

TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ CÔNG NGHIỆP HÀ NỘI
KHOA CƠ KHÍ

NGUYỄN XUÂN AN



GIÁO TRÌNH

CHI TIẾT MÁY

(Lưu hành nội bộ)

Hà Nội năm 2012

Tuyên bố bản quyền

Giáo trình này sử dụng làm tài liệu giảng dạy nội bộ trong trường cao đẳng nghề Công nghiệp Hà Nội

Trường Cao đẳng nghề Công nghiệp Hà Nội không sử dụng và không cho phép bất kỳ cá nhân hay tổ chức nào sử dụng giáo trình này với mục đích kinh doanh.

Mọi trích dẫn, sử dụng giáo trình này với mục đích khác hay ở nơi khác đều phải được sự đồng ý bằng văn bản của trường Cao đẳng nghề Công nghiệp Hà Nội

Trường Cao đẳng Nghề Công nghiệp Hà Nội nhận thức được việc xây dựng chương trình và tài liệu giảng dạy là một nội dung quan trọng nhằm nâng cao chất lượng đào tạo nguồn nhân lực đáp ứng yêu cầu của thị trường lao động vốn cạnh tranh trong thời kỳ CNH, HĐH đất nước và hội nhập Quốc tế.

Cuốn " Chi tiết máy" được biên soạn theo chương trình đào tạo nghề "Nguội sửa chữa máy Công cụ", các nghề cơ khí liên quan và được dùng làm giáo trình cho học viên trong các khóa đào tạo trình độ Cao đẳng nghề trở xuống, đồng thời phục vụ cho các đối tượng khác tham khảo.

Trong quá trình biên soạn, trường Cao đẳng Nghề Công nghiệp Hà Nội đã nhận được sự giúp đỡ tận tình của nhiều thầy cô giảng dạy lâu năm, nhà quản lý lao động, các cựu sinh viên và có sự hướng dẫn chu đáo của các chuyên gia nội dung, chuyên gia phương pháp và các cá nhân, đơn vị đã giúp đỡ Nhà trường hoàn thành nhiệm vụ được giao.

Tuy đã có nhiều nỗ lực, nhưng do thời gian hạn hẹp, quy trình biên soạn chương trình, tài liệu chưa thật thống nhất nên khi thực hiện, nhóm tác giả cũng gặp nhiều khó khăn ảnh hưởng ít nhiều tới chất lượng của tài liệu. Chúng tôi rất mong nhận được nhiều ý kiến đóng góp của độc giả để bổ sung, chỉnh sửa thêm nhằm làm cho tài liệu nội bộ này có chất lượng tốt hơn.

Mọi ý kiến đóng góp xin vui lòng gửi về phòng D202- Khoa Cơ khí.

Chúng tôi xin chân thành cảm ơn!

TỔ MÔN LÝ THUYẾT CƠ SỞ

Bài 1

NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN TRONG CHI TIẾT MÁY

I. Tải trọng và ứng suất.

I.1. Tải trọng:

Tải trọng là nguyên nhân gây ra ứng suất, tùy theo tính chất thay đổi của tải trọng theo thời gian, có thể chia tải trọng ra hai loại: Tải trọng tĩnh và tải trọng thay đổi.

Tải trọng tĩnh là tải trọng không thay đổi theo thời gian (hoặc thay đổi không đáng kể)

Tải trọng có phương, chiều hoặc cường độ thay đổi theo thời gian được gọi là tải trọng thay đổi. Tải trọng có thể thay đổi dần dần hoặc đột biến. Tải trọng đột nhiên tăng mạnh rồi giảm ngay đột ngột trong khoảng khắc được gọi là tải trọng va đập

Khi tính toán chi tiết máy người ta còn phân biệt tải trọng danh nghĩa, tải trọng tương đương, và tải trọng tính toán.

Tải trọng danh nghĩa Q_{dn} là tải trọng được chọn trong số các tải trọng tác dụng lên máy (thiết bị) trong chế độ làm việc ổn định. Thường người ta chọn tải trọng lớn hoặc tác dụng lâu dài nhất làm tải trọng danh nghĩa.

Trường hợp máy làm việc với chế độ tải trọng thay đổi nhiều mức khi tính toán người ta thay thế chế độ tải trọng này bằng chế độ tải trọng một mức (không đổi) gọi là tải trọng tương đương

$$Q_{td} = Q_{dn} \cdot k_N$$

k_N là hệ số về tuổi thọ

Trong tính toán để xác định kích thước chi tiết máy người ta dùng tải trọng tính toán, trong đó xét đến tính chất thay đổi của tải trọng và tác dụng tương hỗ giữa các chi tiết máy tiếp xúc

Công thức xác định tải trọng tính toán có dạng:

$$Q_t = Q_{td} \cdot k_{tt} \cdot k_d \cdot k_{dk} = Q_{dn} \cdot k_N \cdot k_{tt} \cdot k_d \cdot k_{dk} \quad (1.1)$$

Trong đó:

k_{tt} : Hệ số xét đến sự phân bố không đều tải trọng trên các bề mặt tiếp xúc

k_d : Hệ số tải trọng động

k_{dk} : Hệ số điều kiện làm việc

Trong các bước tính toán sơ bộ vì chưa thể đánh giá chính xác các đặc điểm của tải trọng người ta thường lấy tải trọng danh nghĩa làm tải trọng tính toán.

I.2. Ứng suất:

Tùy theo điều kiện làm việc cụ thể, tải trọng tác dụng lên chi tiết máy có thể gây ra các loại ứng suất như: ứng suất kéo, ứng suất nén, ứng suất uốn, ứng suất dập, ứng suất cắt, ứng suất xoắn, ứng suất tiếp xúc.v.v.

Ứng suất sinh ra trong chi tiết máy không thay đổi theo thời gian (hoặc trị số thay đổi rất ít, không đáng kể). Ngược lại ứng suất thay đổi là ứng suất khi trị số hoặc chiều (hoặc cả hai) thay đổi theo thời gian.

Một vòng thay đổi ứng suất từ trị số giới hạn này sang trị số giới hạn khác rồi trở về giá trị ban đầu được gọi là một chu trình ứng suất. Thời gian thực hiện một chu trình ứng suất gọi là một chu kỳ ứng suất.

Chu trình ứng suất được đặc trưng bởi (Hình 1.1)

Ứng suất cực đại: $\sigma_{\max}$

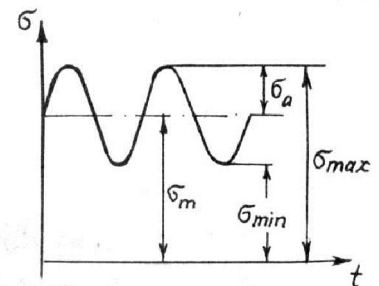
Ứng suất cực tiểu: $\sigma_{\min}$

Biên độ ứng suất :

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{\max} - \sigma_{\min}}{2}$$

Ứng suất trung bình:

$$\sigma_m = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2}$$



Hình 1.1. Chu kỳ ứng suất

Hệ số tính chất chu kỳ:

$$r = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}}$$

Thường phân biệt hai loại chu trình ứng suất : Chu trình đối xứng và chu trình không đối xứng

Trong chu trình đối xứng, các giới hạn ứng suất ($\sigma_{\max}$ và $\sigma_{\min}$) bằng nhau về trị số tuyệt đối nhưng dấu lại ngược nhau:

$$\sigma_{\max} = -\sigma_{\min}$$

$$\text{Do đó: } \sigma_a = \sigma_{\max}$$

$$\sigma_m = 0$$

$$r = \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} = -1$$

Trong chu trình không đối xứng các giới hạn ứng suất không bằng nhau về trị số. Chu trình không đối xứng được chia ra:

Chu trình không đối xứng khác dấu ($\sigma_{\max}$ khác dấu $\sigma_{\min}$) và chu trình không đối xứng đồng dấu ($\sigma_{\max}$ đồng dấu $\sigma_{\min}$)

Chu trình không đối xứng mạch động, gọi là chu trình mạch động, là một trường hợp của chu trình không đối xứng đồng dẫu, trong đó có một giới hạn của ứng suất có giá trị bằng số không

Trong chu trình mạch động dương:

$$\sigma_{\min}=0$$

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{\max}}{2} \quad \sigma_{\max} =$$

$$r = 0$$

Trong chu kỳ mạch động âm: $\sigma_{\max}=0$, $\sigma_{\min}<0$

Do $\sigma_a = \frac{|\sigma_{\min}|}{2}$ đó: $\sigma_m = \frac{\sigma_{\min}}{2}$; ; $r=-\infty$

Ứng suất có thể thay đổi ổn định hoặc không ổn định. Ứng suất được gọi là thay đổi ổn định nếu như biên độ ứng suất và ứng suất trung bình không thay đổi theo thời gian. Ứng suất thay đổi không ổn định khi biên độ và Ứng suất trung bình hoặc một trong hai đại lượng này thay đổi theo thời gian.

II. Các chỉ tiêu về khả năng làm việc của chi tiết máy:

Khả năng làm việc của chi tiết máy được đánh giá bằng các chỉ tiêu cụ thể sau đây: sức bền, độ cứng, độ bền mòn, tính chịu nhiệt, khả năng chịu dao động va đập.

Vật liệu và hình dạng kích thước của chi tiết máy được xác định theo một hoặc nhiều chỉ tiêu, tùy theo điều kiện làm việc của chi tiết máy. Có trường hợp đối với một số chi tiết máy chỉ cần chọn vật liệu và xác định kích thước chi tiết máy theo một hai chỉ tiêu, còn các chỉ tiêu khác hoặc là vốn đã được thoả mãn, hoặc là rất thứ yếu, không cần phải quan tâm.

II.1. Sức bền:

Sức bền là chỉ tiêu quan trọng được dùng để đánh giá chi tiết máy khi làm việc. Nếu chi tiết khi làm việc không đảm bảo độ bền có thể dẫn đến gãy, hỏng gây ảnh hưởng trực tiếp đến thiết bị và con người. Bề mặt làm việc của chi tiết máy bị phá hỏng sẽ gây nên sai lệch hình dạng, ảnh hưởng nghiêm trọng đến sự phân bố tải trọng trên bề mặt tiếp xúc gây chấn động, sinh nhiệt cao, gây tiếng ồn khi làm việc.

Tùy theo dạng hỏng xảy ra trong thể tích hay trên bề mặt chi tiết máy, người ta phân biệt hai loại độ bền của chi tiết máy: độ bền thể tích và độ bền bề mặt. Để tránh biến dạng dư lớn hoặc gây hỏng, chi tiết máy cần có đủ độ bền thể tích. Để tránh phá hỏng bề mặt làm việc, chi tiết máy phải có đủ độ bền bề mặt.

Khi tính toán độ bền thể tích cũng như độ bền bề mặt cần chú ý đến tính chất thay đổi của ứng suất sinh ra trong chi tiết máy. Nếu ứng suất không thay đổi ta tính theo độ bền tĩnh, nếu ứng suất thay đổi tính theo độ bền mỏi.

Phương pháp tính sức bền cần nghiệm bền theo điều kiện:

$$\sigma \leq [\sigma] \text{ hoặc } \tau \leq [\tau] \quad (2-1)$$

$$\text{Với } [\sigma] = \sigma_{\text{lim}}/s \quad \text{hoặc} \quad [\tau] = \tau_{\text{lim}}/s \quad (2-2)$$

Trong đó : s-là hệ số an toàn.

$\sigma_{\text{lim}}, \tau_{\text{lim}}$: là ứng suất pháp và ứng suất tiếp giới hạn ,khi đạt đến trị số này vật liệu chi tiết máy bị phá hỏng.

Ứng suất sinh ra trong chi tiết máy được xác định theo các phương pháp: sức bền vật liệu hoặc lý thuyết đàn hồi. Trường hợp chi tiết máy chịu ứng suất phức tạp người ta thường tính toán theo ứng suất tương đương σ_{td} . Ứng suất tương đương được tính theo thuyết bền thể năng biến đổi hình dạng:

$$\sigma_{\text{td}} = \sqrt{\sigma^2 + 3.\tau^2} \quad (2-3)$$

hoặc thuyết bền ứng suất tiếp lớn nhất:

$$\sigma_{\text{td}} = \sqrt{\sigma^2 + 4.\tau^2} \quad (2-4)$$

Chi tiết máy đủ bền nếu như thỏa mãn điều kiện (2-1) nghĩa là ứng suất tương đương không vượt quá trị số ứng suất cho phép.

Trường hợp chi tiết máy chịu ứng suất thay đổi không ổn định với các ứng suất sinh ra là $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$ và số chu kỳ tác dụng của các ứng suất này là $n_1, n_2, \dots, n_n$..người ta đưa từ chế độ làm việc không ổn định về chế độ làm việc ổn định tương đương có ứng suất lớn nhất là σ_1 và số chu kỳ tương đương là N_{td} .

Số chu kỳ tương đương được tính theo công thức:

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{\sigma_i}{\sigma_1} \right)^m n_i \quad N_{\text{td}} = \quad (2-5)$$

Trong đó : m-là bậc của đường cong mỏi.

II.2. Độ cứng:

Chỉ tiêu về độ cứng đòi hỏi chi tiết máy khi chịu tác dụng của ngoại lực không được biến dạng đàn hồi quá một giới hạn cho phép nào đó. Trong nhiều trường hợp ,chất lượng làm việc được quyết định bởi độ cứng của chi tiết máy .

Yêu cầu về độ cứng được quyết định bởi:

-Điều kiện bền của chi tiết máy (trong trường hợp cần đảm bảo cân bằng ổn định :đối với chi tiết máy mỏng chịu nén dọc.v.v.v.).

-Điều kiện tiếp xúc đều giữa chi tiết máy: Các bánh răng ăn khớp với nhau, gối đỡ trực với ổ trượt .v.v.v.

-Điều kiện công nghệ ,có ý nghĩa trong sản xuất hàng loạt :đường kính trục được định theo khả năng gia công chúng.

-Yêu cầu đảm bảo chất lượng làm việc của máy : độ cứng của các chi tiết máy trong máy công cụ có ảnh hưởng đến rất lớn đến độ chính xác gia công của chi tiết gia công trên máy.

Khi tính toán về độ cứng cần phân biệt hai loại độ cứng của chi tiết máy: độ cứng thể tích (biến dạng thể tích) và độ cứng tiếp xúc (biến dạng bề mặt chỗ tiếp xúc).

Trường hợp phải đảm bảo chi tiết máy có đủ độ cứng thể tích cần thiết ,tính toán về độ cứng là giới hạn biến dạng đàn hồi của chi tiết máy trong một phạm vi cho phép.Tính toán thường được kiểm nghiệm theo điều kiện :

Chuyển vị thực (chuyển vị dài hoặc chuyển vị góc) không được vượt quá trị số cho phép:

$$\left. \begin{array}{l} \Delta l \leq [\Delta l]; \\ f \leq [f]; \\ \theta \leq [\theta]; \\ \varphi \leq [\varphi]; \end{array} \right\} \quad (2-6).$$

Trị số các chuyển vị thực (Δl - độ giãn dài; f - độ võng; θ - góc xoay của tiết diện khi bị uốn; φ - góc xoắn) được xác định theo các công thức của Sức bền vật liệu. Các trị số chuyển vị (biến dạng) cho phép được định theo điều kiện làm việc cụ thể của chi tiết máy.

Để đánh giá khả năng chống biến dạng của chi tiết máy, người ta còn dùng hệ số độ cứng, là tỷ số giữa tải trọng tác dụng (lực, mô men) với biến dạng do chúng gây ra.Thí dụ đối với một thanh có tiết diện không đổi A và chiều dài l , chịu lực kéo F , độ cứng C của thanh :

$$C = F / \Delta l = \sigma . A / \Delta l = E . A / l \quad (2-7)$$

Trong đó : Δl - là độ giãn dài của thanh.

Trường hợp trục có đường kính không đổi d và chiều dài l ,chịu mô men xoắn T :

$$C = T / \varphi = G . J_o / l,$$

Trong đó: φ góc xoay;

G - mô men đàn hồi về trượt;

$J_o = d^4 / 32$ -mô men quán tính độc cực của tiết diện trục.

Biến dạng tiếp xúc của các vật thể có diện tích tiếp xúc lớn (giữa bàn trượt với sống trượt máy tiện .v.v.) được xác định bằng thí nghiệm.

Có khi vì cần thiết phải đảm bảo độ cứng, người ta không dùng các loại thép hợp kim mà chỉ dùng vật liệu có cơ tính thấp, mặc dù như vậy kết cấu công kênh.

Tuy nhiên có trường hợp lại yêu cầu phải giảm độ cứng của chi tiết máy, thí dụ dùng bulông có độ cứng thấp (thép CT3), giảm độ cứng của răng vành bánh răng .v.v. sẽ làm tăng độ bền mỏi của chúng.

II.3. Các ảnh hưởng khác:

II.3.1. Độ bền mòn:

Một số lớn chi tiết máy bị hỏng vì mòn. Mòn là kết quả tác dụng của ứng suất tiếp xúc hoặc áp suất khi các bề mặt tiếp xúc trượt tương đối đối với nhau trong điều kiện không có ma sát ướt.

Do bị mòn, kích thước chi tiết máy bị giảm xuống ,các khe hở trở nên quá lớn, tải trọng động phụ xuất hiện, độ chính xác, độ tin cậy, năng suất máy, hiệu suất hoặc các chỉ tiêu sử dụng khác bị giảm, thậm chí mòn qua nhiều có thể phá hỏng chi tiết máy.

Để đảm bảo cho máy làm việc bình thường, lượng mòn của chi tiết máy không được vượt quá trị số cho phép quy định cho từng loại máy. Khi các chi tiết máy bị mòn quá mức , cần phải thay thế chúng.

Cường độ mòn và thời hạn sử dụng của chi tiết máy (theo chỉ tiêu bền mòn) phụ thuộc vào nhiều yếu tố, chủ yếu là trị số ứng suất tiếp xúc hoặc áp suất, vận tốc trượt, sự bôi trơn, hệ số ma sát và tính chống mòn của vật liệu.

Để nâng cao độ mòn, cần bôi trơn bề mặt tiếp xúc, dùng vật liệu giảm ma sát, dùng các biện pháp nhiệt luyện bề mặt - để tăng độ rắn bề mặt làm việc.

Tính toán về mòn xuất phát từ điều kiện đảm bảo chế độ ma sát ướt, nghĩa là khi làm việc hai bề mặt tiếp xúc luôn luôn được ngăn cách bởi một lớp chất bôi trơn. Trường hợp không tạo được chế độ bôi trơn ma sát ướt thì phải tính toán để giới hạn áp suất giữa hai mặt làm việc đảm bảo cho chi tiết đủ tuổi thọ quy định giữa áp suất (ứng suất tiếp xúc) và quãng đường ma sát có hệ thức :

$$P^m.s = \text{const} \quad (3-1).$$

Trong đó :

P - áp suất (ứng suất tiếp xúc).

s- quãng đường ma sát.

m - số mũ, thường trong khoảng từ 1 đến 3; trường hợp ma sát ướt,

m gần bằng 3 ,trường hợp ma sát khô, nửa khô và áp suất lớn $m = 1 \div 2$.

Hệ thức (3-1) cho thấy nếu áp suất P càng giảm thì tuổi thọ (về mòn) của chi tiết máy càng tăng, tuổi thọ càng tăng khi số mũ m có trị số lớn.

Để hạn chế mòn thường quy ước tính theo cách kiểm nghiệm điều kiện áp suất P hoặc tích số áp suất và vận tốc P.V tại bề mặt làm việc không được vượt quá trị số cho phép, xác định qua thực nghiệm :

$$\begin{aligned} P &\leq [P] \\ P.V &\leq [P.V] \end{aligned} \quad (3-2).$$

Để tránh gỉ có thể phủ sơn chống gỉ lên bề mặt chi tiết máy, dùng phương pháp mạ hoặc chế tạo chi tiết bằng các loại vật liệu thích hợp, nhất là chi tiết làm việc ở môi trường ẩm ướt, axit hoặc bazơ.v.

II.3.2. Tính chịu nhiệt:

Trong quá trình làm việc do ma sát trong các cơ cấu, máy hoặc bộ phận máy bị nóng lên.

Nhiệt sinh ra có thể gây nên những tác hại sau đây:

- Làm giảm khả năng chịu tải của chi tiết máy, đối với thép khi nhiệt độ $t > 300 \div 400^{\circ} \text{C}$; đối với hợp kim màu khi $t > 50 \div 100^{\circ} \text{C}$.
- Làm giảm độ nhớt của dầu bôi trơn, do đó tăng mòn và dính.
- Biến dạng nhiệt gây nên cong vênh chi tiết máy hoặc làm thay đổi khe hở trong các liên kết động.

Đối với các chi tiết máy phải làm việc ở nhiệt độ cao, để đảm bảo sự làm việc bình thường, cần phải chọn vật liệu chịu nhiệt để chế tạo chi tiết máy.

Tính toán đơn giản về nhiệt thường là kiểm nghiệm điều kiện: Nhiệt độ trung bình $t^{\circ}\text{C}$ của chi tiết máy không được vượt qua trị số cho phép

$$t^{\circ} \leq [t] \quad (3-3)$$

Nhiệt độ t° được xác định từ phương trình cân bằng nhiệt: Nhiệt lượng sinh ra Ω và nhiệt lượng truyền đi Ω' trong một đơn vị thời gian là bằng nhau :

$$\Omega = \Omega' \quad (3-4).$$

Thí dụ như có bộ truyền nào đó làm việc trong dầu, công suất mất mát $N_m K_w$ biến thành nhiệt năng, nhiệt lượng Ω sinh ra trong 1 giờ là :

$$\Omega = (102/427).3600 N_m = 860 N_m \text{ Kcal/h.}$$

Nhiệt lượng truyền đi Ω' trong 1 giờ:

$$\Omega' = At . Kt (t - t_0)$$

Trong đó: At - diện tích bề mặt thoát nhiệt ra môi trường xung quanh m^2 ;

Kt - hệ số thoát nhiệt, $\text{Kcal/ m}^2.\text{h.độ}$, được lấy trong khoảng 7,5-15 $\text{Kcal/ m}^2.\text{h.độ}$, tùy theo tốc độ không khí.

t-nhiệt độ của dầu thường $\leq 90^{\circ}\text{C}$

to -nhiệt độ của môi trường xung quanh.

II.3.3. Độ ổn định dao động:

Dao động sinh ra thường do các nguyên nhân sau: Chi tiết không đủ độ cứng ,không cân bằng vật quay ,tốc độ làm việc cao ,...

Dao động gây ra ứng suất phụ thay đổi theo chu kỳ ,có thể làm chi tiết máy bị gãy.Trong một số trường hợp , dao động làm giảm chất lượng làm việc của máy ,chẳng hạn như dao động trong máy cắt kim loại làm giảm độ chính xác gia công và độ nhẵn bề mặt chi tiết máy gia công .

Để đảm bảo độ ổn định dao động của chi tiết máy cần hạn chế máy làm việc trong một phạm vi tốc độ cần thiết để máy không bị rung quá giới hạn cho phép.

Tính toán về dao động cụ thể là xác định tần số dao động riêng của máy để tránh cộng hưởng ,hoặc là tính biên độ dao động để xét xem có quá trị số cho phép không.

Biện pháp tốt nhất để khử dao động là tìm cách triệt tiêu những ngoại lực gây nên dao động.Tuy nhiên, trên thực tế khả năng thực hiện nguyên tắc này thường bị hạn chế .Có thể giải quyết vấn đề giảm dao động bằng cách thay đổi tính chất động lực học của hệ thống ,thay đổi mô men quán tính của chi tiết máy và độ cứng của các mối ghép .Nếu các biện pháp này không có hiệu quả thì dùng các thiết bị giảm rung.

III.Vật liệu và tính công nghệ:

III.1. Vật liệu và ứng suất cho phép

III.1.1. Chọn vật liệu:

Chọn vật liệu là công việc rất quan trọng ,bởi vì chất lượng của chi tiết máy nói riêng và máy nói chung phụ thuộc vào việc chọn vật liệu có hợp lý hay không ?

Khi chọn vật liệu phải xét đến các yêu cầu chính sau đây :

- Thoả mãn yêu cầu về khối lượng và kích thước chi tiết máy.
- Vật liệu phải có tính công nghệ thích ứng với hình dạng và phương pháp gia công chi tiết máy,công sức chế tạo tốn ít nhất.
- Có lợi về phương diện giá thành sản phẩm.

Có rất nhiều loại vật liệu được sử dụng trong chế tạo máy,chế tạo các chi tiết máy,bao gồm kim loại đen ,hợp kim màu,kim loại gốm và vật liệu phi kim loại.

Kim loại đen gồm Gang và Thép:

Gang là hợp chất sắt với cacbon (hàm lượng C trên 2%) ; còn Thép là hợp chất sắt và cacbon (hàm lượng C < 2%) .Gang có tính đúc tốt, giá tương đối thấp và khá bền nên được dùng nhiều trong chế tạo chi tiết có hình dạng phức tạp ,nhất là được dùng rộng rãi để chế tạo chi tiết vỏ máy hoặc thân máy.

Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 1659-75 quy định ký hiệu mác Gang bằng chữ và con số. Thí dụ GX15-32, Gang xám có giới hạn bền kéo 15 KG/mm² và giới hạn bền uốn 32 KG/mm².

Thép kết cấu là loại vật liệu thông dụng nhất để chế tạo các chi tiết máy. Thép kết cấu có các loại: Thép cacbon thông thường, thép cacbon chất lượng tốt, thép cacbon dụng cụ, thép hợp kim-TCVN 1659-75 quy định ký hiệu thép cacbon thông thường bằng các chữ CT kèm theo chỉ số chỉ giới hạn bền kéo nhỏ nhất (KG/mm²) của thép. Thí dụ CT38, CT42.

Thép cacbon chất lượng tốt được ký hiệu bằng chữ C kèm theo các chỉ số chỉ hàm lượng trung bình của cacbon theo phần vạn. Thí dụ C45 là loại thép cacbon có chất lượng tốt có hàm lượng cacbon trung bình 0.45%.

Thép hợp kim được ký hiệu bằng chữ số chỉ hàm lượng cacbon theo phần vạn và ký hiệu các nguyên tố hợp kim hoá kèm theo trị số chỉ hàm lượng trung bình của nguyên tố đó tính theo phần trăm. Thí dụ Thép 10Cr12Ni2 có 0,10% cacbon, 12% Crôm và 2% Niken.

Hợp kim màu là các hợp kim có thành phần chủ yếu là kim loại màu (đồng, kẽm, chì, thiếc hoặc nhôm vv..)

Kim loại gốm là vật liệu được chế tạo bằng cách nung và ép bột kim loại với các chất phụ gia. Trong chế tạo máy thường dùng kim loại gốm bằng bột sắt để chế tạo bạc ổ trượt, bánh răng chịu tải nhỏ vv.

Vật liệu phi kim loại dùng trong chế tạo máy có gỗ, da, cao su, amiăng, chất dẻo, vv.

III.1.2. Ứng suất cho phép:

Để xác định ứng suất cho phép người ta thường dùng hai cách: Tra ứng suất cho phép từ các bảng đã lập sẵn hoặc tính toán hệ số an toàn rồi từ đó tìm ứng suất cho phép.

$$[\sigma] = \sigma_{\text{lim}}/s \quad \text{hoặc} \quad [\tau] = \tau_{\text{lim}}/s \quad (4-1).$$

Đối với một số chi tiết máy làm bằng những loại vật liệu thông thường, ứng suất cho phép có thể tìm được bằng các bảng lập sẵn đúc kết từ thực nghiệm.

Ứng suất giới hạn được chọn theo các đặc trưng cơ học của vật liệu: Vật liệu dẻo lấy theo giới hạn chảy, vật liệu giòn lấy theo điều kiện bền.

Hệ số an toàn s lấy cho thiết bị hoặc cho cả người và thiết bị tùy theo điều kiện làm việc cụ thể của chi tiết máy. Trong trường hợp chi tiết máy chịu ứng suất thay đổi: Giới hạn mỏi được tính theo số chu kỳ làm việc N của chi tiết máy. Gọi N_0 là số chu kỳ cơ sở của đường cong mỏi, nếu $N \geq N_0$ thì lấy giới hạn mỏi dài hạn, nếu $N < N_0$ thì dùng giới hạn mỏi ngắn hạn:

$$\sigma_r \cdot N = \sigma_r \cdot m \sqrt{\frac{N_0}{N}} \quad (4-2).$$

Trong đó: σ_r - ứng suất giới hạn.

III.2. Tính công nghệ của chi tiết:

Về tính công nghệ, có những yêu cầu sau đối với chi tiết máy :

- Kết cấu phải phù hợp với điều kiện và quy mô sản xuất.

Tính công nghệ của một chi tiết máy có thể rất cao đối với điều kiện và quy mô sản xuất này, nhưng với điều kiện quy mô sản xuất khác lại kém và có khi cần phải sửa đổi.

- Kết cấu đơn giản và hợp lí

Kết cấu các chi tiết phải đơn giản, dễ chế tạo và lắp ghép, các bề mặt gia công nên là các bề mặt đơn giản, số lượng gia công càng ít, diện tích gia công nhỏ, có thể gia công cho năng suất cao.

- Cấp chính xác và độ nhám đúng mức

Cấp chính xác chi tiết máy càng cao thì phí tổn gia công càng lớn, do đó không nên tăng cấp chính xác một cách tùy tiện. Độ nhám của bề mặt chi tiết máy cũng vậy, phải được qui định thích đáng. Không nên yêu cầu về độ nhám quá mức cần thiết, vì như vậy phải gia công tinh rất tốn kém và cần có các thiết bị đặc biệt.

- Chọn phương pháp tạo phôi hợp lí

Để có khái niệm về tính công nghệ của một chi tiết máy cụ thể, ta có thể lấy ví dụ khi thiết kế trục:

- + Đường kính phôi gần sát với đường kính trục thuộc thành phẩm để lượng phoi cắt đi là tối thiểu.

- + Số lượng bậc trên trục là ít nhất

- + Chiều dài các đoạn trục có đường kính khác nhau nên cố gắng lấy bằng nhau (để có thể gia công trên máy nhiều dao, có năng suất cao)

- + Giữa các bậc nên có rãnh lùi đá mài, nếu như bề mặt cần mài và độ bền của trục cho phép.

- + Bán kính góc lượn cố gắng lấy bằng nhau.

- + Chiều rộng các rãnh then nên cố gắng lấy bằng nhau và bố trí theo một đường sinh của trục.

Bài 2

MỐI GHÉP BẰNG REN

I. Khái niệm chung.

I.1. Khái niệm.

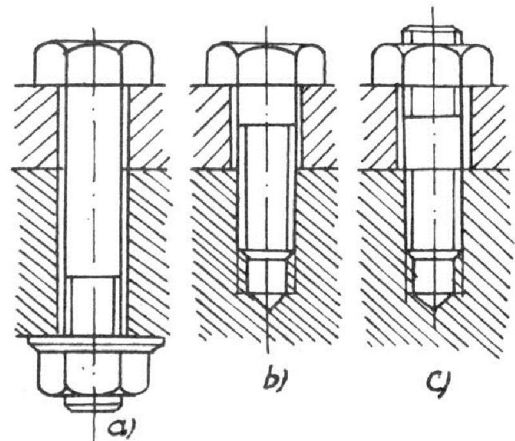
Ghép bằng ren là loại mối ghép có thể tháo được . Các chi tiết máy được ghép lại với nhau nhờ các chi tiết máy có ren như: bulông và các đai ốc, vít..

I.2. Phân loại.

Dựa vào đặc điểm, công dụng và phạm vi ứng dụng, mối ghép ren được chia ra các loại như sau:

- Mối ghép bu lông (hình 2-1.a),
- Mối ghép vít (hình 2-1.b),
- Mối ghép ren vít cấy (hoặc gu giông)

(hình 2-1.c).



Hình 2.1. Các loại mối ghép ren

Mối ghép ren được dùng nhiều trong ngành chế tạo máy. Các chi tiết máy có ren chiếm trên 60% tổng số chi tiết trong các thiết bị.

I.3. Ưu, nhược điểm mối ghép ren

Mối ghép ren được dùng thông dụng vì có những ưu điểm sau:

- Cấu tạo đơn giản; có thể cố định các tiết máy ở bất kỳ vị trí nào (nhờ khả năng tự hãm)
- Kết cấu mối ghép dễ tháo lắp
- Giá thành hạ (Các chi tiết máy có ren trục và ren lỗ được tiêu chuẩn hoá và chế tạo sẵn bằng các phương pháp gia công có năng suất cao)

Nhược điểm chủ yếu của mối ghép ren là có sự tập trung ứng suất tại chân ren, do đó làm giảm độ bền mỏi của mối ghép.

II. Ren và các thông số hình học của ren.

II.1. Nguyên lý tạo thành đường ren trên chi tiết máy

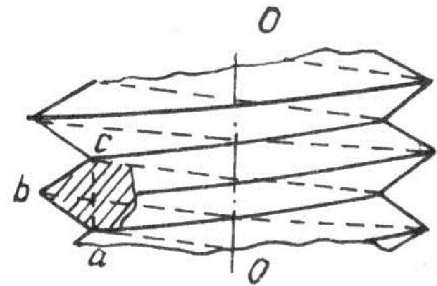
Ren được tạo thành trên cơ sở đường xoắn ốc trụ (hoặc côn)

Nếu đường xoắn ốc nằm trên mặt cơ sở là mặt trụ, ta có ren hình trụ, nếu đường xoắn ốc nằm trên mặt côn cho ta ren côn. khi ta cho các hình phẳng như: Δ , $\square$ thuộc mặt phẳng chứa trục oo di chuyển theo đường xoắn ốc, các cạnh của hình phẳng sẽ quét thành mặt ren.

Hình 2.2.

Theo chiều của đường xoắn ốc ren được chia ra ren phải và ren trái

Theo số đầu mối đường xoắn ốc có các loại ren một mối, ren hai mối, ba mối..v.v. Ren một đầu mối được dùng nhiều hơn cả. Tất cả các ren dùng trong lắp ghép là ren một mối.



II. 2. Các thông số hình học chủ yếu của ren trụ.

Hình 2.2.

d - Đường kính ngoài của ren, là đường kính hình trụ bao đỉnh ren ngoài (bu lông; vít) là đường kính danh nghĩa của ren

d_1 - Đường kính trong của ren, là đường kính hình trụ bao đỉnh ren trong

d_2 - Đường kính trung bình của ren, là đường kính hình trụ phân đôi tiết diện ren, trên đó chiều rộng ren bằng chiều rộng rãnh (*)

Đối với ren tam giác có đường kính trong và đường kính ngoài cách đều đỉnh tam giác của ren và rãnh ren và đối với ren vuông.

$$d_2 = \frac{d + d_1}{2} \quad (2.1)$$

h - Chiều cao tiết diện làm việc của ren;

p - Bước ren, là khoảng cách giữa hai mặt song song của hai ren kề nhau, đo theo phương dọc trục bulông hay vít:

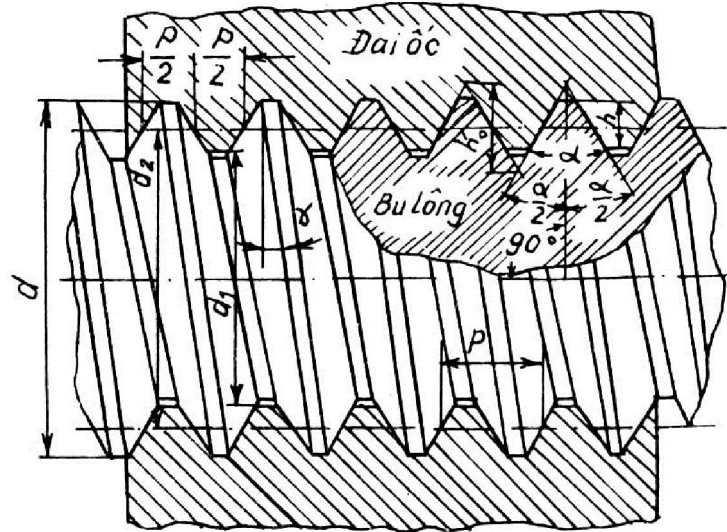
p_x - Bước đường xoắn ốc, đối với ren một mối $p_x = p$, đối với ren có n mối, $p_x = np$;

α - Góc tiết diện ren;

γ - Góc nâng của ren, là góc làm bởi tiếp tuyến của đường xoắn ốc (trên hình trụ trung bình) với mặt phẳng vuông góc với trục ren:

$$\operatorname{tg} \gamma = p_x / \pi d \quad (2.2)$$

Các thông số hình học và dung sai kích thước của phần lớn các loại ren đã được tiêu chuẩn hoá. (Hình 2.3).



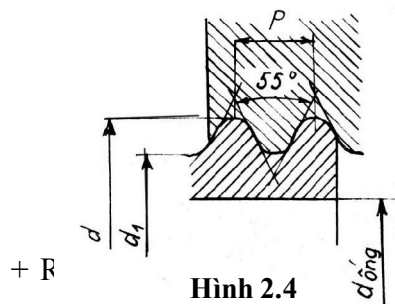
Hình 2.3. Các thông số hình học của ren

thông số hình

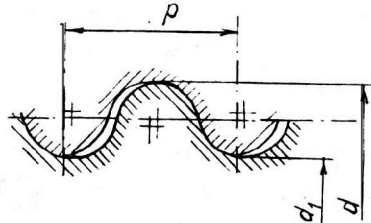
II.3. Phân loại ren lắp ghép:

Theo công dụng và theo hình dạng tiết diện, có thể phân loại như sau:

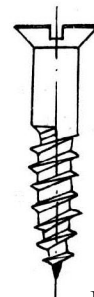
- Ren ghép chặt, dùng để ghép chặt các tiết máy lại với nhau. Ren ghép chặt gồm các loại ren: ren hệ mét (hình 2.3), ren hệ mét (hình 2.4), ren tròn (hình 2.5), ren vít gỗ (hình 2.6).



Hình 2.4



Hình 2.5



Hình 2.6 Để dễ gia công

cũng như để giảm bớt tập trung ứng suất ở chân ren và dập xước đường ren, đỉnh ren và chân được hót bằng hoặc lượn tròn. Kích thước của ren được đo bằng đơn vị mm

Ren hệ mét được chia ra làm hai loại: ren hệ mét bước lớn và ren hệ mét bước nhỏ, các kích thước được tiêu chuẩn hoá.

Ký hiệu của ren hệ mét bước lớn là M, tiếp sau là trị số đường kính (thí dụ M14), còn đối với ren bước nhỏ thì ghi thêm trị số của bước ren nhỏ (thí dụ ren bước nhỏ hệ mét, đường kính 14mm, bước ren 0,75-M14-0,75).

Đối với ren bước nhỏ vì giảm bước ren nên chiều sâu rãnh ren (hình 2-10) và góc nâng của ren cũng giảm bớt [xem công thức (2-1)].

Như vậy với cùng đường kính ngoài, đường kính trong (d_1) ren bước nhỏ lớn hơn so với đường kính trong của ren bước lớn, do đó sức bền của thân bulông (vít) cũng tăng lên. Góc nâng λ giảm sẽ làm tăng khả năng tự hãm của ren, hoặc nói cách khác, khả năng tự lỏng của ren được giảm bớt.

Nhờ các ưu điểm kể trên, ren bước nhỏ ngày càng được dùng rộng rãi trong các tiết máy chịu tải trọng va đập, các tiết máy nhỏ hoặc có vỏ mỏng (trong máy bay, máy chính xác, máy vô tuyến điện...).

+ Ren hệ anh có tiết diện hình tam giác cân, góc ở đỉnh $\alpha=50^\circ$. Đường kính được đo bằng tắc Anh (1 inch=25,4mm), bước ren được đặc trưng bởi số ren trên chiều dài một tắc Anh.

+ Ren ống dùng để ghép kín các ống: Ren ống có hình dạng kích thước theo ren hệ Anh bước nhỏ (thành ống nhỏ nên cần bước ren nhỏ), tiết diện ren là tam giác cân có góc ở đỉnh $\alpha=55^\circ$, đỉnh ren và chân ren làm lược tròn, khi lắp không có khe hở để bảo đảm kín.

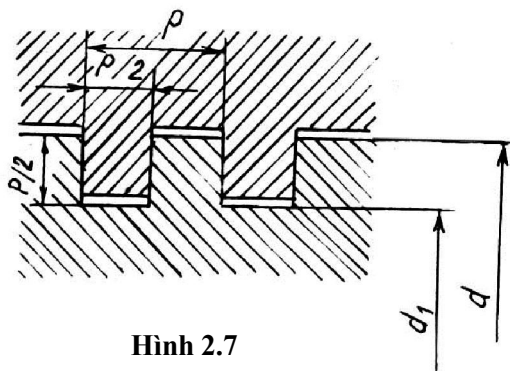
Đường kính danh nghĩa của ống là đường kính trong của ống.

Ngoài ren ống trụ, còn dùng ren ống côn, đường kính cao hơn vì lúc vặn chân các đỉnh ren bị biến dạng dẹt. Tuy nhiên, ren ống hình côn chế tạo đắt hơn.

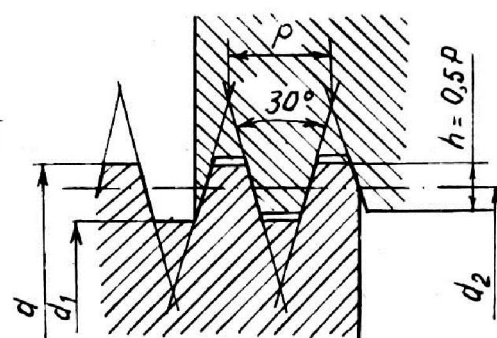
+ Ren tròn (hình 2-5) được dùng chủ yếu trong các bulông, vít chịu tải trọng va đập lớn hoặc trong các tiết máy làm việc trong môi trường bẩn và cần nổi tháo luôn (vòi cứu hỏa, bộ phận nổi toa...)

+ Ren vít bắt gổ hoặc ghép các vật liệu có độ bền thấp (hình 2-6) có tiết diện tam giác, chiều dài lớn hơn nhiều so với chiều dày ren, để đảm bảo độ bền đều (về cắt) của ren vít thép và ren của vật liệu được bắt vít.

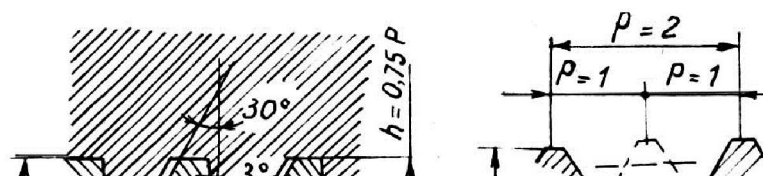
- Ren của cơ cấu vít (trong vít nâng và vít cấy...), dùng để truyền chuyển động hoặc để điều chỉnh. Ren của cơ cấu vít có các loại: ren vuông (hình 2-7), ren hình thang cân (hình 2-8), ren hình răng cưa (hoặc hình thang không cân) (hình 2-9).



Hình 2.7



Hình 2.8



+ Ren vuông (hình 2-7) có tiết diện là hình vuông , $\alpha=0^{\circ}$, nên hiệu suất cao. Trước kia loại ren này được dùng nhiều trong các cơ cấu vít, nhưng hiện nay ít được dùng nên được thay thế bằng ren hình thang vì khó chế tạo, độ bền không cao, khó khắc phục khe hở dọc trục sinh ra do mòn.

Ren hình thang có tiết diện là hình thang cân (hình 2-8)hoặc hình thang không cân-ren hình răng cưa (hình 2-9) có độ bền cao hơn ren vuông .

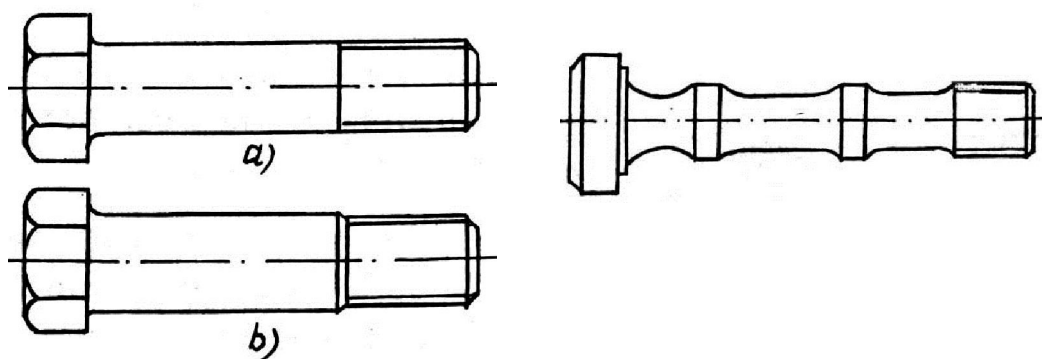
Ren hình thang cân($\alpha=30^{\circ}$) được dùng trong truyền động chịu tải theo hai chiều. Ren hình răng cưa được dùng trong truyền động chịu tải một chiều(trong kích vít, máy ép .v.v...). Mặt chịu lực có góc nghiêng nhỏ (3°), làm giảm tổn thất về ma sát.

III. Các chi tiết máy dùng trong mối ghép ren

Các chi tiết máy dùng trong mối ghép ren gồm có: Bu lông, vít, đai ốc, vòng đệm và bộ phận hãm cho mối ghép ren.

III.1. Bu lông:

Bulông (hình 2-11) là một thanh hình trụ tròn có ren để vặn đai ốc, đầu bulông có hình vuông, sáu cạnh hoặc các hình khác. Bulông (và đai ốc) được dùng để ghép các tiết máy :a) có chiều dày không lớn lắm ;b) làm bằng vật liệu có độ bền thấp ,nếu làm ren trên tiết máy ,ren không đủ bền; c)cần tháo lắp luôn. Theo phương pháp và độ chính xác chế tạo, có ba loại bulông : thô, nửa tinh và tinh.



Hình 2-11

Bulông thô được chế tạo từ thép tròn, đầu được dập nguội, dập nóng hoặc rèn, ren được tiện hoặc cán lăn. Bulông thô thường kém chính xác nên chỉ dùng trong các mối ghép không quan trọng hoặc trong các kết cấu bằng gỗ.

Bulông nửa tinh cũng được chế tạo theo phương pháp như đối với bulông thô, ngoài ra có gia công thêm mặt tựa của đầu bulông và các mặt mút của bulông.

Bulông tinh được chế tạo từ thép sáu cạnh, tất cả các phần đều được gia công cơ khí. Có hai loại bulông tinh: loại thông thường, lắp vào lỗ có khe hở và loại lắp vào lỗ không có khe hở, đường kính phần có ren nhỏ hơn phần không có ren (hình 2-11b)

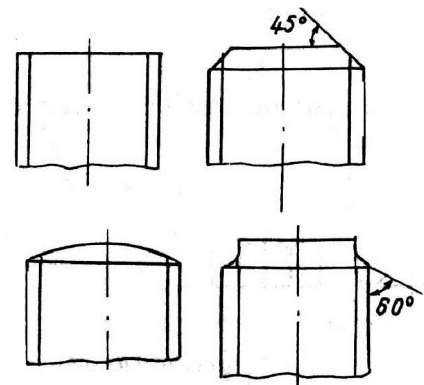
Có nhiều kiểu bulông, nhưng đầu có sáu cạnh là thường dùng hơn cả. Chỗ nối giữa mặt tựa của đầu với thân bulông phải có góc lượn để giảm tập trung ứng suất.

Đường kính phần không có ren của bulông lấy bằng đường kính ngoài d của ren. Để tăng thêm sức bền của bulông chịu tải trọng thay đổi theo chiều trục của bulông, đường kính phần không có ren nên lấy nhỏ bớt (hình 2-11.c)

Mặt cuối của bulông có thể là mặt phẳng, mặt côn, chòm cầu hoặc mặt trụ tròn (hình 2-12), dùng nhiều hơn cả là mặt cuối hình côn, còn mặt cuối phẳng làm dễ hỏng ren, mặt cuối hình chòm cầu khó chế tạo.

Mặt cuối hình trụ tròn được dùng trong mối ghép không có khe hở, khi tháo bulông có thể đóng trên mặt cuối.

Chiều dài của bulông được lấy theo kết cấu theo mối ghép. Ngoài các bulông thông thường trên đây, trong thực tế còn dùng các bulông đặc biệt như bulông bệ, bulông chốt.v.v...

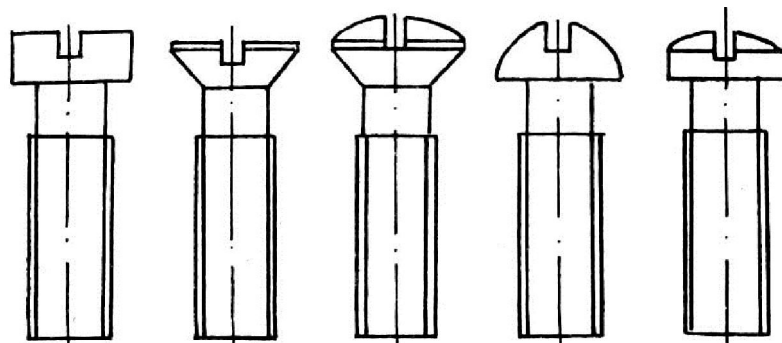


Hình 2-12

III.2. Vít

Vít khác với bulông ở chỗ là đầu có ren không vặn vào đai ốc mà vặn trực tiếp vào lỗ ren của tiết máy được ghép (hình 2-1b)

Vít được dùng trong trường hợp mối ghép không có chỗ để chứa đai ốc, cần giảm khối lượng mối ghép (nhưng tiết máy được ghép cần có đủ chiều dày để làm lỗ ren), hoặc một trong các tiết máy được ghép khá dày ($s_1 < s_2$). Đầu vít có rất nhiều kiểu: hình vuông, sáu cạnh (như bulông) hoặc có rãnh để vặn vít (hình 2-13).v.v...



Hình 2-13

Ngoài các vít dùng để ghép chặt, còn có các loại vít định vị, để cố định vị trí tương đối của các tiết máy và vít điều chỉnh để điều chỉnh vị trí tiết máy.

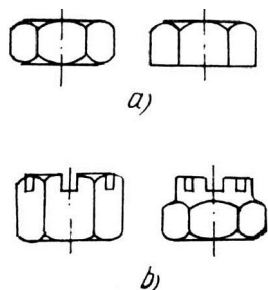
Vít vòng, thường gọi là bulông vòng, là biến thể của vít, đầu có hình vành khuyên. Vít vòng được bắt vào vỏ máy, vỏ động cơ điện hoặc nắp hộp giảm tốc... để vận chuyển hoặc lắp máy được thuận tiện.

Vít cấy là một thanh trụ tròn hai đầu có ren, một đầu vặn vào lỗ ren của một trong các tiết máy được ghép, đầu kia xuyên qua lỗ không có ren của tiết máy khác (đường kính lỗ không có ren lớn hơn đường kính vít cấy) và vặn với đai ốc (hình 2-1c).

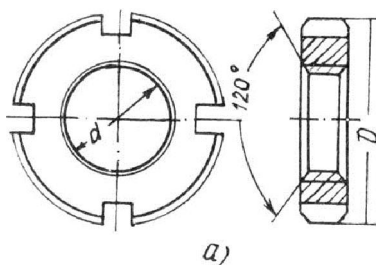
Khi tháo chỉ cần vặn đai ốc là có thể lấy rời các tiết máy. Vít cấy được dùng trong trường hợp một trong các tiết máy được ghép quá dày (không dùng được bulông) lại cần tháo lắp luôn (dùng vít sẽ chong hỏng lỗ ren).

III.3. Đai ốc và vòng đệm

Đai ốc có nhiều kiểu khác nhau, nhưng dùng nhiều nhất là đai ốc sáu cạnh (hình 2-14). ứng với các loại bulông thô, nửa tinh và tinh cũng có các loại đai ốc thô, đai ốc nửa tinh và đai ốc tinh.



Hình 2-14



Hình 2-15

Ngoài loại đai ốc sáu cạnh trơn còn có đai ốc sáu cạnh xẻ rãnh để cấm chốt chẻ (hình 2-14.b).

Nếu tải trọng tương đối nhỏ người ta còn dùng đai ốc tròn có xẻ rãnh hoặc làm lõm trên mặt mút đai ốc (hình 2-15.a,b).

