

**UBND HUYỆN CỬ CHI
TRƯỜNG TRUNG CẤP NGHỀ CỬ CHI**

GIÁO TRÌNH
MÔN HỌC/MÔ ĐUN: CƠ KỸ THUẬT
NGÀNH/NGHỀ: CẮT GỌT KIM LOẠI
TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

*Ban hành kèm theo Quyết định số: 48 /QĐ-TCNCC ngày 04 tháng 10 năm 2021
của Hiệu trưởng Trường Trung cấp nghề Cử Chi*

Cử Chi, năm 2021

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

Để thực hiện biên soạn giáo trình đào tạo nghề Cắt gọt kim loại ở trình độ Trung cấp nghề, giáo trình Môn học Cơ kỹ thuật là một trong những giáo trình môn học đào tạo chuyên ngành được biên soạn theo nội dung chương trình khung được Sở Lao động - Thương binh và Xã hội TPHCM và Trường trung cấp nghề Củ Chi ban hành dành cho hệ Trung Cấp Nghề Cắt gọt kim loại.

Nội dung được biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, tích hợp kiến thức và kỹ năng chặt chẽ với nhau, logic.

Khi biên soạn, người biên soạn đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan đến nội dung chương trình đào tạo và phù hợp với mục tiêu đào tạo, nội dung lý thuyết và thực hành được biên soạn gắn với nhu cầu thực tế trong sản xuất đồng thời có tính thực tiễn cao. Nội dung giáo trình được biên soạn với dung lượng thời gian đào tạo 30 giờ gồm có:

Bài 1: Tĩnh học

Bài 2: Sức bền vật liệu

Bài 3: Chi tiết máy

Bài 4: Các chi tiết máy truyền động

Trong quá trình sử dụng giáo trình, tùy theo yêu cầu cũng như khoa học và công nghệ phát triển có thể điều chỉnh thời gian và bổ sung những kiến thức mới cho phù hợp. Trong giáo trình, Tôi có đề ra nội dung bài tập của từng bài để người học củng cố và áp dụng kiến thức phù hợp với kỹ năng.

Mặc dù đã cố gắng tổ chức biên soạn để đáp ứng được mục tiêu đào tạo nhưng không tránh được những khiếm khuyết. Rất mong nhận được đóng góp ý kiến của các thầy, cô giáo, bạn đọc để người biên soạn sẽ hiệu chỉnh hoàn thiện hơn.

Tp. HCM, ngày 28 tháng 03 năm 2021

Giáo viên biên soạn

MỤC LỤC

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN	1
LỜI GIỚI THIỆU.....	2
MỤC LỤC.....	3
BÀI 1: TĨNH HỌC	
1. Các khái niệm cơ bản và các định luật tĩnh học.....	6
1.1. Các khái niệm cơ bản.....	6
1.2. Các định luật tĩnh học	7
1.3. Các hệ quả.....	10
2. Hệ lực phẳng	11
2.1. Véc tơ chính và mômen chính của hệ lực phẳng	11
2.2. Định lý dời lực song song	13
BÀI 2: SỨC BỀN VẬT LIỆU	
1. Đặc trưng hình học của hình phẳng.....	16
1.1. Trọng tâm của hình phẳng	21
1.2. Mômen tĩnh	22
1.3. Mômen quán tính	23
2. Xoắn thuần túy những thanh tròn.	26
2.1. Định nghĩa.....	26
2.2. Quan hệ giữa mômen xoắn ngoại lực với công suất và số vòng quay trên trục truyền.	28
2.3. Công thức tính ứng suất tiếp trên mặt cắt ngang của thanh tròn chịu xoắn thuần túy.....	29
2.4. Đặc trưng cơ học của vật liệu chịu xoắn.....	30
2.5. Biến dạng của thanh tròn chịu xoắn.....	31
2.6. Điều kiện bền, điều kiện cứng	31
BÀI 3: CHI TIẾT MÁY	
1. Mối ghép bằng hàn.....	33
1.1. Các khái niệm chung.....	33
1.2. Ví dụ tính toán.....	35
2. Mối ghép bằng ren.	38
2.1. Các khái niệm chung.....	38
2.2. Tính toán mối ghép bằng ren.	40
BÀI 4: CÁC CHI TIẾT MÁY TRUYỀN ĐỘNG	
1. Bộ truyền đai.....	43

1.1. Những vấn đề chung	43
1.2. Các thông số hình học chủ yếu của bộ truyền đai	45
1.3. Tính bộ truyền đai	46
2. Bộ truyền bánh răng	48
2.1. Những vấn đề chung	48
2.2. Các thông số hình học chủ yếu của bộ truyền bánh răng trụ răng thẳng	49
2.3. Tính bộ truyền bánh răng trụ răng thẳng theo sức bền tiếp xúc	50
2.4. Tính bộ truyền bánh răng trụ răng thẳng theo sức bền uốn	50

MÔN HỌC CƠ KỸ THUẬT

Mã môn học: MH07

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của mô đun:

- Vị trí của mô đun:

+ Môn học có thể được bố trí trước, đồng thời hoặc sau khi học sinh học xong các môn học chung bắt buộc

+ Môn học được bố trí trước các môn học, mô-đun đào tạo chuyên môn nghề

- Tính chất của mô đun:

+ Là môn học kỹ thuật cơ sở thuộc các môn học, mô đun đào tạo nghề bắt buộc

- Ý nghĩa của mô đun:

+ Môn học cung cấp những kiến thức căn bản về tải trọng phổ biến dùng trong ngành cơ khí.

+ Môn học cung cấp nguyên lý hoạt động của một số bộ truyền, cơ cấu thông dụng.

- Vai trò của mô đun:

Là môn học kỹ thuật cơ sở giúp người học tính toán và phân tích được các bài toán về chi tiết máy, sức bền vật liệu

Mục tiêu của mô đun:

* Kiến thức

- Phân tích được tải trọng và phản lực liên kết, trọng tâm cân bằng ổn định của vật rắn.

- Tính được tải trọng và phản lực liên kết, trọng tâm cân bằng ổn định của vật rắn.

- Tính được các lực ma sát.

- Phân tích được các loại chuyển động, vận tốc dài, vận tốc góc, gia tốc, gia tốc tiếp tuyến, gia tốc pháp tuyến.

- Tính được vận tốc dài, vận tốc góc, gia tốc, gia tốc tiếp tuyến, gia tốc pháp tuyến.

- Trình bày được khái niệm về kéo nén, xoắn, uốn, cắt dập.

- Tính được ứng suất, kích thước mặt cắt của thanh chịu kéo – nén, trục chịu xoắn, dầm chịu uốn, bị cắt dập ở trạng thái nguy hiểm và trạng thái an toàn của vật liệu.

- Phân tích được các sơ đồ truyền động.

- Trình bày được nguyên lý hoạt động của các cơ cấu đảo chiều để giải thích một số cơ cấu làm việc của máy thông dụng.

* Kỹ năng

- Chọn được các cơ cấu truyền động bánh răng, cơ cấu xích, cơ cấu bánh vít trục vít, bộ truyền đai thông dụng để áp dụng cho từng trường hợp truyền động thực tế.

* Năng lực tự chủ và trách nhiệm

- Chăm thận, bình tĩnh, thực hiện đúng yêu cầu bài toán

BÀI 1: TĨNH HỌC

Giới thiệu:

Tĩnh học nghiên cứu các quy luật cân bằng của vật rắn tuyệt đối dưới tác dụng của lực. Trong tĩnh học có hai khái niệm cơ bản là vật rắn tuyệt đối và lực.

Tĩnh học là phân khảo sát trạng thái cân bằng (tĩnh) của vật rắn dưới tác dụng của các lực. Có hai vấn đề lớn được nghiên cứu trong phần này là: Thu gọn hệ lực: là biến đổi hệ lực tác dụng lên vật thành một hệ lực khác tương đương nhưng có dạng đơn giản hơn. Khi hệ lực được biến đổi về dạng đơn giản nhất thì hệ lực đó được gọi là dạng tối giản của hệ lực ban đầu. Tìm điều kiện cân bằng: là thiết lập các điều kiện đối với hệ lực mà dưới tác dụng của nó vật rắn cân bằng, gọi tắt là các điều kiện cân bằng của hệ lực.

Mục tiêu của bài:

- Trình bày được các tiên đề, các khái niệm, cách biểu diễn lực, các loại liên kết cơ bản, hệ lực, phương pháp hợp lực đồng quy, tách lực đồng quy.
- Phân tích được lực tác dụng và các phản lực liên kết, các mômen của lực đối với một điểm, ngẫu lực.
- Tính được lực tác dụng và các phản lực liên kết, các mômen của lực đối với một điểm, ngẫu lực.
- Tính được lực bằng phương pháp đa giác, phương pháp chiếu để giải các bài toán về hệ lực bất kỳ.
- Lập được phương trình mô men tính toán hệ lực tác dụng.
- Giải được các bài toán hệ lực phẳng song song.

Nội dung chính:

1. Các khái niệm cơ bản và các định luật tĩnh học.

1.1. Các khái niệm cơ bản

- Vật rắn tuyệt đối: là vật thể có hình dạng bất biến nghĩa là khoảng cách hai phần tử bất kỳ trên nó luôn luôn không đổi. Vật thể có hình dạng biến đổi gọi là vật biến. Trong tĩnh học chỉ khảo sát những vật thể là rắn tuyệt đối thường gọi tắt là vật rắn. Thực tế cho thấy hầu hết các vật thể đều là vật biến dạng. Song nếu tính chất biến dạng của nó không ảnh hưởng đến độ chính xác cần có của bài toán có thể xem nó như vật rắn tuyệt đối trong mô hình tính toán.

- Lực: là đại lượng đo tác dụng cơ học giữa các vật thể với nhau. Lực được biểu diễn bằng đại lượng véc tơ có ba yếu tố đặc trưng: độ lớn (còn gọi là cường độ), phương chiều và điểm đặt. Thiếu một trong ba yếu tố trên tác dụng của lực không được xác định. Ta thường dùng chữ cái có dấu véc tơ ở trên để ký hiệu các véc tơ lực. Thí dụ các lực:

$$\vec{P}, \vec{F}_1, \vec{F}_1$$

Với các ký hiệu này phải hiểu rằng các chữ cái không có dấu véc tơ ở trên chỉ là ký hiệu độ lớn của nó. Độ lớn của các lực có thứ nguyên là Niu ton hay bội số Kilo Niu ton viết tắt là (N hay kN).

- Hệ lực: Hệ lực là một tập hợp nhiều lực cùng tác dụng lên vật rắn.

- Lực tương đương: Hai lực tương đương hay hai hệ lực tương đương là hai lực hay hai hệ lực có tác động cơ học như nhau. Để biểu diễn hai lực tương đương hay hai hệ lực tương đương ta dùng dấu tương đương như trong toán học.

- Hợp lực: Hợp lực của hệ lực là một lực tương đương với hệ lực đã cho.

- Hệ lực cân bằng: Hệ lực cân bằng là hệ lực tương đương với không (hợp lực của nó bằng không).

1.2. Các định luật tĩnh học

* Tiên đề 1: (Hệ hai lực cân bằng)

Điều kiện cần và đủ để hai lực cân bằng là hai lực đó có cùng độ lớn, cùng phương, ngược chiều và cùng đặt lên một vật rắn. Ta có

* Tiên đề 2: (Thêm hoặc bớt một hệ lực cân bằng)

Tác dụng của hệ lực lên vật rắn sẽ không đổi nếu ta thêm vào hoặc bớt đi một hệ lực cân bằng.

* Tiên đề 3: (Hợp lực theo nguyên tắc hình bình hành)

Hai lực cùng đặt vào một điểm trên vật rắn có hợp lực được biểu diễn bằng đường chéo của hình bình hành mà hai cạnh là hai lực đã cho.

* Tiên đề 4: (tác dụng tương hỗ)

Lực tác dụng tương hỗ giữa hai vật rắn có cùng độ lớn, cùng phương nhưng ngược chiều.

* Tiên đề 5: (Tiên đề hoá rắn)

Một vật không tuyệt đối rắn đang ở trạng thái cân bằng khi hoá rắn nó vẫn giữ nguyên trạng thái cân bằng ban đầu.

* Tiên đề 6: (Giải phóng liên kết)

Trước khi phát biểu tiên đề này cần đưa ra một số khái niệm về: Vật rắn tự do, vật rắn không tự do, liên kết và phản lực liên kết.

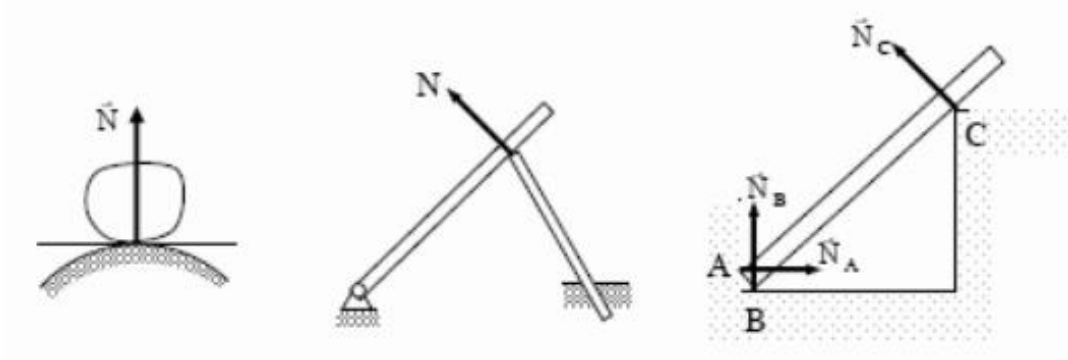
Vật rắn tự do là vật rắn có khả năng di chuyển theo mọi phía quanh vị trí đang xét. Nếu vật rắn bị ngăn cản một hay nhiều chiều di chuyển nào đó được gọi là vật rắn không tự do. Những điều kiện ràng buộc di chuyển của vật rắn khảo sát gọi là liên kết. Trong tĩnh học chỉ xét liên kết do sự tiếp xúc của các vật rắn với nhau (liên kết hình học). Theo tiên đề 4 giữa vật khảo sát và vật liên kết xuất hiện các lực tác dụng tương hỗ. Người ta gọi các lực tác dụng tương hỗ giữa vật liên kết lên vật khảo sát là phản lực liên kết.

Để khảo sát vật rắn không tự do ta phải dựa vào tiên đề giải phóng liên kết sau:

- Tiên đề: Vật rắn không tự do có thể xem như vật rắn tự do khi giải phóng các liên kết và thay vào đó bằng các phản lực liên kết tương ứng.

Xác định phản lực liên kết lên vật rắn là một trong những nội dung cơ bản của các bài toán tĩnh học. Một số liên kết phẳng thường gặp và tính chất các phản lực của nó.

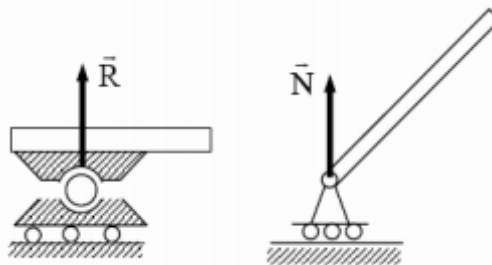
+ Liên kết tựa: (vật khảo sát tựa lên vật liên kết): Trong dạng này các phản lực liên kết có phương theo pháp tuyến chung giữa hai mặt tiếp xúc. Trường hợp đặc biệt nếu tiếp xúc là một điểm nhọn tựa lên mặt hay ngược lại thì phản lực liên kết sẽ có phương pháp tuyến với mặt tại điểm tiếp xúc.



Hình 1.1.1: Liên kết tựa

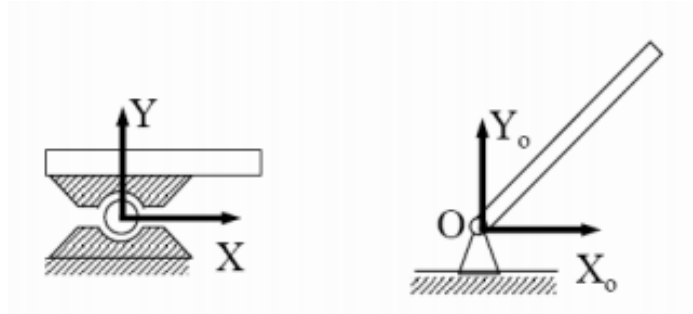
+ Liên kết là khớp bản lề (liên kết khớp bản lề di động)

Khớp bản lề di động chỉ hạn chế chuyển động của vật khảo sát theo chiều vuông góc với mặt phẳng trượt do đó phản lực liên kết có phương vuông góc với mặt trượt



Hình 1.1.2: Liên kết khớp bản lề di động

Khớp bản lề cố định: cho phép vật khảo sát quay quanh trục của bản lề và hạn chế các chuyển động vuông góc với trục quay của bản lề. Trong trường hợp này phản lực có hai thành phần vuông góc với trục bản lề.



Hình 1.1.3: Liên kết khớp bản lề cố định

+ Liên kết là dây mềm hay thanh cứng:

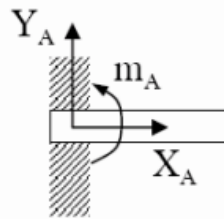


Hình 1.1.4: Liên kết dây mềm

Hình 1.1.5: Liên kết thanh cứng

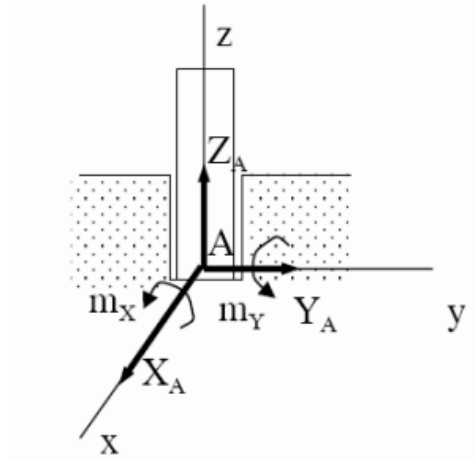
Các liên kết dạng này chỉ hạn chế chuyển động của vật thể theo chiều dây hoặc thanh. Phương của phản lực liên kết là phương dọc theo dây và thanh.

+ Liên kết ngàm: Vật khảo sát bị hạn chế không những di chuyển theo các phương mà còn hạn chế cả chuyển động quay. Trong trường hợp này phản lực liên kết có cả lực và mô men phản lực.



Hình 1.1.6: Liên kết ngàm

+ Liên kết là gót trục: Vật khảo sát bị hạn chế các chiều chuyển động theo phương ngang, phương thẳng đứng và chuyển động quay quanh các trục X và Y do đó phản lực liên kết có các thành phần như hình vẽ



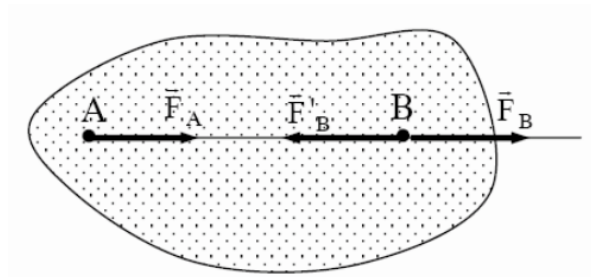
Hình 1.1.7: Liên kết gót trực

1.3. Các hệ quả

Các hệ quả suy ra từ hệ tiên đề tĩnh học.

* Hệ quả 1: (Định lý trượt lực)

Tác dụng của một lực lên vật rắn sẽ không đổi nếu ta trượt lực đó dọc theo đường tác dụng đến đặt ở điểm khác.



Hình 1.1.8: Định lý trượt lực

* Hệ quả 2: Hệ lực cân bằng thì một lực bất kỳ trong hệ lấy theo chiều ngược lại sẽ là hợp lực của các lực kia.

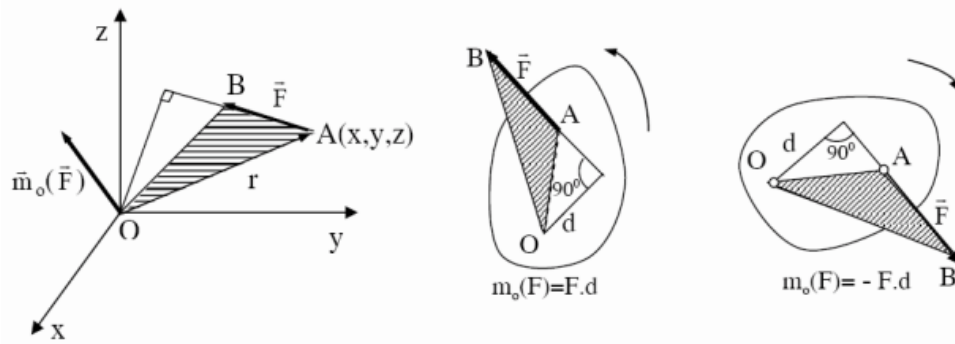
* **Mô men của lực đối với một tâm**

Mô men của lực F đối với tâm O là đại lượng véc tơ, ký hiệu có:

- Độ lớn bằng tích số: $F \cdot d$, với F là độ lớn lực F_r và d là khoảng cách từ tâm O tới đường tác dụng của F , d gọi là cánh tay đòn.

- Phương vuông góc với mặt phẳng chứa tâm O và lực F (mặt phẳng tác dụng).

- Chiều hướng về phía sao cho khi nhìn từ đỉnh của véc tơ xuống mặt phẳng tác dụng sẽ thấy véc tơ lực F chuyển động theo chiều mũi tên vòng quanh O theo ngược chiều kim đồng hồ



Hình 1.1.9: Mô men của lực đối với một tâm

Dựa vào hình vẽ dễ dàng thấy rằng độ lớn của véc tơ bằng hai lần diện tích tam giác OAB (tam giác có đỉnh O và đáy bằng lực)

Với định nghĩa trên có thể biểu diễn véc tơ mô men lực Fr đối với tâm O bằng biểu thức sau:

$$\vec{m}_o(\vec{F}) = \vec{OA} \times \vec{F} = \vec{r} \times \vec{F}.$$

Trong đó r là véc tơ định vị của điểm đặt của lực F so với tâm O. Trong trường hợp mặt phẳng tác dụng của mô men lực đã xác định, để đơn giản ta đưa ra khái niệm mô men đại số của lực F đối với tâm O như sau:

Mô men đại số của lực Fr đối với tâm O là đại lượng đại số ký hiệu:

$$m_o(F) = \pm F.d$$

2. Hệ lực phẳng

Trong tĩnh học có hai bài toán cơ bản: thu gọn hệ lực và xác định điều kiện cân bằng của hệ lực. Chương này giới thiệu nội dung của hai bài toán cơ bản nói trên.

Hệ lực có hai đặc trưng hình học cơ bản là véc tơ chính và mô men chính.

2.1. Véc tơ chính và mô men chính của hệ lực phẳng

2.1.1. Véc tơ chính của hệ lực phẳng

Xét hệ lực (F_1, F_2, \dots, F_n) tác dụng lên vật rắn

Véc tơ chính của hệ lực là véc tơ tổng hình học các véc tơ biểu diễn các lực trong hệ

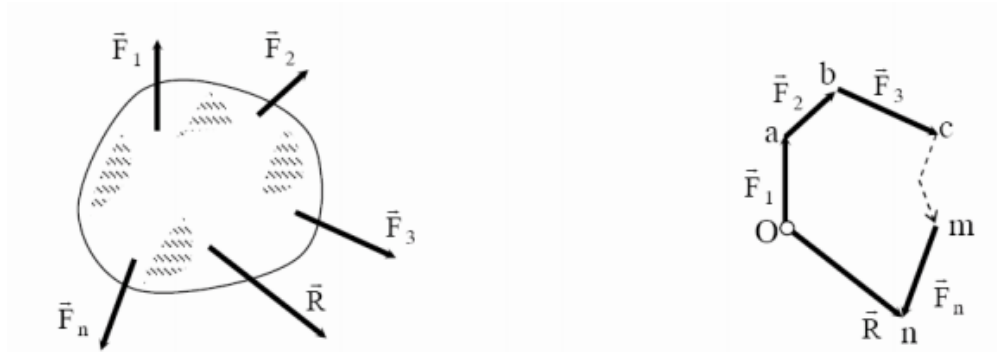
$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$

Hình chiếu véc tơ lên các trục toạ độ oxyz được xác định qua hình chiếu các lực trong hệ:

$$\vec{R}_x = X_1 + X_2 + \dots + X_n = \sum_{i=1}^n X_i;$$

$$\vec{R}_y = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n = \sum_{i=1}^n Y_i;$$

$$\vec{R}_z = Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n = \sum_{i=1}^n Z_i.$$



Hình 1.2.1: Véc tơ chính và mô men chính của hệ lực phẳng

Từ đó có thể xác định độ lớn, phương, chiều véc tơ chính theo các biểu thức sau:

$$\vec{R} = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R_z^2};$$

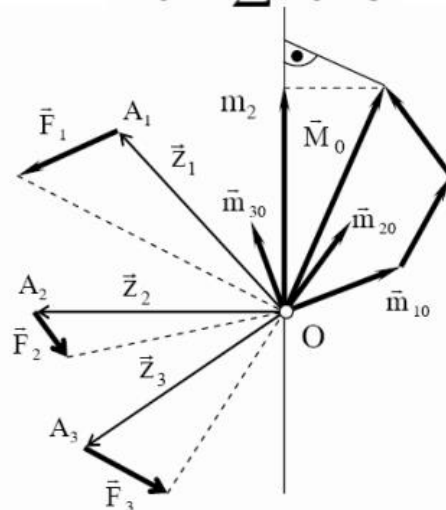
$$\cos(R,X) = \frac{R_x}{R}; \quad \cos(R,Y) = \frac{R_y}{R}; \quad \cos(R,Z) = \frac{R_z}{R}.$$

Véc tơ chính là một véc tơ tự do.

2.1.2. Mô men chính của hệ lực phẳng

Véc tơ mô men chính của hệ lực đối với tâm O là véc tơ tổng của các véc tơ mô men các lực trong hệ lấy đối với tâm O). Nếu ký hiệu mô men chính là M_o ta có:

$$\vec{M}_o = \sum \vec{m}_o(\vec{F}_i)$$



Hình 1.2.2: Véc tơ mô men chính của hệ lực phẳng

Hình chiếu của véc tơ mô men chính M_o trên các trục tọa độ $oxyz$ được xác định qua mô men các lực trong hệ lấy đối với các trục đó:

$$M_x = m_x(\vec{F}_1) + m_x(\vec{F}_2) + \dots + m_x(\vec{F}_n) = \sum_{i=1}^n m_x(\vec{F}_i);$$

$$M_y = m_y(\vec{F}_1) + m_y(\vec{F}_2) + \dots + m_y(\vec{F}_n) = \sum_{i=1}^n m_y(\vec{F}_i);$$

$$M_z = m_z(\vec{F}_1) + m_z(\vec{F}_2) + \dots + m_z(\vec{F}_n) = \sum_{i=1}^n m_z(\vec{F}_i).$$

Giá trị và phương chiều véc tơ mô men chính được xác định theo các biểu thức sau:

$$M_o = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + M_z^2}$$

$$\cos(M_o, x) = \frac{M_x}{M_o}; \quad \cos(M_o, y) = \frac{M_y}{M_o}; \quad \cos(M_o, z) = \frac{M_z}{M_o}.$$

Khác với véc tơ chính R , véc tơ mô men chính M_o là véc tơ buộc nó phụ thuộc vào tâm O . Nói cách khác véc tơ chính là một đại lượng bất biến còn véc tơ mô men.

Chính là đại lượng biến đổi theo tâm thu gọn O .

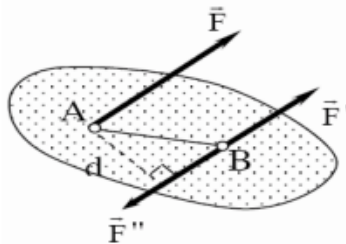
2.2. Định lý dời lực song song

Tác dụng của lực lên vật rắn sẽ không thay đổi nếu ta dời song song nó tới một điểm đặt khác trên vật và thêm vào đó một ngẫu lực phụ có mô men bằng mô men của lực đã cho lấy đối với điểm cần dời đến.

Chứng minh: Xét vật rắn chịu tác dụng lực F đặt tại A . Tại điểm B trên vật đặt thêm một cặp lực cân bằng (F, F') trong đó: $F = F'$; $F'' = -F$.

Theo tiên đề 2 có: $F \approx (F, F', F'')$

Hệ ba lực (F, F', F'') có hai lực (F, F'') tạo thành một ngẫu lực có mô men bằng $m = mB(F)$



Hình 1.2.3: Ngẫu lực

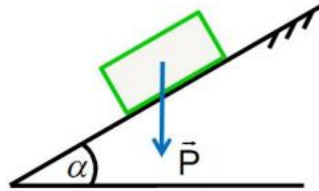
CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

Câu hỏi:

1. Các tiên đề tĩnh học và hệ quả?
2. Véc tơ chính của hệ lực phẳng? Mômen chính của hệ lực phẳng?
3. Định lý dời lực song song

Bài tập:

Bài 1: Cho cơ hệ như hình vẽ. Tìm điều kiện để cho vật không trượt trên mặt Nghiêng



Bài giải:

Khảo sát sự cân bằng của vật A:

$$\sum F_x = F_{mst} - P \cdot \sin \alpha = 0$$

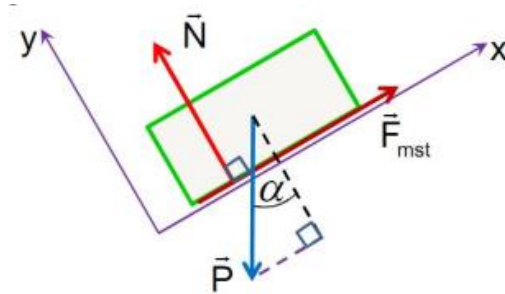
$$\sum F_y = N - P \cdot \cos \alpha = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} F_{mst} = P \cdot \sin \alpha \\ N = P \cdot \cos \alpha \end{cases}$$

Điều kiện để vật không trượt:

$$F_{mst} \leq F_{mstgh} = f_t \cdot N \Rightarrow P \cdot \sin \alpha \leq f_t \times P \cdot \cos \alpha$$

$$\Leftrightarrow \tan \alpha \leq f_t \Leftrightarrow \alpha \leq \arctan(f_t)$$



Bài 2: Tìm điều kiện cân bằng của con lăn trọng lượng P, bán kính R nằm trên mặt phẳng nghiêng một góc α . Cho hệ số ma sát lăn là k.

Bài giải:

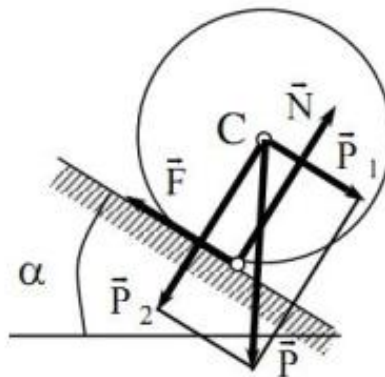
Xét con lăn ở vị trí cân bằng. Phân tích P thành hai lực P₁, P₂ như hình vẽ.

Ta có điều kiện để con lăn không lăn là:

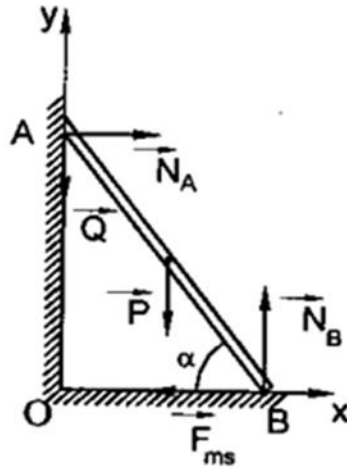
$$P_1 \cdot R = R \cdot P \cdot \sin \alpha \leq P \cdot k = P \cdot \cos \alpha$$

$$R \cdot P \cdot \sin \alpha \leq P \cdot \cos \alpha \quad \text{tg} \alpha \leq \frac{k}{R}$$

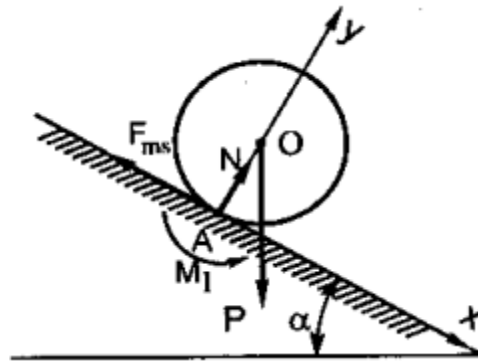
Như vậy điều kiện để con lăn cân bằng là: $\text{tg} \alpha \leq R/k$



Bài 3: Thanh AB trọng lượng P tựa lên tường nhẵn và đặt lên sàn nằm ngang không nhẵn. Lực ma sát tại điểm B không lớn hơn fN trong đó f là hệ số ma sát tĩnh, còn N là phản lực pháp tuyến của sàn. Hỏi thanh phải đặt tạo với sàn dưới một góc như thế nào để cho một người trọng lượng P có thể leo lên đầu mút trên của thanh



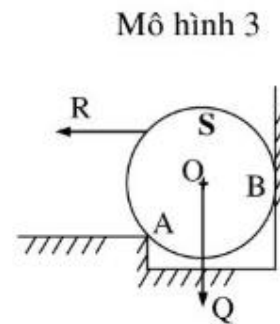
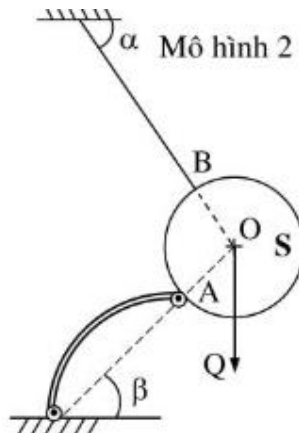
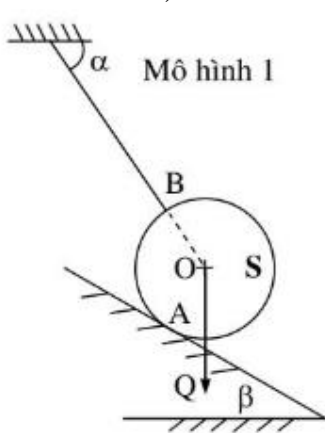
Bài 4: Tìm góc nghiêng α giữa mặt phẳng nghiêng không nhẵn với phương ngang để khối trụ trọng lượng P bán kính R không lăn xuống dưới. Cho hệ số ma sát lăn bằng k



Bài 5: Cho vật rắn S có liên kết và chịu các lực như hình vẽ. Biết $Q = 2\text{KN}$; $q_1 = 2\text{KN/m}$; $m = 8\text{KNm}$; $a = 1\text{m}$; $b = 2\text{m}$; $\alpha = 60^\circ$; $\beta = 30^\circ$

Xác định các phản lực tại A, B trong các trường hợp

a) $F = 10\text{KN}$. b) $F = 1\text{KN}$.



BÀI 2: SỨC BỀN VẬT LIỆU

Giới thiệu:

Khi thiết kế các bộ phận công trình hoặc các chi tiết máy ta phải bảo đảm

- Chi tiết không bị phá hỏng tức là đủ bền
- Chi tiết không bị biến dạng quá lớn tức là đủ cứng
- Luôn giữ được hình dáng cân bằng ban đầu tức là đảm bảo điều kiện ổn định

Để đảm bảo được điều kiện đó trên cơ sở của cơ lý thuyết môn sức bền vật liệu có nhiệm vụ đưa ra phương pháp tính toán về độ bền, độ cứng, độ ổn định của các bộ phận công trình hoặc các chi tiết máy

Mục tiêu của bài:

- Trình bày được các khái niệm cơ bản về nội lực, ứng suất và các giả thuyết về vật liệu, các khái niệm và công thức xác định tấm phẳng hoặc thanh bị cắt dập. tính toán được nội lực của vật liệu bằng phương pháp sử dụng mặt cắt.

- Xác định được độ giãn của thanh bị kéo - nén, kích thước mặt cắt ngang của thanh chịu kéo nén theo hệ số an toàn, kích thước mặt cắt ngang của tấm phẳng, thanh bị cắt dập theo ứng suất cho phép của vật liệu, kích thước mặt cắt ngang của thanh chịu xoắn theo ứng suất cho phép của vật liệu, kích thước mặt cắt ngang của dầm, thanh bị uốn phẳng theo ứng suất cho phép của vật liệu.

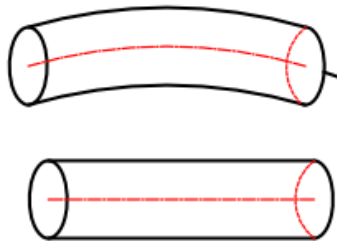
- Xác định được vị trí nguy hiểm của dầm.

- Rèn luyện tính kỷ luật, kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

Nội dung chính:

1. Đặc trưng hình học của hình phẳng.

Môn học Sức bền vật liệu, đối tượng mà ta nghiên cứu khảo sát vật rắn thực: đó là một thanh, một cấu kiện hay một bộ phận công trình nào đó. Thường hình dạng của vật rắn thực được nghiên cứu có dạng thanh thẳng, thanh cong hoặc thanh bất kỳ.



Hình 2.1.1: Thanh thẳng, thanh cong

Vật liệu cấu tạo nên thanh có thể là thép, gang... Tuy vậy, khi nghiên cứu nếu xét đến mọi tính chất thực của vật thể sẽ phức tạp, do đó để đơn giản chúng ta chỉ những tính chất cơ bản và lược bỏ đi những tính chất thứ yếu không có ảnh hưởng lớn đến kết quả

ngiên cứu và tính toán. Muốn vậy, chúng ta phải đề ra các giả thiết cơ bản, nêu lên một số tính chất chung cho vật liệu. Các giả thuyết về vật liệu là:

- Giả thiết 1: Vật liệu có tính liên tục, đồng chất và đẳng hướng.

Một vật liệu được xem là liên tục và đồng chất khi trong thể tích của vật thể đều có vật liệu (hoàn toàn không có khe hở) và tính chất của vật liệu ở mọi điểm trong vật thể đều như nhau.

Tính đẳng hướng của vật liệu nghĩa là tính chất của vật liệu theo mọi phương đều như nhau. Giả thiết này phù hợp với thép, đồng còn với gạch, đá, gỗ thì không hoàn toàn phù hợp.

- Giả thiết 2: Giả thuyết vật liệu làm việc trong giai đoạn đàn hồi và tính đàn hồi của vật liệu xem là đàn hồi tuyến tính.

- Giả thiết 3: Biến dạng của vật thể do ngoại lực gây ra được xem là bé.

Giả thiết này thừa nhận được vì trong thực tế biến dạng của vật thể so với kích thước của chúng nói chung là rất nhỏ. Từ giả thiết 3 trong quá trình chịu lực, trong nhiều trường hợp, thể xem điểm đặt của ngoại lực là không thay đổi khi vật thể bị biến dạng

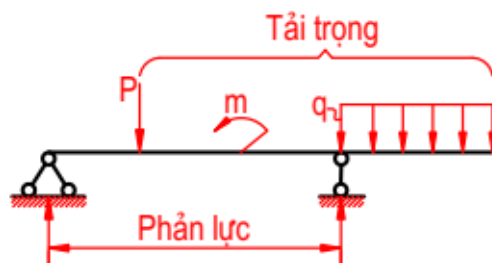
* Các khái niệm về ngoại lực, nội lực, phương pháp mặt cắt

- **Ngoại lực:** Ngoại lực là lực tác động từ những vật thể khác hoặc môi trường xung quanh lên vật thể đang xét.

Ngoại lực bao gồm: Lực tác động (còn gọi là tải trọng) và phản lực liên kết. Có thể phân loại ngoại lực theo nhiều cách, ở đây ta phân loại ngoại lực theo hai cách:

- Theo cách tác dụng của các ngoại lực: có thể chia ngoại lực thành hai loại: tập trung và lực phân bố.

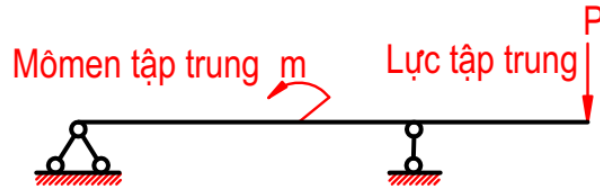
+ Lực tập trung: là lực tác dụng lên vật thể trên một diện tích truyền lực rất bé so với kích thước của vật thể, nên ta coi như một điểm trên vật.



Hình 2.1.2: Phản lực liên kết

Ví dụ: Áp lực của bánh xe lửa trên đường ray là một lực tập trung. Lực tập trung có thể là lực đơn vị Niuton (N), hoặc ngẫu lực (hay mômen tập trung), đơn vị của mômen tập trung là Niuton mét (Nm).

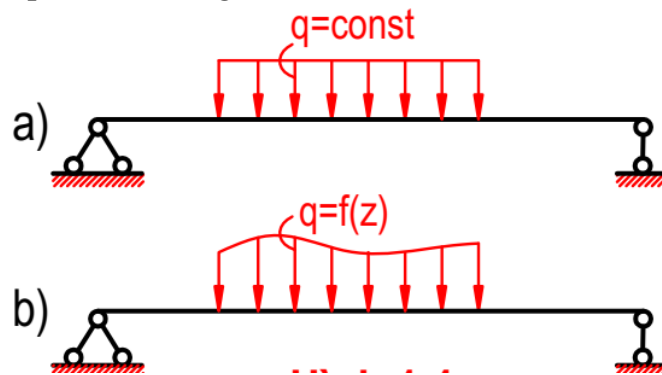
Cách biểu diễn lực tập trung và mômen tập trung



Hình 2.1.3: Lực tập trung và mômen tập trung

+ Lực phân bố: là lực tác dụng liên tục trên một đoạn dài hay trên một diện tích truyền lực nhất định trên vật thể.

Ví dụ: Áp lực gió lên tường biên của nhà là phân bố theo diện tích. Lực phân bố theo chiều dài có đơn vị N/m. Lực phân bố theo diện tích có đơn vị N/m². Lực phân bố có trị số bằng nhau tại mọi điểm (được gọi là lực phân bố đều – hình 3.1.4a) hoặc không bằng nhau (được gọi là lực phân bố không đều) (hình 3.1.4b).



Hình 2.1.4: Lực phân bố đều và lực phân bố không đều

- Theo tính chất tác dụng (về thời gian) của tải trọng có thể chia ngoại lực thành hai loại: tải trọng tĩnh và tải trọng động.

+ Tải trọng tĩnh là tải trọng khi tác dụng lên vật thể có trị số tăng dần từ không đến một giá trị nhất định và sau đó không thay đổi (hoặc thay đổi rất ít).

Ví dụ: Trọng lượng của mái nhà, áp lực của nước lên thành bể.

+ Tải trọng động là loại tải trọng, hoặc có giá trị thay đổi trong thời gian rất ngắn từ giá trị không đến giá trị cuối cùng hoặc làm cho vật thể bị dao động.

Ví dụ: Lực của búa máy đóng vào đầu cọc, động đất...

- Nội lực:

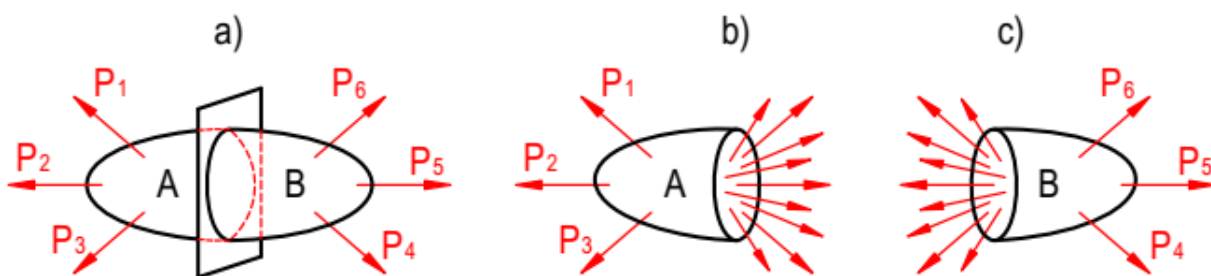
Trong một vật thể giữa các phân tử có các lực liên kết để giữ cho vật thể có hình dạng nhất định. Khi ngoại lực tác dụng, các lực liên kết đó sẽ tăng lên để chống lại sự biến dạng do ngoại lực gây ra. Độ tăng đó của lực liên kết được gọi là nội lực.

Như vậy, nội lực chỉ xuất hiện khi có ngoại lực đó. Nhưng do tính chất cơ học của vật liệu, nội lực chỉ tăng đến một trị số nhất định nếu ngoại lực tăng quá lớn, nội lực không tăng được nữa, lúc này vật liệu bị biến dạng quá mức và bị phá hỏng. Vì vậy, việc xác định nội lực phát sinh trong vật thể khi chịu tác dụng của ngoại lực là một vấn đề cơ bản của sức bền vật liệu

- Phương pháp mặt cắt:

Giả sử có một vật thể cân bằng dưới tác dụng ngoại lực, tưởng tượng dùng một mặt phẳng cắt vật thể đó ra hai phần A và B (Hình 3.1.5a)

Giả sử bỏ đi phần B, giữ lại phần A để xét. Rõ ràng để phần A được cân bằng, thì trên mặt cắt phải có hệ lực phân bố. Hệ lực này chính là những nội lực cần tìm (Hình 3.1.5b)



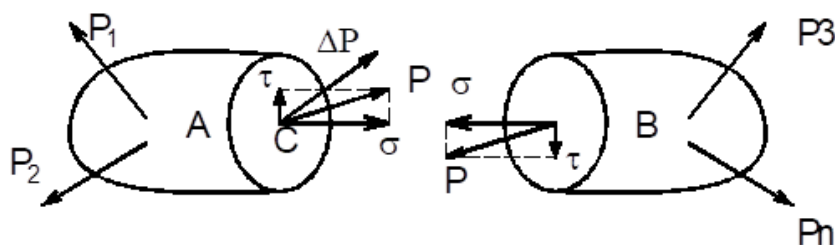
Hình 2.1.5: Mặt phẳng cắt vật thể

Hệ nội lực đó chính là của phần B tác dụng lên phần A. Từ đây ta có thể suy rộng ý nghĩa của nội lực là: “Nội lực là lực tác động của bộ phận này lên bộ phận kia của vật thể”.

* Ứng suất

Cường độ của nội lực tại một điểm nào đó trên mặt cắt được gọi là ứng suất

Trong tính toán ta thường phân ứng suất toàn phần ra làm hai thành phần Cường độ của nội lực tại một điểm nào đó trên mặt cắt được gọi là ứng suất. Trong tính toán ta thường phân ứng suất toàn phần \vec{P} ra làm hai thành phần



Hình 2.1.6: Ứng suất pháp và ứng suất tiếp

Thành phần vuông góc với mặt cắt gọi là ứng suất pháp,

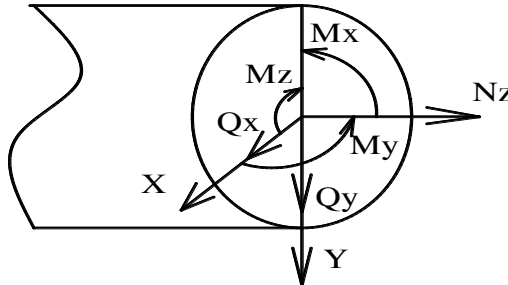
σ : ứng suất pháp

Thành phần nằm trong mặt cắt gọi là ứng suất tiếp,

τ : ứng suất tiếp

$$P = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2}$$

*** Các thành phần nội lực trên mặt cắt ngang**



Lực dọc Nz;

Lực cắt Qx, Qy;

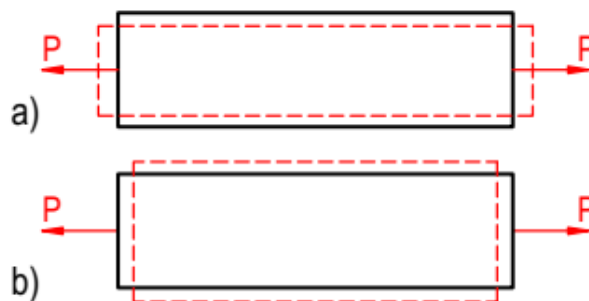
Mômen uốn Mx, My;

Mômen xoắn Mz.

*** Các loại biến dạng:**

Vật thể khảo sát (dưới dạng thanh) là vật rắn thực. Dưới tác dụng của ngoại lực, vật rắn có biến dạng ít hay nhiều. Trong mục này ta xét các biến dạng của vật rắn thực (thanh) khi chịu tác dụng của lực.

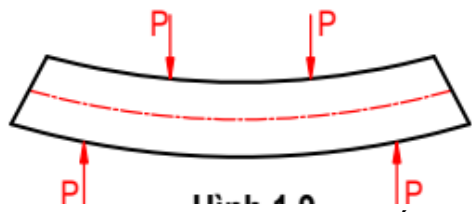
Khi thanh chịu tác dụng của những lực đặt dọc theo trục thanh thì thanh bị giãn ra hay co lại. Ta gọi thanh chịu kéo hay nén



Hình 2.1.6: Thanh chịu kéo hay nén

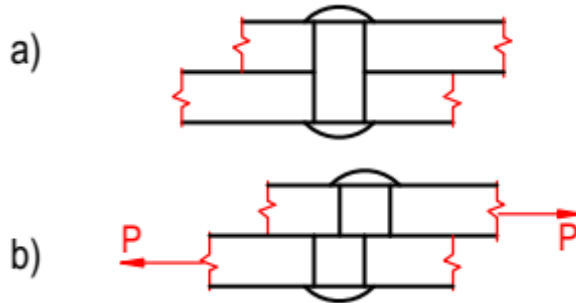
Trong quá trình biến dạng trục thanh vẫn thẳng (đường đứt nét biểu diễn hình dạng của thanh sau khi biến dạng).

Khi thanh chịu tác dụng của các lực vuông góc với trục thanh, trục thanh bị uốn cong, ta gọi thanh chịu uốn



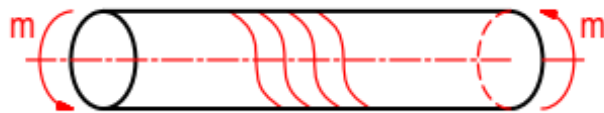
Hình 2.1.7: Thanh chịu uốn

Có trường hợp, dưới tác dụng của ngoại lực, một phần này của thanh có xu hướng trượt trên phần khác. Biến dạng trong trường hợp này gọi là biến dạng trượt. Ví dụ: Trường hợp chịu lực của đỉnh tán



Hình 2.1.8: Biến dạng trượt

Khi ngoại lực nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục thanh và tạo thành các ngẫu lực trong mặt phẳng đó thì làm cho thanh bị xoắn



Hình 2.1.9: Biến dạng xoắn

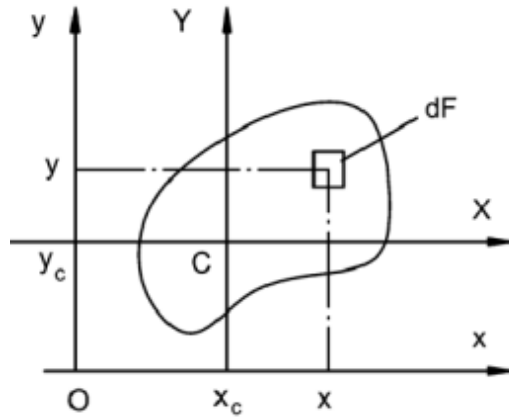
Sau biến dạng các đường sinh ở bề mặt ngoài trở thành các đường xoắn ốc.

Ngoài các trường đơn giản đó, trong thực tế còn gặp nhiều trường hợp chịu lực phức tạp. Biến dạng của thanh có thể vừa kéo đồng thời vừa uốn, vừa xoắn.

1.1. Trọng tâm của hình phẳng

Trọng tâm của hình phẳng là giao điểm của các trục trung tâm X, Y, lúc này moment quán tính tĩnh $S_x = S_y = 0$.

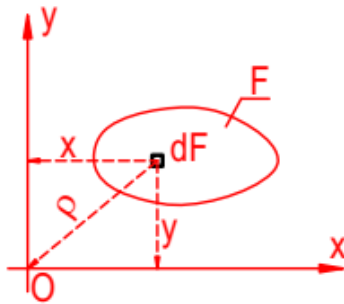
$$\boxed{x_c = \frac{S_y}{F}}; \quad \boxed{y_c = \frac{S_x}{F}}$$



Hình 2.1.10: Trọng tâm của hình phẳng

1.2. Mômen tĩnh

Giả sử có một hình phẳng có diện tích F nằm trong mặt phẳng của hệ trục tọa độ xOy



Hình 2.1.11: Hình phẳng có diện tích F

Xét một vi phân diện tích dF có tọa độ là x, y . Nếu lấy tích phân biểu thức $y dF$ và $x dF$ trên toàn bộ diện tích F ta được:

$$\left. \begin{aligned} S_x &= \int_F y dF \\ S_y &= \int_F x dF \end{aligned} \right\}$$

S_x, S_y gọi là mômen tĩnh của hình phẳng có diện tích F đối với trục Ox, Oy .

Nếu dùng đơn vị diện tích là m^2 , chiều dài là m thì đơn vị của mômen tĩnh là m^3 .

Nếu biết được diện tích của hình và tọa độ trọng tâm của nó đối với hệ trục xOy ta có:

$$\left. \begin{aligned} S_x &= y_c \times F \\ S_y &= x_c \times F \end{aligned} \right\}$$

Rút ra công thức xác định tọa độ trọng tâm C của hình phẳng:

$$\left. \begin{aligned} x_c &= \frac{S_y}{F} \\ y_c &= \frac{S_x}{F} \end{aligned} \right\}$$

Khi $x_c = y_c = 0$ tức là trục x và trục y đi qua trọng tâm của hình thì $S_x = S_y = 0$. Cho nên mômen tĩnh của diện tích hình phẳng đối với trục bất kỳ đi qua trọng tâm của nó luôn bằng không. Người ta gọi trục đi qua trọng tâm của hình là trục trung tâm. Giao điểm của hai trục trung tâm thì được gọi là trọng tâm của mặt cắt. Mômen tĩnh của hình phẳng có thể có dấu (+) hoặc (-) tùy thuộc vào dấu của toạ độ trong các công thức

Chú ý: Khi tính mômen tĩnh của hình phẳng có dạng phức tạp, ta chia hình đó ra thành nhiều hình đơn giản, sau đó lấy tổng đại số các mô men tĩnh của các hình đơn giản hợp thành.

1.3. Mômen quán tính

Giả sử có một hình phẳng có diện tích F , một hệ trục Oxy đi qua trọng tâm của hình

- Nếu lấy tích phân biểu thức $y^2 dF$, $x^2 dF$ trên toàn bộ diện tích F của hình ta được:

$$\left. \begin{aligned} J_x &= \int_F y^2 \times dF \\ J_y &= \int_F x^2 \times dF \end{aligned} \right\}$$

J_x, J_y gọi là mômen quán tính của hình phẳng có diện tích F đối với trục Ox và Oy .

- Nếu lấy tích phân biểu thức $x.y.dF$ trên toàn bộ diện tích của hình, ta có:

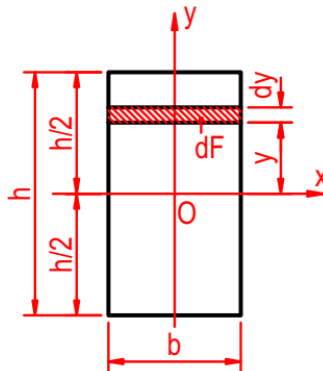
$$J_{xy} = \int_F x \times y \times dF$$

J_{xy} gọi là mômen quán tính ly tâm của hình phẳng có diện tích F đối với hệ trục Oxy

1.4. Mômen quán tính ly tâm

* **Hình chữ nhật:**

Một hình chữ nhật có chiều dài là h , chiều rộng là b . Hệ trục quán tính chính trung tâm là Oxy , trong đó trục x song song với cạnh b , trục y song song với cạnh h .



Ta tính mômen quán tính trung tâm J_x . Theo công thức định nghĩa, ta có:

$$J_x = \int_F y^2 dF$$

Công thức tính mômen quán tính chính trung tâm của hình chữ nhật đối với trục trung tâm x.

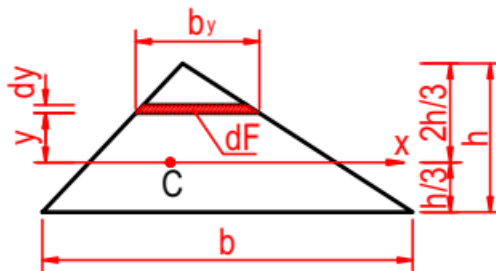
$$J_x = \frac{bh^3}{12}$$

Bằng phương pháp tương tự, ta tính được mômen quán tính của hình chữ nhật đối với trục trung tâm y:

$$J_y = \frac{hb^3}{12}$$

*** Hình tam giác**

Có một hình tam giác, cạnh đáy là b, chiều cao h, hệ trục Oxy, trong đó trục x song song với cạnh đáy b và đi qua trọng tâm C của tam giác

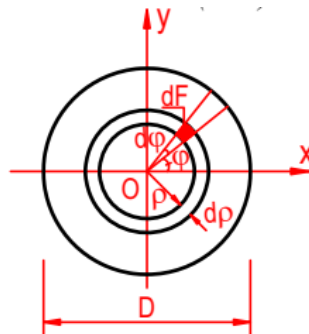


Công thức tính mômen quán tính của hình tam giác đối với trục trung tâm x song song với cạnh đáy b.

$$\Rightarrow J_x = \frac{bh^3}{36}$$

*** Hình tròn**

Để đơn giản, ta tính mômen quán tính của hình tròn đối với điểm C (chính là trọng tâm mặt cắt)

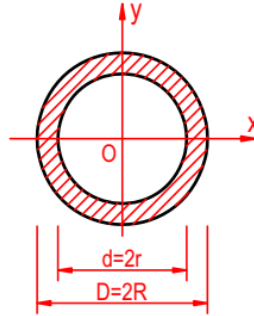


Công thức tính mômen quán tính độc cực của hình tròn.

$$J_0 = \frac{\pi R^4}{2} = \frac{\pi D^4}{32} \approx 0,1D^4$$

*** Hình vành khăn**

Mômen quán tính của hình vành khăn đối với trục trung tâm bất kỳ x của hình bằng hiệu của mômen quán tính của hình tròn có đường kính lớn với mômen quán tính của hình tròn có đường kính nhỏ



Công thức tính mômen độ cực của hình vành khăn

$$J_x = \frac{\pi \times R^4}{4} - \frac{\pi \times r^4}{4}$$

$$J_x = \frac{\pi \times R^4}{4} (1 - \eta^4) = \frac{\pi \times D^4}{64} (1 - \eta^4) \approx 0,05 \times D^4 \times (1 - \eta^4)$$

Trong đó: $\eta = \frac{r}{R} = \frac{d}{D}$

Công thức tính mômen độ cực của hình vành khăn đối với trọng tâm của hình

$$J_0 = \frac{\pi \times R^4}{2} \times (1 - \eta^4) = \frac{\pi \times D^4}{32} \times (1 - \eta^4) \approx 0,1 \times (1 - \eta^4)$$

*** Mô đun chống uốn của mặt cắt**

Mô đun chống uốn của mặt cắt đối với trục x và y được định nghĩa bằng biểu thức:

$$\begin{cases} W_x = \frac{J_x}{y_{\max}} \\ W_y = \frac{J_y}{x_{\max}} \end{cases}$$

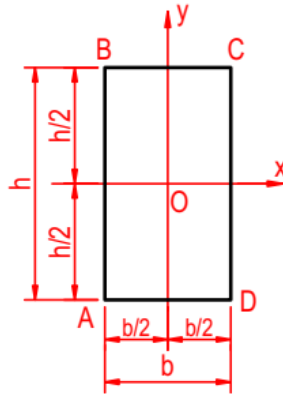
Trong đó:

W_x, W_y là mô đun chống uốn đối với các trục x và y.

J_x, J_y là mô men quán tính của mặt cắt F đối với hai trục x và y

x_{\max}, y_{\max} là khoảng cách từ những điểm xa nhất ở về hai phía của mặt cắt đối với trục x và y.

Đơn vị của môđun chống uốn là m^3
 Mặt cắt hình chữ nhật



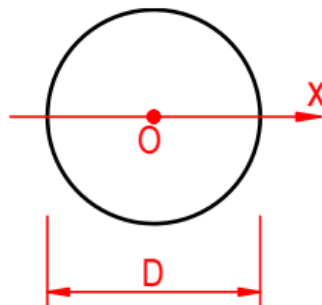
Môđun chống uốn đối với trục x:

$$W_x = \frac{bh^2}{6}$$

Môđun chống uốn đối với trục y:

$$W_y = \frac{J_y}{x_{\max}} = \frac{hb^3}{12 \frac{b}{2}} = \frac{hb^2}{6} \Rightarrow W_y = \frac{hb^2}{6}$$

Mặt cắt hình tròn:



Đối với mặt cắt hình tròn ta có:

$$J_x = \frac{\pi D^4}{64} \quad \text{và} \quad y_{\max} = \frac{D}{2}$$

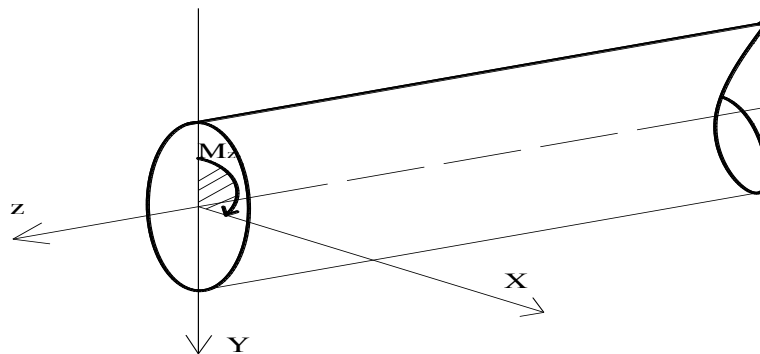
$$\text{Nên: } W_x = \frac{J_x}{y_{\max}} = \frac{\pi}{64 \frac{D}{2}} D^4 = \frac{\pi D^3}{32}$$

$$\Rightarrow W_x = W_y = \frac{\pi D^3}{32} \approx 0,1 D^3 \quad 5$$

2. Xoắn thuần túy những thanh tròn.

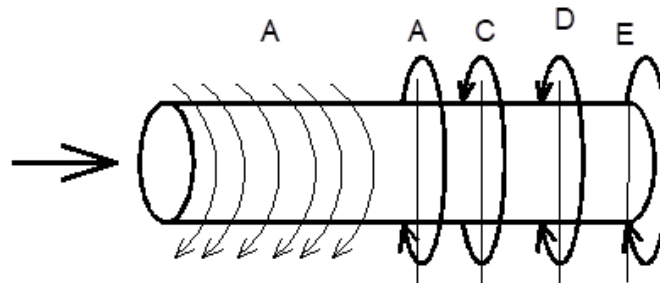
2.1. Định nghĩa.

Một thanh chịu xoắn thuần túy khi trên mặt cắt ngang của thanh chỉ có một thành phần nội lực là mô men xoắn M_z .

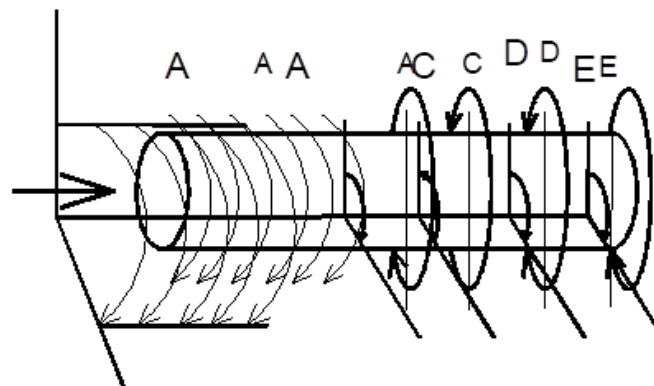


Hình 2.2.1: Thanh tròn chịu xoắn

+ Ngoại lực làm thanh chịu xoắn là các ngẫu lực tập trung hoặc ngẫu lực phân bố tác dụng trong những mặt phẳng vuông góc với trục thanh



Khi vẽ sơ đồ lực (cho sơ đồ lực không gian) thì có hai cách vẽ , phụ thuộc vào hướng nhìn là từ trái sang phải hay từ phải sang trái của M



Quy ước dấu M_z

Nếu nhìn từ ngoài vào mặt cắt thấy mô men xoắn ngoại lực quay cùng chiều kim đồng hồ thì mô men xoắn nội lực mang dấu dương (+). Ngược lại, momen xoắn nội lực sẽ mang dấu âm (-)

Nếu $M_z > 0$ biểu đồ được vẽ phía trên đường chuẩn

Nếu $M_z < 0$ biểu đồ được vẽ phía dưới đường chuẩn

Biểu đồ mô men xoắn

Biểu đồ mô men xoắn thể hiện sự thay đổi của mô men xoắn nội lực trên các mặt cắt khác nhau dọc theo trục thanh

Vẽ biểu đồ M_z

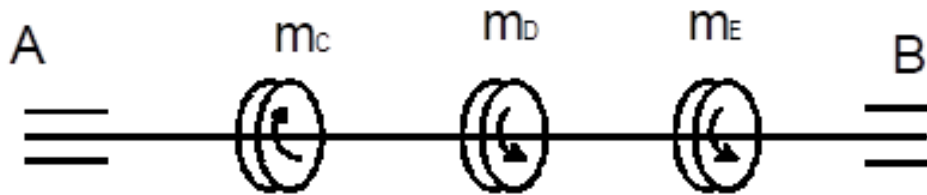
Vẽ từ trái sang phải

Đường biểu diễn xuất phát từ trục hoành và cuối cùng trở về trục hoành

Bài toán áp dụng

Có trục AB đặt vào hai ổ trục, trên trục còn đặt 3 bánh xe C, D, E mỗi bánh chịu một mô men xoắn

$m_C = 3 \text{ KNm}$; $m_D = 2 \text{ KNm}$; $m_E = 1 \text{ kNm}$;



2.2. Quan hệ giữa mômen xoắn ngoại lực với công suất và số vòng quay trên trục truyền.

* Mô men xoắn ngoại lực

$$M = \frac{N}{\omega} = 9,55 \frac{N}{n}$$

M: Mô men xoắn ngoại lực Nm

N: Công suất W

Trong kỹ thuật chúng ta tính M như sau

Khi công suất N tính bằng KW

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

Khi công suất N tính bằng HP (mã ngựa)

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

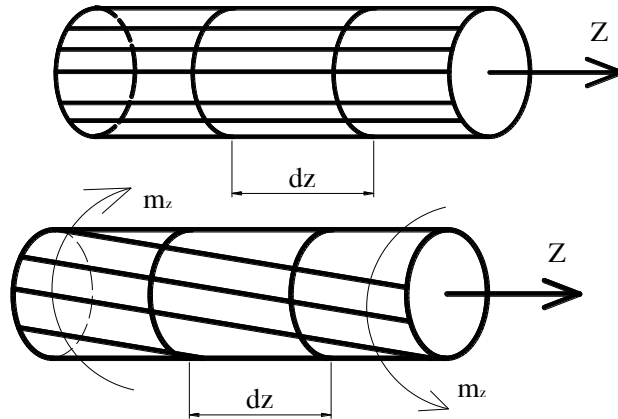
* Vận tốc góc

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \text{ rad / s}$$

n: Vòng / phút

2.3. Công thức tính ứng suất tiếp trên mặt cắt ngang của thanh tròn chịu xoắn thuần túy.

2.3.1. Quan sát mẫu thí nghiệm xoắn



Hình 2.2.2: Thanh tròn chịu xoắn thuần túy

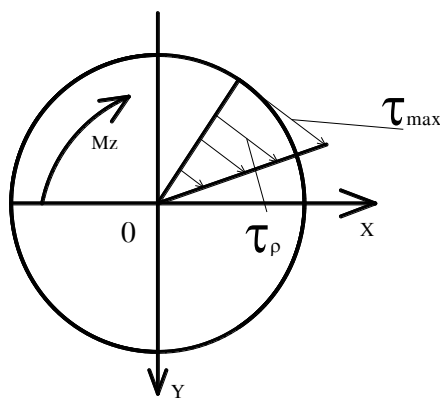
Xét thanh mặt cắt tròn ta kẻ những đường sinh tượng trưng cho những thớ dọc. Kẻ những đường chu vi tượng trưng cho những mặt cắt

Sau khi thanh chịu xoắn quan sát ta thấy

- Các đường sinh lệch đi một góc γ các ô hình chữ nhật trở thành ô hình bình hành
- Các mặt cắt xoay đi một góc nào đó nhưng hình dạng và bán kính không thay đổi

Khoảng cách giữa các mặt cắt bằng hằng số

2.3.2. Biểu thức liên hệ giữa ứng suất tiếp với thành phần mô men xoắn nội lực



$$\tau_{\rho} = \frac{M_z}{j_x} \cdot \rho$$

$$\tau_{\max} = \frac{M_z}{W_x}$$

Trong đó

M_z : Là mô men xoắn nội lực lớn nhất trên thanh

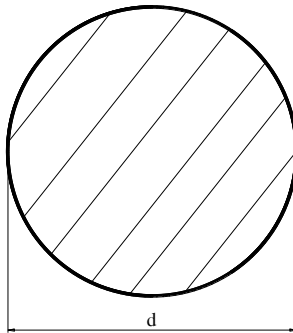
ρ : Khoảng cách từ điểm tính ứng suất đến trọng tâm mặt cắt ngang (m)

J_x : Mô men quán tính độ cực mặt cắt ngang (m^4)

W_x : Mô đun chống xoắn của mặt cắt ngang (m^3)

2.4. Đặc trưng cơ học của vật liệu chịu xoắn.

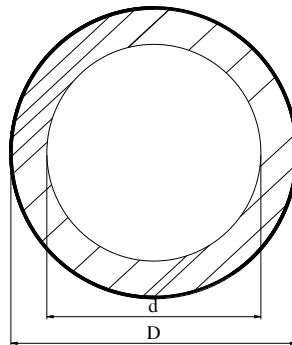
+ Mặt cắt tròn đường kính d:



$$W_x = \frac{\pi d^3}{16} \approx 0,2d^3$$

$$J_x = \frac{\pi d^4}{32} \approx 0,1d^4$$

+ Mặt cắt hình vành khăn đường kính ngoài D, đường kính trong d:



$$W_x = \frac{\pi D^3}{16} \cdot (1 - \alpha^4) \approx 0,2D^3 \cdot (1 - \alpha^4);$$

$$J_x = \frac{\pi D^4}{32} \cdot (1 - \alpha^4) \approx 0,1D^4 \cdot (1 - \alpha^4)$$

$$\alpha = \frac{d}{D}$$

d: Đường kính trong của hình vành khăn -

D: Đường kính ngoài của hình vành khăn

2.5. Biến dạng của thanh tròn chịu xoắn.

Khi thanh chịu xoắn, biến dạng của thanh được đặc trưng bởi Góc xoắn

$$\varphi = \sum_{i=1}^n \frac{M_{z_i} \cdot l_i}{G_i \cdot J_{x_i}}$$

2.6. Điều kiện bền, điều kiện cứng

2.6.1. Điều kiện bền

Nếu mặt cắt ngang không đổi

$$\tau_{\max} = \frac{|M_z|_{\max}}{W_x} \leq [\tau]$$

$[\tau]$: Là ứng suất tiếp cho phép của vật liệu

Nếu đường kính thay đổi

$$\tau_{\max} = \left(\frac{M_z}{W_x} \right)_{\max} \leq [\tau]$$

2.6.2. Điều kiện cứng

$$\theta_{\max} = \left(\frac{M_z}{G \cdot J_x} \right)_{\max} \leq [\theta]$$

$[\theta]$: Góc xoắn cho phép

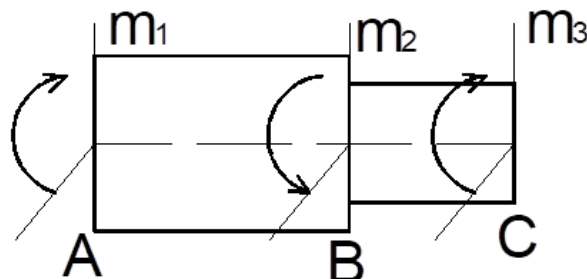
$$\theta = \frac{\varphi}{l} = \frac{M_z}{G \cdot j_x} \quad (\text{rad/chiều dài})$$

$$\theta = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_z}{G \cdot j_0} \quad (\text{độ / chiều dài})$$

* Bài toán ứng dụng

Cho một trục mặt cắt tròn đường kính thay đổi biết $d_1 = 5 \text{ cm}$; $d_2 = 4 \text{ cm}$;
Trục chịu tác dụng của các momen $m_1 = 2000 \text{ Nm}$; $m_2 = 3280 \text{ Nm}$; $m_3 = 1280 \text{ Nm}$;

Hãy kiểm tra bền trục biết $[\tau] = 100 \text{ MN/m}^2$

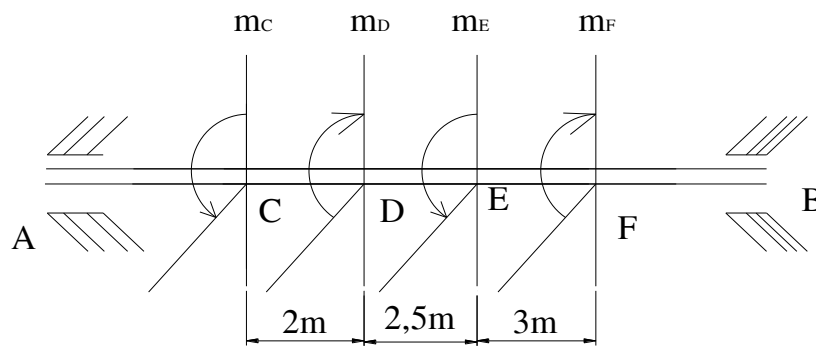


BÀI TẬP

Bài 1: Một trục chịu mô men xoắn, mặt cắt của trục rỗng có $D=10\text{ cm}$; $d=5\text{ cm}$
 $m_c = 1\text{KNm}$; $m_d = 3\text{ KNm}$; $m_E = 3\text{ KNm}$; $m_F = 1\text{ KNm}$;

1 Kiểm tra bền và cứng của trục . Biết $[\tau]=80\text{MN}/\text{m}^2$; $[\theta^0]=0,2^0/\text{m}$

2 Tính góc xoắn φ toàn trục . Biết $G = 8.10^4\text{ MN}/\text{m}^2$



Bài 2: Một trục máy truyền công suất $N=300\text{ Kw}$ quay với tốc độ $n=200\text{ V/phút}$; trục bằng thép có $[\tau]=40\text{MN}/\text{m}^2$; $[\theta]=0,3^0/\text{m}$; $G=8.10^{10}\text{ N}/\text{m}^2$. Tính đường kính trục?

BÀI 3: CHI TIẾT MÁY

Giới thiệu:

Ghép bằng hàn là mối ghép không thể tháo được. Các chi tiết hàn được đốt nóng cục bộ đến nhiệt độ nóng chảy hoặc biến dạng dẻo và gắn lại với nhau nhờ lực hút giữa các phân tử kim loại

Mối ghép đinh tán là mối ghép cố định không thể tháo được, dùng để ghép chặt các chi tiết lại với nhau bằng đinh tán

Mục tiêu của bài:

- 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.

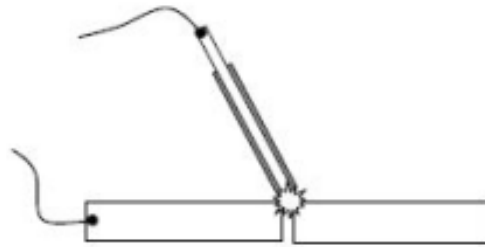
- Tính cẩn thận, tỉ mỉ, đảm bảo an toàn tuyệt đối trong công việc.

Nội dung chính:

1. Mối ghép bằng hàn.

1.1. Các khái niệm chung.

- Hai tấm ghép kim loại được ghép với nhau bằng cách nung phần tiếp giáp của chúng đến trạng thái chảy, hoặc nung phần tiếp xúc của chúng đến trạng thái dẻo và ép lại với nhau, sau khi nguội lực liên kết phân tử ở chỗ tiếp xúc sẽ không cho chúng tách rời nhau. Mối ghép như vậy gọi là mối hàn.



Hình 3.1.1: Phương pháp hàn hồ quang điện

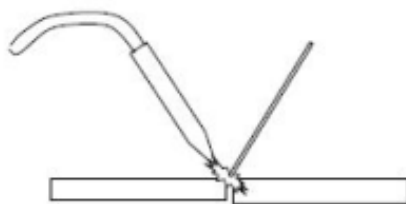
- Có nhiều phương pháp tạo mối hàn:

+ Hàn hồ quang điện: Dùng nhiệt lượng của ngọn lửa hồ quang điện đốt chảy vật liệu tấm ghép tại chỗ tiếp giáp, và đốt chảy vật liệu que hàn để điền đầy miệng hàn. Que hàn và tấm hàn được nối với nguồn điện.

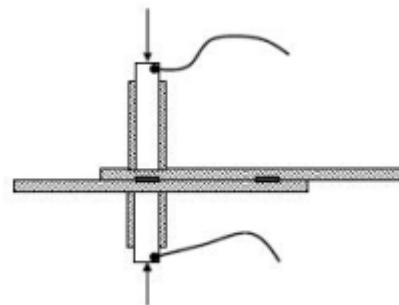
+ Hàn hơi: Dùng nhiệt lượng của hơi đốt làm nóng chảy vật liệu tấm ghép ở chỗ tiếp giáp và nung chảy dây kim loại bổ xung để điền đầy miệng hàn

+ Hàn vẩy: Không nung chảy kim loại của tấm ghép, mà chỉ nung chảy vật liệu que hàn hoặc dây kim loại.

+ Hàn tiếp xúc: Nung kim loại ở chỗ tiếp xúc của hai tấm ghép đến trạng thái dẻo bằng năng lượng của dòng điện hoặc công của lực ma sát, ép chúng lại với nhau bằng một lực ép lớn



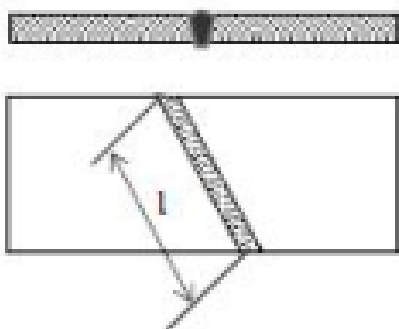
Hình 3.1.2: Phương pháp hàn hơi



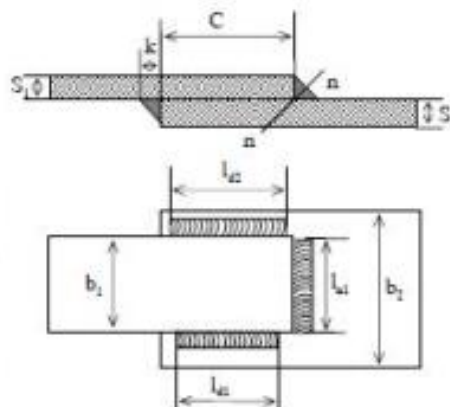
Hình 3.1.3: Phương pháp hàn khí đá

Tùy theo công dụng, vị trí tương đối của các tấm ghép, hình dạng của mối hàn, người ta phân chia mối hàn thành các loại sau:

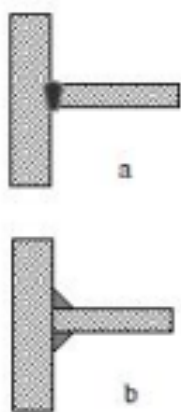
- Mối hàn chắc: chỉ dùng để chịu tải trọng,
- Mối hàn chắc kín: dùng để chịu tải trọng và đảm bảo kín khí,



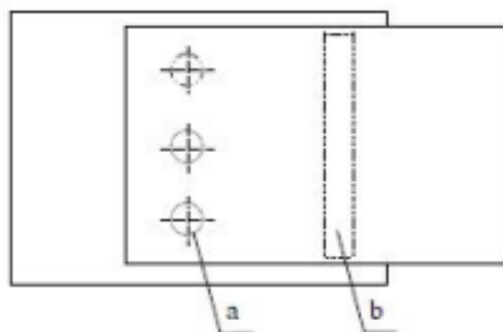
Hình 3.1.4: Mối hàn giáp mối



Hình 3.1.5: Mối hàn chồng



Hình 3.1.6: Mối hàn góc



Hình 3.1.7: Mối hàn điểm và mối hàn đường

- Mối hàn giáp mối: đầu hai tấm ghép tiếp giáp nhau, hàn thấu hết chiều dày của tấm ghép

- Mối hàn chồng: hai tấm ghép có một phần chồng lên nhau

- Mối hàn góc: hai tấm ghép không nằm song song với nhau, thường có bề mặt vuông góc với nhau. Mối hàn góc có hai loại: mối hàn góc theo kiểu hàn giáp mối, và mối hàn góc theo kiểu hàn chồng.

- Mối hàn dọc: phương của mối hàn song song với phương của lực tác dụng,

- Mối hàn ngang: phương của mối hàn vuông góc với phương của lực tác dụng,

- Mối hàn xiên: phương của mối hàn không song song và không vuông góc với phương của lực tác dụng.

- Mối hàn điểm: là mối hàn tiếp xúc, dùng để hàn các tấm ghép mỏng, các điểm hàn thường có dạng hình tròn.

- Mối hàn đường: là mối hàn tiếp xúc, dùng để hàn các tấm ghép rất mỏng, mối hàn là một đường liên tục.

*** Các kích thước chủ yếu của mối hàn**

- Chiều dày tấm ghép S_1, S_2 , mm.
- Chiều rộng tấm ghép b_1, b_2 , mm.
- Chiều dài mối hàn l , mm.
- Chiều dài mối hàn dọc l_d , mm.
- Chiều dài mối hàn ngang l_n , mm.
- Chiều rộng mối hàn chông k , mm. Thông thường lấy $k = S_{\min}$
- Chiều dài phần chông lên nhau của mối hàn chông C , mm, thường lấy $C \geq 4S_{\min}$

1.2. Ví dụ tính toán.

1.2.1. Tính mối hàn giáp mối

- Khi chịu tải, mối hàn giáp mối có thể bị phá hỏng tại tiết diện chõ miệng hàn hoặc tại tiết diện kê sát miệng hàn.

- Hai tấm ghép được ghép với nhau bằng mối hàn giáp mối, sau khi hàn xong có thể coi như một tấm nguyên. Các dạng hỏng của mối hàn giáp mối, giống như các dạng hỏng của một tấm nguyên. Khi chịu uốn mối hàn sẽ bị gãy, khi chịu xoắn mối hàn sẽ bị đứt... Mối hàn được tính toán theo các điều kiện bền $\sigma \leq [\sigma]'$, hoặc $\tau \leq [\tau]'$.

Trong đó σ và τ : ứng suất sinh ra trong mối hàn, được xác định theo công thức của sức bền vật liệu như những tấm nguyên chịu tải.

$[\sigma]'$ và $[\tau]'$: ứng suất cho phép của mối hàn.

$[\sigma]' = \phi \cdot [\sigma]$ và $[\tau]' = \phi \cdot [\tau]$.

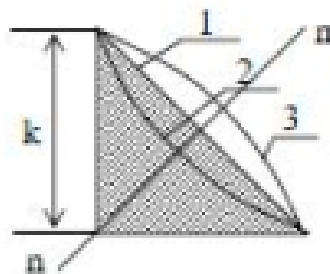
$[\sigma]$ và $[\tau]$: ứng suất cho phép của tấm nguyên.

ϕ : hệ số giảm độ bền của mối hàn, giá trị của ϕ lấy trong khoảng $0,9 \div 1$.

1.2.2. Tính mối hàn chông

1.2.2.1. Sự phá hỏng mối hàn chông và chỉ tiêu tính toán

- Mối hàn chông có ba loại tiết diện ngang khác nhau, ứng với đường 1 là mối hàn hàn bình thường, đường 2 là mối hàn lõm, đường 3 là mối hàn lồi. Mối hàn bình thường được dùng rộng rãi nhất. Mối hàn lồi gây tập trung ứng suất. Mối hàn lõm giảm được sự tập trung ứng suất nhưng phải qua gia công cơ mới tạo được.



Hình 3.1.8: Tiết diện ngang của mối hàn chông

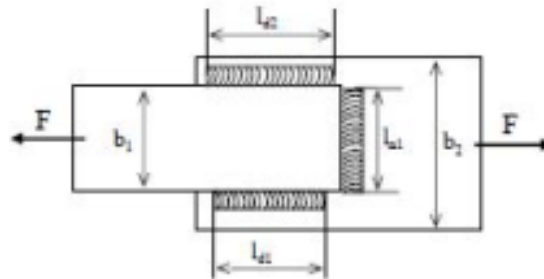
- Khi chịu bất cứ loại tải trọng nào, mối hàn chồng cũng bị cắt đứt theo tiết diện pháp tuyến n-n, ứng suất trên tiết diện nguy hiểm là ứng suất cắt τ . Do đó điều kiện bền của mối hàn có thể viết:

$$\tau \leq [\tau]$$

Trong đó τ là ứng suất cắt sinh ra trên mối hàn, $[\tau]$ là ứng suất cắt cho phép của mối hàn.

1.2.2.2. Tính mối hàn chồng chịu lực

Xét mối hàn chồng chịu lực kéo F .



Hình 3.1.9: Mối hàn chồng chịu lực

Nhận xét

- Dưới tác dụng của lực F , ứng suất sinh ra trên mối hàn ngang thường lớn hơn ở mối hàn dọc, trên mối hàn dọc ứng suất phân bố không đều dọc theo mối hàn.

- Để đơn giản cho việc tính toán, trong trường hợp $l_d \leq 50.k$ người ta coi ứng suất phân bố đều trên mối hàn dọc, và ứng suất τ_d trên mối hàn dọc được coi như bằng ứng suất τ_n trên mối hàn ngang. Sai số do giả thiết trên được bù lại bằng cách chọn hợp lý giá trị ứng suất cho phép của mối hàn.

- Có thể viết được phương trình cân bằng giữa nội lực và ngoại lực

$$F = F_{d1} + F_{d2} + F_{n1} + F_{n2} \quad F_{d1} = \tau \cdot k \cdot \cos 45^\circ \cdot l_{d1}$$

$$F_{d2} = \tau \cdot k \cdot \cos 45^\circ \cdot l_{d2}$$

$$F_{n1} = \tau \cdot k \cdot \cos 45^\circ \cdot l_{n1}$$

$$F_{n2} = \tau \cdot k \cdot \cos 45^\circ \cdot l_{n2}$$

- Từ phương trình trên, lấy gần đúng $\cos 45^\circ = 0,7$, ta có công thức tính ứng suất τ sinh ra trên mối hàn chồng:

$$\tau = \frac{F}{0,7k(l_{d1} + l_{d2} + l_{n1} + l_{n2})}$$

* Kiểm tra bền mối hàn chồng chịu lực

Đã có mối hàn với đầy đủ các kích thước, và lực tác dụng F , cần phải kết luận xem mối hàn có đủ bền hay không. Các bước tính toán theo trình tự sau:

- Xác định ứng suất cho phép $[\tau]$, bằng cách tra bảng hoặc tính theo công thức kinh nghiệm.

- Xác định kích thước l và k của mối hàn. Kiểm tra điều kiện $l \leq 50k$.

- Tính ứng suất sinh ra trong mối hàn theo công thức

- So sánh τ và $[\tau]$, rút ra kết luận:

+ Nếu $\tau > [\tau]$, mối ghép không đủ bền, sẽ bị hỏng trong quá trình làm việc.

+ Nếu τ quá nhỏ hơn $[\tau]$, mối ghép quá dư bền, có tính kinh tế không cao.

+ Nếu $\tau \leq [\tau]$, độ lệch không nhiều lắm, mối ghép đủ bền và có tính kinh tế cao.

* Thiết kế mối hàn chồng chịu lực

Có các tấm ghép, và biết lực tác dụng, cần phải vẽ kết cấu của mối hàn. Các bước tính toán theo trình tự sau:

- Xác định ứng suất cho phép $[\tau]'$, bằng cách tra bảng hoặc tính theo công thức kinh nghiệm.

- Xác định kích thước k của mối hàn, có thể lấy $k \leq S_{\min}$

- Giả sử chỉ tiêu thỏa mãn, ta có

$$\frac{F}{0,7k(l_{d1} + l_{d2} + l_{n1} + l_{n2})} \leq [\tau]'$$

$$\frac{F}{0,7k\Sigma l_i} \leq [\tau]$$

$$\Sigma l_i = \frac{F}{0,7k[\tau]}$$

- Chia chiều dài tổng Σl_i thành các mối hàn dọc và mối hàn ngang. Các mối hàn dọc phải chọn sao cho chiều dài $l_{di} \leq 50k$. Các mối hàn ngang phải chọn sao cho chiều dài $l_{ni} \leq b_{\min}$

- Vẽ kết cấu của mối hàn.

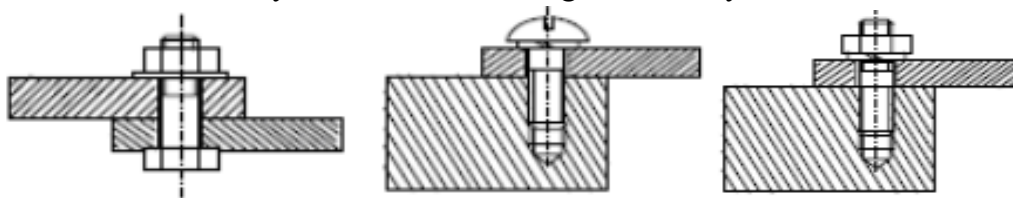
2. Mối ghép bằng ren.

2.1. Các khái niệm chung.

2.1.1: Định nghĩa:

Ren được hình thành trên cơ sở hình xoắn ốc trụ..

Mối ghép ren là loại mối ghép có thể tháo rời ra được, các tấm ghép được liên kết với nhau nhờ các chi tiết máy có ren, như: bu lông, vít, vít cấy, đai ốc, các lỗ có ren.



Hình 3.2.1: Mối ghép bu lông. Mối ghép vít. Mối ghép vít cấy

2.1.2. Các chi tiết máy dùng trong mối ghép ren

- Bu lông, thường là thanh kim loại hình trụ, một đầu có ren để vặn với đai ốc hoặc lỗ ren, một đầu có mũ hình sáu cạnh hoặc hình vuông, để tra các chìa vặn xiết bu lông. Ren trên bu lông được gia công bằng bàn ren, tiện ren, hoặc cán ren. Bu lông được phân ra: bu lông thô, bu lông bán tinh, bu lông tinh, bu lông lắp có khe hở, bu lông lắp không có khe hở.

Bu lông là chi tiết máy được tiêu chuẩn hóa cao.

Bu lông có ren hệ Mét và bu lông ren hệ Anh.

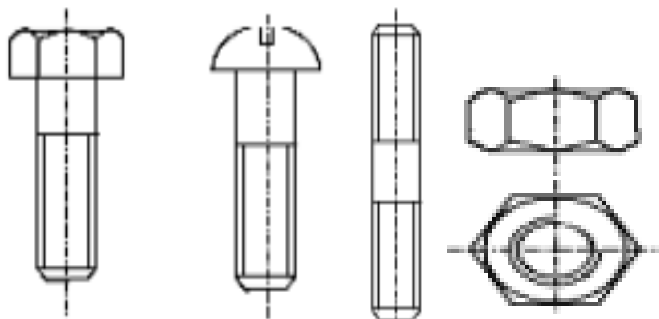
Bu lông có ren trái, bu lông có ren phải.

- Vít, có hình dạng, kích thước tương tự như bu lông, chỉ khác ở phần mũ. Mũ vít có nhiều hình dạng, mũ vít được xẻ rãnh, hoặc làm lỗ 6 cạnh chìm để tra các chìa vặn. Vít cũng được tiêu chuẩn hóa.

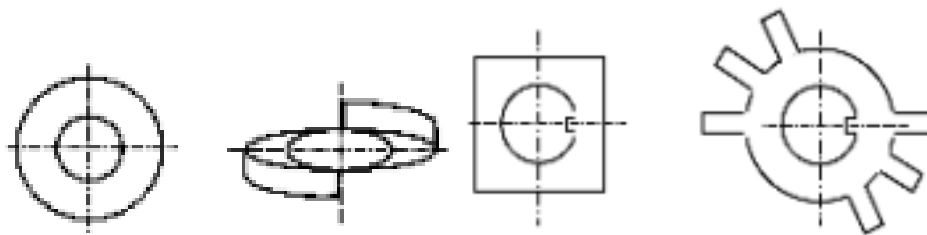
- Vít cấy: là thanh hình trụ, hai đầu có ren. Một đầu ren cấy vào lỗ ren của tấm ghép, đầu còn lại vặn với đai ốc.

- Đai ốc có 6 cạnh, có ren trong. Ren trên đai ốc được gia công bằng ta rô, hoặc tiện. Đai ốc cũng được chia ra: đai ốc thô, đai ốc bán tinh và đai ốc tinh.

- Vòng đệm, chủ yếu để bảo vệ bề mặt các tấm ghép không bị xước, một số đệm còn có tác dụng phòng lỏng. Các loại đệm thường dùng: đệm thường, đệm vênh, đệm gập, đệm cánh



Hình 3.2.2: Bu lông, vít, vít cấy, đai ốc



Hình 3.2.3: Đệm thường, đệm vênh, đệm gập, đệm cánh

2.1.3. Kích thước chủ yếu của mối ghép ren

Khi xem xét hình dạng, kích thước của mối ghép ren, người ta quan tâm đến các kích thước chủ yếu sau đây:

+ Chiều dày các tấm ghép, ký hiệu là S1, S2, mm.

- + Đường kính thân bu lông d , mm, giá trị của d lấy theo dãy số tiêu chuẩn.
Ví dụ: 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; (14); 16; 18; 20; (24); (27); 30; (33); 36; 42; 48;
 - + Đường kính chân ren d_1 , mm, được tiêu chuẩn hóa theo d .
 - + Đường kính trung bình d_2 , mm, $d_2 = (d+d_1)/2$.
 - + Chiều dài của thân bu lông l , mm, được lấy theo chiều dày của các tấm ghép.
 - + Chiều dài đoạn cắt ren của bu lông l_1 , thường lấy $l_1 \geq 2,5d$.
 - + Chiều cao mũ bu lông, ký hiệu là H_1 , mm, thường lấy $H_1 = (0,5 \square 0,7) d$.
 - + Chiều cao của đai ốc H , thường lấy $H = (0,6 - 0,8) d$.
 - + Bước ren, ký hiệu là p_r , mm, giá trị của p_r được tiêu chuẩn hóa theo d .
- Giá trị bước ren theo TCVN, mm: 0,5 ; 0,6 ; 0,7 ; 0,75 ; 0,8 ; 1,0 ; 1,25 ; 1,5 ; 1,75 ; 2,0 ; 2,5 ; 3,0 ; 3,5 ; 4,0.

+ Tiết diện mặt cắt ngang của ren, có diện tích mặt cắt A , tiết diện của ren được tiêu chuẩn hoá.

Ren hệ Mét, tiết diện ren là hình tam giác đều.

Ren hệ Anh, tiết diện ren là hình tam giác cân, có góc ở đỉnh là 55°.

+ Chiều cao làm việc của tiết diện ren h , mm.

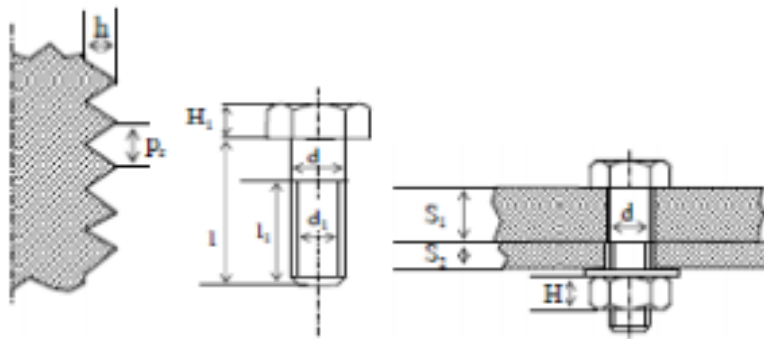
+ Bước của đường xoắn vít (tạo nên đường ren) λ .

+ Góc nâng của đường xoắn vít, λ ; có $\tan \lambda = \lambda / (\lambda \cdot d_2)$.

+ Số đầu mối ren z_r , thường dùng ren một đầu mối.

Ren một đầu mối có $\lambda = p_r$

Ren hai đầu mối có $\lambda = 2p_r$

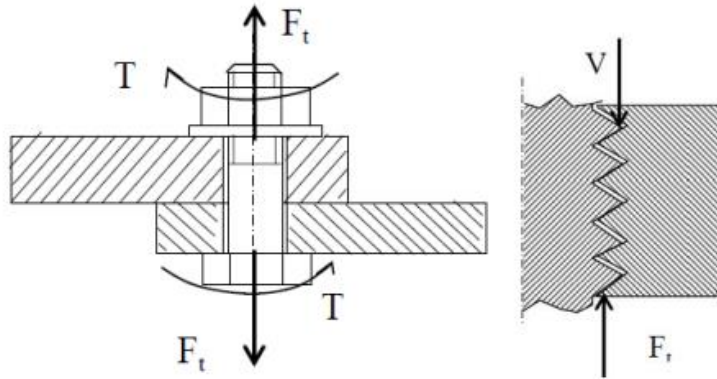


Hình 3.2.3: Kích thước chủ yếu của mối ghép ren

2.2. Tính toán mối ghép bằng ren.

2.2.1. Các dạng hỏng của mối ghép ren và chỉ tiêu tính toán:

Khi xiết chặt bulông và đai ốc, các vòng ren của bu lông và đai ốc tiếp xúc nhau. Các vòng ren của đai ốc chịu lực xiết V . Các vòng ren trên bulông chịu phản lực F_t .



Hình 3.2.4: Trên mỗi ghép có thể xuất hiện các dạng hỏng

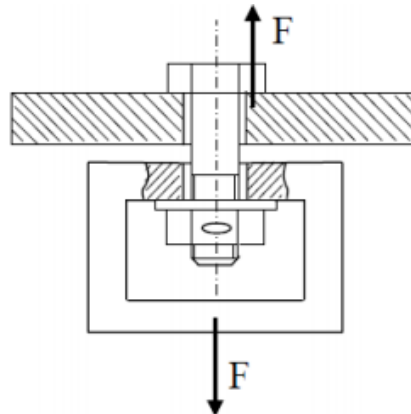
- + Thân bu lông bị kéo đứt tại phần có ren hoặc tiết diện sát mũ bu lông, hoặc bị xoắn đứt.
- + Các vòng ren bị hỏng do cắt đứt ren, dập bề mặt tiếp xúc, hoặc bị uốn gãy. Nếu tháo lắp nhiều, vòng ren có thể bị mòn.
- + Mũ bu lông bị hỏng do dập bề mặt tiếp xúc, thân bu lông bị cắt đứt hoặc bị uốn gãy.

Các kích thước mối ghép được tiêu chuẩn hóa, tính theo d trên cơ sở đảm bảo độ bền đều: $\sigma \leq [\sigma]_k$

2.2.2. Tính bu lông ghép lỏng chịu lực:

Bài toán kiểm tra bền thực hiện theo trình tự:

- Từ kích thước d, tra bảng có đ.kính tiết diện chân ren d. Tính ứng suất sinh ra trên tiết diện chân ren: $\sigma = F / (\pi \cdot d_1^2 / 4)$
- Tra bảng, theo vật liệu chế tạo bulông để xác định $[\sigma]_k$
- So sánh σ và $[\sigma]_k$ rút ra kết luận:
 $\sigma > [\sigma]_k$: mối ghép ko đủ bền; $\sigma \leq [\sigma]_k$: mối ghép đủ bền $[\sigma]_k$



Bài toán thiết kế được thực hiện theo các bước:

- + Chọn vật liệu chế tạo bu lông, tra bảng để có $[\sigma]_k$
- + Giả sử chỉ tiêu tính $\sigma \leq [\sigma]_k$ thỏa mãn. Ta tính được đường kính cần thiết của tiết diện chân ren:

+ Tra bảng tìm bu lông tiêu chuẩn có đường kính tiết diện chân ren $d \geq d1C$, ghi ký hiệu của bu lông vừa tìm được. Tính chiều dài cần thiết của bu lông, vẽ kết cấu của mối ghép.

Ưu điểm: Cấu tạo đơn giản, mối ghép bảo đảm, kiểu ren đa dạng, dễ tháo lắp, có thể tháo lắp nhiều lần, có thể cố định vị trí bất kỳ của chi tiết, có thể chế tạo lực dọc trục lớn, giá thành tương đối thấp.

Nhược điểm: Tập trung ứng suất chân ren làm giảm độ bền mỏi của mối ghép.

CÂU HỎI ÔN TẬP

Câu hỏi:

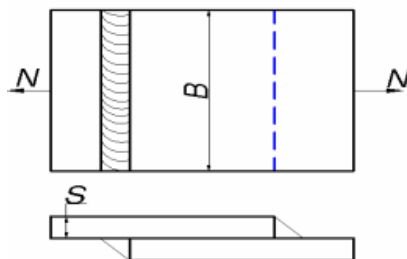
1. Mối ghép bằng hàn? Cho Ví dụ tính toán.
2. Mối ghép bằng ren? Cho ví dụ tính toán mối ghép bằng ren.
3. Thế nào là mối ghép cố định? Chúng bao gồm mấy loại? Nêu sự khác biệt cơ bản của các loại mối ghép đó?
4. Mối ghép bằng hàn và đinh tán được hình thành như thế nào? Nêu ứng dụng của chúng?

Bài tập

Bài 1: Cho mối ghép hàn như hình vẽ, biết rằng lực kéo $N = 260\text{KN}$, $[\sigma]_k = 28\text{KN/cm}^2$, vật liệu có chiều dày $S = 8\text{ mm}$. Hãy xác định chiều dài đường hàn để kết cấu đảm bảo điều kiện bền



Bài 2: Cho mối ghép hàn chịu lực như hình vẽ. Hãy xác định độ bền của mối hàn nếu vật liệu chế tạo kết cấu là thép các bon thấp có $[\sigma]_k = 28\text{ KN/cm}^2$, $N = 450\text{ KN}$, $S = 8\text{ mm}$, $B = 300\text{ mm}$.



BÀI 4: CÁC CHI TIẾT MÁY TRUYỀN ĐỘNG

Giới thiệu:

Truyền động cơ khí là những cơ cấu truyền cơ năng từ động cơ đến các bộ phận công tác của máy, thông thường có biến đổi vận tốc, lực hoặc momen, đôi khi cả dạng và qui luật chuyển động. Cần đặt các bộ phận truyền động làm khâu nối giữa động cơ và máy công tác vì:

- * Thường vận tốc động cơ khác với vận tốc máy công tác.
- * Yêu cầu điều chỉnh máy công tác có được các vận tốc khác nhau (hộp tốc độ).
- * Dùng một động cơ dẫn động nhiều cơ cấu khác nhau, có các tốc độ khác nhau (hộp tốc độ).
- * Động cơ quay đều nhưng bộ phận công tác cần chuyển động tịnh tiến hoặc với vận tốc thay đổi theo quy luật nào đó.
- * Do kết cấu máy (bố trí không gian) hoặc điều kiện an toàn (ly hợp an toàn) có khi không thể nối trực tiếp động cơ với các bộ phận công tác.

Mục tiêu của bài:

- Trình bày được các khái niệm, nguyên lý làm việc và phạm vi ứng dụng của bộ truyền bánh răng, bộ truyền xích, bộ truyền bánh vít - trục vít, bộ truyền bánh răng- thanh răng, các cơ cấu truyền động của máy bào, máy búa, máy xọc.
- Xác định được tỷ số truyền động của từng bộ truyền.
- Phân tích được cấu tạo, nguyên lý làm việc của một số cơ cấu biến đổi chuyển động như: cơ cấu cam, cần lắc, cơ cấu cu lit.
- Giải thích được ứng dụng của các cơ cấu biến đổi chuyển động.
- Rèn luyện tính kỷ luật, kiên trì, cẩn thận, nghiêm túc, chủ động và tích cực sáng tạo trong học tập.

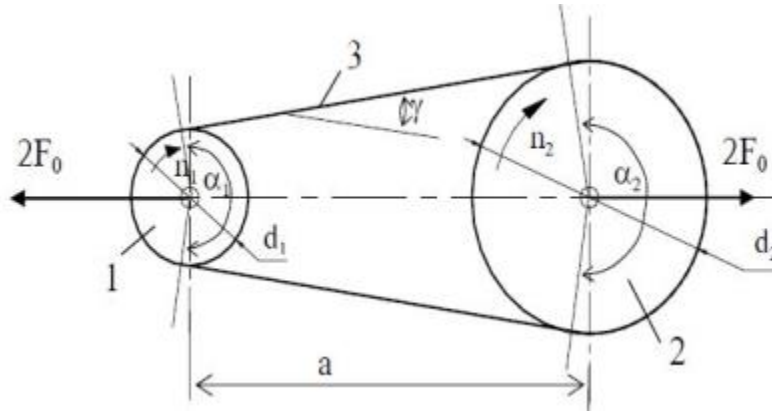
Nội dung chính:

1. Bộ truyền đai.

1.1. Những vấn đề chung

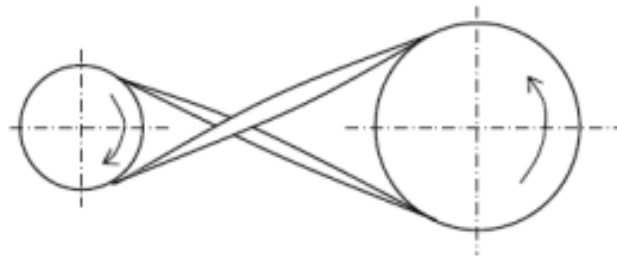
Bộ truyền đai thường dùng để truyền chuyển động:

- Giữa 2 trục song song và quay cùng chiều:



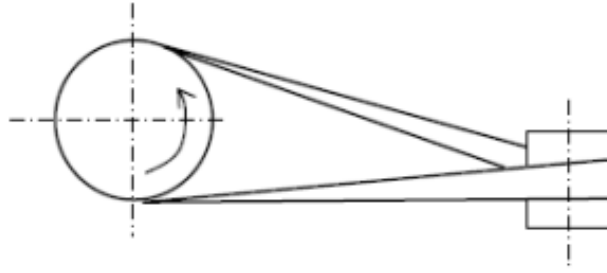
Hình 4.1.1: Bộ truyền đai giữa 2 trục song song và quay cùng chiều

- Giữa các trục song song quay ngược chiều: Truyền động đai chéo



Hình 4.1.2: Bộ truyền đai giữa 2 trục song song và quay ngược chiều

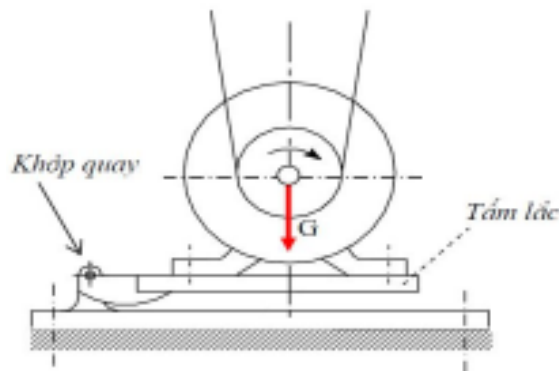
- Giữa hai trục chéo nhau: Truyền động đai nửa chéo



Hình 4.1.3: Bộ truyền đai giữa 2 trục song song và quay ngược chiều

Bộ truyền thường gồm 4 bộ phận chính:

- Bánh đai dẫn 1, có đường kính d_1 , được lắp trên trục dẫn I, quay với số vòng quay n_1 , công suất P_1 , momen xoắn trên trục T_1
 - Bánh đai bị dẫn 2, có đường kính d_2 , được lắp trên trục dẫn II, quay với số vòng quay n_2 , công suất P_2 , momen xoắn trên trục T_2
 - Dây đai 3 mắc vòng qua 2 bánh đai
 - Bộ phận căng đai, tạo lực căng ban đầu $2F_0$ kéo căng 2 nhánh đai.
- Để tạo lực căng F_0 , có thể dùng:



Hình 4.1.4: Cấu tạo bộ truyền đai

*** Nguyên lý làm việc:**

Dây đai mắc căng trên 2 bánh đai, trên bề mặt tiếp xúc của dây đai và bánh có áp suất, có lực $m_s F_{ms}$. Lực m_s cản trở chuyển động trượt tương đối giữa dây đai và bánh đai. Do đó khi bánh dẫn quay sẽ kéo dây đai chuyển động và dây đai lại kéo bánh bị dẫn quay. Như vậy chuyển động đã được truyền từ bánh dẫn sang bánh bị dẫn nhờ lực m_s giữa dây đai và các bánh đai.

*** Phân loại bộ truyền đai:**

- Đai dẹt hay còn gọi là đai phẳng: tiết diện đai là hình chữ nhật hẹp, bánh đai hình trụ tròn.

- Đai thang, tiết diện đai hình thang, bánh đai có rãnh hình thang, thường dung nhiều dây đai trong 1 bộ truyền.

- Đai tròn, tiết diện đai hình tròn, bánh đai có rãnh hình tròn tương ứng chứa dây đai.

- Đai hình lược, là trường hợp đặc biệt của đai thang. Các đai được làm liền nhau như răng lược

- Đai răng là 1 dạng biến thể của bộ truyền đai. Dây đai có dạng gần giống thanh răng, bánh đai gần giống bánh răng. Làm việc theo nguyên lý ăn khớp là chính, ma sát là phụ.

1.2. Các thông số hình học chủ yếu của bộ truyền đai

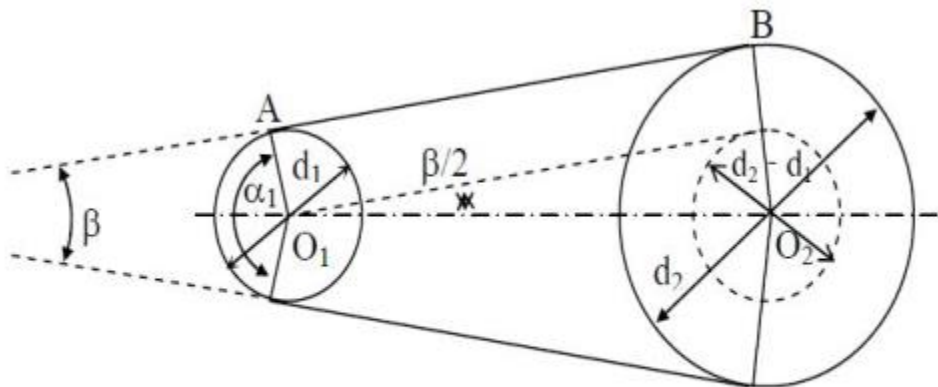
* Đường kính tính toán của bánh dẫn d_1 , bị dẫn d_2

- Với đai dẹt: d_1, d_2 là đường kính ngoài của bánh đai

- Với đai thang: d_1, d_2 là đường kính vòng tròn qua lớp trung hòa của các đai. Lớp trung hòa là lớp ko chịu kéo, ko chịu nén khi dây đai vòng qua các bánh.

- Đường kính bánh đai ko nên lấy quá nhỏ, nhằm tránh cho đai khỏi chịu ús uồn quá lớn khi đai vòng qua bánh đai.

* Góc ôm α_1 trên bánh đai nhỏ:



$$\alpha_1 \approx \pi - \frac{d_2 - d_1}{a} (\text{Rad})$$

Hình 4.1.5: Góc ôm trên bánh đai nhỏ

Khi α_1 nhỏ khả năng tải (kéo) của bộ truyền sẽ giảm, cần phải có điều kiện:

+ $\alpha_1 \geq 150^\circ$: đối với đai dẹt

+ $\alpha_1 \geq 120^\circ$: đối với đai thang

* Chiều dài đai L:

$$L = 2a + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} (\text{mm})$$

*** Khoảng cách trục a:**

Từ L có thể suy ra khoảng cách trục a giữa 2 bánh đai:

$$a = \frac{1}{4} \left[L - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{2} \right] + \sqrt{\left[L - \frac{\pi(d_1 + d_2)}{2} \right]^2 - 2(d_2 - d_1)^2}$$

- Khi a càng lớn thì α càng lớn, tần số thay đổi ứng suất trong đai giảm. Do đó tuổi thọ của đai tăng. Khi a quá lớn bộ truyền công kênh, các nhánh đai có thể bị rung. Do vậy cần khống chế khoảng cách trục a_{max} và a_{min} hợp lý.

Đai thang nên lấy: $a_{min} \geq 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + h$; $a_{max} = 2(d_1 + d_2)$

- Khi a càng nhỏ: số vòng chạy của đai trong 1s tăng lên nên tuổi thọ của đai giảm
Do đó nên lấy:

- $v/L = 3 \div 5$ đối với đai dẹt
- $v/L = 20 \div 30$ đối với đai thang
- (v: vận tốc đai; L: chiều dài đai)

1.3. Tính bộ truyền đai

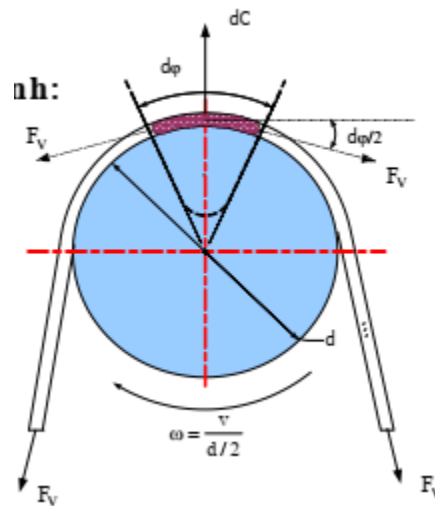
1.31. Tiêu chuẩn về khả năng làm việc và chỉ tiêu tính:

*** Khả năng làm việc và chỉ tiêu tính**

- Khả năng kéo.
- Tuổi thọ đai.

Hiện nay, tính toán bộ truyền đai chủ yếu tính theo khả năng kéo. Để tránh xảy ra hiện tượng trượt tron, hệ số kéo phải thỏa mãn điều kiện

$$\varphi = \frac{\sigma_t}{2\sigma_0} \leq \varphi_0$$



Hình 4.1.6: Bộ truyền đai

* Tuổi thọ đai:

Ứs thay đổi sẽ gây mỏi đai. Quan hệ giữa ứs σ_{\max} và số chu kỳ làm việc tương đương N_E biểu thị bằng phương trình đường cong mỏi như sau:

với σ_r – giới hạn mỏi của đai (MPa)

N_0 – Số chu kỳ làm việc cơ sở = 10^7

m – chỉ số của đường cong mỏi;

+ $m = 5$ đối với đai dẹt, + $m = 8$ đối với đai thang

$\sigma_r = 6$ MPa – đai vải cao su có lớp đệm

$\sigma_r = 7$ MPa – đai vải cao su không có lớp đệm

$\sigma_r = 9$ MPa – đai thang

$\sigma_r = 4 \div 5$ MPa – đai sợi bông

$$N_E = (\sigma_r / \sigma_{\max})^m 10^7$$

$$N_E = 3600 \cdot i x_b \cdot L_h / v_u$$

- Tuổi thọ đai (xác định bằng giờ)

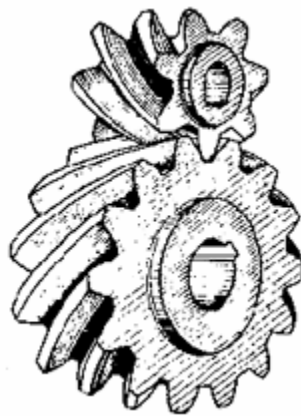
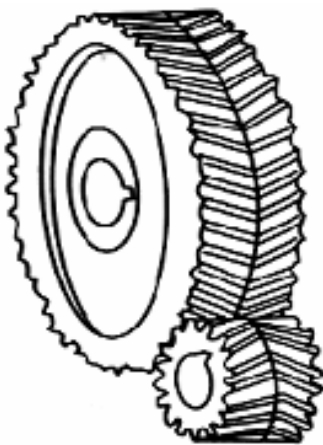
$$L_h = \left(\frac{\sigma_r}{\sigma_{\max}} \right)^m 10^7 v_u / (3600 i x_b)$$

2. Bộ truyền bánh răng.

2.1. Những vấn đề chung

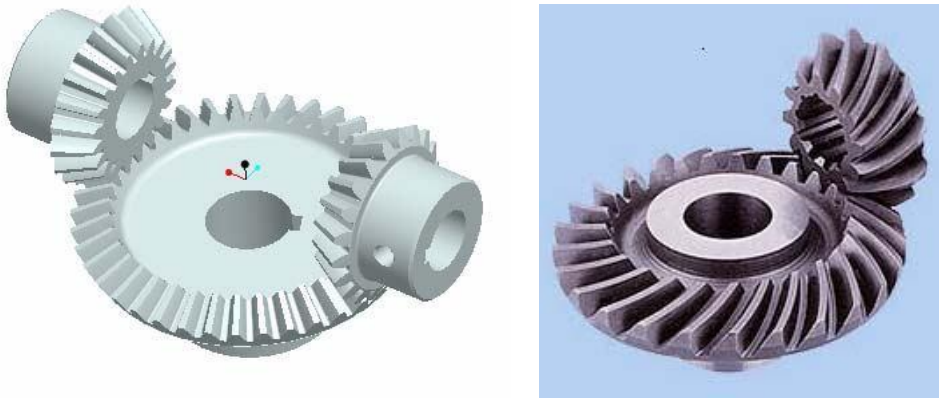
Truyền động b.răng thực hiện truyền chuyển động hay biến đổi chuyển động nhờ sự ăn khớp của các răng.

* Truyền động giữa các trục song song

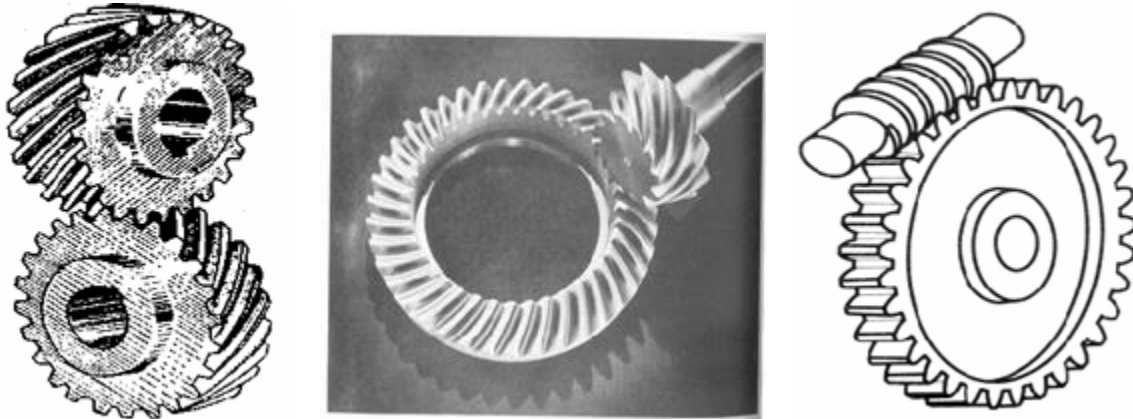


Hình 4.2.1: Răng trụ răng chữ V. Răng trụ răng nghiêng. Răng trụ răng thẳng

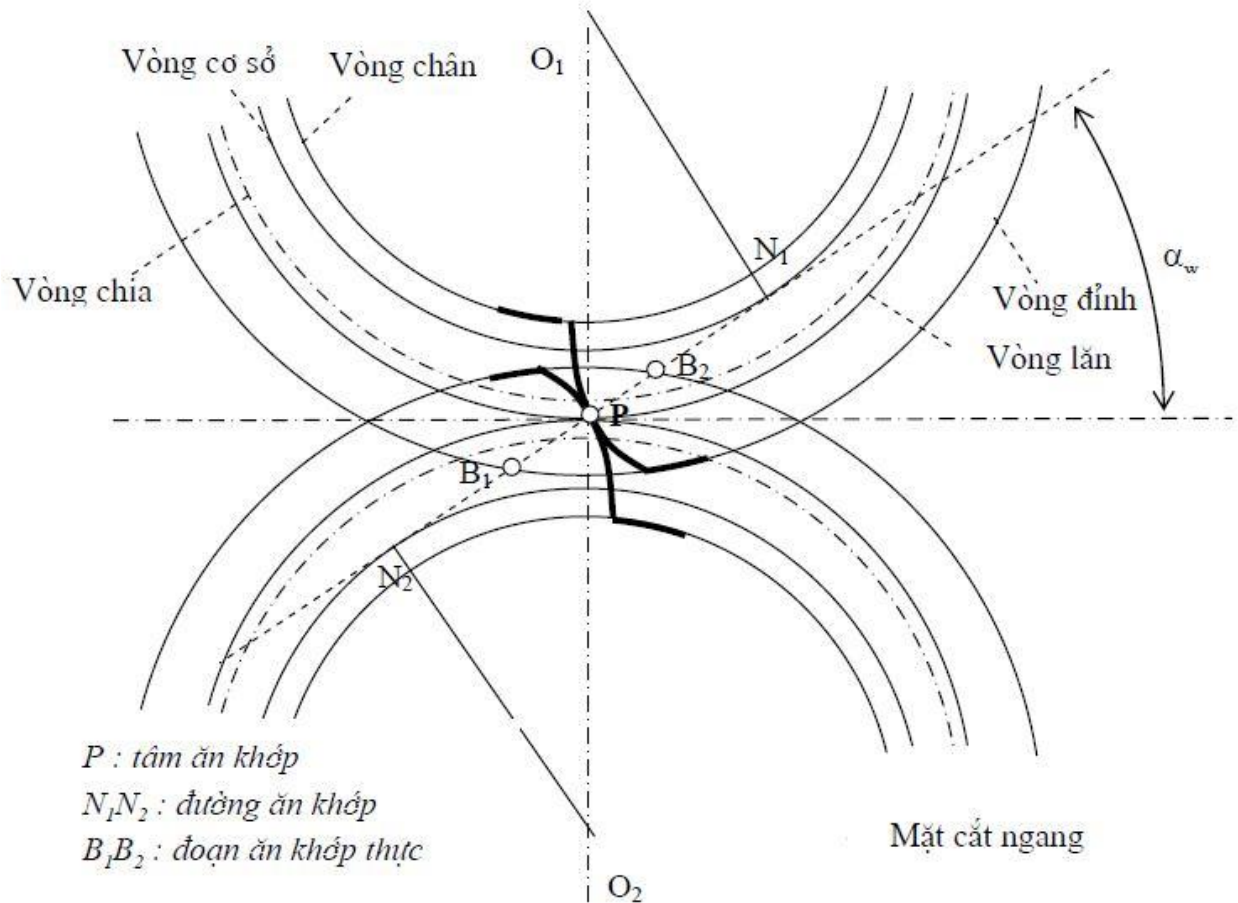
+ Truyền động giữa hai trục giao nhau:



Hình 4.2.2: Bánh răng nón răng thẳng và bánh răng nghiêng răng cung tròn
+ Truyền động giữa hai trục chéo nhau:



Hình 4.2.4: Bánh răng trụ. Bánh răng côn răng xoắn. Bộ truyền trục vít
2.2. Các thông số hình học chủ yếu của bộ truyền bánh răng trụ răng thẳng



Được xác định trên một mặt cắt ngang (vuông góc với trục quay) bao gồm:

- Đường kính vòng đỉnh: $da1 = d1 + 2ha = d1 + 2m$,
 $da2 = d2 + 2ha = d2 + 2m$
- Đường kính vòng chân: $df1 = d1 - 2hf = d1 - 2,5.m$,
 $df2 = d2 - 2hf = d2 - 2,5.m$
- Đường kính vòng tròn cơ sở: $db1 = dw1 .\cos\alpha$,
 $db2 = dw2 .\cos\alpha$
- Đường kính vòng lăn: $dw1$, $dw2$
- Đường kính vòng chia $d1 = m.z1$, $d2 = m.z2$
- Góc áp lực trên vòng chia: α ; Tiêu chuẩn: $\alpha = 20^\circ$
- Góc ăn khớp: α_w

Bước răng đo trên vòng chia: p

- Mô đun: $m = p/\pi$

Muốn 2 b.răng ăn khớp, chúng phải có cùng mô-đun. Để hạn chế số lượng dao, mô-đun b.răng được tiêu chuẩn hóa, giá trị của m trong khoảng 0,05 mm đến 100 mm theo TCVN 1064-71.

$$\varepsilon_a = \frac{B_1 B_2}{p_b}$$

Hệ số trùng khớp ngang:

2.3. Tính bộ truyền bánh răng trụ răng thẳng theo sức bền tiếp xúc

Chỉ tiêu bền theo công thức:

$$\sigma_H \leq [\sigma_H] \quad \sigma_H = Z_M \sqrt{\frac{q_n}{2\rho}}$$

Ús tính toán $\square H$ xác định theo công thức:

+ Z_M - hệ số xét đến cơ tính của vật liệu, được xác định theo công thức:

$$Z_M = \sqrt{\frac{2E_1 E_2}{\pi[E_2(1-\mu_1^2) + E_1(1-\mu_2^2)]}}$$

$$\Rightarrow \sigma_H = Z_M \sqrt{\frac{q_n}{2\rho}} = Z_M \sqrt{\frac{2T_1 K_H Z_\varepsilon^2 (i \pm 1)}{b_w d_{w1} \cos \alpha_w u d_{w1} \sin \alpha_w}}$$

$$\Rightarrow \sigma_H = \frac{Z_M Z_\varepsilon}{d_{w1}} \sqrt{\frac{2T_1 K_H (i \pm 1)}{b_w u \frac{\sin 2\alpha_w}{2}}}$$

$$\Rightarrow \sigma_H = \frac{Z_M Z_H Z_\varepsilon}{d_{w1}} \sqrt{\frac{2T_1 K_H (i \pm 1)}{b_w u}} \leq [\sigma_H]$$

2.4. Tính bộ truyền bánh răng trụ răng thẳng theo sức bền uốn

$$\sigma_{F1} = \frac{2T_1}{b_w d_{w1} m} Y_{F1} K_{F\beta} K_{FV} \leq [\sigma_{F1}]$$

$$\sigma_{F2} = \sigma_{F1} \frac{Y_{F2}}{Y_{F1}} \leq [\sigma_{F2}]$$

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

1. Những vấn đề chung của bộ truyền đai?
2. Tính bộ truyền bánh răng trụ răng thẳng theo sức bền tiếp xúc?
3. Bộ truyền đai có đường kính bánh đai nhỏ $d1 = 125mm$, tỉ số truyền $u = 2,5$, góc ôm trên bánh đai nhỏ $\alpha_1 = 160^\circ$. Xác định khoảng cách trục a của bộ truyền và chiều dài

dây đai L .

Giải:

$$\text{Ta có: } \alpha_1 = 180 - 57 \frac{d_2 - d_1}{a} = 180 - 57 \frac{d_1(u-1)}{a} \Rightarrow a = \frac{57d_1(u-1)}{180 - \alpha_1} = \frac{57 \times 125 \times (2,5 - 1)}{180 - 160} = 534,375 \text{ mm}$$

$$L = 2a + \frac{\pi}{2}(d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = 2a + \frac{\pi}{2}d_1(u+1) + \frac{(ud_1 - d_1)^2}{4a}$$

Chiều dài dây đai:

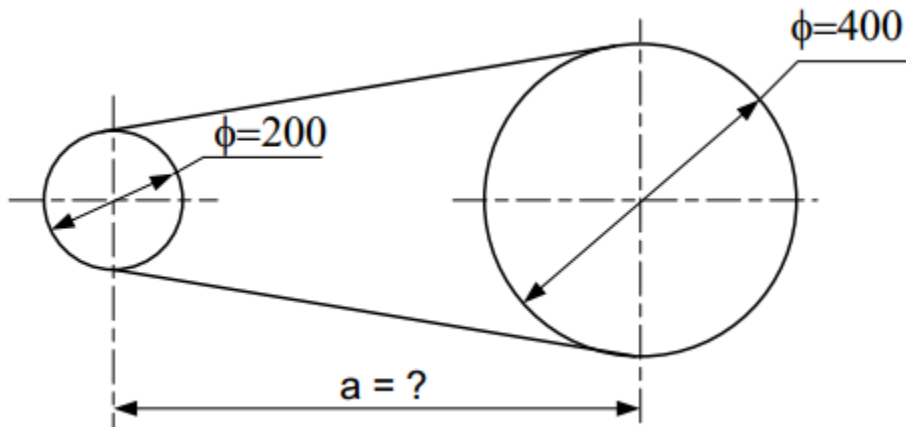
$$= 2 \times 534,375 + \frac{\pi}{2}125(2,5+1) + \frac{(2,5 \times 125 - 125)^2}{4 \times 534,375} = 1772,42 \text{ mm}$$

6. Một hệ thống như hình (truyền từ động cơ – trục I sang trục II, III và trục IV đến thùng trộn) với 1,2 – bánh răng côn răng thẳng có môđun m ; 3,4 – bánh răng trụ răng chữ V (răng nghiêng) có môđun m_n ; 5,6 – bánh răng trụ răng thẳng có môđun m . Cho biết số vòng quay trục I là $n_1 = 968 \text{ vg/ph}$, số răng các bánh răng: $z_1 = 20$, $z_2 = 40$, $z_5 = 22$, $z_6 = 44$ và tỉ số truyền $u_{34} = z_4/z_3 = 3$, tỉ số truyền bộ truyền xích $u_x = 2$. Môđun cặp bánh răng nghiêng $m_n = 4 \text{ mm}$. Xác định:

- Số vòng quay trục thùng trộn.
- Số răng z_3 , z_4 và góc nghiêng β ($40^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$) với khoảng cách trục $a_{34} = 320 \text{ mm}$.
- Phương và chiều các lực tác dụng lên bánh răng và đĩa xích.

7. Bộ truyền đai dẹt có đường kính các bánh đai: $d_1 = 200 \text{ mm}$, $d_2 = 400 \text{ mm}$, truyền công suất $P = 3 \text{ kW}$, số vòng quay bánh dẫn $n_1 = 800 \text{ vg/ph}$. Hệ số ma sát giữa đai và bánh đai là $f = 0,24$. Giả sử căng đai với lực căng ban đầu $F_0 = 550 \text{ N}$. Hãy xác định (bỏ qua lực căng phụ F_v):

- Lực vòng có ích F_t .
- Khoảng cách a tối thiểu là bao nhiêu để không xảy ra hiện tượng trượt trơn.
- Tuổi thọ của dây đai thay đổi như thế nào nếu ta tăng khoảng cách trục a trong khi các thông số khác không thay đổi? Giải thích.



TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ninh Quang Hải, Cơ lý thuyết, nhà xuất bản xây dựng 1999
2. Nguyễn Trọng Hiệp, Chi Tiết Máy tập 1, nhà xuất bản giáo dục 2003
3. Lê Hoàng Tuấn-Bùi Công Thành, Sức Bền Vật Liệu, nhà xuất bản KHKT 1993.
4. Đỗ Sanh, Nguyễn Văn Vượng, Cơ Kỹ Thuật, nhà xuất bản giáo dục 2012
5. Nguyễn Văn Yên, Chi Tiết Máy, nhà xuất bản GTVT 2006