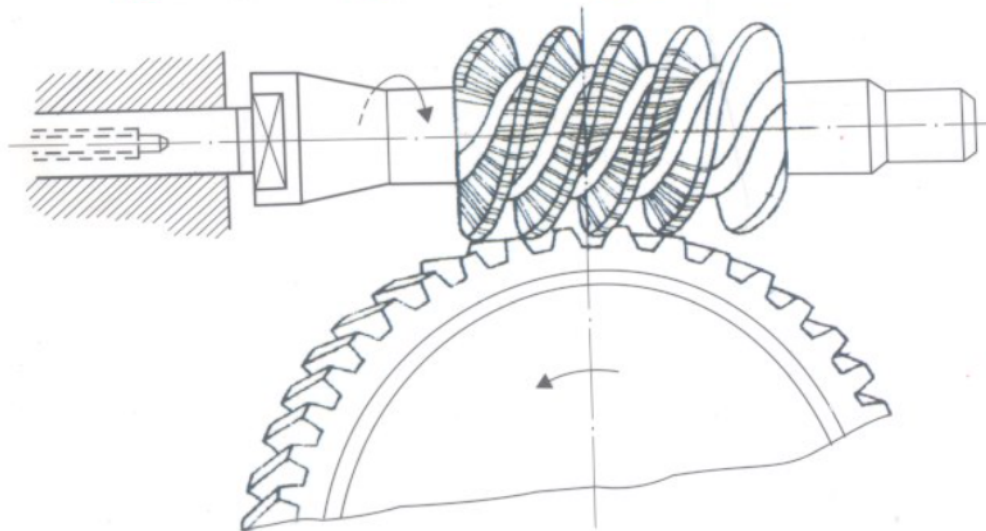


GS.TS. TRẦN VĂN ĐỊCH

CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO

BÁNH RĂNG



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

GS. TS TRẦN VĂN ĐỊCH

CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO BÁNH RĂNG

(Dùng cho giảng dạy, nghiên cứu và sản xuất)

IN LẦN THỨ HAI



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2006

LỜI NÓI ĐẦU

Phát triển công nghiệp chế tạo máy là cơ sở để phát triển mọi ngành công nghiệp khác. Trong chế tạo máy, truyền động bánh răng chiếm một vị trí rất quan trọng, chúng là những cơ cấu đóng vai trò chủ yếu trong hầu hết các máy, có ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng làm việc, an toàn và tuổi thọ của máy.

Gia công bánh răng là một lĩnh vực rất kim loại phức tạp nhất. Có lẽ, không một ngành nghề nào lại đòi hỏi ở người thợ những kiến thức sâu, rộng và khả năng sáng tạo như ở thợ gia công bánh răng. Thợ gia công bánh răng cần phải hiểu biết sâu sắc lý thuyết ăn khớp bánh răng, có khả năng tính toán các thông số hình học của bánh răng, phân tích sơ đồ động của máy cắt răng và tính toán các thông số điều chỉnh máy.

Nâng cao năng suất và hiệu quả kinh tế gia công bánh răng phụ thuộc rất nhiều vào sự hiểu biết sâu sắc các phương pháp cắt răng tiên tiến nhằm giảm khối lượng lao động và giá thành sản phẩm. Chính vì vậy mà thợ gia công bánh răng phải không ngừng nâng cao kiến thức chuyên môn của mình.

Hiện nay ở Việt Nam rất thiếu tài liệu về chế tạo bánh răng, nhiều nhà nghiên cứu và sản xuất khi có nhu cầu phải đi tìm tài liệu nước ngoài. Tuy nhiên tài liệu nước ngoài cũng không có sẵn, và lại cũng còn nhiều người gặp khó khăn khi dùng các tài liệu đó.

Để đáp ứng nhu cầu của các nhà nghiên cứu và sản xuất bánh răng, chúng tôi biên soạn cuốn "Công nghệ chế tạo bánh răng" với nội dung bao gồm những vấn đề như: khái niệm về các loại bánh răng, các phương pháp gia công bánh răng trụ, bánh răng côn và bánh vít trên các loại máy của các nước có nền công nghiệp tiên tiến trên thế giới như Nga, Đức, Ý, Anh, Mỹ... Ngoài ra cuốn sách còn đề cập đến vấn đề tự động hoá quá trình chế tạo bánh răng và các phương pháp nhiệt luyện bánh răng.

Do biên soạn lần đầu, cuốn sách chắc chắn còn có những thiếu sót.

Chúng tôi mong nhận được và trân trọng cảm ơn những ý kiến đóng góp của bạn đọc và đồng nghiệp để lần tái bản sau, nội dung của cuốn sách được hoàn chỉnh hơn.

Các ý kiến đóng góp xin gửi về Bộ môn "Công nghệ chế tạo máy" trường Đại học Bách khoa Hà Nội hoặc Ban biên tập Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật", 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

Tác giả

PHẦN I

NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ CHẾ TẠO BÁNH RĂNG VÀ BÁNH VÍT

CHƯƠNG 1

KHÁI NIỆM VỀ TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG VÀ BÁNH VÍT

1.1. PHÂN LOẠI VÀ CÔNG CỤ CỦA TRUYỀN ĐỘNG BÁNH RĂNG

Truyền động bánh răng được sử dụng trong nhiều loại máy và cơ cấu khác nhau để truyền chuyển động quay từ trục này sang trục khác và để biến chuyển động quay thành chuyển động tịnh tiến hoặc ngược lại.

Truyền động bánh răng được dùng rất rộng rãi bởi vì chúng có những ưu điểm như khả năng truyền lực lớn, đảm bảo tỷ số truyền ổn định, hệ số có ích lớn và truyền động êm.

Truyền động bánh răng là những cơ cấu quan trọng trong ô tô, máy kéo, động cơ đốt trong, máy công cụ, máy nông nghiệp, máy cần cẩu và nhiều loại thiết bị khác.

Phạm vi tốc độ và truyền lực của truyền động bánh răng rất lớn.

Các hộp giảm tốc bánh răng có khả năng truyền công suất tới hàng chục nghìn kW. Tốc độ vòng của bánh răng trong các cơ cấu truyền chuyển động tốc độ cao có thể đạt tới 150m/s. Các bánh răng truyền chuyển động quay được gọi là bánh răng chủ động, còn bánh răng nhận chuyển động quay được gọi là bánh răng động (hay bị động). Trong bị truyền còn có khái niệm bánh răng nhỏ (có đường kính hoặc số răng nhỏ) và bánh răng lớn (có đường kính hoặc số răng lớn).

Sử dụng bánh răng có thể truyền được chuyển động quay giữa các trục song song với nhau, chéo nhau hoặc vuông góc với nhau.

Tùy thuộc vào vị trí tương quan của các trục mà người ta phân biệt: truyền động bằng bánh răng trụ, truyền động bằng bánh răng côn, truyền động bằng bánh xoắn ốc, truyền động bằng bánh vít và truyền động bằng thanh răng.

1.1.1. Truyền động bằng bánh răng trụ

Truyền động bằng bánh răng trụ (hình 1.1) được dùng để quay các trục song song với nhau. Trong trường hợp này truyền động được thực hiện bằng các bánh răng trụ có các răng thẳng (hình 1.1a), răng nghiêng (hình 1.1b) và răng hình chữ V (hình 1.1c).

Bánh răng nghiêng có hai loại: nghiêng trái và nghiêng phải và trong một cặp ăn khớp các hướng nghiêng của chúng ngược nhau. Răng nghiêng cho phép nâng cao độ êm dịu khi làm việc và tăng lực truyền tải. Nhược điểm của bánh răng nghiêng là xuất hiện lực dọc trục khi truyền động.

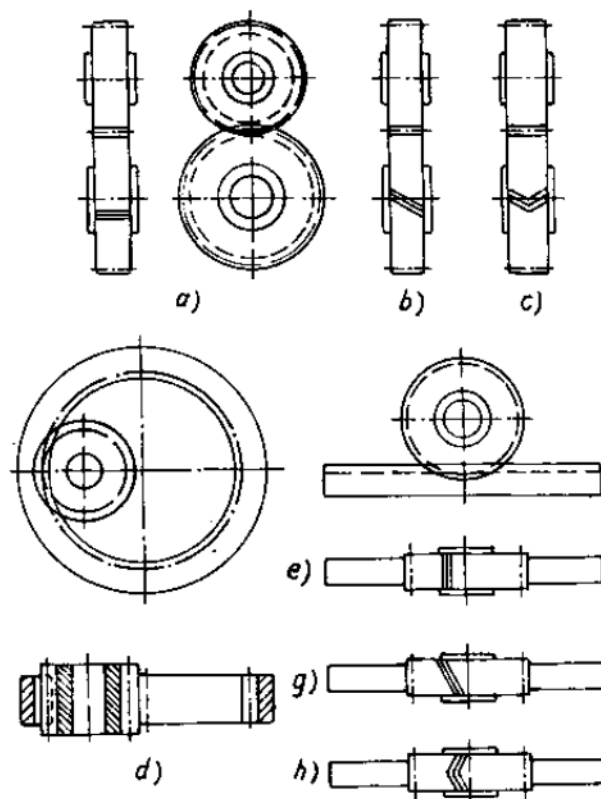
Bánh răng hình chữ V giữ được những ưu điểm của bánh răng nghiêng và còn triệt tiêu được lực dọc trục vì có các hướng răng ngược chiều nhau trên từng bánh răng.

Truyền động bằng bánh răng trụ được thực hiện không chỉ bằng ăn khớp ngoài mà còn bằng ăn khớp trong (hình 1.1d). Truyền động ăn khớp trong có độ êm dịu và tuổi thọ cao hơn so với truyền động ăn khớp ngoài.

Cả hai bánh răng truyền động ăn khớp trong có cùng một chiều quay như nhau.

1.1.2. Truyền động bằng thanh răng

Truyền động bằng thanh răng (hình 1.1e) là một trường hợp đặc biệt của truyền động bằng bánh răng trụ. Khi tăng đường kính của một bánh

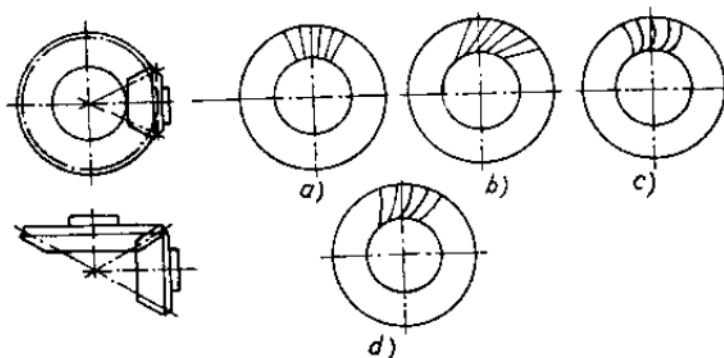


Hình 1.1. Truyền động bằng bánh răng trụ
a, b, c - ăn khớp ngoài; d - ăn khớp trong;
e, f, g, h - truyền động bánh răng - thanh răng.

răng nào đó lên vô cùng thì nó sẽ trở thành thanh răng. Bánh răng và thanh răng của loại truyền động này cũng có răng thẳng (hình 1.1f), răng nghiêng (h 1.1g) và răng hình chữ V (hình 1.1h).

1.1.3. Truyền động bằng bánh răng côn

Truyền động bằng bánh răng côn được sử dụng để truyền chuyển động quay giữa các trục nằm trong cùng một mặt phẳng nhưng có đường tâm chéo nhau (hình 1.2).

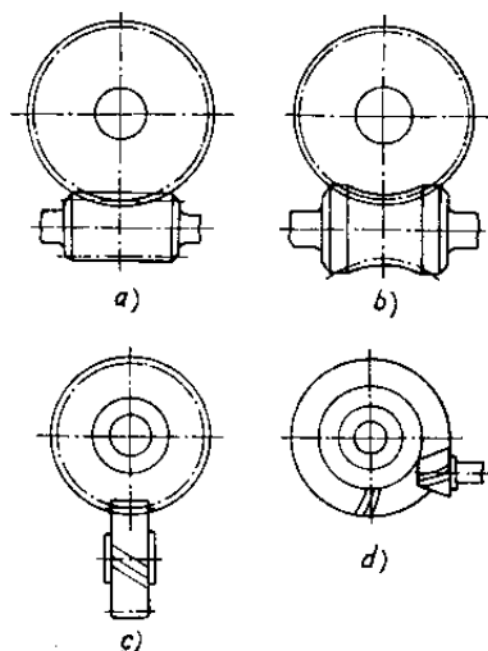


Hình 1.2. truyền động bằng bánh răng côn
a- răng thẳng, b- răng nghiêng, c, d - răng cong.

Bánh răng côn có các loại: răng thẳng (hình 1.2a), răng nghiêng (hình 1.2b) và răng cong (hình 1.2c, d). Tùy thuộc vào hình dáng đường cong được chọn làm đường sinh cạnh của răng mà người ta phân biệt: răng cong có góc nghiêng bằng 0 (hình 1.2c) và răng cong có góc nghiêng lớn hơn 0 (hình 1.2d).

1.1.4 Truyền động bằng bánh vít

Truyền động bằng bánh vít (hình 1.3) được dùng để truyền chuyển động quay giữa các trục vuông góc với nhau. Tùy thuộc vào hình dáng của trục vít mà người ta phân biệt: truyền động bánh vít với trục vít hình trụ (hình 1.3a) và với trục vít lõm (hình 1.3b). Truyền động bằng trục vít đảm bảo được công suất



Hình 1.3. Truyền động bằng trục vít
a- trục vít hình trụ; b- trục vít lõm;
c- truyền động xoắn ốc bằng bánh răng trụ;
d- truyền động xoắn ốc bằng bánh răng côn (truyền động hypoid).

truyền lớn, độ chính xác cao và độ êm dịu khi dịch chuyển.

1.1.5. Truyền động xoắn vít

Truyền động xoắn vít bằng bánh răng trụ (hình 1.3c) cũng được dùng để truyền chuyển động quay giữa các trục vuông góc với nhau.

Các bánh răng riêng lẻ của truyền động xoắn vít không có gì khác so với các bánh răng trong truyền động bằng bánh răng trụ có cùng kích thước. Tuy nhiên, phương của răng của cả hai bánh răng trong truyền động vít (xoắn ốc) là giống nhau (phương của răng của cả hai bánh răng trong truyền động bằng bánh răng trụ không giống nhau). Truyền động xoắn vít bằng bánh răng trụ đơn giản và rẻ tiền hơn truyền động bằng trục vít, nhưng nó có nhược điểm là khả năng truyền lực thấp. Vì vậy, nó ít được dùng trong các cơ cấu truyền lực.

Truyền động hypoid (hình 1.3d) được dùng để truyền chuyển động quay giữa các trục vuông góc với nhau trong các loại xe ô tô và các cơ cấu truyền động có tải trọng lớn.

1.1.6. Các dạng truyền động bánh răng theo công dụng

Tùy theo công dụng mà truyền động bánh răng được chia ra: truyền động lực, truyền động tốc độ, truyền động số và truyền động có công dụng chung.

a. *Truyền động lực.* Truyền động lực được dùng để truyền tải lực lớn khi sử dụng số vòng quay nhỏ. Đó là các truyền động bánh răng trong các máy cán, máy nâng chuyển, các loại ô tô tải và các loại máy kéo v.v...

b. *Truyền động tốc độ.* Truyền động tốc độ có tốc độ vòng rất lớn (tới 150 m/giây). Các loại truyền động này được dùng trong các loại máy bay, các hộp giảm tốc tuabin và các loại cơ cấu tương tự khác.

c. *Truyền động số.* Truyền động số đảm bảo chính xác góc quay của các bánh răng chủ động và thụ động. Đó là các truyền động của xích động học trong các máy cắt răng, các cơ cấu tính toán v.v...

d. *Truyền động có công dụng chung.* Truyền động có công dụng chung làm việc ở tải trọng thấp và tốc độ vòng khoảng 10 m/giây. Dạng truyền động bánh răng này được dùng rộng rãi trong ngành chế tạo máy.

Tùy theo tốc độ vòng V mà truyền động bánh răng được chia ra:

Truyền động rất chậm:	≤ 5 m/giây
Truyền động chậm	0,5-3 m/giây
Truyền động trung bình	3-15 m/giây
Truyền động tốc độ	> 15 m/giây

1.1.7. Đặc tính của truyền động bánh răng

Đặc tính cơ bản của truyền động bánh răng là tỷ số truyền i . Tỷ số truyền i cho biết tương quan của tốc độ góc của các bánh răng chủ động và thụ động.

Tỷ số truyền i được xác định theo công thức:

$$i = \frac{\omega_2}{\omega_1} \quad (1.1)$$

ở đây: ω_1, ω_2 - tốc độ góc của các bánh răng chủ động và bị động (radian/giây)

Radian là góc tâm của đường tròn tựa trên dây cung có chiều dài bằng chiều dài của bán kính đường tròn này ($1 \text{ radian} = \frac{360^\circ}{2\pi} = 57^\circ 17' 46''$).

Tốc độ góc ω và số vòng quay của bánh răng n (vòng/ phút) có quan hệ sau:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \text{ radian/giây} \quad (1.2)$$

ở đây: $\pi = 3,1416$, do đó:

$$i = \frac{n_2}{n_1} \quad (1.3)$$

ở đây: n_1, n_2 - số vòng quay của các bánh răng chủ động và bị động.

Tỷ số truyền của cặp bánh răng ăn khớp được xác định như sau:

Ký hiệu số răng của bánh chủ động (z_1) và bánh bị động (z_2), còn đường kính chia (có thể trùng với đường kính khởi xuất) của bánh răng chủ động là d_1 và bánh răng thụ động d_2 . Các số vòng quay của các bánh răng này là n_1 và n_2 . Vì các đường tròn khởi xuất ăn khớp với nhau không có trượt cho nên các điểm nằm trên các đường tròn khởi xuất đều chuyển động với tốc độ như nhau:

$$\pi \cdot d_1 \cdot n_1 = \pi \cdot d_2 \cdot n_2 \quad (1.4)$$

vì $d_1 = mz_1$ và $d_2 = mz_2$ (m là môđun của bánh răng) cho nên có thể chia hai vế của đẳng thức (1.4) cho πm và sẽ được:

$$z_1 \cdot n_1 = z_2 \cdot n_2 \quad (1.5)$$

hoặc

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1.6)$$

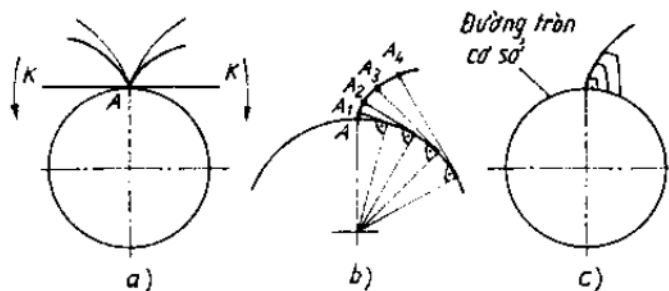
Từ đó có thể thấy tỷ số truyền i của cặp bánh răng ăn khớp bằng tỷ số răng của bánh chủ động (z_1) và bánh răng thụ động (z_2):

$$i = \frac{z_1}{z_2} \quad (1.7)$$

1.2. THÔNG SỐ HÌNH HỌC CỦA BÁNH RĂNG

Đường thân khai được gọi là đường cong do điểm A nằm trên đường thẳng KK tiếp tuyến với đường tròn tạo nên (hình 1.4).

Đường tiếp tuyến dùng để xây dựng đường thân khai được gọi là đường thẳng det sinh. Đường tròn khi triển khai tạo thành đường thân khai được gọi là đường tròn cơ sở. Các điểm A_1, A_2, A_3 v.v... là các vị trí



Hình 1.4. Sự hình thành đường thân khai (a, b) và vị trí của các răng trên cùng một đường thân khai (c)

tiếp theo của điểm A trên đường thẳng det sinh khi nó chuyển động bao hình theo đường tròn cơ sở (hình 1.4b). Trên đường tròn cơ sở (có đường kính xác định) có thể xây dựng nhiều đường thân khai như nhau. Hình dạng của các đường thân khai chỉ phụ thuộc vào đường kính của đường tròn cơ sở. Cùng một đường thân khai có thể là mặt bên của răng lớn hoặc răng nhỏ (hình 1.4c).

Hình 1.5 là nhiều đường thân khai được xây dựng trên cùng một đường tròn cơ sở có bán kính r_o .

Khoảng cách giữa hai đường thân khai kề nhau được đo dọc theo đường thẳng det sinh luôn luôn cố định. Nó bằng chiều dài cung của đường tròn cơ sở nằm giữa các điểm khởi suất ($U_1, U_2 \dots U_i$) và được gọi