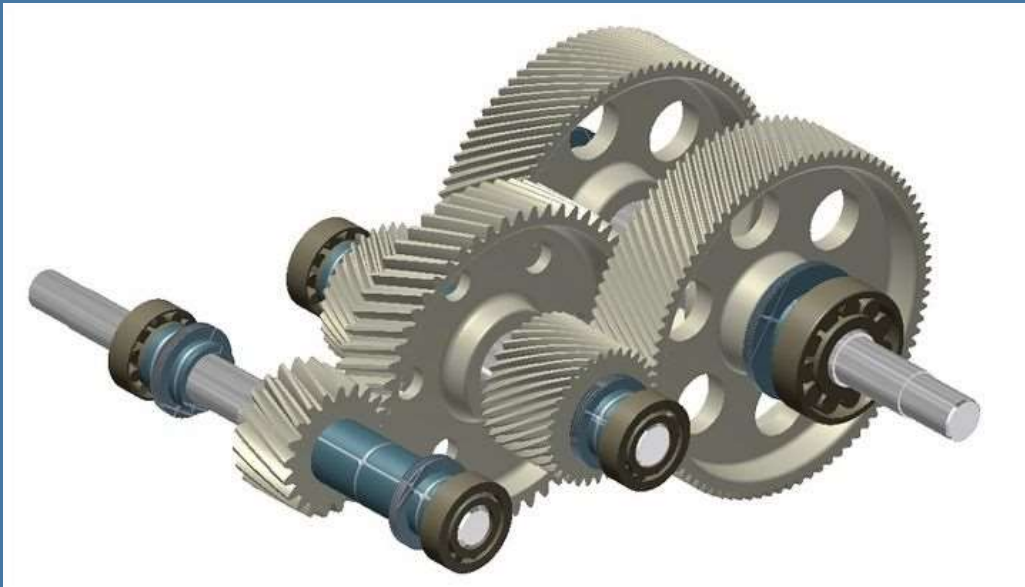


TRƯỜNG ĐẠI HỌC PHẠM VĂN ĐỒNG
KHOA KỸ THUẬT - CÔNG NGHỆ

ThS. ĐỖ MINH TIẾN
ThS. NGUYỄN HOÀNG LĨNH

TRUYỀN ĐỘNG CƠ KHÍ

(Dùng cho sinh viên đại học Kỹ thuật Cơ điện tử)



Quảng Ngãi 1/2020

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	1
Chương 1. CẤU TRÚC CƠ CẤU	2
1.1. Khái niệm và định nghĩa.....	2
1.1.1. Khâu, chi tiết máy.....	2
1.1.3. Các loại khớp động và lược đồ khớp.....	2
1.1.4. Kích thước động của khâu và lược đồ khâu	3
1.1.5. Chuỗi động và cơ cấu	4
1.2. Bậc tự do của cơ cấu.....	5
1.2.1. Khái niệm về bậc tự do của cơ cấu.....	5
1.2.2. Công thức tính bậc tự do của cơ cấu	5
Chương 2. PHÂN TÍCH ĐỘNG HỌC CƠ CẤU PHẪNG	7
2.1. Nội dung và giả thiết của bài toán phân tích động học	7
2.1.1. Định nghĩa	7
2.1.2. Nguyên lí chuyển động:.....	8
2.1.3. Điều kiện quay toàn vòng của khâu dẫn (<i>Định lý Grashof</i>):.....	8
2.1.4. Các biến thể của cơ cấu 4 khâu bản lề:	9
Chương 3. CƠ CẤU CAM.....	15
3.1. Khái niệm về cơ cấu cam	15
3.1.1. Định nghĩa	15
3.1.2. Công dụng và phân loại:.....	15
3.2. Khảo sát cơ cấu cam cần đẩy trùng tâm	16
3.2.1. Phân tích động học cơ cấu cam	16
Chương 4. CƠ CẤU BÁNH RĂNG	23
4.1. Khái niệm về cơ cấu bánh răng	23
4.2. Truyền động của bánh răng	27
Chương 5. CÁC LOẠI MỐI GHÉP	37

5.1. Các loại đinh tán và mối ghép đinh tán	37
5.1.1. Đinh tán:	37
1-Đối với kim loại màu được lấy như sau:	40
5.2. Mối ghép hàn	42
5.2.1. Phân loại mối ghép hàn:	42
5.2.2. Tính toán độ bền cho mối ghép	45
5.3. Mối ghép ren.....	49
5.4. Mối ghép bằng then và then hoa.....	56
5.4.1. Ưu, nhược điểm của mối ghép then:	56
5.4.2. Cấu tạo các loại then: Có thể chia then làm 2 loại lớn:	56
5.4.3. Tính toán mối ghép bằng then:	61
CÂU HỎI ÔN TẬP	65
Chương 6. TRUYỀN ĐỘNG ĐAI	67
6.1. Khái niệm chung.....	67
6.1.1. Giới thiệu truyền động đai.....	67
6.1.2. Các loại đai và kết cấu bánh đai	67
6.1.4. Ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng	70
6.1.5. Các thông số hình học chủ yếu của bộ truyền đai	71
6.2. Cơ học truyền động đai	74
6.2.1. Vận tốc và tỉ số truyền.....	74
6.2.2. Lực tác dụng trong truyền động đai	74
6.2.3. Ứng suất trong đai	75
6.2.4. Hiện tượng trượt trong truyền động đai	76
6.2.5. Khả năng kéo, đường cong trượt và đường cong hiệu suất.....	77
6.3. Tính toán truyền động đai.....	79
6.3.1. Phương pháp tính toán.....	79
6.4. Trình tự thiết kế truyền động đai	82
6.4.1. Trình tự thiết kế truyền động đai dẹt	82

6.4.2. Trình tự thiết kế bộ truyền đai thang:.....	84
Chương 7. TRUYỀN ĐỘNG VÍT-ĐAI ỐC.....	92
7.1. Khái niệm chung.....	92
7.1.1. Giới thiệu bộ truyền vít – đai ốc.....	92
7.1.2. Phân loại bộ truyền vít đai ốc:.....	94
7.1.3. Các thông số chủ yếu của bộ truyền vít đai ốc:.....	97
7.2. Tính toán truyền động vít đai ốc.....	98
7.2.1. Các dạng hỏng chủ yếu và chỉ tiêu tính toán.....	98
7.2.2. Tính bộ truyền vít đai ốc theo độ bền mòn:	98
7.2.3. Tính bộ truyền vít đai ốc về độ bền	99
7.2.4. Tính bộ truyền vít đai ốc theo điều kiện ổn định.....	100
7.3. Trình tự thiết kế truyền động vít-đai ốc.....	101
Chương 8. TRUYỀN ĐỘNG XÍCH.....	102
8.1. khái niệm chung	102
8.1.1. Nguyên lý làm việc và cấu tạo của bộ truyền xích:.....	102
8.1.2. Ưu, nhược điểm:	103
8.2. Bộ truyền xích	103
8.2.1. Các loại xích truyền động:.....	103
8.3. Những thông số chính của bộ truyền.....	106
8.3.1. Bước xích : t (mm)	106
8.3.2. Đường kính đĩa xích : d (mm)	106
8.3.3. Số răng đĩa xích Z (răng):.....	107
8.3.4. Khoảng cách trục A (mm):	108
8.3.5. Số mắt xích X :	109
8.4. Tính toán truyền động xích.....	109
8.4.1. Các dạng hỏng:	109
8.4.2. Tính xích theo áp suất cho phép :.....	109
8.4.3. Kiểm nghiệm số lần va đập của mắt xích trong 1 giây:	112

8.4.5. Cơ học truyền động xích:	114
8.4.6. Tải trọng động F_d (N):	115
8.5. Trình tự thiết kế bộ truyền xích	115
Chương 9. TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG	121
9.1. Khái niệm chung	121
9.1.1. Nguyên lí làm việc:	121
9.1.2. Phân loại:	121
9.1.3. Ưu – nhược điểm:	122
9.1.4. Phạm vi ứng dụng:	123
9.1.5. Độ chính xác ăn khớp:	123
9.1.6. Kết cấu bánh răng:	123
9.2. Các dạng hỏng và chỉ tiêu tính toán	124
9.2.1. Gãy răng:	124
9.2.2. Tróc vôi môi bề mặt răng:	125
9.2.3. Mòn mặt răng: <i>hình 9.4b</i>	125
9.2.4. Dính răng: <i>hình 9.4c</i>	125
9.2.5. Biến dạng dẻo bề mặt răng:	125
9.2.6. Bong bề mặt răng:	126
9.3. Vật liệu bánh răng - ứng suất cho phép	126
9.3.1. Vật liệu:	126
9.3.2. Ứng suất cho phép:	126
9.4. Tính toán bộ truyền bánh răng	126
9.4.1. Bộ truyền bánh răng trụ răng thẳng:	126
9.4.4. Tính theo sức bền uốn:	133
9.4.5. Bộ truyền bánh răng trụ răng nghiêng:	136
9.4.6. Truyền động bánh răng nón:	141
9.5. Trình tự thiết kế bộ truyền bánh răng:	148
Chương 10. TRUYỀN ĐỘNG TRỤC VÍT	150

10.1. Khái niệm chung.....	150
10.1.1. Nguyên lý làm việc và cấu tạo:	150
10.1.2. Phân loại:	151
10.1.3. Ưu-nhược điểm và phạm vi ứng dụng:	152
10.1.4. Các thông số hình học chủ yếu của bộ truyền trục vít Acsimét:	152
10.2. Cơ học truyền động trục vít.....	154
10.2.1. Tỷ số truyền và vận tốc vòng:	154
10.2.2. Lực tác dụng $F_r(N)$:.....	156
10.2.3. Tải trọng tính:	157
10.3. Tính toán truyền động trục vít.....	157
10.3.1. Các dạng hỏng và chỉ tiêu tính toán:	157
10.3.2. Tính sức bền tiếp xúc:	158
10.3.3. Tính sức bền uốn:	159
10.3.4. Tính nhiệt bộ truyền trục vít:.....	160
10.4. Vật liệu và ứng suất cho phép	161
10.4.1. Vật liệu:	161
10.4.2. Ứng suất cho thép:.....	161
10.5. Trình tự thiết kế bộ truyền trục vít	161
Chương 11. TRỤC.....	162
11.1. Khái niệm chung.....	162
11.1.1. Giới thiệu về trục	162
11.1.2. Phân loại trục	162
11.1.3. Kết cấu và vật liệu trục	163
11.2.1. Các dạng hỏng và chỉ tiêu tính toán	165
11.2.2. Tính toán trục về độ bền.....	167
11.2.3. Tính trục về độ cứng.....	170
11.3. Trình tự thiết kế trục	171
Chương 12. Ô LĂN	176

12.1. Khái niệm chung.....	176
12.1.1. Giới thiệu về ổ lăn	176
12.1.2. Phân loại ổ lăn	176
12.1.3. Độ chính xác chế tạo ổ lăn	178
12.1.4. Các loại ổ lăn thường dùng.....	178
12.2. Lực và ứng suất trong ổ lăn	179
12.2.1. Sự phân bố lực trên các con lăn.....	179
12.2.2. Ứng suất tiếp xúc trong ổ lăn	181
12.3. Tính chọn ổ lăn.....	182
12.3.1. Các dạng hỏng của ổ lăn và chỉ tiêu tính toán.....	182
12.3.2. Tính ổ lăn theo khả năng tải động	183
12.3.3. Tính ổ lăn theo khả năng tải tĩnh.....	193
CÂU HỎI ÔN TẬP	194
TÀI LIỆU THAM KHẢO	195

LỜI NÓI ĐẦU

Truyền động cơ khí được biên soạn theo nội dung phân phối chương trình Đại học ngành *Kỹ thuật Cơ điện tử* do trường Đại học Phạm Văn Đồng xây dựng. Nội dung được biên soạn cô đọng, dễ hiểu. Các kiến thức trong toàn bộ bài giảng có mối liên hệ logic chặt chẽ. Tuy vậy bài giảng chỉ là một phần trong nội dung của chuyên ngành đào tạo cho nên người dạy, người học cần tham khảo thêm các tài liệu có liên quan với ngành học để sử dụng có hiệu quả hơn.

Bài giảng **Truyền động cơ khí** được biên soạn theo chương trình đào tạo của Trường Đại học Phạm Văn Đồng với thời lượng 60 tiết bao gồm 11 chương. Đây là học phần cơ sở được thiết kế trong chương trình đào tạo. Nhằm trang bị cho sinh viên các kiến thức cần thiết về ứng dụng cơ học trong kỹ thuật và các chi tiết máy thông dụng trong lĩnh vực cơ điện tử, cơ khí. Mục đích để nâng cao trình độ kỹ thuật, bảo quản các trang thiết bị, đồng thời phục vụ cho việc tiếp thu các học phần chuyên ngành.

Nhóm biên soạn tuy rất cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan đến học phần và phù hợp với đối tượng sử dụng, cũng như sự gắn liền nội dung lý thuyết với những vấn đề thực tế trong sản xuất để bài giảng có tính thực tiễn hơn. Song vẫn không tránh được các thiếu sót. Rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của người sử dụng. Mọi đóng góp xin gửi về: **Bộ môn Cơ khí, Khoa Kỹ thuật - Công nghệ, Trường Đại học Phạm Văn Đồng**, qua email: nhlinh@pdu.edu.vn và dmtien@pdu.edu.vn.

Khoa Kỹ thuật Công nghệ

Nhóm biên soạn

Chương 1. CẤU TRÚC CƠ CẤU

1.1. Khái niệm và định nghĩa

1.1.1. Khâu, chi tiết máy

1. Định nghĩa: là tập hợp các vật thể có chuyển động theo một quy luật nhất định nhằm biến đổi hoặc sử dụng năng lượng để làm ra công có ích.

1.1.2. Nối động, thành phần khớp động, khớp động

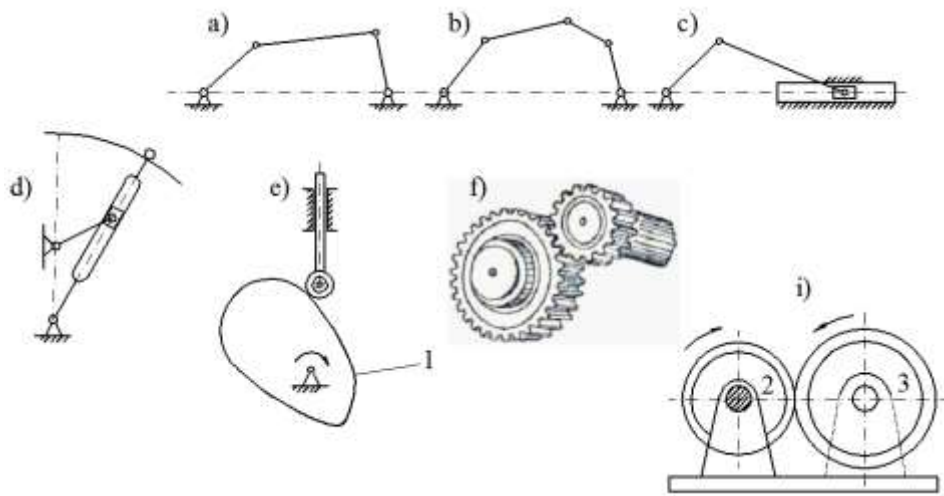
1. Định nghĩa:

Là tập hợp các vật thể có chuyển động tương đối với nhau và theo một quy luật chuyển động nhất định, có nhiệm vụ truyền chuyển động hoặc biến đổi chuyển động.

2. Phân loại:

- Biến chuyển động quay thành chuyển động tịnh tiến hay ngược lại.
- Biến đổi chuyển động quay thành chuyển động lắc và ngược lại.
- Biến đổi chuyển động quay liên tục thành chuyển động gián đoạn.

Những cơ cấu có nhiệm vụ truyền động gọi tắt là cơ cấu truyền động.



a, b, c-Cơ cấu phẳng; d-Cơ cấu Culit; e-Cơ cấu cam;

f-Cơ cấu bánh răng; i-Cơ cấu bánh ma sát

Hình 1.1 Các cơ cấu cơ khí thường gặp

1.1.3. Các loại khớp động và lược đồ khớp

1. Khớp động: Chỗ nối động giữa các khâu gọi là khớp động.

Có 2 loại: Khớp loại thấp và khớp loại cao.

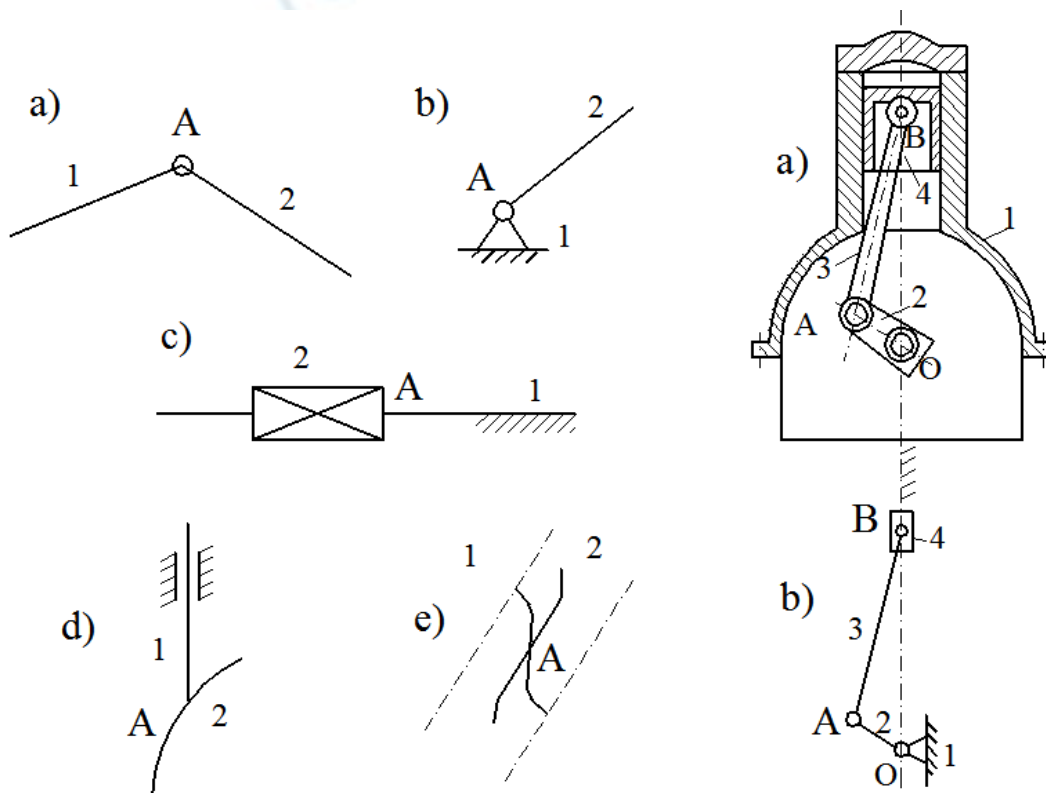
- Khớp loại thấp: gọi tắt là khớp thấp, là những khớp động mà những tiếp xúc của khớp là các mặt. Thường là khớp quay và khớp tịnh tiến như hình 1.2a,b,c.

- Khớp loại cao: gọi tắt là khớp cao, là những khớp động mà chỗ tiếp xúc của khớp là các đường hoặc điểm. Thường là những khớp trong cơ cấu cam, bánh răng, ma sát như hình 1.2d,e.

2. Lược đồ khớp: Dùng để biểu diễn khớp động, mục đích là để thuận lợi trong việc nghiên cứu, phân tích cơ cấu, máy; người ta quy ước biểu diễn khớp động như hình vẽ 1.2.

1.1.4. Kích thước động của khâu và lược đồ khâu

Trong máy và cơ cấu những bộ phận có chuyển động tương đối với nhau thì gọi là khâu. Khâu cũng có thể là một vật thể đơn nhất không thể tách rời được nữa, cũng có thể là tập hợp các vật thể ghép cứng với nhau như thanh truyền trong cơ cấu động cơ nổ



Hình 1.2a,b: khớp quay; hình 1.2c: khớp tịnh tiến; hình 1.2d: khớp trong cơ cấu cam; hình 1.2e: khớp trong cơ cấu bánh răng

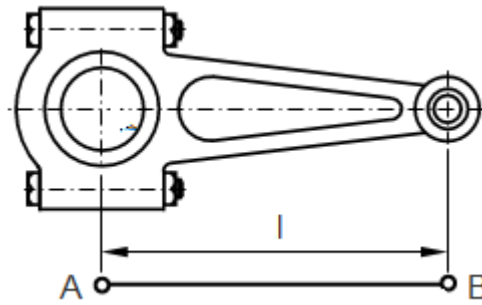
Hình 1.3a cấu tạo của cơ cấu thanh truyền trong động cơ nổ; hình 1.3b là lược đồ của cơ cấu thanh truyền.

Hình 1.3 Cơ cấu thanh truyền

Hình 1.2 Lược đồ các khớp động

Khâu cũng được biểu diễn bằng lược đồ (lược đồ khâu) và phải thỏa mãn 2 điều kiện sau:

- Chiều dài khâu biểu diễn bằng lược đồ đúng bằng kích thước động của khâu.
- Biểu diễn đầy đủ các khớp động có trên khâu.



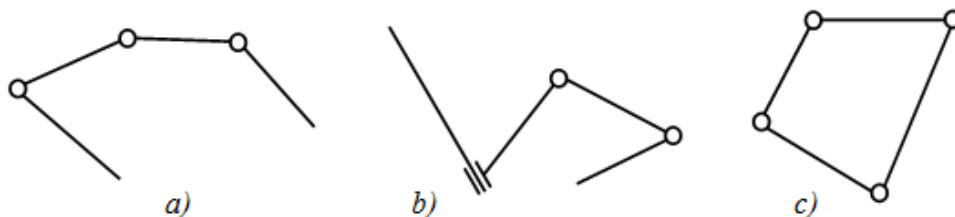
Hình 1.4 Thanh truyền

1.1.5. Chuỗi động và cơ cấu

1. Chuỗi động: Là tập hợp các khâu liên kết với nhau bằng các khớp động trong một hệ thống, chuỗi động bao gồm:

- Chuỗi động phẳng: các điểm trên các khâu chuyển động trên cùng một mặt phẳng hay các mặt phẳng song song với nhau (hình 1.5a, 1.5b).
- Chuỗi động không gian: các điểm trên các khâu chuyển động trên các mặt phẳng không song song với nhau (hình 1.5c).

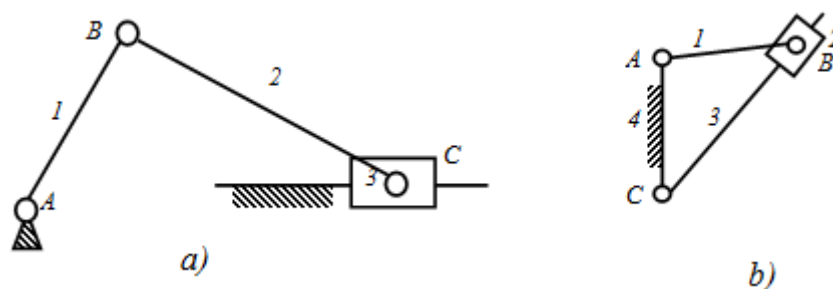
Chuỗi động phẳng hay chuỗi động không gian còn có thể là chuỗi động kín hay chuỗi động hở. Nếu trong chuỗi động mỗi khâu tham gia ít nhất là 2 khớp động được gọi là chuỗi động kín (chuỗi động phức tạp) (hình 1.5c); nếu trong chuỗi động có khâu tham gia chỉ 1 khớp động gọi là chuỗi động hở (chuỗi động đơn giản) (hình 1.5a, 1.5b).



Hình 1.5 Chuỗi động

2. Cơ cấu: Là một chuỗi động trong đó có một khâu cố định, còn những khâu khác chuyển động theo một quy luật nhất định.

Khâu cố định gọi là giá. Tùy theo tính chất chuyển động của các khâu trong cơ cấu so với giá người ta phân biệt: Tay quay (có chuyển động quay được toàn vòng quanh trục nối với giá), thanh truyền (có chuyển động song phẳng), con trượt (có chuyển động tịnh tiến qua lại so với giá hay một khâu khác), culít (khâu chuyển động dùng làm bộ phận dẫn hướng cho con trượt), (hình 1.6a, b).

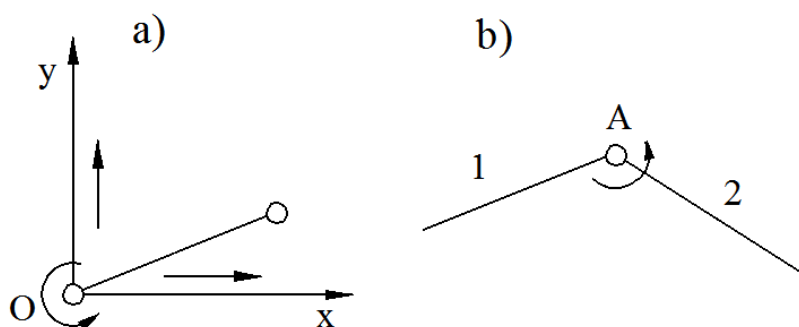


Hình 1.6 Cơ cấu

1.2. Bậc tự do của cơ cấu

1.2.1. Khái niệm về bậc tự do của cơ cấu

Bậc tự do của cơ cấu phẳng là số thông số cho trước để xác định vị trí của cơ cấu và được ký hiệu là (W) .



Hình 1.7 Khả năng chuyển động

a-3 khả năng chuyển động $W=3$; b-khả năng chuyển động bị hạn chế $W=1$

1.2.2. Công thức tính bậc tự do của cơ cấu

- Những khả năng chuyển động có thể có ta gọi là số bậc tự do. Nếu khả năng chuyển động tương đối bị hạn chế ta gọi là số bậc tự do bị hạn chế.

- Trong cơ cấu phẳng mỗi khớp động loại thấp (khớp quay, khớp tịnh tiến) làm hạn chế hai bậc tự do của khâu.

- Trong mỗi khớp động loại cao (như khớp bánh răng, khớp bánh ma sát) làm hạn chế một bậc tự do.

- Số khâu có trong cơ cấu là $(n+1)$ khâu và n là số khâu động, còn 1 là khâu cố định (có $W=0$ nên gọi là giá)

- Gọi số khớp thấp có trong cơ cấu là p_t thì số bậc tự do bị hạn chế là $2.p_t$

- Gọi số khớp cao là p_c thì số bậc tự do bị hạn chế là $1.p_c = p_c$.

Ta có công thức tính bậc tự do của cơ cấu phẳng:

$$W = 3n - (2p_t + p_c) \quad (1-1)$$

Ví dụ 1.1:

1. Cơ cấu hình 1.1a: có $n=3$, $p_t=4$, $p_c=0$

Nên $W = 3n - (2p_t + p_c) = 3 * 3 - (2 * 4 + 0) = 1$

2. Cơ cấu hình 1.1b có $n=4$, $p_t=5$, $p_c=0$

$W = 3n - (2p_t + p_c) = 3 * 4 - 2 * 5 = 2$

Tương tự hình 1-1c có $W=1$; ...

3. Cơ cấu cam như hình 1-1e có: $n=3$; $p_t=3$, $p_c=1$

nên $W = 3 * 3 - (2 * 3 + 1) = 2$

Cơ cấu này thực tế chỉ có một bậc tự do còn một bậc tự do thừa là chuyển động quay của con lăn 2 quanh trục của nó.

4. Cơ cấu hình 1.1i có: $n=2$; $p_t=2$, $p_c=1$ nên $W = 3 * 2 - (2 * 2 + 1) = 1$

CÂU HỎI ÔN TẬP

1- Định nghĩa máy? máy được chia làm mấy loại và công dụng của chúng?

2- Định nghĩa cơ cấu? Gồm những loại cơ cấu chủ yếu nào, nêu nhiệm vụ của chúng?

3- Định nghĩa khâu, khớp động?

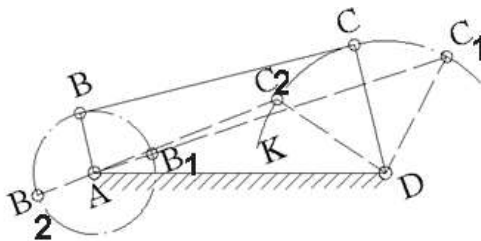
4- Định nghĩa bậc tự do? Nêu công thức và giải thích các thông số có ở công thức này?

Chương 2. PHÂN TÍCH ĐỘNG HỌC CƠ CẤU PHẪNG

2.1. Nội dung và giả thiết của bài toán phân tích động học

2.1.1. Định nghĩa

Cơ cấu 4 khâu bản lề (khâu phẳng) là một cơ cấu phẳng gồm 4 khâu nối với nhau bằng 4 khớp quay.



Hình 2.1 Lược đồ cấu tạo cơ cấu 4 khâu bản lề

Khâu 1 là giá, khâu 2 và 4 nối với giá gọi là tay quay (nếu nó quay được toàn vòng) hay cần lắc (nếu nó không quay được toàn vòng). Cơ cấu này có một bậc tự do.

Chú ý: Cơ cấu có bao nhiêu bậc tự do thì có bấy nhiêu khâu dẫn.

- Khâu cố định được gọi là giá.
- Khâu dẫn là khâu mà quy luật chuyển động được cho trước hay nói cách khác là: khâu có chuyển động quay và quay với vận tốc góc không đổi thì được gọi là **khâu dẫn** (AB) những khâu còn lại trừ khâu cố định thì gọi là **khâu bị dẫn**.

Chú ý: Khâu dẫn không phải là khâu phát động, khâu phát động là khâu trên nó đặt lực phát động tức là lực làm cho cơ cấu chuyển động hay lực động cơ làm chạy máy.

Độ dài: - Khâu $AD = a$ gọi là *giá*

- Khâu $BC = c$ gọi là *thanh truyền*

- 2 khâu còn lại nối với giá $AB = b$ là *khâu dẫn* thực hiện chuyển động quay quanh A còn gọi là *tay quay AB*.

- Khâu đối diện với tay quay là *khâu bị dẫn* $CD = d$ dao động quanh D còn gọi là *cần lắc*.

Nguyên lý: Quá trình chuyển động truyền được thực hiện từ khâu dẫn quay đến khâu bị dẫn là cần lắc thông qua thanh truyền BC, thanh truyền thực hiện chuyển động song phẳng thì ta gọi cần lắc CD thực hiện khoảng chạy kép trên cung C_1C_2 (AB quay

một vòng thì CD thực hiện 1 góc C_1DC_2). Hai vị trí C_1D , C_2D là 2 vị trí giới hạn (còn gọi là vị trí biên).

2.1.2. Nguyên lí chuyển động:

➤ Khâu cố định được gọi là giá.
 ➤ Khâu dẫn là khâu mà quy luật chuyển động được cho trước hay nói cách khác là: khâu có chuyển động quay và quay với vận tốc góc không đổi thì được gọi là **khâu dẫn** (AB) những khâu còn lại trừ khâu cố định thì gọi là **khâu bị dẫn**.

Chú ý: Khâu dẫn không phải là khâu phát động, khâu phát động là khâu trên nó đặt lực phát động tức là lực làm cho cơ cấu chuyển động hay lực động cơ làm chạy máy.

Độ dài: - Khâu AD = a gọi là *giá*

- Khâu BC = c gọi là *thanh truyền*

- 2 khâu còn lại nối với giá AB = b là *khâu dẫn* thực hiện chuyển động quay quanh A còn gọi là *tay quay* AB.

- Khâu đối diện với tay quay là *khâu bị dẫn* CD = d dao động quanh D còn gọi là *cần lắc*.

Nguyên lý: Quá trình chuyển động truyền được thực hiện từ khâu dẫn quay đến khâu bị dẫn là cần lắc thông qua thanh truyền BC, thanh truyền thực hiện chuyển động song phẳng thì ta gọi cần lắc CD thực hiện khoảng chạy kép trên cung C_1C_2 (AB quay một vòng thì CD thực hiện 1 góc C_1DC_2). Hai vị trí C_1D , C_2D là 2 vị trí giới hạn (còn gọi là vị trí biên).

2.1.3. Điều kiện quay toàn vòng của khâu dẫn (Định lý Grashof):

Giả thiết cơ cấu 4 khâu bản lề có một tay quay (khâu AB) và có cần lắc (khâu CD) ta đi xác định quan hệ kích thước giữa các khâu trên lược đồ cơ cấu 4 khâu phẳng như hình vẽ 2.1 trên.

Muốn cho tay quay AB quay toàn vòng thì AB phải quay hai vị trí B_1 và B_2 tức là 2 vị trí biên của cần lắc CD (AB và BC thẳng hàng). Xét 2 vị trí của cơ cấu từ hai tam giác AC_1D và AC_2D :

*** Tam giác AC_1D**

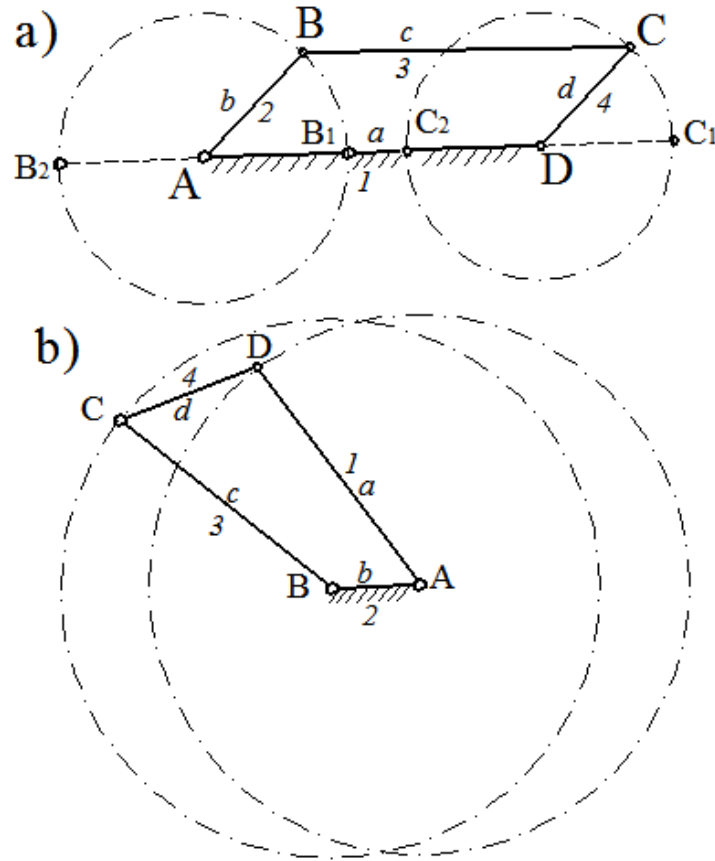
$$\text{Ta có : } AC_1 \leq AD + DC_1 \quad \Leftrightarrow \quad b + c \leq a + d \quad (2-1)$$

*** Tam giác AC_2D**

Ta có : $AD \leq AC_2 + C_2D \Leftrightarrow a \leq c - b + d \Leftrightarrow a + b \leq c + d$ (2-2)

- Điều kiện để khâu AB quay toàn vòng quanh A là

$$\left. \begin{array}{l} b + c \leq a + d \\ a + b \leq c + d \end{array} \right\} \quad (2-3)$$



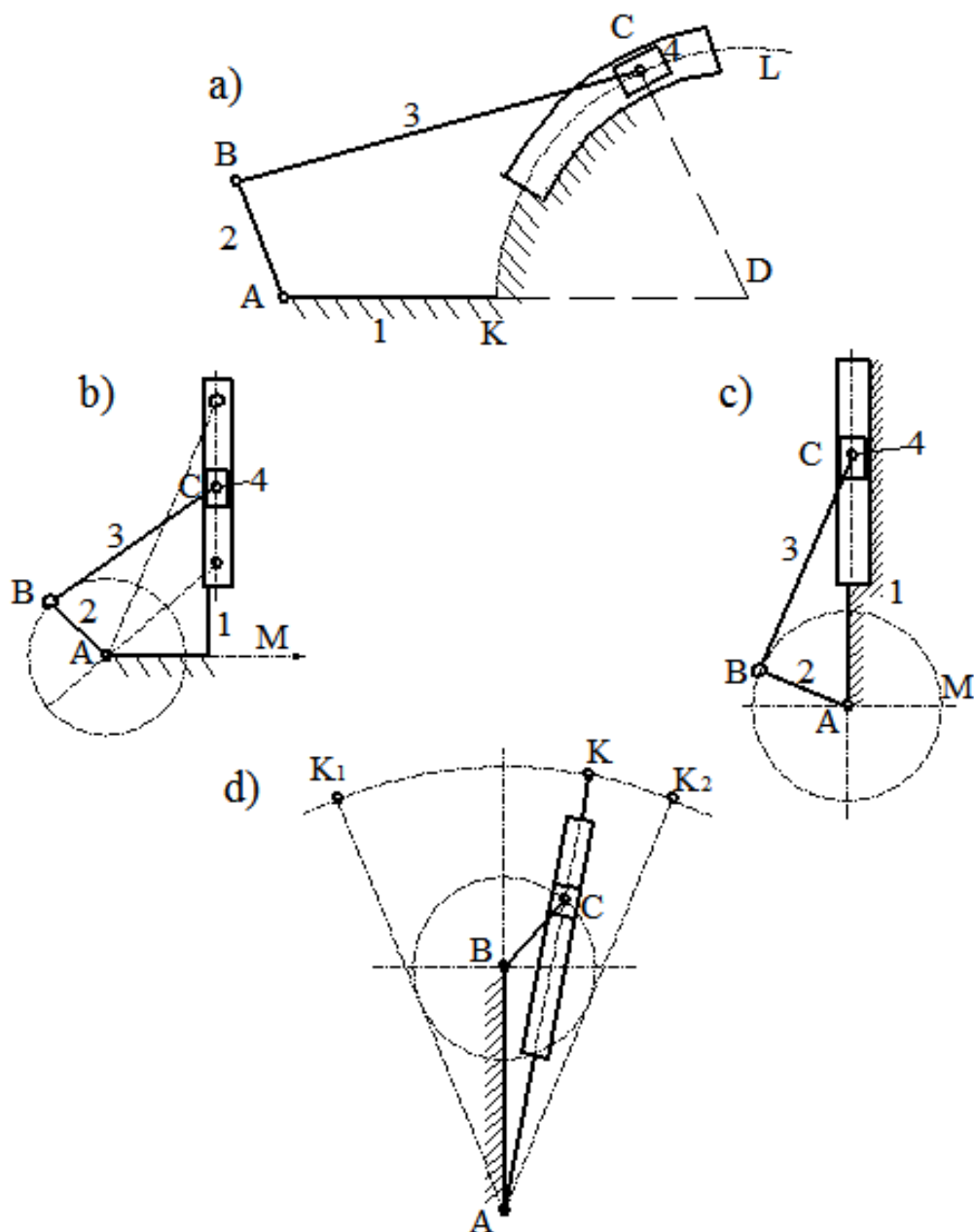
Hình 2.2 Cơ cấu có khâu quay toàn vòng

- **Định lý Grashof:** Cơ cấu 4 khâu phẳng 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, khi đó:

1. Khi giá kề với khâu ngắn nhất là tay quay còn khâu đối diện là cần lắc hình 2.2a.
2. Khi giá là khâu ngắn nhất thì cả hai khâu nối giá đều là tay quay hình 2.2b
3. Khi giá đối diện với khâu ngắn nhất thì cơ cấu có 2 thanh lắc (cần lắc) và khâu ngắn nhất sẽ quay toàn vòng.

2.1.4. Các biến thể của cơ cấu 4 khâu bản lề:

Dạng biến thể như hình 2-3



Hình 2.3 Các dạng biến thể

Về mặt nguyên lý, cấu tạo thì không đổi: nó là cơ cấu phẳng khớp thấp có 1 khâu cố định và 3 khâu động có 4 khớp động loại thấp được biểu diễn dưới dạng biến thể khác nhau.

Dạng biến thể trên hình 2.3a có khâu CD sẽ trở thành con trượt 4, trượt trong rãnh cong KL.

2.1.4.1. Cơ cấu tay quay - con trượt:

-Trường hợp bán kính CD tiến tới vô cùng lớn quỹ đạo cong của khớp C sẽ thành đường thẳng con trượt 4 sẽ chuyển động tịnh tiến qua lại ta gọi là **cơ cấu tay quay con trượt lệch tâm** (hình 2.3b). Đây là một dạng biến thể của cơ cấu 4 khâu bản lề.

-Khoảng lệch tâm e gọi là tâm sai

-Khi tâm sai e = 0 thì quỹ đạo của con trượt sẽ quay qua tâm quay của tay quay ta gọi là **cơ cấu tay quay con trượt trùng tâm** (hình 2.3c).

- Cơ cấu tay quay tâm sai e = 0 quay con trượt dùng để biến chuyển động quay thành chuyển động thẳng tịnh tiến hoặc ngược lại.

2.1.4.2. Cơ cấu Culit: hình 2.3d

Dùng để biến chuyển động quay toàn vòng thành chuyển động quay liên tục (quay toàn vòng, lắc qua lại). Trường hợp, nếu đổi giá chọn: khâu 2 làm giá và kích thước khâu 2 lớn hơn khâu 3 (AB > BC) ta sẽ có cơ cấu Culit được biểu diễn như hình vẽ.

2.2. Bài toán vị trí và quỹ đạo

Phân tích động học cơ cấu bốn khâu phẳng bao gồm việc giải các bài toán sau:

- Tìm quỹ đạo của các điểm thuộc các khâu của cơ cấu;
- Xác định hành trình của các điểm thuộc các khâu của cơ cấu;
- Xác định vận tốc (gia tốc trong trường hợp đơn giản) của điểm thuộc khâu hoặc của khâu của cơ cấu.

Có 2 phương pháp:

- Phương pháp giải tích;
- Phương pháp vẽ đồ thị (sử dụng chủ yếu).

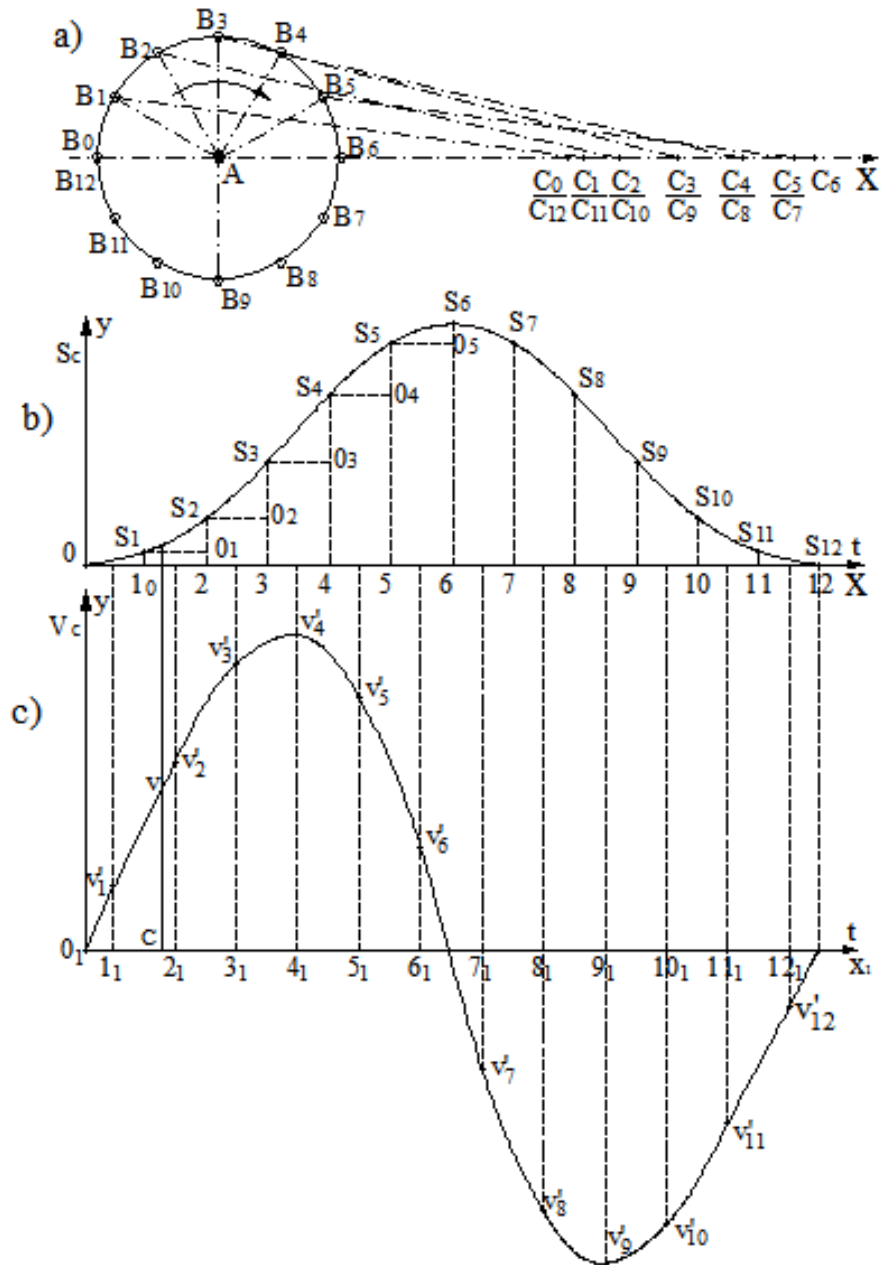
2.2.1. Xác định quỹ đạo các điểm của khâu trên cơ cấu:

Cho trước lược đồ cơ cấu bốn khâu phẳng ABCD. Việc xác định quỹ đạo của điểm M trên thanh truyền BC của cơ cấu được tiến hành như sau:

1. Vẽ lược đồ cơ cấu: hình 2.4a theo tỷ lệ xích tự chọn, công thức biểu thị tỷ lệ xích kích thước cơ cấu là:

$$\mu_l = \frac{\text{Kích thước thực}}{\text{Kích thước trên bản vẽ}} = \frac{l_{AB}}{AB} \left[\frac{m}{mm} \right] \quad (2-4)$$

Sau khi vẽ ta định được đoạn BM trên BC (do cho trước l_{BM} hoặc l_{MC}).



a- Lược đồ cơ cấu; b- Đồ thị biến thiên hành trình; c- Đồ thị biến thiên vận tốc

Hình 2.4

2. Xác định quỹ đạo của điểm M:

Chia vòng tròn tay quay AB ra 8 phần bằng nhau (chia số phần càng nhiều thì M càng chính xác). Ta xác định được 8 vị trí tay quay là AB₁, AB₂, ..., AB₈. Xác định thêm 2 điểm biên của cần lắc là AB₀ và AB₀'.

3. Xác định điểm M: Mở khẩu độ compa lấy các điểm B₁, B₂, ..., B₈ làm tâm, quay cung tròn có bán kính r = BC (biểu diễn theo tỷ lệ). Các cung này cắt quỹ đạo điểm C (vòng tròn bán kính CD) tại các điểm C₁, C₂, ..., C₈. Nối các đoạn B₁C₁,

$B_2C_2, \dots, B_8C_8$ ta được 8 vị trí của thanh truyền và từ đó ta xác định được 8 vị trí của điểm M là $M_1, M_2, \dots, M_8$. (điểm M càng nhiều quỹ đạo càng chính xác).

4. Nói điểm: Nói các điểm $M_1, M_2, \dots$ bằng một đường cong ta được quỹ đạo của điểm M cần tìm.

2.3. Bài toán vận tốc

Xác định khoảng chạy, vận tốc của con trượt C ở các vị trí bất kỳ. Dùng phương pháp vẽ để phân tích động học cơ cấu. Giả sử cho $l_{AB} = 0,1m$; $l_{BC} = 0,4m$ tay quay quay đều với vận tốc $n = 120$ vg/ph.

Được tiến hành theo trình tự sau:

a) Vẽ lược đồ cơ cấu:

Chọn tỷ lệ xích: $\mu_l = \frac{l_{AB}}{AB} = \frac{0,1}{20} = 0,005 \left[\frac{m}{mm} \right]$

b) Đồ thị biến thiên hành trình của con trượt:

Dùng phương pháp vẽ đồ thị.

Chia vòng tròn tay quay ra n phần bằng nhau, ở đây $n = 12$, ta xác định được 12 vị trí của cơ cấu tức 12 vị trí của con trượt C. Các vị trí của tay quay là $AB_0, AB_1, \dots, AB_{12} \equiv AB_0$.

Tương tự ta xác định được các vị trí tương ứng của con trượt C là $C_0C_1, C_0C_2, \dots, C_0C_{12}$. Các điểm $C_0, C_1, \dots, C_{12}$ được xác định bằng cách lấy các điểm $B_0, B_1, \dots, B_{12}$ làm tâm quay các cung tròn có bán kính $r = BC = B_0C_0$. Các cung này sẽ cắt trục Ax tại các $C_0, C_1, \dots, C_{12}$ ở trên.

Từ các khoảng chạy tương ứng của con trượt C ta tiến hành vẽ đồ thị biến thiên hành trình như hình 2.4b.

Trước khi tiến hành vẽ ta chọn các tỷ lệ xích sau:

➤ Chọn $\mu_t = \frac{\text{Thời gian quay 1 vòng của tay quay}}{\text{Độ dài biểu diễn trên hình vẽ}} \left(\frac{s}{mm} \right)$

μ_t : Tỷ lệ xích nhất định: biểu thị thời gian của tay quay quay một vòng

Thời gian quay 1 vòng $t = 1$ (s) và chọn 12 khoảng trên trục Ox có kích thước là 60 mm. $\Rightarrow \mu_t = \frac{1}{60} (s/mm)$