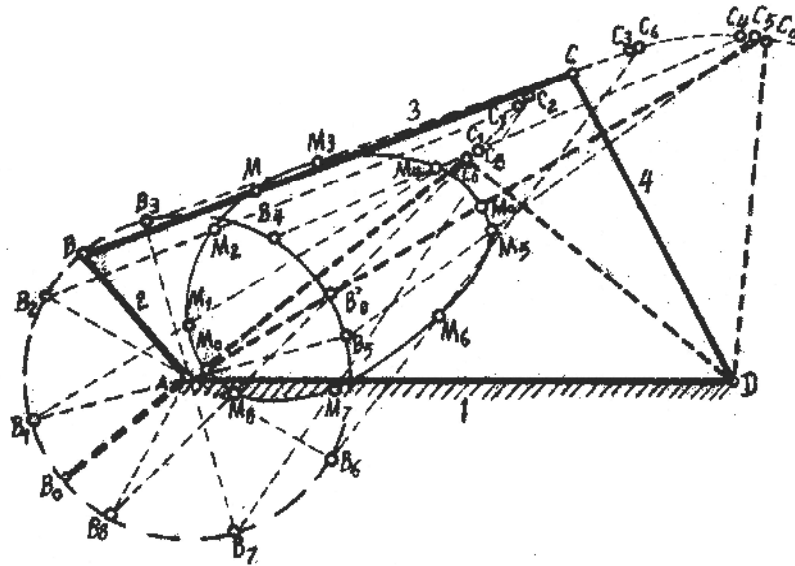
+ Độ chính xác cao

Như là đi tìm

+ Độ i v i m t s c c u, công th c gi i tích r t ph c t p và r t khó ki m tra.

### I. Xác định quỹ đạo của điểm M thu c khâu trên c c u

Gi s cho tr c l c đ c c u b n khâu b n l nh hình v



Hình 4.1

C c u cho v trí b t kỳ ABCD. Trình t xác định quỹ đạo của đi m M trên thanh trượt BC đ c t n hành nh sau:

- V l c đ c c u theo t l xích t ch n

Công th c bi u th t l xích c c u là:

$$\mu = \frac{\text{Kích thước thanh c}}{\text{Kích thước trên biên v}}$$

$$\mu_1 = \frac{l_{AB}}{AB} \left[ \frac{m}{mm} \right]$$

- Chia vòng tròn tay quay ra n phần bằng nhau (n càng l n, quỹ đạo đi m M càng chính xác). ở đây, ta chia n = 8 phần, t c là xác định đ c tám v trí tay quay: AB<sub>1</sub>, AB<sub>2</sub> v.v... AB<sub>8</sub>. Ngoài ra, xác định thêm hai v trí biên AB<sub>0</sub> và AB<sub>o</sub>.
- ở v i các v trí tay quay, ta d dàng xác định đ c v trí c a các khâu còn l i trong c c u b ng cách l y B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> v.v... làm tâm, m khâu đ compa quay các cung có bán kính r = BC (bi u di n theo t l ). Các cung này c t quỹ đạo của đi m C (vòng tròn tâm D, bán kính CD) t i đi m C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> v.v... C<sub>8</sub>.

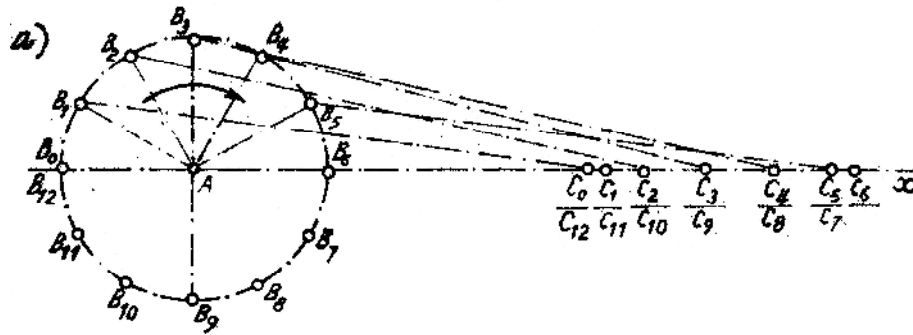
N i B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>C<sub>2</sub> v.v... B<sub>8</sub>C<sub>8</sub>, ta đ c tám v trí c a thanh trượt, qua đó xác định đ c tám v trí c a đi m M trên thanh trượt BC.

N i các đi m M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> v.v... M<sub>8</sub> ta đ c quỹ đạo của đi m M c n tìm.

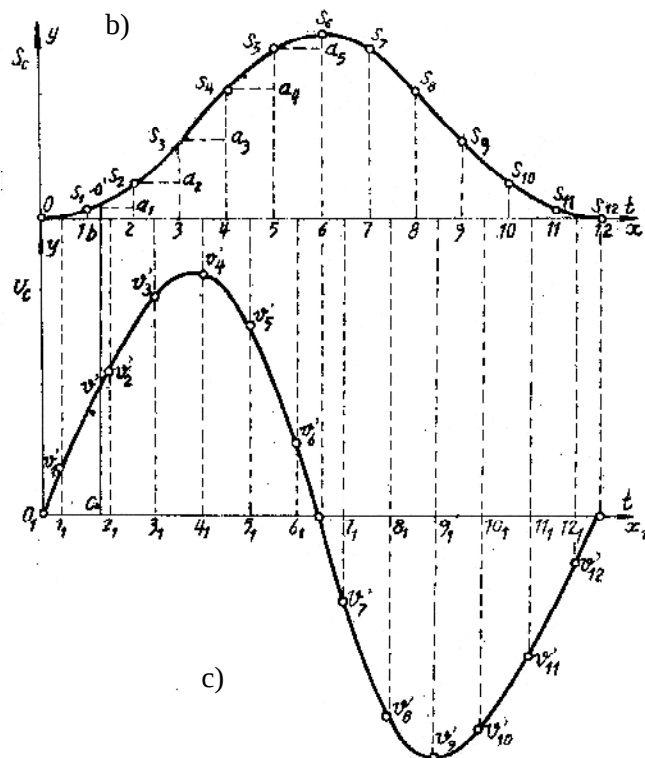
## II. Phân tích đường hình c của tay quay con trượt

Cho c của tay quay con trượt có trục t trùng tâm nh hình vẽ

Quá trình phân tích đường hình c của con trượt C để tìm hành theo trình t sau:



Hình 4.2a



Hình 4.2 b, c

### 1. Vẽ đồ thị c của c

Chọn tỉ lệ xích  $\mu_1 = \frac{l_{AB}}{AB} \left[ \frac{m}{mm} \right]$  để vẽ đồ thị c của c như H (4.2a)

### 2. Đồ thị biến thiên hành trình con trượt

Chia vòng tròn tay quay ra n phần bằng nhau (ở đây chọn  $n = 12$ ), ta xác định các vị trí của hai vị trí của c. Các vị trí của tay quay là  $AB_0, AB \dots AB_{12} \equiv AB_0$ . Tương ứng với các vị trí của con trượt C là  $C_0C_1, C_0C_2 \dots C_0C_{12}$  để xác định bằng

cách lấy các điểm  $B_0, B_1$  làm tâm, mở khẩu độ compa có bán kính  $r = BC = \frac{l_{BC}}{\mu_1}$ , quay các cung, cắt quỹ đạo  $A_x$  của con trượt tại các điểm  $C_0, C_1 \dots C_{12}$ . Các điểm  $C, C_1, C_0, C_2 \dots$  biểu diễn khoảng chuyển động của con trượt  $C$  ứng với mỗi góc quay của tay quay theo tỉ lệ xích đã chọn.

Khoảng chuyển động để tính bằng công thức:

$$S_1 = C_0 C_1 \cdot \mu_1$$

Lập hình trượt của đồ sô trong đó

– Trục hoành Ot biểu thị thời gian của tay quay quay một vòng (đồ thị hành trình lập cho chu kỳ là một vòng quay của tay quay theo tỉ lệ xích:

$$\mu_t = \frac{\text{Thời gian quay một vòng của tay quay}}{\text{Độ dài biểu diễn trên hình vẽ}}$$

– Trục tung Os biểu thị cho khoảng chuyển của con trượt theo tỉ lệ xích :

$$\mu_s = \frac{S_{\max}}{y_{\max}} = \frac{C_0 C_6 \cdot \mu}{y_{\max}}$$

Trên cơ sở đó vẽ đồ thị biến thiên hành trình con trượt (h 4.2b)

### 3. Đồ thị biến thiên vận tốc của con trượt

Đồ thị biến thiên vận tốc của con trượt để thiết lập với các giá trị vận tốc trung bình.

$$V_{tb} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Ứng với mỗi khoảng chuyển của con trượt, tính được tốc độ vận tốc trung bình của nó là

$$\Delta s_1 = s_2 - s_1$$

$$\Delta t = \frac{t}{12}$$

$$V_{tb1} = \frac{s_2 - s_1}{\Delta t} = \frac{a_1 s_2 \cdot \mu}{\Delta t} \text{ m/s}$$

$$V_{tb2} = \frac{s_3 - s_2}{\Delta t} = \frac{a_2 s_3 \cdot \mu}{\Delta t} \text{ m/s}$$

Lập hình trượt của đồ v<sub>O1t</sub> trong đó:

Trục hoành O<sub>1t</sub> biểu thị thời gian t cùng tỉ lệ xích với đồ thị hành trình.

Trục tung O<sub>1v</sub> biểu thị vận tốc trung bình của con trượt theo tỉ lệ xích

$$\mu_v = \frac{\text{Tốc độ vận tốc trung bình}}{\text{Tung độ biểu diễn}} \left( \frac{m}{s.mm} \right)$$

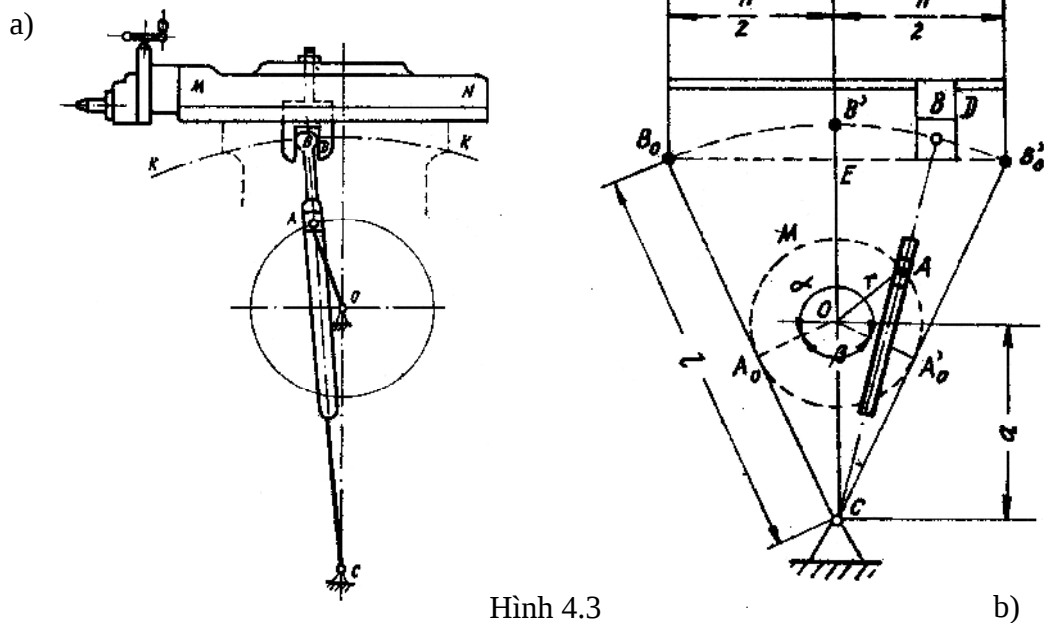
tỉ đó vẽ được đồ thị biến thiên vận tốc của con trượt (h 4.2c)

### III. Phân tích đường hình c của cẩu culit

Cho cẩu culit như hình vẽ, h 4.3a

1. Vẽ đồ thị c của cẩu theo tỉ lệ xích đã chọn (h 4.3b)

$$\mu_1 = \frac{l_{OA}}{OA} \left( \frac{m}{mm} \right)$$

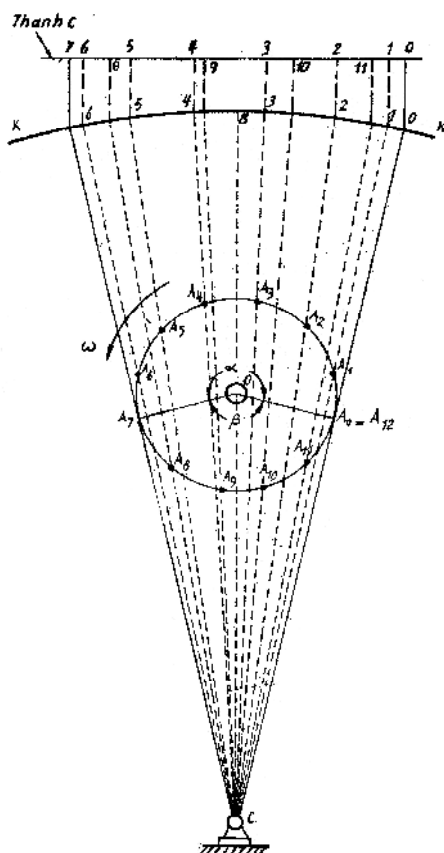


Hình 4.3

b)

2. Đồ thị biên thiên hành trình và vẽ tỉ lệ c của thanh trượt

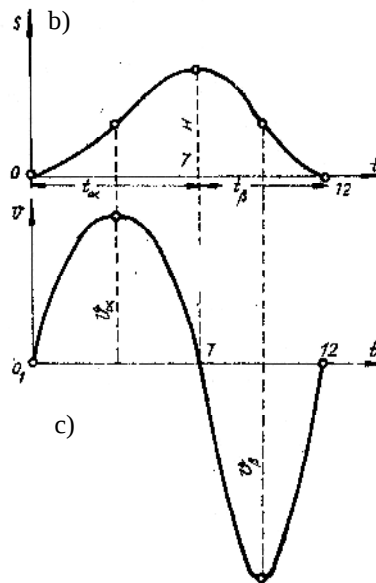
Chia vòng tròn tay quay ra 12 phần ứng với  $\alpha$  có 7 phần ( $A_0 - A_7$ ) và  $\beta$  có 5 phần ( $A_7 - A_{12}$ ) (h 4.4a)



Hình 4.4a

Từ  $A_0 - A_{12}$  xác định được vị trí của các nấc BC là  $C - 0, C - 1, C - 2$  v.v... (các điểm 0, 1, 2 v.v... nằm trên cùng kk). Từ các điểm này kẻ các đường thẳng đứng song song với quỹ đạo của thanh trượt tại các điểm  $0', 1', 2', \dots$  (h 4.4a). Các điểm có  $0' - 1', 0' - 2', \dots$  biểu thị khoảng chênh lệch  $s_1, s_2$  của thanh trượt theo trục xích  $\mu_s$ .

Lập hệ trục tọa độ có tung độ Os biểu thị khoảng chênh lệch theo trục xích  $\mu_s$ , hoành độ Ot biểu thị thời gian t theo trục xích  $\mu_t$  ta vẽ được đồ thị biến thiên hành trình thanh trượt t



Hình 4.4 b, c

Tổng hợp lại. Để vẽ đồ thị biến thiên vận tốc của thanh trượt ta cũng tính  $v_{tb} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

ở đây, cần chú ý đến vận tốc lúc làm việc  $v_{tb\alpha}$  và vận tốc lúc nghỉ không  $v_{tb\beta}$ :

$$\Delta t_{\alpha} = \frac{t_{\alpha}}{7}$$

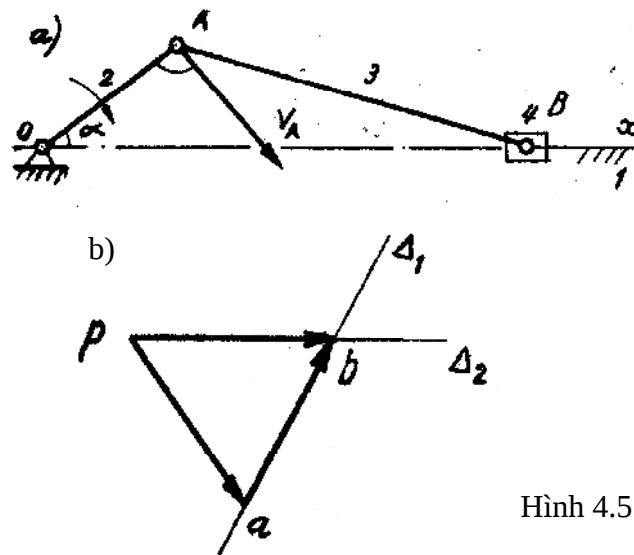
$$\Delta t_{\beta} = \frac{t_{\beta}}{7}$$

Lập hệ trục tọa độ  $vO_1t$ . Trục tung biểu diễn vận tốc của thanh trượt theo trục xích  $\mu_v = \frac{v_{tb}}{y}, \left( \frac{m}{s.mm} \right)$ , trục hoành theo trục xích  $\mu_t$ . Ta vẽ được đồ thị biến thiên vận tốc của thanh trượt t.

#### IV. Xác định vận tốc của điểm thuộc khâu của cơ cấu bản khâu bản lề

Giả sử có hai cơ cấu tay quay con trượt như hình vẽ.

Tay quay OA quay với vận tốc góc không đổi cho trước. Tìm vị trí đó để dàng xác định vận tốc của con trượt B bằng phương pháp hình ảnh vận tốc như sau:



Hình 4.5

Với các kích thước cho trước và vị trí đã cho (góc  $\alpha$ ), ta vẽ đồ thị liếc để tìm theo tỉ lệ xích phù hợp.

Như đã học ở Cơ lý thuyết, vận tốc của con trượt B được tính bằng công thức:

$$\begin{aligned}\vec{v}_B &= \vec{v}_A + \vec{v}_{BA} \\ \vec{v}_B &= \vec{v}_{Bx}\end{aligned}$$

Trong đó:  $\vec{v}_A$  là vận tốc của điểm A (đầu tay quay) hoàn toàn xác định bằng công thức  $v_A = \omega \cdot l_{OA} = \frac{\pi n}{30} \cdot l_{OA}$  (m/s), phương vuông góc với OA

$\vec{v}_{BA}$  là vận tốc tương đối của điểm B thuộc thanh trượt AB quay quanh A, có phương vuông góc với BA

Mặt khác  $\vec{v}_B = \vec{v}_{Bx}$  là vận tốc của con trượt có phương là phương Ox

Để xác định  $\vec{v}_B$  ta vẽ hình để vận tốc như hình (4.5)

Chọn tỉ lệ xích  $\mu_v = \frac{v_A}{p_a} \left( \frac{m}{s \cdot mm} \right)$ , tức là tỉ lệ điểm p vẽ phía trên chọn biểu thị  $\vec{v}_A$ . Qua a và p kẻ hai đường  $\Delta_1, \Delta_2$  biểu thị phương của  $v_{BA}$  và  $v_B$ , hai đường này cắt nhau tại b, ta được ab biểu thị  $\vec{v}_{BA}$ , pb biểu thị  $\vec{v}_B$

Như vậy: Ta hoàn toàn xác định được vận tốc con trượt B.

$$v_B = pb \cdot \mu_v$$

## Bài 5. ẮNG ĐỘNG CẤU BÊN KHU BÊN L

Mục tiêu : - Nêu được các động cơ cấu bên khu bên l

Cấu bên 4 khu bên l có nhiều ưu điểm nổi bật như :

- Truyền động với khả năng truyền tải lớn
- Cấu tạo và chế tạo các khu, khớp đơn giản.
- Có thể dễ dàng thay đổi các kích thước động học trên cấu trúc

Động học cũng tiến hành như các động cơ khác:

- Khó thực hiện một cách chính xác các qui luật chuyển động cho trước, trong trường hợp cấu trúc có nhiều khu dễ gây nên thất công và dễ có hiện tượng t
- Có những trường hợp không thực hiện được qui luật chuyển động khi bố trí cấu trúc 4 khu hoặc nhiều khu.

### 1. Động cơ truyền và biến đổi chuyển động

- Cấu trúc tay quay con trượt (h 3.3c) được dùng để truyền chuyển động cho trục, trong trường hợp biến đổi chuyển động tịnh tiến qua lại của piston thành chuyển động quay của trục khu.
- Cấu trúc thanh truyền bình hành (h3.3a) dùng trong động cơ máy xe để truyền chuyển động quay toàn vòng giữa các bánh xe.
- Cấu trúc bên khu động tay quay con trượt (h 3.1) được dùng trong máy dệt (gọi là cấu trúc batăng) và máy nghiền đá v.v... cấu trúc loại này dùng trong các trường hợp chuyển đổi và đổi.
- Cấu trúc culit dùng trong máy bào.

### 2. Các động cơ khác

- Động cơ cấu bên 4 khu để vẽ ra một quỹ đạo nào đó (cấu trúc thanh truyền bình hành để vẽ các đường song song).
- Cấu trúc 4 khu dùng trong các cơ cấu để dịch chuyển các tải trọng, hoặc động trong các thiết bị khác như cấu trúc vít elíp v.v...
- Cấu trúc 4 khu còn được dùng trong các thiết bị động cơ đo, kiểm tra, điều khiển v.v...

## CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Phát biểu định lý Grashof và điều kiện quay toàn vòng của cấu trúc bên khu bên l.
2. Trình bày phương pháp xác định quỹ đạo của điểm thuộc khu của cấu trúc bên khu bên l. Nêu cách vẽ hai vị trí biên của khu bên (t cho ví dụ).

3. Nêu rõ các bước lập đề thi hành trình và vận tải của các điểm của khâu của cả cầu. Qua đó nêu rõ cách tính trọng số của khoảng chuyển s và vận tải tại một thời điểm nào đó (trình bày đối với cả cầu đang tay quay còn lại).
4. Cầu cầu bên khâu bên lại có những ưu khuyết điểm gì?
5. Nêu công dụng của cầu cầu bên khâu bên lại (Lấy thí dụ thực tế để dẫn chứng).
6. Nêu rõ những đặc điểm đáng học của cầu cầu culít dùng trong máy bào ngang?