

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN:

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

MÃ TÀI LIỆU: CS39102

LỜI GIỚI THIỆU

Để phục vụ cho học viên học nghề và thợ sửa chữa ô tô những kiến thức cơ bản cả về lý thuyết và thực hành bảo dưỡng, sửa chữa các hệ thống trên ô tô. Hoặc học nghề cơ khí. Tôi có biên soạn giáo trình: Cơ ứng dụng với mong muốn giáo trình này sẽ giúp cho học sinh, sinh viên nắm vững hơn kiến thức về ô tô. Cơ ứng dụng được biên soạn, nội dung giáo trình bao gồm ba chương:

Chương 1: Cơ học lý thuyết

Chương 2: Sức bền vật liệu

Chương 3: Chi tiết máy

Mỗi Chương được biên soạn với nội dung gồm: một số các nội dung cơ bản về cơ học lý thuyết, chi tiết máy, sức bền vật liệu.

Mặc dù đã rất cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi sai sót, tác giả rất mong nhận được ý kiến đóng góp của người đọc để lần xuất bản sau giáo trình được hoàn thiện hơn.

Hậu Giang, ngày.....tháng.... năm 2022

Nhóm biên soạn

MỤC LỤC

TT	Đề mục	Trang
1	Mục lục	3
2	Chương 1: Cơ học lý thuyết	5
3	Chương 2: Sức bền vật liệu	23
4	Chương 3: Chi tiết máy	40
5	Tài liệu tham khảo	62

CHƯƠNG TRÌNH MÔN HỌC CƠ ỨNG DỤNG

Mã số của môn học: CS39102

I. Vị trí, tính chất của môn học:

- Vị trí: Môđun được bố trí giảng dạy song song hoặc sau các môn học/ môđun cơ sở và trước một số môđun chuyên môn nghề.

- Tính chất: Là môn học kỹ thuật cơ sở bắt buộc.

II. Mục tiêu của môn học:

- Trình bày được các khái niệm cơ bản trong cơ học ứng dụng.

- Trình bày được phương pháp tổng hợp và phân tích lực.

- Phân tích được chuyển động của vật rắn.

- Tính toán được các thông số nội lực, ứng suất và biến dạng của vật chịu kéo, nén, cắt, dập, xoắn, uốn của các bài toán đơn giản.

- Chuyển đổi được các khớp, khâu, các cơ cấu truyền động thành các sơ đồ truyền động đơn giản.

- Trình bày được các cấu tạo, nguyên lý làm việc và phạm vi ứng dụng của các cơ cấu truyền động cơ bản.

- Tuân thủ đúng quy định về giờ học tập và làm đầy đủ bài tập về nhà.

- Rèn luyện tác phong làm việc nghiêm túc, cẩn thận.

CHƯƠNG 1. CƠ HỌC LÝ THUYẾT

Mã bài: CS39102-01

Giới thiệu:

Trong chương này chúng ta sẽ tìm hiểu về cơ học lý thuyết và phạm vi ứng dụng trong ngành công nghệ ô tô.

Mục tiêu

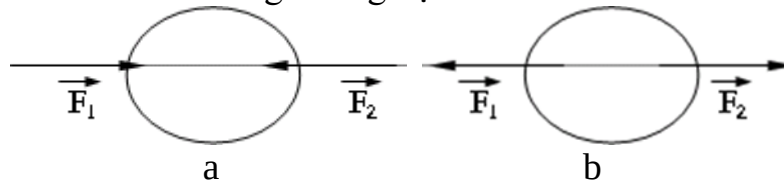
- Trình bày được các tiên đề, khái niệm và cách biểu diễn lực; các loại liên kết cơ bản.
- Trình bày được phương pháp xác định các thông số động học và động lực học.
- Phân tích được chuyển động của vật rắn.
- Tuân thủ các quy định, quy phạm về cơ học lý thuyết.

Nội dung chính

1.1. CÁC TIÊN ĐỀ TĨNH HỌC

1.1.1. Tiên đề 1 (tiên đề về hai lực cân bằng):

- Điều kiện cần và đủ để hai lực cân bằng là chúng có cùng đường tác dụng, hướng ngược chiều nhau và có cùng cường độ.



Hình 1.1

- Hai lực như thế còn được gọi là hai lực trực đối. (hình 1.1a) cho ta hình ảnh về vật rắn cân bằng chịu kéo và (hình 1.1b) là vật rắn cân bằng chịu nén.

1.1.2. Tiên đề 2 (tiên đề thêm bớt lực):

- Tác dụng của hệ lực không thay đổi nếu ta thêm vào hoặc bớt đi một cặp lực cân bằng. Như vậy: Nếu (F, F) là hai lực cân bằng thì:

$$(F_1, F_2, \dots, F_n) \Leftrightarrow (F_1, F_2, \dots, F_n, F, F)$$

- Tiên đề này cho ta hai phép biến đổi cơ bản là thêm vào một cặp lực cân bằng và bớt đi một cặp lực cân bằng.

* *Hệ quả 1* (Định lý trượt lực): Tác dụng của lực không thay đổi khi ta trượt lực trên đường tác dụng của nó (Chú ý: Tính chất trên chỉ đúng với vật rắn tuyệt đối. Với vật rắn biến dạng khi thay đổi điểm đặt thì ứng xử của biến dạng trong vật sẽ thay đổi).

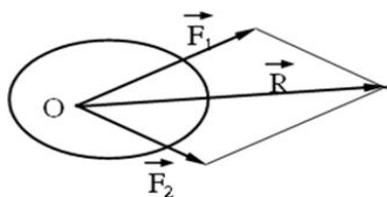
* *Hệ quả 2* (Định lý về hợp lực của hệ): Khi hệ lực cân bằng thì một lực bất kỳ của hệ lực ấy sẽ là lực trực đối với hợp lực của các lực còn lại.

1.1.3. Tiên đề 3 (tiên đề hình bình hành lực):

- Hệ hai lực cùng đặt tại một điểm tương đương với một lực đặt tại điểm đặt chung ấy và được biểu diễn bằng vector đường chéo hình bình hành mà hai cạnh là hai vector biểu diễn các lực đã cho.

- Hợp lực của hai lực có cùng điểm đặt là một lực đặt tại điểm đó, có trị số, phương chiều được xác định bởi đường chéo của hình bình hành mà hai cạnh là hai lực thành phần. Như vậy, nếu gọi R là hợp lực của hai lực F_1, F_2 cùng đặt tại điểm O thì ta có:

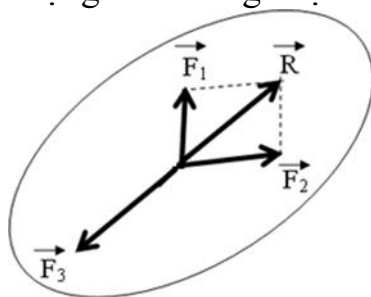
$R = F_1 + F_2$, Về độ lớn: $R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 F_1 F_2 \cos \alpha$. Trong đó: α - là góc hợp bởi F_1 và F_2



Hình 1.2

- Tiên đề này cho ta hai phép biến đổi cơ bản, đó là: có thể tổng hợp hai lực đồng quy thành một lực và ngược lại có thể phân tích một lực thành hai lực đồng quy theo quy tắc hình bình hành.

* *Hệ quả 3* (Định lý về đường tác dụng của 3 lực đồng phẳng): Khi ba lực đồng phẳng cân bằng, đường tác dụng của chúng hoặc đồng quy hoặc song song.



Hình 1.3

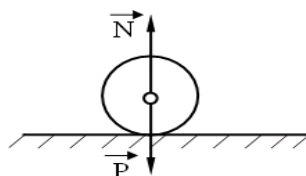
1.1.4. Tiên đề 4 (tiên đề tác dụng và phản tác dụng):

- Lực tác dụng và lực phản tác dụng giữa hai vật là hai lực có cùng cường độ, hướng ngược chiều nhau và có cùng cường độ.

- Chú ý rằng lực tác dụng và lực phản tác dụng không phải là hai lực cân bằng vì chúng không cùng tác dụng lên một vật.

* Các tiên đề trước chỉ xét các lực tác dụng lên một vật nhưng trong thực tế ta thường phải giải quyết những bài toán cân bằng của nhiều vật có liên quan với nhau.

- Tiên đề 4 cho ta cơ sở để chuyển từ bài toán cân bằng một vật sang bài toán cân bằng của nhiều vật.



Hình 1.4

1.1.5. Tiên đề 5 (tiên đề hóa rắn):

- Khi vật biến dạng đã cân bằng thì hóa rắn lại nó vẫn cân bằng.

- Tiên đề này coi một vật rắn biến dạng đang cân bằng là vật rắn cân bằng. Vì vậy những điều kiện cân bằng của vật rắn cũng là những điều kiện cần (nhưng không đủ) của vật rắn biến dạng cân bằng.

- Tiên đề này là cơ sở để giải quyết một phần các bài toán cân bằng của vật rắn biến dạng cân bằng.

1.2. LỰC

1.2.1. Định nghĩa

- Mọi vật đều nằm trong sự tương tác. Một vật nằm trên bàn chịu sự tương tác qua lại giữa vật đó với mặt bàn. Một viên bi đang lăn trên mặt phẳng nghiêng chịu sự tương tác qua lại giữa viên bi và mặt phẳng nghiêng đó...vv.

- Trạng thái cân bằng hay chuyển động của một vật thể phụ thuộc vào sự tác dụng tương hỗ giữa nó với các vật thể khác.

- Đại lượng biểu thị cho sự tác dụng tương hỗ đó được gọi là lực.

* *Định nghĩa: Lực là đại lượng đặc trưng cho sự tương tác cơ học giữa các vật thể, là nguyên nhân gây ra sự biến dạng và làm biến đổi chuyển động của các vật thể.*

- Chẳng hạn như trọng lực (lực trọng trường) là do trái đất tác dụng lên vật và làm cho vật rơi hoặc có xu hướng rơi theo phương thẳng đứng.

1.2.2. Các yếu tố của lực

- Từ định nghĩa về lực ta thấy xác định lực cần phải căn cứ vào những biến đổi động học mà nó gây lên. Quan sát tác dụng của lực ta thấy lực được xác định bởi ba yếu tố sau:

* *Phương và chiều của lực:* Bất kỳ một lực nào khi tác dụng vào một vật đều có một phương, chiều (hướng) nhất định. Chẳng hạn như lực ma sát cùng phương, ngược chiều với chuyển động, trọng lực hướng về tâm trái đất. Đường thẳng theo đó lực tác dụng lên vật gọi là đường tác dụng của lực (hay còn gọi là giá).

* *Điểm đặt của lực:* Là điểm trên vật mà tại đó lực tác dụng vào vật. Trong thực tế, sự tương tác giữa các vật thể với nhau thường là tương tác đường hay tương tác mặt (lực mang tính chất phân bố, không tập trung). Trong trường hợp đó, người ta thường thay thế bằng một lực tương đương gọi là hợp lực của hệ lực.

* *Cường độ của lực* (Còn gọi là trị số của lực, độ lớn của lực): Biểu thị độ mạnh yếu của sự tương tác, thể hiện ở mức độ làm biến đổi chuyển động và biến dạng của vật thể. Đơn vị của lực: Trong bảng đơn vị hợp pháp lực được đo bằng Niuton (N) Thiết bị đo cường độ của lực gọi là lực kế. Trong kỹ thuật người ta còn dùng đơn vị của lực là : Kilogam lực (KG). Một số đơn vị dẫn suất của lực thường gặp là: Ki-lô-Niuton (KN). $1 \text{ KN} = 1000 \text{ N}$.

1.2.3 Biểu diễn lực:

- Lực là một đại lượng véc tơ. Người ta biểu diễn véc tơ lực bằng một đoạn thẳng có hướng AB. Kí hiệu: $AB = F$

- Điểm gốc A hoặc điểm mút B là điểm đặt của lực. Đường thẳng chứa véc tơ lực gọi là đường tác dụng của lực. Mũi tên chỉ chiều tác dụng của lực. Độ dài đoạn AB biểu thị cường độ của lực



Hình 1.5

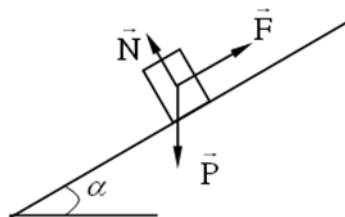
1.2.4 Hệ lực:

1.2.4.1 Khái niệm về hệ lực:

- Mọi vật đều tồn tại trong sự tương tác lẫn nhau, có những tương tác do tiếp xúc, tương tác từ xa.... Trong thực tế một vật có thể chịu tác dụng đồng thời của nhiều lực có phương chiều, điểm đặt cũng như cường độ khác nhau. Chẳng hạn như một vật có khối lượng m kg đang trượt trên một mặt phẳng nghiêng sẽ chịu tác dụng của trọng

lực, phản lực pháp tuyến do mặt phẳng nghiêng tác dụng lên, lực ma sát giữa vật với mặt phẳng nghiêng, lực phát động, lực quán tính .

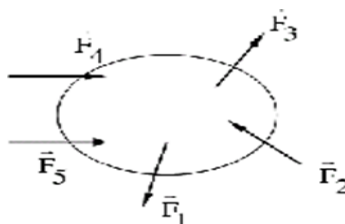
- *Định nghĩa*: Tập hợp các lực cùng đồng thời tác dụng lên một vật rắn gọi là hệ lực



Hình 1.6

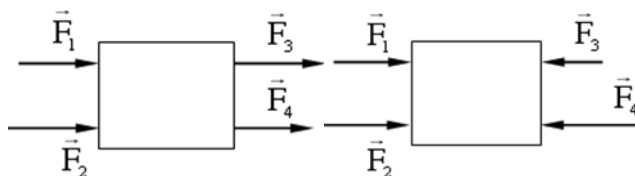
1.2.4.2. Các loại hệ lực phẳng:

+ *Hệ lực phẳng*: là hệ lực mà các lực thành phần có đường tác dụng cùng nằm trên một mặt phẳng



Hình 1.7

+ *Hệ lực song song*: là hệ lực mà các lực thành phần có đường tác dụng song song hoặc trùng nhau



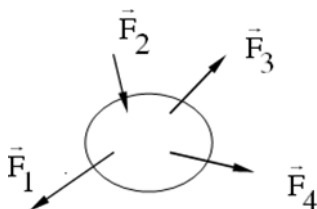
Hình 1.8

+ *Hệ lực đồng qui*: là hệ lực mà các lực thành phần có đường tác dụng đồng qui tại một điểm.

+ *Hệ lực tương đương*: nếu có thể thay thế hệ lực tác dụng lên vật thể bằng một hệ lực khác mà không làm thay đổi trạng thái đứng yên hay chuyển động ban đầu của vật thể thì hai hệ lực đó được gọi là tương đương với nhau.

+ *Hệ lực cân bằng*: là hệ khi tác dụng lên một vật thể thì vật thể đó vẫn nằm ở trạng thái ban đầu. Hệ lực cân bằng còn gọi là hệ lực tương đương với không

Ký hiệu: $(F_1, F_2, \dots, F_n) \Leftrightarrow 0$



Hình 1.9

1.2.5. Liên kết và phản lực liên kết:

- Vật thể gọi là tự do khi nó có thể chuyển động tùy ý theo mọi phương trong không gian mà không bị cản trở.

- Ngược lại, những vật thể mà chuyển động của chúng trong không gian theo một hay nhiều phương bị cản trở được gọi là vật thể không tự do.

- Trong cơ học, những điều kiện cản trở chuyển động của vật gọi là liên kết.

- Vật gây ra sự cản trở chuyển động của vật khảo sát gọi là vật gây liên kết.

- Sở dĩ có sự cản trở chuyển động là do tại các mối liên kết, vật gây liên kết đã tác dụng vào vật khảo sát một lực làm hạn chế chuyển động của nó. Lực đó được gọi là phản lực liên kết.

- Phản lực liên kết đặt vào vật khảo sát, có cùng phương, ngược chiều với chiều chuyển động bị cản trở.

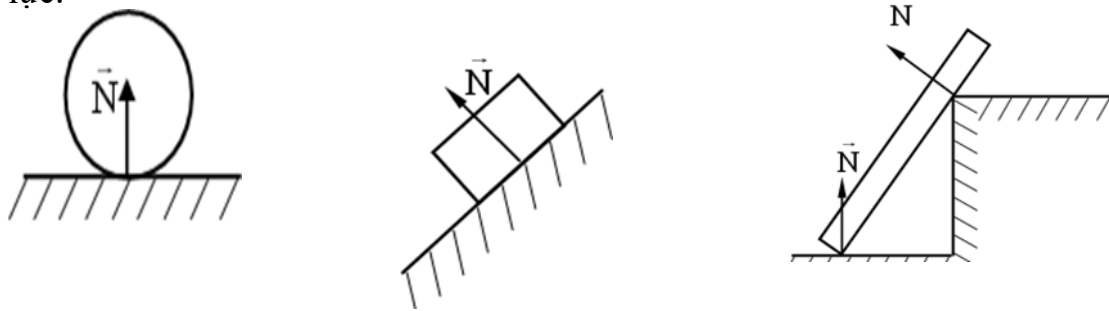
1.2.5.1. Các loại liên kết thường gặp:

a. Liên kết tựa.

- Là loại liên kết mà các vật chỉ có tác dụng đỡ lấy nhau. Trong trường hợp này chỉ có chuyển động của vật theo phương vuông góc với mặt tiếp xúc chung của liên kết là bị cản trở.

- Phản lực là một lực hướng theo phương pháp tuyến của mặt tiếp xúc chung của liên kết. Ký hiệu: N

- Như vậy, trong loại liên kết này chỉ có một yếu tố chưa biết đó là trị số của lực.

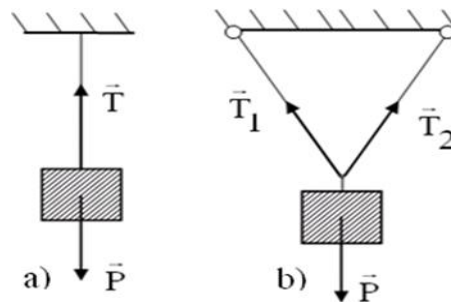


Hình 1.11

b. Liên kết dây mềm không dẫn.

- Trong loại liên kết này phản lực là một lực hướng dọc theo dây, chiều của nó có xu hướng làm cho dây bị co lại, điểm đặt đặt tại vị trí liên kết giữa dây và vật (hình 1.14).

- Ký hiệu phản lực là T .



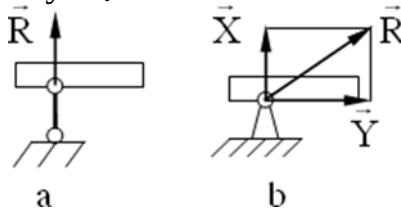
Hình 1.12

c. Liên kết bản lề.

- Có hai loại liên kết bản lề là: Gối đỡ bản lề di động và gối đỡ bản lề cố định.

* Gối đỡ bản lề di động (hình a).

- Đối với loại gối đỡ này, vật tựa vừa có thể quay quanh trục bản lề vừa có thể di chuyển song song với mặt phẳng tựa. Như thế chỉ có chuyển động của vật tựa theo phương pháp tuyến là bị cản trở, do đó phản lực là một lực hướng theo pháp tuyến của mặt tựa và đi qua tâm của bản lề. Ký hiệu là $\vec{R}$.



Hình 1.13

* *Gối đỡ bản lề cố định (hình b).*

Đối với loại gối đỡ này, vật tựa có thể quay quanh trục bản lề nhưng không thể di chuyển song song với mặt phẳng tựa. Do vậy, phản lực của nó là một lực đặt ở tâm bản lề, nhưng chưa biết chiều và trị số, ký hiệu là $\vec{R}$.

- Để tiện cho việc tính toán, ta thường phân tích $\vec{R}$ theo hai phương vuông góc với nhau là $\vec{X}$ và $\vec{Y}$.

$$\vec{R} = \vec{X} + \vec{Y}$$

- Như vậy, loại gối đỡ bản lề cố định có hai yếu tố chưa biết: Trị số của hai thành phần phản lực $\vec{X}$ và $\vec{Y}$.

d. *Nhận xét chung.*

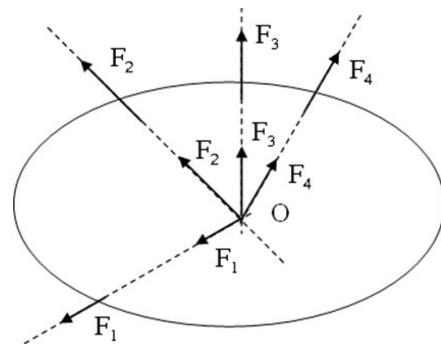
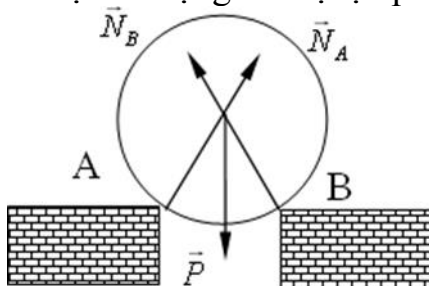
- Qua việc xác định phản lực liên kết ta thấy: Trong mọi trường hợp phản lực đều có trị số chưa biết, còn hướng của chúng trong một số trường hợp có thể biết được. Sở dĩ như vậy là vì phản lực luôn luôn có tác dụng cản trở chuyển động nên nó phụ thuộc vào hệ lực cụ thể tác dụng lên vật.

1.2.6. Hệ lực phẳng đồng qui:

1.2.6.1. Khái niệm:

- Hệ lực phẳng đồng qui là hệ lực mà đường tác dụng của các lực thành phần cùng nằm trong một mặt phẳng và giao nhau tại một điểm.

- Như thế, hệ lực phẳng đồng qui phân bố có tính chất đặc biệt, tuy vậy, bài toán vật rắn chịu tác dụng bởi hệ lực phẳng đồng qui gặp khá phổ biến trong thực tế.

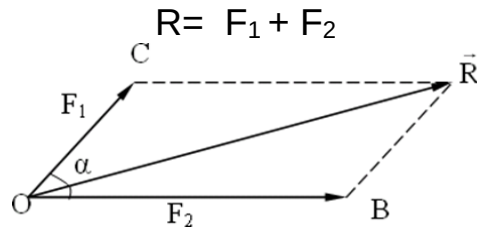


Hình 1.14

1.2.6.2. Khảo sát hệ lực phẳng đồng qui:

a. *Qui tắc hình bình hành.*

- Giả sử có hai lực F_1 và F_2 đồng qui tại điểm O. Theo nguyên lý hình bình hành lực, chúng ta có hợp lực là R . Hợp lực này đặt ngay tại O và được xác định bởi đường chéo của hình bình hành mà hai cạnh là hai lực thành phần F_1 và F_2 :



Hình 1.15

- Công thức này biểu diễn hợp lực được xác định bằng cách cộng véc tơ, tức là nó chỉ rõ phương của hợp lực là phương của đường chéo hình bình hành lực, độ dài của đường chéo là trị số của hợp lực theo tỷ lệ đã chọn.

- Để xác định cụ thể bằng số trị số của hợp lực, ta có thể áp dụng các hệ thức

$$\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cdot \cos \alpha}$$

Các trường hợp đặc biệt:

- Nếu hai lực F_1, F_2 có cùng phương chiều, thì khi đó $\alpha = 0$; $\cos \alpha = 1$;

$$R = F_1 + F_2$$

- Nếu hai lực F_1, F_2 có cùng phương ngược chiều, thì khi đó $\alpha = 180^\circ$; $\cos \alpha = -1$;

$$R = F_1 - F_2$$

- Nếu hai lực F_1, F_2 có phương vuông góc với nhau, thì khi đó $\alpha = 90^\circ$; $\cos \alpha = 0$

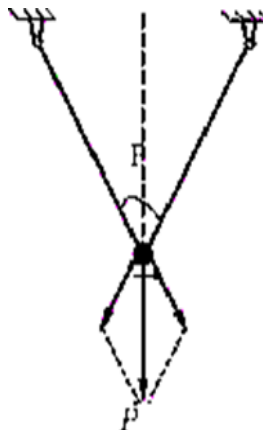
$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

b. Phân tích một lực thành hai lực đồng qui.

- Trong thực tế nhiều khi ta gặp những bài toán ngược lại: Biết lực R và cần phân tích lực đó ra thành hai thành phần F_1 và F_2 theo hai phương x, y cho trước.

- Muốn vậy, từ đầu mút của R ta lần lượt kẻ hai đường thẳng song song với hai phương x, y cho trước, giao của hai đường thẳng vừa kẻ với x, y chính là điểm mút của các lực thành phần F, F mà ta cần tìm: $F_1 + F_2$

Ví dụ: Một vật có khối lượng $m = 30\text{kg}$ treo trên hai sợi dây đối xứng nhau qua phương thẳng đứng và hợp với nhau góc $\alpha = 60^\circ$. Hãy xác định lực tác dụng lên mỗi dây



Bài giải:

Trọng lực P của vật hướng theo phương thẳng đứng xuống dưới. Ta phân tích P làm hai thành phần F_1 và F_2 nằm trên phương các sợi dây AB và AC . F_1 và F_2 chính là các lực thành phần mà vật nặng tác dụng lên mỗi dây đó. Theo công thức, ta có:

$$P = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cdot \cos 60^\circ}$$

Vì vật P treo đối xứng với hai dây nên $F_1 = F_2 = F$, Do đó:

Mà $P = m \cdot g = 30 \cdot 10 = 300 \text{ N}$ Do đó: $F = 173,2 \text{ N}$

b. Quy tắc đa giác lực.

- Nếu có hai lực đồng qui, ngoài qui tắc hình bình hành lực đã trình bày ở trên ta còn xác định được hợp lực R bằng phương pháp đa giác lực như sau:

- Từ đầu mút của F_1 ta đặt nối tiếp véc tơ song song và bằng F_2 sau đó ta vẽ R là véc tơ có gốc và mút là gốc và mút của đường gãy khúc

1.2.6.3. Khảo sát hệ lực phẳng đồng qui bằng giải tích:

- Tất cả những vấn đề hợp lực hay tìm điều kiện cân bằng của vật rắn dưới tác dụng của các lực đều có thể dùng cách chiếu các lực đó lên một hệ trục tọa độ rồi lập những công thức tổng quát.

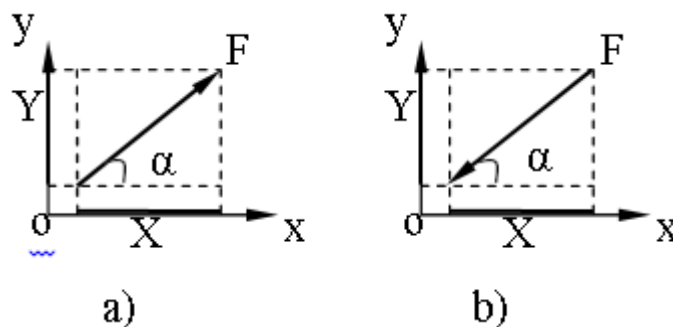
- Phương pháp tính toán như thế gọi là phương pháp giải tích

Chiếu một lực lên hai trục tọa độ.

- Giả sử có lực F hợp với trục x một góc nhọn α . Gọi X và Y là hình chiếu của F lên trục x và y , ta có:

$$X = \pm F \cos \alpha; Y = \pm F \sin \alpha;$$

- Trong các biểu thức trên ta sẽ lấy dấu (+) khi đi theo chiều dương của trục, thì ta lần lượt gặp hình chiếu gốc rồi đến hình chiếu mút của lực (hình a) và lấy dấu (-) trong trường hợp ngược lại (hình b)



Hình 1.16

- Trường hợp lực song song với trục thì hình chiếu của lực lên trục đó bằng trị số lực và lấy dấu cộng hay trừ tùy theo góc giữa phương của lực với chiều dương của trục là 0° hay 180° , nếu lực thẳng góc với trục thì hình chiếu của nó lên trục bằng không.

- Mặt khác, nếu biết hai hình chiếu X và Y của lực F ta cũng có thể xác định được lực F một cách dễ dàng. Về trị số:

$$F = \sqrt{X^2 + Y^2 + 2XY \cos \alpha}$$

- Trong đó: α là góc hợp bởi hai phương của hai hình chiếu X và Y .

Thí dụ : Xác định hình chiếu của lực $F = 500\text{N}$ lên một hệ trục tọa độ vuông góc xoy trong hai trường hợp như ở hình. Cho biết $\alpha = 30^\circ$.

Bài giải:

- Khi lực F đặt như ở hình a.

Ta có: $X = F\cos\alpha = 500\cos 30^\circ = 500 \cdot 0,866 = 433\text{N}$. $Y = F\sin\alpha = 500\sin 30^\circ = 500 \cdot 0,5 = 250\text{N}$.

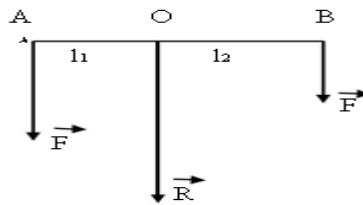
- Khi lực F đặt như ở hình b.

Ta có: $X = - F\cos\alpha = - 500\cos 30^\circ = - 500 \cdot 0,866 = - 433\text{N}$ $Y = - F\sin\alpha = - 500\sin 30^\circ = - 500 \cdot 0,5 = - 250\text{N}$.

1.2.7. Hệ lực phẳng song song:

- Hợp hai lực song song cùng chiều:

Định lý: Hai lực song song cùng chiều có hợp lực là một lực song song cùng chiều có cường độ bằng tổng cường độ hai lực và điểm đặt tại điểm chia trong đoạn thẳng nối điểm đặt của hai lực thành những đoạn thẳng tỷ lệ nghịch với cường độ hai lực đó (hình 1.17). $R = F_1 + F_2$

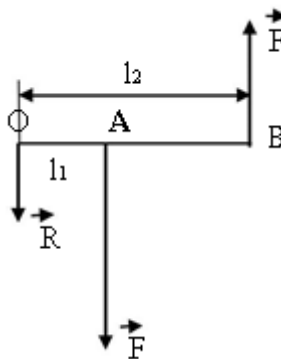


Hình 1.17

- Hợp lực của hai lực song song ngược chiều

Định lý:

Hai lực song song ngược chiều có hợp lực là một lực song song cùng chiều với lực lớn hơn, có cường độ bằng hiệu cường độ hai lực và điểm đặt tại điểm chia ngoài đoạn thẳng nối điểm đặt của hai lực thành những đoạn thẳng tỷ lệ nghịch với cường độ hai lực đó. (hình 1.18) $R = F_1 - F_2$



Hình 1.18

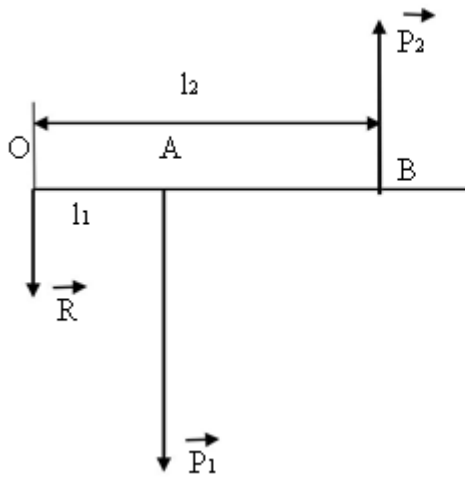
- Phân tích một lực ra hai lực song song ngược chiều

- Phân tích một lực ra hai lực song song ngược chiều khi biết trị số một lực thành phần P_1 và thành phần điểm đặt A của nó

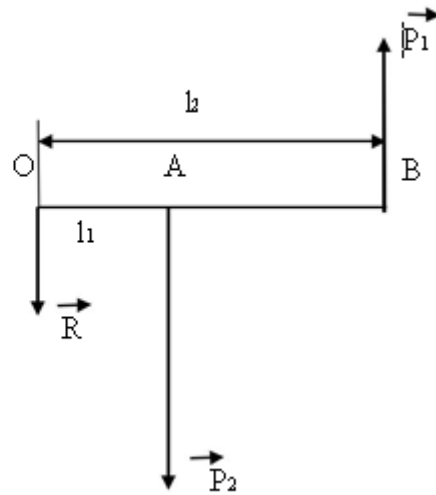
- Cách làm tương tự như phân tích một lực ra hai lực cùng chiều

+ Nếu P_1 cùng chiều với R (hình 1.19).

+ Nếu P_1 ngược chiều với R (hình 1.20).



Hình 1.19



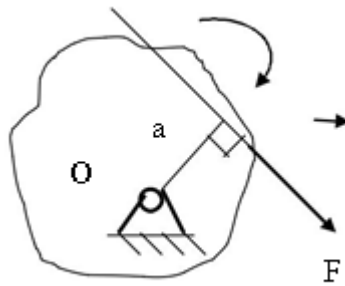
Hình 1.20

1.3. Mô men

1.3.1 Mô men của lực đối với một điểm:

1.3.1.1 Định nghĩa:

- Mô men của lực là đại lượng đặc trưng cho tác dụng quay của lực (hình 1.21).



Hình 1.21

- Mô men của lực không những phụ thuộc vào trị số của lực mà còn phụ thuộc vào cánh tay đòn của lực tới tâm quay 9 tức là khoảng cách từ tâm quay tới đường tác dụng của lực.

- Mô men của lực F đối với điểm O là tích số giữa trị số của lực với cánh tay đòn của lực đối với điểm đó. $m_O(F) = \pm F \cdot a$

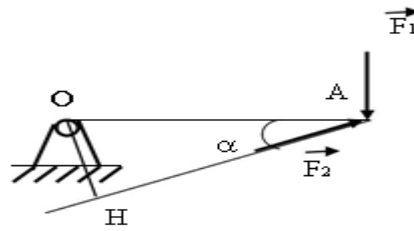
Trong đó: $m_O(F)$ đọc là mô men của lực F đối với điểm O (Nm)

a - Cánh tay đòn của lực (m)

$m_O(F)$ lấy dấu + khi vật quay theo chiều ngược kim đồng hồ Và lấy dấu – khi vật quay ngược lại.

Nếu tính lực bằng N, cánh tay đòn tính bằng m thì $m_O(F)$ tính bằng Nm

*Ví dụ 3.1: Tìm mô men của các lực F_1, F_2 đã cho ở (hình 1.22) đối với điểm O. Biết $F_1 = F_2 = 320\text{N}$. $CA = 0,4\text{ m}$, $\alpha = 30^\circ$



Hình 1.22

Bài giải:

- Cánh tay đòn của F_1 là $a_1 = OA = 0,4\text{m}$:

Momen của lực F_1 đối với điểm O là $m_O(F_1) = -F_1a_1 = -320 \times 0,4 = -128\text{Nm}$

- Cánh tay đòn của F_2 là $a_2 = OA \sin 30^\circ = 0,4 \times 0,5 = 0,2\text{m}$:

Momen của lực F_2 đối với điểm O là $m_O(F_2) = F_2a_2 = 320 \times 0,2 = 64\text{Nm}$

1.3.2 Định lý về mô men (định lý Varinhông):

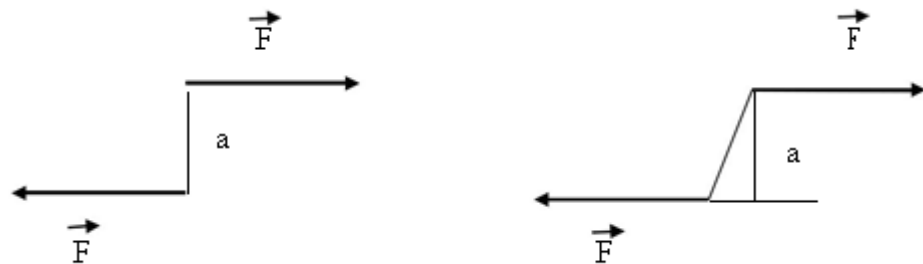
- Mô men của hợp lực của một hệ lực phẳng đối với một điểm nào đó nằm trên mặt phẳng bằng tổng đại số mô men thành phần đối với điểm đó.

$$m_O(R) = \sum m_O(F)$$

1.3.3 Ngẫu lực:

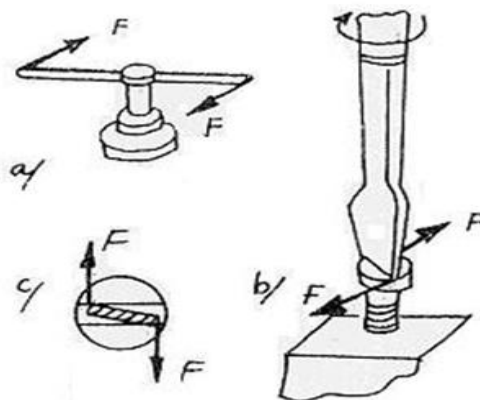
1.3.3.1 Định nghĩa:

- Một hệ gồm hai lực song song, ngược chiều có trị số bằng nhau nhưng không cùng đường tác dụng gọi là ngẫu lực. Ký hiệu (FF). Khoảng cách a giữa hai đường tác dụng của lực gọi là cánh tay đòn của ngẫu lực (hình 1.23)



Hình 1.23

- Ngẫu lực làm cho vật quay: Ví dụ thực tế: Hình cắt ren nhờ tác dụng quay của ngẫu lực đặt vào tay quay ta rô (hình 1.24 a) và vận vít nhờ tác dụng quay của ngẫu lực đặt vào tước nơ vít (hình 1.24 b, c).



Hình 1.24

- Ngẫu lực gồm ba yếu tố:

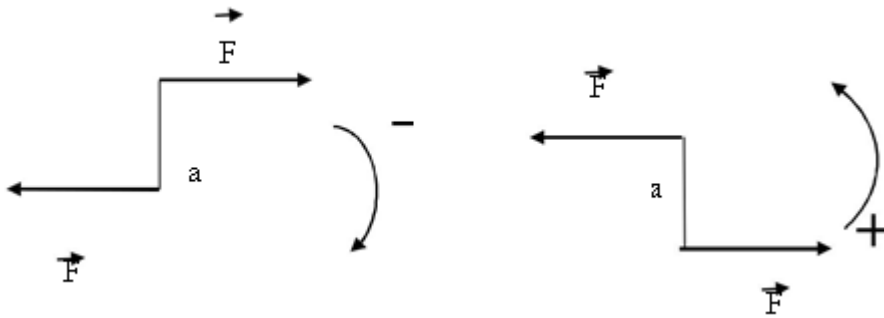
a. Mặt phẳng tác dụng của ngẫu lực là mặt phẳng chứa các lực của ngẫu lực.

b. Chiều quay của ngẫu lực là chiều quay của vật do ngẫu lực tạo nên. Chiều quay là dương (+) khi vật quay ngược chiều kim đồng hồ và là âm (-) khi ngược lại.

c. Trị số mô men của ngẫu lực là tích số giữa trị số của lực với cánh tay: đòn.

Ký hiệu: m .

$$m = F a \text{ (Nm)}$$



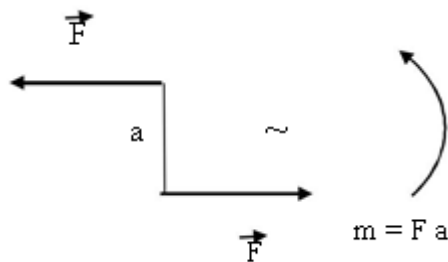
Hình 1.25

1.3.3.2 Tính chất của ngẫu lực trên một mặt phẳng:

- Tác dụng của ngẫu lực không thay đổi khi ta di chuyển vị trí trong mặt phẳng tác dụng của nó.

- Có thể biến đổi lực và cánh tay đòn của ngẫu lực tùy ý miễn là đảm bảo trị số và chiều quay của nó. Đặc biệt có thể biến đổi hệ ngẫu lực phẳng về chung một cánh tay đòn.

- Từ các tính chất trên có thể rút ra tác dụng của ngẫu lực trên một mặt phẳng hoàn toàn đặc trưng bằng chiều quay và trị số mô men của nó. Điều này cho phép chúng ta biểu diễn một ngẫu lực bằng chiều quay và trị số mô men của nó (hình 1.26).



Hình 1.26

1.3.3.3. Hợp hệ ngẫu lực phẳng:

- Hợp một hệ ngẫu lực phẳng cho ta một ngẫu lực tổng hợp có mô men bằng tổng đại số các ngẫu lực thuộc hệ. $M = m_1 + m_2 + m_3 + \dots = \sum m$

- Điều kiện cân bằng của hệ ngẫu lực phẳng.

- Muốn hệ lực phẳng cân bằng thì ngẫu lực tổng hợp của nó phải cân bằng, khi đó $m = 0$ suy ra: $\sum m = 0$

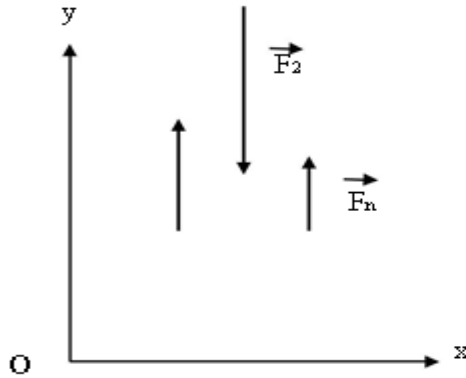
- Điều kiện cần và đủ để một hệ ngẫu lực phẳng cân bằng là tổng đại số mô men của các ngẫu lực thuộc hệ bằng không. $\sum m = 0$

1.3.4. Điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng song song:

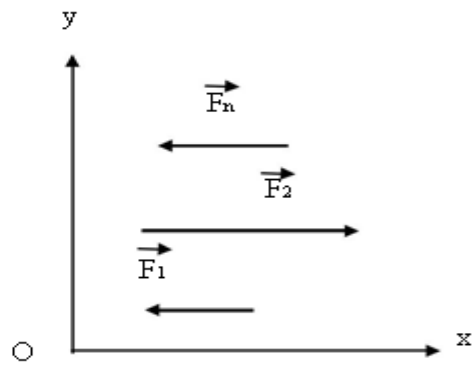
- Hệ lực phẳng song song là trường hợp đặc biệt của hệ lực phẳng (có các lực song song và nằm trên một mặt phẳng) nên điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng song song là:

- Giả sử có một hệ lực phẳng song song ($F_1, F_2, F_3 \dots F_n$) (hình 1.27 a, b).

- Chọn hệ trục Oxy có trục một trục song song với các lực, lúc đó hiển nhiên hình chiếu của các lực lên một trục bằng không nên các dạng cân bằng của hệ lực phẳng song song là:



Hình 1.27 a



Hình 1.27 b

- Dạng 1:

Điều kiện cần và đủ để hệ lực phẳng song song được cân bằng là tổng hình chiếu của các lực lên trục song song với chúng bằng không và tổng đại số mô men của các lực đối với một điểm bất kỳ trên mặt phẳng tác dụng của lực bằng không.

$$\begin{aligned} \sum F_x &= 0 & \sum F_y &= 0 \\ \sum m_O(F) &= 0 \text{ hoặc } \sum m_O(F) &= 0 \end{aligned}$$

- Dạng 2:

Điều kiện cần và đủ để hệ lực phẳng song song được cân bằng tổng đại số mô men của các lực đối với hai điểm bất kỳ trên mặt phẳng tác dụng của lực bằng không. Đường thẳng đi qua hai điểm bất kỳ không song song với phương các lực.

$$\sum m_A(F) = 0$$

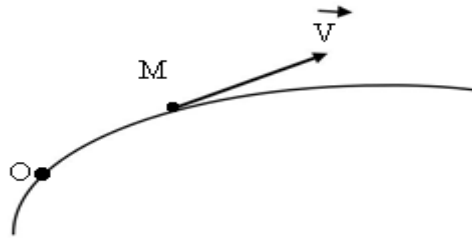
$$\sum m_B(F) = 0$$

1.4 Chuyển động cơ bản của chất điểm:

1.4.1. Chuyển động cơ học

- Chuyển động của chất điểm là sự thay đổi vị trí của nó so với một vật chọn trước gọi là hệ quy chiếu. Giả sử có một chất điểm M chuyển động, điểm đó sẽ vạch ra trong không gian một đường, đường đó gọi là quỹ đạo của chất điểm trong hệ quy chiếu. Tùy thuộc quỹ đạo là đường thẳng hay đường cong mà chuyển động của nó được gọi là chuyển động thẳng hay chuyển động cong.

- Phương trình chuyển động: Giả sử có một chất điểm M chuyển động trên quỹ đạo cong (hình 1.28). Chọn một điểm O tùy ý trên quỹ đạo làm gốc và định chiều dương trên quỹ đạo. Vị trí điểm M được xác định bằng độ dài đại số cung $OM = S$. Điểm M chuyển động nên S thay đổi theo thời gian.



Hình 1.28

- Phương trình $S = f(t)$ biểu diễn quy luật chuyển động của điểm M dọc theo quỹ đạo gọi là phương trình chuyển của điểm.

- Vận tốc: Chuyển động của một chất điểm trên quỹ đạo thường lúc nhanh, lúc chậm, đặc trưng cho sự nhanh chậm đó gọi là vận tốc. Chuyển động thay đổi về phương và chiều nên vận tốc là một đại lượng vec tơ. Ký hiệu V

- Vận tốc là một hàm số của thời gian $V = f(t)$ Đơn vị của vận tốc : m/s; km/h

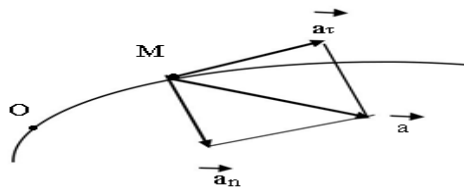
- Gia tốc: Đại lượng đặc trưng cho sự biến thiên của vận tốc gọi là gia tốc. Ký hiệu a , Đơn vị m/s^2

- Gia tốc tiếp tuyến là đại lượng đặc trưng cho sự thay đổi về độ lớn của vận tốc

Ký hiệu a_τ ;

- Gia tốc pháp tuyến là đại lượng đặc trưng cho sự thay đổi về hướng của vận tốc.

Ký hiệu a_n $a_n = \frac{V^2}{R}$



Hình 1.29

1.4.2. Chuyển động thẳng :

1.4.2.1. Chuyển động thẳng đều:

Chuyển động thẳng đều là chuyển động thẳng có vận tốc không thay đổi.

$$V = \text{const} ; a = 0; S = vt$$

1.4.2.2. Chuyển động thẳng biến đổi đều:

Chuyển động thẳng biến đổi đều là chuyển động thẳng sau những khoảng thời gian bằng nhau trị số vận tốc biến đổi những lượng như nhau

$$V = V_0 \pm at, S = V_0 t \pm at^2/2$$

* Vận dụng cho trường hợp rơi tự do và ném lên theo phương thẳng đứng:

$$V = V_0 \pm gt, H = V_0 t \pm gt^2/2$$

1.4.2.3. Chuyển động cong:

Chuyển động cong cứ sau những khoảng thời gian bằng nhau thì vận tốc tăng hoặc giảm những lượng như nhau gọi là chuyển động cong biến đổi đều.

$$a\tau = \Delta v/t = \text{const}, a_n = v^2/R$$

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$$

Phương trình chuyển động: $V = V_0 \pm at$, $S = V_0t \pm at^2/2$

1.5. Chuyển động cơ bản của vật rắn:

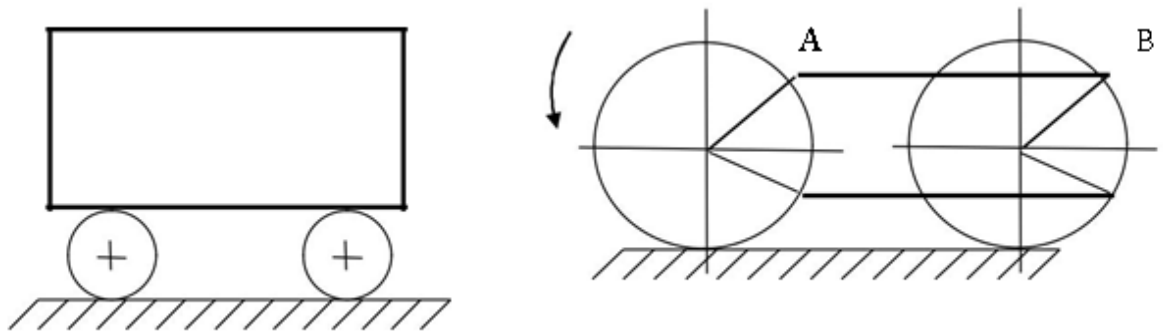
1.5.1 Chuyển động cơ bản của vật rắn:

- Định nghĩa:

Chuyển động tịnh tiến của vật rắn là chuyển động mà trong đó bất kỳ đoạn thẳng nào thuộc vật đều song song với vị trí ban đầu của nó

- Ví dụ:

Chuyển động của thùng xe trên một đoạn đường thẳng (hình 1.30) và chuyển động của thanh truyền AB của tàu hỏa (hình 1.30).



Hình 1.30

1.5.2 Chuyển động quay của vật rắn quanh một điểm cố định:

- Định nghĩa:

Chuyển động quay của vật rắn quanh một trục cố định là chuyển động mà trên vật luôn luôn có hai điểm cố định. Đường thẳng qua hai điểm cố định gọi là trục quay

Những điểm không thuộc trục quay chuyển động trên những đường tròn vuông góc với trục quay và có tâm nằm trên trục quay.

Ví dụ: Chuyển động của trục máy, bánh răng, puly...

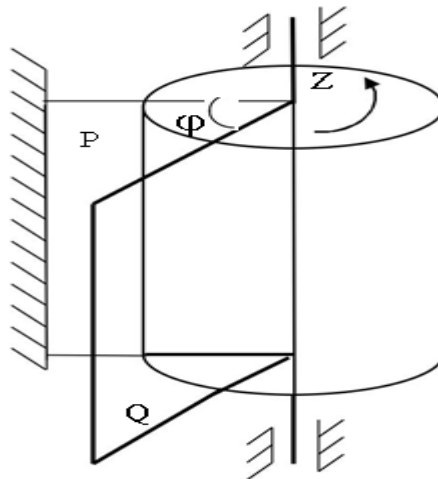
- Góc quay

Giả sử vật rắn (hình 1.44) quay quanh trục cố định Z. Vẽ mặt phẳng P cố định, mặt phẳng Q di động. Ban đầu cho Q trùng với P, khi vật quay đến thời điểm t, Q hợp với P một góc φ gọi là góc quay.

- Trị số góc quay phụ thuộc vào thời điểm t, hay nói cách khác φ là hàm số của t.

$\varphi = \varphi(t)$ gọi là phương trình chuyển động của vật quay.

Đơn vị của φ là Radian, Ký hiệu rad, $1 \text{ rad} = 360^\circ/2\pi = 57^\circ 17' 44,8''$



Hình 1.31

Trong kỹ thuật, góc quay được tính theo số vòng quay n , khi vật quay một vòng thì góc quay là 2π rad, khi vật quay n vòng thì góc quay là $2\pi n$ rad Tức là $\varphi = 2\pi n$ rad

- Vận tốc góc:

Đại lượng đặc trưng cho sự quay nhanh hay chậm của vật quay gọi là vận tốc góc, ký hiệu ω

Giả sử tại thời điểm t , vật quay được một góc φ . Tại thời điểm $t_1 = t + \Delta t$ vật quay được một góc $\varphi_1 = \varphi + \Delta\varphi$.

Như vậy trong khoảng thời gian Δt vật quay được một góc $\Delta\varphi$. Tỷ số $\Delta\varphi / \Delta t$ gọi là vận tốc trung bình (ω_{tb}). Đơn vị của vận tốc góc: rad/s.

Trong kỹ thuật vận tốc góc được tính theo số vòng quay trong một phút, ký hiệu n vg/phút.

Như đã biết cứ một vòng quay thì ứng với một góc 2π rad . Với n vg quay trong một phút thì ứng với góc quay là $2\pi n$ rad /phút hay $2\pi n /60$ (rad/s). Suy ra : $\omega = 2\pi n /60 = \pi n /30$ rad/s

- Gia tốc góc:

Đại lượng đặc trưng cho sự biến thiên của vận tốc góc trong chuyển động quay gọi là gia tốc góc, ký hiệu ε .

Cũng tương tự trên gia tốc trung bình $\varepsilon_{tb} = \Delta\omega / \Delta t$. Cũng tương tự trên gia tốc trung bình $\varepsilon_{tb} = \Delta\omega / \Delta t$. Đơn vị gia tốc góc: rad/s²

- Phương trình chuyển động quay:

+ Vật quay đều ($\omega = \text{const}$)

$$\omega = \varphi / t \Rightarrow \varphi = \omega t$$

+ Vật quay biến đổi đều ($\varepsilon = \text{const}$)

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t$$

$$\varphi = \omega_0 t + \varepsilon t^2 / 2$$

1.6. Công và năng lượng:

1.6.1. Các định luật cơ bản của động lực học:

- Định luật quán tính:

Chất điểm không chịu tác dụng của lực nào sẽ chuyển động thẳng đều hoặc đứng yên

Trạng thái đứng yên hoặc chuyển động thẳng đều của chất điểm được gọi là trạng thái quán tính của nó.

Như vậy theo định luật này, nếu không có lực tác dụng lên chất điểm (chất điểm như vậy được gọi là chất điểm cô lập) thì nó có trạng thái quán tính. Nói khác đi, chất điểm cô lập sẽ bảo toàn trạng thái quán tính của mình cho đến khi chưa có lực buộc nó thay đổi trạng thái quán tính của nó. Do đó, định luật quán tính cho 1 tiêu chuẩn về hệ quy chiếu quán tính và khẳng định lực là nguyên nhân làm biến đổi trạng thái chuyển động.

- Định luật tỷ lệ giữa lực và gia tốc:

Trong hệ quy chiếu quán tính, dưới tác dụng của lực, chất điểm chuyển động với gia tốc cùng hướng với lực và có giá trị tỷ lệ với cường độ của lực:

$$F = m.a$$

Trong đó: hệ số tỷ lệ m có giá trị không đổi, nó là số đo quán tính của chất điểm được gọi là khối lượng của chất điểm. Định luật này được gọi là định luật 2 Newton.

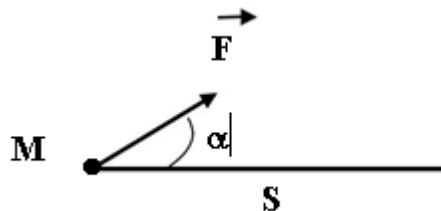
Khi chất điểm rơi tự do trong trọng trường, ta có: $p = m.g$

Từ đây ta nhận được mối quan hệ giữa khối lượng và trọng lượng chất điểm, trong đó $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, được gọi là gia tốc trọng trường (gia tốc của rơi tự do).

1.6.2. Công:

- Dưới tác dụng của lực F , vật di chuyển được quãng đường S , ta nói rằng lực F đã sinh một công. Vậy công là số đo năng lượng tạo nên hay hao phí công có thể cho con người thực hiện hoặc do máy móc.

- Khi nói công của lực F sinh ra trên quãng đường chính là năng lượng tiêu tốn của nguồn sinh ra lực F , ký hiệu của công là A .



Hình 1.32

- Xét chất điểm M di chuyển trên một quãng đường S dưới tác dụng của một lực F không đổi (hình 1.32).

- Công của lực F thực hiện là $A = F.S.\cos\alpha$

- Trong đó F là lực tác dụng, S là quãng đường và α là góc hợp bởi phương của lực với đường đi.

- Công của lực bằng tích số giữa đoạn đường di chuyển và lực với $\cos$ góc hợp bởi phương của lực và đường đi.

$F.\cos\alpha$ là hình chiếu của lực trên phương chuyển động (chỉ có thành phần trên phương chuyển động mới gây ra chuyển động).

Nhận xét:

$\alpha < 90^\circ$ thì $\cos\alpha$ dương $\Rightarrow A > 0$ ta nói lực gây ra một công động.

$\alpha > 90^\circ$ thì $\cos\alpha$ âm $\Rightarrow A < 0$ ta nói lực gây ra một công cản.

$\alpha = 90^\circ$ thì $\cos\alpha = 0 \Rightarrow A = 0$ ta nói lực không sinh công.

= 0° thì $\cos\alpha = 1 \Rightarrow A = FS \Rightarrow$ lực F cùng phương với chuyển động. Đơn vị công: N.m = J (Jun)

1.6.2. Công suất, hiệu suất:

- Công suất: được đo bằng số công thực hiện trong 1 đơn vị thời gian.

$$N = A/T$$

Đơn vị công suất = Đơn vị công/ Đơn vị thời gian = J/s = W, 1KW = 1000

W - Hiệu suất:

Trong quá trình làm việc của máy, công suất của máy sản sinh ra một mặt khác phục những lực cản có ích và lực cản vô ích.

Ví dụ: khi cần trục nâng vật lên thì lực cản có ích là trọng lượng p của vật có lực cản vô ích là ma sát giữ trục và ổ quay.

$\Rightarrow A = AC + AO$ trong đó: AC là công có ích và AO là công vô ích.

$$\text{Hiệu suất } \eta = \frac{A_c}{A} = \frac{\text{Công có ích}}{\text{Công toàn phần}}, \eta < 1$$

η là chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật quan trọng của máy móc. Hiệu suất gần bằng 1 thì máy càng hoàn chỉnh.

1.6.3. Thế năng, động năng:

- Thế năng:

Xét 1 vật có khối lượng m ở độ cao h so với mặt đất. Khi vật rơi xuống có khả năng sinh công, ta nói rằng: vật có khối lượng ở độ cao nào đó đều có năng lượng, năng lượng đó gọi là thế năng.

Nếu vật có khối lượng càng lớn ở độ cao càng lớn thì khả năng sinh công càng lớn hay nói thế năng tỷ lệ với khối lượng và độ cao h:

$$At = mgh = P.h$$

At : thế năng (J)

m: khối lượng (kg)

g: gia tốc trọng trường ($9,8 \text{ m/s}^2$) h: độ cao (m)

p.h chính là công của lực trên đoạn đường h $\Rightarrow$ thế năng là năng lượng của vật ở độ cao nào đó so với mặt đất bằng công hao phí để đưa vật lên độ cao đó.

- Động năng:

Xét 1 vật có khối lượng m chuyển động với vận tốc v đến va chạm vào 1 vật khác thì truyền vật khác một vận tốc hoặc làm biến dạng, ta nói rằng vật mang 1 năng lượng, năng lượng đó gọi là động năng. m càng lớn, v càng lớn thì động năng càng lớn. Ký hiệu động năng là Ađ

$$Ađ = mv^2/2$$

Ađ : động năng

m : khối lượng

v : vận tốc

Vận động năng của 1 vật là đại lượng bằng số trung bình nhân của tích số giữa khối lượng và bình phương vận tốc.

- Định luật bảo toàn cơ năng:

Năng lượng không mất đi cũng không tự tạo ra mà chỉ chuyển hóa từ dạng này sang dạng khác hoặc từ vật này sang vật khác.

$$At + Ađ = \text{hằng số (const)}$$

CHƯƠNG 2. SỨC BỀN VẬT LIỆU

MH CS39102-02

Giới thiệu:

Chương này chúng ta sẽ tìm hiểu sâu về sức bền của vật liệu

Mục tiêu:

- Trình bày được các khái niệm cơ bản về nội lực, ứng suất và các giả thuyết về vật liệu
- Tính toán được nội lực, ứng suất và biến dạng của vật chịu kéo, nén, cắt, dập, xoắn, uốn cơ bản
- Tuân thủ các quy định, quy phạm về sức bền vật liệu.

Nội dung:

2.1. NHỮNG KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ SỨC BỀN VẬT LIỆU:

2.1.1. Nhiệm vụ và đối tượng của sức bền vật liệu:

- Nhiệm vụ và đối tượng của sức bền vật liệu: Cơ học vật rắn biến dạng nghiên cứu các hình thức biến dạng của vật thực để tìm ra kích thước thích đáng cho mỗi cơ cấu hoặc tiết máy sao cho bền nhất và rẻ nhất.

Đối tượng nghiên cứu: Vật để chế tạo cơ cấu hoặc tiết máy là những vật thật. Nói chung vật thật có nhiều hình dạng khác nhau, song đối tượng nghiên cứu vật thực của cơ học vật rắn biến dạng là các thanh thẳng có mặt cắt không đổi, thường được biểu diễn bằng đường trục của thanh. Mặt cắt của thanh là mặt vuông góc với trục thanh.

- Một số giả thuyết cơ bản về sức bền vật liệu.

Giả thuyết về sự liên tục, đồng tính và đẳng hướng của vật liệu: mỗi điểm trong vật và theo mọi phương đều có tính chất chịu lực như nhau, hơn nữa mỗi phần tử dù bé cũng chứa vô số chất điểm. Giả thiết này đúng với vật liệu kim loại.

+ Giả thuyết về sự đàn hồi của vật liệu: Nếu lực gây ra biến dạng không vượt quá 1 giới hạn nhất định thì vật liệu tồn tại tại một sự liên hệ bậc nhất giữa biến dạng của vật và lực gây ra biến dạng đó. Giả thiết này do Robe Huc phát hiện và được gọi là định luật Huc.

+ Vật liệu ở trạng thái tự nhiên: trước khi có ngoại lực tác dụng thì nội lực đều bằng 0.

2.1.2. Nội lực:

- Ngoại lực là lực từ những vật khác hoặc từ môi trường xung quanh tác dụng lên vật đang xét.

- Đối với ngoại lực chúng ta cần phân biệt tải trọng và phản lực.

- Tải trọng là lực tác động trực tiếp lên vật thể, thí dụ trọng lượng của trục và các bánh răng lắp trên trục.

- Phản lực là lực phát sinh ở chỗ tiếp xúc giữa các vật thể tác động lên vật đang xét, thí dụ như lực phát sinh ở các gối đỡ tác động lên trục.

- Nội lực:

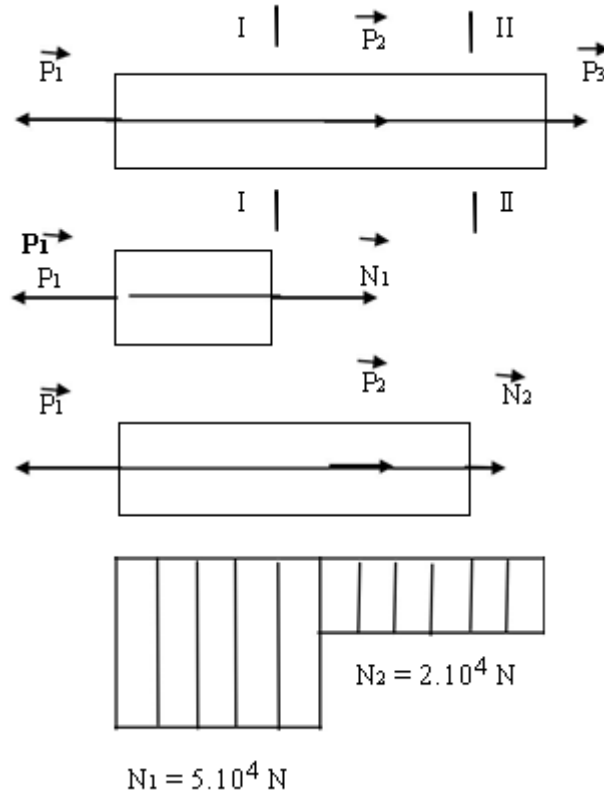
Dưới tác dụng của ngoại lực, các lực liên kết giữa các phân tử của vật tăng lên để chống lại sự biến dạng của vật do ngoại lực gây nên. Độ tăng của lực liên kết chống lại sự biến dạng của vật được coi là nội lực. Nếu tăng dần ngoại lực thì nội lực cũng tăng dần để cân bằng với ngoại lực. Tùy từng loại vật liệu, nội lực chỉ

tăng đến một giới hạn nhất định. Nếu tăng ngoại lực quá lớn, nội lực không đủ sức chống lại, vật liệu sẽ bị phá hỏng.

Vì vậy, việc xác định nội lực phát sinh trong vật dưới tác dụng của ngoại lực là một trong những vấn đề cơ bản của cơ học vật rắn biến dạng.

Ví dụ 2-1: Vẽ biểu đồ lực dọc của một thanh chịu kéo biểu diễn trên hình bên dưới:

Biết $P_1 = 5 \cdot 10^4 \text{ N}$; $P_2 = 3 \cdot 10^4 \text{ N}$; $P_3 = 2 \cdot 10^4 \text{ N}$



Bài giải:

Để vẽ được biểu đồ lực dọc của thanh, ta chia thanh ra làm 2 đoạn I1, I2

Đối với đoạn thứ nhất I1, thực hiện mặt cắt I-I và khảo sát sự cân bằng của phần bên trái. Áp dụng phương trình cân bằng tĩnh học: $P_1 - N_1 = 0$

Rút ra $N_1 = P_1 = 5 \cdot 10^4 \text{ N}$

Khi mặt cắt I-I biến thiên trong đoạn I1 thì lực dọc N_1 không đổi và bằng $5 \cdot 10^4 \text{ N}$, như vậy biểu đồ lực dọc trong đoạn này là 1 hằng số có trị số bằng $5 \cdot 10^4 \text{ N}$.

Đối với đoạn I2, thực hiện mặt cắt II-II ta được.

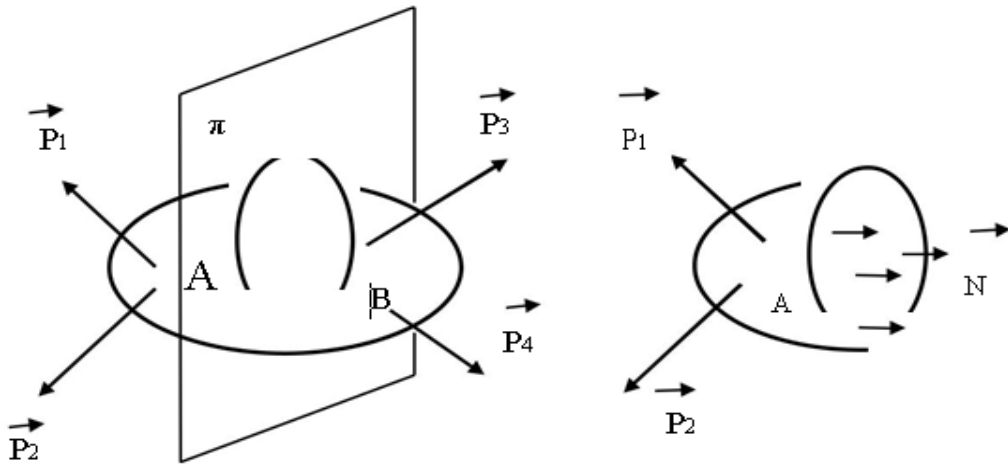
$P_1 - P_2 - N_2 = 0$

Rút ra: $N_2 = P_1 - P_2 = 5 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^4 = 2 \cdot 10^4 \text{ N}$

Khi mặt cắt II-II biến thiên trong đoạn I2 thì lực dọc trong suốt cả thanh được biểu diễn trên hình 2.4, hoành độ biểu thị cho trục thanh, tung độ biểu thị lực dọc N tương ứng với các mặt cắt trên trục thanh.

2.1.2. Phương pháp mặt cắt:

- Nội lực được xác định bằng phương pháp mặt cắt (hình 2.1). Giới thiệu tổng quát phương pháp mặt cắt để xác định nội lực



Hình 2.1

- Tưởng tượng cắt vật ra làm 2 phần A và B, gọi F là diện tích của mặt cắt.
- Giả sử xét riêng sự cân bằng của phần A, ta phải tác dụng lên mặt cắt của hệ lực phân bố đó nội lực cần tìm.
- Vì phần A nằm trong trạng thái cân bằng nên nội lực và ngoại lực tác dụng lên phần đó hợp thành 1 hệ lực cân bằng. Điều đó cho phép chúng ta áp dụng điều kiện cân bằng tĩnh học để xác định nội lực dưới tác dụng của ngoại lực.
- Như vậy muốn xác định nội lực của một mặt cắt nào đó ta có thể xét sự cân bằng của phần phải hoặc phần trái của mặt cắt đó.

2.1.3. Ứng suất:

- Nội lực là một hệ lực phân bố liên tục trên mặt cắt. Ta cần xác định nội lực trên một đơn vị diện tích của mặt cắt và được gọi là ứng suất.
- Như vậy ứng suất là trị số của nội lực trên một đơn vị diện tích của mặt cắt. Đơn vị của ứng suất là N/m^2 . ký hiệu là τ

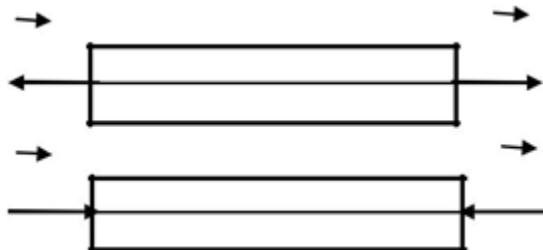
2.2. Kéo và nén:

2.2.1. Khái niệm về kéo, nén:

2.2.1.1 Định nghĩa:

Một thanh được gọi là kéo hoặc nén đúng tâm khi ngoại lực tác dụng là 2 lực trực đối có phương trùng với trục thanh.

Nếu hai lực trực đối hướng vào thanh thì thanh chịu nén và ngược lại là chịu kéo. (hình 2.2)



Hình 2.2

Một dây cáp trong cần trục dùng để nâng vật liệu là một thí dụ về kéo hoặc một ống khói dưới tác dụng của trọng lượng bản thân là 1 ví dụ về nén.

2.2.1.2 Nội lực:

Nội lực trong thanh chịu kéo hoặc chịu nén là lực dọc N có phương vuông góc với mặt cắt.

Lực dọc được coi là dương nếu là lực kéo (hướng ra ngoài mặt cắt) và được coi là âm nếu là lực nén (hướng vào trong mặt cắt).

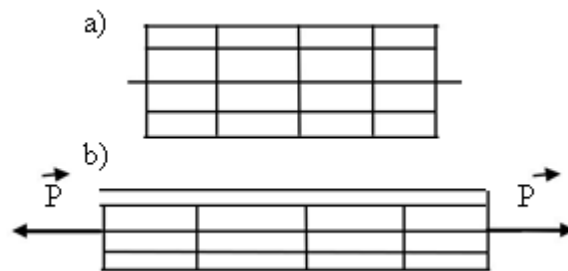
Muốn xác định lực dọc ta dùng phương pháp mặt cắt, tùy theo vị trí của từng mặt cắt mà lực dọc biến thiên theo trục hoành.

Ta biểu diễn sự biến thiên đó bằng biểu đồ gọi là biểu đồ lực học

2.2.1.3 Ứng suất:

Trước khi thanh chịu kéo (hình 2.2 a), ta kẻ trên mặt của thanh những đường song song với trục tạo thành các thớ dọc và những đường vuông góc với trục tương ứng cho các mặt cắt của thanh.

Sau khi thanh chịu kéo (hình 2.2 b), các thớ dọc vẫn song song với nhau và song song với trục thanh (dịch lại gần nhau hơn), các mặt cắt ngang vẫn phẳng và thẳng góc với trục thanh (dịch ra xa nhau hơn).



Hình 2.2

Từ đó suy ra, trong thanh kéo hoặc nén đúng tâm phát sinh ứng suất σ và phân bố trên mặt cắt của thanh.

Gọi F là diện tích của mặt cắt, ta có:

có: $\sigma F = N$ hay $\sigma = N/F$

Tổng quát $\sigma = \pm N/F$

“Trị số ứng suất pháp trên mặt cắt của thanh chịu kéo hoặc nén bằng tỉ số giữa lực kéo hoặc nén với diện tích cắt tương ứng” Trị số σ lấy dấu + khi thanh chịu kéo và lấy dấu – khi thanh chịu nén.

2.2.2. Biến dạng định luật HÚC:

Dưới tác dụng của lực kéo, thanh giãn dài thêm, nhưng chiều ngang co lại. Ngược lại, dưới tác dụng của lực nén, thanh co ngắn lại nhưng chiều ngang phình ra

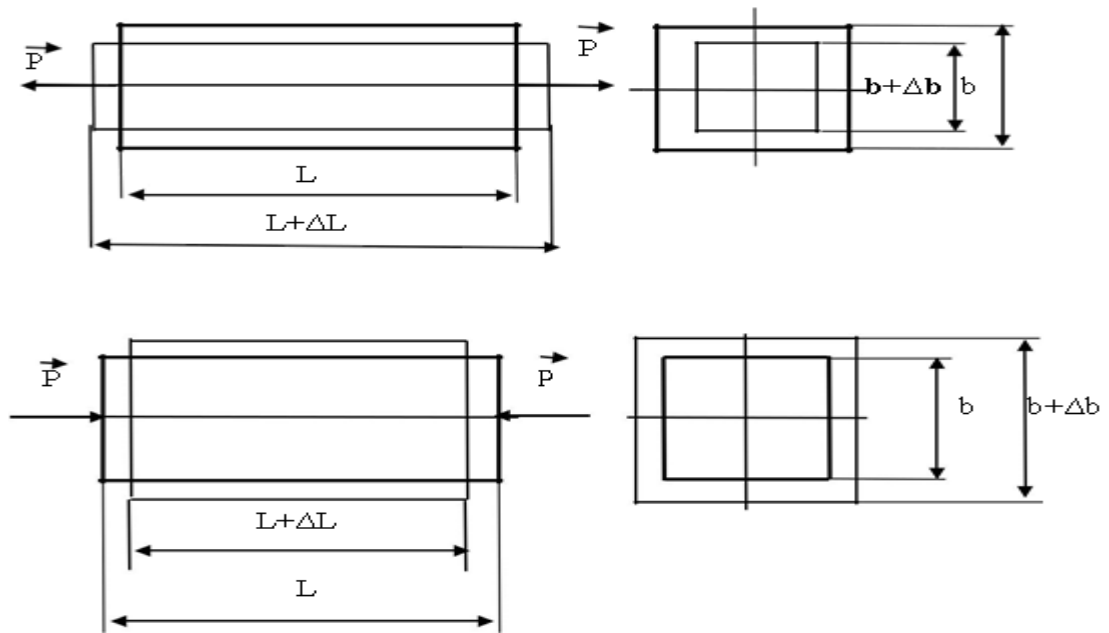
Biến dạng dọc tuyệt đối là : $\Delta l = l - l_0$

Nếu thanh bị kéo thì Δl gọi là độ giãn, thanh bị nén Δl gọi là độ co. Biến dạng dọc tương đối sẽ là:

Qua nhiều thí nghiệm kéo và nén những vật liệu khác nhau, nhà vật lý học Robe Huc tìm thấy:

Khi lực tác dụng chưa vượt qua 1 giới hạn nhất định thì biến dạng học tuyệt đối tỷ lệ thuận với lực:

$$\Delta l = \frac{PL}{EF} \quad \text{hay} \quad \frac{P}{F} = \frac{\Delta l}{L} \cdot E \quad \text{hay} \quad \sigma = \epsilon E$$



Hình 2.3

- Định luật Húc:

Khi lực chưa vượt quá 1 giới hạn nhất định, ứng suất kéo – nén tỉ lệ thuận với biến dạng dọc tương đối ε .

$$\sigma = \varepsilon E$$

Hệ số tỉ lệ E phụ thuộc vào từng loại vật liệu và được gọi là mô đun đàn hồi dọc, có đơn vị đo là N/m^2 .

Qua thí nghiệm người ta đã xác định được giá trị E của từng loại vật liệu. Dưới đây là bảng mô đun đàn hồi dọc của một vài vật liệu thường gặp.

Vật liệu	E (MN/m^2)
Thép làm lò xo	$2,2 \cdot 10^5$
Thép có chứa 0,15-0,20% các bon	$2 \cdot 10^5$
Thép niken	$1,9 \cdot 10^5$
Gang xám	$1,15 \cdot 10^5$
Đồng, đồng vàng, đồng thau	$1,2 \cdot 10^5$
Nhôm, durala	$0,7 \cdot 10^5$
Gỗ	$0,1 \cdot 10^5$
Bê tông	$0,1-0,3 \cdot 10^5$
Cao su	$0,00008 \cdot 10^5$

2.2.3. Tính toán về kéo nén:

- Ứng suất cho phép – Hệ số an toàn:

Để đảm bảo điều kiện an toàn cho thanh chịu kéo hay nén, ứng suất lớn nhất trong thanh phải nhỏ hơn giới hạn nguy hiểm của nó, giới hạn chảy với vật liệu dẻo, giới hạn bền với vật liệu giòn. Nói một cách khác ứng suất tính toán lớn nhất

trong thanh chịu kéo hay nén không được vượt quá 1 trị số giới hạn nhất định cho từng loại vật liệu. Trị số giới hạn đó gọi là ứng suất cho phép.

Ký hiệu $[\sigma_k]$ là ứng suất cho phép khi kéo $[\sigma_n]$ là ứng suất cho phép khi nén.

Ứng suất cho phép được xác định như sau:

+ Đối với vật liệu dẻo: $[\sigma_k] = [\sigma_n] = [\sigma] = \sigma_c / n$

+ Đối với vật liệu giòn: $[\sigma_k] = \sigma_{BK} / n$ và $[\sigma_n] = \sigma_{BN} / n$

Trong đó, n gọi là hệ số an toàn ($n > 1$)

Việc chọn hệ số an toàn phụ thuộc vào nhiều yếu tố, như phương pháp tính toán, vật liệu, mức độ quan trọng của chi tiết...

Dưới đây là bảng ứng suất cho phép của một vài vật liệu loại thường dùng:

Vật liệu	σ_k (MN/m ²)	σ_n (MN/m ²)
Thép xây dựng	(1,4 – 1,6)10 ²	(1,4 – 1,6)10 ²
Thép chế tạo máy	(1,4 – 1,6)10 ²	(1,4 – 1,6)10 ²
Gang xám	(0,28 – 0,8)10 ²	(1,2 – 1,5)10 ²
Đồng	(0,3 – 1,2) 10 ²	(0,3 – 1,2) 10 ²
Nhôm	(0,3 – 0,8) 10 ²	(0,3 – 0,8) 10 ²
Đuỳ ra	(0,8 – 1,5) 10 ²	(0,8 – 1,5) 10 ²

- Điều kiện bền của thanh chịu kéo (nén):

Một thanh chịu kéo (nén) đảm bảo điều kiện bền khi ứng suất pháp lớn nhất trong thanh nhỏ hơn hoặc bằng ứng suất cho phép.

$$\sigma_{\max} = N/F \leq [\sigma]$$

Từ điều kiện bền ta có ba bài toán cơ bản trong kéo và nén:

- Kiểm tra độ bền
- Chọn kích thước của mặt cắt
- Chọn tải trọng cho phép

Ví dụ 2-2:

Kiểm tra độ bền của thanh chịu kéo ở hình 2.4 bằng thép xây dựng có diện tích mặt cắt không đổi $F = 5\text{cm}^2$ Và $[\sigma_k] = 1,4 \cdot 10^2 \text{MN/m}^2$

Bài giải:

Ở ví dụ 2-1 ta đã vẽ biểu đồ lực dọc của thanh có $N_{\max} = 5 \cdot 10^4 \text{N}$ Vậy ứng suất lớn nhất của thanh là :

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{F} = \frac{5 \cdot 10^4}{0,0005} = 100 \text{MN/m}^2$$

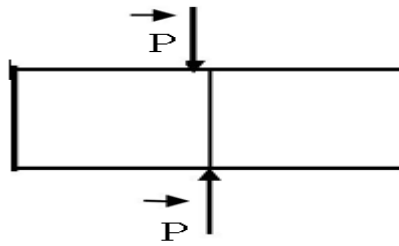
Ta thấy rằng $\sigma_{\max} < [\sigma_k]$ nên thanh đảm bảo an toàn

2.3. Cắt, dập:

2.3.1. Cắt:

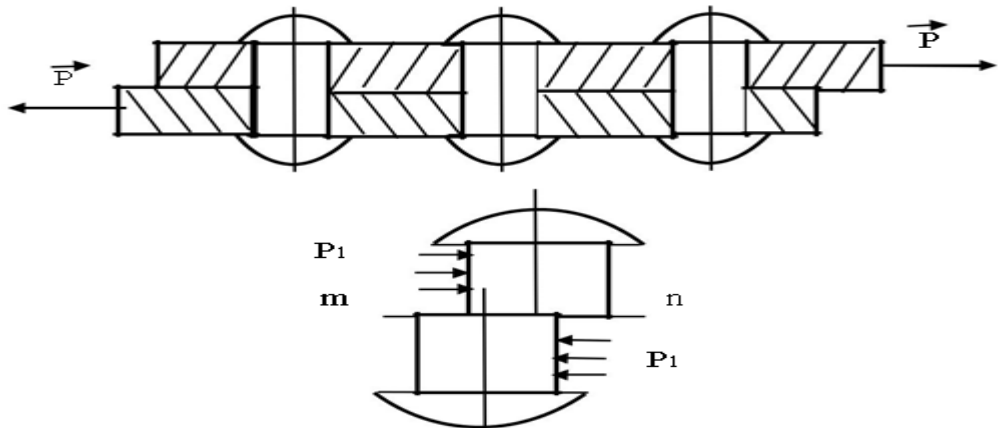
2.3.1.1 Định nghĩa:

Một thanh gọi là chịu cắt khi ngoại lực tác dụng là hai lực song song, ngược chiều có cùng trị số và nằm trên hai mặt cắt rất gần nhau của thanh (hình 2.4).



Hình 2.4

Mỗi ghép bằng đỉnh tán là 1 thí dụ đơn giản về thanh chịu cắt. Mỗi đỉnh tán là 1 thanh chịu cắt (hình 2.5)



Hình 2.5

- Nội lực: Nội lực trong thanh chịu cắt là lực cắt Q nằm trong mặt cắt.

Chẳng hạn dưới tác động của lực P , mỗi đỉnh tán chịu lực tác dụng hai lực bằng nhau

$$P_1 = P/N \quad (N \text{ là số đỉnh tán})$$

Tác dụng của các lực P_1 muốn cắt đỉnh tán ra làm đôi theo mặt phẳng giáp nhau $m - n$ của hai tấm ghép. Lực cắt trên mặt này : $Q = P_1$

2.3.1.2 Ứng suất:

Vì nội lực là lực cắt Q nằm trên mặt cắt nên ứng suất cắt là ứng suất tiếp τ . Trong tính toán về cắt, ứng suất tiếp τ được giả thiết phân bố đều trên mặt cắt, tức là:

$$\tau_c \cdot F_c = Q \text{ hay } \tau_c = Q / F_c$$

Trong đó:

τ_c là ứng suất cắt

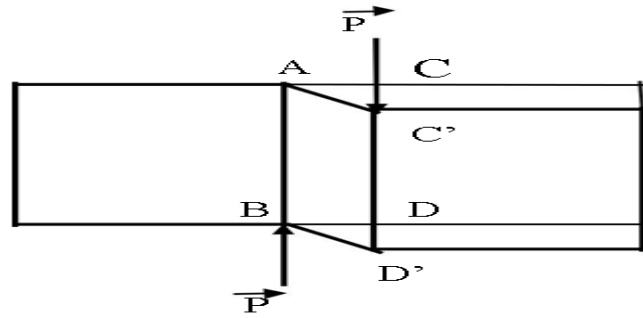
Q là lực cắt

F_c là diện tích mặt cắt.

2.3.1.3 Biến dạng:

Trong quá trình chịu cắt, hai mặt cắt gần nhau phát sinh hiện tượng trượt (hình 2.6). Độ trượt tuyệt đối: $\Delta S = cc' = dd'$ Độ trượt tương đối: $\gamma = \Delta S / AC$

Ta có định luật Húc về cắt: *Khi lực chưa vượt quá một giới hạn nhất định, ứng suất tỷ lệ thuận với độ trượt tương đối.* $\tau_c = \gamma G$



Hình 2.6

Ta có định luật Húc về cắt: *Khi lực chưa vượt quá một giới hạn nhất định, ứng suất tỷ lệ thuận với độ trượt tương đối.* $\tau_C = \gamma G$

- Hệ số tỷ lệ G gọi là mô đun đàn hồi trượt.

Đơn vị đo là MN/m². (bảng mô đun đàn hồi của 1 số vật liệu thường gặp)

- Điều kiện bền của thanh chịu cắt:

Một thanh chịu cắt bảo đảm điều kiện bền khi ứng suất cắt lớn nhất phát sinh trong thanh nhỏ hơn ứng suất cắt cho phép (tối đa là bằng ứng suất cho phép).

$$\tau_C = \frac{Q}{F_C} \leq [\tau_C]$$

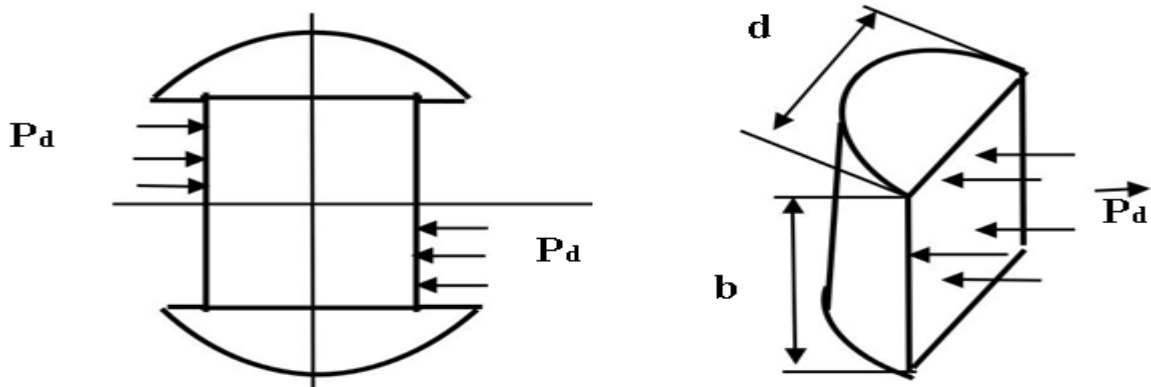
Từ đó ta có 3 bài toán cơ bản về cắt:

- Kiểm tra bền
- Chọn kích thước mặt cắt
- Chọn tải trọng cho phép

2.3.2 Dập:

2.3.2.1 Định nghĩa:

Dập là hiện tượng nén cục bộ xảy ra trên một diện tích truyền lực tương đối nhỏ của hai cấu kiện ép vào nhau, chẳng hạn thân đinh tán chịu dập do thành lỗ ép vào nó.



Hình 2.6

Như vậy, tại mỗi ghép đinh tán, mỗi đinh tán ngoài chịu cắt còn chịu dập với lực dập là

$$P_d = P/N$$

2.3.2.2 Ứng suất:

Dưới tác dụng của lực dập, ta quy ước trên mặt cắt dọc trục đinh tán phát sinh ứng suất dập σ_d . Giả thiết dập σ_d phân bố đều ta có $\sigma_d = P_d / F_d$ Trong đó P_d là

lực đập F_d là hình chiếu của diện tích mặt bị đập lên mặt phẳng vuông góc với lực đập ($F_d = d.b$)

- Điều kiện bền của thanh chịu đập:

Một thanh chịu đập bảo đảm điều kiện bền khi ứng suất đập lớn nhất phát sinh trong thanh chịu đập nhỏ hơn ứng suất đập cho phép (tối đa bằng ứng suất đập cho phép).

$$\sigma_d = P_d / F_d \leq [\sigma_d]$$

Từ đó ta cũng có 3 bài toán cơ bản về đập:

- Kiểm tra bền
- Chọn kích thước mặt đập
- Chọn tải trọng cho phép

* Ví dụ 2.3: Mỗi ghép gồm 6 đinh tán chịu tác dụng bởi lực $P = 30\text{KN}$ để ghép 2 tấm tôn, mỗi tấm có chiều dày là 10 mm . Đường kính đinh tán $d = 10\text{ mm}$. Hãy kiểm tra độ bền mỗi ghép, biết $[\tau_c] = 80\text{MN} / \text{m}^2$; $[\sigma_d] = 30\text{MN} / \text{m}^2$.

Bài giải:

Mỗi đinh tán chịu lực cắt $Q = P/n = 30/6 = 5\text{KN}$

- Kiểm tra độ bền về cắt, áp dụng công thức ta có:

$$\tau_c = \frac{Q}{F_c} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{3,14 \frac{(10 \cdot 10^{-3})^2}{4}} = 63,7\text{MN} / \text{m}^2$$

$\tau_c = 63,7\text{MN} / \text{m}^2 < [\tau_c] = 80\text{MN} / \text{m}^2$ nên mỗi ghép đảm bảo độ bền về cắt.

- Kiểm tra độ bền về đập, áp dụng công thức (2-8) ta có

$$\sigma_d = \frac{P}{F_d} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-3}} = 25\text{MN} / \text{m}^2$$

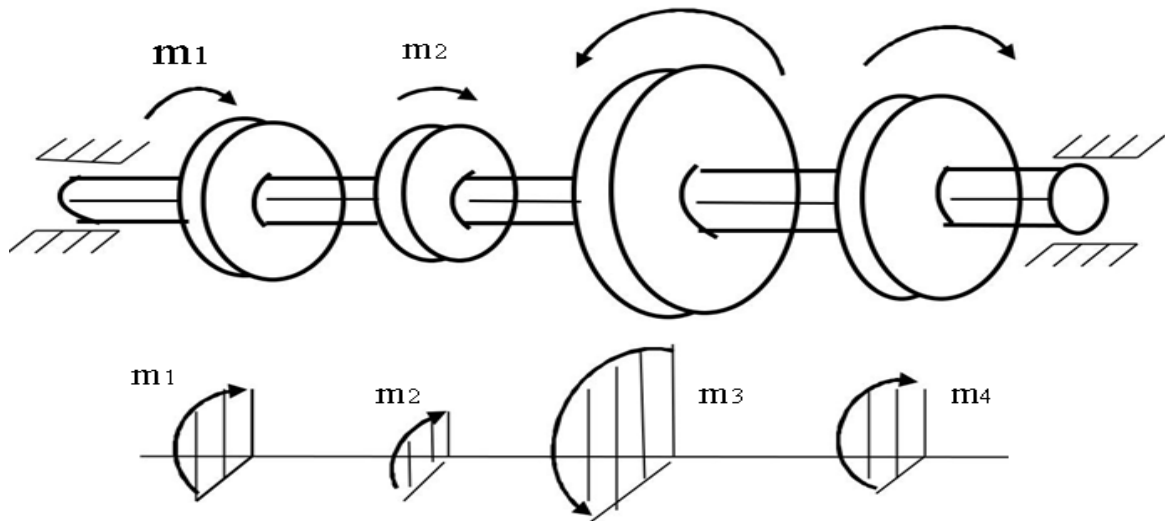
$\sigma_d = 25\text{MN} / \text{m}^2 < [\sigma_d] = 30\text{MN} / \text{m}^2$ nên mỗi ghép đảm bảo độ bền về đập

Kết luận: Mỗi ghép đảm bảo độ bền.

2.4 Xoắn:

2.4.1 Định nghĩa:

Một thanh được gọi là xoắn thuần túy khi ngoại lực tác dụng là các ngẫu lực nằm trong mặt cắt của thanh (thường là mặt cắt có tiết diện tròn). Chẳng hạn trục truyền AB chịu xoắn dưới tác dụng của các mô men m_1, m_2, m_3 và m_4 (hình 2.7-a).



Hình 2.7 a

Trục nhận và truyền năng lượng nhờ các puli hoặc các bánh răng gắn trên trục. Trên những puli hoặc bánh răng phát sinh các ngẫu lực do các lực vòng của các bộ phận truyền động gây nên. Ta có thể xác định các mô men của các ngẫu lực đó dựa vào công suất mà puli hoặc bánh răng truyền đi hoặc nhận được.

$$m = 7162 \frac{N}{n} (Nm)$$

N là công suất tính bằng mã lực

n là số vòng quay trong 1 phút của trục.

$$\text{Hoặc } m = 9736 \frac{N}{n} (Nm)$$

Trong đó: công suất N tính bằng KW, n là số vòng quay của trục trong 1 phút.

- Nội lực:

Nội lực trong thanh xoắn nằm trên mặt cắt của thanh, ký hiệu Mx.

Muốn xác định vị trí số của ngẫu lực mô men xoắn Mx ta dùng phương pháp mặt cắt. Tùy theo vị trí từng mặt cắt ta được một trị số Mx tương ứng.

Ta biểu diễn trị số Mx của các mặt cắt trên trục bằng biểu đồ gọi là biểu đồ mô men xoắn

* Ví dụ 2.4:

Vẽ biểu đồ mô men xoắn của trục chịu xoắn trên (hình 2.11-a). Cho biết:

Puly 3 truyền cho trục một công suất $N_3 = 150$ mã lực.

Pu ly 1 nhận công suất $N_1 = 50$ mã lực, Pu ly 2 nhận công suất $N_2 = 30$ mã lực,

Pu ly 4 nhận công suất $N_4 = 70$ mã lực để truyền đến nguồn tiêu thụ. Trục quay đều với vận tốc $n = 150$ vòng/phút.

Bài giải

Các mô men tác dụng lên các pu ly:

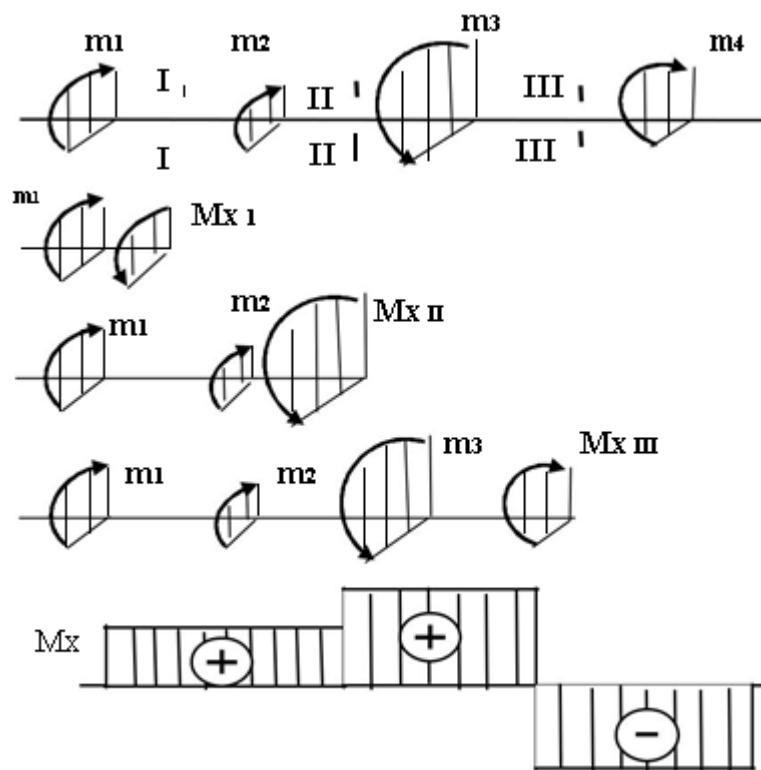
$$m_1 = 7162 \frac{N_1}{n} = 7162 \frac{50}{150} = 2387 \text{ N}$$

$$m_2 = 7162 \frac{N_2}{n} = 7162 \frac{30}{150} = 1432 \text{ N}$$

$$m_3 = 7162 \frac{N_3}{n} = 7162 \frac{150}{150} = 7162 \text{ N}$$

$$m_4 = 7162 \frac{N_4}{n} = 7162 \frac{70}{150} = 3312 \text{ N}$$

Để vẽ biểu đồ mô men nội lực, ta dùng các mặt cắt chia trục thành các đoạn như hình 2.7b



Hình 2.7b

Áp dụng các phương trình cân bằng tĩnh học và quy ước nhìn từ phải sang nếu m quay ngược chiều kim đồng hồ mang giá trị dương (+), ta có:

$$MXI = + m_1 = +2387 \text{ Nm}$$

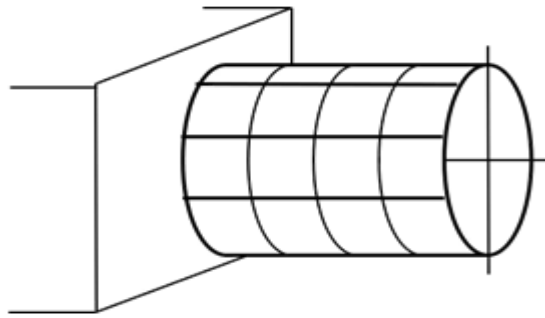
$$MXII = + (m_1 + m_2) = + 3819 \text{ Nm}$$

$$MXIII = - (m_1 + m_2 - m_3) = -3342 \text{ Nm}$$

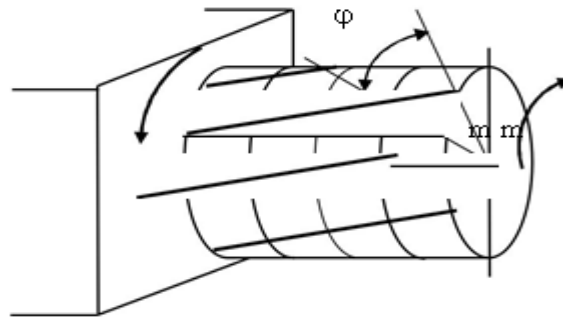
2.4.2 Ứng suất trên thanh chịu xoắn:

Trước khi thanh chịu xoắn, ta kẻ trên mặt của thanh các đường song song với trục thanh biểu thị cho các thớ dọc, các đường vuông góc với trục thanh biểu thị cho các mặt cắt. (hình 2.8 a).

Sau khi thanh chịu xoắn: (hình 2.8 b)



Hình 2.8 a



Hình 2.8/b

Mặt cắt của thanh xoay đi 1 góc nào đó nhưng vẫn tròn và giữ nguyên bán kính cũ, vẫn phẳng và vuông góc với trục của thanh.

Chiều dài của thanh cũng như khoảng cách giữa các mặt cắt vẫn giữ không đổi

Bán kính của mặt cắt vẫn thẳng và có chiều dài không đổi. Như vậy, biến dạng trong xoắn là biến dạng trượt nên phát sinh tiếp ứng τ_x nằm trên mặt cắt và có phương vuông góc với bán kính. Gọi φ là góc xoắn tuyệt đối $\theta = \varphi / l$ là góc xoắn tương đối γ là góc trượt tương đối

Ta có: $\gamma l = \varphi r$

$$\gamma = (\varphi / l) r$$

$$\gamma = \theta . r$$

Ở tâm của mặt cắt: $r = 0$ nên $\gamma = 0$

Ở một điểm bất kỳ cách tâm 1 khoảng p , $\gamma_p = 0.p$

Ở vành ngoài của mặt cắt $\gamma_{\max} = 0. p_{\max} = 0.r$

Áp dụng định luật Húc, khi M_x chưa vượt quá giới hạn nhất định, ứng suất xoắn τ_x tỷ lệ thuận với độ trượt tương đối. $\tau_x = \gamma.G$

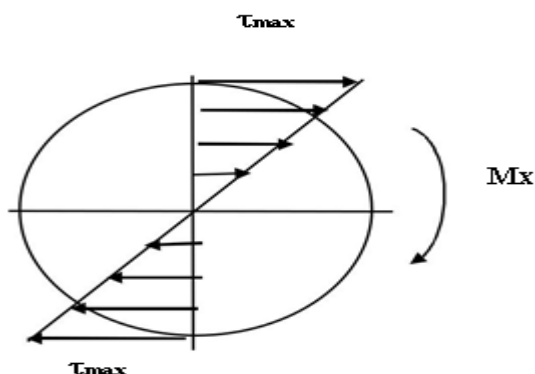
Vì γ biến thiên từ 0 đến lớn nhất, tương ứng với phần vật liệu ở tâm mặt cắt đến vành ngoài của nó, nên trị số ứng suất tiếp biến thiên từ 0 đến $\tau_{x \max}$

Ở tâm mặt cắt $\gamma = 0$, $\tau_x = 0$, Ở vị trí cách tâm 1 khoảng p : $\gamma_p = 0.p$,
 $\tau_p = \gamma_p.G = 0.p.G$

Ở vành ngoài mặt cắt: $\gamma_{\max} = 0.r$ và $\tau_{\max} = \gamma_{\max}.G = 0.r.G$

$$\Rightarrow \tau_p / \tau_{\max} = p / r$$

Như vậy ứng suất τ_x tỷ lệ với khoảng cách từ điểm đang xét tới trục.và được biểu diễn trên hình (hình 2.9).



Hình 2.9

- Nội lực phân bố trên phần tử diện tích F_p là $F_p \cdot \tau_p$

- Mô men xoắn trên phần tử diện tích F_p là:

$$M_p = F_p \cdot \tau_p \cdot p$$

- Mô men xoắn trên toàn bộ mặt cắt là:

$$M_x = \sum M_p = \sum F_p \cdot \tau_p \cdot p = \sum F_p \cdot \tau_{\max} \cdot (p / r) \cdot p = \tau_{\max} / r \cdot \sum F_p \cdot p^2$$

$$\text{Đặt } \sum F_p \cdot p^2 = J_o$$

Và gọi là mô men quán tính độ cực, đơn vị m^4 .

Ta có: $M_x = \tau_{\max} \cdot J_o / r$ hay $\tau_{\max} = r / J_o \cdot M_x$, đặt $W_o = J_o / r$ (đơn vị W_o là m^3)

$$\text{Ta có: } \tau_{\max} = M_x / W_o$$

W_o đặc trưng cho khả năng chống xoắn của thanh và được gọi là mô men diện tích chống xoắn.

2.4.3 Tính toán về xoắn:

- Điều kiện bền của thanh chịu xoắn thuần túy:

Một thanh chịu xoắn thuần túy đảm bảo điều kiện bền khi ứng suất xoắn τ_x lớn nhất trong thanh nhỏ hơn ứng suất xoắn cho phép (tối đa bằng ứng suất xoắn cho phép).

$$\tau_{\max} = M_x / W_o \leq [\tau_x]$$

Từ điều kiện trên, ta có bài toán cơ bản trong xoắn thuần túy:

- Kiểm tra bền xoắn
- Chọn kích thước mặt cắt
- Chọn tải trọng cho phép

2.5 Uốn:

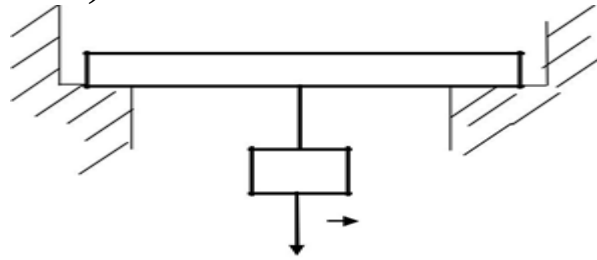
2.5.1 Định nghĩa:

Nếu một thanh dưới tác dụng của ngoại lực mà trục thanh bị uốn cong, ta nói thanh đó chịu uốn.

Thanh chịu uốn gọi là dầm. Mặt phẳng của dầm chứa ngoại lực tác dụng gọi là mặt phẳng tải trọng. Nếu trục của dầm sau khi uốn vẫn nằm trong mặt phẳng tải trọng thì dầm đó chịu uốn phẳng.

Ngoại lực gây uốn phẳng là những lực tập trung, lực phân bố có phương vuông góc với trục dầm hoặc những ngẫu lực nằm trong mặt phẳng đối xứng chứa trục dầm.

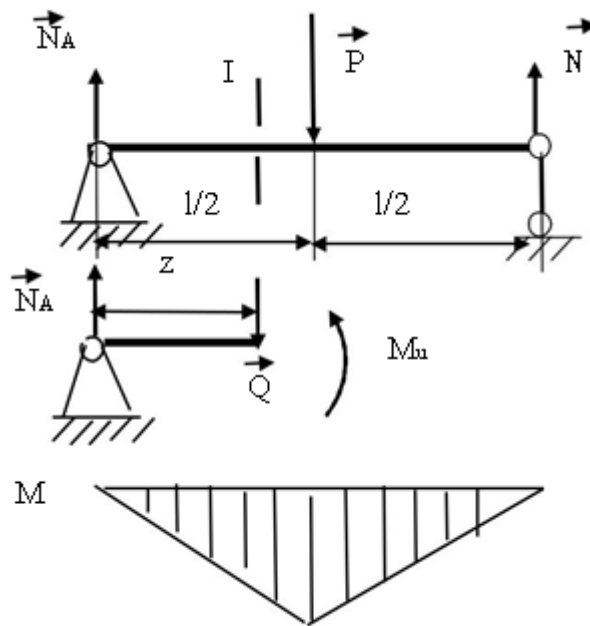
Trong thực tế ta gặp rất nhiều dầm chịu uốn. Ví dụ: thân dao bào khi cắt gọt, dầm nâng tải trọng (hình 2.10).



Hình 2.10

2.5.2 Nội lực:

Chẳng hạn ta xét nội lực của dầm chịu uốn (hình 2.11).



$$M_{U_{max}} = Pl/4$$

Hình 2.11

Lực tác dụng lên dầm gồm tải trọng P (đặt chính giữa dầm) và các phản lực đặt tại hai gối đỡ A và B (theo tĩnh học các phản lực đó có trị số bằng P/2).

Thực hiện mặt cắt I-I, khảo sát sự cân bằng của phần trái, ta phải đặt vào mặt cắt những nội lực:

$$Q = \frac{P}{2} \quad M_U = \frac{P}{2} z$$

Ta gọi Q là lực cắt

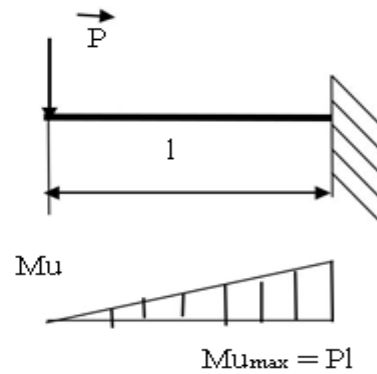
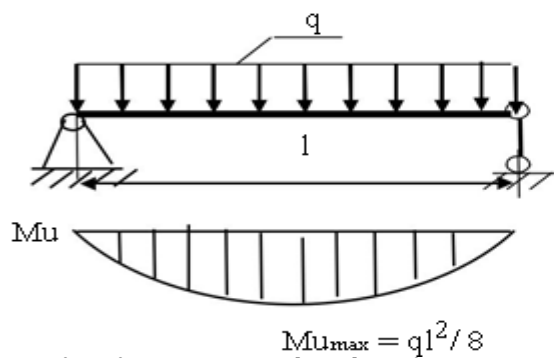
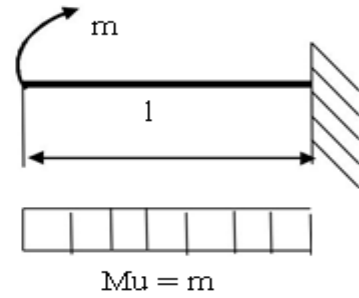
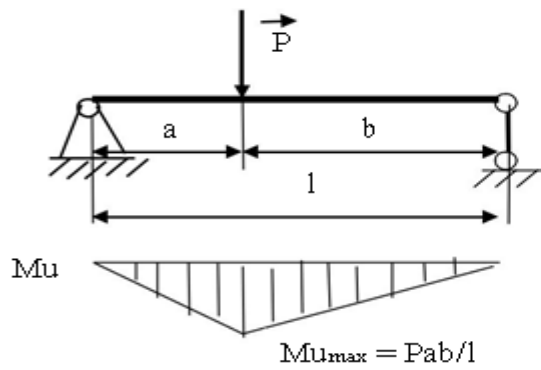
Mu là mô men của ngẫu lực uốn nội lực, gọi tắt là mô men uốn. Như vậy trên mặt cắt của dầm chịu uốn có hai thành phần nội lực: lực cắt Q và mô men uốn Mu.

Trong thành phần giáo trình này chỉ xét thành phần MU là thành phần chủ yếu gây uốn còn bỏ qua lực cắt Q.

Từ $M_U = P.Z/2$ cho thấy dầm có trị số MU biến đổi bậc nhất theo Z

Khi $Z = 0$ thì $MU = 0$

$$Z = \frac{l}{2} \text{ thì } M_U = \frac{P}{2} \cdot \frac{l}{2} = \frac{Pl}{4}$$



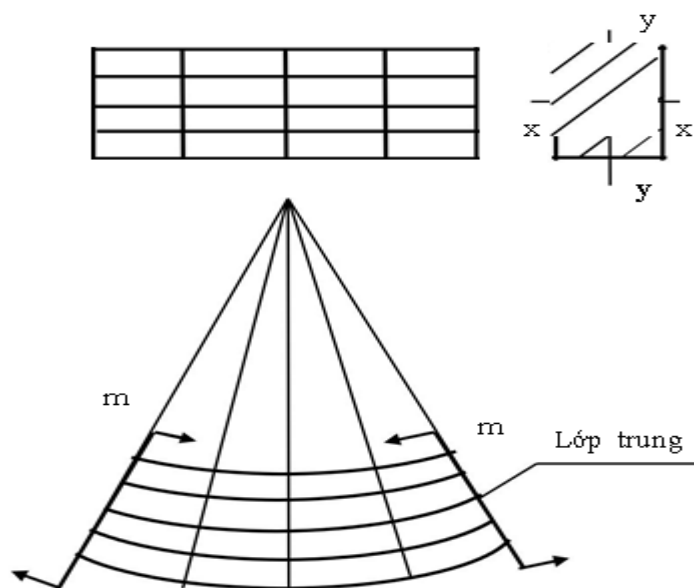
Ta có thể biểu diễn trị số biến đổi của MU bằng biểu đồ:

- Đặt trục hoành song song với trục dầm.
- Đặt các tung độ của Mu lên trục về phía thớ giãn dài của dầm
- Qua biểu đồ Mu, ta thấy dầm có mặt cắt chính giữa chịu uốn lớn nhất và gọi là mặt cắt nguy hiểm

2.5.3 Ứng suất trên bề mặt chịu uốn:

2.5.3.1 Ứng suất trên bề mặt chịu uốn:

- Để tiện quan sát, ta xét một dầm thẳng có mặt cắt là hình chữ nhật (hình 2.12).



Hình 2.12

- Ở mặt bên của dầm, ta kẻ các đường song song với trục thanh biểu thị cho các thớ dọc, các đường vuông góc với trục hoành biểu thị cho các mặt cắt.

- Sau khi thanh chịu uốn thuần túy ta thấy: các đường vuông góc với trục dầm trước và sau khi biến dạng vẫn thẳng và vuông góc với trục dầm đã bị uốn cong, các đường kẻ song song với trục dầm trở thành những đường cong đồng dạng với trục dầm đã bị uốn cong. Giả thiết biến dạng trong dầm tương tự như biến dạng mặt ngoài của nó, ta có kết luận

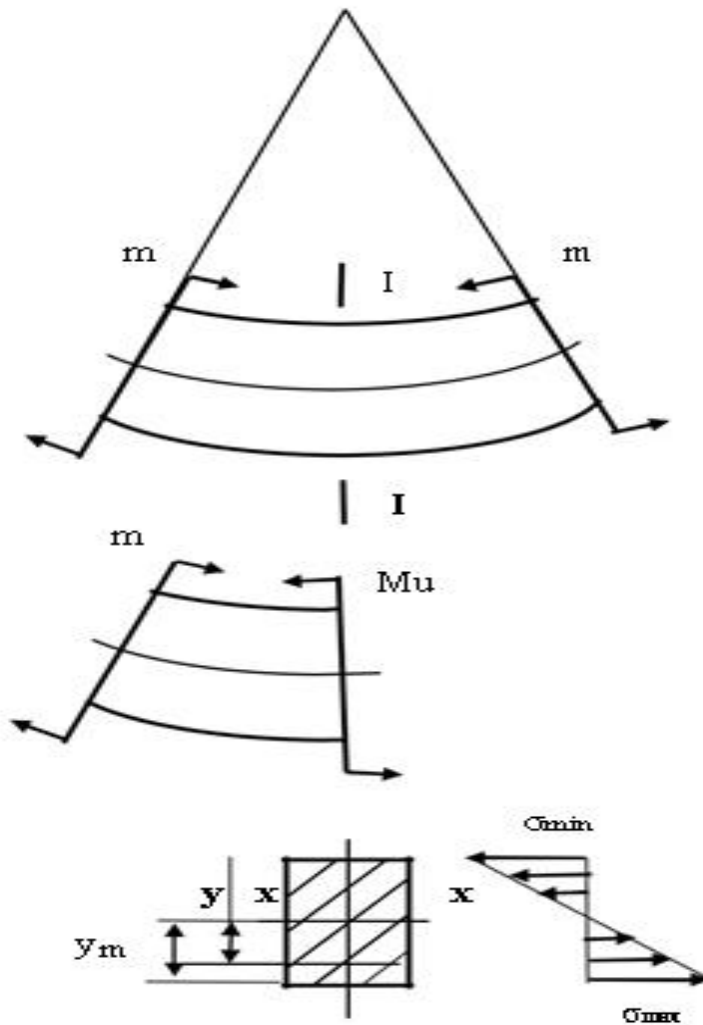
+ Trước và sau khi chịu uốn thuần túy, các mặt cắt F đều thẳng và vuông góc với trục dầm.

+ Khi dầm chịu uốn thuần túy, các thớ dọc của phần trên của dầm bị co lại, các thớ ở phần dưới của dầm giãn ra, đi từ phần bị co đến phần bị giãn có 1 lớp thớ vẫn giữ nguyên chiều dài gọi là lớp trung hòa. Giao tuyến của lớp trung hòa với mặt cắt gọi là trục trung hòa. Với mặt cắt đối xứng, trục trung hòa vuông góc với trục đối xứng và đi qua trọng tâm của mặt cắt (trục x-x trên hình vẽ 12-6 là trục trung hòa).

- Như vậy biến dạng trong uốn thuần túy là biến dạng dọc, trên mặt cắt xuất hiện ứng suất pháp σ .

2.5.3.2 Ứng suất trên mặt cắt của dầm uốn thuần túy:

- Thực hiện phương pháp mặt cắt, cắt dầm tại mặt cắt I-I (hình 2.13).



Hình 2.13

Phần trái cân bằng dưới tác dụng của ngoại lực có mô men m và mô men uốn nội lực MU. Qua tính toán và thực nghiệm: ta có

$$\sigma(\max, \min) = M_{U\max} / W_X$$

Trong đó $\sigma_{\max}$ là ứng suất kéo lớn nhất, lấy dấu +

$\sigma_{\min}$ là ứng suất nén lớn nhất, lấy dấu -

W_X là mô đun chống uốn

Mặt cắt hình tròn: $W_X = 0,1 d^3$

2.5.4 Tính toán về uốn:

- Điều kiện bền của thanh chịu uốn phẳng:

Một thanh chịu uốn thẳng đảm bảo điều kiện bền khi ứng suất lớn nhất tại tiết diện nguy hiểm phải nhỏ hơn ứng suất uốn cho phép (tối đa là bằng ứng suất uốn cho phép).

$$\sigma_{\min}^{\max} = \pm \frac{M_{U\max}}{W_X} \leq [\sigma_U]$$

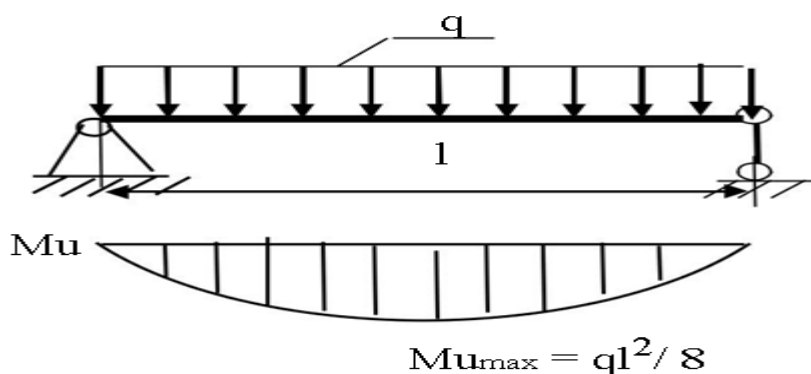
Từ điều kiện bền ta cũng có ba bài toán cơ bản trong uốn:

- Kiểm tra bền uốn
- Chọn kích thước mặt cắt
- Chọn tải trọng cho phép

Ví dụ:

Kiểm tra bền uốn của một dầm thép chữ L số hiệu 24b, đặt trên hai gối tựa và chịu trọng tải như sau: (hình 2.14)

Chiều dài của dầm $l = 2m$, tải trọng phân bố đều $q = 120 MN/m$, $[\sigma_k] = [\sigma_n] = 160 MN/m^2$.



Bài giải:

Biểu đồ MU được biểu diễn trên hình 12-4 có:

$$M_{U\max} = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{120 \cdot 4}{8} = 60 MN.m$$

Với thép chữ $\perp$ số hiệu 24b ta có: $W_X = 400 cm^3 = 0,4 m^3$

$$\sigma_{\min}^{\max} = \pm \frac{M_{U\max}}{W_X} = \frac{60}{0,4} = 150 MN / m^2$$

$\sigma_{\min}^{\max}$ nhỏ hơn $[\sigma_{k,n}]$, vậy dầm bền uốn.

CHƯƠNG 3. CHI TIẾT MÁY

MH CS39102 – 03

Giới thiệu:

Chương này chúng ta sẽ tìm hiểu rõ hơn về các chi tiết máy truyền động.

Mục tiêu:

- Giải thích được các khái niệm về khâu, chi tiết máy, khớp động, chuỗi động, cơ cấu, máy
- Chuyển đổi được các khớp, khâu, các cơ cấu truyền động thành các sơ đồ truyền động đơn giản
- Trình bày được các cấu tạo, nguyên lý làm việc và phạm vi ứng dụng của các cơ cấu truyền động cơ bản

Nội dung:

3.1 Những khái niệm cơ bản về cơ cấu và máy

3.1.1 Những khái niệm cơ bản và định nghĩa

- Khái niệm về tiết máy: Tiết máy (còn gọi là chi tiết máy) là bộ phận không thể tháo rời ra được hơn nữa của máy.

Tiết máy được chia làm 2 nhóm:

+ Tiết máy thông thường như: vít, đai ốc, đinh tán, vòng đệm, bánh răng, trục...

+ Tiết máy đặc biệt như: xi lanh, pít tông, thanh truyền, trục khuỷu..

Đối tượng nghiên cứu của phần này là các tiết máy thông thường có công dụng chung và được dùng trong nhiều máy khác nhau.

- Khái niệm về cơ cấu truyền động:

Cơ cấu truyền động là tập hợp các tiết máy dùng để truyền hoặc biến đổi một chuyển động sẵn có thành một chuyển động mong muốn bao gồm:

+ Cơ cấu truyền chuyển động quay như: cơ cấu bánh răng, cơ cấu xích, cơ cấu bánh vít – trục vít, cơ cấu đai truyền, cơ cấu bánh ma sát.

+ Cơ cấu biến đổi chuyển động như: cơ cấu bánh răng – thanh răng, cơ cấu tay quay – con trượt, cơ cấu vít – đai ốc, cơ cấu cam cần đẩy, cơ cấu cam cần lắc, cơ cấu cu lít, cơ cấu bánh răng cóc, cơ cấu đĩa Man (Lalte).

Trong đó các cơ cấu bánh răng – thanh răng, cơ cấu tay quay – con trượt, cơ cấu vít – đai ốc, cơ cấu cam cần đẩy đều biến chuyển động quay thành chuyển động tịnh tiến và ngược lại. Các cơ cấu cam cần lắc và cơ cấu cu lít biến chuyển động quay thành chuyển động lắc. Các cơ cấu bánh răng cóc và cơ cấu đĩa Man biến chuyển động quay liên tục hoặc chuyển động lắc thành chuyển động quay gián đoạn.

Trong cơ cấu truyền động, một chi tiết máy hoặc một số chi tiết máy được ghép cứng với nhau tạo thành một vật thể có chuyển động tương đối với nhau được gọi là khâu, chỗ nối hai khâu với nhau gọi là khớp động.

- Khái niệm về máy:

+ Máy cơ khí là tập hợp các cơ cấu có chuyển động theo quy luật nhất định nhằm sử dụng hoặc biến đổi năng lượng để làm ra công có ích.

+ Máy có nhiều loại khác nhau, có thể chia ra theo tính năng và tác dụng của nó gồm: máy năng lượng, máy công tác và máy tổ hợp.

+ Máy năng lượng có nhiệm vụ biến các dạng năng lượng khác nhau thành cơ năng như: động cơ điện, động cơ nổ.... hoặc biến đổi cơ năng thành năng lượng khác như: máy nén khí, máy phát điện...

+ Máy công tác có nhiệm vụ biến đổi trạng thái, tính chất, hình dạng, vị trí của vật liệu hoặc đối tượng được gia công như: máy cắt gọt kim loại, máy dệt, máy in.....

- Máy tổ hợp là máy công tác có động cơ riêng để vừa tự cung cấp năng lượng vừa thực hiện nhiệm vụ công nghệ như: các máy vận chuyển, máy gặt đập....

3.1.2 Lược đồ động học và sơ đồ động:

Ví dụ: Thanh truyền trong cơ cấu tay quay – con trượt gồm các chi tiết máy như thân, nắp, bu lông và lót trục (hình 3.1 a) là một khâu được nối động với tay quay và con trượt bằng các khớp quay.

- Để đơn giản, các khâu, khớp trong các cơ cấu đều được biểu diễn bằng lược đồ.

(Hình 3.1 b) là lược đồ của thanh truyền.

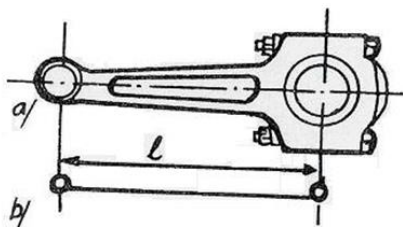
(Hình 3.2) là lược đồ khớp nối các thanh: (Hình 3.2 a) nối hai thanh bằng khớp bản lề. (Hình 3.2 b) nối hai thanh bằng khớp cầu.

(Hình 3.3) là lược đồ khớp nối thanh với ổ đỡ cố định: (Hình 3.3 a) nối thanh với ổ cố định bằng khớp bản lề. (Hình 3.3 b) nối thanh với ổ cố định bằng khớp cầu.

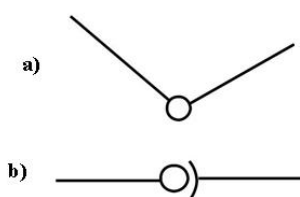
- Lược đồ khâu phải biểu diễn đầy đủ các khớp động và nêu được kích thước cơ bản của khâu (kích thước và xác định vị trí tương đối của các khớp động trên khâu), vì khi chuyển động, hình dạng và kết cấu của khâu không làm thay đổi tính chất chuyển động, chỉ những kích thước cơ bản của khâu mới quyết định tính chất của chuyển động.

- Cơ cấu chuyển động nào cũng có một khâu cố định, gọi là giá. Các khâu còn lại chuyển động tương đối với nhau. Khâu chuyển động cho trước là khâu dẫn, các khâu phụ thuộc vào quy luật chuyển động của khâu dẫn gọi là khâu dẫn gọi là khâu bị dẫn.

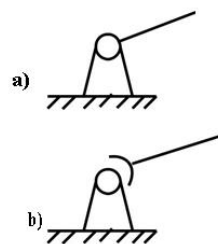
- Các khâu và khớp được biểu diễn bằng lược đồ nên các cơ cấu truyền động cũng được biểu diễn bằng lược đồ và gọi là lược đồ cơ cấu truyền động đều được biểu diễn bằng lược đồ của nó.



Hình 3.1



Hình 3.2



Hình 3.3

3.2 Cơ cấu truyền động ma sát:

3.2.1 Cơ cấu truyền động đai:

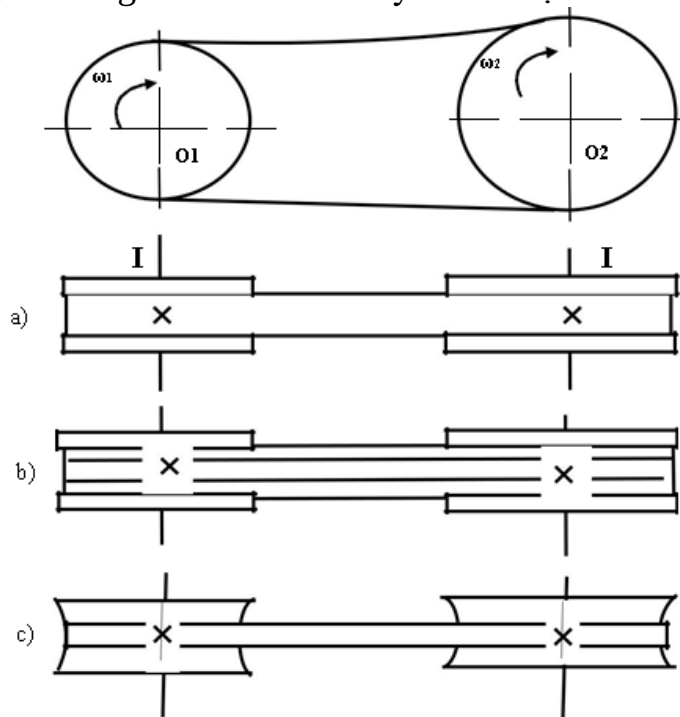
- Khái niệm:

Cơ cấu truyền động đai dùng để truyền chuyển động quay giữa hai trục cách xa nhau.

Bộ truyền động đai đơn giản gồm đai mềm bắt căng qua hai bánh đai ghép cố định trên hai trục, nhờ ma sát giữa đai và bánh đai nên khi trục dẫn quay thì trục bị dẫn quay theo.

Hình 3.4 là lược đồ bộ truyền động đai đơn giản, trong đó hình 3.4-a là lược đồ bộ truyền đai dẹt, hình 3.4-b là lược đồ bộ truyền đai thang, hình 3.4-c là lược đồ bộ truyền đai tròn.

Bộ truyền đai dẹt và đai thang được dùng rộng rãi, còn bộ truyền đai tròn chỉ sử dụng cho các máy có công suất nhỏ như máy khâu hoặc các khí cụ.



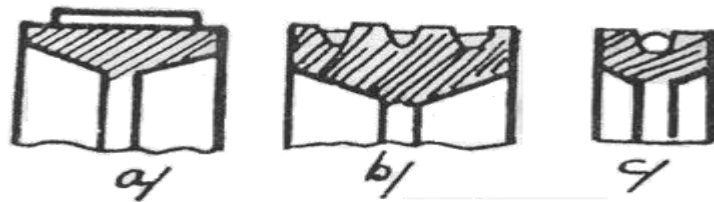
Hình 3.4

- Đai dẹt có tiết diện hình chữ nhật (hình 3.5-a) làm bằng da thuộc, bằng vải dẹt thành nhiều lớp, bằng vải đúc với cao su.

- Đai dẹt bằng cao su được dùng phổ biến nhất vì có sức bền lớn và tính đàn hồi cao, đồng thời ít chịu ảnh hưởng của nhiệt độ và độ ẩm tuy nhiên không được để dầu làm hỏng cao su. Đai vải dùng thích hợp cho các truyền động vận tốc cao, công suất nhỏ và trên các bánh đai có đường kính nhỏ. Ở những nơi có độ ẩm cao dùng đai vải không thích hợp. Đai da có khả năng chịu lực lớn, chịu va đập lớn, làm việc bền lâu nhưng giá thành đắt, không nên dùng nơi có axit hoặc ẩm ướt.

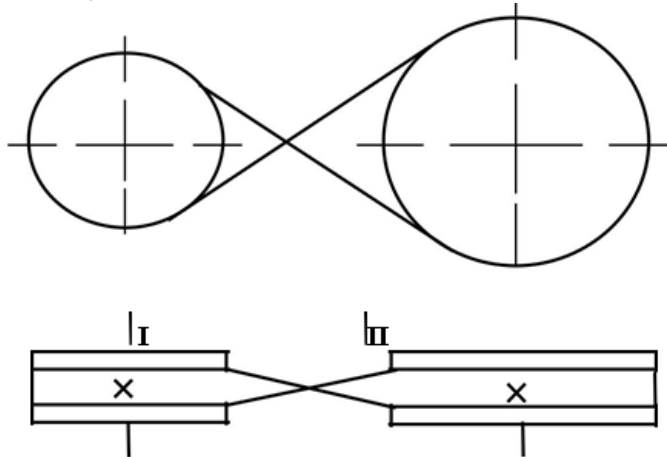
- Đai thang có tiết diện là hình thang được chế tạo thành một vòng tròn khép kín không có chỗ nối nên làm việc ổn định. Bên trong là những lớp vải tổng hợp xếp chồng lên nhau, bọc bên ngoài là lớp vải cao su (hình 3.5-b)

Đai tròn có tiết diện hình tròn được làm bằng da hoặc sợi tằm cao su (hình 3.5-c).



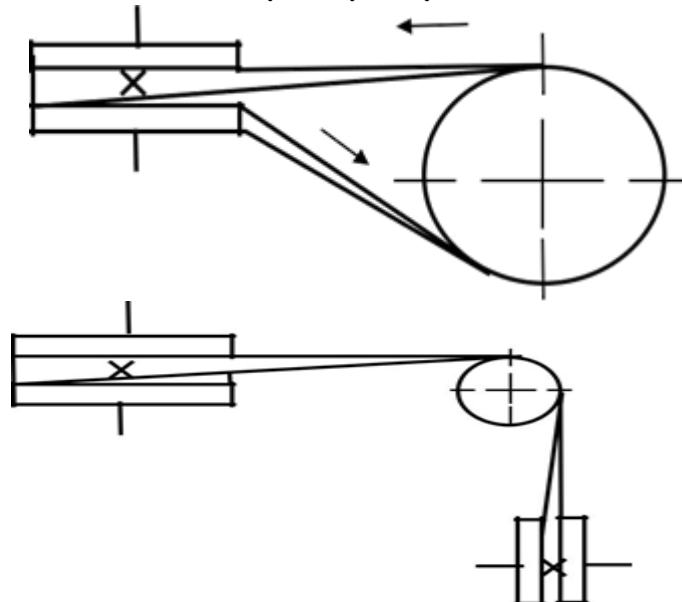
Hình 3.5

Truyền động chéo (hình 3.6) dùng để truyền chuyển động giữa hai trục song song quay ngược chiều, góc ôm tăng lên nhưng có nhược điểm là chóng mòn do cọ xát chỗ bắt chéo khi làm việc.



Hình 3.6

Truyền động nửa chéo (hình 3.7) dùng để truyền động giữa hai trục chéo nhau (thường chéo 1 góc 90°). Để tránh đai trượt ra ngoài bánh phải bố trí đai đi vào bánh nào thì đường tâm đai phải nằm trên mặt phẳng trung tâm của bánh ấy. Góc hợp bởi đường tâm của nhánh ra với mặt phẳng đường tâm đó không được lớn hơn 25° . Truyền động nửa chéo chỉ làm việc được một chiều.



Hình 3.7

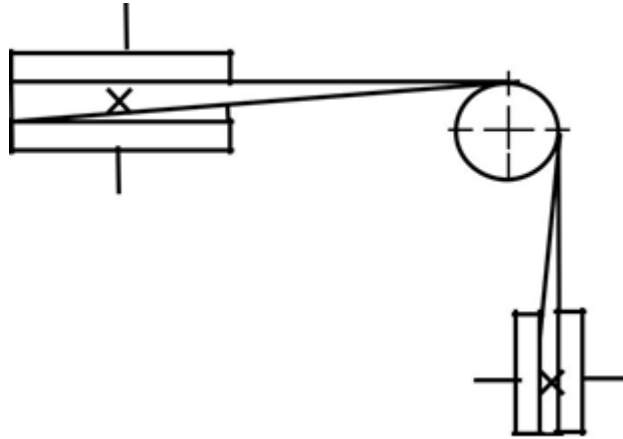
Truyền động góc (hình 3.8) dùng để truyền động giữa hai trục cắt nhau thường là vuông góc với nhau, có thể làm việc hai chiều.

Truyền động chéo, nửa chéo, truyền động góc có các cạnh đai chóng mòn nên khi cần thiết mới sử dụng các kiểu này.

Trong quá trình làm việc đai sẽ giãn ra nên cần dùng các biện pháp điều chỉnh sức căng của đai:

Sau khi đai bị chùng thì cắt ngắn lại (chỉ dùng cho đai dẹt) Dùng bánh căng đai để lắp vào nhánh chùng và gài bánh nhỏ

Thay đổi khoảng cách giữa hai trục nhờ trọng lượng bản thân của động cơ hoặc điều chỉnh bằng vít



Hình 3.8

- Tỷ số truyền:

Trong truyền động đai có hai dạng trượt của đai trên bánh đai là trượt trơn và trượt đàn hồi.

Trượt trơn chỉ xảy ra khi bộ truyền làm việc quá tải, trượt đàn hồi xảy ra do sự đàn hồi của đai.

Do trượt đàn hồi nên tỷ số truyền của đai không ổn định.

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1(1 - \varepsilon)}$$

Trong đó:

n_1, n_2 là số vòng quay một phút của trục dẫn và trục bị dẫn.

D_1, D_2 là đường kính của bánh đai dẫn và bị dẫn.

ε là hệ số trượt đàn hồi, $\varepsilon = 0,01 - 0,02$

Trong phép tính gần đúng có thể bỏ qua hệ số trượt:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

Thông thường với đai dẹt $i \leq 5$, với đai thang $i \leq 10$.

- Ứng dụng:

Cơ cấu đai truyền có khả năng giữ được an toàn khi quá tải (trượt trơn) và giảm bớt giao động của tải trọng (tính đàn hồi của đai) nên thường được dùng để dẫn động từ động cơ đến hộp số hoặc các cơ cấu làm việc.

* Truyền động đai có các ưu điểm sau:

+ Có khả năng truyền động giữa các trục xa nhau, có thể tới 15m.

Truyền động êm không có tiếng kêu ồn ào và giảm bớt sự dao động của tải trọng do vật liệu đai có tính đàn hồi.

- + Giữ được an toàn cho các tiết máy khác khi quá tải, vì lúc này đai sẽ trượt trên bánh đai.

- + Chế tạo và lắp ráp đơn giản, dễ bảo quản, giá thành hạ.

- * Nhược điểm của truyền động đai là:

- + Khuôn khổ và kích thước lớn

- + Tỷ số truyền không ổn định

- + Cần có lực căng lớn để tạo ra ma sát giữa đai và bánh đai, do đó tăng tải trọng lên trục và ổ đỡ

- + Tuổi thọ thấp, nhất là khi để dầu mỡ rơi vào hoặc khi làm việc với tốc độ cao. Trong quá trình sử dụng bộ truyền đai, thường gặp những hư hỏng sau:

- + Đai chạy ra khỏi bánh đai, do 2 trục bánh đai không song song với nhau hoặc bánh đai lệch với tâm quay.

- + Đai truyền trượt trên bánh đai, do đai bị trùng hoặc do quá tải gây nên.

- + Có tiếng kêu phành phạch, máy làm việc hơi rung là do mối nối cứng, đai cộm lên gây nên va đập.

- + Đai bị đứt có thể gây tai nạn nếu không có bảo hiểm.

Để tránh hư hỏng, cần phải thực hiện chế độ sử dụng và bảo quản hợp lý, chủ yếu là:

- + Phải bảo đảm lực căng đai đủ sức truyền tải, trục hai bánh đai song song với nhau và bánh đai không lệch tâm quay. Với đai dẹt, chỗ nối phải đúng qui cách.

- + Không để dầu mỡ rơi vào làm hỏng đai. Phải che chắn an toàn nhất là các bộ truyền đai có tải trọng lớn hoặc tốc độ nhanh.

Đai và bánh đai trước lúc vận hành cần được lau sạch bụi bặm, dùng nước xà phòng ấm rửa.

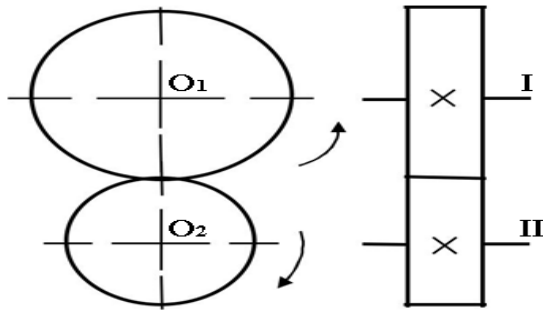
3.2.2 Cơ cấu bánh ma sát:

- Khái niệm:

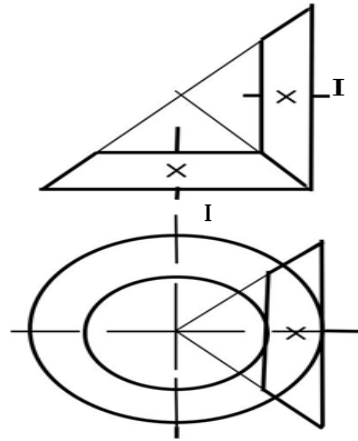
Cơ cấu bánh ma sát dùng để truyền chuyển động quay giữa các trục nhờ lực ma sát sinh ra tại chỗ tiếp xúc giữa các bánh ma sát. Cơ cấu bánh ma sát có hai loại chủ yếu: Cơ cấu bánh ma sát trụ dùng để truyền chuyển động quay giữa hai trục song song nhau (hình 3.9), cơ cấu bánh ma sát côn dùng để truyền chuyển động quay giữa hai trục vuông góc với nhau (hình 3.10).

Bánh ma sát thường dùng làm bằng gang, nhiều lúc mặt ngoài bọc da, vải cao su hoặc a miăng.

Để phát sinh lực ma sát phải dùng những thiết bị riêng để tạo nên lực ép giữa các bánh ma sát với nhau, trong các lược đồ không biểu diễn thiết bị này.



Hình 3.9



Hình 3.10

- Tỷ số truyền:

Vì có hiện tượng trượt giữa các bánh ma sát khi truyền động nên tỷ số trên của cơ cấu bánh ma sát không ổn định.

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1(1 - \varepsilon)}$$

Trong đó:

n_1, n_2 là số vòng quay một phút của trục dẫn và trục bị dẫn.

D_1, D_2 là đường kính của bánh dẫn và bị dẫn.

ε là hệ số trượt trong khoảng 1- 3%

Trong phép tính gần đúng có thể bỏ qua hệ số trượt:

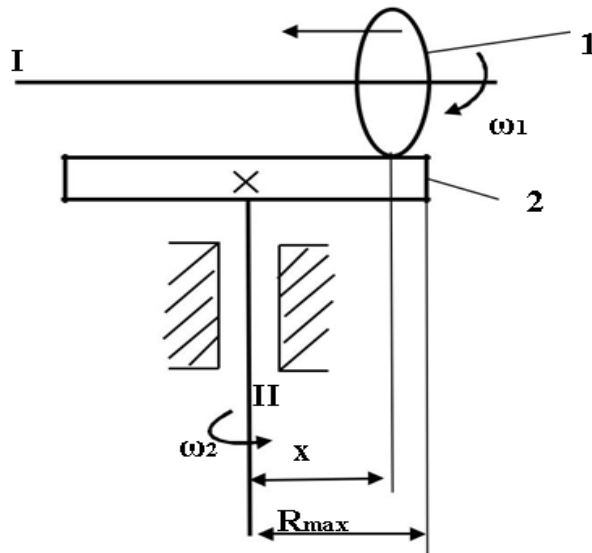
$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

- Ứng dụng:

Truyền động bánh ma sát được dùng trong các thiết bị rèn ép, cần trục và vận chuyển, các dụng cụ đo, máy cắt kim loại nhưng dùng nhiều hơn cả là các bộ biến tốc.

Hình 3.11 là lược đồ bộ biến tốc ma sát đơn giản nhất gồm đĩa ma sát 2 quay quanh trục II cố định và bánh 1 vừa quay vừa dịch động trên trục I. Nếu trục I là trục dẫn có tốc độ và chiều quay nhất định thì tốc độ của đĩa 2 và trục II tùy theo khoảng cách x . Khi bánh 1 nằm bên phải trục II và quay thuận chiều kim đồng hồ, trục II cũng quay thuận chiều kim đồng hồ. Khi dịch chuyển bánh ma sát 1 đến gần tâm trục II thì tốc độ quay của trục II giảm dần và khi bánh 1 sang bên trái trục II thì trục II quay ngược chiều kim đồng hồ. Do đó loại chuyển động này không những có thể biến đổi trị số tốc độ quay mà còn thay đổi chiều quay.

Tốc độ quay của trục bị dẫn tỷ lệ nghịch với khoảng cách x , nghĩa là:



Hình 3.11

$$n_2 = n_1 \frac{R_1}{x} \quad \text{suy ra} \quad i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{x}{R_1}$$

Ngoài bộ biến tốc ma sát người ta còn dùng bộ đảo chiều quay hình nón (hình 3.12) có hai bánh dẫn. Tùy theo sự dịch chuyển của bánh dẫn theo chiều quay trục I, một trong hai bánh dẫn này sẽ tiếp xúc với bánh bị dẫn lắp trên trục II. Như vậy trục I quay 1 chiều nhưng trục bị dẫn có thể quay theo hai chiều còn tỷ số truyền vẫn giữ nguyên. Bộ đảo chiều được dùng trong các máy rèn, ép.

* Cơ cấu bánh ma sát có nhiều ưu điểm:

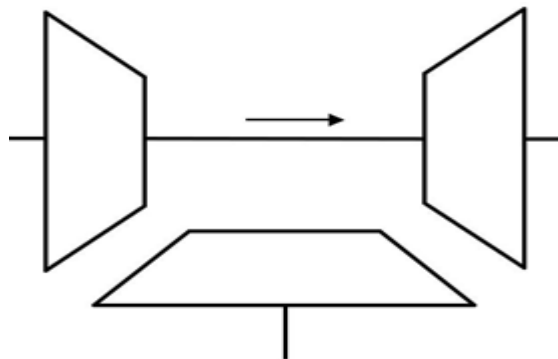
- + Bánh ma sát có cấu tạo đơn giản
- + Làm việc không ồn
- + Có khả năng điều chỉnh vô cấp số vòng quay Nhưng

* Nhược điểm:

+ Tỷ số truyền không ổn định vì có sự trượt, do vậy chỉ dùng khi yêu cầu không chặt chẽ về số truyền.

+ Tuổi thọ thấp vì mòn nhanh, khi trượt trơn, có thể bị hỏng vì mòn

+ Hư hỏng chủ yếu của cơ cấu ma sát là mòn nhanh và mòn không đều, cần phải thường xuyên tạo đủ lực để truyền tải, nhưng không quá lớn làm cho mặt ma sát chóng mòn và gây thêm tải trọng phụ cho ổ và trục.



Hình 3.12

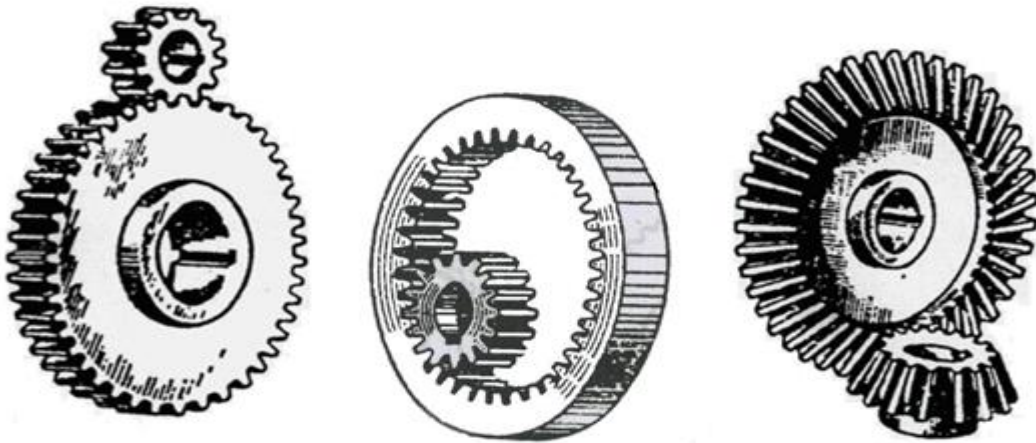
3.3 Cơ cấu truyền động ăn khớp:

3.3.1 Cơ cấu bánh răng:

- Khái niệm:

Cơ cấu bánh răng dùng để truyền chuyển động quay giữa các trục nhờ sự ăn khớp của hai khâu có răng. Khâu có răng gọi là bánh răng.

Bánh răng có hai loại chủ yếu, bánh răng trụ dùng để truyền chuyển động quay giữa các trục song song và bánh răng côn dùng để truyền chuyển động quay giữa các trục chéo nhau (thường vuông góc với nhau) (hình 3.13).



Hình 3.13

Cơ cấu bánh răng đơn giản nhất gồm một cặp bánh răng ghép cố định trên hai trục, nhờ ăn khớp giữa các răng của hai bánh răng, nên khi trục dẫn I quay làm cho trục bị dẫn II quay theo.

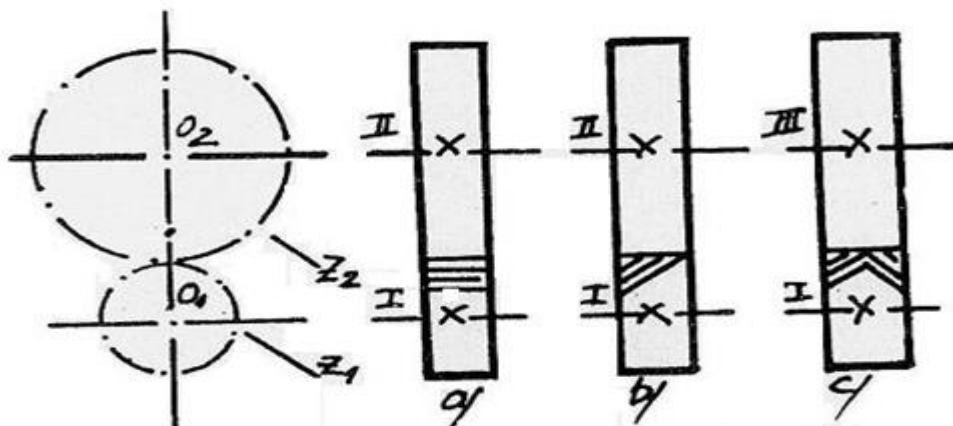
(Hình 3.14) là lược đồ cơ cấu bánh răng trụ ăn khớp ngoài. Trong đó:

(Hình 3.14 a) là lược đồ cơ cấu bánh răng trụ răng thẳng.

(Hình 3.14 b) là lược đồ cơ cấu bánh răng trụ răng nghiêng.

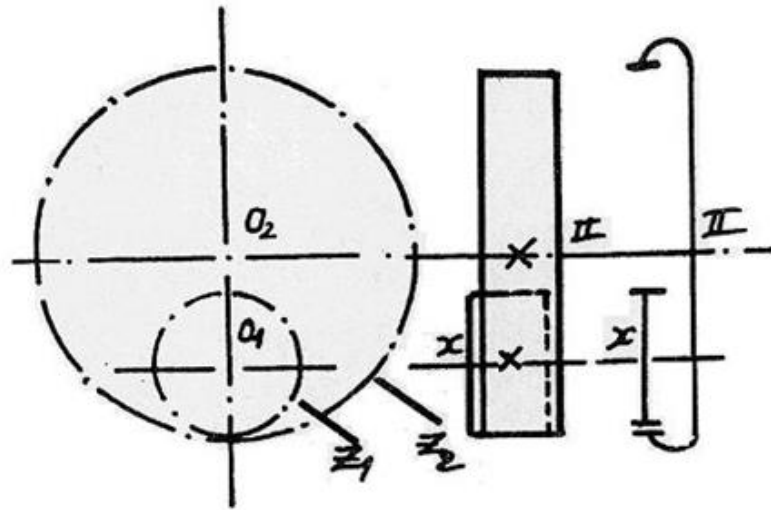
(Hình 3.14 c) là lược đồ cơ cấu bánh răng trụ răng chữ V.

Hai bánh răng ăn khớp ngoài làm cho hai trục quay ngược chiều nhau.



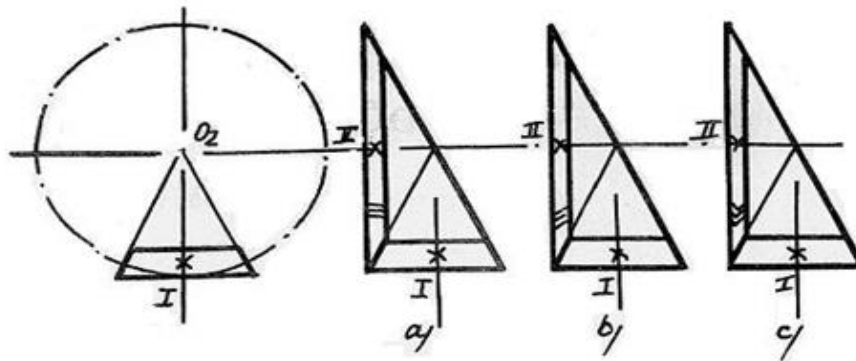
Hình 3.14

(Hình 3.15) là lược đồ cơ cấu bánh răng trụ ăn khớp trong. Hai bánh răng ăn khớp trong làm cho hai trục quay cùng chiều nhau.



Hình 3.15

(Hình 3.16 a) là lược đồ cơ cấu bánh răng côn răng thẳng, răng nghiêng (hình 3.16 b) và răng xoắn (hình 3.16 c).

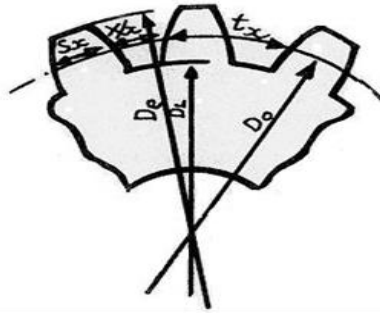


Hình 3.16

Các cơ cấu bánh răng đơn giản nói trên gồm 3 khâu: khâu dẫn là bánh răng 1 có số răng Z_1 lắp cố định (đánh dấu x trên trục) trên trục I, khâu bị dẫn là bánh răng 2 có số răng Z_2 lắp cố định trục II, khâu còn gọi là giá (trên hình vẽ không biểu diễn khâu giá)..

Trong một bánh răng trụ răng thẳng (hình 3.17) mỗi khoảng trống giữa hai bánh răng là một rãnh răng, hai cạnh bên của mỗi răng là hai đoạn đường cong (thường là đường thân khai) gọi là biên dạng răng. Chiều cao của răng được giới hạn bởi vòng đỉnh răng D_e , chiều sâu của răng được giới hạn bởi vòng chân răng D_i .

Cung giữa hai biên dạng cùng phía của hai răng kề nhau gọi là bước răng t_x , S_x là chiều dày của một răng, W_x là chiều rộng rãnh. Vòng tròn trên đó chiều dày răng bằng chiều rộng rãnh được gọi là vòng chia D_o . Lược đồ bánh răng được biểu diễn bằng vòng chia này.



Hình 3.17

Vật liệu làm bánh răng đòi hỏi bề mặt của bánh răng phải cứng để chống mài mòn, nhưng phần lõi răng và thân bánh răng phải dẻo để chống uốn và va chạm. Vì vậy hầu hết bánh răng truyền động kín (ở hộp số, hộp giảm tốc...) được chế tạo bằng thép và tôi mặt ngoài, bánh răng truyền động hở (ở các cơ cấu chấp hành) chế tạo bằng gang xám.

Để giảm bớt ma sát khi ăn khớp phải dùng dầu mỡ bôi trơn trên các mặt răng, trong truyền động hở mặt răng được bôi trơn bằng mỡ sôkidôn, trong truyền động kín mặt răng được bôi trơn bằng dầu AK-10, AK-15 công nghiệp...

- Tỷ số truyền:

+ Tỷ số truyền của một cặp bánh răng:

Tỷ số tốc độ giữa trục dẫn và trục bị dẫn của một cặp bánh răng được gọi là tỷ số truyền.

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \pm \frac{Z_2}{Z_1}$$

Trong đó i_{12} là tỷ số truyền từ trục dẫn I đến trục bị dẫn II, lấy dấu + khi ăn khớp trong, lấy dấu - khi ăn khớp ngoài, qui ước này chỉ dùng cho các bánh răng trụ.

ω_1, ω_2 là tốc độ góc của bánh răng 1 và 2

n_1, n_2 là số vòng quay trong 1 phút của bánh răng 1 và 2 Z_1, Z_2 là số răng của bánh răng 1 và 2

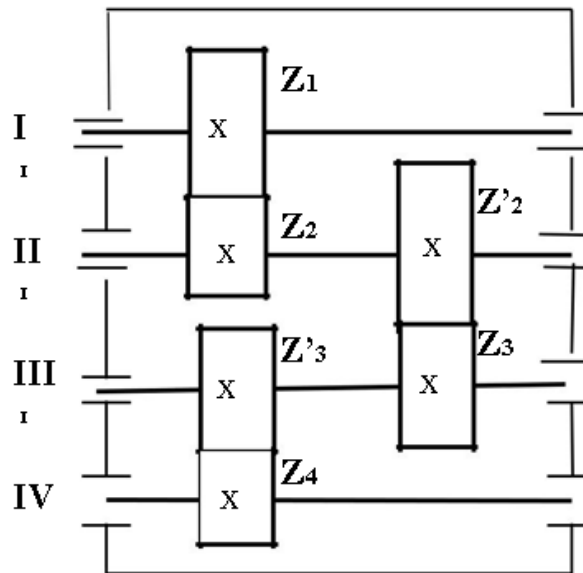
Truyền động của một cặp bánh răng chỉ đạt được một tỷ số truyền nhất định và tỷ số đó không thể hiện quá lớn, vì vậy thường dùng hệ thống những cặp bánh răng truyền động cho nhau vừa thực hiện được tỷ số truyền lớn, vừa đạt được nhiều tỷ số truyền khác nhau.

Có thể phân hệ bánh răng ra làm hai loại: Hệ bánh răng thường và hệ răng vi sai. Dưới đây ta sẽ xác định tỷ số truyền của hai loại hệ bánh răng này.

+ Tỷ số truyền của hệ bánh răng thường:

Hệ bánh răng thường là hệ tất cả các bánh răng đều quay quanh các trục cố định.

(Hình 3.18) là lược đồ bánh răng thường bao gồm: ba cặp bánh răng $Z_1, Z_2, Z_2', Z_3, Z_3', Z_4$ truyền động từ trục dẫn I đến trục bị dẫn IV, qua các trục trung gian II và III.



Hình 3.18

- Ứng dụng:

Cơ cấu bánh răng được sử dụng phổ biến trong nhiều thiết bị máy móc vì:

- + Truyền động chính xác
- + Thực hiện được tỉ số truyền lớn và cực lớn, đạt được nhiều tỉ số truyền khác nhau.
- + Có thể thay đổi chiều quay của trục bị dẫn

So với các cơ cấu truyền động khác, cơ cấu bánh răng có nhiều ưu điểm, nổi

bật:

- + Gọn, nhẹ, chiếm ít chỗ, khả năng truyền tải lớn
- + Hiệu suất truyền động cao, tỉ số truyền cố định
- + Sử dụng được lâu dài, làm việc chắc chắn
- + Dễ bảo quản, thay thế
- + Tuy nhiên cơ cấu bánh răng còn các nhược điểm:
- + Đòi hỏi chế tạo chính xác
- + Có nhiều tiếng ồn khi vận tốc lớn
- + Chịu va đập kém

Trong quá trình sử dụng, bánh răng thường gặp các dạng hư hỏng sau:

+ Mặt răng bị tróc từng mảng, do chế tạo hoặc lắp ghép thiếu chính xác, độ tiếp xúc hai mặt răng quá nhỏ nên không đủ sức chịu đựng, đột nhiên dính vào nhau, khi rời ra tróc từng mảng.

+ Răng bị sét mẻ, thường do trục bị cong hoặc lắp trục không song song, ứng suất tập trung vào một phía khiến răng bị nứt mẻ.

+ Răng bị mài mòn do bôi trơn kém hoặc sử dụng lâu ngày.

+ Bộ bánh răng tốt khi làm việc phát ra tiếng kêu đều. Nếu kêu to, lộc có thể do khe hở cạnh răng quá lớn sinh ra va chạm. Nếu tiếng kêu ken két, máy bị rung có thể do khe hở cạnh răng quá nhỏ hoặc khoảng cách tâm nhỏ hơn bình thường. Nếu có tiếng gầm lớn, khi tăng tốc càng kêu lớn hơn có thể do mặt răng chế tạo sai, không đồng đều, mặt răng có vết lõm hoặc nứt. Nếu tiếng kêu không đều theo chu kì có thể do tâm bánh răng không trùng với tâm trục....

Để tránh các hư hỏng nói trên, cần phải thực hiện chế độ sử dụng và bảo quản hợp lý:

- + Phải bảo đảm độ chính xác về khoảng cách tâm, độ song song hoặc vuông góc giữa các trục, khe hở cạnh răng và độ tiếp xúc mặt răng.

- + Phải thực hiện chế độ bôi trơn đủ và đúng loại dầu mỡ, tránh bụi bặm và mặt bẩn lẫn vào, nhất là các bộ truyền tải lớn và độ chính xác cao.

3.3.2 Cơ cấu xích:

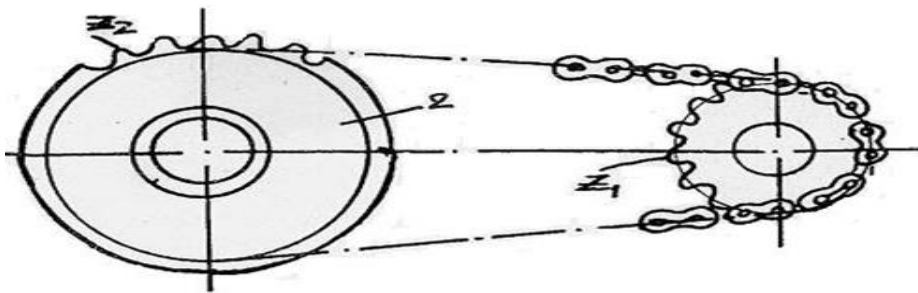
- Khái niệm:

Cơ cấu xích dùng để truyền động quay giữa các trục cách xa nhau (có thể đến 8m) nhờ sự ăn khớp của các mắt xích với răng của đĩa xích.

(Hình 3.19) là lược đồ cơ cấu xích, gồm khâu dẫn có đĩa xích 1 với số răng Z_1 lắp cố định trên trục I, khâu bị dẫn có đĩa xích 2 với số răng Z_2 lắp cố định trên trục II, khâu trung gian là một chuỗi mắt xích nối với nhau bằng bản lề, khâu còn lại là giá.

Ngoài ra có thể lắp thêm các thiết bị phụ như thiết bị căng xích, thiết bị bôi trơn và hộp che.

Đôi khi dùng một xích để truyền động từ đĩa dẫn sang nhiều đĩa bị dẫn.



Hình 3.19

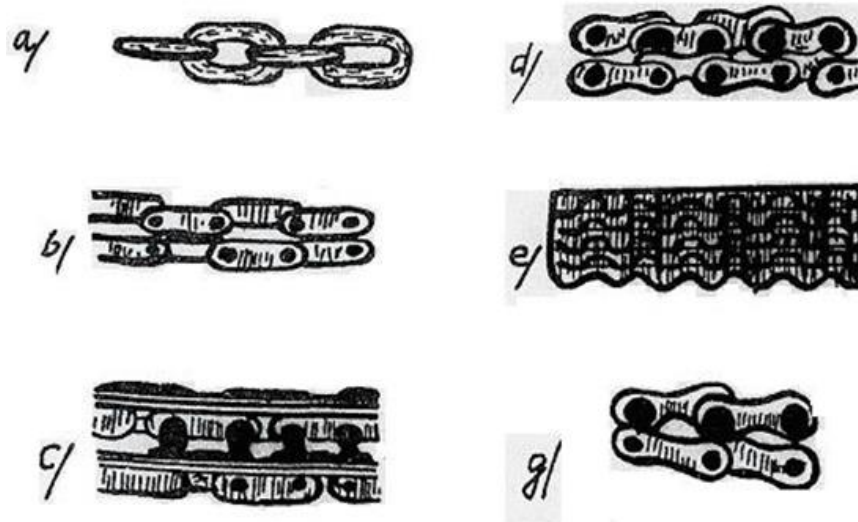
Xích thường được chia làm ba loại:

- + Xích trục (hình 3.20 a) làm việc với vận tốc thấp, dưới 0,25m/s và tải trọng lớn, dùng ở các tời ba lăng....

- + Xích kéo (hình 3.20 b) làm việc với vận tốc không quá 2m/s để vận chuyển các vật nặng trong các máy trục, băng tải, thang máy và các máy vận chuyển khác.

- + Xích truyền động làm việc với vận tốc cao để truyền cơ năng từ trục này sang trục khác, gồm: xích ống (hình 3.20 c), xích ống con lăn (Hình 3.20 d), xích răng

(hình 3.20 e), xích định hình (hình 3.20 g).



Hình 3.20

- Tỷ số truyền:

Công thức tính tỉ số truyền của xích tương tự như công thức tỉ số truyền của bánh răng.

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

Trong đó n_1, n_2 là số vòng quay trong 1 phút của đĩa dẫn và đĩa bị dẫn;

Z_1, Z_2 là số răng của đĩa dẫn và đĩa bị dẫn.

Tỉ số truyền hạn chế bởi khuôn khổ kích thước của bộ truyền, thông thường $i \leq 8$

Cần chú ý rằng, vận tốc của đĩa xích càng tăng thì đĩa xích càng chóng mòn, tỉ trọng động càng lớn và xích làm việc càng ồn. Vì vậy thường lấy vận tốc xích không quá 15m/s.

Mặt khác số răng đĩa xích càng ít xích càng chóng mòn, va đập của mắt xích và đĩa cũng tăng, xích làm việc càng ồn.

- Ứng dụng:

Cơ cấu xích chủ yếu dùng trong các trường hợp:

+ Các trục có khoảng cách trung bình, nếu dùng truyền động bánh răng thì phải thêm nhiều bánh răng trung gian không cần thiết.

+ Yêu cầu kích thước nhỏ gọn và làm việc không trượt (truyền động bằng đai không thỏa mãn được).

+ Cơ cấu xích được dùng trong các máy vận chuyển và máy nông nghiệp.

Truyền động bằng xích có ưu điểm là:

+ Có thể truyền động giữa hai trục cách xa nhau đến 8m.

+ Có khuôn khổ kích thước nhỏ gọn hơn so với cơ cấu đai truyền.

+ Không trượt như trong truyền động đai.

+ Hiệu suất cao, có thể đạt tới 90% nếu được chăm sóc tốt và sử dụng hết khả năng tải.

+ Lực tác dụng lên trục nhỏ hơn so với truyền động đai.

+ Có thể cùng một lúc truyền động cho nhiều trục.

Tuy nhiên truyền động bằng xích có những nhược điểm sau:

+ Đòi hỏi chế tạo và lắp ráp chính xác hơn so với bộ truyền bằng đai, chăm sóc phức tạp.

+ Chóng mòn, nhất là khi bôi trơn không tốt và làm việc nơi nhiều bụi.

+ Vận tốc tức thời của xích, đĩa bị dẫn không ổn định, nhất là khi số răng đĩa ít.

+ Có tiếng ồn khi làm việc.

+ Giá thành cao.

Trong quá trình làm việc, cơ cấu xích thường gặp những hư hỏng sau:

+ Xích và đĩa bị mòn, làm bước xích tăng lên, xích ăn khớp với răng đĩa ở gần đỉnh răng nên dễ dàng làm cho xích trượt khỏi đĩa xích. Đôi lúc má xích quá mòn làm gãy hoặc đứt xích hoặc đĩa xích quá mòn làm mất khả năng truyền động của xích.

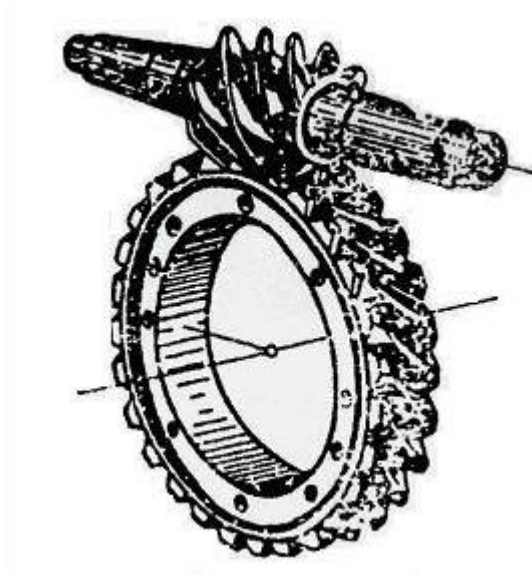
+ Khi lắp, hai đĩa xích không cùng nằm trên một mặt phẳng làm cho xích bị vặn, lắp quá căng gây tải trọng phụ hoặc quá chùng gây ra va đập khi vận tốc lớn.

+ Để tránh các hư hỏng trên, cần phải thực hiện chế độ bảo quản sử dụng cơ cấu xích hợp lý, chủ yếu là bôi trơn không tốt để cát bụi bám vào làm cho xích và đĩa chóng mòn, không để rơi vật cứng vào chỗ ăn khớp, phải che chắn với các xích truyền động có tốc độ lớn, tải trọng nặng để đảm bảo an toàn.

3.3.2 Cơ cấu bánh vít trục vít:

- Khái niệm:

Cơ cấu bánh vít – trục vít thuộc nhóm cơ cấu bánh răng đặc biệt, dùng để truyền chuyển động quay giữa hai trục chéo nhau, thường góc hai trục là 90^0 (hình 3.21).



Hình 3.21

Cơ cấu bánh vít – trục vít gồm có:

+ Bánh vít giống như một bánh răng nghiêng.

+ Trục vít cấu tạo giống như một trục nghiêng, trên trục đó có nhiều vòng ren dùng để ăn khớp với bánh vít.

+ Trục vít làm liền với trục bằng thép hợp kim, bánh vít có thể làm liền hoặc ghép vành bằng đồng thanh với đĩa bằng gang.

- Tỷ số truyền:

Thông thường trục vít là khâu dẫn truyền chuyển động quay cho bánh vít. Gọi z_1 là số mỗi ren của trục vít (trục vít có thể có 1, 2, 3 hoặc 4 mỗi ren). z_2 là số răng của bánh vít.

Tỉ số truyền của cặp bánh vít – trục vít bằng tỉ số giữa số răng bánh vít với số mỗi ren của trục vít.

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

Vì số mỗi ren z_1 của trục vít nhỏ, có khi lấy $z_1 = 1$ cho nên bộ truyền bánh vít – trục vít có thể đạt được tỉ số truyền rất lớn mà các bộ truyền khác không thực hiện được.

- Ứng dụng:

Cơ cấu bánh vít – trục vít có hiệu suất thấp nên thường dùng để truyền công suất nhỏ và trung bình (thường không quá 50-60kw) tỉ số truyền thường trong khoảng 8-100 đặc biệt có thể tới 1000 nhưng chỉ dùng với công suất nhỏ.

Cơ cấu bánh vít – trục vít dùng trong máy trục, máy cắt kim loại, ô tô...

Cơ cấu bánh vít – trục vít có các ưu điểm chính sau:

- + Tỉ số làm việc lớn
- + Làm việc êm, ít ồn
- + Có khả năng tự hãm

Nhược điểm chủ yếu của cơ cấu bánh vít – trục vít là:

- + Hiệu suất thấp, trong các bộ truyền tự hãm, hiệu suất càng thấp.
- + Cần dùng vật liệu giảm ma sát (đồng thanh) để làm bánh vít nên giá thành cao.
- + Do đặc điểm về kết cấu bánh vít – trục vít đòi hỏi lắp và gia công chính xác, đảm bảo chế độ bôi trơn, nếu không, chất lượng sử dụng giảm nhiều, phát nhiệt lớn, mài mòn nhanh và hiệu suất thấp.

Để cơ cấu bánh vít – trục vít làm việc tốt cần bảo đảm các điều kiện sau:

- + Đường tâm của bánh vít – trục vít phải chính xác, không nghiêng lệch và bảo đảm kích thước.
- + Giữa bánh răng vít và ren trục vít có khe hở cần thiết.
- + Mặt cạnh tiếp xúc tốt.
- + Cơ cấu quay nhẹ nhàng, trơn.

Nếu quay nặng chứng tỏ lắp ghép không tốt, nghiêng lệch nhiều, nhiều khe hở. Cần phải điều chỉnh kịp thời.

3.4 Cơ cấu truyền động cam:

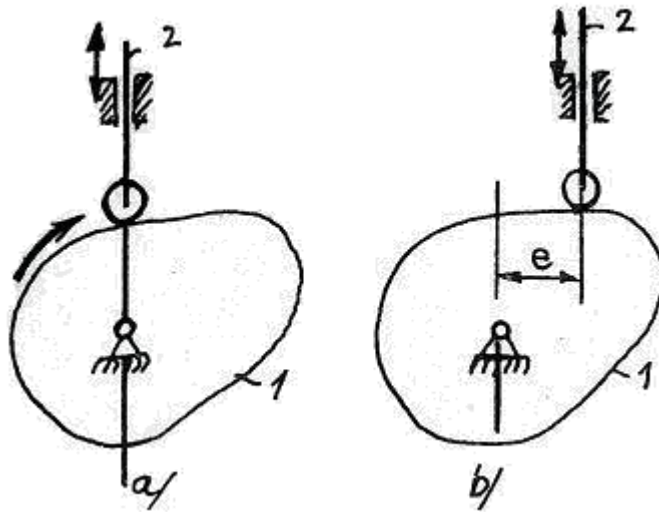
- Khái niệm:

Cơ cấu cam – cần đẩy gồm có ba khâu:

Khâu 1 gọi là cam, thường có chuyển động quay đều, truyền động cho khâu bị dẫn 2 gọi là cần đẩy có truyền động tịnh tiến thẳng đi lại thông qua con lăn tỳ trên mặt cam, khâu còn lại gọi là giá.

Nếu quỹ đạo của cần đẩy đi qua tâm quay của cam, ta có cơ cấu cam – cần đẩy trùng tâm (hình 3.22 a). Nếu quỹ đạo của cần cách tâm quay của cam một

khoảng e thì gọi là cơ cấu cam – cần đẩy lệch tâm, khoảng cách e gọi là tâm sai(hình 3.22 b).

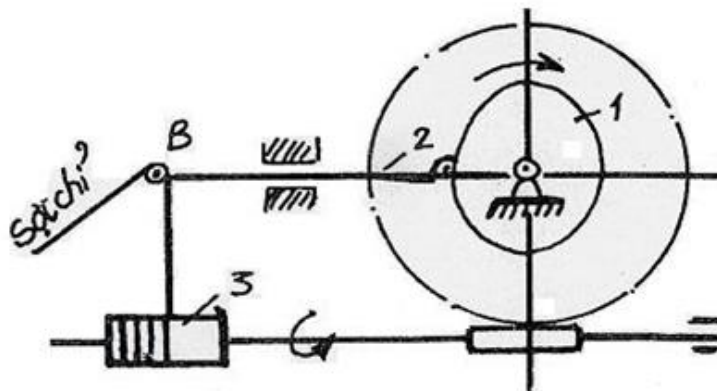


Hình 3.22

- Ứng dụng:

Cơ cấu cam – cần đẩy biến đổi chuyển động quay thành chuyển động tịnh tiến, được dùng trong các mắt cắt kim loại tự động, trong cơ cấu điều tiết nhiên liệu của động cơ đốt trong, trong các máy dệt và các máy công nghiệp khác.

(Hình 3.23) là sơ đồ máy cuốn chỉ, cam 1 quay làm cần đẩy 2 tịnh tiến thẳng đi lại, trên đầu B của cần đẩy có luồn chỉ để rải đều sợi chỉ vào ống 3, đồng thời truyền động phối hợp qua bộ truyền trục vít – bánh vít để đảm bảo tốc độ quay của ống chỉ với hành trình kép của cần đẩy.



Hình 3.23

3.5. Cơ cấu truyền động khác:

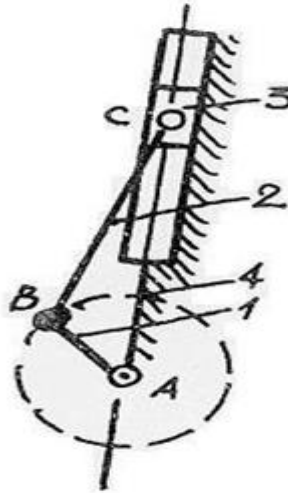
3.5.1 Cơ cấu tay quay thanh truyền:

- Khái niệm:

Cơ cấu tay quay – thanh truyền gồm có 4 khâu (hình 3.24): tay quay 1, thanh truyền 2, con trượt 3 và giá 4. Khi tay quay, thanh truyền 2 truyền chuyển động quay từ tay quay 1 đến con trượt 3, làm cho con trượt 3 chuyển động tịnh tiến thẳng trong rãnh trượt. Khi con trượt ở vị trí thấp hoặc cao nhất thì tay quay 1 và thanh truyền 2 nằm trên một đường thẳng tại các vị trí đó, con trượt chuyển sang hành trình ngược lại.

Nếu cơ cấu tay quay – thanh truyền dùng để biến chuyển động quay của tay quay thành chuyển động thẳng tịnh tiến đi lại của con trượt, thì tay quay là khâu dẫn, con trượt là khâu bị dẫn và thanh truyền là khâu trung gian.

Ngược lại, nếu cơ cấu tay quay – thanh truyền dùng để biến chuyển động thẳng tịnh tiến đi lại của con trượt thành chuyển động của tay quay thì con trượt lại là khâu dẫn và tay quay trở thành khâu bị dẫn, còn thanh truyền là khâu trung gian.



Hình 3.24

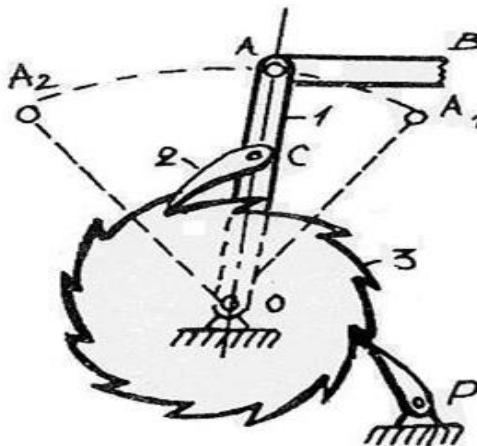
- Ứng dụng:

Cơ cấu tay quay – con trượt có khả năng truyền tải lớn nên được dùng nhiều trong kỹ thuật, như ở động cơ đốt trong máy hơi nước, nó được dùng để biến chuyển động tịnh tiến của pittong thành chuyển động quay của trục cơ; ở máy búa hơi, để biến chuyển động quay của trục động cơ thành chuyển động thẳng tịnh tiến đi lại của đầu búa làm nhiệm vụ rèn đập.

3.5.2 Cơ cấu cóc:

- Khái niệm:

Cơ cấu bánh răng cóc gồm khâu dẫn là cần lắc qua lại quanh trục O (có trục hình học với bánh răng cóc) trên cần lắc đặt 1 con cóc 2 quay được quanh bản lề C, khâu bị dẫn là bánh răng cóc 3, khâu còn lại là giá (hình 3.25).



Hình 3.25

Khi khâu dẫn thực hiện chuyển động lắc (do một cơ cấu khác tạo nên, trên hình chỉ biểu diễn 1 phần của thanh truyền AB), từ A1 đến A2, cóc 2 lọt vào rãnh răng của bánh răng cóc sẽ đẩy bánh răng cóc quay cùng chiều một góc tương ứng.

Khi khâu dẫn quay ngược lại (hành trình về) thì cóc lướt trên lưng các răng của bánh răng nên các bánh răng cóc đứng yên, con cóc D có tác dụng hãm không cho bánh răng cóc quay ngược lại.

- Ứng dụng:

Cơ cấu bánh răng cóc biến chuyển động quay của khâu dẫn thành chuyển động quay gián đoạn của khâu bị dẫn, thường được dùng trong các máy đóng hộp, máy chiếu phim và các máy cắt kim loại.

3.5.3 Cơ cấu các đăng:

- Khái niệm:

Cơ cấu các đăng dùng để truyền dẫn mô men xoắn giữa hộp số với cầu chủ động và giữa cầu trước chủ động với bánh xe (truyền dẫn giữa các trục không đồng tâm và có dịch chuyển tương đối)

- Yêu cầu:

- + Truyền dẫn hết mô men xoắn ở bất cứ mọi tốc độ quay.
- + Làm việc êm, ít rung và có hiệu suất truyền lực cao.
- + Kết cấu đơn giản và có độ bền cao.
- + Kiểm tra, bảo dưỡng và sửa chữa thuận lợi dễ dàng.

- Phân loại:

Theo công dụng

+ Các đăng nối giữa hộp số chính với cầu chủ động hoặc với các thiết bị phụ (tời).

+ Các đăng nối giữa cầu chủ động với bánh xe.

Theo đặc điểm động học

+ Các đăng khác tốc

+ Các đăng đồng tốc c, Theo kết cấu

+ Các đăng có chốt chữ thập.

+ Các đăng kiểu bi.

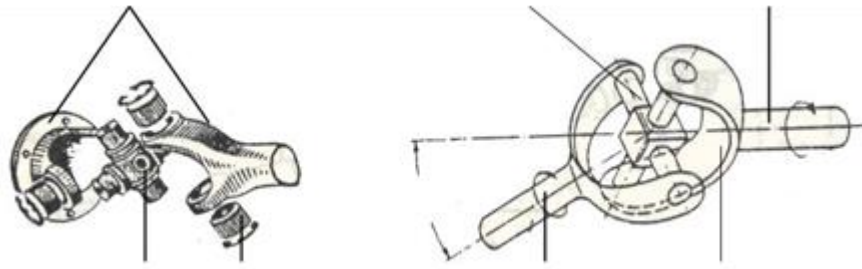
- Cấu tạo và hoạt động của các đăng:

a- Truyền động các đăng khác tốc (các đăng đơn)

* Cấu tạo (hình 3.26)

+ Trục chủ động : Trục chủ động 1 làm bằng thép ống bên trong có then hoa để lắp với trục bị động, một đầu có mặt bích để lắp nạng chữ U và lắp với hai đầu chốt chữ thập thông qua hai ổ bi kim.

+ Trục bị động : Trục bị động 2 gồm hai phần được lắp nối với nhau bằng then hoa, hai đầu có nạng chữ U và có lỗ lắp với hai đầu còn lại của chốt chữ thập bằng hai ổ bi kim. Các trục các đăng đều được cân bằng chính xác và có dầu lắp ghép ở hai đầu nạng (khớp nối).



Hình 2.26

* Nguyên lý hoạt động

Khi hai trục được lắp với nhau bằng một khớp: Nếu đồng tâm thì tốc độ quay cả hai trục như nhau ($\omega_2 = \omega_1$), nếu hai trục không đồng tâm (lệch nhau một góc) thì tốc độ quay của chúng khác nhau ($\omega_2 \neq \omega_1$) và góc lệch α càng lớn, sự chênh lệch tốc độ càng lớn làm tăng tải trọng động cho truyền động các đăng.

b- Truyền động các đăng đồng tốc (các đăng kép)

* Cấu tạo (hình 3.27)

+ Trục chủ động

+ Trục chủ động làm bằng thép ống bên trong có then hoa (hoặc mặt bích) để lắp với phải, một đầu có mặt bích chế tạo liền với nạng chữ U để lắp với hai đầu chốt chữ thập thông qua hai ổ bi kim.

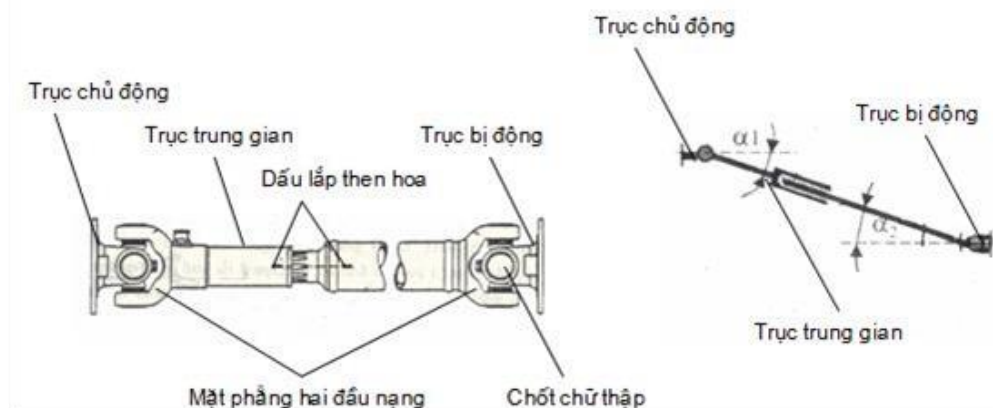
+ Trục trung gian

+ Trục trung gian gồm hai phần được lắp nối với nhau bằng then hoa, hai đầu có nạng chữ U và có lỗ lắp với hai đầu còn lại của chốt chữ thập bằng hai ổ bi kim.

+ Trục bị động

+ Trục bị động có ống then hoa để lắp với then hoa đầu trục chủ động truyền lực chính của cầu chủ động và một đầu có mặt bích và nạng bị động lắp với trục trung gian bằng một khớp chữ thập. Các trục và khớp các đăng đều được cân bằng chính xác và có dầu lắp ghép ở hai đầu nạng (khớp nối).

+ Trên ô tô luôn dùng liên hợp hai khớp các đăng khác tốc (các đăng kép), bố trí theo sơ đồ dạng chữ Z hay chữ V, bao gồm ba trục: trục chủ động, trục trung gian (gồm hai nửa) và trục bị động.



Hình 3.27 a- Cấu tạo các đăng kép (đồng tốc)

* Nguyên lý hoạt động

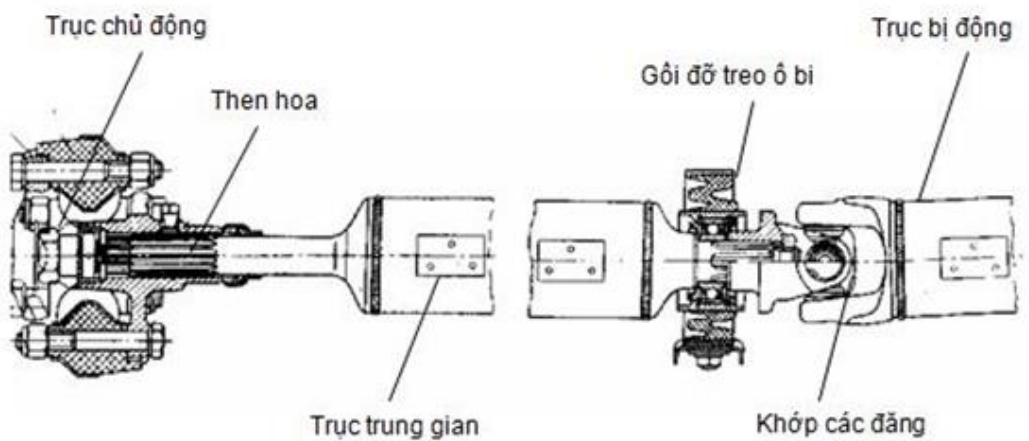
+ Truyền động các đăng kép bao gồm hai khớp và ba trục, trục chủ động và trục bị động đặt lệch với trục trung gian một góc $\omega_2 = \omega_1$. Khi trục chủ động quay

với tốc độ ω_1 thông qua hai chốt chữ thập, làm cho trục trung gian quay tốc độ $\omega_2 \neq \omega_1$ (khác tốc) và đồng thời làm quay trục bị động với tốc độ ω_3 , để truyền mô men xoắn từ phải đến cầu chủ động.

+ Điều kiện để trục bị động và trục chủ động quay đều $\omega_3 = \omega_1$ (đồng tốc), khi góc $\alpha_1 = \alpha_2$ và mặt phẳng các đầu nặng của trục trung gian cùng nằm trên một mặt phẳng (lắp đúng dấu).

+ Phần then hoa trên trục trung gian, đảm bảo độ dịch chuyển dọc trục khi cơ cấu treo của ô tô đàn hồi.

+ Loại các đăng kép bố trí cầu sau chủ động có khoảng cách giữa các cụm lớn, thường bố trí thêm gối đỡ trung gian để treo ổ bi và trục trung gian lên khung xe làm tăng độ cứng vững của truyền lực các đăng.



Hình 3.27 b - Cấu tạo các đăng kép (loại có gối đỡ trung gian và ổ bi treo)
c- Truyền động các đăng đồng tốc kiểu bi

* Cấu tạo (hình 3.28)

Truyền động các đăng đồng tốc kiểu bi được lắp trên cầu trước dẫn hướng và chủ động bao gồm:

+ Trục chủ động

+ Làm bằng thép có then hoa để lắp với hộp vi sai, một đầu có nặng khớp cầu chữ C hai bên nặng có các rãnh tròn chứa các viên bi truyền lực.

+ Trục bị động Có cấu tạo tương tự trục chủ động, lắp đối diện tạo thành một khớp chứa 5 viên bi, một viên nằm ở tâm khớp có lỗ và chốt định vị và 4 viên bi nằm xung quanh để truyền lực.

* Nguyên lý hoạt động:

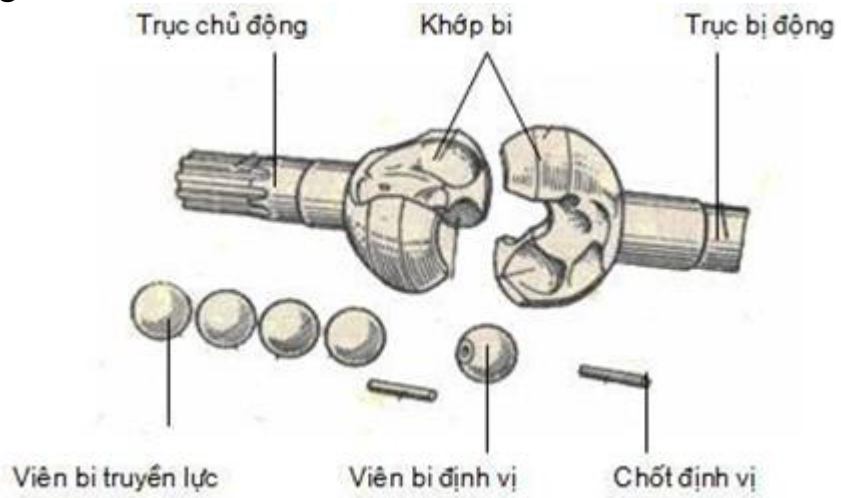
+ Nguyên lý hình thành các đăng kiểu bi có thể xem xét trên cơ sở một bộ truyền bánh răng côn ăn khớp có kích thước hình học giống nhau hoàn toàn.

+ Khi hai đường tâm trục thay đổi, tức là khi thay đổi góc nghiêng truyền mô men để có điều kiện đồng tốc ($\omega_2 = \omega_1$) thì phải đảm bảo:

+ Giữ nguyên khoảng cách từ điểm truyền lực tới điểm giao nhau của hai đường tâm trục.

+ Điểm truyền lực luôn luôn nằm trên mặt phẳng phân giác của góc tạo nên giữa hai đường tâm trục, khi góc tạo nên giữa hai đường tâm trục là 300 thì cho phép các viên bi nằm trong mặt phẳng lệch với trạng thái trung gian 150.

+ Để đảm bảo điều kiện làm việc truyền mô men xoắn của khớp bi, tránh hiện tượng các viên bi chạy khỏi rãnh tròn của nạng thì góc quay lớn nhất của bánh xe dẫn hướng không vượt 300.



Hình 3.28. Sơ đồ cấu tạo truyền động các đăng đồng tốc

Tài liệu tham khảo

- 1- Đỗ Sanh, Nguyễn Văn Đình, Nguyễn văn Khang (2009) - *Giáo trình Cơ học-Tập1 (Tĩnh học và động học)* - NXB Giáo dục
 - 2- Đỗ Sanh, Nguyễn Văn Vượng, Phan Hữu Phúc (2009) - *Giáo trình Cơ kỹ thuật* - NXB Giáo dục
 - 3- Nguyễn Khắc Đàm (1992) - *Giáo trình Cơ kỹ thuật* - NXB Giáo dục
 - 4- Nguyễn Quang Tuyền, Nguyễn Thị Thạch (2005) - *Giáo trình Cơ kỹ thuật*
- Sở giáo dục đào tạo Hà Nội - NXB Hà Nội