

Bài 4. MỐI GHÉP BẰNG THEN

Mục tiêu: Mô tả được kết cấu, phân loại mối ghép bằng then, phân tích được điều kiện làm việc và tính toán, lựa chọn được mối ghép then bằng, then hoa.

Khái niệm chung

Mối ghép then và then hoa là loại mối ghép cố định có thể tháo được.

Then và then hoa được dùng nhiều trong mối ghép giữa trục với các chi tiết truyền động như bánh răng, bánh đai, đĩa xích v.v...

- Mối ghép then và then hoa được dùng để truyền mômen xoắn từ trục đến các chi tiết lắp trên trục và ngược lại. Trong một số trường hợp, loại mối ghép này còn chịu lực dọc trục và cho phép chi tiết ghép dịch chuyển trên trục.

- Mối ghép then nhờ đơn giản về chế tạo và lắp ghép nên được dùng khá rộng rãi. Thường dùng hơn cả là then bằng TCVN 150-64 bảng 7-23, then bán nguyệt TCVN 4217-86 bảng 7-24 (TKCTM).

- Mối ghép then hoa đảm bảo cho các chi tiết lắp trên trục có độ đồng tâm tốt hơn so với các mối ghép then khác, khả năng tải và độ tin cậy làm việc cao hơn nhất là khi mối ghép chịu tải trọng thay đổi và tải trọng va đập. Thường dùng là mối ghép then hoa răng chữ nhật bảng 7-26, mối ghép then hoa răng thân khai bảng 7-27 (TKCTM).

- Trong quá trình làm việc, mối ghép then và then hoa có thể bị hỏng do đập bề mặt làm việc, ngoài ra then có thể bị hỏng do bị cắt, mối ghép then hoa bị hỏng do mòn bề mặt làm việc.

- Khi thiết kế thường dựa vào đường kính trục để chọn kích thước tiết diện then hoặc then hoa, chiều dài then hoặc then hoa thường lấy bằng $0,8 \div 0,9$ chiều dài moayơ, rồi tiến hành kiểm nghiệm mối ghép về độ bền đập, độ bền cắt, độ bền mòn.

I. Mối ghép bằng then ghép lỏng và ghép căng

Khái niệm

Ghép bằng then là phương pháp ghép có thể tháo, lắp dễ dàng, cấu tạo đơn giản, chắc chắn nên được dùng rộng rãi. Tuy nhiên ghép bằng then không truyền được mômen xoắn lớn; khó đảm bảo độ đồng tâm giữa trục và các chi tiết ghép, nên trục có độ đảo và sinh ra chấn động cho các chi tiết lắp trên trục; làm yếu trục vì để lắp then trên trục cần phải phay rãnh then, phát sinh ứng suất tập trung tại rãnh then.

Các loại then thường dùng chia làm hai loại:

- Then ghép lỏng: then bằng, then dẫn hướng và then bán nguyệt.
- Then ghép căng: then vát và then vát tiếp tuyến.

Tất cả các loại then đều được tiêu chuẩn hóa theo TCVN.

Vật liệu chế tạo then thường là thép cacbon có giới hạn bền $\sigma_b = 500 \div 600 \text{ N/mm}^2$ như thép CT38, CT44, C40, C45.

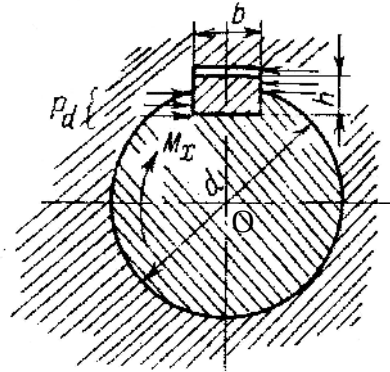
1. Cấu tạo các loại Then ghép lỏng

a. Then bằng

Then bằng có tiết diện là hình chữ nhật (hình 4-2). Then được chế tạo bằng thép kéo. Mặt làm việc của then là hai mặt bên. Trong mỗi ghép then bằng có khe hở hướng tâm.

Thông thường dùng một then bằng, nhưng đôi khi ở những kết cấu chịu tải trọng lớn, người ta dùng hai hoặc ba then.

Then bằng có các mặt bên luôn song song nhau khi đặt vào rãnh moayơ và trục, hai đầu then có thể tròn hoặc bằng. Khi ghép chi tiết máy lên trục, người ta đặt then lên trục rồi đưa chi tiết máy vào nên tạo thành mối ghép không căng, mặt trên hoặc mặt dưới then không sát vào rãnh mà tạo thành khe hở, mặt bên khít vào rãnh và nhờ vào đó mối ghép truyền mômen (hình 4-1)

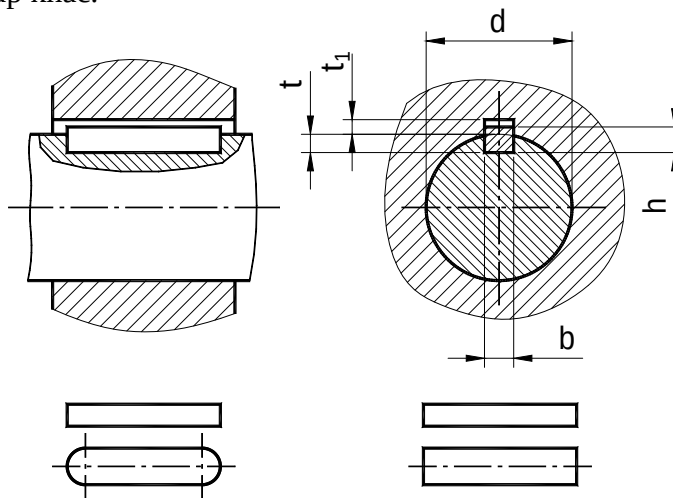


Hình 4.1

Hiện nay mỗi ghép then bằng được dùng nhiều để ghép các chi tiết như bánh răng, bánh đai, khớp nối trục, bánh xích v.v... lên trục vì so với mỗi ghép then vát khi quay trục ít bị đảo. Cách ghi kích thước theo TCVN quy ước: then bằng 12x8x70 TCVN 2261-77 với $b=12\text{mm}$; $h=8\text{mm}$; $l=70\text{mm}$.

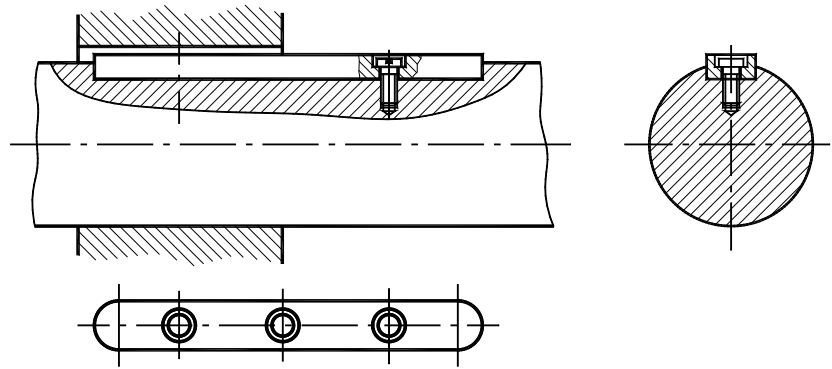
Nhược điểm của then bằng là khó đảm bảo tính đối lẩn đối với những mối ghép quan trọng cần phải sửa chữa hoặc chọn then, như vậy hạn chế trong việc sản xuất hàng loạt.

Then bằng không thể truyền lực dọc trục, nếu cần truyền thì phải dùng phương pháp khác.



Hình 4.2

b. Then bằng dẫn hướng



Hình 4.3

Then bằng dẫn hướng dùng để ghép các chi tiết máy cần dịch chuyển trên trục, các kích thước của then được tiêu chuẩn hóa theo TCVN.

Then bằng dẫn hướng có hình dạng như then bằng, được dùng trong trường hợp cần di chuyển chi tiết máy dọc theo trục. Then được bắt vít vào trục (hình 4-3). Khả năng tải của then bằng dẫn hướng kém hơn then hoa, do đó hiện nay ít dùng.

c. Then bán nguyệt

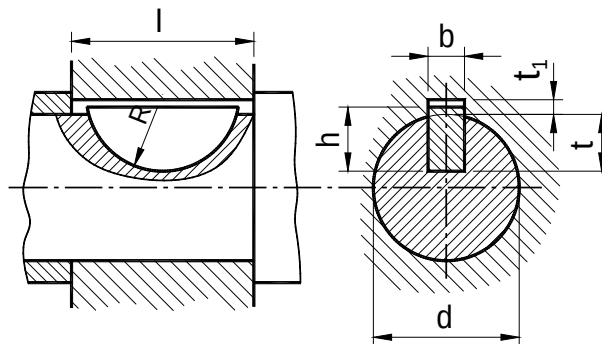
Then bán nguyệt cũng giống như then bằng, mặt làm việc là hai mặt bên (hình 4-4).

Khi cần điều chỉnh độ nghiêng trên trục ta dùng then bán nguyệt, các kích thước của then bán nguyệt được tiêu chuẩn hóa theo TCVN.

Ưu điểm: Có thể tự động thích ứng với độ nghiêng của rãnh mayơ; cách chế tạo then và rãnh then cũng đơn giản.

Nhược điểm: Phải phay rãnh sâu trên trục làm trục bị suy yếu nhiều.

Then bán nguyệt chủ yếu dùng ở các mối ghép tải trọng nhỏ. Khi mayơ ngắn dùng một then, nếu mayơ dài dùng hai then.



Hình 4.4

2. Cấu tạo các loại Then ghép cứng

a. Then vát

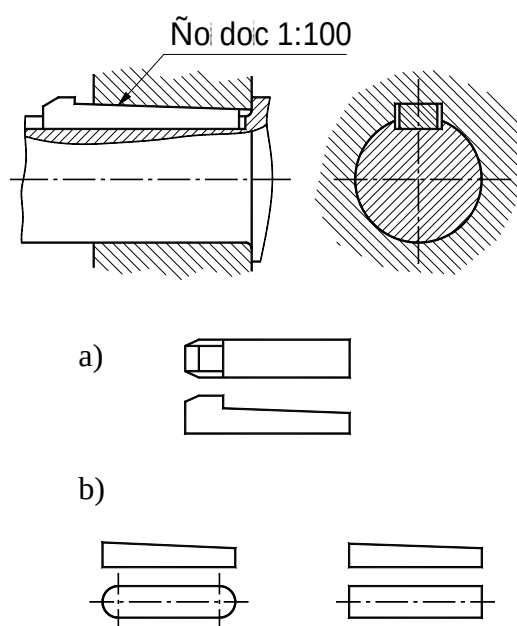
- Then vát là loại then có mặt nghiêng, với độ dốc 1/100 so với chiều dài. Khi ghép chi tiết máy trên trục người ta phải đóng then để tạo sức căng giữa mặt tiếp xúc của then với moayơ và với rãnh then trên trục.

- Mỗi ghép này thuộc mỗi ghép căng, truyền được mômen từ trục sang moayơ hoặc ngược lại là nhờ lực ma sát giữa các bề mặt tiếp xúc của các phần tử trong mỗi ghép.

- Then vát có chiều rộng b , chiều cao h , chiều dài l được tiêu chuẩn theo TCVN bảng 7-25 (TKCTM). Cách ghi kích thước theo quy ước: then vát 4x11x100 TCVN 2261-77 với $b=4\text{mm}$; $h=11\text{mm}$; $l=100\text{mm}$.

Loại này được vát một mặt để có độ dốc 1:100 (hình 4-5), có kiểu có đầu (hình 4-5a), có kiểu không đầu mà gọt tròn hoặc gọt bằng hai mút (hình 4-5b).

Khác với then ghép lỏng, then ghép căng làm việc ở các mặt trên và mặt dưới; còn ở mặt bên có khe hở. Vì tạo thành mỗi ghép căng nên then không những truyền được mômen xoắn, mà còn có thể truyền được lực dọc trục. Tuy nhiên, vì then ghép căng gây lệch tâm nhiều, nên làm tăng rung động các chi tiết máy được ghép và làm cho moayơ bị nghiêng đi. Do đó hiện nay rất ít dùng loại then này và trong các máy chính xác thì không dùng. Ưu điểm của then ghép căng là có thể chịu được va đập.



Hình 4.5

b. Then tiếp tuyến

Then tiếp tuyến được tạo thành do hai then vát ghép lại đặt vào rãnh, mặt cắt chữ nhật có phương tiếp tuyến với trục. Khi truyền mômen một chiều dùng một then, khi truyền mômen hai chiều dùng hai then đặt cách nhau một góc từ $120^0 \div 135^0$.

Nhược điểm mỗi ghép then vát có một mặt nghiêng là không đảm bảo độ đồng tâm giữa chi tiết máy với trục khi nên quay trục bị đảo. Rãnh moayơ có độ nghiêng nên gia công khó, nhưng mỗi ghép then vát có ưu điểm là chịu được lực dọc trục do đó mỗi ghép then vát ít dùng cho những trục truyền mômen lớn, tốc độ cao, truyền động chính xác.

3. Tính toán mỗi ghép bằng then

Do các kích thước then được tiêu chuẩn hóa theo đường kính trục nên nhiệm vụ tính toán chủ yếu là căn cứ vào đường kính trục chọn kích thước then theo tiêu chuẩn để đảm bảo an toàn khi truyền mômen, xác định khả năng truyền mômen, xác định chiều dài then hoặc kiểm tra an toàn cho then.

a. Mỗi ghép then bằng

Khi trục truyền mômen cho moayơ, chi tiết quay (hoặc ngược lại), hình 4.1 và 4.2 thì then bị dập ở mặt bên với diện tích $F_d = \frac{h}{2} l$.

Đồng thời bị cắt với diện tích $F_c = b.l$

Lực gây dập chính là lực gây cắt then.

Giả thiết lực dập phân bố đều trên diện tích bị dập, hợp lại được lực N đặt cách tâm O một đoạn $\frac{d}{2}$ (hình 4.1)

$$\text{Vậy} \quad N = \frac{2M_x}{d}$$

Để bảo đảm an toàn cho mỗi ghép bằng then, khi làm việc phải thỏa mãn đồng thời: $\sigma_d \leq [\sigma]_d$; $\tau \leq [\tau]_c$ và được biểu diễn theo công thức sau:

+ Điều kiện bền dập trên mặt tiếp xúc giữa then và trục

$$\sigma_d = \frac{2M_x}{d.l.t} \leq [\sigma]_d \quad \text{N/mm}^2 \quad (4-1)$$

+ Điều kiện bền dập trên mặt tiếp xúc giữa then và moayơ

$$\sigma_d = \frac{2M_x}{d.l.t_1} \leq [\sigma]_d \quad \text{N/mm}^2 \quad (4-2)$$

+ Điều kiện bền cắt

$$\tau_c = \frac{2M_x}{b.d.l} \leq [\tau]_c \quad \text{N/mm}^2 \quad (4-3)$$

Trong đó :

- M_x _ mômen xoắn cần truyền, Nmm
- d _ đường kính trục, mm
- l _ chiều dài then, mm
- b _ chiều rộng then, mm
- t_1, t _ chiều cao phần then lắp trong rãnh của moayơ và của trục, mm (bảng 7-25 TKCTM)
- σ_d ; τ_c _ ứng suất dập và ứng suất cắt thực tế, N/mm²
- $[\sigma]_d$; $[\tau]_c$ _ ứng suất dập và cắt cho phép, N/mm² (bảng 7-20); (bảng 7-21)TKCTM.

b. Mỗi ghép then vát

Khi đóng then tạo thành mỗi ghép căng, tâm của chi tiết và trục lệch đi một khoảng. Trên bề mặt tiếp xúc giữa then và moayơ, giữa then và trục phát sinh áp lực, giả thiết áp lực này phân bố đều trên bề mặt then. Dưới tác dụng của áp lực, mặt trên của then bị dập, ứng suất dập phân bố không đều.

Vậy để đảm bảo an toàn khi làm việc cần thỏa mãn điều kiện: $\sigma_d \leq [\sigma]_d$ ta có công thức:

$$\sigma_d = \frac{25M_x}{b.l(2,28d + h)} \leq [\sigma]_d \quad \text{N/mm}^2 \quad (4-4)$$

Trong đó:

M_x _ mômen xoắn cần truyền (Nm)

l, b _ chiều dài, chiều rộng của then (mm), chọn theo bảng 7-25 TKCTM

d _ đường kính trục (mm)

$[\sigma]_d$ _ ứng suất dập cho phép chọn theo bảng 7-22 TKCTM

c. Trình tự tính toán

Có hai loại bài toán:

1. Đối với mỗi ghép có sẵn, cần kiểm tra an toàn hoặc xác định khả năng truyền M_x thì tùy theo loại then, sử dụng công thức (4-1); (4-2); (4-3) hoặc (4-4).

2. Lựa chọn then cho mỗi ghép

+ Căn cứ vào đường kính trục d , chọn kích thước then b, h, l theo tiêu chuẩn bảng 7-23, 7-24 hay 7-25. Khi chọn l , tính $l \approx 1,5d$ rồi chọn giá trị bé hơn.

+ Kiểm tra an toàn cho then theo công thức (4-1); (4-2); (4-3) hoặc (4-4) tùy theo loại then.

* Lưu ý khi kiểm tra an toàn có thể xảy ra hai trường hợp:

1. Nếu không an toàn, giải quyết bằng cách tăng chiều dài l , tối đa $l = 1,5d$ nhưng không quá chiều dài moayơ.

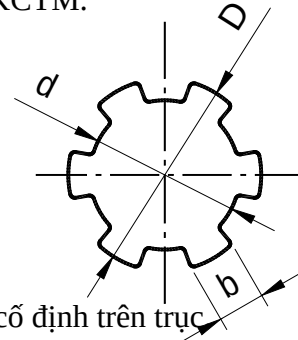
2. Nếu $l = 1,5d$ vẫn không an toàn thì dùng hai then đặt cách nhau một góc từ $90^\circ \div 120^\circ$. Khi lắp hai then có nhược điểm moayơ khó chế tạo, trục bị yếu nên ít sử dụng. Trường hợp này có thể dùng trục then hoa thay thế.

II. Mỗi ghép bằng then hoa

1. Phân loại mỗi ghép

* Thực chất mỗi ghép bằng then hoa có thể xem như là mỗi ghép nhiều then bằng. Vì vậy then hoa cũng được dùng để ghép các chi tiết máy trên trục. Nhờ răng trên trục khớp với rãnh của lỗ moayơ và ngược lại để truyền M_x . Kích thước then hoa được tiêu chuẩn theo TCVN bảng 7-26, 7-27 TKCTM.

Hình 4.6



* Phân loại mỗi ghép then hoa

+ Ghép tĩnh: trong đó moayơ cố định trên trục

+ Ghép động: trong đó moayơ có thể di chuyển dọc trục.

2. Các dạng răng của then hoa

+ Then hoa răng chữ nhật, loại này hiện dùng phổ biến. Các kích thước được tiêu chuẩn hóa theo ba loại: nhẹ, trung, nặng khác nhau về chiều cao và số răng.

+ Then hoa răng tam giác dùng khi truyền mômen không lớn lắm, kích thước được tiêu chuẩn hóa từng ngành.

+ Then hoa răng thân khai, có nhiều ưu điểm so với răng hình chữ nhật như chân răng lớn, ứng suất tập trung ở chân răng nhỏ, độ bền cao, gia công dễ bảo đảm chính xác, tự định vị được và đảm bảo độ đồng tâm tốt.

3. Các phương pháp định tâm của mỗi ghép then hoa

+ Định tâm theo đường kính ngoài, loại này chỉ dùng khi moayơ không nhiệt luyện, cần bảo đảm độ đồng tâm cao.

+ Định tâm theo đường kính trong, thường dùng cho mỗi ghép cần có độ đồng tâm cao.

+ Định tâm theo cạnh bên, tuy không đảm bảo độ đồng tâm nhưng lực phân bố tương đối đều trên răng nên thường dùng trong trường hợp truyền mômen xoắn lớn.

Ưu khuyết điểm

So với mỗi ghép bằng then, mỗi ghép bằng then hoa có nhiều ưu điểm hơn.

- Đảm bảo sự đồng tâm và dễ di chuyển chi tiết máy trên trục một cách chính xác.
- Khả năng chịu tải lớn.
- Chịu được tải trọng động, va đập. Độ bền cao hơn.

Nhược điểm

- Tải trọng phân bố không đều trên các răng của trục then hoa.
- Chế tạo và kiểm tra cần phải có thiết bị riêng.
- Giá thành cao.

4. Tính toán mỗi ghép then hoa

* Khi truyền mômen M_x trục then hoa làm việc thì mặt bên của răng bị dập, chân răng chịu cắt và uốn. Thực tế hiện tượng dập chân răng là nguy hiểm hơn cả vì vậy khi tính trục then hoa cần chú ý điều kiện bền dập.

Vật liệu chế tạo trục then hoa có $\sigma_d = 560 \div 750 \text{ N/mm}^2$ như thép C45; 40Cr v.v...

* Giả thiết rằng áp suất phân bố đều và chỉ có 0,75 số lượng then làm việc ta có công thức :

$$\sigma_d = \frac{M_x}{0,75Z.F.R_{tb}} \leq [\sigma]_d \quad (4-5)$$

Trong đó : M_x _ mômen xoắn cần truyền, Nmm

Z _ số lượng then

F _ diện tích chịu đập mỗi then, mm^2

R_{tb} _ bán kính trung bình, mm

$[\sigma]_d$ _ ứng suất đập cho phép, N/mm^2 - bảng 7-22 GTCTM

+ Đối với then hoa chữ nhật

$$F = \left(\frac{D-d}{2} - 2f \right) l \quad (4-6)$$

$$R_{tb} = \frac{D+d}{4} \quad (4-7)$$

+ Đối với then hoa thân khai

$$F = 0,8m \quad (4-8)$$

$$R_{tb} = \frac{D+d}{4} \quad (4-9)$$

Trong đó:

f _ hệ số ma sát, thường được chọn $f = 0,1 \div 0,5$

m _ môđun (mm)

các ký hiệu khác xem bảng 7-26, 7-27 TKCTM.

* *Trình tự tính toán*: Tính toán mỗi ghép then hoa có hai loại bài toán tương tự như mỗi ghép then. Khi kiểm tra nếu không an toàn phải chọn lại trục then lớn hơn hoặc tăng chiều dài moayơ.

III. Ví dụ tính toán

Chọn kích thước then bằng để lắp bánh răng trên trục. Biết trục làm bằng thép có đường kính $d = 50\text{mm}$; trục truyền công suất $N = 2,8\text{KW}$, quay với tốc độ 200 vòng/ phút.

Moayơ và then bằng thép, điều kiện làm việc va đập nhẹ.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày kết cấu, phân loại mỗi ghép bằng then và then hoa.
2. Trình bày ưu nhược điểm từng loại mỗi ghép then, so sánh ưu nhược điểm của ghép bằng then và ghép bằng then hoa.
3. Phân tích điều kiện làm việc, cách tính và chọn mỗi ghép then và then hoa./