

UBND TỈNH LÂM ĐỒNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG ĐÀ LẠT

GIÁO TRÌNH

**MÔN HỌC/MÔ ĐUN: CƠ ỨNG DỤNG NGÀNH/NGHỀ:
CÔNG NGHỆ Ô TÔ
TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP**

Lâm Đồng, năm 2017

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.

LỜI GIỚI THIỆU

Nội dung của giáo trình đã được xây dựng trên cơ sở kế thừa những nội dung được giảng dạy ở các trường dạy nghề, kết hợp với những nội dung mới nhằm đáp ứng yêu cầu nâng cao chất lượng đào tạo phục vụ sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước.

Giáo trình được biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, bổ sung nhiều kiến thức mới, đề cập những nội dung cơ bản, cốt yếu để tùy theo tính chất của các ngành nghề đào tạo mà nhà trường tự điều chỉnh cho thích hợp và không trái với quy định của chương trình khung đào tạo nghề.

Với mong muốn đó giáo trình được biên soạn, nội dung giáo trình bao gồm:

Chương 1: Cơ học lý thuyết

Chương 2: Sức bền vật liệu

Chương 3: Chi tiết máy

Xin trân trọng cảm ơn Khoa Cơ khí Động lực, Trường Cao đẳng Nghề Đà Lạt cũng như sự giúp đỡ quý báu của đồng nghiệp đã giúp tác giả hoàn thành giáo trình này.

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.

Đà Lạt, ngày 20 tháng 03 năm 2017

Tham gia biên soạn

1. Chủ biên: Lê Thanh Quang

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: CƠ HỌC LÝ THUYẾT.....	1
1- Các tiên đề tĩnh học.....	1
1.1- Vật rắn tuyệt đối.....	1
1.2- Lực	1
1.2.1- Lực.....	1
1.2.2- Hệ lực.....	2
1.2.3- Các tiên đề tĩnh học.....	3
1.3- Liên kết và phản lực liên kết.....	4
1.3.1- Vật tự do và vật bị liên kết.....	4
1.3.2- Phản lực liên kết.....	4
1.3.3- Các liên kết cơ bản.....	4
2- Lực.....	6
2.1- Phân tích một lực thành hai lực đồng quy	6
2.2- Tổng hợp lực	6
2.2.1- Hợp lực của hai lực đồng quy	6
2.2.2- Hợp lực của một hệ lực phẳng đồng quy	9
2.3 - Điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy	12
2.4- Hệ lực phẳng song song.....	13
3- Mô men	14
3.1- Mô men của lực đối với một điểm.....	14
3.1.1- Định nghĩa.....	14
3.1.2- Định lý về mô men (định lý Varinhông).....	15
3.2- Ngẫu lực.....	15
3.2.1- Định nghĩa.....	15
3.2.2- Tính chất của ngẫu lực trên một mặt phẳng	17
3.2.3- Hợp hệ ngẫu lực phẳng	17
3.3- Điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng song song	18
4- Chuyển động cơ bản của chất điểm	19
4.1- Chuyển động cơ học	19
4.2- Chuyển động thẳng	20
4.2.1- Chuyển động thẳng đều	20
4.2.2- Chuyển động thẳng biến đổi đều	20
4.3- Chuyển động cong	20
4.3.1- Chuyển động cong đều	20
4.3.2- Chuyển động cong biến đổi đều	20
5- Chuyển động cơ bản của vật rắn.....	21
5.1- Chuyển động tịnh tiến của vật rắn	21
5.2- Chuyển động quay của vật rắn quanh một điểm cố định.....	21
5.3- Quỹ đạo, vận tốc, gia tốc của điểm thuộc vật rắn quay quanh 1 trục cố định	23
5.4 - Chuyển động tổng hợp của điểm	25
5.5- Chuyển động song phẳng.....	25
6- Công và năng lượng.....	27
6.1- Các định luật cơ bản của động lực học	27

6.2- Công	28
6.3- Công suất, hiệu suất	29
Câu hỏi ôn tập	31
Bài tập.....	31
CHƯƠNG 2: SỨC BỀN VẬT LIỆU	33
1- Những khái niệm cơ bản về sức bền vật liệu	33
1.1- Nhiệm vụ và đối tượng của sức bền vật liệu.....	33
1.2- Nội lực.....	34
1.3- Phương pháp mặt cắt.....	34
1.4- Ứng suất	35
2- Kéo và nén	35
2.1- Khái niệm về kéo nén	35
2.1.1- Định nghĩa.....	35
2.1.2- Nội lực.....	35
2.1.3- Ứng suất	37
2.2- Biến dạng, định luật Húc	37
2.3- Tính toán về kéo nén.....	39
3- Cắt dập	40
3.1- Cắt	40
3.1.1- Định nghĩa.....	40
3.1.2- Ứng suất	41
3.1.3- Biến dạng	41
3.2- Dập	42
3.2.1- Định nghĩa.....	42
3.2.2- Ứng suất	42
4- Xoắn.....	43
4.1- Khái niệm về xoắn	43
4.2- Ứng suất trên mặt cắt thanh chịu xoắn	45
4.3- Tính toán về xoắn.....	48
5- Uốn.....	49
5.1- Khái niệm về uốn	49
5.1.1- Định nghĩa.....	49
5.1.2- Nội lực.....	49
5.2- Ứng suất trên mặt cắt của dầm chịu uốn.....	51
5.2.1- Biến dạng của dầm uốn thuần túy.....	51
5.2.2- Ứng suất trên mặt cắt của dầm uốn thuần túy.....	52
5.3- Tính toán về uốn	53
5.4- Khái niệm về thanh chịu lực phức tạp	54
Câu hỏi ôn tập	56
Bài tập.....	56
CHƯƠNG 3: CHI TIẾT MÁY	57
1- Những khái niệm cơ bản về cơ cấu và máy	57
1.1- Những khái niệm cơ bản và định nghĩa	57
1.1.1- Khái niệm về tiết máy	57
1.1.2- Khái niệm về cơ cấu truyền động	58

1.1.3- Khái niệm về máy	58
1.2- Lược đồ động học và sơ đồ động	59
2. Cơ cấu truyền động ma sát.....	60
2.1. Cơ cấu truyền động đai	60
2.1.1-Khái niệm.....	60
2.1.2- Tỷ số truyền	62
2.1.3- Ứng dụng.....	63
2.2- Cơ cấu bánh ma sát	64
2.2.1- Khái niệm.....	64
2.2.2- Tỷ số truyền	64
2.2.3- Ứng dụng.....	65
3- Cơ cấu truyền động ăn khớp	66
3.1- Cơ cấu bánh răng	66
3.1.1- Khái niệm.....	66
3.1.2- Tỷ số truyền	69
3.1.3- Ứng dụng.....	70
3.2- Cơ cấu xích	71
3.2.1- Khái niệm.....	71
3.2.2- Tỷ số truyền	72
3.2.3- Ứng dụng.....	73
3.3- Cơ cấu bánh vít trục vít.....	74
3.3.1- Khái niệm.....	74
3.3.2- Tỷ số truyền	74
3.3.3- Ứng dụng.....	75
4- Cơ cấu truyền động cam	75
4.1- Khái niệm	75
4.2- Ứng dụng.....	76
5- Các cơ cấu truyền động khác.....	77
5.1- Cơ cấu tay quay thanh truyền	77
5.1.1- Khái niệm.....	77
5.1.2- Ứng dụng.....	78
5.2- Cơ cấu cóc.....	78
5.2.2- Ứng dụng.....	79
5.3. Cơ cấu các đăng	79
5.3.1- Khái niệm.....	79
5.3.2 - Phân loại.....	79
5.3.3 - Cấu tạo và hoạt động truyền động các đăng.....	79
Câu hỏi ôn tập	83
Tài liệu tham khảo	90

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC

Tên môn học: CƠ ỨNG DỤNG

Mã môn học: MH 08

Thời gian thực hiện môn học: 45 giờ; (Lý thuyết: 42 giờ; Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập: 00 giờ; Kiểm tra: 03 giờ)

I. Vị trí, tính chất của môn học:

1. Vị trí: Môn học được bố trí giảng dạy song song với các môn học/ mô đun sau: MH 07, MH 09, MH 10, MH 11, MH 12, MĐ 13, MĐ 14.

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

II. Mục tiêu môn học:

1. Về kiến thức:

- Trình bày được các khái niệm cơ bản trong cơ học ứng dụng;
- Trình bày được phương pháp tổng hợp và phân tích lực;
- Trình bày được các cấu tạo, nguyên lý làm việc và phạm vi ứng dụng của các cơ cấu truyền động cơ bản.

2. Về kỹ năng:

- 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, đập, 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.

3. Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

- 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;
- Có khả năng tự nghiên cứu, tự học, tham khảo tài liệu liên quan đến môn học để vận dụng vào hoạt động học tập;
- Vận dụng được các kiến thức tự nghiên cứu, học tập và kiến thức, kỹ năng đã được học để hoàn thiện các kỹ năng liên quan đến môn học một cách khoa học, đúng quy định.

Chương 1: CƠ HỌC LÝ THUYẾT

Mục tiêu: Học xong chương này người học có khả năng:

- 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:

1- Các tiên đề tĩnh học

1.1- Vật rắn tuyệt đối

Cơ học quan niệm vật rắn tuyệt đối là vật khi chịu tác dụng có hình dạng và kích thước không đổi.

Vật rắn tuyệt đối là mô hình lý tưởng, thực tế khi chịu tác dụng mọi vật đều biến đổi hình dạng và kích thước. Nhưng để đơn giản việc nghiên cứu sự cân bằng và chuyển động của vật ta có thể coi vật là tuyệt đối rắn

1.2- Lực

1.2.1- Lực

- Định nghĩa: *Lực là tác động tương hỗ từ những vật hoặc từ môi trường xung quanh lên vật đang xét, làm cho vật thay đổi vận tốc hoặc làm cho vật biến dạng.*

Đầu búa tác động lên vật rên là lực tác động từ vật này lên vật khác, trọng lực tác động vào vật là lực hút trái đất lên vật đó. Trọng lượng là một thành phần của trọng lực, với sai số nhỏ, trọng lượng của vật coi như trùng với trọng lực của vật đó.

- Đo lực: dùng lực kế

Treo các vật có khối lượng khác nhau vào một lò xo thẳng đứng, độ dãn của lò xo tỷ lệ với khối lượng của vật.

Mặt khác tại một điểm xác định, trọng lượng của vật tỷ lệ với khối lượng của vật.

$$P = mg$$

p - trọng lượng, m - khối lượng, g - gia tốc trọng trường ($g = 9,81 \text{ m/g}^2$)

Căn cứ vào kết luận này người ta chế ra một dụng cụ đo lực gọi là lực kế.

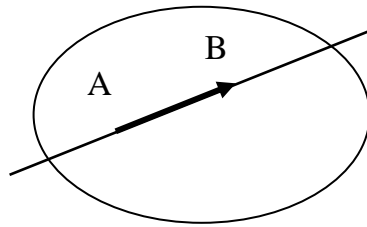
Đơn vị đo trị số của lực là *Niu ton*, ký hiệu: N

Bội số của Niu ton là *ki lô Niu ton*, ký hiệu KN ($1\text{KN} = 10^3\text{N}$); *mê ga Niu ton*, ký hiệu MN ($1\text{MN} = 10^6\text{N}$)

Đơn vị của khối lượng là *ki lô gam*, ký hiệu kg.

- Cách biểu diễn lực

Lực được đặc trưng bởi ba yếu tố: điểm đặt, phương chiều và trị số. Nói cách khác lực là một đại lượng véc tơ và được biểu diễn bằng véc tơ lực (*hình 1.1*).



Hình 1.1

Véc tơ \vec{AB} biểu diễn lực tác dụng lên một vật rắn, trong đó:

- Góc A là điểm đặt của lực \vec{AB}
 - Đường thẳng chứa \vec{AB} là phương của lực còn gọi là đường tác dụng của lực.
 - mút B chỉ chiều của lực \vec{AB}
 - Độ dài của AB biểu diễn trị số của lực \vec{AB} theo một tỷ lệ xích nào đó
- Để đơn giản thường ký hiệu lực bằng chữ in hoa và ghi dấu véc tơ trên chữ in hoa đó, ví dụ : $\vec{F}, \vec{Q}, \vec{P}, \vec{R}, \vec{S}$

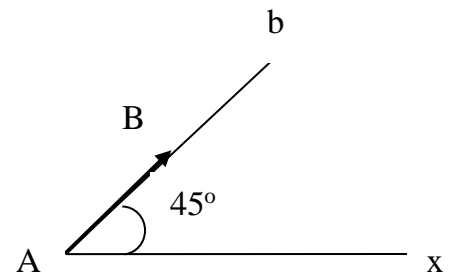
Ví dụ: Một lực \vec{F} có trị số 150N hợp với phương nằm ngang một góc 45° về phía trên đường nằm ngang. Hãy biểu diễn lực đó theo tỷ lệ 5N trên độ dài 1 mm.

Bài giải

Độ dài của véc tơ lực \vec{F} là: $150 : 5 = 30\text{mm}$

Ta kẻ một đường nằm ngang Ax, kẻ đường Ab hợp với đường nằm ngang Ax một góc 45° về phía trên đường nằm ngang.

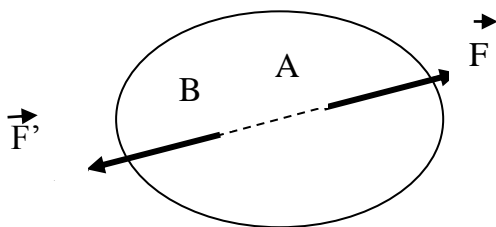
Đặt lên Ab một độ dài AB bằng 30mm. Véc tơ \vec{AB} biểu diễn lực \vec{F} cần tìm. (hình1.2)



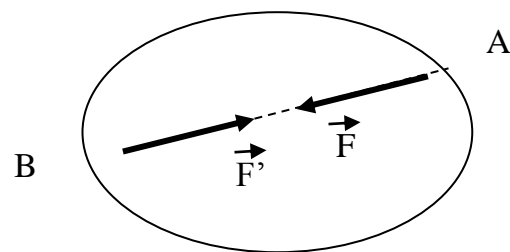
Hình 1.2

1.2.2- Hệ lực

- Hai lực trực đối: Là hai lực có cùng trị số , cùng đường tác dụng nhưng ngược chiều nhau (hình 1.3a,b)



Hình 1.3a



Hình 1.3b

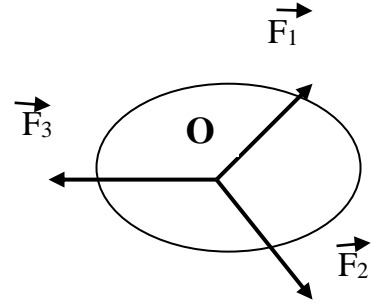
- Hệ lực: Tập hợp nhiều lực cùng tác dụng lên một vật rắn gọi là hệ lực, ký hiệu $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n)$

Hình 1.4, 1.5, 1.6 là các thí dụ về hệ lực phẳng đồng quy $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n)$; hệ lực phẳng song song $(\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3, \dots, \vec{P}_n)$ và hệ lực phẳng bất kỳ $(\vec{Q}_1, \vec{Q}_2, \vec{Q}_3, \dots, \vec{Q}_n)$

- Hai lực tương đương: Hai hệ lực gọi là tương đương khi chúng có cùng tác dụng cơ học lên một vật rắn

$$(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n) \sim (\vec{P}_1, \vec{P}_2, \vec{P}_3, \dots, \vec{P}_n)$$

- Hợp lực: là một lực duy nhất tương đương với tác dụng của cả hệ lực



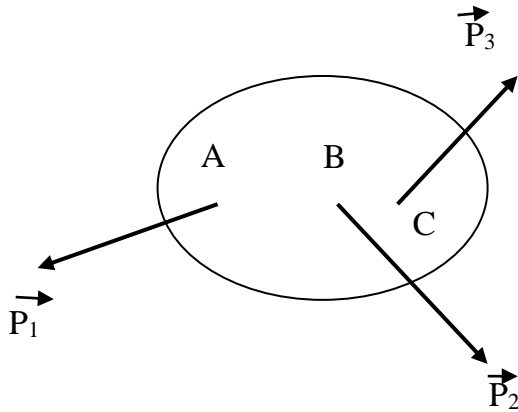
Hình 1.4

$$(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n) \sim \vec{R} \text{ Thì } \vec{R} \text{ là hợp lực của hệ lực } (\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n)$$

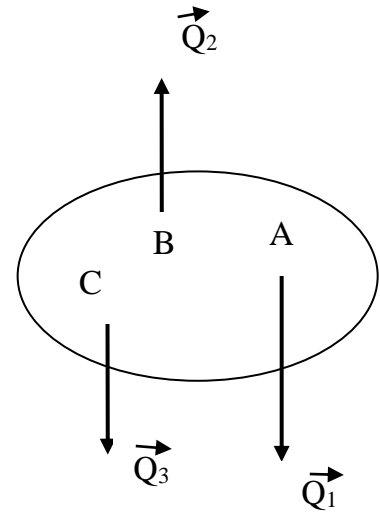
- Hệ lực cân bằng: Là hệ lực khi tác dụng vào vật rắn sẽ không làm thay đổi trạng thái cơ học của vật rắn (Nếu vật đang đứng yên thì đứng yên, nếu đang chuyển động thẳng đều thì chuyển động thẳng đều). Nói cách khác hệ lực cân bằng tương đương với 0.

$$(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n) \sim 0$$

Vật chịu tác dụng của hệ lực cân bằng được gọi là vật ở trạng thái cân bằng.



Hình 1.5



Hình 1.6

1.2.3- Các tiên đề tĩnh học

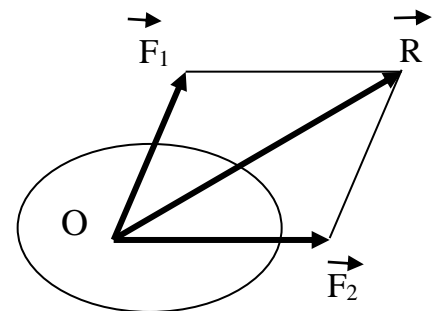
- Tiên đề 1 (Tiên đề về hai lực cân bằng)

Điều kiện cần và đủ để hai lực tác dụng lên một vật rắn được cân bằng là chúng phải trực đối nhau (hình 1.3-a,b)

- Tiên đề 2 (Tiên đề về thêm và bớt hai lực cân bằng)

Tác dụng của một hệ lực lên một vật rắn không thay đổi khi thêm vào hay bớt đi hai lực cân bằng.

- Tiên đề 3 (Tiên đề hình bình hành lực)



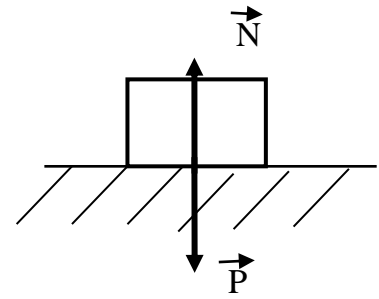
Hình 1.7

Hai lực đặt tại một điểm tương đương với một lực đặt tại điểm đó và được biểu diễn bằng véc tơ đường chéo hình bình hành mà hai cạnh là hai véc tơ biểu diễn hai lực đã cho (hình 1.7).

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

- Tiên đề 4 (Tiên đề tương tác)
 Lực tác dụng và phản tác dụng là hai lực trực đối
 (hình 1.8).

Tuy nhiên lực tác dụng và phản tác dụng không cân bằng vì chúng đặt vào hai vật khác nhau.



Hình 1.8

1.3- Liên kết và phản lực liên kết

1.3.1- Vật tự do và vật bị liên kết

Vật rắn gọi là vật tự do khi nó có thể thực hiện chuyển động tự ý theo mọi phương trong không gian mà không bị cản trở.

Ngược lại, vật rắn không tự do khi một vài phương chuyển động của nó bị cản trở. Những điều kiện cản trở chuyển động của vật gọi là liên kết.

Vật không tự do gọi là vật bị liên kết (còn gọi là vật khảo sát)

Vật cản trở chuyển động của vật khảo sát là vật liên kết

Ví dụ cuốn sách để trên bàn thì cuốn sách là vật khảo sát, bàn là vật liên kết.

1.3.2- Phản lực liên kết

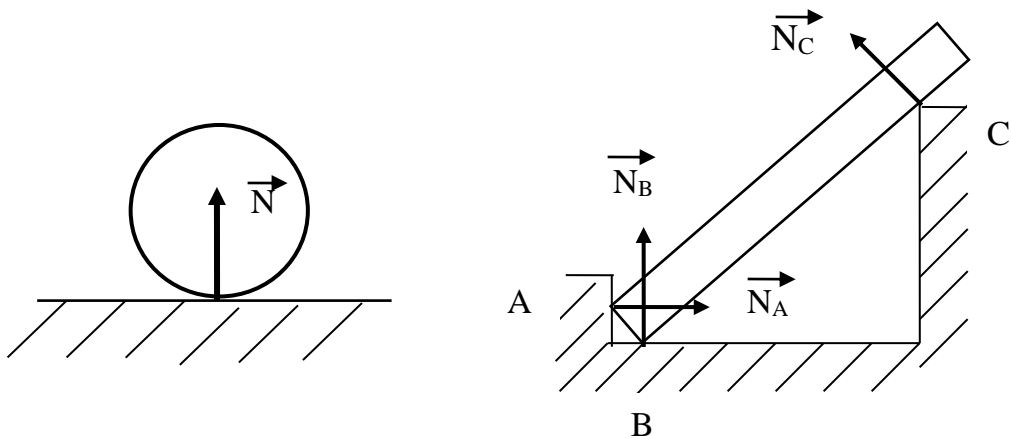
Do tác dụng tương hỗ, vật khảo sát tác dụng lên vật liên kết một lực gọi là lực tác dụng. Theo tiên đề tương tác, vật liên kết tác dụng trở lại vật khảo sát một lực gọi là phản lực liên kết.

Phản lực đặt vào vật khảo sát (ở nơi tiếp xúc giữa hai vật) cùng phương, ngược chiều với hướng chuyển động của vật khảo sát bị cản trở. Trị số của phản lực phụ thuộc vào lực tác dụng từ vật khảo sát đến vật gây liên kết.

1.3.3- Các liên kết cơ bản

- Liên kết tựa

Liên kết tựa cản trở vật khảo sát chuyển động theo phương vuông góc với mặt tiếp xúc chung giữa vật khảo sát và vật gây liên kết (hình 1.9).



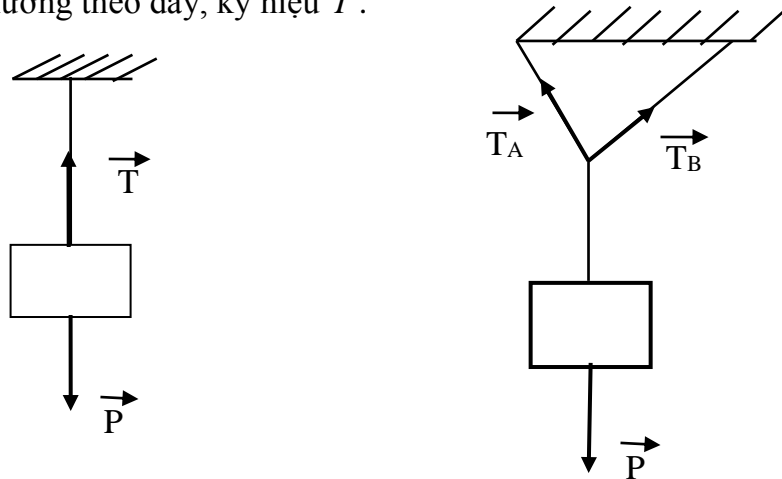
Hình 1.9

Phản lực có phương vuông góc với mặt tiếp xúc chung, có chiều đi về phía vật khảo sát, ký hiệu \vec{N}

- Liên kết dây mềm

Liên kết dây mềm cản trở vật khảo sát chuyển động theo phương của dây (hình 1.10).

Phản lực có phương theo dây, ký hiệu \vec{T} .



Hình 1.10

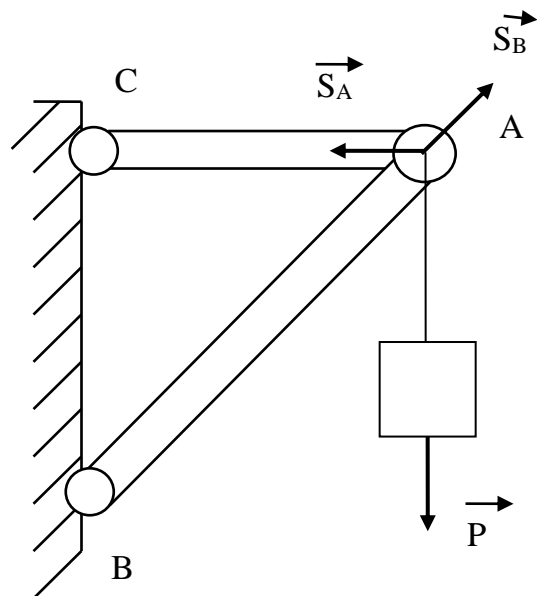
- Liên kết thanh

Liên kết thanh (hình 1.11) cản trở vật khảo sát chuyển động theo phương của thanh (bỏ qua trọng lượng của thanh)

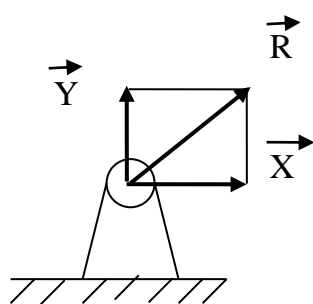
Phản lực có phương dọc theo thanh, ký hiệu \vec{S}

- Liên kết bản lề

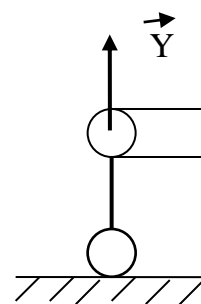
Bản lề cố định có thể cản trở vật khảo sát chuyển động theo hai phương: Phương nằm ngang và phương thẳng đứng, vì vậy phản lực có hai thành phần \vec{X} và \vec{Y} . phản lực toàn phần \vec{R} (hình 1-12 a).



Hình 1.11



Hình 1-12 a



Hình 1-12 b

Bản lề di động phản lực có phương giống như liên kết tựa đặt ở tâm bản lề ký hiệu \vec{Y} (hình 1-12 b)

2- Lực

2.1- Phân tích một lực thành hai lực đồng quy

- Khi biết phương của hai lực.

Giả sử biết lực \vec{R} đặt tại điểm O và hai phương Ox, Oy (hình 1.13). Cần phân tích \vec{R} thành hai lực \vec{F}_1 và \vec{F}_2 đặt trên hai phương đó.

Muốn thế, từ mút C của lực R ta kẻ các đường song song với hai phương Ox, Oy và cắt Ox tại A và Oy tại B

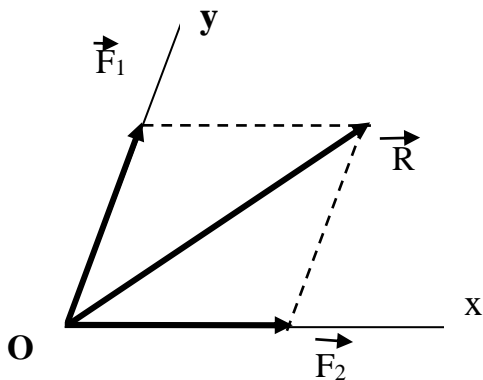
Ta được $\vec{OA} = \vec{F}_1$. $\vec{OB} = \vec{F}_2$ là các lực cần tìm.

- Khi biết phương, chiều và trị số của một lực.

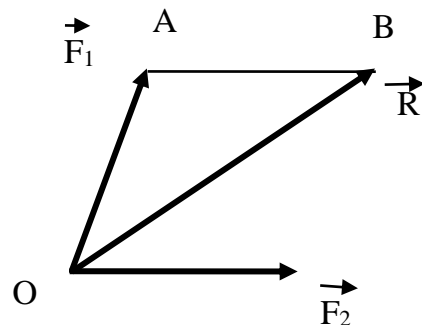
Giả sử biết hợp lực \vec{R} và một thành phần \vec{F}_1 (hình 1.14), cần phân tích lực \vec{R} thành hai lực \vec{F}_1 và \vec{F}_2

Muốn thế, nối các mút A và B của hai lực \vec{F}_1 và \vec{R} được véc tơ \vec{AB} .

Từ O kẻ véc tơ \vec{F}_2 song song cùng chiều và cùng trị số với \vec{AB} . Ta được \vec{F}_1 , \vec{F}_2 là các lực cần tìm.



Hình 1.13



Hình 1.14

2.2- Tổng hợp lực

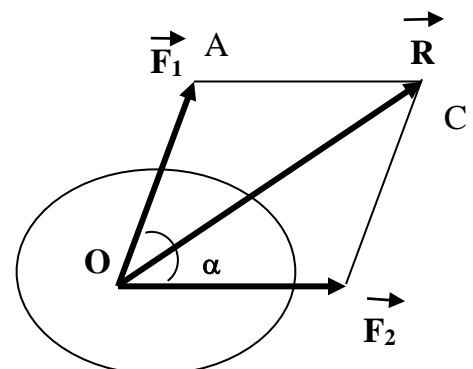
2.2.1- Hợp lực của hai lực đồng quy

- Quy tắc hình bình hành

Giả sử có hai lực \vec{F}_1 và \vec{F}_2 đồng quy tại O (hình 1.15)

Theo tiên đề hình bình hành lực, chúng ta có hợp lực \vec{R} đặt tại O, phương chiều và trị số được biểu diễn bằng đường chéo hình bình hành lực.

Trị số R: Áp dụng định lý hàm số Cosin cho tam giác OAC ta có:



Hình 1.15

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 - 2 F_1 F_2 \cos(180^\circ - \alpha)$$

$$\text{Vì } \cos(180^\circ - \alpha) = -\cos \alpha$$

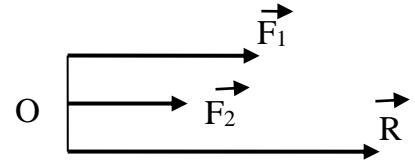
$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 F_1 F_2 \cos\alpha$$

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 F_2 \cos\alpha} \quad (1 - 1)$$

* Các trường hợp đặc biệt:

+ Hai lực \vec{F}_1 và \vec{F}_2 cùng phương, cùng chiều

(hình 1.16) :



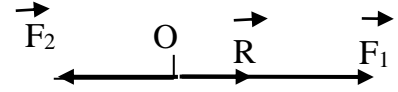
Hình 1.16

Góc $\alpha = 0$ và $\cos\alpha = 1$

$$R = F_1 + F_2$$

+ Hai lực \vec{F}_1 và \vec{F}_2 cùng phương, ngược chiều

(Hình 1.17) :



Hình 1.17

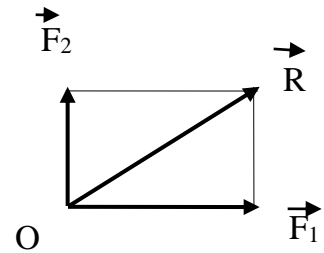
Góc $\alpha = 180^\circ$, $\cos\alpha = -1$

$$R = F_1 - F_2 \text{ nếu } F_1 \text{ lớn hơn } F_2$$

+ Hai lực \vec{F}_1 và \vec{F}_2 vuông góc với nhau (Hình 1.18)

, góc $\alpha = 90^\circ$, $\cos\alpha = 0$

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2$$



Hình 1.18

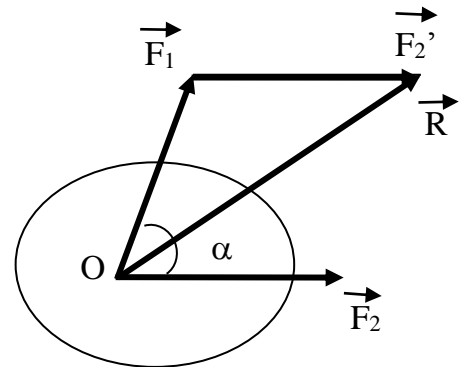
- Quy tắc tam giác lực.

Từ cách hợp hai lực đồng quy theo quy tắc hình bình hành lực, ta có thể suy ra từ mút của lực F_1 đặt nối tiếp \vec{F}'_2 song song, cùng chiều và cùng trị số với \vec{F}_2 . Hợp lực \vec{R} có gốc là O và mút trùng với mút của \vec{F}'_2 (hình 1.19).

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_1 + \vec{F}'_2$$

Hợp lực \vec{R} đóng kín tam giác lực.

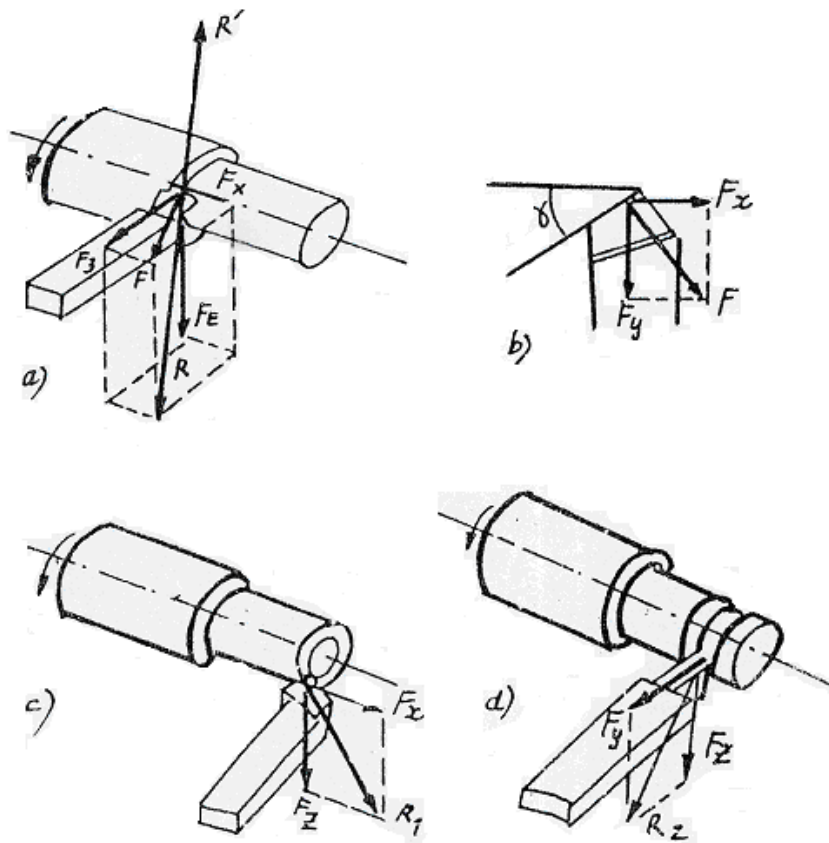
Phương, chiều và trị số của hợp lực \vec{R} được xác định giống như quy tắc hình bình hành lực.



Hình 1.19

- Quy tắc hình hợp lực

Ở trên ta đã xét hợp lực của hai lực đồng quy và phân tích một lực thành hai lực đồng quy. Bằng cách làm tương tự ta có thể mở rộng tìm hợp lực của ba lực đồng quy hoặc phân tích một lực thành ba lực đồng quy mà thực tế thường gặp. Chẳng hạn phân tích lực cắt khi tiện (hình 1.20).



Hình 1.20

Trong mặt phẳng chứa lực \vec{R} và trục \vec{Z} , \vec{R} là hợp lực của \vec{F} và \vec{F}_Z

$$\vec{R} = \vec{F} + \vec{F}_Z$$

Về trị số: $R = \sqrt{F^2 + F_Z^2}$

Trong mặt phẳng ngang lực \vec{F} có thể phân tích thành hai lực thành phần:

\vec{F}_X hướng theo trục của chi tiết và \vec{F}_Y hướng theo bán kính vuông góc với trục.

$$\vec{R} = \vec{F}_X + \vec{F}_Y$$

Về trị số: $R = \sqrt{F_X^2 + F_Y^2}$

Từ các biểu thức trên cho ta công thức tính lực cắt \vec{R} theo quy tắc hình hộp lực (Hình 1.21 a).

$$\vec{R} = \vec{F}_X + \vec{F}_Y + \vec{F}_Z \quad \text{về trị số: } R = \sqrt{F_X^2 + F_Y^2 + F_Z^2} \quad (1 - 2)$$

Trong quá trình tiện mặt đầu bằng dao vai (Hình 1.21 c), $\varphi = 90^\circ$, khi đó $\vec{F}_Y = 0$. Lực cắt sẽ là $\vec{R}_1 = \vec{F}_X + \vec{F}_Z$ có trị số $R_1 = \sqrt{F_X^2 + F_Z^2}$

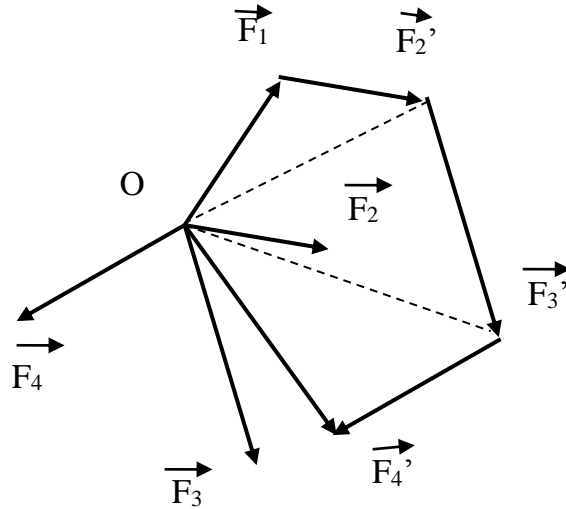
Trong quá trình tiện rãnh bằng dao cắt (Hình 1.21 d), $\varphi = 0^\circ$, khi đó $\vec{F}_X = 0$. Lực cắt sẽ là $\vec{R}_2 = \vec{F}_Y + \vec{F}_Z$ có trị số $R_2 = \sqrt{F_Y^2 + F_Z^2}$

Theo tiên đề tương tác dao sẽ tác dụng lên chi tiết lực \vec{R} cùng phương ngược chiều và có cùng trị số với lực \vec{R} .

2.2.2- Hợp lực của một hệ lực phẳng đồng quy

- Phương pháp đa giác lực

Giả sử cho hệ lực phẳng $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4)$ đồng quy tại O (hình 1.21).



Hình 1.21

Muốn tìm hợp lực của hệ, trước hết hợp hai lực \vec{F}_1 và \vec{F}_2 theo quy tắc tam giác lực (từ mút lực \vec{F}_1 đặt lực \vec{F}_2' song song cùng chiều và cùng trị số với \vec{F}_2) được: $(\vec{F}_1, \vec{F}_2', \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n)$

$$\vec{R}_1 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2' = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

Bằng cách tương tự, hợp hai lực \vec{R}_1 và \vec{F}_3 được:

$$\vec{R}_2 = \vec{R}_1 + \vec{F}_3 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$

Cuối cùng hợp hai lực \vec{R}_2 và \vec{F}_4 , chúng ta được hợp lực \vec{R} của hệ:

$$\vec{R} = \vec{R}_2 + \vec{F}_4 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$$

Tổng quát, hợp lực của hệ lực phẳng đồng quy $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n)$ là:

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = \sum \vec{F} \quad (1-3)$$

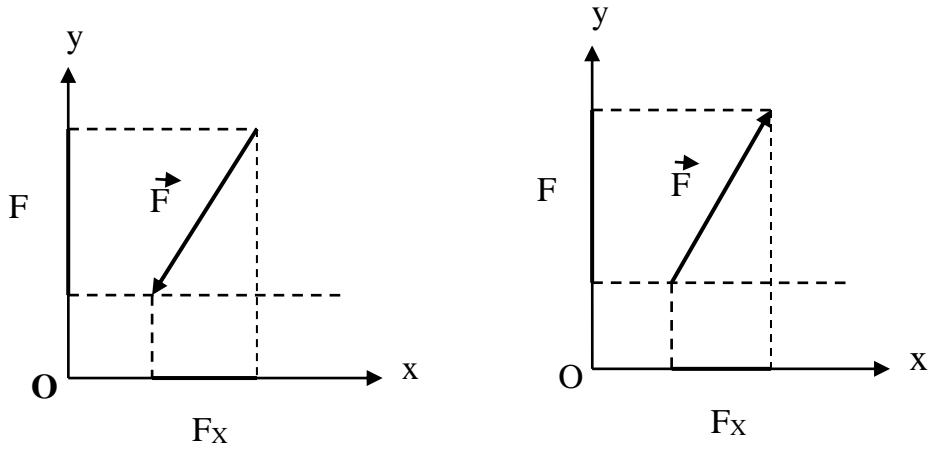
Hợp lực \vec{R} có gốc trùng với gốc lực đầu, có mút trùng với mút của véc tơ đồng đẳng với lực cuối. Đường gãy khúc $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots, \vec{F}_n$ gọi là đa giác lực.

Hợp lực \vec{R} đóng kín đa giác lực lập bởi các lực đã cho.

- Phương pháp chiếu

+ Chiếu một lực lên hệ tọa độ vuông góc:

Giả sử cho lực \vec{F} và hệ tọa độ vuông góc Oxy, hình chiếu của lực \vec{F} lên các trục (hình 1.22) sẽ là:



Hình 1.22

Hình chiếu của lực \vec{F} lên trục Ox: $F_x = \pm F \cdot \cos \alpha$ (1 - 4)

Hình chiếu của lực \vec{F} lên trục Oy: $F_y = \pm F \cdot \sin \alpha$ (1 - 5)

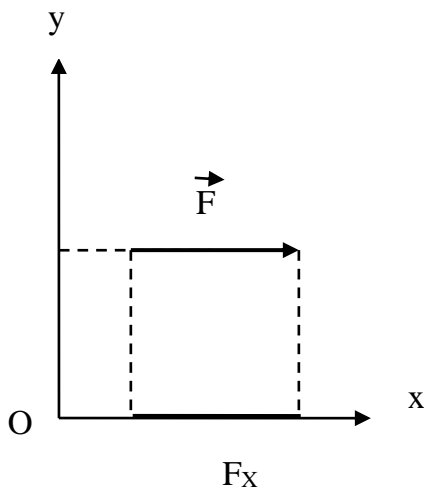
Trong hai công thức trên: α là góc nhọn hợp bởi đường tác dụng của \vec{F} với trục x. Dấu của hình chiếu là + khi chiếu từ điểm chiếu của gốc đến điểm chiếu của mút cùng với chiều dương của trục. Dấu của hình chiếu là - trong trường hợp ngược lại.

Trường hợp đặc biệt, nếu lực \vec{F} song song với trục, chẳng hạn với trục x (hình 1.23) thì:

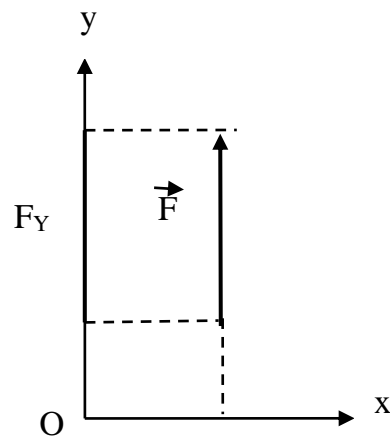
$$F_x = \pm F \quad \text{và} \quad F_y = 0 \quad (\text{vì } \vec{F} \text{ vuông góc với trục } y)$$

Nếu lực \vec{F} song song với trục y (hình 1.24) thì:

$$F_x = 0 \quad \text{và} \quad F_y = \pm F$$



Hình 1.23



Hình 1.24

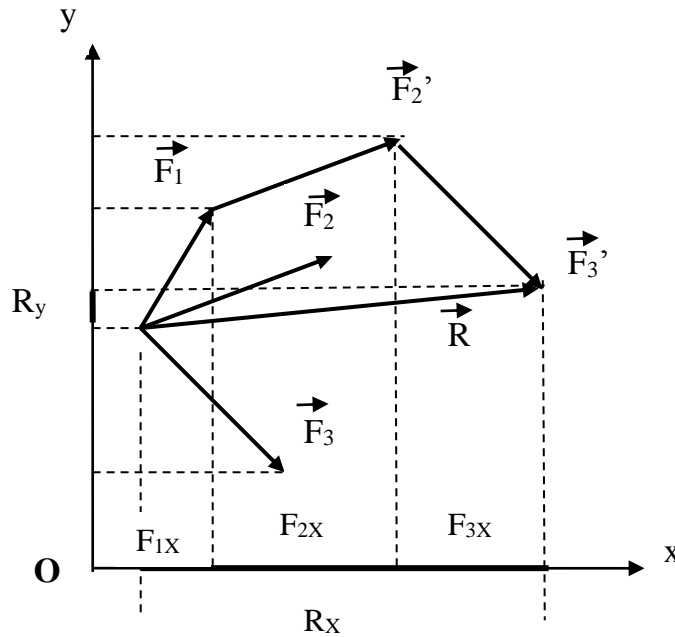
Chú ý: Khi biết các hình chiếu F_x và F_y của lực \vec{F} lên các trục x và y, chúng ta hoàn toàn xác định được lực \vec{F}

Về trị số: $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$ (1 - 6)

Về phương chiều: $\text{tg} \alpha = \frac{F_x}{F_y}$ (1 - 7)

+ Xác định hợp lực của hệ lực phẳng đồng quy bằng phương pháp lực chiếu lực:

Giả sử có hệ lực phẳng đồng quy $(\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n)$ có hình chiếu tương ứng lên các trục tọa độ vuông góc Oxy là: $(\vec{F}_{1X}, \vec{F}_{2X}, \vec{F}_{3X}, \dots, \vec{F}_{nX})$ và $(\vec{F}_{1Y}, \vec{F}_{2Y}, \vec{F}_{3Y}, \dots, \vec{F}_{nY})$ (hình 1.25). Chúng ta có:



Hình 1.25

$$\text{Hợp lực: } \vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = \sum \vec{F}$$

Hình chiếu của véc tơ hợp lực \vec{R} lên các trục R_X và R_Y có trị số bằng tổng đại số hình chiếu các véc tơ lực thành phần:

$$R_X = F_{1X} + F_{2X} + \dots + F_{nX} = \sum F_X \quad (1 - 8)$$

$$R_Y = F_{1Y} + F_{2Y} + \dots + F_{nY} = \sum F_Y$$

Hợp lực \vec{R} có:

$$\text{Trị số: } R = \sqrt{R_X^2 + R_Y^2} = \sqrt{(\sum F_X)^2 + (\sum F_Y)^2} \quad (1 - 9)$$

Phương chiều xác định bởi :

$$\text{tg } \alpha = \frac{R_Y}{R_X} = \frac{\sum F_Y}{\sum F_X} \quad (1 - 10)$$

- Ví dụ 2-1: Hệ lực phẳng đồng quy $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \vec{F}_4)$ cho trên (hình 1.26).

Cho biết:

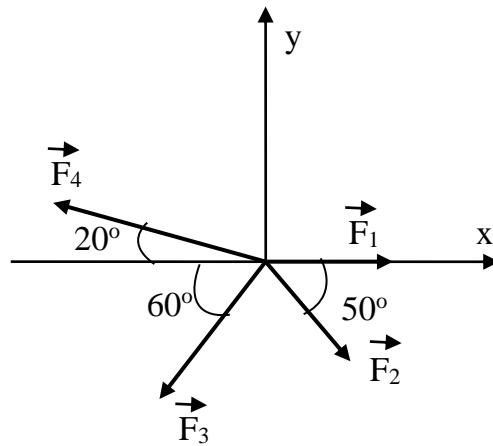
$$F_1 = F_2 = 100 \text{ N}, F_3 = 150 \text{ N}, F_4 = 200 \text{ N}$$

Góc giữa các lực cho trên hình vẽ.

Xác định hợp lực của hệ.

Bài giải:

Chọn hệ trục Oxy như hình vẽ.



Hình 1.26

Hình chiếu của hợp lực \vec{R} lên các trục x và y là:

$$R_x = \sum F_x = F_1 + F_2 \cdot \cos 50^\circ - F_3 \cdot \cos 60^\circ - F_4 \cdot \cos 20^\circ$$
$$= 100 + 100 \cdot 0,6428 - 150 \cdot 0,5 - 200 \cdot 0,9397 = -98,7N$$

$$R_y = \sum F_y = -F_2 \cdot \sin 50^\circ - F_3 \cdot \sin 60^\circ + F_4 \cdot \sin 20^\circ$$
$$= -1000,766 - 150 \cdot 0,866 + 200 \cdot 0,3420 = -138,1N$$

Trị số của hợp lực \vec{R} :

$$R = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2} = \sqrt{(-98,7)^2 + (-138,1)^2} \approx 170N$$

Phương chiều của hợp lực \vec{R}

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sum F_y}{\sum F_x} = \frac{-138,1}{-98,7} = 1,4 = \operatorname{tg} 54^\circ 33'$$

\vec{R} nằm ở góc phần tư thứ ba với $\alpha = 54^\circ 33'$

2.3 - Điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy

- Phương pháp hình học.

Muốn hệ lực phẳng đồng quy được cân bằng thì trị số của hợp lực \vec{R} phải bằng 0, đa giác lực tự đóng kín (mút của lực cuối cùng trùng với gốc của lực đầu).

Kết luận: “Điều kiện cần và đủ để một hệ lực phẳng đồng quy cân bằng là đa giác lực tự đóng kín”.

- Phương pháp giải tích.

Tương tự trên, muốn hệ lực phẳng đồng quy cân bằng thì hợp lực \vec{R} phải bằng 0: $R \sim 0$ nên:

$$R = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2} = 0$$

$(\sum F_x)^2$ và $(\sum F_y)^2$ là những số dương nên R chỉ bằng 0 khi:

$$\sum F_x = 0 \quad \text{và} \quad \sum F_y = 0 \quad (1 - 11)$$

Kết luận: “Điều kiện cân và đủ để hệ lực đồng quy cân bằng là tổng đại số hình chiếu các lực lên hai trục tọa độ vuông góc đều bằng 0”.

Hệ (2-11) gọi là hệ phương trình cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy.

2.4- Hệ lực phẳng song song

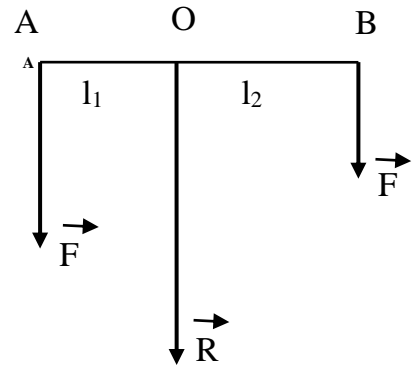
- Hợp hai lực song song cùng chiều

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 1.27).

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$R = F_1 + F_2 \quad (1 - 12)$$

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{F_2}{F_1}$$

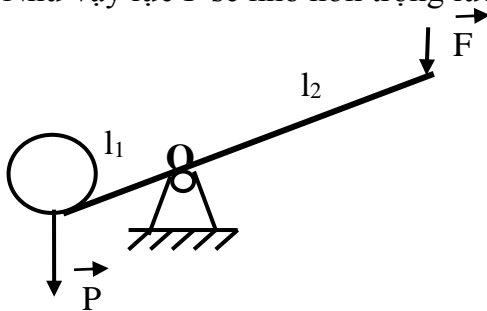


Hình 1.27

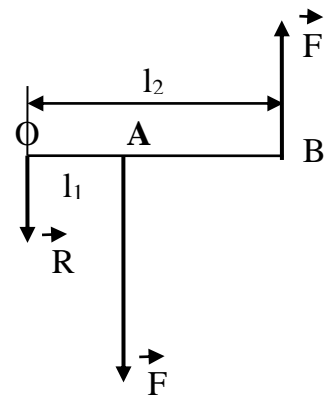
* Ví dụ thực tế: Đòn bẩy (hình 1.28)

Để nâng một vật nặng có trọng lượng P, ta dùng đòn bẩy để sao cho khoảng cách từ vật đến điểm tựa nhỏ hơn khoảng cách từ điểm tựa đến điểm đặt lực F.

Như vậy lực F sẽ nhỏ hơn trọng lượng P.



Hình 1.28



Hình 1.29

- 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 1.29)

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$R = F_1 - F_2 \quad (1 - 13)$$

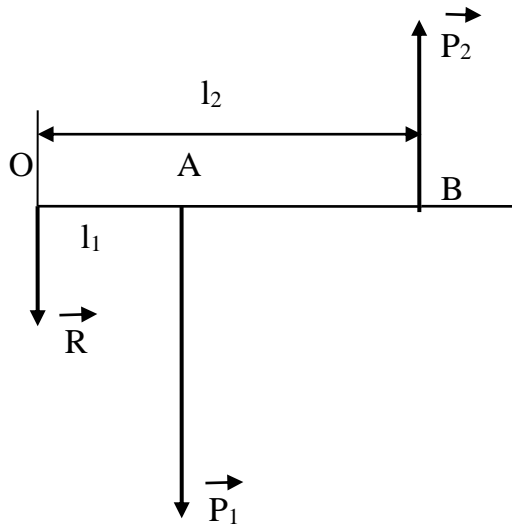
$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{F_2}{F_1}$$

- 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

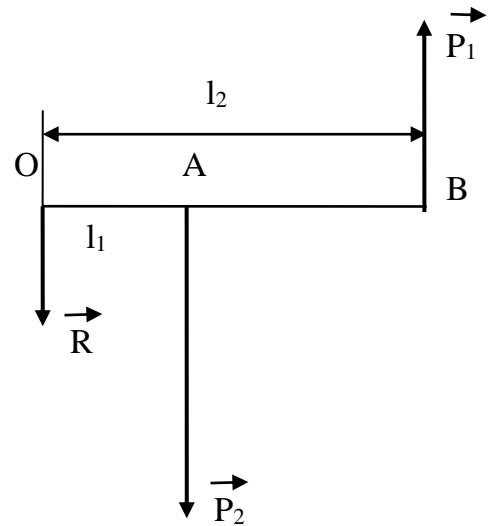
Cách làm tương tự như phân tích một lực ra hai lực cùng chiều.

Nếu \vec{P}_1 cùng chiều với \vec{R} (hình 1.30).

Nếu \vec{P}_1 ngược chiều với \vec{R} (hình 1.31).



Hình 1.30



Hình 1.31

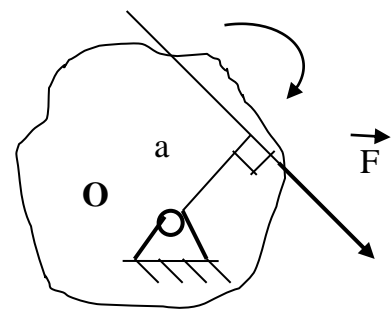
3- Mô men

3.1- Mô men của lực đối với một điểm

3.1.1- Định nghĩa

Mô men của lực là đại lượng đặc trưng cho tác dụng quay của lực (hình 1.32).

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 tức là khoảng cách từ tâm quay tới đường tác dụng của lực.



Hình 1.32

Từ đó ta có định nghĩa:

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.

$$m_o(\vec{F}) = \pm F.a \quad (1 - 14)$$

Trong đó: $m_o(\vec{F})$ đọc là mô men của lực F đối với điểm O (Nm)

a - Cánh tay đòn của lực (m)

$m_o(\vec{F})$ 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 \vec{F}_1 , \vec{F}_2 đã cho ở (hình 1.33) đối với điểm O. Biết $F_1 = F_2 = 320\text{N}$. $CA = 0,4\text{ m}$, $\alpha = 30^\circ$

Bài giải

Cánh tay đòn của lực \vec{F}_1 là

$$a_1 = OA = 0,4\text{m}$$

Cánh tay đòn của lực \vec{F}_2 là

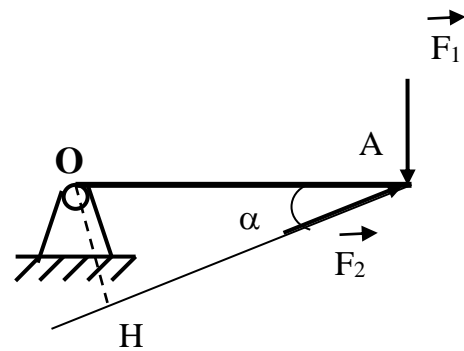
$$a_2 = OA \sin 30^\circ = 0,4 \times 0,5 = 0,2\text{m}$$

Mô men của lực \vec{F}_1 đối với điểm O là:

$$m_o(\vec{F}_1) = -F_1 a_1 = -320 \times 0,4 = -128\text{Nm}$$

Mô men của lực \vec{F}_2 đối với điểm O là:

$$m_o(\vec{F}_2) = F_2 a_2 = -320 \times 0,2 = -64\text{Nm}$$



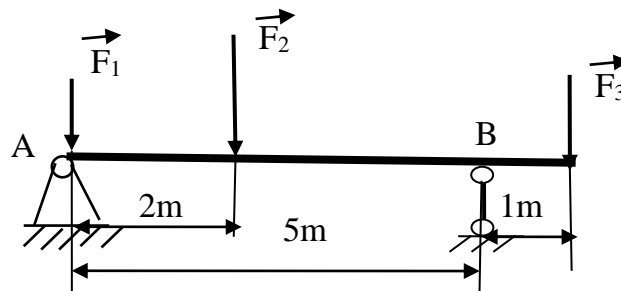
Hình 1.33

3.1.2- 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.

$$m_o(\vec{R}) = \Sigma m_o(\vec{F}) \quad (1 - 15)$$

* Ví dụ 3.2: Xác định mô men của hợp lực đối với các điểm A và B, biết $F_1 = 120\text{N}$, $F_2 = 200\text{N}$. $F_3 = 180\text{N}$. (hình 1.34)



Hình 1.34

Bài giải

$$m_A(\vec{R}) = m_A(\vec{F}_1) + m_A(\vec{F}_2) + m_A(\vec{F}_3)$$

$$m_A(\vec{R}) = 120 \times 0 - 200 \times 2 - 180 \times 6 = -720\text{Nm}$$

$$m_B(\vec{R}) = m_B(\vec{F}_1) + m_B(\vec{F}_2) + m_B(\vec{F}_3)$$

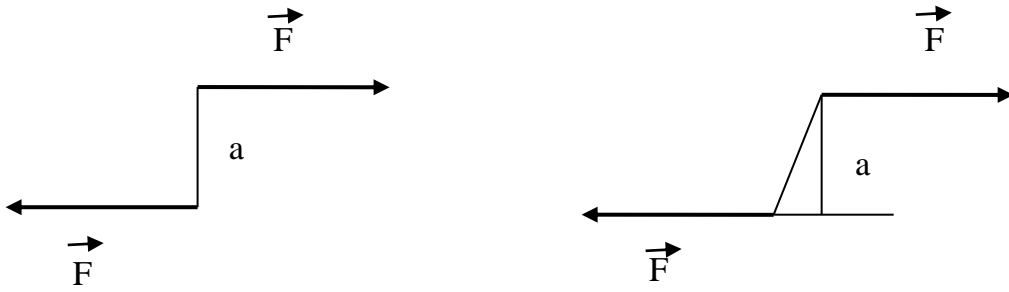
$$m_B(\vec{R}) = 120 \times 6 + 200 \times 3 - 180 \times 1 = 1140\text{Nm}$$

3.2- Ngẫu lực

3.2.1- 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).

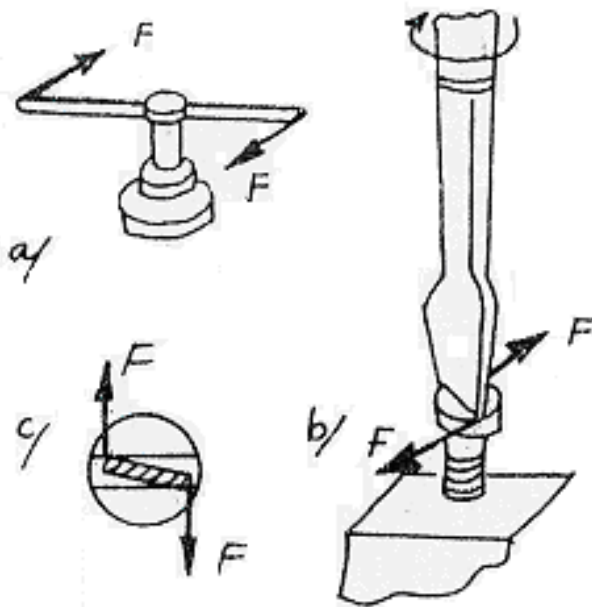
Khoảng cách a giữa hai đường tác dụng của lực gọi là cánh tay đòn của ngẫu lực (hình 1.35)



Hình 1.35

- 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 1.36 a) và vặn vít nhờ tác dụng quay của ngẫu lực đặt vào tuốc nơ vít (hình 1.36 b, c).



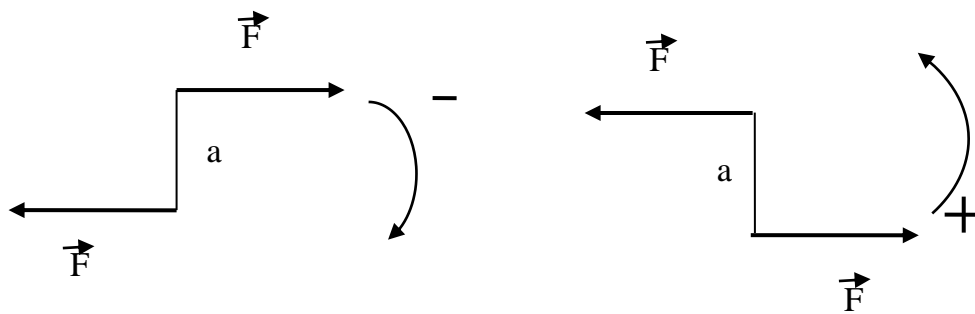
Hình 1.36

- 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 (hình 1.37).

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

$$m = F a \text{ (Nm)} \quad (1 - 16)$$



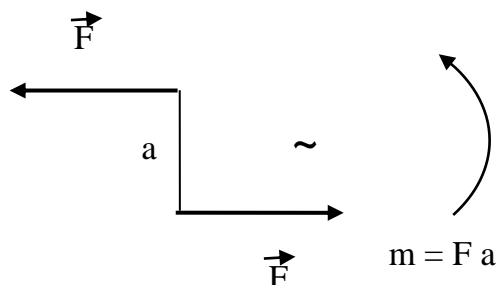
Hình 1.37

3.2.2- 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 1.38).



Hình 1.38

3.2.3- 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.

$$M = m_1 + m_2 + m_3 + \dots = \sum m \quad (1 - 17)$$

* Ví dụ:

Hệ ngẫu lực phẳng có các ngẫu lực lần lượt có mô men là:

$$m_1 = 60 \text{ Nm};$$

$$m_2 = 120 \text{ Nm};$$

$$m_3 = - 30 \text{ Nm}$$

Hãy xác định:

+ Mô men của ngẫu lực tổng hợp

+ Ngẫu lực tổng hợp có cánh tay đòn là 0,5 m thì trị số R bằng bao nhiêu?

Bài giải:

Ngẫu lực tổng hợp có mô men là: $M = m_1 + m_2 + m_3 = 60 + 120 - 30 = 150 \text{ (Nm)}$

Mặt khác: $M=Ra$, nên $R=M/a =150/0,5= 300 \text{ N}$

- 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.

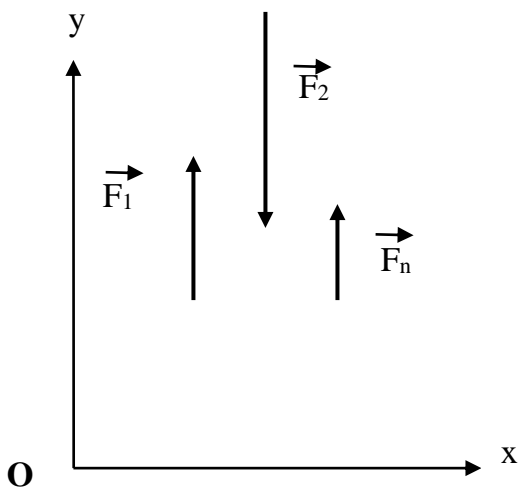
$$\sum m = 0$$

3.3- Điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng song song

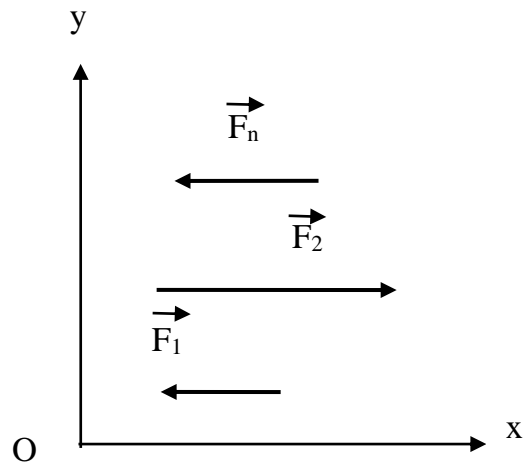
Hệ lực phẳng song song là trường hợp đặc biệt của hệ lực phẳng (có các lực song song và nằm trên một mặt phẳng) nên điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng song song là:

Giả sử có một hệ lực phẳng song song $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3 \dots \vec{F}_n)$ (hình 1.39 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 1.39 a



Hình 1.39 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.

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum m_o(\vec{F}) = 0$$

(1 – 18)

hoặc $\sum F_y = 0$

$$\sum m_o(\vec{F}) = 0$$

- 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.

$$\sum m_A(\vec{F}) = 0 \quad (1 - 19)$$

$$\sum m_B(\vec{F}) = 0$$

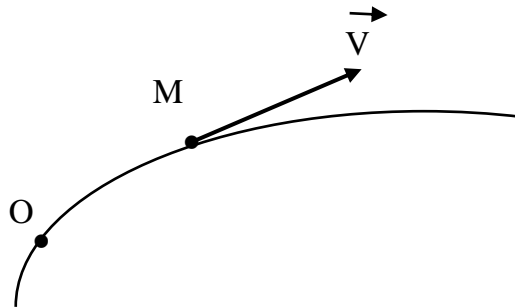
4- Chuyển động cơ bản của chất điểm

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 1.40). 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 1.40

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 \vec{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

$$\text{Ký hiệu } \vec{a}_\tau; \quad a_\tau = \frac{\Delta V}{\Delta T}$$

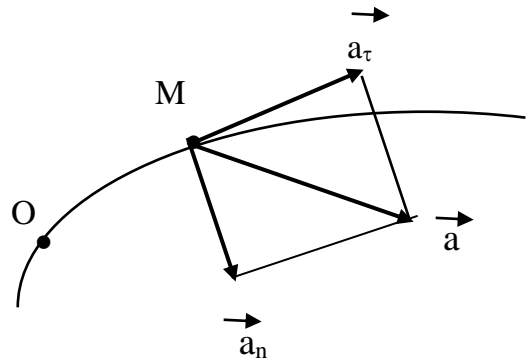
- Gia tốc pháp tuyến là đại lượng đặc trưng cho sự thay đổi về hướng của vận tốc.

$$\text{Ký hiệu } \vec{a}_n. \quad a_n = \frac{V^2}{R}$$

Gia tốc chuyển động bằng tổng hình học của hai véc tơ thành phần (hình 1.41).

$$\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$$

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2} \quad (1 - 20)$$



Hình 1.41

4.2- Chuyển động thẳng

4.2.1- Chuyển động thẳng đều

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

$$V = \text{const}; \quad a = 0; \quad S = vt \quad (1 - 21)$$

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.

$$V = V_0 \pm at \quad (1 - 22)$$

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

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

$$V = v_0 \pm gt \quad (1 - 23)$$

$$h = v_0 t \pm gt^2/2$$

4.3- Chuyển động cong

4.3.1- Chuyển động cong đều

Chuyển động cong có vận tốc luôn luôn không thay đổi gọi là chuyển động cong đều.

$$V = \text{const}; \quad a_\tau = \Delta v/t = 0; \quad a_n = v^2/R = \text{const}; \quad S = vt$$

4.3.2- Chuyển động cong biến đổi đều

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.

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

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

Phương trình chuyển động

$$V = V_0 \pm at$$

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

5- Chuyển động cơ bản của vật rắn

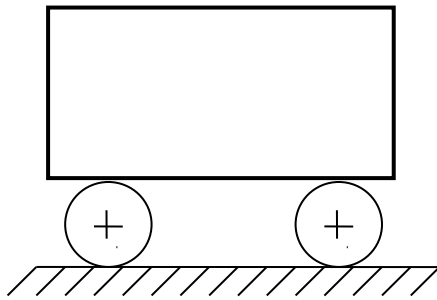
5.1- Chuyển động tịnh tiến của vật rắn

-Định nghĩa:

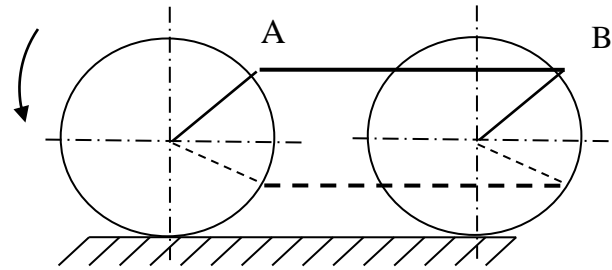
Chuyển động tịnh tiến của vật rắn là chuyển động mà trong đó bất kỳ đoạn thẳng nào thuộc vật đều song song với vị trí ban đầu của nó

Ví dụ:

Chuyển động của thùng xe trên một đoạn đường thẳng (hình 1.42) và chuyển động của thanh truyền AB của tàu hỏa (hình 1.43).



Hình 1.42



Hình 1.43

-Tính chất:

+ Khi vật chuyển động tịnh tiến, các điểm thuộc vật vạch ra những quỹ đạo đồng nhất.

+Tại mỗi thời điểm, các điểm thuộc vật có vận tốc và gia tốc bằng nhau.

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 (hình 1.44).

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, pu ly...

- 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.

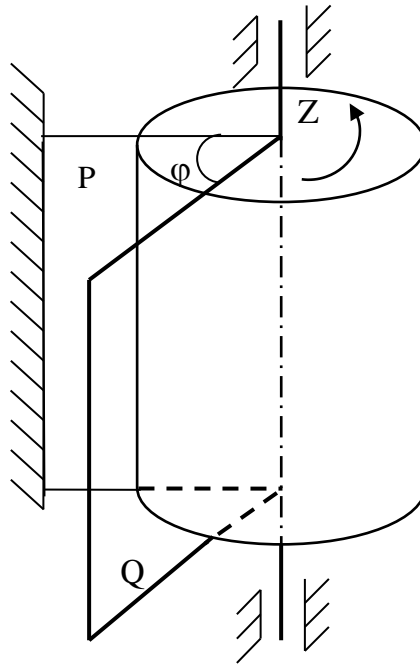
Trị số góc quay phụ thuộc vào thời điểm t, hay nói cách khác φ là hàm số của t.

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

Đơn vị của φ là Radian,

Ký hiệu rad

$$1 \text{ rad} = 360^\circ/2\pi = 57^\circ17'44,8''$$



Hình 1.44

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

$$\text{Tức là } \varphi = 2\pi n \text{ rad} \quad (1-24)$$

- 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).

$$\text{Suy ra : } \omega = 2\pi n /60 = \pi n /30 \text{ rad/s} \quad (1-25)$$

- 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 $\varepsilon_{tb} = \Delta\omega / \Delta t$.

Khi $\Delta t \rightarrow 0$ thì $\varepsilon_{tb} \rightarrow \varepsilon$

Đơn vị gia tốc góc: rad/s^2

- Phương trình chuyển động quay

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

$$\omega = \varphi / t \Rightarrow \varphi = \omega t \quad (1-26)$$

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

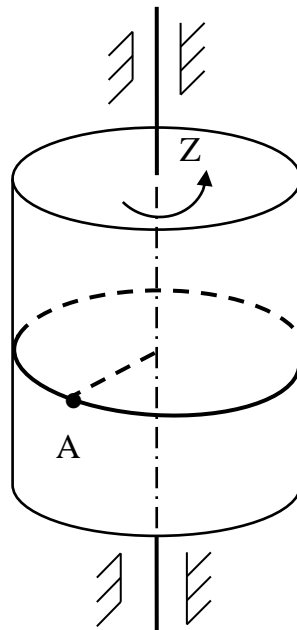
$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t \quad (1-27)$$

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

5.3- Quỹ đạo, vận tốc, gia tốc của điểm thuộc vật rắn quay quanh 1 trục cố định

- Quỹ đạo

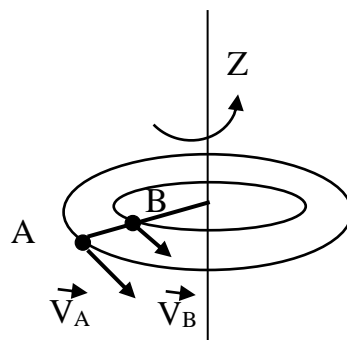
Quỹ đạo chuyển động của các điểm không nằm trên trục quay thuộc vật quay là các đường tròn có tâm nằm trên trục quay, có bán kính là khoảng cách từ điểm đó đến trục quay (hình 1.45).



Hình 1.45

- Vận tốc

Sau một vòng quay, điểm A và B chuyển động được một quãng đường bằng chu vi vòng tròn bán kính R_A , R_B là $2\pi R_A$; $2\pi R_B$ (hình 1.46).



Hình 1.46

Sau một phút, quay được n vòng thì quãng đường là: $2\pi R_{AN}$; $2\pi R_{BN}$

Vận tốc là quãng đường đi được trong một đơn vị thời gian

$$V_A = 2\pi R_{AN} / 60 = 2\pi n R_A / 30 = \omega R_A$$

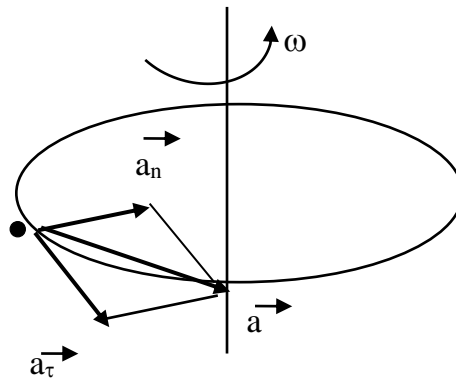
$$V_B = 2\pi R_{BN} / 60 = 2\pi n R_B / 30 = \omega R_B$$

$$\Rightarrow V = \omega R \quad (1-28)$$

Vận tốc của điểm trên vật quay bằng tích số giữa vận tốc góc của vật quay với bán kính quay.

- Gia tốc

Xét một điểm M trên vật quay, điểm M thực hiện chuyển động tròn nên gia tốc của nó gồm hai thành phần là gia tốc tiếp tuyến và gia tốc pháp tuyến. (hình 1.47).



Hình 1.47

+ Gia tốc tiếp tuyến

$$a_\tau = v - v_0 / t = \omega R - \omega_0 R / t = (\omega - \omega_0) R = \varepsilon R$$

$$\Rightarrow a_\tau = \varepsilon R \quad (1-29)$$

Gia tốc tiếp tuyến của điểm trên vật quay bằng tích số giữa gia tốc góc với bán kính quay.

+ Gia tốc pháp tuyến

$$a_n = v^2 / R = (\omega R)^2 / R = \omega^2 R$$

$$\Rightarrow a_n = \omega^2 R \quad (1-30)$$

Gia tốc pháp tuyến của điểm trên vật quay bằng tích số bình phương của vận tốc góc với bán kính quay.

+ Gia tốc toàn phần

$$a = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$$

$$\text{Về trị số: } a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2} = \sqrt{(\varepsilon R)^2 + (\omega^2 R)^2} = R\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4} \quad (1-31)$$

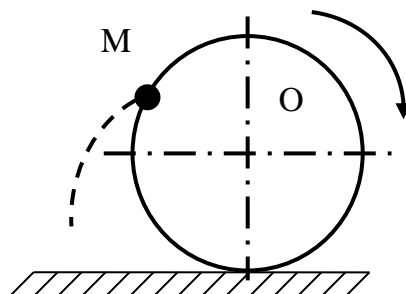
5.4 - Chuyển động tổng hợp của điểm

Chuyển động tổng hợp của một điểm là vừa chuyển động tịnh tiến vừa chuyển động quay.

5.5- Chuyển động song phẳng

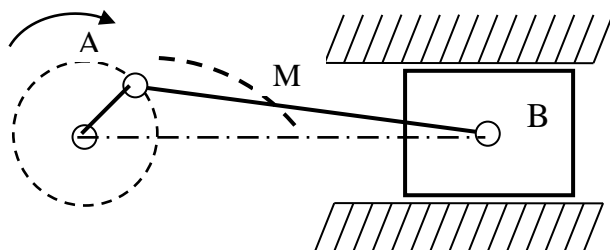
-Khái niệm

Để có khái niệm về chuyển động song phẳng của vật rắn, ta hãy xét những ví dụ sau:



Hình 1.48

Chuyển động của bánh xe trên đường ray (hình 1.48). Khi bánh xe chuyển động, điểm M bất kỳ trên bánh vạch nên quỹ đạo là một đường cong nằm trong một mặt phẳng song song với mặt phẳng cố định cho trước (mặt phẳng vuông góc với trục bánh xe, trên hình là mặt phẳng hình vẽ).



Hình 1.49

Chuyển động của thanh truyền AB trong cơ cấu tay quay con trượt (hình 1.49).

Khi cơ cấu chuyển động, điểm M bất kỳ thuộc thanh truyền vạch nên quỹ đạo là một đường cong nằm trong mặt phẳng song song với mặt phẳng cố định cho trước.

Dạng chuyển động của vật rắn có đặc điểm như ở hai ví dụ trên gọi là chuyển động song phẳng của vật rắn và được định nghĩa như sau:

Chuyển động song phẳng của vật rắn là chuyển động mà trong đó mọi điểm của vật đều chuyển động trong những mặt phẳng song song với mặt phẳng cho trước.

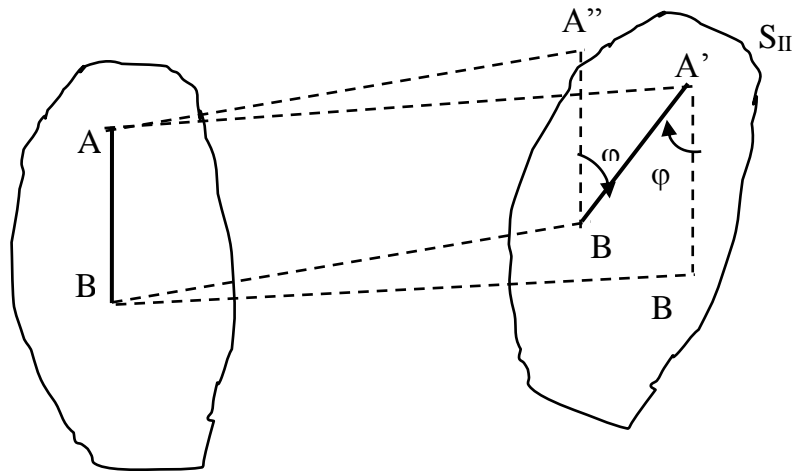
Vật rắn chuyển động song phẳng có những biểu hiện:

- + Mọi điểm trên vật vạch nên những đường cong phẳng.
- + Trên vật có những hình phẳng chuyển động trong mặt phẳng của nó.

Vì vậy vật rắn chuyển động song phẳng được biểu diễn bằng một hình phẳng dịch chuyển trong mặt phẳng của hình, nghĩa là nghiên cứu chuyển động song phẳng của vật rắn chỉ cần nghiên cứu chuyển động của một hình phẳng trong mặt phẳng của nó.

- Phân tích chuyển động song phẳng bằng phép tịnh tiến và quay.

Giả sử hình phẳng S dịch chuyển từ vị trí I sang vị trí II trong mặt phẳng của nó. Trên S ta lấy một đoạn AB . Khi S dịch chuyển AB có vị trí từ A_1B_1 đến A_2B_2 (hình 1.50).



Hình 1.50

Quá trình dịch chuyển có thể thực hiện như sau: Tịnh tiến A_1B_1 đến A'_2B_2 sau đó quay A'_2B_2 một góc φ_1 đến trùng với A_2B_2 , chuyển động của S hoàn toàn được thực hiện. Điểm B_2 chọn làm tâm quay được gọi là cực.

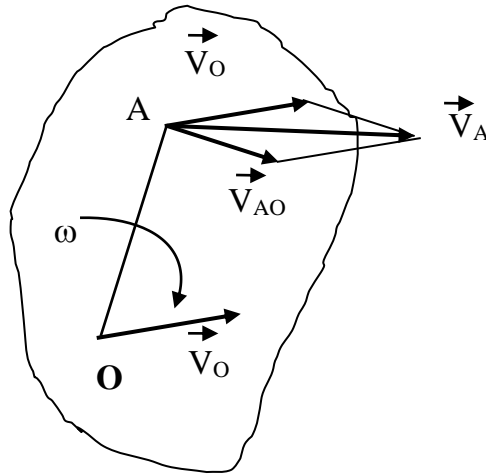
Từ đó ta suy ra: *vật rắn chuyển động song phẳng thực chất là thực hiện liên tiếp những chuyển động tịnh tiến và quay đồng thời.*

Ta cũng có thể thực hiện bằng cách tịnh tiến A_1B_1 đến $A_2B'_2$ sau đó chọn A_2 làm cực quay $A_2B'_2$ một góc φ_2 đến trùng với A_2B_2 , chuyển động của S hoàn toàn được thực hiện.

Như vậy nếu ta chọn cực khác nhau thì quá trình tịnh tiến khác nhau (quỹ đạo A_1A_2 khác $A_1A'_2$) nhưng vẫn thực hiện chuyển động quay như nhau ($\varphi_1 = \varphi_2$ và cùng chiều quay).

Như vậy “ *Vật rắn chuyển động song phẳng có thể thực hiện đồng thời những chuyển động tịnh tiến và quay quanh những trục khác nhau. Chuyển động quay không phụ thuộc vào việc chọn cực* ”

- Vận tốc của một điểm trên vật chuyển động song phẳng



Hình 1.51

Giả sử có một hình phẳng S chuyển động trong mặt phẳng. Ta chọn điểm O bất kỳ làm cực, chuyển động của S được thực hiện bởi hai chuyển động: Tịnh tiến cùng với cực O với vận tốc \vec{V}_O và quay quanh cực với vận tốc ω .

Một điểm A trên hình có hai thành phần vận tốc (hình 1.51).

Tịnh tiến cùng với cực O có vận tốc \vec{V}_O và quay quanh O với vận tốc $V_{AO} = \omega \cdot OA$ (\vec{V}_{AO} vuông góc với OA và cùng chiều với ω)

$$\vec{V}_A = \vec{V}_O + \vec{V}_{AO} \quad (1 - 32)$$

Vận tốc của một điểm bất kỳ trên vật chuyển động song phẳng bằng tổng hình học vận tốc của điểm đó cùng với vật quay quanh cực

6- Công và năng lượng

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:

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (1 - 33)$$

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 Niuton.

Nếu $\vec{F} = \vec{0}$ thì $\vec{a} = \vec{0}$ (bao gồm cả trường hợp $\vec{v} = \vec{0}$), tức chất điểm có trạng thái quán tính.

Khi chất điểm rơi tự do trong trọng trường, ta có: $P = mg$

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).

- Định luật cân bằng giữa lực tác dụng và phản tác dụng:

Các lực mà 2 chất điểm tác dụng tương hỗ bao giờ cũng bằng nhau về trị số, cùng hướng tác dụng và ngược chiều.

Như vậy nếu chất điểm A tác động đến B một lực \vec{F} thì ngược lại B cũng tác dụng lên A một lực $\vec{F}' = \vec{F}$ và ngược chiều.

Nếu ta gọi m và m' là khối lượng 2 chất điểm chuyển động.

$$F = ma \text{ và } F' = m'a' \Rightarrow ma = m'a'$$

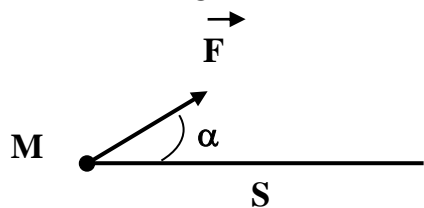
$$\Rightarrow \frac{a}{a'} = \frac{m'}{m} \quad (1 - 34)$$

Vậy gia tốc mà chất điểm chuyển động truyền cho nhau tỷ lệ nghịch với khối lượng của chúng.

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 1.52

Xét chất điểm M di chuyển trên một quãng đường S dưới tác dụng của một lực F không đổi (hình 1.52).

$$\text{Công của lực } F \text{ thực hiện là } A = F.S.\cos\alpha \quad (1 - 36)$$

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.

$F \cdot \cos\alpha$ 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.

$\alpha = 0^\circ$ thì $\cos\alpha = 1 \Rightarrow A = FS \Rightarrow$ lực F cùng phương với chuyển động.

Đơn vị công: $N \cdot m = J$ (Jun)

6.3- Công suất, hiệu suất

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

$$N = \frac{A}{t} \quad (1 - 37)$$

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.

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

$$\text{Hiệu suất } \eta = \frac{A_c}{A} = \frac{\text{Công có ích}}{\text{Công toàn phần}}, \quad \eta < 1 \quad (1 - 38)$$

η là chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật quan trọng của máy móc.

Hiệu suất gần bằng 1 thì máy càng hoàn chỉnh.

6.4- 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 :

$$A_t = mgh = P \cdot h \quad (1 - 39)$$

A_t : thế năng (J)

m : khối lượng (kg)

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

h : độ cao (m)

$p \cdot h$ 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 A_d

$$A_d = \frac{mv^2}{2} \quad (1 - 40)$$

A_d : động năng

m : khối lượng

v : vận tốc

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

Nhận xét: khi vật đứng yên thì vận tốc của vật $= 0$ ($v = 0$)

- 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.

$$A_t + A_d = \text{hằng số (const)} \quad (1 - 41)$$

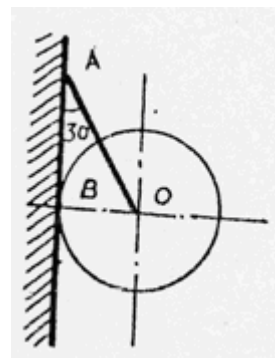
Câu hỏi ôn tập

1. Lực là gì ? Cách biểu diễn một lực?
2. Thế nào là hai lực trực đối.
3. Hệ lực là gì? Nêu định nghĩa về hợp lực, hệ lực cân bằng.
4. Phản lực liên kết là gì?
Nêu nguyên tắc chung xác định phương và chiều của phản lực liên kết.
5. Phát biểu điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng đồng quy.
6. Mô men của một lực đối với một điểm là gì?
Viết biểu thức của nó và quy ước dấu.
7. Ngẫu lực là gì?
Nêu các tính chất của ngẫu lực và cách biểu diễn ngẫu lực trên hình vẽ.
8. Phát biểu điều kiện cân bằng của hệ ngẫu lực phẳng.
9. Nêu định nghĩa và tính chất của chuyển động tịnh tiến.
10. Vận tốc góc là gì?
Mối liên hệ giữa vận tốc góc và số vòng quay trong 1 phút.
11. Viết phương trình chuyển động quay đều và quay biến đổi đều.
12. Chuyển động song phẳng là gì? Nêu ví dụ.
13. Phát biểu nội dung các định luật cơ bản của động lực học.
14. Viết công thức tính động năng và thế năng của một vật, phát biểu định luật bảo toàn cơ năng.

Bài tập

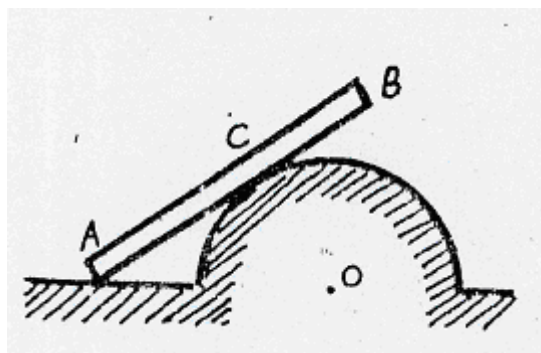
1. Một quả cầu đồng chất trọng lượng P treo trên mặt tường thẳng đứng nhờ dây OA (hình 1.53).

Xác định hệ lực tác dụng lên quả cầu.



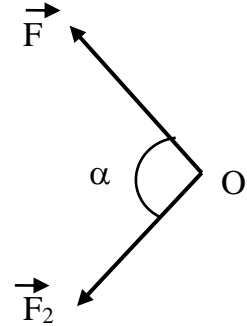
Hình 1.53

2. Thanh AB tựa lên mặt cầu (hình 1.54). Xác định phản lực liên kết tác dụng lên thanh AB .



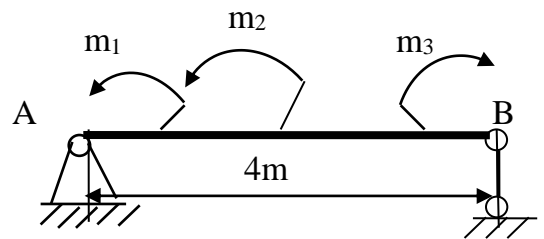
Hình 1.54

3. Cho hai lực \vec{F}_1 và \vec{F}_2 đồng quy tại O với $F_1 = F_2$; $\alpha = 120^\circ$. Hỏi phải đặt và điểm O một lực \vec{F}_3 như thế nào để hệ lực $(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3)$ cân bằng (hình 1.55).



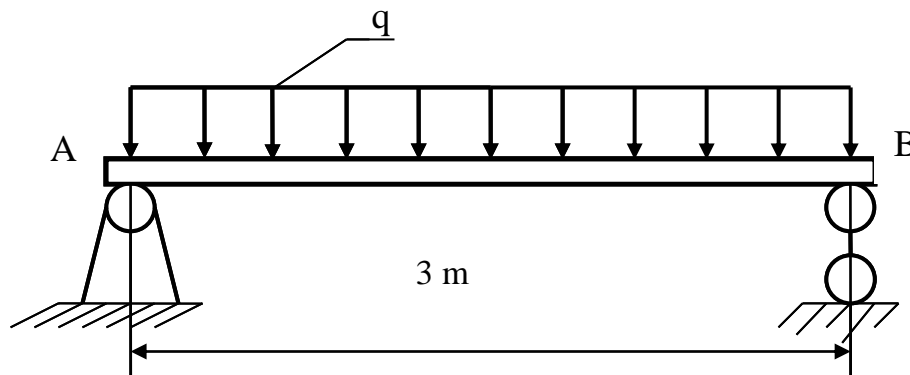
Hình 1.55

4. Dầm AB chịu tác dụng của các ngẫu lực
 lực $m_1 = 80\text{KNm}$,
 $m_2 = 200\text{KNm}$,
 $m_3 = -140\text{KNm}$ (hình 1.56).
 Xác định phản lực tại hai gối đỡ A và B.



Hình 1.56

5. Cho dầm AB chịu tác dụng bởi lực phân bố đều có trọng tải $q = 4\text{KN/m}$. Xác định phản lực tại các gối đỡ A và B (hình 1.57).

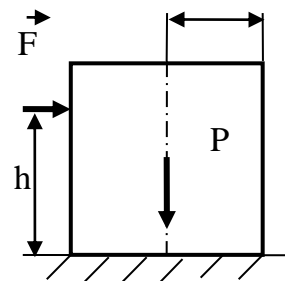


Hình 1.57

6. Một vật có trọng lượng $P = 1000\text{N}$ tựa trên mặt phẳng nằm ngang (hình 1.58). Tác dụng một lực $F = 800\text{N}$ vào vật. Hỏi vật có bị lật hay không?

a. $a = 0,4\text{ m}$

b. $h = 0,8\text{ m}$



Hình 1.58

7. Một vô lăng đang quay với vận tốc $n = 960$ vòng/phút, do ma sát ở trục làm vô lăng quay chậm dần, sau 16 giây thì dừng hẳn. Tìm gia tốc của vô lăng và số vòng vô lăng đã quay trong 16 giây đó.

8. Một vật có khối lượng 2 kg được thả rơi tự do từ độ cao $h = 10\text{m}$.

a. Tính động năng của vật lúc chạm đất.

b. Vận tốc của vật lúc chạm đất là bao nhiêu? (cho biết $g = 10\text{ m/s}^2$)

Chương 2: SỨC BỀN VẬT LIỆU

Mục tiêu: Học xong chương này người học có khả năng:

- Trình bày đầy đủ các khái niệm cơ bản về nội lực, ứng suất và các giả thuyết về vật liệu;
- Tính toán được nội lực của vật liệu bằng phương pháp sử dụng mặt cắt;
- Trình bày đầy đủ khái niệm và công thức xác định độ giãn của thanh bị kéo- nén;
- Trình bày đầy đủ khái niệm và công thức xác định tấm phẳng hoặc thanh bị cắt, dập;
- Giải thích được các khái niệm và công thức xác định thanh bị xoắn;
- Giải thích được khái niệm và công thức xác định dầm, thanh chịu uốn.

Nội dung:

1- Những khái niệm cơ bản về sức bền vật liệu

1.1- Nhiệm vụ và đối tượng của sức bền vật liệu

- Nhiệm vụ và đối tượng của sức bền vật liệu:

Nhiệm vụ: 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 thể 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.

1.2- Nội lực

- Ngoại 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:

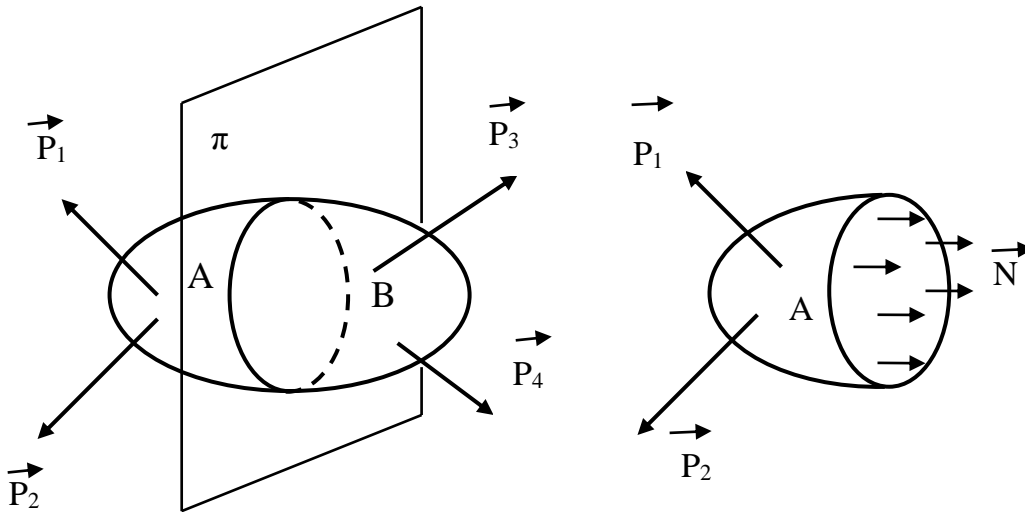
Dưới tác dụng của ngoại lực, các lực liên kết giữa các phân tử của vật tăng lên để chống lại sự biến dạng của vật do ngoại lực gây nên. Độ tăng của lực liên kết chống lại sự biến dạng của vật được coi là nội lực. Nếu tăng dần ngoại lực thì nội lực cũng tăng dần để cân bằng với ngoại lực. Tùy từng loại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

1.3- 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

Tương tự 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.

1.4- Ứng suất

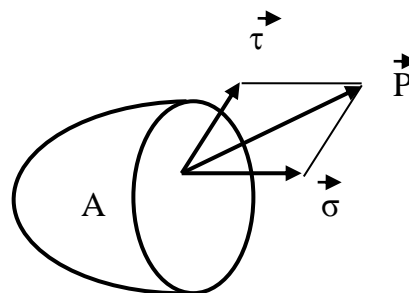
Nội lực là một hệ lực phân bố liên tục trên mặt cắt. Ta cần xác định nội lực trên một đơn vị diện tích của mặt cắt và được gọi là ứng suất.

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 .

Giả sử có một có một ứng suất \vec{p} tại một diện tích nào đó (hình 2.2). Ta phân tích \vec{p} làm hai thành phần: Thành phần vuông góc với mặt cắt gọi là ứng suất pháp, ký hiệu là $\vec{\sigma}$ Thành phần nằm trong mặt cắt gọi là ứng suất tiếp, ký hiệu là $\vec{\tau}$

$$\vec{p} = \vec{\sigma} + \vec{\tau}$$

Tùy theo hình thức biến dạng, ứng suất được xác định bằng những công thức khác nhau.



Hình 2.2

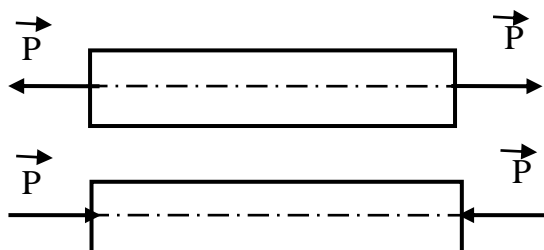
2- Kéo và nén

2.1- Khái niệm về kéo nén

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 2.3)



Hình 2.3

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.

2.1.2- 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).

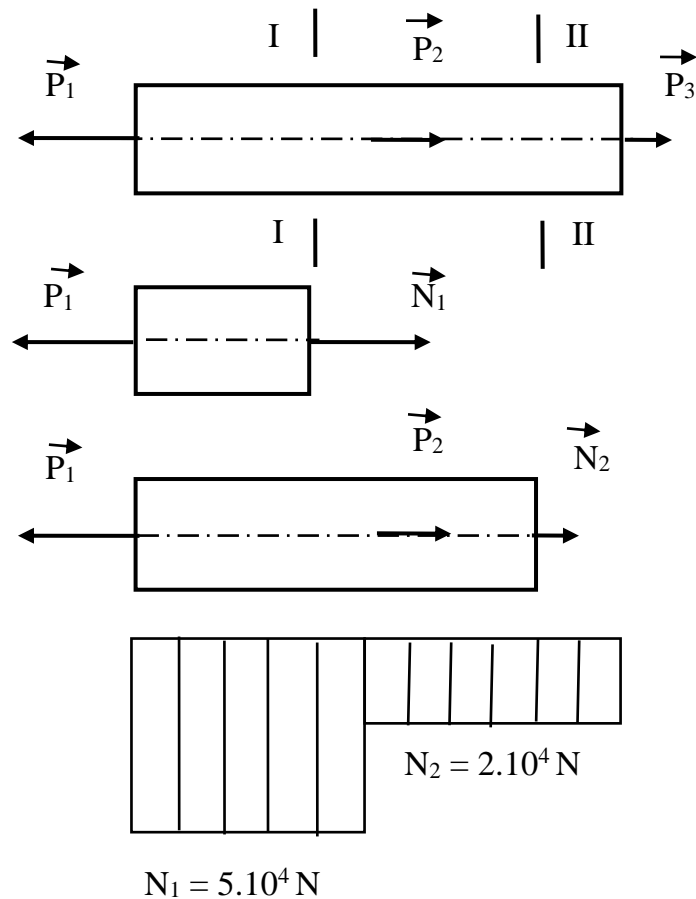
Muốn xác định lực dọc ta dùng phương pháp mặt cắt, tùy theo vị trí của từng mặt cắt mà lực dọc biến thiên theo trục hoành.

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

Ví dụ 2-1:

Vẽ biểu đồ lực dọc của một thanh chịu kéo biểu diễn trên hình (hình 2.4).

Biết $P_1 = 5.10^4 \text{ N}$; $P_2 = 3.10^4 \text{ N}$; $P_3 = 2.10^4 \text{ N}$



Hình 2.4

Bài giải:

Để vẽ được biểu đồ lực dọc của thanh, ta chia thanh ra làm 2 đoạn I_1, I_2

Đối với đoạn thứ nhất I_1 , thực hiện mặt cắt I-I và khảo sát sự cân bằng của phần bên trái. Áp dụng phương trình cân bằng tĩnh học: $P_1 - N_1 = 0$

$$\text{Rút ra } N_1 = P_1 = 5.10^4 \text{ N}$$

Khi mặt cắt I-I biến thiên trong đoạn I_1 thì lực dọc N_1 không đổi và bằng 5.10^4 N , như vậy biểu đồ lực dọc trong đoạn này là 1 hằng số có trị số bằng 5.10^4 N .

Đối với đoạn I_2 , thực hiện mặt cắt II-II ta được.

$$P_1 - P_2 - N_2 = 0$$

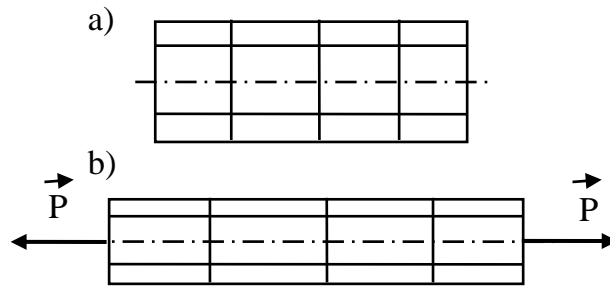
$$\text{Rút ra: } N_2 = P_1 - P_2 = 5.10^4 - 3.10^4 = 2.10^4 \text{ N}$$

Khi mặt cắt II-II biến thiên trong đoạn I_2 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.

2.1.3- Ứng suất

Trước khi thanh chịu kéo (*hình 2.5 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 2.5 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 2.5

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:

$$\sigma F = N \text{ hay } \sigma = \frac{N}{F}$$

$$\text{Tổng quát: } \sigma = \pm \frac{N}{F} \quad (2-1)$$

“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- 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 (*hình 2.6*).

Biến dạng dọc tuyệt đối là : $\Delta l = l_1 - l$

Nếu thanh bị kéo thì Δl gọi là độ giãn, thanh bị nén Δl gọi là độ co.

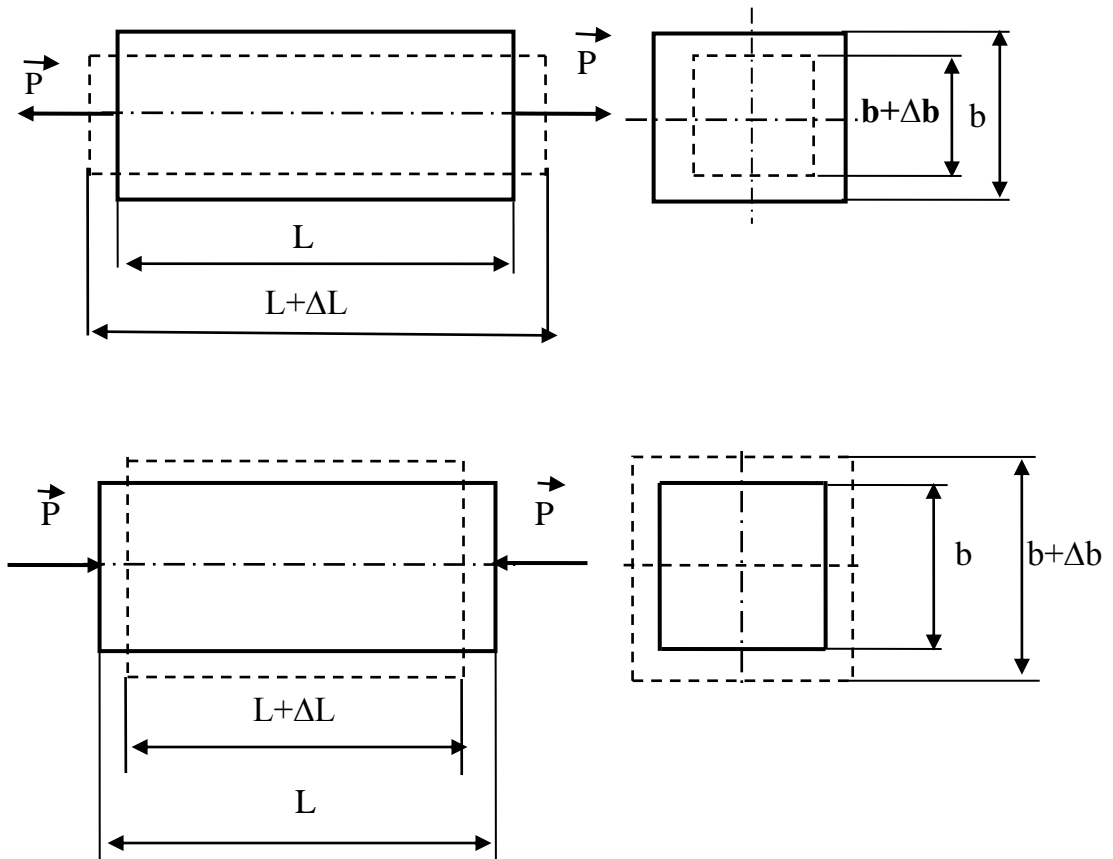
Biến dạng dọc tương đối sẽ là:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (\varepsilon \text{ là hư số})$$

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:

$$\Delta L = \frac{P.L}{EF} \quad \text{hay} \quad \frac{P}{F} = \frac{\Delta L}{L} . E \quad \text{hay} \quad \sigma = \varepsilon E$$



Hình 2.6

- 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 .

$$\sigma = \varepsilon E \quad (2 - 2)$$

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% cacbon	$2 \cdot 10^5$
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, đũa ra	$0,7 \cdot 10^5$
Gỗ	$0,1 \cdot 10^5$
Bê tông	$0,1-0,3 \cdot 10^5$
Cao su	$0,00008 \cdot 10^5$

2.3- 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	$(0,3 - 0,8) 10^2$	$(0,3 - 0,8) 10^2$
Đuaya 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.

$$\sigma_{\max} = \frac{N}{F} \leq [\sigma] \quad (2-3)$$

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 $N_{\max} = 5.10^4\text{N}$

Vậy ứng suất lớn nhất của thanh là :

$$\sigma_{\max} = \frac{N_{\max}}{F} = \frac{5.10^4}{0,0005} = 100\text{MN}/\text{m}^2$$

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

* Ví dụ 2-3:

Một dây cáp được bện bằng 36 dây nhỏ, đường kính mỗi dây $d_1 = 2\text{cm}$. Hỏi tải trọng tác dụng bằng bao nhiêu để dây cáp được an toàn. Biết ứng suất cho phép của cáp là : $[\sigma_k] = 60\text{MN}/\text{m}^2$

Áp dụng công thức 2-3 ta có:

$$P \leq F[\sigma_k] = \pi \frac{d^2}{4} [\sigma_k] = \pi \frac{(2.10^{-2})^2}{4} 36.60 = 0,68\text{MN} = 680\text{KN}$$

Vậy dây cáp chịu tải trọng lớn nhất là 680 KN

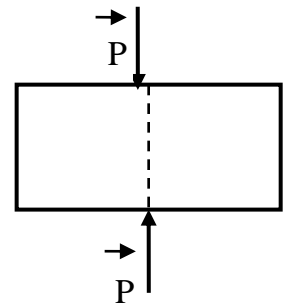
3- Cắt dập

3.1- Cắt

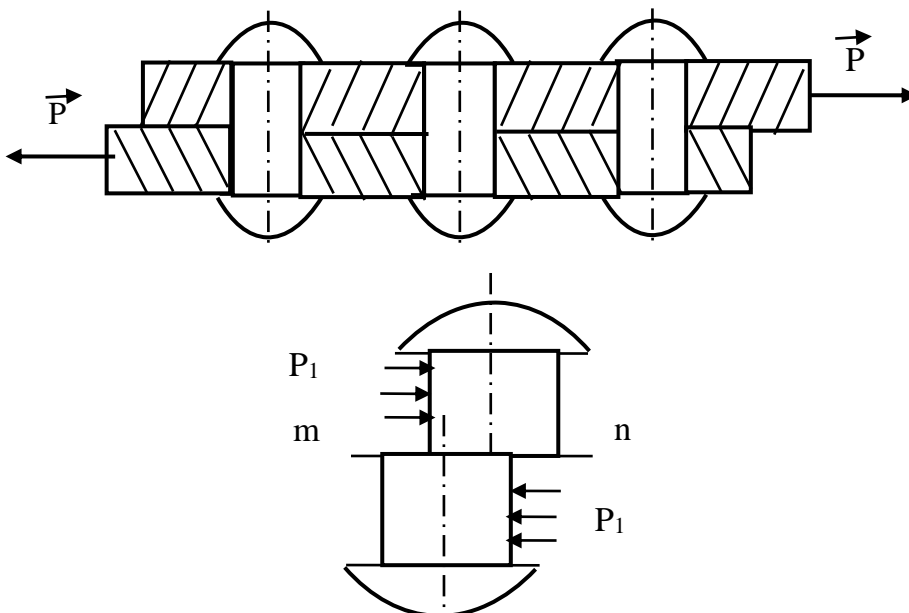
3.1.1- Định nghĩa

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 2.7).

Mỗi ghép bằng đinh tán là 1 thí dụ đơn giản về thanh chịu cắt. Mỗi đinh tán là 1 thanh chịu cắt (hình 2.8).



Hình 2.7



Hình 2.8

- 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: $P_1 = \frac{P}{n}$ (n 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 : $Q = P_1$

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: $\tau_c \cdot F_c = Q$ hay $\tau_c = Q / F_c$ (2-4)

Trong đó:

τ_c là ứng suất cắt

Q là lực cắt

F_c là diện tích mặt cắt.

3.1.3- Biến dạng

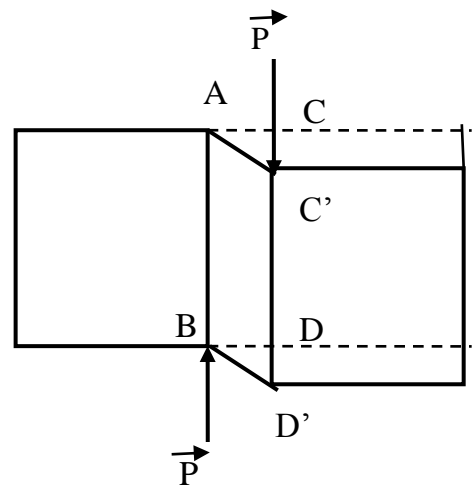
Trong quá trình chịu cắt, hai mặt cắt gần nhau phát sinh hiện tượng trượt (hình 2.9).

Độ trượt tuyệt đối: $\Delta S = cc' = dd'$

Độ trượt tương đối:

$$\gamma = \frac{\Delta S}{ac}$$

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. $\tau_c = \gamma G$ (2-5)



Hình 2.9

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

Đơn vị đo là MN/m^2 . (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).

$$\tau_c = \frac{Q}{F_c} \leq [\tau_c] \quad (2-6)$$

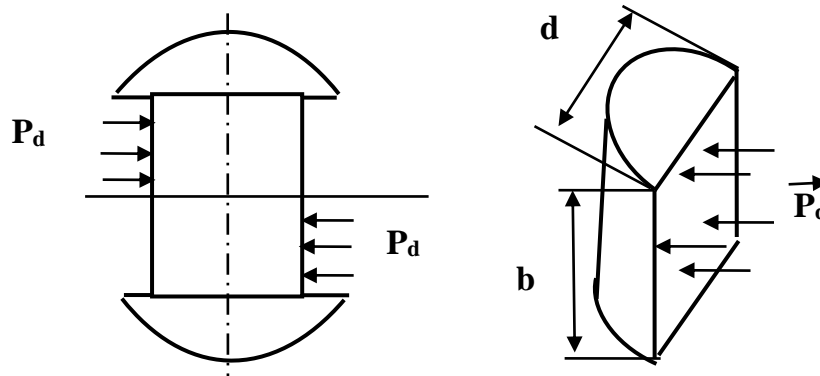
Từ đó ta có 3 bài toán cơ bản về cắt:

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

3.2- Dập

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 2.10).



Hình 2.10

Như vậy, tại mỗi ghép đinh tán, mỗi đinh tán ngoài chịu cắt còn chịu dập với lực dập $P_d = \frac{P}{n}$

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 dập

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

- Điều kiện bền của thanh chịu dập:

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

$$\sigma_d = P_d / F_d \leq [\sigma_d] \quad (2-7)$$

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

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

* Ví dụ 3.1: 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

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

$$\text{Chịu lực dập } P_d = \frac{P}{n} = \frac{30}{6} = 5 \text{ KN}$$

- Kiểm tra độ bền về cắt, áp dụng công thức (2-6) ta có

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

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

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

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

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

Kết luận: Mối ghép đảm bảo độ bền.

* Ví dụ 3.2 : Tính số đinh tán cần thiết cho một mối ghép đinh tán chịu tải trọng $P = 720 \text{ KN}$. Loại đinh tán có đường kính 20 mm, chiều dày mỗi tấm tôn là $t = 10 \text{ mm}$. Biết $[\tau_c] = 100 \text{ MN/m}^2$; $[\sigma_d] = 24 \text{ MN/m}^2$

Bài giải

- Tính số đinh tán chịu cắt, áp dụng công thức (2 -6) ta có :

$$\tau_c = \frac{Q}{F_c} = \frac{\frac{P}{n}}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4P}{n\pi d^2} \leq [\tau_c]$$

$$\Rightarrow n \geq \frac{4P}{\pi d^2 [\tau_c]} = \frac{4 \cdot 720 \cdot 10^3}{3,14 \cdot (20 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 100 \cdot 10^6} = 24$$

- Tính số đinh tán chịu dập, áp dụng công thức (2 – 7) ta có:

$$\sigma_d = \frac{P_d}{F_d} = \frac{\frac{P}{n}}{bd} = \frac{P}{nbd} \leq [\sigma_d]$$

$$\Rightarrow n \geq \frac{P}{bd[\sigma_d]} = \frac{720 \cdot 10^3}{2 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 24 \cdot 10^6} = 15$$

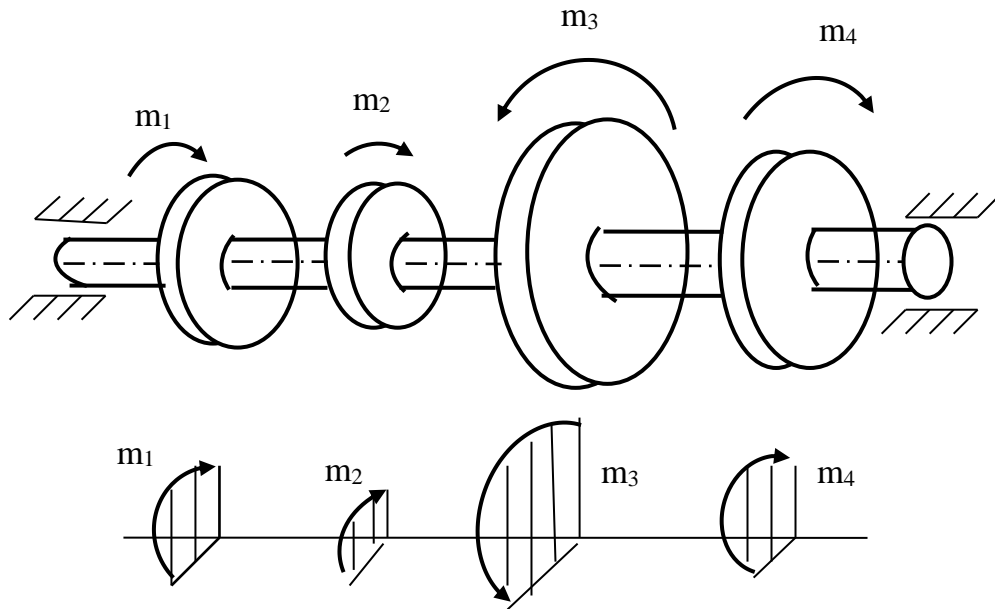
Kết luận chung : Để mối ghép đảm bảo độ bền thì phải đảm bảo độ bền cả về cắt và dập nên số đinh tán phải bằng hoặc lớn hơn 24.

4- Xoắn

4.1- Khái niệm về xoắn

- 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 mẫu lực có mô men m_1, m_2, m_3 và m_4 (hình 2.11-a).



Hình 2.11-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.

$$m = 7162 \frac{N}{n} (Nm) \quad (2 - 9)$$

N là công suất tính bằng mã lực
n là số vòng quay trong 1 phút của trục.

$$\text{Hoặc } m = 9736 \frac{N}{n} (Nm) \quad (2 - 10)$$

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 M_x .

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

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

* Ví dụ 4-1:

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

Cho biết: Puli 3 truyền cho trục một công suất $N_3 = 150$ mã lực.

Puli 1 nhận công suất $N_1 = 50$ mã lực,

Puli 2 nhận công suất $N_2 = 30$ mã lực,

Puli 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 :

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

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

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

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

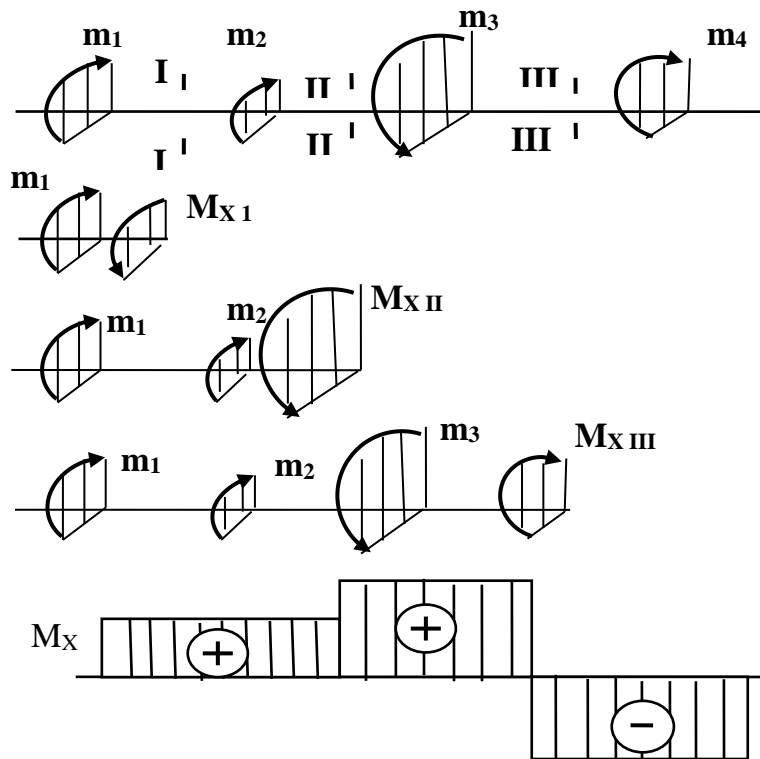
Để vẽ biểu đồ mô men nội lực, ta dùng các mặt cắt chia trục thành các đoạn như (hình 2.11-b).

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:

$$M_{XI} = + m_1 = +2387 \text{ Nm}$$

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

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

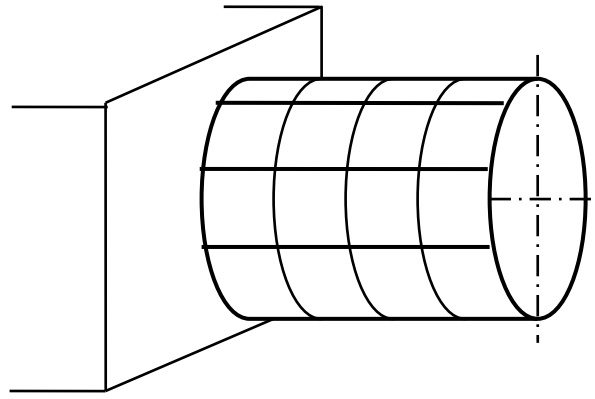


Hình 2.11-b

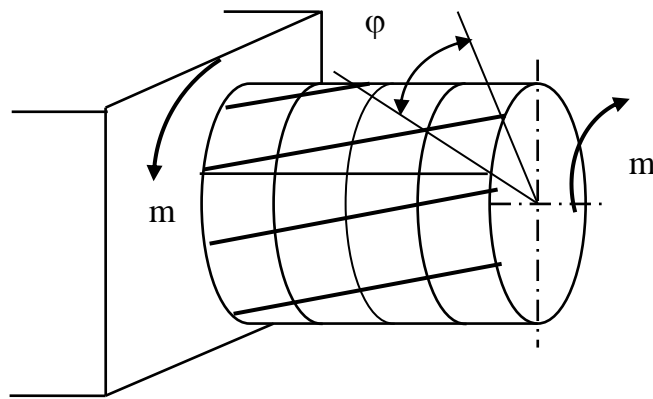
4.2- Ứng suất trên mặt cắt thanh chịu xoắn

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 2.12 a).

Sau khi thanh chịu xoắn: (hình 2.12 b)



Hình 2.12 a



Hình 2.12 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 : $\gamma l = \varphi r$

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

$$\gamma = \theta \cdot r$$

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

Ở một điểm bất kỳ cách tâm 1 khoảng p , $\gamma_p = \theta \cdot p$

Ở vành ngoài của mặt cắt $\gamma_{\max} = \theta \cdot p_{\max} = \theta \cdot r$

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. $\tau_x = \gamma \cdot G$

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 $\gamma = 0, \tau_x = 0$

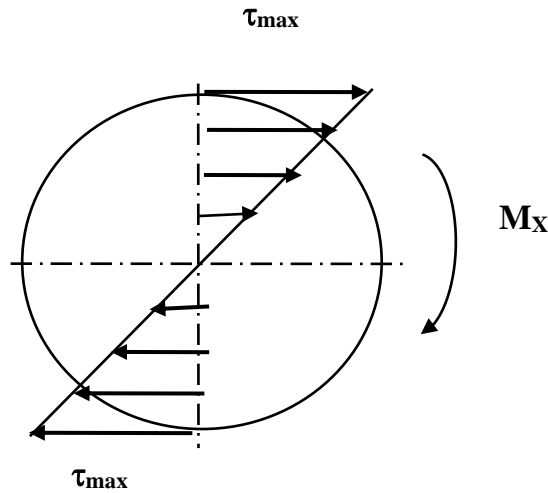
Ở vị trí cách tâm 1 khoảng p :

$$\gamma_p = 0.p, \quad \tau_p = \gamma_p.G = 0pG$$

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

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

Như vậy ứng suất τ_x tỷ lệ với khoảng cách từ điểm đang xét tới trục và được biểu diễn trên hình (hình 2.13).



Hình 2.13

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:

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

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

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

Ta có:

$$M_x = \tau_{\max} \cdot J_o / r \quad \text{hay} \quad \tau_{\max} = r / J_o \cdot M_x$$

$$\text{Đặt} \quad W_o = J_o / r \quad (\text{đơn vị } W_o \text{ là } m^3)$$

Ta có:

$$\tau_{\max} = M_x / W_o \quad (2 - 11)$$

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

$$\text{Với thanh tròn: } J_o = \frac{\pi.d^4}{32} \approx 0.1d^4$$

$$W_o = \frac{\pi.d^3}{16} \approx 0.2d^3$$

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).

$$\tau_{\max} = \frac{M_{x\max}}{W_o} \leq [\tau_x] \quad (2-12)$$

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

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

* Ví dụ 4-2 :

Kiểm tra độ bền của trục AB ở hình vẽ 2.11.

Cho biết đường kính của trục $d = 65 \text{ mm}$. $[\tau_x] = 80 \text{ MN/m}^2$

Bài giải

Từ biểu đồ M_x ở hình 2.11-b ta có $M_{x\max} = 3819 \text{ Nm}$

$$W_o = 0,2d^3 = 0,2(65 \cdot 10^{-3})^3 = 54 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Áp dụng công thức (2-12) ta có:

$$\tau_{\max} = \frac{M_{x\max}}{W_o} = \frac{3819}{54 \cdot 10^{-6}} = 70 \text{ MN/m}^2$$

Kết luận : Ứng suất lớn nhất nhỏ hơn ứng suất cho phép nên trục AB đảm bảo độ bền.

* Ví dụ 4.3:

Một trục bằng thép có công suất 300 KW, quay với vận tốc $n = 300$ vòng / phút.

Tính đường kính của trục, biết $[\tau_x] = 80 \text{ MN/m}^2$.

Bài giải

Áp dụng công thức (2-12) ta có:

$$\frac{M_x}{W_o} \leq [\tau_x] \Rightarrow W_o \geq \frac{M_x}{[\tau_x]}$$

$$\text{Mà } W_o = 0,2d^3 \Rightarrow 0,2d^3 \geq \frac{M_x}{[\tau_x]}$$

$$\Rightarrow d \geq \sqrt[3]{\frac{M_x}{0,2[\tau_x]}}$$

$$M_x = m = 9736 \frac{N}{n} = 9736 \frac{300}{300} = 9736 \text{ Nm} = 9,736 \cdot 10^{-3} \text{ MNm}$$

$$\Rightarrow d \geq \sqrt[3]{\frac{9736 \cdot 10^{-3}}{0,2 \cdot 80}} = 3,8 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 38 \text{ mm}$$

Ta chọn $d = 40 \text{ mm}$

5- Uốn

5.1- Khái niệm về uốn

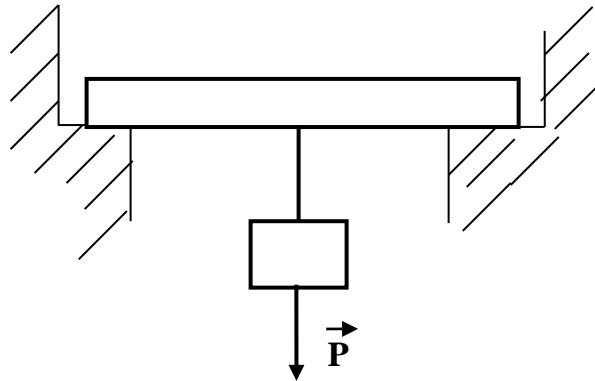
5.1.1- Định nghĩa

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.

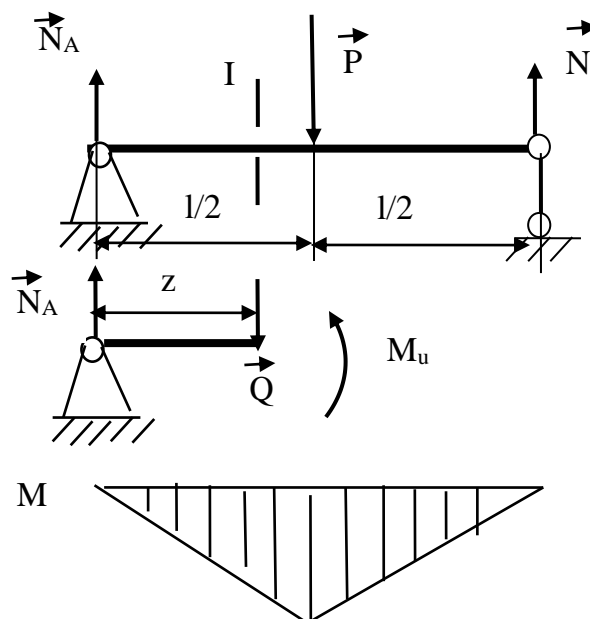
Trong thực tế ta gặp rất nhiều dầm chịu uốn. Ví dụ: thân dao bào khi cắt gọt, dầm nâng tải trọng (hình 2.14).



Hình 2.14

5.1.2- Nội lực

Chẳng hạn ta xét nội lực của dầm chịu uốn (hình 2.15).



$$M_{u_{\max}} = Pl/4$$

Hình 2.15

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:

$$Q = \frac{P}{2} \quad M_U = \frac{P}{2} \cdot Z$$

Ta gọi Q là lực cắt

M_U 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 M_U .

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

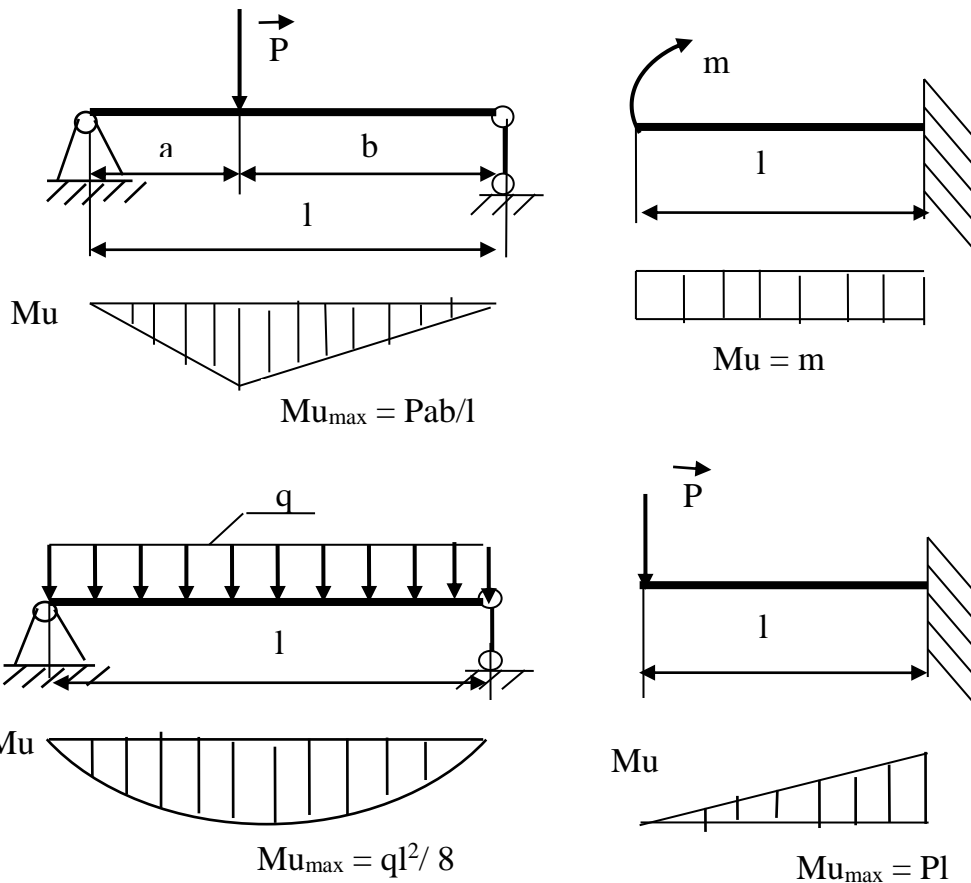
Từ $M_U = \frac{P}{2} \cdot Z$ cho thấy dầm có trị số M_U biến đổi bậc nhất theo Z.

Khi $Z = 0$ thì $M_U = 0$

Khi

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

$$\text{Khi } Z = l \quad \text{thì} \quad M_U = \frac{P}{2} \cdot l - P \cdot \frac{l}{2} = 0$$



Hình 2.16

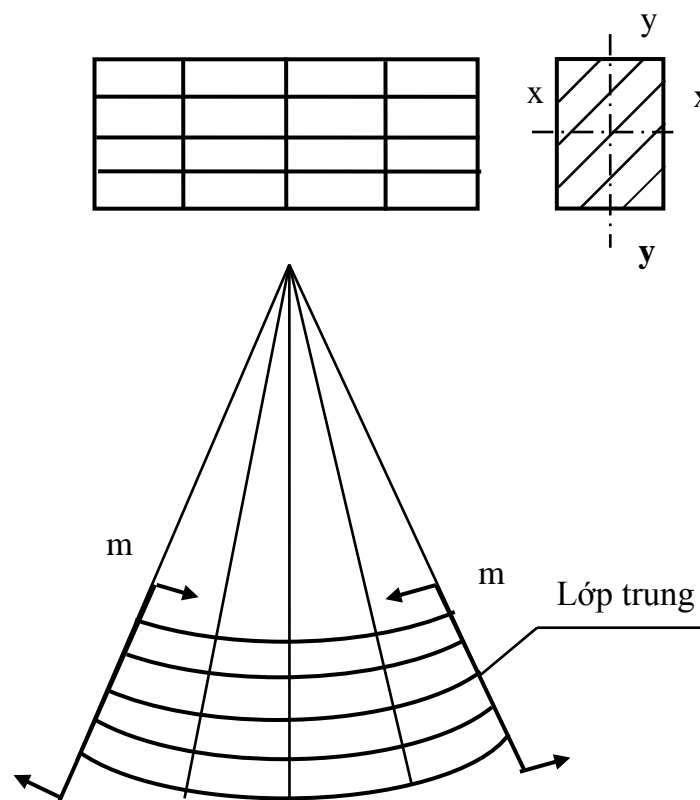
Ta có thể biểu diễn trị số biến đổi của M_U bằng biểu đồ:
 Đặt trục hoành song song với trục dầm.
 Đặt các tung độ của M_U lên trục về phía thớ giãn dài của dầm
 Qua biểu đồ M_U , ta thấy dầm có mặt cắt chính giữa chịu uốn lớn nhất và gọi là mặt cắt nguy hiểm, có $M_{U_{max}} = \frac{P.l}{4}$

Bằng cách làm tương tự, ta có biểu đồ M_U của các dầm chịu uốn thường gặp (hình 2.16).

5.2- Ứng suất trên mặt cắt của dầm chịu uốn

5.2.1- Biến dạng của dầm uốn thuần túy

Để tiện quan sát, ta xét một dầm thẳng có mặt cắt là hình chữ nhật (hình 2.17).



Hình 2.17

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:

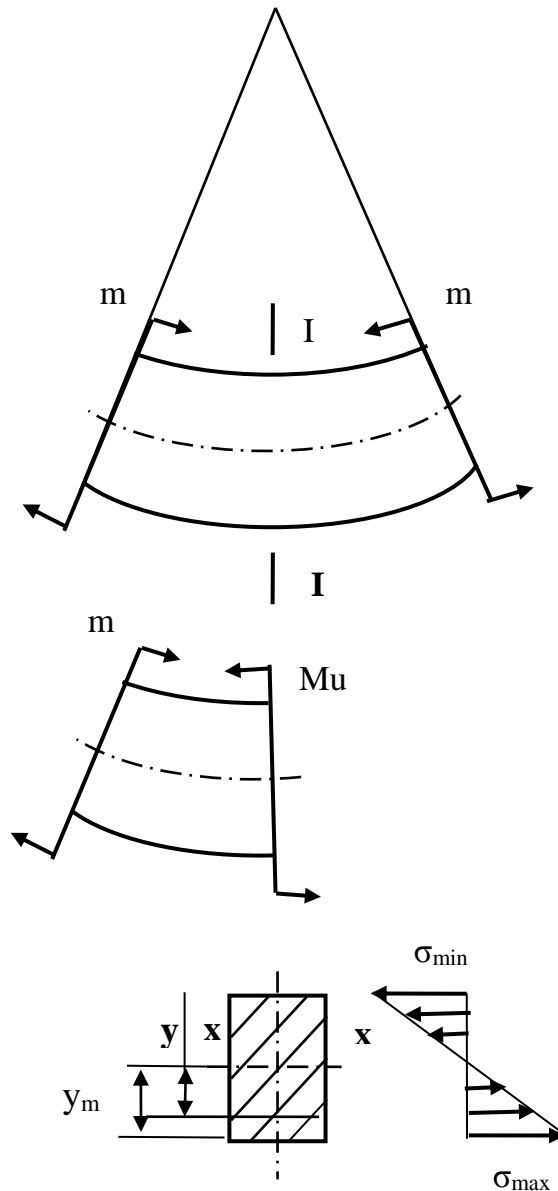
+Trước và sau khi chịu uốn thuần túy, các mặt cắt F đều thẳng và vuông góc với trục dầm.

+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_u .

5.2.2- Ứng suất trên mặt cắt của dầm uốn thuần túy

Thực hiện phương pháp mặt cắt, cắt dầm tại mặt cắt I-I (hình 2.18).



Hình 2.18

Phần trái cân bằng dưới tác dụng của ngoại lực có mô men m và mô men uốn nội lực M_U .

Qua tính toán và thực nghiệm:

Ta có:

$$\sigma \cdot \frac{\max}{\min} = \pm \frac{M_{U \max}}{W_x} \quad (2 - 13)$$

Trong đó σ_{\max} là ứng suất kéo lớn nhất, lấy dấu +
 σ_{\min} là ứng suất nén lớn nhất, lấy dấu -
 W_x là mô đun chống uốn

Mặt cắt hình tròn: $W_x = 0,1 d^3$

Mặt cắt hình vuông: $W_x = \frac{a^3}{6}$

5.3- 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).

$$\sigma_{\frac{\max}{\min}} = \pm \frac{M_{U \max}}{W_x} \leq [\sigma_U] \quad (2 - 14)$$

Từ điều kiện bền 12-2 ta cũng có ba bài toán cơ bản trong uốn:

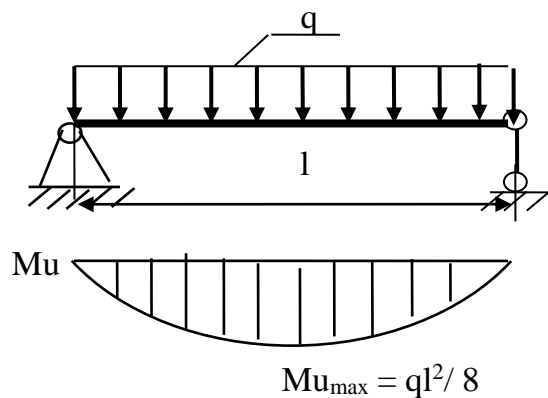
- + Kiểm tra bền uốn
- + Chọn kích thước mặt cắt
- + Chọn tải trọng cho phép

- Ví dụ 12-1:

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 2.19)

Chiều dài của dầm $l = 2m$, tải trọng phân bố đều $q = 120 MN/m$,

$[\sigma_k] = [\sigma_n] = 160 MN/m^2$



Hình 2.19

Bài giải:

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

$$M_{U \max} = \frac{q.l^2}{8} = \frac{120.4}{8} = 60 \text{ MN.m}$$

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

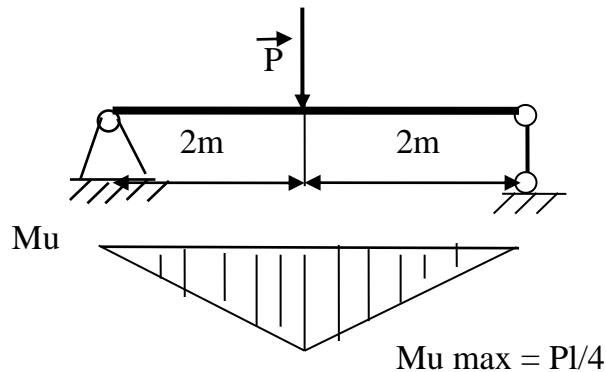
$$\sigma_{\frac{maz}{\min}} = \pm \frac{M_{U \max}}{W_X} = \frac{60}{0,4} = 150 \text{ MN/m}^2$$

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

- Ví dụ 12-2:

Dầm AB dài 4m dùng để nâng tải trọng $P = 180 \text{ kN}$ (hình 2.20).

Hãy chọn kích thước mặt cắt, cho biết dầm làm bằng gỗ hình chữ nhật có $b=2a$ và $[\sigma_{k,n}] = 10 \text{ MN/m}^2$.



Hình 2.20

Bài giải:

Biểu đồ M_U được biểu diễn trên hình 12-3 có:

$$M_{U \max} = \frac{q.l}{4} = \frac{0,18.4}{4} = 0,18 \text{ MN.m}$$

Áp dụng công thức 12-2:

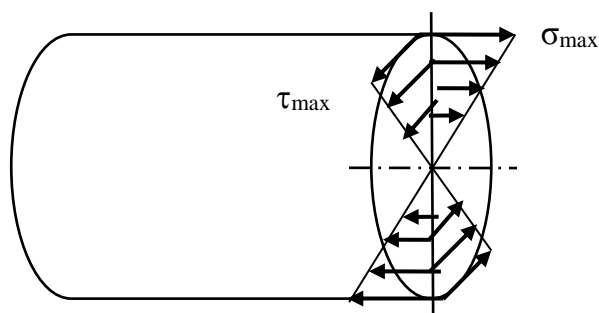
$$\sigma_{\frac{maz}{\min}} = \pm \frac{M_{U \max}}{W_X} \text{ hay } \frac{ab^2}{6} \geq \frac{M_{U \max}}{[\sigma_U]}$$

Mà $b = 2a$ nên
$$\frac{4a^3}{6} \geq \frac{M_{U \max}}{[\sigma_U]}$$

$$\text{và } a \geq \sqrt[3]{\frac{3.0,18}{2.10}} \approx 0,3 \text{ m}$$

5.4- Khái niệm về thanh chịu lực phức tạp

Trong thực tế các trục chuyển động thường chịu uốn và xoắn đồng thời, tại một mặt cắt bất kì trên trục có thành phần nội lực: mô men xoắn M_X và mô men uốn M_U , tương tự tại một điểm trên mặt cắt có hai thành phần ứng suất: ứng suất xoắn τ_x và ứng suất uốn σ_u , biểu diễn trên (hình 2.21) đã biết:



Hình 2.21

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{U \max}}{W_x} \text{ với } M_x = 0,1 d^3$$

$$\tau_{\max} = \frac{M_x}{W_o} \text{ với } W_o = 0,2 d^3 = 2 \cdot W_x$$

Để lập công thức tính toán các trục uốn xoắn đồng thời, ta áp dụng thuyết bền (không chứng minh).

$$\sigma_{\text{tinh}} = \sigma_{\max}^2 + 4\tau_{\max}^2 = \sqrt{\frac{M_U^2}{W_x^2} + \frac{M_x^2}{W_o^2}} = \sqrt{\frac{M_U^2}{W_x^2} + \frac{4M_x^2}{4W_x^2}} = \sqrt{\frac{M_U^2 + M_x^2}{W_x^2}}$$

Đặt $M_{\text{tinh}} = \sqrt{M_U^2 + M_x^2}$ và gọi là mô men tính toán.

Ta có:
$$\sigma_{\text{tinh}} = \frac{M_{\text{tinh}}}{W_x} \quad (2 - 15)$$

Một thanh uốn-xoắn đồng thời đảm bảo điều kiện bền khi ứng suất tính tại tiết diện nguy hiểm phải nhỏ hơn ứng suất uốn cho phép (tối đa là bằng ứng suất uốn cho phép).

$$\sigma_{\text{tinh}} = \frac{M_{U \max}}{W_x} \leq [\sigma_U] \quad (2 - 16)$$

Câu hỏi ôn tập

1. Nêu các giả thuyết cơ bản về vật liệu, Vì sao cần phải đưa ra các giả thuyết đó?
2. Thế nào là ngoại lực? Nội lực và ứng suất? Trình bày phương pháp mặt cắt xác định nội lực.
3. Phát biểu và viết biểu thức định luật Húc trong kéo ,nén đúng tâm.
4. Thế nào là một thanh chịu cắt? Cho ví dụ thực tế và nêu điều kiện bền của thanh chịu cắt.
5. Thế nào là một thanh chịu xoắn thuần túy? Lấy các ví dụ thực tế.
6. Thế nào là một dầm chịu uốn phẳng? Viết công thức tính ứng suất trên mặt cắt của dầm chịu uốn.

Bài tập

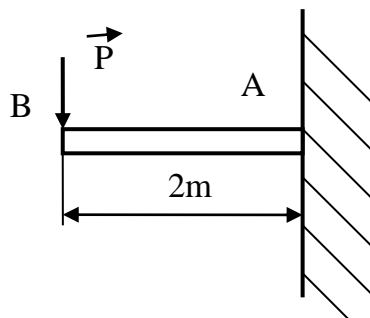
1- Một thanh thép tròn có đường kính $d = 40$ mm chịu tác dụng của lực kéo đúng tâm $p = 10^2$ KN. Hãy kiểm tra cường độ của thanh, biết ứng suất cho phép của thép là $[\sigma_K] = 1,2 \cdot 10^2$ MN/m².

2- Mỗi ghép gồm 3 đinh tán chịu tác dụng bởi lực $P = 15$ KN để ghép 2 tấm tôn, mỗi tấm có chiều dày là 10 mm. Đường kính đinh tán $d = 10$ mm. Hãy kiểm tra độ bền mỗi ghép, biết $[\tau_C] = 80$ MN/m²; $[\sigma_d] = 30$ MN/m².

3- Một trục truyền có đường kính $d = 100$ mm quay với vận tốc $n = 96$ vòng/phút. Trục có công suất $N = 450$ KW.

Kiểm tra độ bền của trục biết $[\tau_x] = 80$ MN/m².

4- Dầm AB chịu tải trọng $P = 18$ KN (hình 2.22). Dầm làm bằng thép có tiết diện hình vuông 10 x 10 cm. Hãy kiểm tra độ bền của dầm, biết $[\sigma_u] = 120$ MN/m².



Hình 2.22

Chương 3: CHI TIẾT MÁY

Mục tiêu: Học xong chương này người học có khả năng:

- 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;
- Tuân thủ các quy định, quy phạm về chi tiết máy.

Nội dung:

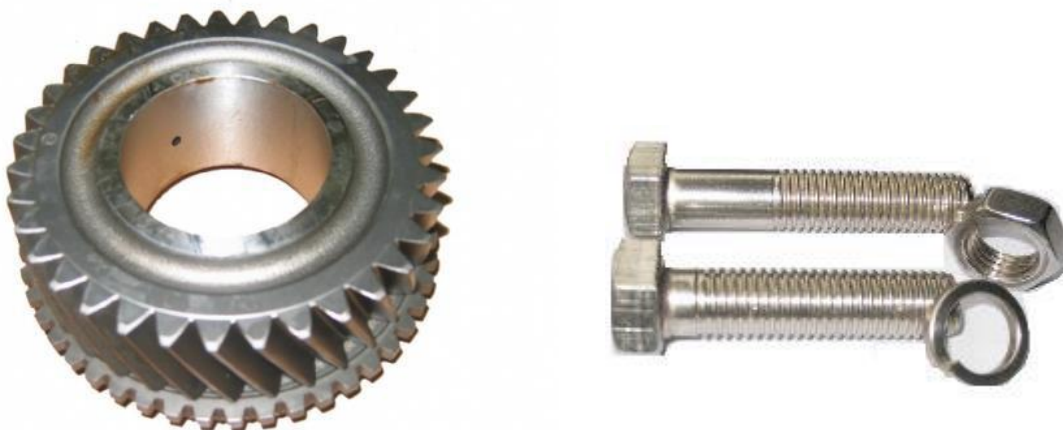
1- Những khái niệm cơ bản về cơ cấu và máy

1.1- Những khái niệm cơ bản và định nghĩa

1.1.1- 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.

Ví dụ: Ta không thể tháo rời một bu lông, đai ốc hoặc bánh răng, chúng là những tiết máy (hình 3.1).



Hình 3.1

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.

Ngày nay hầu hết các chi tiết máy đều được tiêu chuẩn hóa nhằm mục đích đảm bảo tính đồng nhất và khả năng đổi lẫn cho nhau, thuận lợi cho việc sử dụng và chế tạo hàng loạt.

1.1.2- 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.

1.1.3- 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....

Máy tổ hợp có thể dạng vạn năng, sử dụng thông thường trong nhiều ngành sản xuất; đồng thời máy tổ hợp còn phát triển ở dạng hoàn chỉnh, có trang bị thêm thiết bị điều khiển, theo dõi, kiểm tra... để tự động thực hiện quá trình công nghệ sản xuất nhằm không ngừng nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm và giảm nhẹ sức lao động của con người. Loại sau này được gọi là máy tự động.

1.2- Lực 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 3.2 a) là một khâu được nối động với tay quay và con trượt bằng các khớp quay.

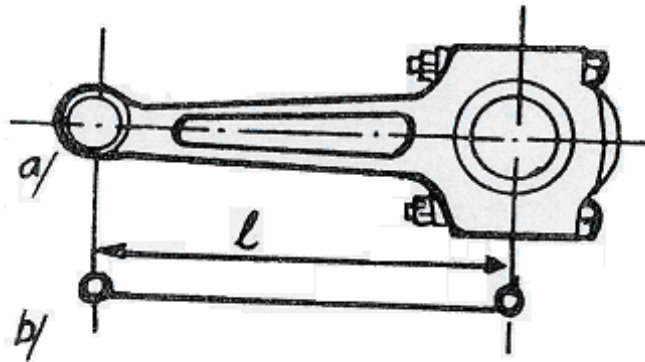
Để đơn giản, các khâu, khớp trong các cơ cấu đều được biểu diễn bằng lực đồ.

(Hình 3.2 b) là lực đồ của thanh truyền.

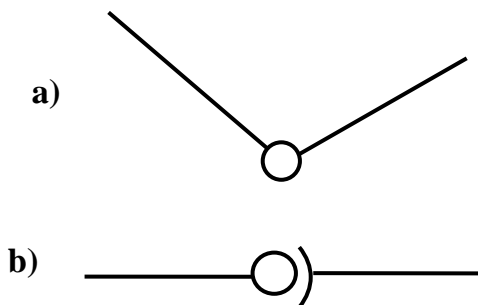
(Hình 3.3) là lực đồ khớp nối các thanh: (Hình 3.3 a) nối hai thanh bằng khớp bản lề. (Hình 3.3 b) nối hai thanh bằng khớp cầu.

(Hình 3.4) là lực đồ khớp nối thanh với ổ đỡ cố định: (Hình 3.4 a) nối thanh với ổ cố định bằng khớp bản lề. (Hình 3.4 b) nối thanh với ổ cố định bằng khớp cầu.

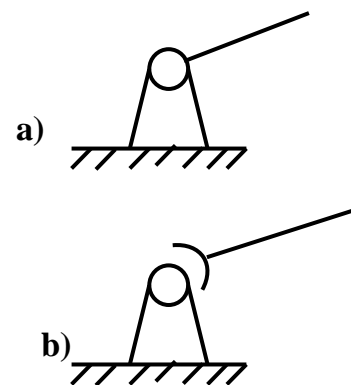
Lực đồ khâu phải biểu diễn đầy đủ các khớp động và nêu được kích thước cơ bản của khâu (kích thước và xác định vị trí tương đối của các khớp động trên khâu), vì khi chuyển động, hình dạng và kết cấu của khâu không làm thay đổi tính chất chuyển động, chỉ những kích thước cơ bản của khâu mới quyết định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



Hình 3.2



Hình 3.3



Hình 3.4

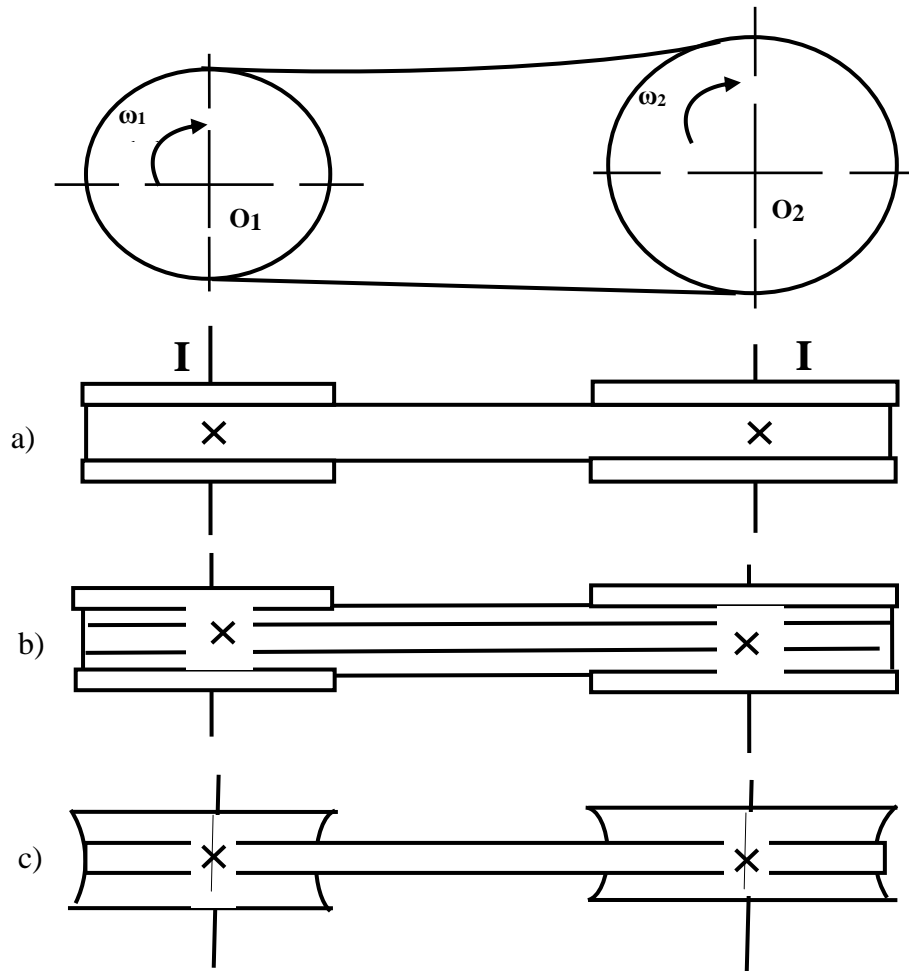
Cơ cấu chuyển động nào cũng có một khâu cố định, gọi là giá. Các khâu còn lại chuyển động tương đối với nhau. Khâu chuyển động cho trước là khâu dẫn, các khâu phụ thuộc vào quy luật chuyển động của khâu dẫn gọi là khâu dẫn gọi là khâu bị dẫn.

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.

2. Cơ cấu truyền động ma sát

2.1. Cơ cấu truyền động đai

2.1.1-Khái niệm



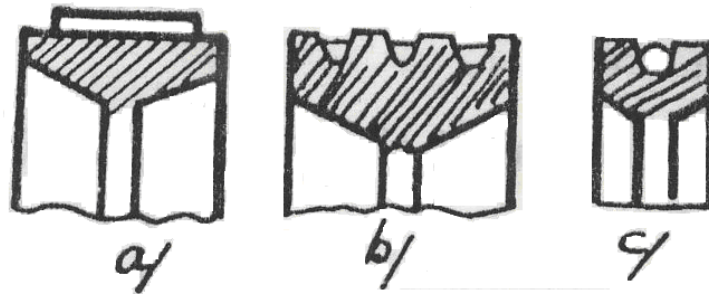
Hình 3.5

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 3.5 là lược đồ bộ truyền động đai đơn giản, trong đó hình 3.5-a là lược đồ bộ truyền đai dẹt, hình 3.5-b là lược đồ bộ truyền đai thang, hình 3.5-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 3.6

Đai dẹt có tiết diện hình chữ nhật (hình 3.6-a) làm bằng da thuộc, bằng vải dẹt thành nhiều lớp, bằng vải đúc với cao su.

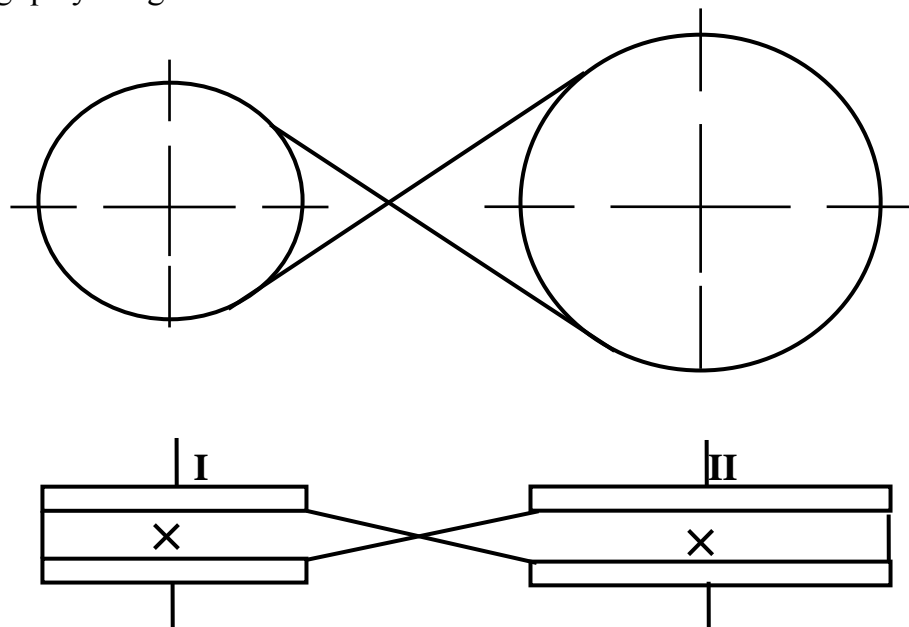
Đai dẹt bằng cao su được dùng phổ biến nhất vì có sức bền lớn và tính đàn hồi cao, đồng thời ít chịu ảnh hưởng của nhiệt độ và độ ẩm tuy nhiên không được để dầu làm hỏng cao su. Đai vải dùng thích hợp cho các truyền động vận tốc cao, công suất nhỏ và trên các bánh đai có đường kính nhỏ. Ở những nơi có 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 3.6-b)

Đai tròn có tiết diện hình tròn được làm bằng da hoặc sợi tằm cao su (hình 3.6-c).

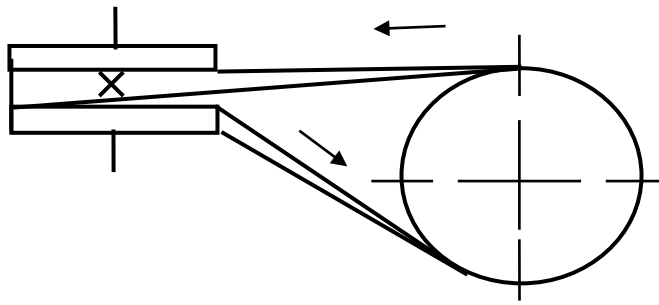
Có thể thực hiện nhiều kiểu truyền động đai: Truyền động thường, truyền động chéo, truyền động nửa chéo và truyền động góc.

Truyền động thường (hình 3.5) là kiểu dùng nhiều nhất để truyền động giữa hai trục song song quay cùng chiều



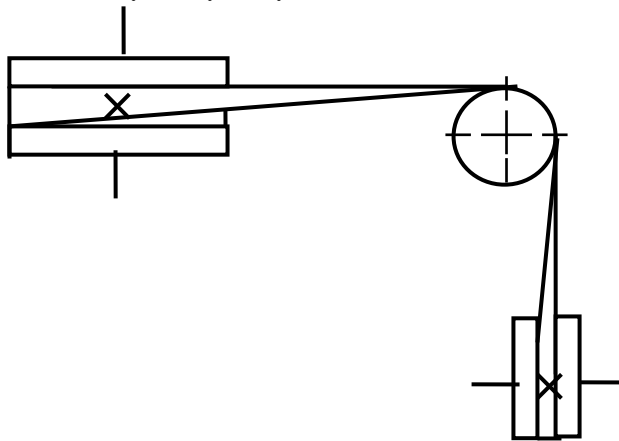
Hình 3.7

Truyền động chéo (hình 3.7) 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 3.8

Truyền động nửa chéo (hình 3.8) 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 3.9

Truyền động góc (hình 3.9) 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 gấn bánh nhỏ

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

2.1.2- 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.

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1(1 - \varepsilon)} \quad (3 - 1)$$

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:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad (3-2)$$

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

2.1.3- 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 trơn 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

- Tỉ 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 trơn trên bánh đai, do đai bị trùng hoặc do quá tải gây nên.

- Có tiếng kêu thành 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:

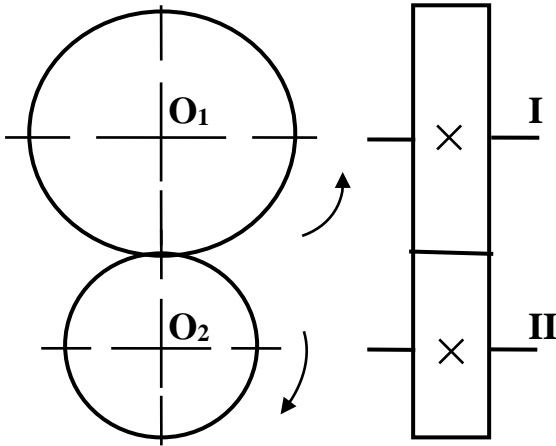
- Phải bảo đảm lực căng đai đủ sức truyền tải, trục hai bánh đai song song với nhau và bánh đai không lệch tâm quay. Với đai dẹt, chỗ nối phải đúng qui cách.

- 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.

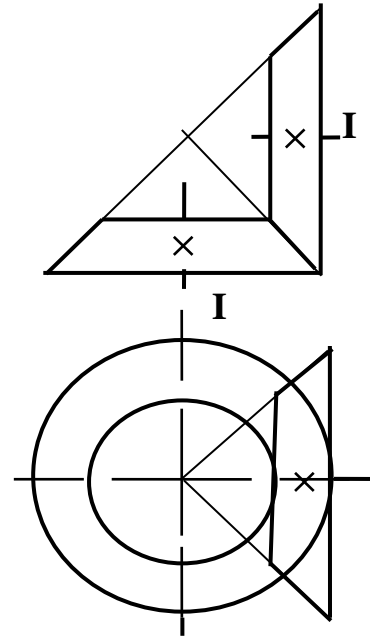
- Đai và bánh đai trước lúc vận hành cần được lau sạch bụi bặm, dùng nước xà phòng ấm rửa.

2.2- Cơ cấu bánh ma sát

2.2.1- Khái niệm



Hình 3.10



Hình 3.11

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 3.10), cơ cấu bánh ma sát côn dùng để truyền chuyển động quay giữa hai trục vuông góc với nhau (hình 3.11).

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.

2.2.2- 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.

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1(1-\varepsilon)} \quad (3-3)$$

Trong đó:

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

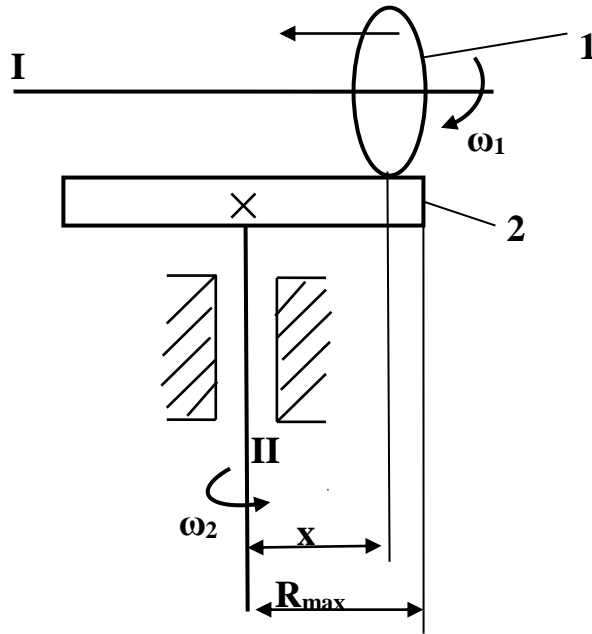
D_1, D_2 là đường kính của bánh dẫn và bị dẫn.

ε là hệ số trượt trong khoảng 1- 3%

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

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad (3-4)$$

2.2.3- Ứng dụng



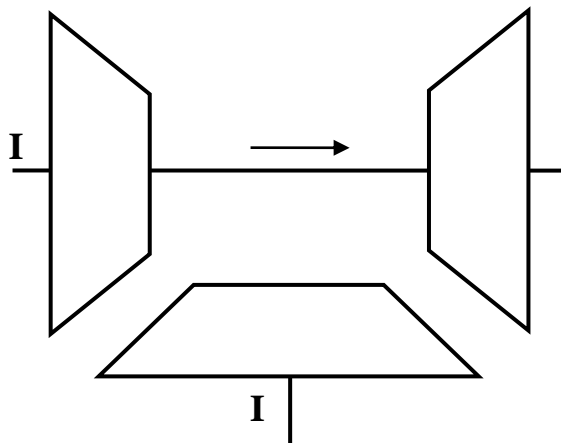
Hình 3.12

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 3.12 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:

$$n_2 = n_1 \frac{R_1}{x} \quad \text{do đó} \quad i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{x}{R_1} \quad (3-5)$$



Hình 3.13

Ngoài bộ biến tốc ma sát người ta còn dùng bộ đảo chiều quay hình nón (hình 3.13) 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 cũng có những nhược điểm:

- Bộ truyền công kênh, vì cần thiết bị để ép các bánh ma sát lại với nhau, mặt khác do lực ép để tạo nên ma sát lớn làm cho trục chịu lực lớn, nếu muốn giảm lực cho ổ lại phải dùng thêm thiết bị phụ khác.

- Tỷ số truyền không ổn định vì có sự trượt, do vậy chỉ đúng 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.

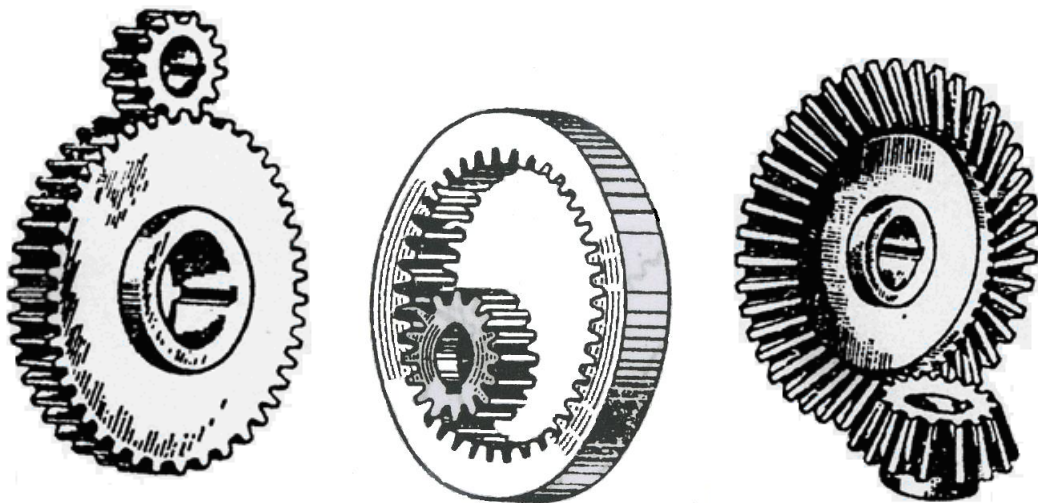
3- Cơ cấu truyền động ăn khớp

3.1- Cơ cấu bánh răng

3.1.1- 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 3.14).



Hình 3.14

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.

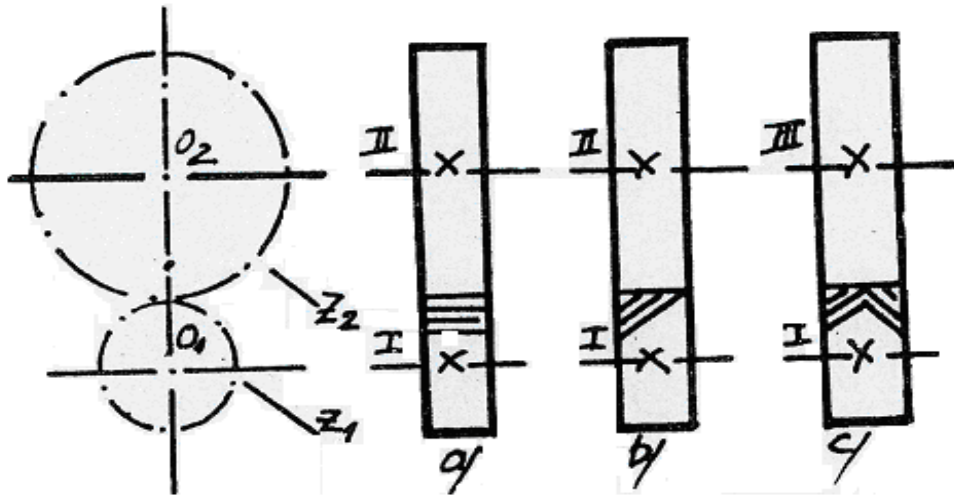
(Hình 3.15) là lược đồ cơ cấu bánh răng trụ ăn khớp ngoài. Trong đó:

(Hình 3.15 a) là lược đồ cơ cấu bánh răng trụ răng thẳng.

(Hình 3.15 b) là lược đồ cơ cấu bánh răng trụ răng nghiêng.

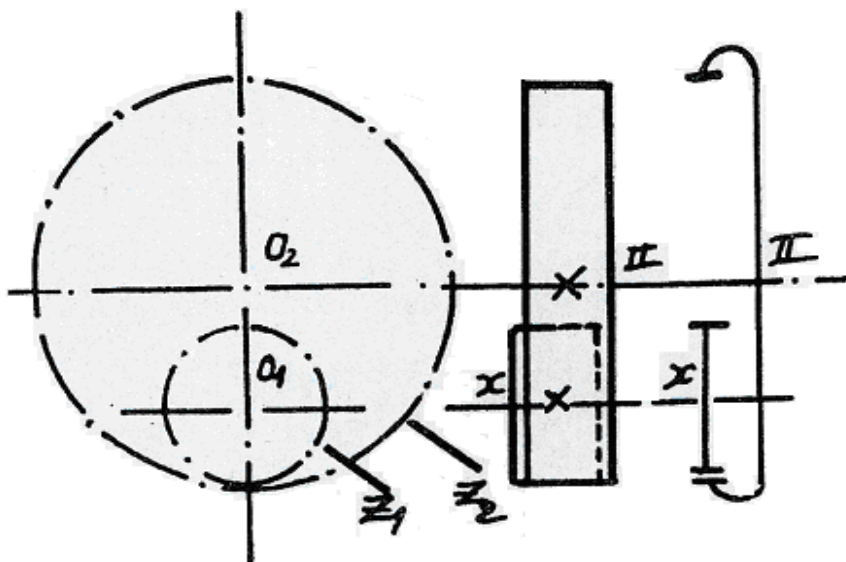
(Hình 3.15 c) là lược đồ cơ cấu bánh răng trụ răng chữ V.

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



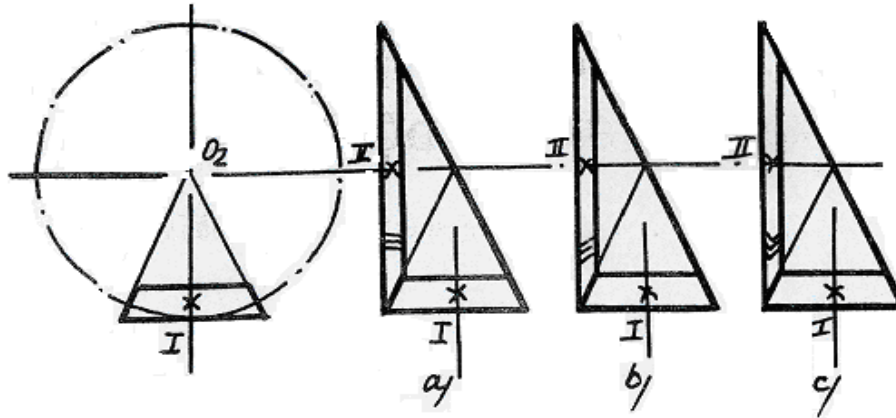
Hình 3.15

(Hình 3.16) 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 3.16

(Hình 3.17 a) là lược đồ cơ cấu bánh răng côn răng thẳng, răng nghiêng (hình 3.17 b) và răng xoắn (hình 3.17 c).

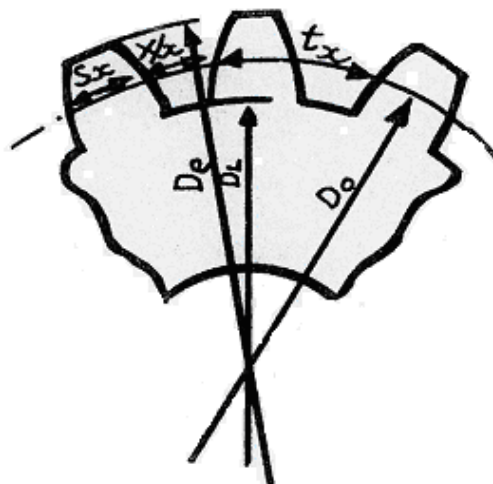


Hình 3.17

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 3.18) 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 3.18

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...

3.1.2- Tỉ số truyền

+ Tỉ số truyền của một cặp bánh răng:

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

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \pm \frac{Z_2}{Z_1} \quad (3 - 6)$$

Trong đó i_{12} là tỉ 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

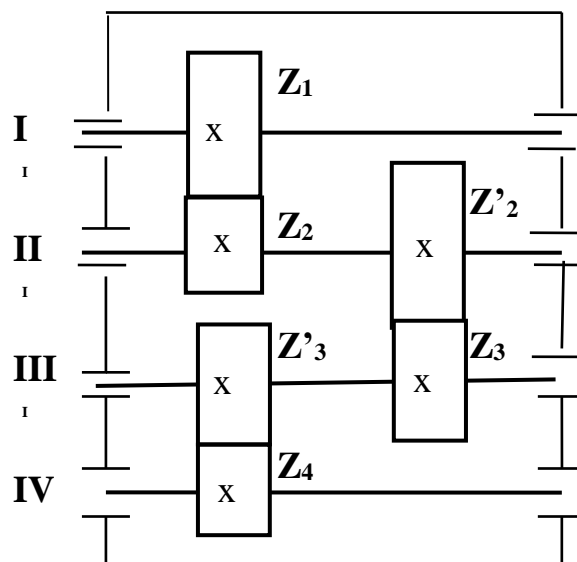
Truyền động của một cặp bánh răng chỉ đạt được một tỉ số truyền nhất định và tỉ số đó không thể hiện quá lớn, vì vậy thường dùng hệ thống những cặp bánh răng truyền động cho nhau vừa thực hiện được tỉ số truyền lớn, vừa đạt được nhiều tỉ số truyền khác nhau.

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 tỉ số truyền của hai loại hệ bánh răng này.

+ Tỉ 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 3.19) 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 3.19

Tỉ số truyền của hệ bánh răng thường này là tỉ số tốc độ góc giữa trục dẫn I và trục bị dẫn IV.

$$i_{14} = \frac{\omega_1}{\omega_4} = -\frac{n_1}{n_4}$$

Trong đó tỉ số truyền của từng cặp bánh răng là:

$$i_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = -\frac{Z_2}{Z_1}; \quad i_{23} = \frac{\omega_2}{\omega_3} = -\frac{Z_3}{Z_2}; \quad i_{34} = \frac{\omega_3}{\omega_4} = -\frac{Z_4}{Z_3}$$

Nhân các tỉ số truyền với nhau:

$$i_{12} \cdot i_{23} \cdot i_{34} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot \frac{\omega_2}{\omega_3} \cdot \frac{\omega_3}{\omega_4} = \frac{\omega_1}{\omega_4} = i_{14}$$

$$\text{Tức là: } i_{14} = i_{12} \cdot i_{23} \cdot i_{34} = \frac{\omega_1}{\omega_4} = \frac{n_1}{n_4}$$

$$\text{Hay: } i_{14} = (-1)^3 \cdot \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_3}{Z_2} \cdot \frac{Z_4}{Z_3}$$

Viết tổng quát cho các hệ bánh răng thường có số bánh răng từ 1 từ k là:

$$i_{1k} = i_{12} \cdot i_{23} \cdots i_{(k-1)k} \quad (3 - 7)$$

$$i_{1k} = (-1)^m \cdot \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_3}{Z_2} \cdots \frac{Z_k}{Z_{k-1}} \quad (3 - 8)$$

3.1.3- 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 u 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 các 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 kẽ 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.

3.2- Cơ cấu xích

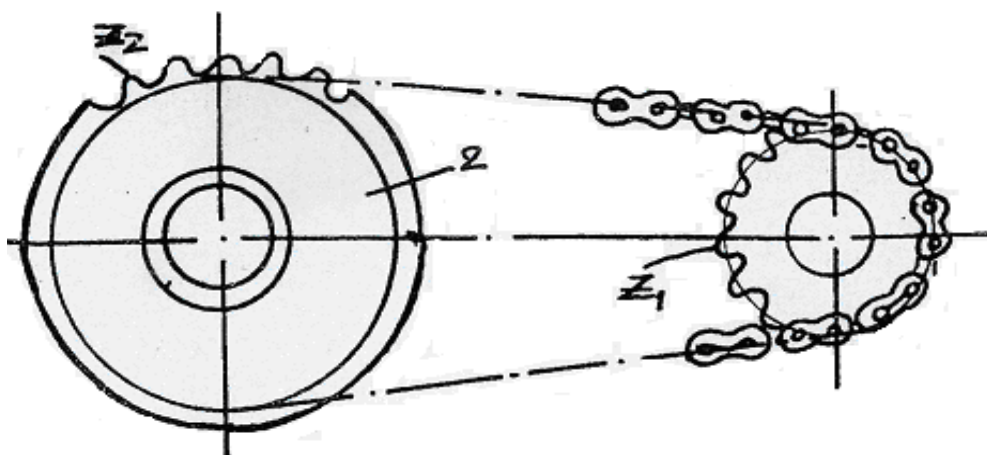
3.2.1- Khái niệm

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 3.20) 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.



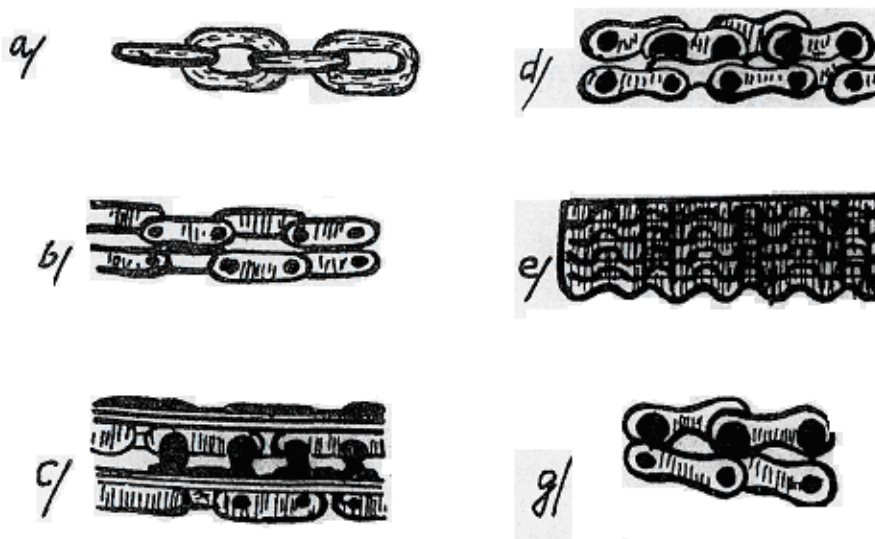
Hình 3.20

Xích thường được chia làm ba loại:

+ Xích trục (hình 3.21 a) làm việc với vận tốc thấp, dưới 0,25m/s và tải trọng lớn, dùng ở các tời ba lạng....

+ Xích kéo (hình 3.21 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 3.21 c), xích ống con lăn (Hình 3.21 d), xích răng (hình 3.21 e), xích định hình (hình 3.21 g).



Hình 3.21

3.2.2- Tỷ số truyền

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

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1} \quad (3 - 9)$$

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 tỉ xích càng chóng mòn, va đập của mắt xích và đĩa cũng tăng, xích làm việc càng ồn.

3.2.3- 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 các 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.

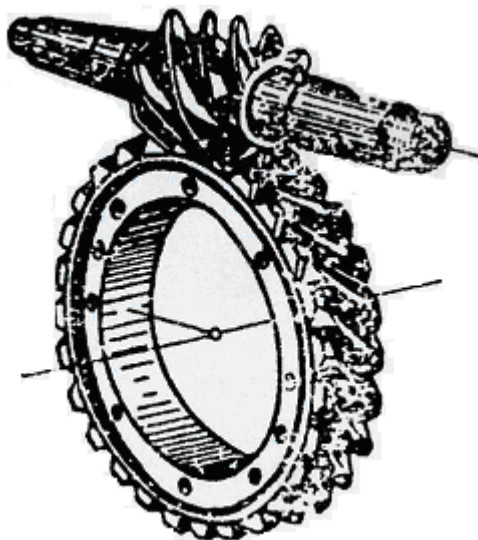
+ Khi lắp, hai đĩa xích không cùng nằm trên một mặt phẳng làm cho xích bị vặn, lắp quá căng gây tải trọng phụ hoặc quá chùng gây ra va đập khi vận tốc lớn.

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- Cơ cấu bánh vít trục vít

3.3.1- 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° (hình 3.22).



Hình 3.22

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.

3.3.2- 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.

Tỷ số truyền của cặp bánh vít – trục vít bằng tỷ số giữa số răng bánh vít với số mỗi ren của trục vít.

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad (3 - 10)$$

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 tỷ số truyền rất lớn mà các bộ truyền khác không thực hiện được.

3.3.3- 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.

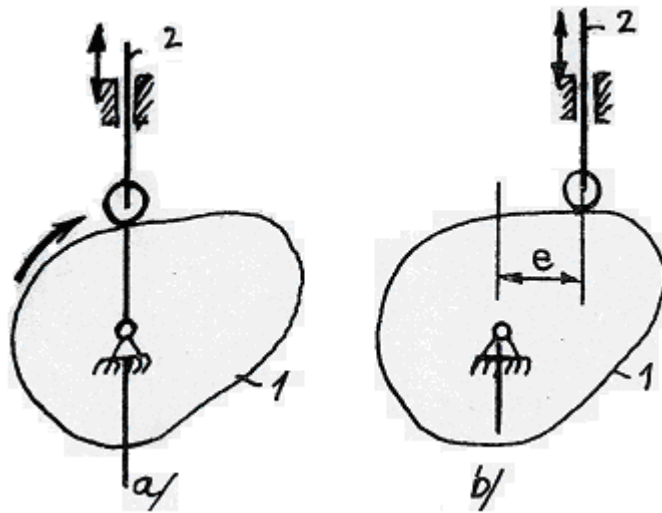
4- Cơ cấu truyền động cam

4.1- 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 3.23 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 3.23 b).

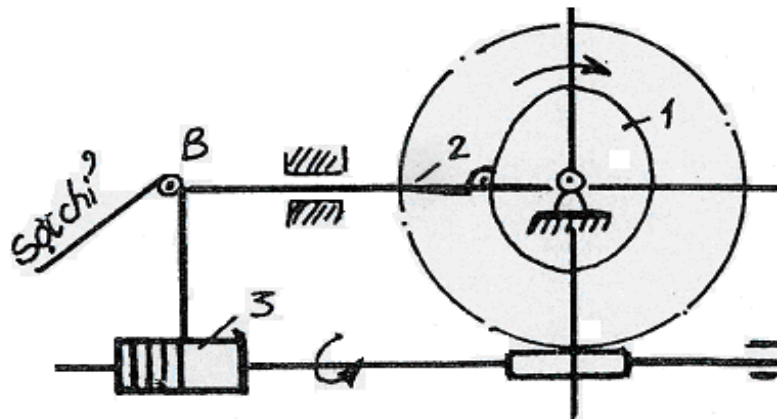


Hình 3.23

4.2- Ứng dụng

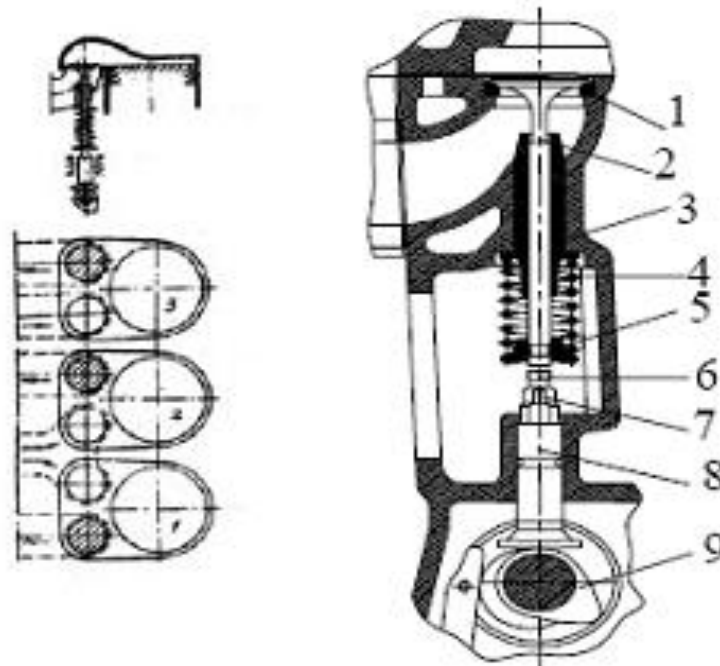
Cơ cấu cam – cần đẩy biến đổi chuyển động quay thành chuyển động tịnh tiến, được dùng trong các mắt cắt kim loại tự động, trong cơ cấu điều tiết nhiên liệu của động cơ đốt trong, trong các máy dệt và các máy công nghiệp khác.

(Hình 3.24) 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 3.24

Hình 3.25 là sơ đồ cơ cấu phân phối khí xupáp kiểu đặt dùng trong động cơ đốt trong



Hình 3.25: Sơ đồ cấu tạo cơ cấu phân phối khí kiểu xupáp đặt
 1. Đế xupáp; 2. Xupáp; 3. Ống dẫn hướng; 4. Lò xo; 5. Móng hãm;
 6. Bulông điều chỉnh; 7. Dai ốc hãm; 8. Con đội; 9. Cam

Nguyên lý hoạt động của cơ cấu như sau:

- Khi động cơ làm việc, trục khuỷu động cơ thông qua cặp bánh răng dẫn động làm cho trục cam và vấu cam (9) quay theo.

- Khi cam quay từ vị trí thấp nhất tới vị trí đỉnh cao nhất của vấu, cam tiếp xúc với con đội (8), đẩy con đội đi lên, đẩy xupáp đi lên mở cửa nạp (hoặc xả). Lúc này lò xo (4) của xupáp bị nén lại.

- Khi cam quay từ vị trí đỉnh cao nhất về vị trí thấp nhất, nó vẫn tiếp xúc với con đội, lò xo (4) giãn ra và nhờ sức căng của lò xo đẩy xupáp chuyển động đóng kín cửa nạp (xả). Kết thúc quá trình nạp (xả) của động cơ..

5- Các cơ cấu truyền động khác

5.1- Cơ cấu tay quay thanh truyền

5.1.1- Khái niệm

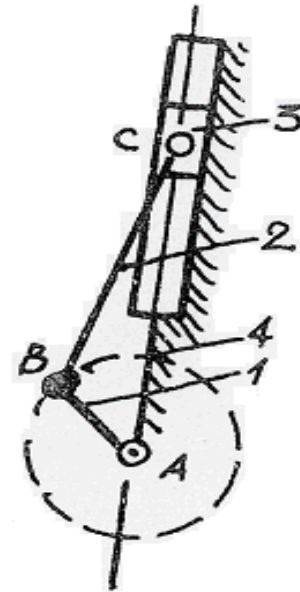
Cơ cấu tay quay – thanh truyền gồm có 4 khâu (hình 3.26): tay quay 1, thanh truyền 2, con trượt 3 và giá 4. Khi tay quay, thanh truyền 2 truyền chuyển động quay từ tay quay 1 đến con trượt 3, làm cho con trượt 3 chuyển động tịnh tiến thẳng trong rãnh trượt. Khi con trượt ở vị trí thấp hoặc cao nhất thì 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.

5.1.2- 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.

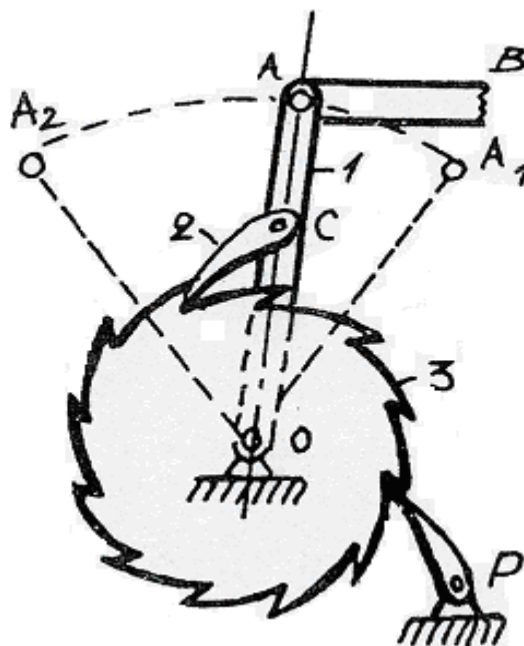


Hình 3.26

5.2- Cơ cấu cóc

5.2.1- 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 3.27).



Hình 3.27

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.

5.2.2- 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.

5.3. Cơ cấu các đăng

5.3.1- 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.

5.3.2 - Phân loại

Truyền động các đăng được phân loại:

a, 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.

b, 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.

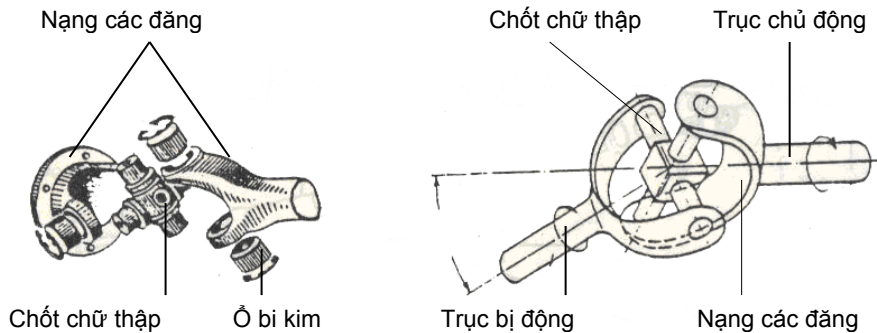
5.3.3 - Cấu tạo và hoạt động truyền động các đăng

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

- Cấu tạo (hình 3.28)

+ 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 đặng đều được cân bằng chính xác và có dầu lắp ghép ở hai đầu nạng (khớp nối).



Hình 3.28- Sơ đồ cấu tạo truyền động các đặng khác tốc (loại trục chữ thập)

- 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 đặng.

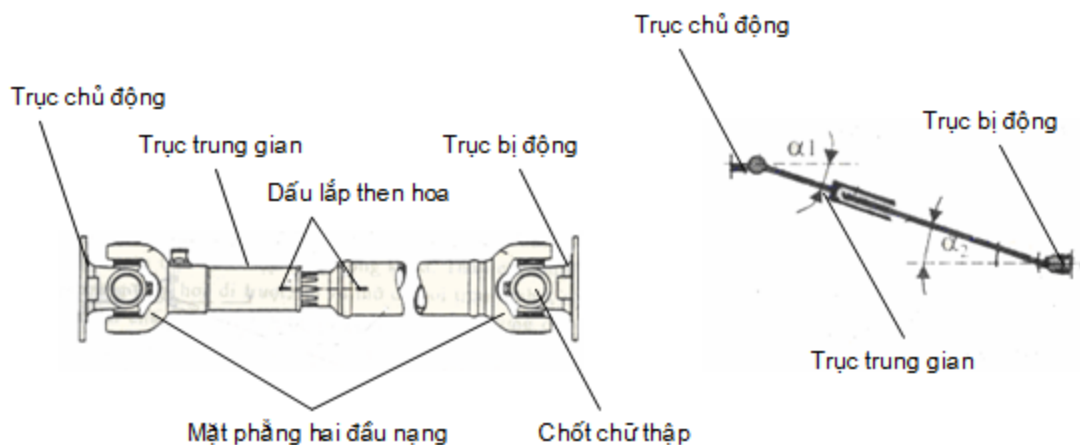
b- Truyền động các đặng đồng tốc (các đặng kép)

- Cấu tạo (hình 3.29)

+ 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



Hình 3.29 a- Cấu tạo các đặng kép (đồng tốc)

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.

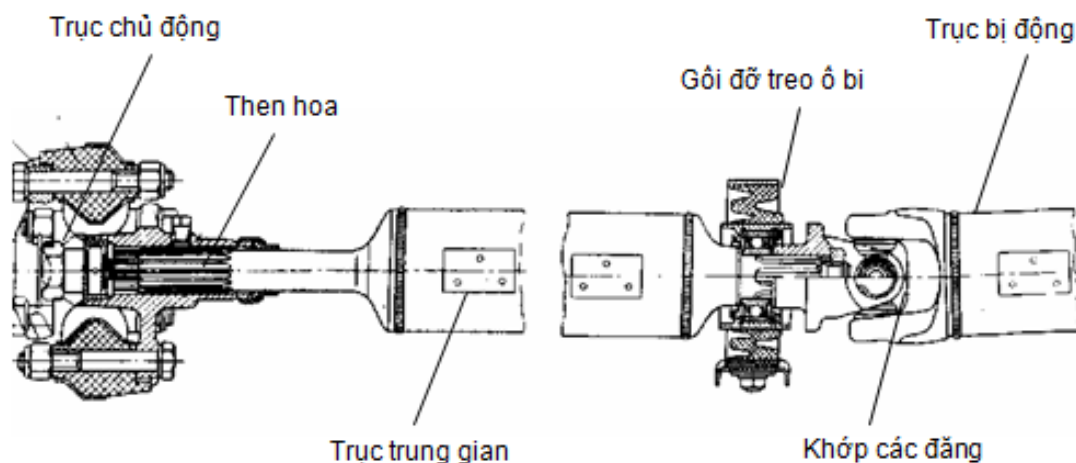
- Nguyên lý hoạt động

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 nạng 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 3.29 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 3.30)

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 nạng khớp cầu chữ C, hai bên nạng 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:

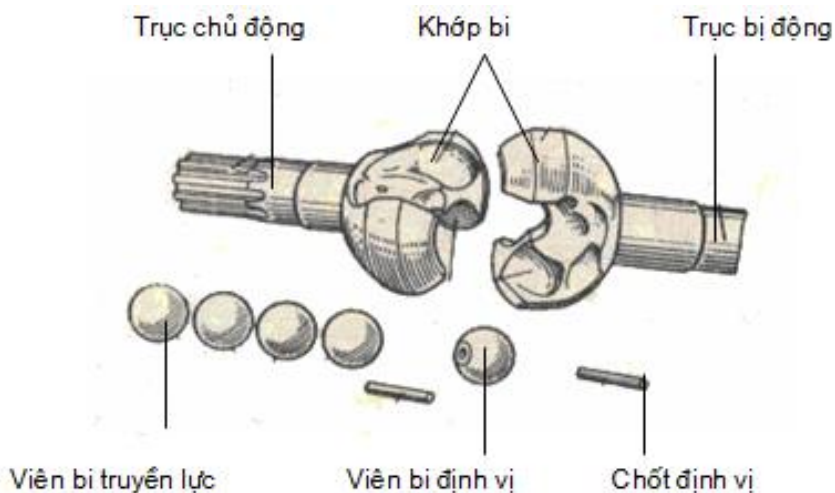
Nguyên lý hình thành các đăng kiểu bi có thể xem xét trên cơ sở một bộ truyền bánh răng côn ăn khớp có kích thước hình học giống nhau hoàn toàn.

Khi hai đường tâm trục thay đổi, tức là khi thay đổi góc nghiêng truyền mômen 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 3.30. Sơ đồ cấu tạo truyền động các đăng đồng tốc

Câu hỏi ôn tập

1. Nêu định nghĩa về cơ cấu Truyền động. Hãy kể tên một số cơ cấu truyền động
2. Nêu định nghĩa về khâu, khớp, lược đồ của khâu, khớp. Cho một vài ví dụ cụ thể.
3. Viết công thức tính tỷ số truyền của một cặp bánh răng và một hệ bánh răng thường.
4. Nêu ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng của cơ cấu truyền động xích.
5. Nêu ứng dụng của cơ cấu tay quay con trượt và cơ cấu cam cần đẩy vào công nghệ ô tô.
- 6- Hãy mô tả cấu tạo và trình bày nguyên lý làm việc của cơ cấu Các đăng đơn trên hình vẽ.

NGÂN HÀNG CÂU HỎI KIỂM TRA KẾT THÚC MÔN HỌC

Câu 1. (3 điểm): Liên kết cơ học? Trình bày tiên đề liên kết? Mô tả liên kết và giải phóng các liên kết ngàm, liên kết bản lề trụ ngang, liên kết tựa di động? Cho ví dụ liên kết bản lề trụ ngang trong ô tô?

Câu 2. (3 điểm): Trình bày cách tổng hợp hai lực đồng quy thành một lực? Cách xác định điểm đặt, phương, chiều, trị số?

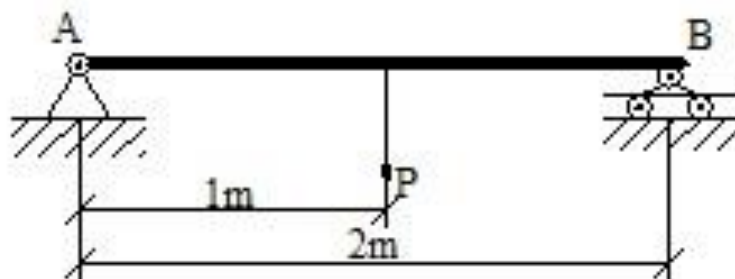
Câu 3. (3 điểm): Trình bày cách tổng hợp hai lực song song cùng chiều thành một lực? Cách xác định điểm đặt, phương, chiều, trị số?

Câu 4. (3 điểm): Trình bày cách tổng hợp hai lực song song ngược chiều thành một lực? Cách xác định điểm đặt, phương, chiều, trị số?

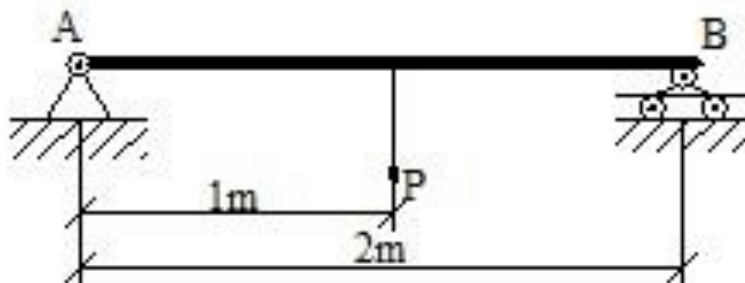
Câu 5. (3 điểm): Trình bày mô men của lực đối với một điểm? Chiều, trị số, đơn vị đo của mô men? Biểu diễn mô men? Ứng dụng? Tính mô men lớn nhất của lực 50N khi dùng cờ lê dài 30cm để vặn đai ốc?

Câu 6. (3 điểm): Trình bày mô men của ngẫu lực? Cho biết cách xác định chiều, trị số, đơn vị đo của ngẫu lực? Biểu diễn ngẫu lực? Tính mô men lớn nhất của ngẫu lực khi dùng tuýp chữ T có thanh ngang dài 30cm, lực thành phần 50N để vặn đai ốc?

Câu 7. (3 điểm): Trình bày điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng theo dạng phương trình thứ nhất? Áp dụng để tính phản lực của thanh ngang AB dài 2m nặng 100kg một đầu gối cố định một đầu gối di động?



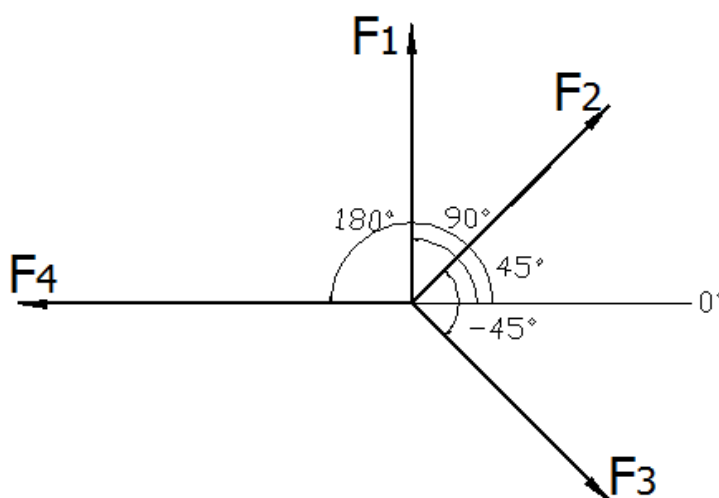
Câu 8. (3 điểm): Trình bày điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng theo dạng phương trình thứ ba? Áp dụng để tính phản lực của thanh ngang dài 2m nặng 100kg một đầu gối cố định một đầu gối di động?



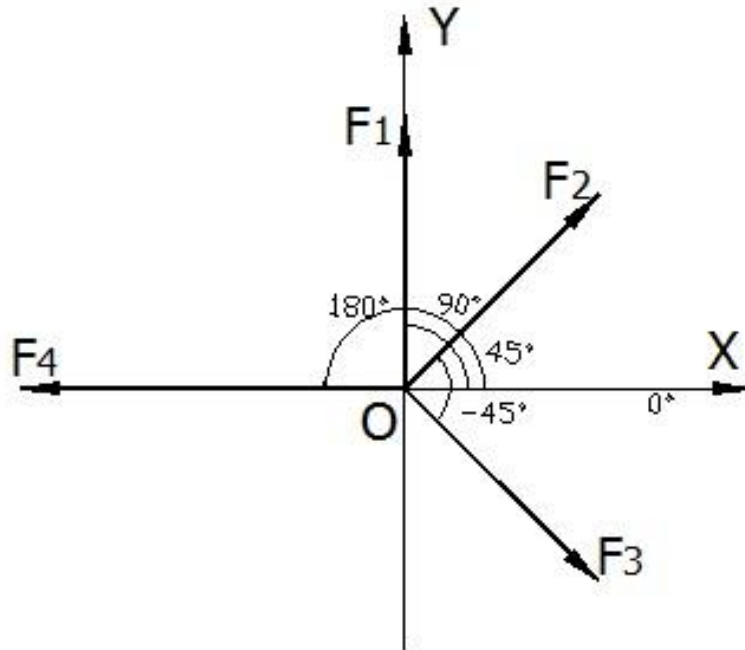
Câu 9. (3 điểm): Trình bày định nghĩa, các yếu tố động học của vật rắn chuyển động quay quanh một trục cố định? Cho ví dụ vật rắn quay quanh trục cố định?

Câu 10. (3 điểm): Trình bày định nghĩa, các yếu tố động học của điểm trên vật rắn chuyển động quay quanh một trục cố định? Cho ví dụ thay đổi vị trí điểm trên vật rắn quay?

Câu 11. (3 điểm): Vẽ và xác định hợp lực của hệ lực phẳng đồng quy tại điểm O bằng phương pháp hình học gồm bốn lực có vị trí như sau F_1 90° , F_2 45° , F_3 -45° , F_4 180° . Trị số của các lực $F_1 = F_2 = F_3 = 100\text{N}$, $F_4 = 100\sqrt{2}\text{ N}$.



Câu 12. (3 điểm): Vẽ và xác định hợp lực của hệ lực phẳng đồng quy tại điểm O bằng phương pháp giải tích gồm bốn lực có vị trí như sau F_1 90° , F_2 45° , F_3 -45° , F_4 180° . Trị số của các lực $F_1 = F_2 = F_3 = 100\text{N}$, $F_4 = 100\sqrt{2}\text{ N}$.



Câu 13. (3 điểm): Vẽ và xác định hợp lực của hệ lực song song bằng phương pháp hình học? Biết hệ có ba lực $F_1 = 50\text{ N}$, $F_2 = 75\text{ N}$, $F_3 = 100\text{ N}$ đặt lần lượt tại các điểm A, B, C trên đường nằm ngang. Chiều của F_2 đi lên, chiều của F_1 và F_3 đi xuống. Chiều dài $AB = 50\text{ cm}$, $BC = 100\text{ cm}$?

Câu 14. (3 điểm): Trình bày các khái niệm thanh chịu kéo, nén đúng tâm? Ngoại lực, nội lực, biểu đồ nội lực, dạng trục tọa độ? ứng suất của thanh chịu kéo, nén đúng tâm? Cách tính ứng suất?

Câu 15. (3 điểm): Mô tả và trình bày biến dạng thanh chịu cắt? Định luật Húc trong trượt cắt? Điều kiện bền thanh chịu lực cắt?

Câu 16. (3 điểm): Trình bày ba bài toán cơ bản cho thanh chịu cắt? Vẽ hình và xác định đường kính một bu lông lắp ghép hai thanh thép chồng nhau chịu kéo đúng tâm với lực 10KN , biết ứng suất cắt cho phép của thép bu lông là 100MN/m^2 ?

Câu 17. (3 điểm): Trình bày ứng suất và sự phân bố ứng suất trong mặt cắt thanh chịu xoắn? Cách tính ứng suất lớn nhất? Cách tính khả năng chống xoắn của mặt cắt của trục tròn đặc và tròn rỗng?

Câu 18. (3 điểm): Mô tả biến dạng thanh chịu xoắn? Các góc biến dạng thanh chịu xoắn? Cách tính góc xoắn tương đối trên một đơn vị chiều dài sau và trước khi biến dạng? Định luật Húc khi trượt?

Câu 19. (3 điểm): Trình bày nội lực, chiều nội lực, biểu đồ nội lực, ứng suất trong thanh chịu uốn? Sự phân bố ứng suất? Cách tính ứng suất mặt cắt thanh chịu uốn?

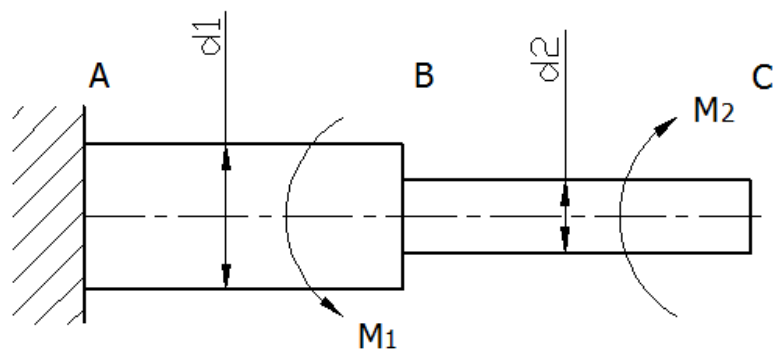
Câu 20. (3 điểm): Trình bày điều kiện bền thanh chịu uốn? Cách tính mô đun chống uốn của mặt cắt hình chữ nhật đứng, hình chữ nhật nằm, hình tròn, hình tròn rỗng? Ba bài toán cơ bản cho thanh chịu uốn?

Câu 21. (4 điểm): Trình bày cách tổng hợp lực bằng phương pháp giải tích?

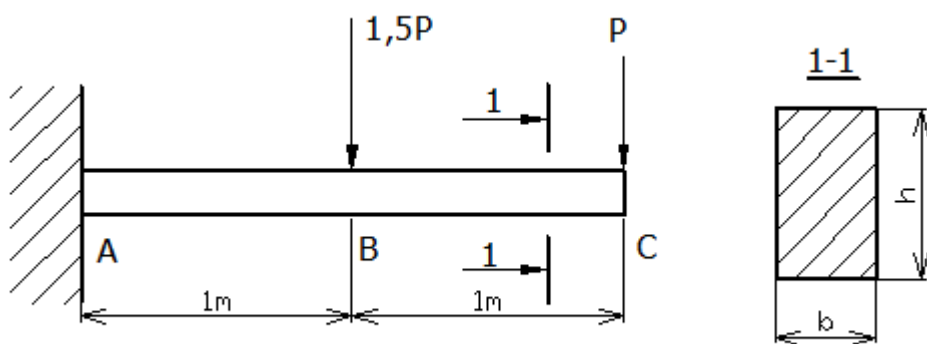
Câu 22. (4 điểm): Mô tả và trình bày biến dạng của thanh chịu kéo, nén đúng tâm? Hệ số biến dạng ngang Poát xông (Poisson)? Định Luật Húc (Hooke) trong kéo nén đúng tâm? Mô đun đàn hồi của vật liệu?

Câu 23. (4 điểm): Xác định ngoại lực, phản lực, nội lực, kích thước mặt cắt ngang của trục tròn rỗng? Biết tiết diện trục có tỷ lệ đường kính trong và đường kính ngoài $\alpha = d/D = 0,8$; vật liệu thanh có ứng suất tiếp cho phép $[\tau] = 12\text{KN}/\text{cm}^2$. Trục chịu tác dụng của một mô men xoắn tập trung $M = 12\text{KNm}$.

Câu 24. (4 điểm): Kiểm tra độ bền của 1 trục có 2 bậc như hình vẽ? Vật liệu làm trục có ứng suất tiếp cho phép $[\tau] = 14\text{KN}/\text{cm}^2$, đường kính $d_1 = 80\text{mm}$, $d_2 = 40\text{mm}$, trục chịu tác dụng của 2 mô men xoắn tập trung $M_1 = 10\text{KNm}$, $M_2 = 2\text{KNm}$.



Câu 25. (4 điểm): Xác định trị số tối đa của lực P trên dầm công xon như hình vẽ? Dầm liên kết ngàm tại đầu A, đầu B tự do, các kích thước $AB = BC = 1\text{m}$, tại B có lực tập trung thẳng đứng từ trên xuống có trị số lực bằng $1,5P$, tại C có lực tập trung thẳng đứng từ trên xuống trị số bằng P ; dầm làm bằng vật liệu có ứng suất cho phép $[\sigma] = 18\text{KN/cm}^2$, kích thước mặt cắt ngang của dầm là $b = 40\text{mm}$, $h = 120\text{mm}$.

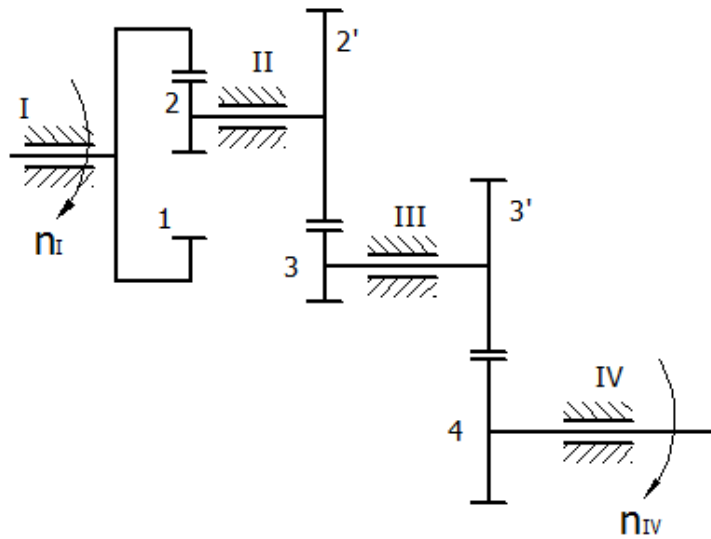


Câu 26. (4 điểm): Trình bày khái niệm, vẽ sơ đồ động, mô tả cấu tạo, vật liệu, phân loại, nguyên lý hoạt động, tỷ số truyền và ứng dụng của cơ cấu truyền động đai?

Câu 27. (4 điểm): Trình bày khái niệm, mô tả cấu tạo, vẽ sơ đồ động, phân loại, trình bày nguyên lý hoạt động và ứng dụng của cơ cấu truyền động khớp ma sát?

Câu 28. (4 điểm): Trình bày khái niệm, mô tả cấu tạo, vẽ sơ đồ động, phân loại, trình bày nguyên lý hoạt động, tỷ số truyền và ứng dụng của cơ cấu truyền động đĩa xích?

Câu 29. (4 điểm): Có hệ bánh răng như hình vẽ. Số răng của các bánh răng như sau: $Z_1 = 50$, $Z_2 = 25$, $Z_{2'} = 40$, $Z_3 = 20$, $Z_{3'} = 10$, $Z_4 = 30$. Vận tốc vòng trục I $n_I = 600$ vòng/phút. Tính tỷ số truyền i_{I-IV} ? Tính vận tốc quay của trục IV theo Vg/ph, rad/ph, rad/s, độ/ph, độ/s?



Câu 30. (4 điểm): Cơ cấu truyền động đai có đường kính bánh dẫn 50mm, đường kính bánh bị dẫn 200mm, bánh dẫn quay 1400 vòng/phút (bỏ qua sự trượt đai). Tính vận tốc vòng quay (v/ph), vận tốc góc (rad/ph, rad/s), vận tốc góc ($^{\circ}$ /ph, $^{\circ}$ /s) của bánh bị dẫn? Ứng dụng bộ truyền đai trong ô tô?

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