

## Bài 4. MÔI GHÉP BẰNG THEN

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

### Khái niệm chung

Môi ghép then và then hoa là loại môi ghép có thể tháo lắp được.

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

- Môi 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 môi ghép này còn chịu lực dọc trục và cho phép chi tiết ghép dịch chuyển trên trục.

- Môi ghép then như đến gần với chốt tời và lắp ghép nên được dùng khá rộng rãi. Thông dụng dùng hiện nay là then bằng TCVN 150-64 bằng 7-23, then bán nguyệt TCVN 4217-86 bằng 7-24 (TKCTM).

- Môi ghép then hoa được dùng cho các chi tiết lắp trên trục có để động tâm tốt hơn so với các môi ghép then khác, khả năng tải và độ tin cậy làm việc cao hơn nhất là khi môi ghép chịu tải trọng thay đổi và tải trọng va đập. Thông dụng dùng là môi ghép then hoa răng chụm nhất bằng 7-26, môi ghép then hoa răng thân khai bằng 7-27 (TKCTM).

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

- Khi thiết kế thường đưa vào động 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 môi ghép với độ bền dập, độ bền cắt, độ bền mòn.

### I. Môi 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, chế tạo nên được dùng rộng rãi. Tuy nhiên ghép bằng then không truyền được mômen xoắn lớn; khó đảm bảo để động tâm giữa trục và các chi tiết ghép, nên trục có để độ 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 đơn hình và then bán nguyệt.
- Then ghép căng: then vát và then vát tapers.

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.

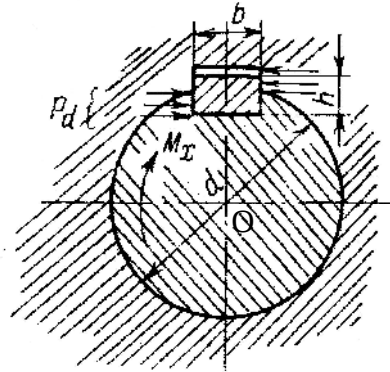
## 1. Cấu tạo các loại Then ghép ngang

### 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 mặt then bằng, nhưng đôi khi để thuận lợi 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 chỉ tiết máy lên trục, người ta đặt then lên trục rồi đưa chỉ tiết máy vào nên tạo thành mỗi 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 mỗi ghép truyền mômen (hình 4-1)

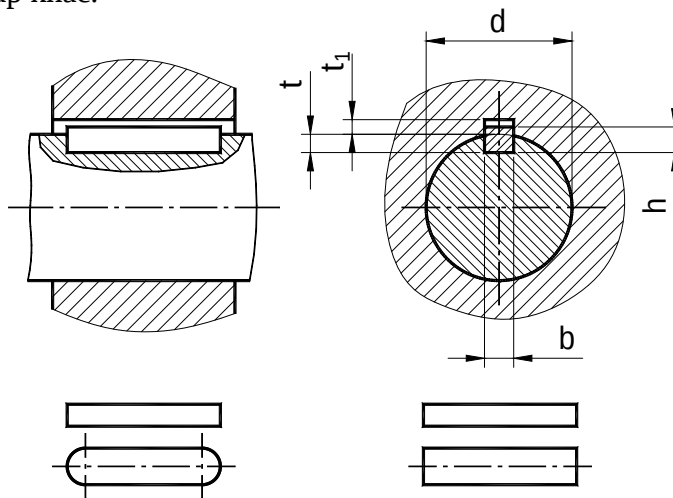


Hình 4.1

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 mòn. Cách ghi kích thước theo TCVN quy định: then bằng 12x8x70 TCVN 2261-77 với  $b=12\text{mm}$ ;  $h=8\text{mm}$ ;  $l=70\text{mm}$ .

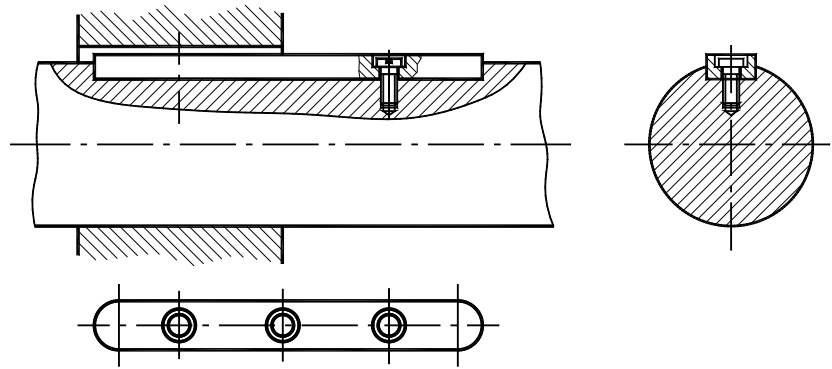
Như vậy để lắp đặt then bằng là khó để đo lường tính toán để với những mỗi ghép quan trọng cần phải sử dụng hoặc chọn then, nên vẽ hình chi tiết trong việc sản xuất hàng loạt.

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



Hình 4.2

*b. Then bẹt dẹt n hẹt n g*



Hình 4.3

Then bẹt dẹt n hẹt n g dùng để ghép các chi tiết máy cần dịch chuyển trên trục, các kích thước của then được tiêu chuẩn hóa theo TCVN.

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

*c. Then bán nguyệt*

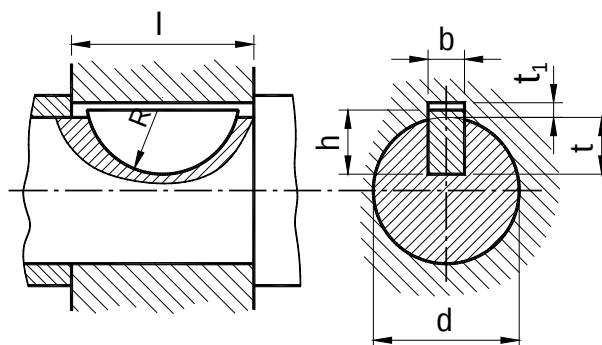
Then bán nguyệt cũng giống như then bẹt, mặt làm việc là hai mặt bên (hình 4-4).

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 điều chỉnh thích ứng với độ nghiêng của rãnh may; cách chốt 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 máy ngừng dùng mặt then, nếu máy dài dùng hai then.



Hình 4.4

## 2. Cấu tạo các loại Then ghép căng

*a. Then vát*

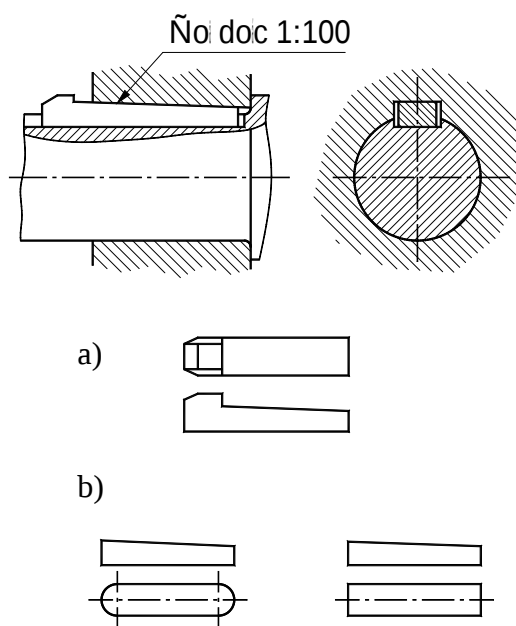
- Then vát là loại then có mặt nghiêng, với độ dốc 1/100 so với chiều dài. Khi ghép chi tiết máy trên trục người ta phải đóng then để tạo sức căng giữa mặt tiếp xúc của then với moayơ và với rãnh then trên trục.

- Mối ghép này thuộc mối ghép cứng, 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 mối 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 định: then vát 4x11x100 TCVN 2261-77 với  $b=4\text{mm}$ ;  $h=11\text{mm}$ ;  $l=100\text{mm}$ .

Loại này được vát mặt 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 cứng làm việc ở các mặt trên và mặt dưới; còn ở mặt bên có khe hở. Vì tạo thành mối ghép cứng nên then không nên truyền được mômen xoắn, mà còn có thể truyền được lực dọc trục. Tuy nhiên, vì then ghép cứng gây lệch tâm nhiều, nên làm tăng rung động các chi tiết máy được ghép và làm cho máy dễ 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 cứng 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 chung nhất có phần tiếp tuyến với trục. Khi truyền mômen mặt chịu dùng mặt then, khi truyền mômen hai chiều dùng hai then đặt cách nhau mặt góc từ  $120^\circ$  ÷  $135^\circ$ .

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

### 3. Tính toán mối 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. Mối ghép then bẹt**

Khi trục truyền mômen cho moayơ, chi tiết quay (hộp công cụ lái), hình 4.1 và 4.2 thì then bẹt ép vào mặt bên của đĩa xích  $F_d = \frac{h}{2} l$ .

Đường thẳng bẹt cắt vào đĩa xích  $F_c = b.l$

Lực gây dập chính là lực gây cắt then.

Giả thiết lực dập phân bố đều trên đĩa xích bẹt, hợp lực  $N$  đặt cách tâm  $O$  một đoạn  $\frac{d}{2}$  (hình 4.1)

$$V \quad N = \frac{2M_x}{d}$$

Để bảo đảm an toàn cho mối ghép bẹt then, khi làm việc phải thỏa mãn điều kiện:  $\sigma_d \leq [\sigma]_d$ ;  $\tau \leq [\tau]_c$  và điều kiện biến dạng theo công thức sau:

+ Điều kiện biến dạng trên mặt tiếp xúc giữa a then và trục

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

+ Điều kiện biến dạng trên mặt tiếp xúc giữa a 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 biến dạng 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)

-  $\sigma_d$ ;  $\tau_c$  \_ ứng suất dập và ứng suất cắt thực tế, N/mm<sup>2</sup>

-  $[\sigma]_d$ ;  $[\tau]_c$  \_ ứng suất dập và cắt cho phép, N/mm<sup>2</sup> (bảng 7-20); (bảng 7-21)TKCTM.

**b. Mối ghép then vát**

Khi đóng then tạo thành mối ghép căng, tâm của chi tiết và trục lệch đi một khoảng. Trên bề mặt tiếp xúc giữa a then và moayơ, giữa a then và trục phát sinh áp lực, giả thiết áp lực này phân bố đều trên bề mặt then. Điều kiện tác động của áp lực, mặt trên của then bẹt, 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 cho phép chọn theo bảng 7-22 TKCTM

### c. Trình tự tính toán

Có hai loại bài toán:

1. Để biết mối 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 mối 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  $l$ , thì đa  $l = 1,5d$  nhưng không quá chiều dài moayơ.

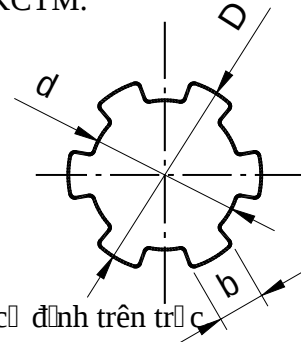
2. Nếu  $l = 1,5d$  vẫn không an toàn thì dùng hai then đặt cách nhau một góc từ  $90^\circ$  đến  $120^\circ$ . Khi lắp hai then có nhược điểm moayơ khó chế tạo, trục bị yếu nên ít sử dụng. Trường hợp này có thể dùng trục then hoa thay thế.

## II. Mối ghép then hoa

### 1. Phân loại mối ghép

\* Theo cách kết nối mối ghép then hoa có thể xem như là mối ghép nhiều then bằng. Vì vậy then hoa cũng được dùng để ghép các chi tiết máy trên trục. Như rằng trên trục không có vấu rãnh của 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 mối 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 cưa then hoa

+ Then hoa răng chẻ nhót, loại này hiện dùng phổ biến. Các kích thước cơ bản tiêu chuẩn hóa theo ba loại: nhỏ, trung, nặng khác nhau về chiều cao và số răng.

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

+ Then hoa răng thân khai, có nhiều ưu điểm so với răng hình chẻ nhót như chân răng lớn, ứng suất tập trung ở chân răng nhỏ, độ bền cao, gia công dễ dàng chính xác, dễ lắp và tháo rời và tháo lắp dễ dàng tâm trục.

## 3. Các phương pháp lắp ghép tâm cưa ghép then hoa

+ Lắp ghép tâm theo phương kính ngoài, loại này chỉ dùng khi moayơ không nhót luy-n, cần bôi dầu mỡ để lắp ghép tâm cao.

+ Lắp ghép tâm theo phương kính trong, thường dùng cho mối ghép cần có độ lắp tâm cao.

+ Lắp ghép tâm theo cách bên, tuy không bôi dầu mỡ để lắp ghép tâm nhưng có phân bố tải trọng đều trên răng nên thường dùng trong trường hợp truyền mômen xoắn lớn.

### Ưu khuyết điểm

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

- Độ bền mỏi tốt hơn tâm và dễ dàng chuyển vị tương đối 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 mối ghép then hoa

\* Khi truyền mômen  $M_x$  trục then hoa làm việc thì mặt bên của răng bị dẹt, chân răng chịu cắt và uốn. Theo tính toán thì răng dẹt chân răng là nguy hiểm hơn cả vì vậy khi tính trục then hoa cần chú ý đến kích thước dẹt.

Vật liệu chủ yếu 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 chều dẹt m<sup>2</sup> i then, mm<sup>2</sup>

$R_{tb}$  \_ bán kính trung bình, mm

$[\sigma]_d$  \_ ứng suất dẹt cho phép, N/mm<sup>2</sup> - bảng 7-22 GTCTM

+ Đ<sup>o</sup>i v<sup>o</sup>i then hoa ch<sup>o</sup> nh<sup>o</sup>t

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

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

+ Đ<sup>o</sup>i v<sup>o</sup>i then hoa thân khai

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

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

Trong đó:

$f$  \_ h<sup>o</sup> s<sup>o</sup> ma sát, th<sup>o</sup>ng đ<sup>o</sup>c ch<sup>o</sup>n  $f = 0,1 \div 0,5$

$m$  \_ môđun (mm)

các ký hi<sup>o</sup>u khác xem bảng 7-26, 7-27 TKCTM.

\* *Trình t<sup>o</sup> tính toán*: Tính toán m<sup>o</sup>i ghép then hoa có hai lo<sup>o</sup>i bài toán t<sup>o</sup>ng t<sup>o</sup>nh m<sup>o</sup>i ghép then. Khi ki<sup>o</sup>m tra n<sup>o</sup>u không an toàn ph<sup>o</sup>i ch<sup>o</sup>n l<sup>o</sup>i tr<sup>o</sup>c then l<sup>o</sup>n h<sup>o</sup>n ho<sup>o</sup>c tăng chi<sup>o</sup>u dài moay<sup>o</sup>.

### III. Ví d<sup>o</sup> tính toán

Ch<sup>o</sup>n kích th<sup>o</sup>c then bảng đ<sup>o</sup> l<sup>o</sup>p bánh răng trên tr<sup>o</sup>c. Bi<sup>o</sup>t tr<sup>o</sup>c làm b<sup>o</sup>ng thép có đ<sup>o</sup>ng kính  $d = 50\text{mm}$ ; tr<sup>o</sup>c truy<sup>o</sup>n công suất  $N = 2,8\text{KW}$ , quay v<sup>o</sup>i t<sup>o</sup>c đ<sup>o</sup> 200 vòng/ phút.

Moay<sup>o</sup> và then b<sup>o</sup>ng thép, đ<sup>o</sup>u ki<sup>o</sup>n làm vi<sup>o</sup>c và đ<sup>o</sup>p nh<sup>o</sup>.

## CÂU H<sup>o</sup>i ÔN T<sup>o</sup>p

1. Trình bày k<sup>o</sup>t c<sup>o</sup>u, phân lo<sup>o</sup>i m<sup>o</sup>i ghép b<sup>o</sup>ng then và then hoa.
2. Trình bày <sup>o</sup>u nh<sup>o</sup> c đ<sup>o</sup>im t<sup>o</sup>ng lo<sup>o</sup>i m<sup>o</sup>i ghép then, so sánh <sup>o</sup>u nh<sup>o</sup> c đ<sup>o</sup>im c<sup>o</sup>a ghép b<sup>o</sup>ng then và ghép b<sup>o</sup>ng then hoa.
3. Phân tích đ<sup>o</sup>u ki<sup>o</sup>n làm vi<sup>o</sup>c, cách tính và ch<sup>o</sup>n m<sup>o</sup>i ghép then và then hoa./