

NGUYỄN XUÂN NGỌC

CHI TIẾT MÁY

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

CÁC VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ THIẾT KẾ CHI TIẾT MÁY

Chương 1

CÁC VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ THIẾT KẾ CHI TIẾT MÁY

1.1. CHI TIẾT MÁY VÀ THIẾT KẾ CHI TIẾT MÁY

1.1.1. Máy và chi tiết máy

Hiện nay, máy móc chúng ta sử dụng hàng ngày là sự hợp thành của nhiều bộ phận. Mỗi bộ phận lại chia thành những bộ phận nhỏ hơn. Chi tiết máy được coi là phần hợp thành nhỏ nhất của máy và bộ phận máy.

Chi tiết máy thường được chia làm 2 loại : chi tiết máy có công dụng chung và chi tiết máy đặc biệt (có công dụng riêng). Chi tiết máy đặc biệt được nghiên cứu trong các môn chuyên ngành. Chi tiết máy có công dụng chung là đối tượng nghiên cứu của môn chi tiết máy.

Chi tiết máy có công dụng chung bao gồm các loại sau:

- Các chi tiết máy truyền động như: bánh răng, đai, xích, trục vít,...
 - Các chi tiết máy ghép như: then, bulông, đinh tán, mối hàn,...
 - Các chi tiết máy đỡ và nối như: trục, ổ lăn, ổ trượt, khớp nối,...
- Ngoài ra còn có vỏ, khung, giá máy, lò xo,...

1.1.2. Chi tiết máy và các môn học liên quan

Môn học chi tiết máy nghiên cứu cấu tạo, công dụng, nguyên tắc hoạt động, đặc điểm khi làm việc và phương pháp tính toán thiết kế các chi tiết máy có công dụng chung.

Các môn học có quan hệ chặt chẽ với chi tiết máy và được sử dụng rất nhiều là: vật liệu học, nguyên lý máy, cơ học, sức bền vật liệu, vẽ kỹ thuật, dung sai lắp ghép và công nghệ chế tạo,.... Đó là những môn khoa học cơ bản, kỹ thuật cơ sở và kỹ thuật chuyên môn của ngành cơ khí. Chi tiết máy đóng vai trò môn kỹ thuật cơ sở cuối cùng bắc cầu nối các kiến thức cơ sở với các môn chuyên môn. Vì vậy, nghiên cứu thiết kế chi tiết máy cần có kiến thức tổng hợp rộng và sâu. Để tạo thành máy người ta thường căn cứ vào yêu cầu thực tế sau:

- Khả năng làm việc của máy;
- Sử dụng thuận tiện, an toàn, tin cậy;
- Năng suất phù hợp, đảm bảo chất lượng thành phẩm của máy,...
- Hình thức, kích thước, khối lượng phù hợp, hiệu quả sử dụng cao.

Sau khi tính toán, thiết kế phải chế tạo, chạy thử, chỉnh sửa, khắc phục nhược điểm,... Khi trở thành thương phẩm còn có nhiều việc hơn nữa. Nhiều khi phải thiết kế lại, cải tiến thêm,...

Quá trình thiết kế máy là quá trình tính toán, lập nên các bản vẽ, chọn lựa phương án hợp lý cho chi tiết và bộ phận máy.

Các bước thiết kế máy :

1. Xác định nguyên tắc làm việc, sơ đồ hoạt động, chế độ làm việc của máy.
2. Chọn các phương án sơ đồ động, tham khảo các máy hiện có hoặc tương tự, phân tích các ưu, nhược điểm, xem xét các yêu cầu đặt ra cả cũ và mới.
3. Tính toán, xác định hoặc chọn các thông số động học và động lực học chính trên từng bộ phận máy (ví dụ tốc độ quay, tỷ số truyền, mômen và lực tác dụng).
4. Thiết kế, tính toán từng bộ phận, chi tiết máy theo yêu cầu về khả năng làm việc.
5. Xác định kết cấu, cấu tạo tổng hợp của tất cả các bộ phận.
6. Lập bản vẽ chung và các bản vẽ chi tiết.
7. Xác định các quá trình chế tạo và lắp ghép.
8. Viết thuyết minh và hoàn chỉnh các bản vẽ.

Các bước thiết kế chi tiết, bộ phận máy thường tiến hành như sau :

- Lập các sơ đồ tính và nêu các phương án.
- Xác định các số liệu cần cho trước : tốc độ, công suất, tải trọng, điều kiện làm việc,...
- Chọn vật liệu, loại, kiểu.
- Căn cứ vào yêu cầu về khả năng làm việc xác định kích thước, thông số chính, quan trọng.
- Xác định các thông số, số liệu cần thiết khác.
- Kiểm nghiệm chính xác khả năng làm việc của chi tiết.
- Quyết định chính thức các kích thước, thông số một cách đầy đủ, vẽ kết cấu, cấu tạo chi tiết, bộ phận máy.
- Xác định các thông số, số liệu liên quan, phục vụ cho tính toán hệ thống.

1.1.3. Phương pháp nghiên cứu và tính chất môn học

Khi thiết kế đòi hỏi khả năng sử dụng kiến thức tổng hợp nhiều môn học khác nhau, kết hợp chặt chẽ giữa lý thuyết và thực nghiệm, đặc biệt gắn với thực tế. Quá trình thiết kế bao gồm nhiều quá trình lồng nhau, sử dụng các sổ tay, tài liệu thiết kế, tra cứu nhiều tài

liệu kỹ thuật, phải căn cứ vào những yêu cầu và khả năng thực tế hiện có theo những điều kiện xác định, phải tính toán kết hợp với vẽ, sử dụng các kiến thức công nghệ và tạo hình.

1.2. TẢI TRỌNG VÀ ỨNG SUẤT

1.2.1. Phân loại tải trọng, tính chất và các khái niệm

Tải trọng là lực, mômen tác dụng tương hỗ lên chi tiết, vật thể. Ví dụ, phản lực gối tựa, lực ăn khớp của bánh răng, trục vít, lực căng đai, mômen xoắn trên khớp, trên trục,...

Các loại tải trọng thường gặp:

- Tải trọng tĩnh là tải trọng không đổi theo thời gian (cả về điểm đặt và trị số).
- Tải trọng động là tải trọng thay đổi theo thời gian.
- Tải trọng va đập là tải trọng thay đổi đột ngột trong thời gian rất ngắn với trị số lớn.

Các cách xác định tải trọng : Theo công suất tiêu hao khi làm việc và tốc độ (quay hoặc chạy); theo mômen tác động (mômen cản trên trục công tác hoặc mômen gây chuyển động trên trục động cơ) hoặc theo mối liên hệ của hệ thống động lực. Khi tính toán giá trị, xác định phương chiều thường phải sử dụng các phương trình cân bằng cơ học.

Các loại tải trọng hay dùng trong thiết kế là: tải trọng danh nghĩa; tải trọng tính toán; tải trọng tương đương.

– Tải trọng danh nghĩa là tải trọng xác định theo giá trị tải trọng người thiết kế muốn chi tiết máy có thể chịu được, thường xác định theo công thức lý thuyết.

Trường hợp máy chịu nhiều mức giá trị tải trọng người ta hay lấy trị số lớn nhất với thời gian chịu tải lâu nhất làm tải trọng danh nghĩa.

– Tải trọng tương đương là khái niệm tải trọng thay thế cho trường hợp tải trọng thay đổi nhiều mức, tác động của nó gây hậu quả giống (tương đương) với chế độ thực nhiều mức tải trọng. Có thể xác định giá trị tải trọng tương đương Q_{td} theo tải trọng danh nghĩa Q_{dn} :

$$Q_{td} = Q_{dn} K_N$$

K_N là hệ số tuổi thọ được xác định theo chế độ thay đổi của tải trọng, nó cũng phụ thuộc tải trọng danh nghĩa được chọn. Q_{dn} là mức tải trọng nhất định được chọn trước trong chế độ tải.

Tải trọng tính toán Q_t là tải trọng dùng tính toán khả năng chịu tải của chi tiết máy, nó kể đến các ảnh hưởng của quá trình truyền tải như tính chất thay đổi của tải trọng (bằng cách đưa ra hệ số tải trọng động K_d) và tính chất tiếp xúc (bằng cách dùng hệ số xét đến phân bố tải trọng không đều trong vùng tiếp xúc K_{tt}).

$$Q_t = Q_{dn} K_d K_{tt}$$

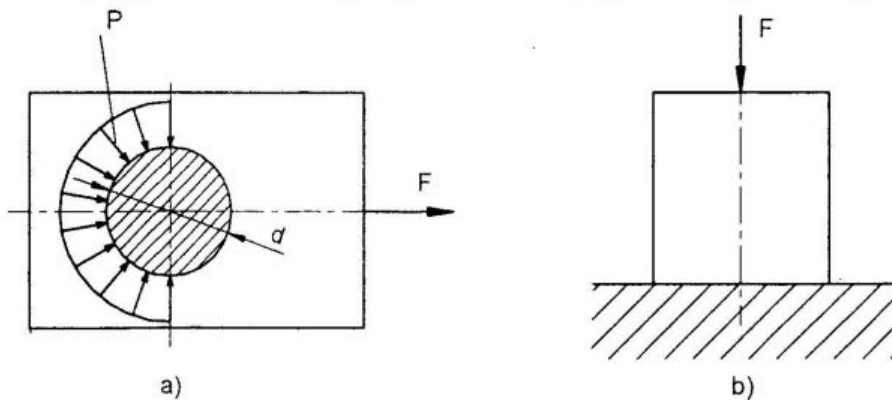
1.2.2. Ứng suất và các đặc trưng chính

Dưới tác dụng của tải trọng, ứng suất phát sinh trong chi tiết, vật thể của máy, thông qua ứng suất mà ta biết được mức độ căng thẳng, nặng nề mà chi tiết phải chịu. Có thể chia ứng suất thành ứng suất thể tích và ứng suất bề mặt.

– Ứng suất thể tích là các ứng suất kéo, nén, uốn, xoắn,... phát sinh trong cả vùng thể tích vật thể của chi tiết. Tính toán các loại ứng suất này theo những công thức đã biết trong sức bền vật liệu.

– Ứng suất bề mặt là loại ứng suất chỉ có trong một lớp mỏng bề mặt do lực tương tác trên bề mặt gây nên.

+ Khi lực tác dụng phân bố trên một diện tích khá rộng ta có ứng suất dập σ_d (hình 1.1).



Hình 1.1. Ứng suất dập *)

a) Trường hợp mặt tiếp xúc là mặt trụ; b) Trường hợp mặt tiếp xúc là mặt phẳng.

$$\sigma_d = \frac{F}{d \cdot \ell} \quad (\text{hình 1.1a})$$

$$\sigma_d = \frac{F}{A} \quad (\text{hình 1.1b})$$

Trong đó:

A – diện tích bề mặt tiếp xúc

ℓ – chiều rộng tiếp xúc của 2 mặt trụ

– Khi diện tiếp xúc rất nhỏ, về mặt lý thuyết là đường hoặc điểm ta có ứng suất tiếp xúc. Công thức tính ứng suất tiếp xúc (hình 1.2).

+ Trường hợp tiếp xúc đường (2 hình trụ trục song song tiếp xúc với nhau).

Ứng suất tiếp xúc theo Héc:
$$\sigma_{H} = Z_M \sqrt{\frac{q_n}{2\rho}}$$

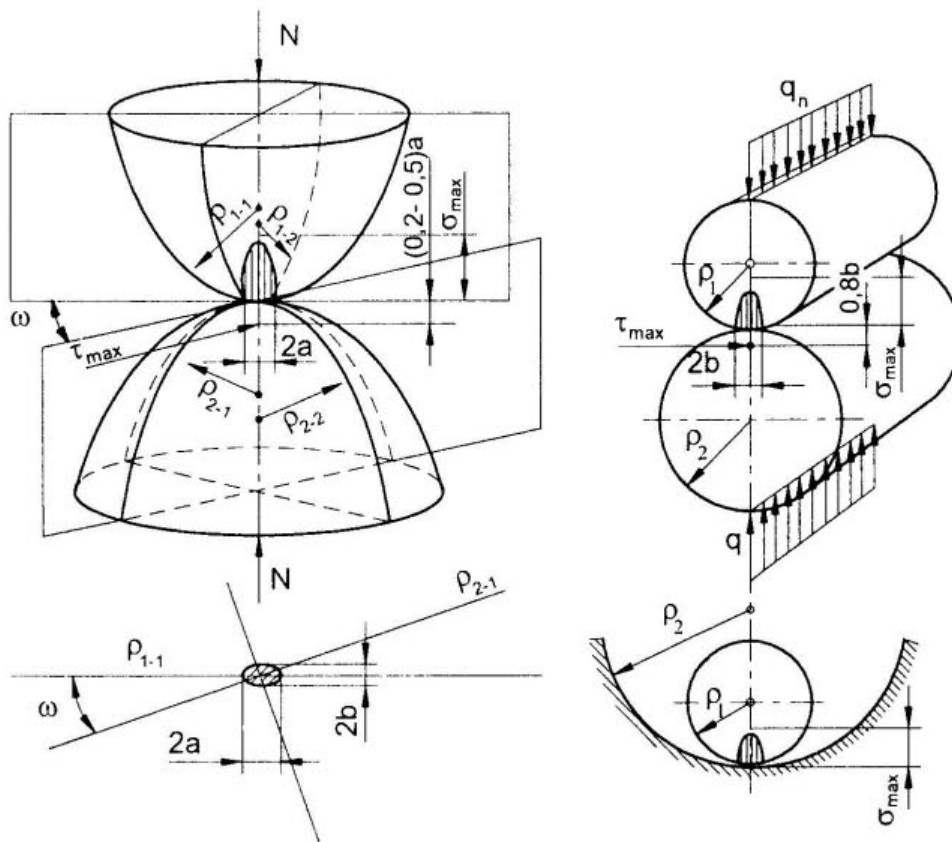
Z_M – hằng số đàn hồi của vật liệu hai vật tiếp xúc.

q_n – lực tác dụng trên một đơn vị chiều dài tiếp xúc $q_n = \frac{F}{L_{tx}}$.

ρ – bán kính cong tương đương của hai mặt cong tại chỗ tiếp xúc:
$$\frac{1}{\rho} = \frac{1}{\rho_1} \pm \frac{1}{\rho_2}$$

Với ρ_1, ρ_2 là bán kính hai hình trụ đã cho.

*) Ứng suất dập cũng được tính như áp suất.



Hình 1.2. Ứng suất tiếp xúc^{*)}

+ Trường hợp tiếp xúc điểm: $\sigma_{Hl} = a \sqrt{\frac{FE^2}{\rho^2}}$

ϵ – hệ số hình dạng tiếp xúc.

E – môđun đàn hồi tương đương.

ρ – bán kính cong tương đương.

Ngoài trị số và phương chiều của ứng suất ta còn phải quan tâm đến sự thay đổi và tính chất thay đổi của chúng nữa.

Trong máy thường ít gặp ứng suất không đổi mà thường gặp ứng suất thay đổi và đặc biệt là ứng suất thay đổi theo chu kỳ. Đây là loại ứng suất mà trị số của nó thay đổi lặp lại giá trị sau một khoảng thời gian gọi là chu kỳ (xem hình 1.3).

Quá trình thay đổi tuần hoàn của ứng suất trong thời gian một chu kỳ gọi là chu trình ứng suất.

- Các đại lượng đặc trưng của ứng suất thay đổi theo chu kỳ

- Giá trị ứng suất lớn nhất và nhỏ nhất : $\sigma_{max}, \sigma_{min}$;

- Biên độ ứng suất : $\sigma_a = (\sigma_{max} - \sigma_{min})/2$;

- Ứng suất trung bình : $\sigma_m = (\sigma_{max} + \sigma_{min})/2$;^{*)}

^{*)} Các ký hiệu và thông số trên hình vẽ được đề cập đến trong PL1.

^{*)} Xen thêm phụ lục PL1 giải thích kỹ hơn về ứng suất tiếp xúc khi tiếp xúc điểm.