

I. M^u t s^u đ^u m c^u n chú ý khi tính toán thi^u t k^u chi ti^u t máy

1. Đ^u c đ^u m tính toán thi^u t k^u chi ti^u t máy

Trong th^u c t^u khi tính toán thi^u t k^u chi ti^u t máy g^u p nhi^uu khó khăn: nh^u hình dáng chi ti^u t máy ph^u c t^u p, các y^uu t^u l^u c không bi^u t đ^u c chính xác, có nhi^uu y^uu t^u nh^u h^u ng đ^u n kh^u năng làm vi^u c c^u a chi ti^u t máy ch^u a đ^u c ph^u n ánh đ^u y đ^u vào công th^u c tính. Vì v^u y khi tính toán thi^u t k^u c^u n l^u u ý nh^u ng đ^u c đ^u m sau:

- Tính toán xác đ^u nh kích th^u c chi ti^u t máy th^u ng ti^u n hành theo hai b^u c: tính thi^u t k^u và tính ki^u m nghi^u m, do đ^u u ki^u n làm vi^u c ph^u c t^u p c^u a chi ti^u t máy tính thi^u t k^u th^u ng đ^u c đ^u n gi^u n hoá mang tính g^u n đúng. T^u các k^u t c^u u, kích th^u c đã ch^u n, qua b^u c ki^u m nghi^u m s^u quy^u t đ^u nh l^u n cu^u i giá tr^u các thông s^u và kích th^u c c^u b^u n c^u a chi ti^u t máy. Trong tính toán ch^u căn c^u vào nh^u ng ti^u t di^u n nguy hi^u m nh^u t c^u a chi ti^u t đ^u xác đ^u nh kích th^u c, còn các kích th^u c khác s^u đ^u c ch^u n đ^u a vào kích th^u c tính cho phù h^u p (thông th^u ng khi l^u a ch^u n căn c^u vào s^u tay thi^u t k^u ho^u c kinh nghi^u m). B^u n thi^u t k^u có giá tr^u khi có k^u t c^u u h^u p lý đ^u n gi^u n, phù h^u p v^u i đ^u u ki^u n công ngh^u, đ^u đ^u b^u n và giá thành h^u.

- Song song v^u i vi^u c s^u đ^u ng các công th^u c chính xác đ^u xác đ^u nh nh^u ng y^uu t^u quan tr^u ng nh^u t c^u a chi ti^u t máy, r^u t nhi^uu kích th^u c c^u a các y^uu t^u k^u t c^u u khác đ^u c tính theo công th^u c kinh nghi^u m, nh^u ng công th^u c kinh nghi^u m này th^u ng cho trong m^u t ph^u m vì r^u ng, do đó khi dùng c^u n l^u a ch^u n cho phù h^u p v^u i t^u ng tr^u ng h^u p c^u th^u. Ví đ^u khi tính bánh răng: ngoài đ^u ng kính, chi^u r^u ng vành răng đ^u c tính theo ch^u tiêu b^u n, các kích th^u c còn l^u i c^u a vành răng, may^u đ^u c xác đ^u nh theo quan h^u k^u t c^u u.

- Khi tính toán và thi^u t k^u thì s^u n s^u th^u ng nhi^uu h^u n s^u ph^u ng tr^u ng, do đó ph^u i đ^u a vào các quan h^u k^u t c^u u đ^u ch^u n tr^u c m^u t s^u các thông s^u, trên c^u s^u đó nh^u m xác đ^u nh các thông s^u còn l^u i. Nh^u ng cũng c^u n chú ý k^u t h^u p tính toán v^u i v^u hình, vì còn r^u t nhi^uu thông s^u kích th^u c xác đ^u nh chính xác đ^u c nh^u t^u hình v^u r^u t c^u n cho vi^u c tính toán. Ví đ^u nh^u kho^u ng cách gi^u a các g^u i đ^u, v^u trí đ^u t l^u c v.v... đ^u ng th^u i t^u hình v^u ta có th^u ki^u m tra và phát hi^u n sai sót trong tính toán.

- Khi tính toán thi^u t k^u chi ti^u t máy nên ch^u n đ^u ng th^u i m^u t s^u ph^u ng án đ^u tính toán, so sánh nh^u m xác đ^u nh ph^u ng án có l^u i nh^u t đ^u đáp ^u ng các ch^u tiêu kinh t^u, k^u thu^u t (vì cùng m^u t n^u i dung thi^u t k^u có th^u có nhi^uu gi^u i pháp đ^u th^u c hi^u n). Ch^u n đ^u c ph^u ng án k^u t c^u u có l^u i nh^u t là y^uu c^u u cao nh^u t trong thi^u t k^u máy, nh^u m v^u này đòi h^u i ng^u i thi^u t k^u c^u n v^u n đ^u ng sáng t^u o các v^u n đ^u lý thuy^u t k^u t h^u p v^u i kinh nghi^u m rút ra t^u th^u c ti^u n s^u n xu^u t.

Tóm l^u i, khi tính toán thi^u t k^u ta s^u đ^u ng c^u các công th^u c chính xác và công th^u c kinh nghi^u m ho^u c g^u n đúng. Sai s^u trong tính toán đ^u c bù l^u i b^u ng vi^u c ch^u n ^u ng su^u t cho phép ho^u c h^u s^u an toàn thích ^u ng. Thông th^u ng ph^u i tính s^u b^u, sau đó tính ki^u m nghi^u m l^u i. Vi^u c tính toán ch^u y^uu xác đ^u nh kích th^u c t^u i các ti^u t di^u n nguy hi^u m, các v^u trí th^u ng b^u phá h^u ng. Các kích th^u c còn l^u i ch^u n theo các đ^u u ki^u n công ngh^u, l^u p ráp, k^u t c^u u h^u p lý.

Hi^u n nay k^u thu^u t tin h^u c phát tri^u n m^u nh và xâm nh^u p vào m^u i ngành khoa h^u c và công ngh^u, c^u n n^u m v^u ng và ^u ng đ^u ng ki^u n th^u c tin h^u c ph^u c v^u t^u đ^u ng hoá thi^u t k^u chi ti^u t máy càng tr^u n c^u p thi^u t, ch^u c ch^u n s^u nâng cao ch^u t l^u ng thi^u t k^u, ti^u t ki^u m th^u i gian, công s^u c khi thi^u t k^u.

2. Các nguyên tắc và tiêu chuẩn hoá trong thiết kế

- Các số liệu kỹ thuật phải được tuân thủ nghiêm ngặt. Thiết kế hiện đúng nhiệm vụ thiết kế được giao. Trong quá trình thiết kế người thiết kế (học sinh viên) nếu có những đổi xuất nhằm góp phần hoàn thiện nội dung thiết kế thì cần được sự thỏa thuận của bên đặt hàng (học người hướng dẫn).

- Kết cấu cần có sự hài hòa và kích thước của các bộ phận máy và chi tiết máy, và hệ số an toàn, tuổi thọ, độ tin cậy làm việc. An toàn trong quá trình làm việc (đảm bảo độ bền, độ cứng, độ mài mòn, tính chịu nhiệt, chống dao động v.v... Việc đo lường là không cho phép bất kỳ một chi tiết máy nào có những nguy cơ tiềm ẩn quy định.

- Bố trí hợp lý các đơn vị lắp, đảm bảo khuôn khổ như gọn, tháo lắp thuận tiện, dễ dàng điều chỉnh và chăm sóc bảo dưỡng đơn vị gắn liền lắp. Trong các đầu đề thiết kế chi tiết máy, thường cho trước số bố trí các đơn vị lắp. Như vậy người thiết kế cần đánh giá các ưu nhược điểm của số bố trí đã có và lựa chọn số bố trí thích hợp nhất với những điều kiện cần thiết.

- Cần lựa chọn một cách có căn cứ vật liệu và phương pháp nhiệt luyện, đảm bảo giảm khối lượng sản phẩm, giảm chi phí của các vật liệu đắt tiền nhằm giảm giá thành kết cấu.

- Khi chọn dùng công nghệ gia công chi tiết cần phải xét tới quy mô sản xuất, công nghệ chế tạo phôi, phương án gia công cụ.

- Cần sử dụng rộng rãi tiêu chuẩn Nhà nước (TCVN- số thứ tự - năm ban hành), tiêu chuẩn ngành, tiêu chuẩn của số trong thiết kế. Tuy nhiên do số lượng tiêu chuẩn nước ta còn ít, nhiều loại vật tư như thép, kim loại màu, dầu mỡ, đai v.v... còn nhập ngoại do đó có những trường hợp phải dùng các tiêu chuẩn khác như GOST (Liên xô cũ) JIS (Nhật), DIN (Đức) v.v... hiện nay nước ta đang nghiên cứu áp dụng các tiêu chuẩn của Tổ chức tiêu chuẩn hóa quốc tế (ISO).

- Thiết kế hiện sự thống nhất trong thiết kế. Tức là khả năng sử dụng với số lượng tối đa có thể các chi tiết máy, bộ phận máy có cùng quy cách, kích thước và các yêu tố cùng loại, vật liệu và phôi dùng để chế tạo các chi tiết máy nhằm giảm giá thành chế tạo, sửa chữa. Ví dụ như thống nhất modul của răng số giảm được danh mục dao cắt, thống nhất hoá được các chi tiết ren số giảm được số lượng chi tiết khoắc v.v.v...

Như vậy, khi thống nhất tiêu chuẩn (tiêu chuẩn hoá) sẽ nâng cao các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của kết cấu. Người thiết kế cần thiết kế hiện nguyên tắc thống nhất hoá tiêu chuẩn trong tất cả các giai đoạn thiết kế, chế tạo. Tiến hành phân tích lần cuối các kết cấu sau khi hoàn thành bản vẽ lắp. Sau khi thay đổi các yêu tố kết cấu theo quan điểm thống nhất hoá, cần sửa chữa lại bản vẽ tổng thể và ghi lại vào bản kê, bản thuyết minh.

- Lựa chọn một cách (có căn cứ) chính xác các kích thước, dung sai, cặp chính xác và cặp độ nhám bề mặt chi tiết đưa vào tính chất hoạt động và sử dụng của sản phẩm, khả năng công nghệ thực tế của nó chế tạo.

- Bồi đắp thêm các yêu tố làm việc trong điều kiện ma sát nhằm đảm bảo tuổi thọ chi tiết không bị mòn trước thời hạn quy định chú ý cần chọn đúng chất bôi trơn có thể nâng cao tuổi thọ chi tiết máy.

II. Những chỉ tiêu chủ yếu về khả năng làm việc của chi tiết máy

1. Sức bền

Sức bền của chi tiết là năng suất phát sinh ra chi tiết khi làm việc. Điều kiện đảm bảo độ bền là năng suất phát sinh phải nhỏ hơn hoặc bằng năng suất cho phép.

$$\sigma \leq [\sigma] ; \tau \leq [\tau]$$

Đang suất cho phép theo dạng đã xác định bằng công thức:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{gh}}{n}; [\tau] = \frac{\tau_{gh}}{n}$$

Trong đó:

n - hệ số an toàn, hệ số này phụ thuộc vào tính chất của tải trọng, trạng thái đang suất, các lý tính của vật liệu, kết cấu công nghệ. Việc xác định chính xác hệ số an toàn quyết định đến kết quả tính toán.

Hệ số an toàn được tính theo công thức: $n = n_1 \cdot n_2 \cdot n_3$

với

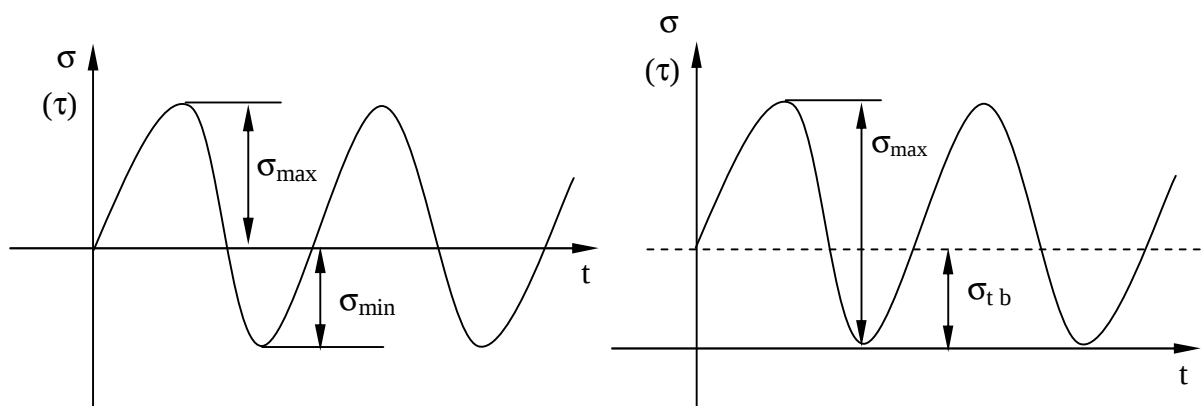
n_1 - hệ số phụ thuộc mức độ chính xác và việc xác định tải trọng, $n_1 = 1 \div 1,5$.

n_2 - hệ số phụ thuộc tính đồng nhất và chất lượng của vật liệu, $n_2 = 1,5 \div 2,5$.

n_3 - hệ số phụ thuộc mức độ quan trọng của chi tiết, thông số $n_3 = 1 \div 1,5$.

σ_{gh}, τ_{gh} - đang suất pháp và đang suất tiếp giới hạn (khi đứt đứt trên số này thì vật liệu chỉ tiết máy bị phá hỏng).

Đang suất thay đổi từ trạng giới hạn này, đứt đứt khác rời từ vòng trạng thái ban đầu gọi là đang suất tuần hoàn. Tùy theo trạng và dấu của đang suất nhỏ nhất và lớn nhất tác động trong chu kỳ chia ra: đang suất tuần hoàn đối xứng; đang suất tuần hoàn lệch (hình 1)



Đang suất tuần hoàn đối xứng

Đang suất tuần hoàn lệch

Hình 1

Đặc trưng cho các chu kỳ đang suất là tỉ số $\sigma_{min}/\sigma_{max}$

+ Trạng $\sigma_{min}/\sigma_{max} = -1$ - chu kỳ đang suất tuần hoàn đối xứng

+ Trạng $\sigma_{min}/\sigma_{max} = 0$ - chu kỳ đang suất tuần hoàn lệch

+ Trạng $\sigma_{min}/\sigma_{max} = +1$ - chu kỳ đang suất không đổi theo thời gian

Đang suất cho phép có thể tra bảng để với mức số loại vật liệu thông dụng làm việc dưới những điều kiện nhất định (ví dụ bảng 1-2).

2. Đĩa cứng

Đĩa cứng của chi tiết là khả năng của chi tiết máy còn lại biến dạng đàn hồi dưới tác động của tải trọng. Có hai dạng đĩa cứng: đĩa cứng tĩnh và đĩa cứng tiếp xúc.

Đĩa mềm đĩa cứng của chi tiết là đĩa mềm chi tiết không bị biến dạng vĩnh viễn khi cho phép. Tùy theo mức độ quan trọng của chi tiết có yêu cầu về đĩa cứng khác nhau.

3. Đĩa bền mòn

Mòn là sự thay đổi dần kích thước, hình dạng của các bề mặt tiếp xúc trượt tương đối với nhau do tác động của lực ma sát trong điều kiện bôi trơn không tốt.

Đĩa bền mòn là khả năng của chi tiết máy có thể làm việc được trong một khoảng thời gian nhất định mà không bị mòn quá mức cho phép.

Đa số các chi tiết hỏng vì mòn. Nguyên nhân chủ yếu của hiện tượng mòn là do ứng suất tiếp xúc phát sinh hoặc áp suất trên các bề mặt tiếp xúc trượt tương đối với nhau trong điều kiện không có ma sát tốt. Chi tiết máy bị mòn sẽ làm giảm độ chính xác, tuổi thọ của máy và đĩa bền của chi tiết máy.

Để nâng cao đĩa bền mòn cần có chế độ bôi trơn hợp lý bề mặt tiếp xúc, dùng vật liệu giảm ma sát, dùng các phương pháp hóa nhiệt và nhiệt luyện bề mặt v.v... có nghĩa là khi tính toán phải đảm bảo ma sát tốt sao cho khi làm việc hai bề mặt luôn được ngăn cách bởi một lớp bôi trơn. Tính toán giảm hiện tượng áp suất để đảm bảo đĩa bền mòn nhất định.

4. Khả năng chịu nhiệt

Trong quá trình làm việc, ma sát ở các bộ phận máy sẽ sinh ra nhiệt (nhiệt là các chi tiết bị trượt nhiệt). Nhiệt sinh ra có những tác hại sau:

- Giảm khả năng chịu tải của chi tiết.
- Giảm khả năng bôi trơn của ổ trượt giữa hai bề mặt tiếp xúc, do đó làm cho chi tiết chóng mòn.
- Giảm độ chính xác của máy.
- Với những chi tiết làm việc ở nhiệt độ cao, trong tính toán cần tìm biện pháp để giảm hiện tượng nó trong phạm vi cho phép (tính về nhiệt xuất phát từ điều kiện cân bằng của nhiệt sinh ra và nhiệt truyền đi).

5. Độ bền dao động

Là khả năng chi tiết có thể làm việc trong phạm vi chế độ nhất định mà không bị rung quá giới hạn cho phép. Nguyên nhân chính sinh ra dao động

- Chi tiết không đĩa cứng, tức là làm việc cao và không cân bằng với quay.
- Dao động gây nên tải trọng phụ làm chi tiết mau hỏng vì mỏi. Trong một số trường hợp ổ dao động làm giảm chất lượng làm việc của máy như: trên máy cắt kim loại nếu ổ dao động sẽ làm giảm độ chính xác gia công và dễ nhận bóng bề mặt.

Do đó khi tính toán thiết kế một số máy cần phải chú ý đến vấn đề cân bằng, khả năng đĩa cứng của máy.

III. Tải trọng, ứng suất

1. Tải trọng

a. Định nghĩa: Tải trọng là lực, mômen tác động lên chi tiết máy trong quá trình làm việc.

b. Phân loại: Theo mối liên hệ giữa tải trọng và thời gian, tải trọng được phân làm hai loại:

- Tải trọng không đổi (tải trọng tĩnh): là tải trọng không thay đổi theo thời gian hoặc thay đổi không đáng kể (ít gặp trong thực tế).
- Tải trọng thay đổi: tải trọng có phôi ng, chiều hoặc đ i n thay đ i i theo thời gian. Tải trọng thay đ i i đ i t nhiên g i i là tải trọng va đ i p.

2. ạng suất

Đ i i tác đ i ng c i a tải trọng, trong chi ti t máy phát sinh ạng suất (do ch iu kéo, nén, uốn, xoắn, cắt, d i p, t i p xúc v.v...)

a. Phân loại: g m hai loại

- ạng suất tĩnh: không thay đ i i theo thời gian.
- ạng suất thay đ i i: bi n thiên theo thời gian.

b. Các đ i c trọng c i a m t chu trình ạng suất thay đ i i hoàn toàn

M t vòng thay đ i i ạng suất t i tr i s i g i i h n này sang tr i s i g i i h n khác r i i tr i v i tr i s i ban đ i u g i i là chu trình ạng suất, thời gian th c hi n m t chu trình g i i là m t chu kỳ.

H i s i tính ch i t chu kỳ: $r = \sigma_{\min} / \sigma_{\max}$

c. Tính toán các giá tr i ạng suất

- Vi c tính toán các giá tr i ạng suất kéo, nén, uốn, xoắn theo các công th c c i a môn h c s i c b n v i t li u.

- N u chi ti t máy ch iu ạng suất ph i t i p thì tính toán theo ạng suất t i ng đ i i ng đ i a vào thuy t b n th i năng bi n đ i i hình d i ng (thuy t b n th i t i).

$$\sigma_{td} = \sqrt{\sigma_2 + 3\tau^2}$$

IV. Đ i b n m i c i a chi ti t máy

1. Hi n t i ạng phá h y m i - đ i b n m i

Đ i i v i các chi ti t máy làm vi c v i i ạng suất thay đ i i theo thời gian, sau m t s i chu kỳ s i có nh ng v i t n t t i v i t i vùng ch iu ạng suất l n. Khi s i chu kỳ làm vi c đ i n m t g i i h n nào đ ó, s i v i t n t và kích th i c các v i t n t tăng lên đ i n đ i n phá h y chi ti t máy. Đ ó là hi n t i ạng phá h y m i và kh i năng c i a chi ti t máy c n l i s i phá h y m i g i i là đ i b n m i.

2. Đ i ạng cong m i

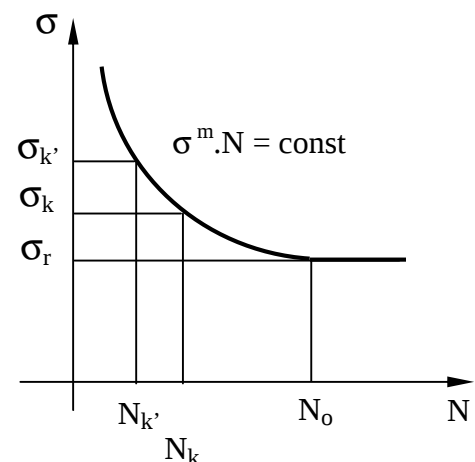
B i ng các thí nghi m v i m i có th i thi t l p đ i c đ i th bi u di n m i quan h i g i i a ạng suất (σ_a , σ_m) và s i chu kỳ thay đ i i ạng suất mà m u th i có th i ch iu đ i c cho đ i n khi b i phá h y.

Đ o n cong trên có ph i ạng trình:

$$\sigma^m \cdot N = \text{const}$$

Trong đ ó, m là b i c đ i ạng cong m i.

N _ tu i th i ạng v i i ạng suất b n s i.



Hình 2. Đ i th đ i ạng cong m i

Chú ý:

- Khi ứng suất càng lớn thì tuổi thọ (N) càng giảm.
- Khi giảm ứng suất đến giá trị σ_r nào đó thì N có thể tăng đến khả năng khác lớn mà mẫu thử không bị gây hỏng (điểm hỏng trên đồ thử). Ứng suất σ_r được gọi là giới hạn mỏi dài hạn của vật liệu. Số chu kỳ N_0 ứng với σ_r gọi là số chu kỳ cơ sở; đối với thép $N_0 = 10^6 \div 10^7$

3. Các yêu cầu ảnh hưởng đến độ bền mỏi

Việc thí nghiệm để xác lập đồ ứng cong mỏi để tiến hành thử với những mẫu thử nhún, thử trượt, có quy cách xác định, được chế tạo từ những vật liệu có đặc tính nhớt và tính. Các chỉ tiêu máy thử có thể có những khác biệt so với mẫu thử do vậy có ảnh hưởng đến giới hạn mỏi.

Các nhân tố ảnh hưởng đến giới hạn mỏi:

- Hình dạng, kích thước.
- Kích thước tiết diện.
- Chất lượng bề mặt.

4. Định tin cậy

a. Định nghĩa: là khả năng của sản phẩm (chi tiết máy, thiết bị công trình v.v...) thực hiện nhiệm vụ chức năng của mình và duy trì chức năng, nhiệm vụ đó trong suốt thời gian đã định, ứng với các điều kiện vận hành, chăm sóc, bảo dưỡng cụ thể.

b. Các chỉ tiêu đánh giá định tin cậy:

- Xác suất làm việc không hỏng.
- Cường độ hỏng.
- Tuổi thọ hữu ích, phần trăm(%) tuổi thọ giảm.
- Hư hỏng.

c. Phương pháp nâng cao định tin cậy

- Hạn chế số lượng chi tiết trong thiết bị.
- Mối chi tiết cần có định tin cậy gần bằng nhau.
- Tăng hệ số an toàn của các chi tiết.
- Bôi trơn, che kín tốt.
- Sửa đổi các kích thước để hạn chế số phân bố không đều của tải trọng.
- Nếu có quá tải ngẫu nhiên cần có các thiết bị an toàn như ly hợp an toàn, rơ le v.v...

V. Chọn vật liệu chế tạo chi tiết máy

1. Các yêu cầu đối với vật liệu

- Đảm bảo cho chi tiết máy có đủ khả năng làm việc.
- Thỏa mãn yêu cầu về khả năng và kích thước.
- Có tính công nghệ cao.
- Giá thành rẻ.

2. Các loại vật liệu thường dùng

Thép, gang, hợp kim màu, vật liệu gốm, vải, gỗ, da, chất dẻo v.v...

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày các nguyên tắc và tiêu chuẩn hoá trong thiết kế.
2. Trình bày những chức năng chủ yếu và khả năng làm việc của chi tiết máy.
3. Nêu khái niệm và tính trạng, ứng suất.
4. Thế nào là độ bền mỏi của chi tiết máy.
5. Nêu các yêu cầu đối với vật liệu chế tạo chi tiết máy.