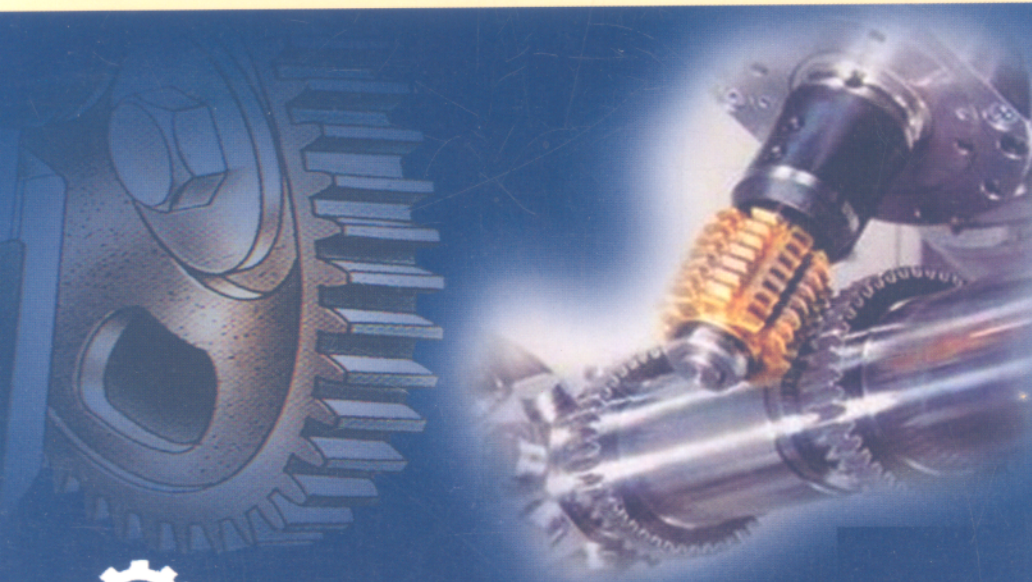


TRẦN THỂ SAN - NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG
Khoa Cơ Khí Chế Tạo Máy
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HCM

Thực hành

Tính Toán Gia Công

BÁNH RĂNG REN VÍT



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Thực Hành
Tính Toán Giá Công
BÁNH RĂNG - REN VÍT

NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG - TRẦN THỀ SAN
Khoa Cơ Khí Chế Tạo Máy
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM

Thực Hành Tính Toán Gia Công **BÁNH RĂNG - REN VÍT**



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

THỰC HÀNH TÍNH TOÁN GIA CÔNG BÃNH RĂNG – REN VÍT

NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG - TRẦN THẾ SAN

Chịu trách nhiệm xuất bản.

TS. PHẠM VĂN DIỄN

Biên tập: TRƯƠNG QUANG HÙNG

Trình bày: KHÁNH THÀNH

Liên kết xuất bản.

CTY TNHH VĂN HÓA TRÍ DÂN

96/15 Duy Tân - Phú Nhuận - Tp.HCM

ĐT : 08 39901846 - Fax : 08 39971765

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

70 Trần Hưng Đạo - Hà Nội

In 1000 cuốn khổ (14.5 X 20.5 Cm) tại xưởng in Cty cổ phần văn hóa Văn Xuân. Theo số đăng ký 215 - 2010/ CXB/ 528 - 17/KHKT. ngày 05/3/2010. QĐXB số 60 NXBKHK. Cấp ngày 26/04/2010. In xong nộp lưu chiểu Quý 02 năm 2010.

Giới thiệu

Bánh răng và ren vít được ứng dụng trong hầu hết các cơ cấu truyền động và cơ cấu tháo lắp được. Mọi người làm việc trong lĩnh vực cơ khí đều quá quen với các chi tiết có vẻ đơn giản này, tuy nhiên về kỹ thuật, chúng tương đối phức tạp và là chủ đề của nhiều tài liệu kỹ thuật. Biên dạng ren, biên dạng bánh răng, tính toán tỷ số truyền, vật liệu, quy trình công nghệ gia công, đồ gá, lý thuyết ăn khớp là những vấn đề có tính hàn lâm, gây không ít khó khăn cho sinh viên và các học viên trường dạy nghề.

Hiện nay, các trường dạy nghề bắt đầu trang bị máy công cụ điều khiển theo chương trình số, máy CNC, nhưng chủ yếu là các máy công cụ đa năng: máy tiện, máy phay đứng, máy khoan bàn, và còn thiếu các máy chuyên dùng như máy phay lăn răng, máy mài bề mặt, máy và đồ gá mài dụng cụ cắt gọt... Các phân xưởng cơ khí quy mô nhỏ và vừa, nói chung, cũng chỉ được trang bị các loại máy nêu trên.

Ở đây không đi sâu về lý thuyết, chỉ tập trung vào kiến thức cơ bản cần thiết cho quá trình gia công bánh răng và ren vít. Nội dung sách gồm các phương pháp thực hành gia công bánh răng trên máy tiện và máy phay đứng, gia công các loại ren trên máy tiện bằng dao một lưỡi cắt, và một phần nói về dụng cụ cắt.

Phần gia công bánh răng gồm các vấn đề cơ bản về biên dạng và kích cỡ răng, gia công bánh răng – thanh răng, bánh răng côn, bánh vít – trục vít, bánh răng thẳng, đầu phân độ.

Nội dung gia công ren vít bao gồm nguyên lý gia công ren trên máy tiện, thiết lập tỷ số truyền trục vít mẹ hệ Anh để gia công ren hệ mét, máy tiện với trục vít mẹ hệ mét, gia công ren nhiều đầu mối, tính đồng bộ giữa các đường cắt khi gia công ren,...

Nội dung chính tập trung vào phương pháp thực hành và kinh nghiệm thực tế nhằm giúp bạn đọc củng cố kiến thức lý thuyết cơ bản, dễ dàng thực hiện các biện pháp gia công ren và bánh răng kết hợp một số loại đồ gá chuyên dùng. Đây là tài liệu bổ ích cho học viên các trường công nhân kỹ thuật, các xưởng cơ khí quy mô vừa và nhỏ, sinh viên, kỹ sư, cán bộ kỹ thuật, các thầy cô giáo dạy thực hành và những người quan tâm đến lĩnh vực này.

Chương 1

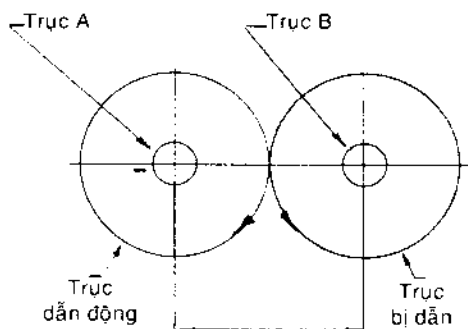
Các vấn đề cơ bản về bánh răng

Khi đối mặt với vấn đề bất kỳ, điều cơ bản để tìm giải pháp là hiểu rõ vấn đề đó. Khi hiểu vấn đề, bạn đã vượt qua bước đầu tiên, cũng là bước quan trọng nhất! Các bánh răng cũng không ngoại lệ. Thợ cơ khí và nhân viên kỹ thuật không thực sự nắm vững kiến thức cơ bản về bánh răng thường gặp rắc rối khi gia công chúng, họ không biết bắt đầu từ đâu và tự hỏi “Bánh răng là cái gì?”

Các bánh răng được sử dụng để truyền chuyển động, qua đó truyền công suất từ trục này sang trục khác. Để giúp hiểu rõ nguyên lý cơ bản, có thể bỏ qua các răng trên bánh răng, chỉ xem chúng là các đĩa tiếp xúc với nhau trên chu vi. Hình 1-1 minh họa sự truyền chuyển động từ trục A sang trục B, hai đĩa được sử dụng có đường kính bằng nhau, mỗi đĩa lắp chặt với một trục. Các đường kính được chọn sao cho chúng tiếp xúc với nhau, giả thiết sự trượt giữa các đĩa là không đáng kể, khi đĩa A quay sẽ làm quay đĩa B, dẫn đến trục B quay. Đây là sơ đồ đơn giản nhưng rất cơ bản, có thể nêu lên nhiều vấn đề, thứ nhất là hai trục sẽ quay ngược chiều nhau.

Từ hình minh họa, trục dẫn động A quay theo chiều kim đồng hồ và trục bị dẫn B phải quay ngược chiều kim đồng hồ. Nếu cần thiết kể hai trục quay cùng chiều, không thể chỉ sử dụng một cặp đĩa. Điều thứ hai là đường kính các đĩa được xác

định bằng khoảng cách tâm giữa hai trục. Trong trường hợp này, do hai đĩa bằng nhau, đường kính của chúng chính là khoảng cách tâm giữa hai trục. Điều thứ ba, do chu vi hai đĩa bằng nhau, tốc độ quay cũng sẽ bằng nhau. Cuối cùng, do không có sự trượt giữa hai đĩa, mọi đặc tính chuyển động của trục A sẽ được truyền đến trục B, nhưng



Hình 1-1. Khoảng cách tâm bằng tổng các bán kính đĩa.

theo chiều ngược lại. Nói cách khác, vận tốc giữa hai trục sẽ không đổi. Điều này rất quan trọng, vì toàn bộ ý tưởng thiết kế răng trên bánh răng là cố gắng duy trì vận tốc không đổi đó. Mặc dù với những ưu thế của công nghệ hiện đại, sự truyền động ma sát sử dụng các đĩa thường được áp dụng khi cần duy trì vận tốc hoàn hảo.

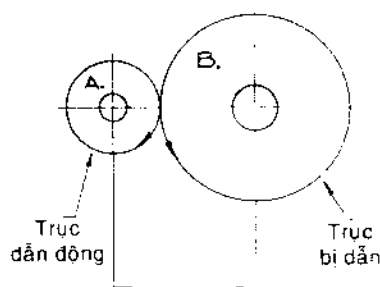
Do yêu cầu thiết kế, hai trục A và B có thể phải quay với tốc độ khác nhau. Hình 1-2 trình bày cách thực hiện điều này. Nếu đĩa A nhỏ hơn đĩa B, chu vi đĩa A sẽ nhỏ hơn chu vi đĩa B, vì thế, một vòng quay của trục A sẽ không làm đĩa B quay một vòng tròn vẹn. Điều này cho thấy quan hệ giữa tốc độ hai trục sẽ tỉ lệ thuận với chu vi hai đĩa. Nếu chu vi đĩa A bằng nửa chu vi đĩa B, đĩa A phải quay hai vòng để làm đĩa B quay một vòng. Khi tính chu vi đĩa cần sử dụng hằng số Pi; do Pi là số lẻ, chu vi cũng là số lẻ. May thay, Pi là hằng số với cả hai đĩa và xuất hiện trên cả hai vế của phương trình tốc độ, do đó có thể ước lượng chúng cho nhau, và có thể nói tốc độ các đĩa tỉ lệ thuận với đường kính của chúng. Như vậy, nếu cần giảm tốc độ ba lần, đường kính đĩa bị dẫn B phải lớn gấp ba lần đường kính đĩa dẫn động A. Xem lại Hình 1-2 bạn sẽ thấy khoảng cách giữa hai trục bằng tổng bán kính của hai đĩa. Nói cách khác, khoảng cách tâm bằng đường kính A cộng đường kính B chia hai, và phương trình này đúng cho hai đĩa bất kỳ tiếp

xúc với nhau. Khi sử dụng hai đĩa đường kính khác nhau, đĩa nhỏ thường được gọi là bánh dẫn động, “nhông”, còn đĩa lớn được gọi là bánh bị dẫn, “đĩa”.

Ở đây chỉ mới xét hai đĩa tiếp xúc với nhau, nhưng trên thực tế, nhiều trường hợp sử dụng hơn hai đĩa; sự bố trí này được gọi là dây hoặc chuỗi (bánh răng) truyền động. Như đã trình bày, nếu hai trục A và B

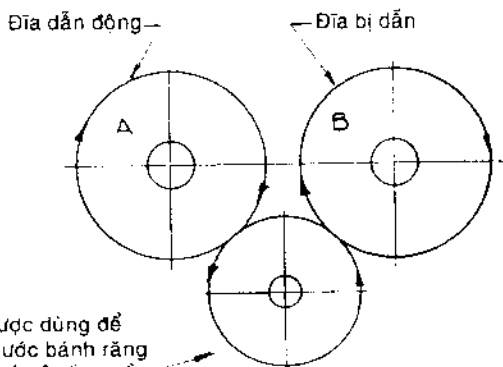
quay cùng chiều, không thể sử dụng một cặp đĩa, cần lắp thêm đĩa thứ ba vào bộ truyền động với chức năng duy nhất là đảo chiều quay. Đĩa thứ ba được gọi là “đĩa trung gian”, Hình 1-3. Kích thước và vị trí đĩa trung gian không ảnh hưởng đến tốc độ hoặc tỉ số truyền giữa hai đĩa gốc. Tốc độ tương đối của đĩa A và B vẫn phụ thuộc vào đường kính của chúng. Vì lý do thiết kế, đĩa trung gian thường nhỏ hơn các đĩa khác, nhưng điều này không bắt buộc. Nếu hai trục A và B cách nhau quá xa, phải sử dụng hai đĩa có đường kính đủ lớn, hoặc dùng các đĩa trung gian để bắc cầu qua khoảng trống này, Hình 1-4. Nhắc

Tốc độ trục A = Đường kính đĩa B
Tốc độ trục B = Đường kính đĩa A

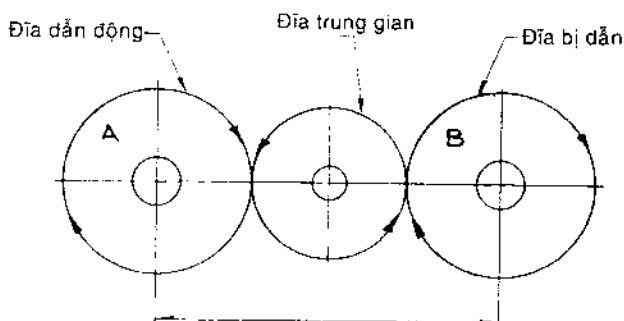


Hình 1-2. Khoảng cách tâm = $(\text{Đường kính A} + \text{Đường kính B})/2$

Hình 1-3. Sử dụng bánh răng trung gian có thể làm cho đĩa dẫn động và đĩa bị dẫn quay cùng chiều.

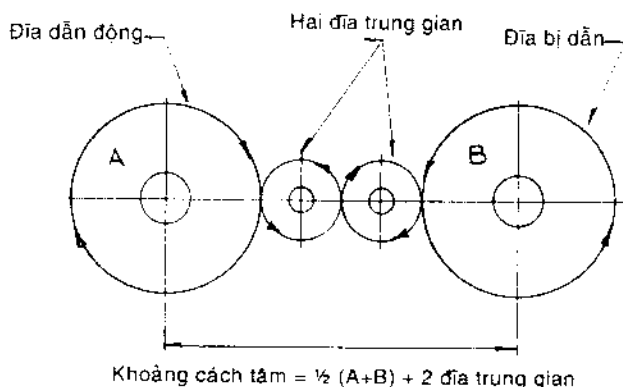


Bánh răng trung gian được dùng để đảo chiều quay. Kích thước bánh răng này không ảnh hưởng đến tỉ số truyền.



Hình 1-4. Khoảng cách tâm = $\frac{1}{2} (A+B)$ + đường kính đĩa trung gian

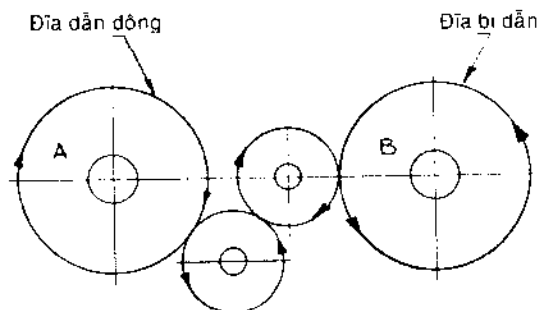
lại, kích thước đĩa trung gian không ảnh hưởng đến tỉ số truyền; đĩa này chỉ đảo ngược chiều quay của bánh răng bị dẫn B, xem minh họa trên các Hình 1-3 và 1-4. Nếu yêu cầu thiết kế bánh răng bị dẫn quay ngược chiều với bánh răng dẫn động (các Hình 1-1 và 1-2), có thể lắp thêm bánh răng trung gian thứ hai vào bộ truyền động, Hình 1-5. Hai bánh răng trung gian sẽ chiếm khoảng trống này và làm đảo chiều quay của đĩa bị dẫn B. Cả bốn đĩa được biểu diễn theo đường thẳng, nhưng nếu không đủ khoảng trống, có thể bố trí các bánh răng trung gian lệch nhau (Hình 1-6). Bộ truyền động có thể có nhiều bánh răng, nhưng nếu tất cả các bánh răng được ghép với nhau theo cách như trên các sơ đồ minh họa, chỉ cần xét đường kính đĩa dẫn động



Hình 1-5. Hai đĩa trung gian được dùng như các vật đệm dẫn động và bị dẫn quay theo hướng ngược nhau.

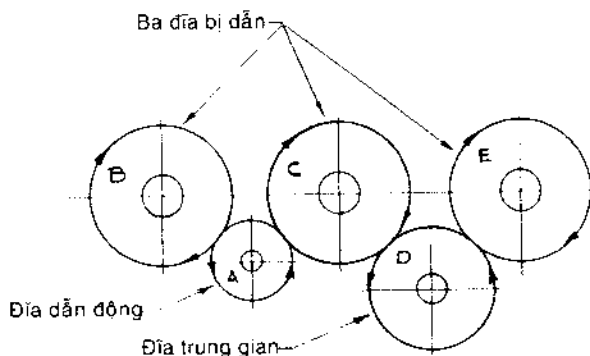
Khoảng cách tâm = $\frac{1}{2} (A+B) + 2$ đĩa trung gian

Hình 1-6. Các bánh răng trung gian lệch nhau cho phép giảm khoảng cách tâm giữa đĩa dẫn động và đĩa bị dẫn.



A và đường kính đĩa bị dẫn B khi xác định tỉ số truyền của bộ truyền động. Tốc độ của các bánh răng trung gian tùy thuộc vào đường kính của chúng, nhưng không ảnh hưởng đến tốc độ của đĩa bị dẫn B.

Có nhiều cách sắp xếp bộ truyền động bánh răng đơn giản, và trong tất cả các ví dụ nêu trên, đĩa đầu là đĩa dẫn động và đĩa cuối là đĩa bị dẫn, nhưng điều này không bắt buộc. Hình 1-7 minh họa trường hợp bố trí ba đĩa bị dẫn B, C và E có cùng đường kính theo đường thẳng. Nguồn công suất (đĩa dẫn động A) được đặt giữa các đĩa B và C để truyền động chúng một cách trực tiếp. Do đó, hai đĩa B và C quay cùng chiều; đĩa bị dẫn thứ ba, E, được truyền động bằng đĩa trung gian D. Đĩa trung gian D có hai tác dụng: bắc cầu qua khoảng hở giữa hai đĩa C và E, và đảo chiều quay để bảo đảm đĩa E quay cùng chiều với



Hình 1-7. Bộ truyền động gồm một đĩa dẫn động, ba đĩa bị dẫn, và một đĩa trung gian.

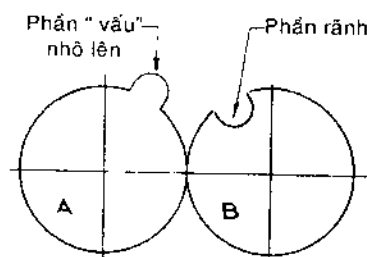
các đĩa B và C. Có thể áp dụng cách bố trí này để kéo dài các bánh răng bị dẫn, chẳng hạn trong cơ cấu băng tải con lăn. Nhưng trong mọi trường hợp, tốc độ quay của từng đĩa bị dẫn sẽ được xác định bằng đường kính của đĩa bị dẫn đó và đường kính của đĩa dẫn động A. Kích thước và tốc độ của các đĩa khác không quan trọng.

Ở đây chỉ mới khảo sát các đĩa quay – chưa phải bánh răng – và đây là hướng đi thích hợp khi thiết kế và bố trí dây truyền động bánh răng hoặc bộ truyền động, chúng được xem như các đĩa, tất cả các cách sắp xếp và tính toán đều dựa trên các đĩa, thay vì bánh răng!

Tương tự các chủ đề khác, truyền động bánh răng cũng có thuật ngữ riêng, và tên gọi chính xác đối với đĩa này là “đường kính vòng chia”, thường được viết tắt là PCD.

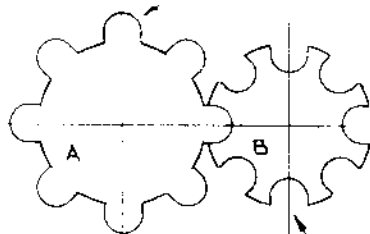
BIÊN DẠNG RĂNG

Cho đến lúc này chỉ mới xét các đĩa lăn trên bề mặt của nhau và truyền động thông qua lực ma sát giữa hai đĩa. Nếu xem lại Hình 1-1, bạn có thể thấy bánh bị dẫn B sẽ cản trở chuyển động của bánh dẫn động, lực cản này là hợp của các lực ma sát trong ổ đỡ trục và công hữu ích cần đạt được từ đĩa bị dẫn. Khi trở lực vượt quá lực ma sát giữa bề mặt hai đĩa, chuyển động trượt sẽ xảy ra và sự truyền động dừng lại. Để khắc phục vấn đề này, cần bổ sung răng cho các đĩa nhằm bảo đảm sự ăn khớp giữa các thành phần và tránh tổn thất chuyển động: các đĩa răng này được gọi là bánh răng trụ tròn hoặc bánh răng trụ răng thẳng. Tuy nhiên, giải pháp cho một vấn đề thường dẫn đến nhiều vấn đề khác, việc đặt các răng lên đĩa chắc chắn không phải ngoại lệ. Hình 1-8 minh họa “vấu lồi” được thêm vào đĩa A, vì thế, khi đĩa này quay cần phải có rãnh hoặc khe tương ứng trên đĩa B; nếu không, hai đĩa sẽ mắc kẹt



Hình 1-8

Bánh răng có
dây vấu nhỏ lên –

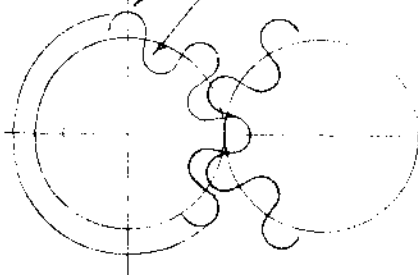


Bánh răng với dây rãnh –

Hình 1-9.

Phần nhô lên –

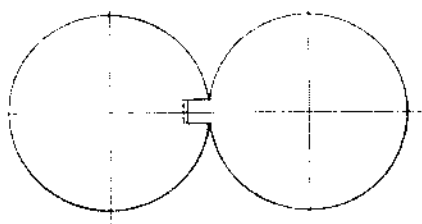
Phần rãnh –



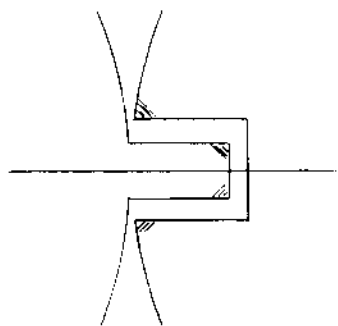
Hình 1-10. Phần rãnh và phần
nhô lên trở thành một răng.

với nhau và sự chuyển động ngừng lại. Khi lọt vào rãnh, vấu lõi sẽ tác động như móc truyền động và sự trượt không thể xảy ra; tuy nhiên, ngay khi vấu lõi ra khỏi rãnh, chuyển động trượt vẫn có thể xuất hiện. Vì thế, cần có dây vấu lõi và rãnh xen kẽ nhau, sao cho tại điểm bất kỳ trên chu vi các đĩa luôn luôn có một vấu lõi ăn khớp với một rãnh (Hình 1-9). Có thể thấy hai đĩa lúc này không giống nhau, một đĩa có các vấu lõi bao quanh và đĩa thứ hai có các rãnh bao quanh.

Giữa cặp vấu lõi và rãnh còn có khoảng trống, đó là bề mặt của đĩa gốc, và những khoảng trống này có thể được sử dụng bằng cách đưa thêm các cặp rãnh và vấu lõi, nhưng trong trường hợp này, các vấu lõi được định vị giữa các rãnh trên đĩa B, và các rãnh được định vị giữa các vấu lõi trên đĩa A; nghĩa là các cặp vấu lõi và rãnh được bố trí nối tiếp nhau. Tổ hợp từng cặp rãnh và vấu lõi được gọi là “răng”, Hình 1-10. Cách bố trí chuỗi răng có điều bất tiện là rất khó nhận ra bề mặt trên chu vi đĩa gốc, do đó sẽ không còn cơ sở cho sự sắp xếp và các tính toán cần thiết. Đây chỉ là một đặc tính của các bánh răng – thông số này là đường kính vòng chia và không dễ nhận biết trên chi tiết hoàn chỉnh. Do đó, không thể đo trực tiếp thông số này. Trong thực tế, cần xem xét bánh răng dưới dạng đường kính vòng chia đang lăn.



Hình 1-11. Răng chữ nhật khóa các bánh răng với nhau.



Hình 1-12. Hình phóng lớn “răng” chữ nhật với khe hở cho phép chuyển động quay xảy ra.

Sau khi xác lập cặp răng gồm hai phần, phần vấu lồi bên trên đường kính vòng chia và rãnh hoặc khe bên dưới đường kính vòng chia, sự chế tạo các vấu lồi và các rãnh theo hình dạng như trên hình minh họa là không thực tế. Ví dụ, giả sử chúng được chế tạo theo dạng chữ nhật, Hình 1-11, cả hai bánh răng sẽ bị khóa chặt với nhau và chuyển động quay không thể xảy ra! Chuyển động quay chỉ có thể trở thành hiện thực nếu có khoảng hở làm việc xung quanh răng, chẳng hạn như trên Hình 1-12, nhưng sự kiểm tra hoạt động cho thấy giải pháp đó không hợp lý. Các góc răng và các góc rãnh – vùng gạch chéo trên bản vẽ – sẽ bị mài mòn nhanh ngay khi chuyển động quay xảy ra. Ma sát quá mức làm tăng tốc độ mòn, nhanh chóng dẫn đến hư hỏng hoàn toàn các răng, cặp bánh răng kiểu này thường gây ra tiếng ồn lớn! Tuy nhiên, nhược điểm lớn nhất đối với cách bố trí này là mất hẳn tính chất vận tốc không đổi giữa hai đường kính vòng chia đang lăn. Bánh dẫn động có thể quay với vận tốc đều không đổi, nhưng chuyển động quay của bánh bị dẫn rất khó dự đoán. Bánh này sẽ quay với một chuỗi triệu chứng ngừng, bắt đầu quay, gia tốc, giảm tốc, rung lắc...; và tất nhiên, điều này không thể chấp nhận được.

Ví dụ trên cho thấy hình dạng răng của bánh răng cực kỳ quan trọng trong việc duy trì vận tốc không đổi trên đường kính vòng chia đang lăn. Hình dạng chỉ cho phép chuyển động

quay xáy ra chưa hẳn đã được chấp nhận, đó còn phải là hình dạng đặc biệt – hình dạng cho phép các bánh răng quay tựa như chúng vẫn là các đĩa.

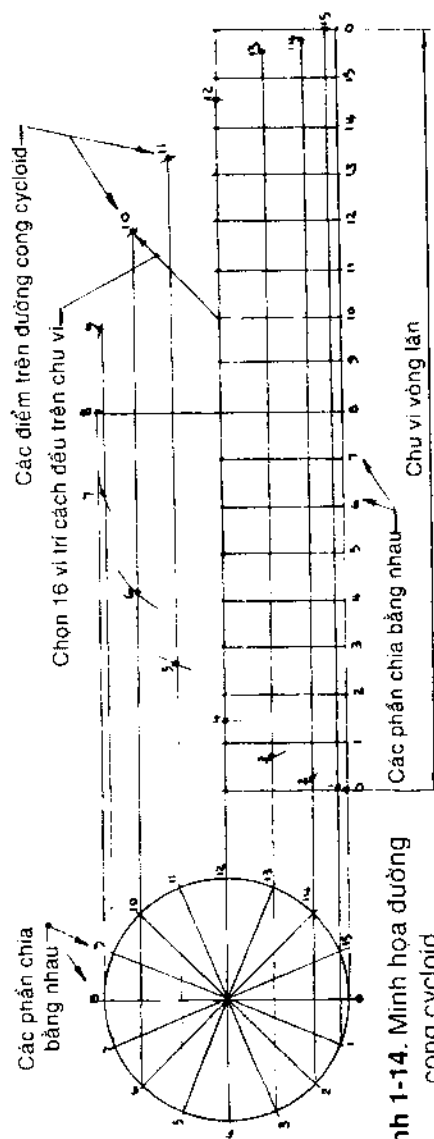
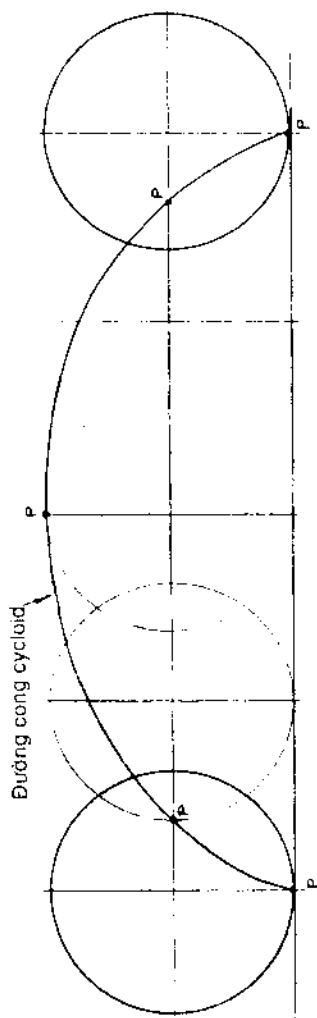
Có thể sử dụng hai đường cong hình học để bảo đảm các điều kiện cần thiết. Một là dựa theo đường cycloid và thứ hai dựa theo đường cong thân khai. Có thể chế tạo các bánh răng theo cả hai tiêu chuẩn, nhưng không được sử dụng bánh răng theo tiêu chuẩn này với bánh răng dựa trên đường cong khác.

Trước đây, loại bánh răng cycloid được sử dụng rộng rãi trong khi dạng thân khai vẫn còn đang nghiên cứu. Tuy nhiên, ngày nay bánh răng thân khai được sử dụng rộng rãi hơn trong kỹ thuật. Có nhiều lý do cho sự thay đổi này, lý do chính là đường cong thân khai dễ chế tạo, phù hợp với các phương pháp sản xuất hiện đại. Mặc dù bánh răng cycloid ít được sử dụng trong kỹ thuật hiện nay, nhưng ở đây vẫn cung cấp đầy đủ thông tin về việc chế tạo các bộ truyền động bánh răng dưới cả hai dạng thân khai và cycloid; tuy nhiên, phần gia công răng sẽ tập trung vào dạng răng thân khai.

ĐƯỜNG CONG CYLOID

Định nghĩa: Cycloid là quỹ tích do điểm cố định trên chu vi đường tròn tạo ra khi đường tròn lăn không trượt theo đường thẳng (Hình 1-13). Bạn hãy hình dung đường tròn được vẽ ở đây là bánh xe lửa và đường thẳng là đường ray phía trước bánh xe. Ở vị trí 1, điểm trên bánh xe tiếp xúc với đường ray; ở vị trí cuối cùng, điểm đó lại tiếp xúc với đường ray nhưng bánh xe đã quay trọn một vòng. Các vị trí trung gian của bánh xe được vẽ để minh họa quỹ đạo của điểm này. Đường cong do điểm này vạch ra khi bánh xe lăn đủ một vòng được gọi là đường cong cycloid.

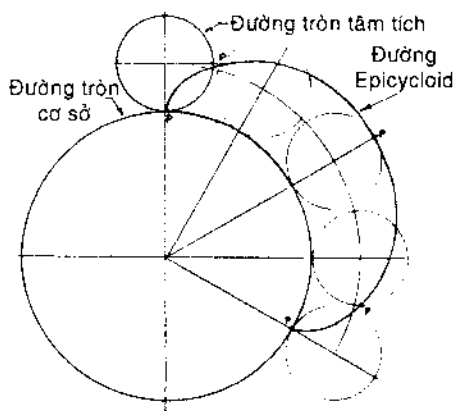
Hình 1-14 trình bày cách vẽ đường cong cycloid. Vẽ đường tròn trên đường thẳng và chia đường tròn này thành nhiều phần bằng nhau như minh họa trên Hình 1-13. Càng nhiều phần chia, đường cong càng chính xác. Đánh dấu đoạn thẳng có chiều dài bằng chu vi đường tròn lên đường cơ sở, chia đoạn thẳng này theo số phần tương ứng với số phần chia đã chọn



đối với đường tròn. Chiều những điểm chia này lên đường tâm, và dựa vào đó xác định các tâm đường tròn tại 16 vị trí khác nhau. Giao điểm của các đường ngang vẽ từ 16 điểm trên chu vi đường tròn gốc và các đường tròn tương ứng của chúng sẽ xác định các điểm trên đường cong cycloid. Trong sơ đồ trên Hình 1-14, điểm 10 được chọn để minh họa phương pháp này. Điều đó cho thấy không nhất thiết phải dùng đường tròn hoàn chỉnh, chỉ cần vẽ một cung bằng qua đường nằm ngang là đủ. Sau đó vẽ đường cong đều qua cả 16 điểm. Đường cong này đối xứng qua đường tâm thẳng đứng.

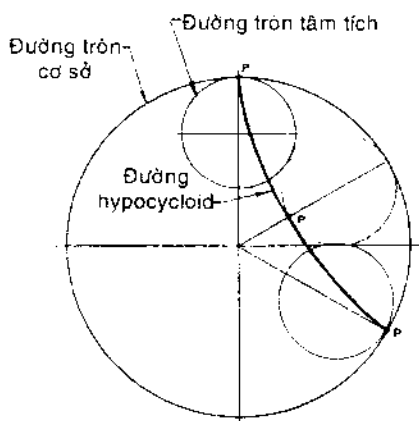
Tuy nhiên, thay vì lăn đường tròn dọc theo đường thẳng, bạn lăn đường tròn này quanh chu vi của đường tròn khác, đường cong do một điểm trên đường tròn lăn vạch ra được gọi là đường epicycloid, Hình 1-15. Về cơ bản, phép dựng hình đường cong này tương tự cycloid, ngoại trừ chiều dài của chu vi đường tròn lăn được đo theo chu vi của đường tròn cơ sở, các điểm trung gian được xác định bằng cách phân chia như ví dụ trước. Điểm khác biệt thứ hai trong phép dựng hình epicycloid là các hình chiếu từ điểm trên đường tròn lăn không phải là đường thẳng mà là các cung quay theo tâm của đường tròn cơ sở. Đường cong epicycloid rất quan trọng vì phần đầu của đường cong này là hình dạng chính xác đối với răng bánh răng bên ngoài đường kính vòng chia.

Kế tiếp, cho đường tròn tâm tích lăn bên trong đường tròn cơ sở thay vì bên ngoài đường tròn cơ sở, khi đó bạn sẽ có đường cong khác. Về cơ bản, phép dựng hình đường cong mới này tương tự đường cong epicycloid, Hình 1-16. Đường cong mới là đường hypocycloid và biểu diễn hình dạng răng bánh răng bên dưới đường kính vòng chia.



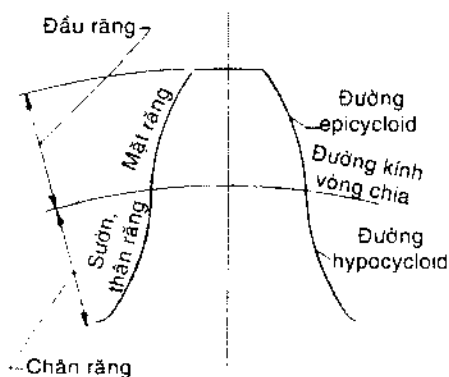
Hình 1-15. Đường cong Epicycloid

Lúc này có thể thấy hình dạng răng cycloid là tổ hợp hai đường cong riêng biệt nối với nhau tại đường kính vòng chia của bánh răng. Hình 1-17 minh họa hình dạng răng phổ biến, bề mặt phía trên đường kính vòng chia thường được gọi là “mặt răng”, bề mặt phía dưới đường kính vòng chia được gọi là “sườn răng” hoặc thân răng. Toàn bộ phần răng phía trên đường kính vòng chia là đầu răng, còn toàn bộ phần răng phía dưới đường kính vòng chia là chân răng.



Hình 1-16. Đường cong hypocycloid

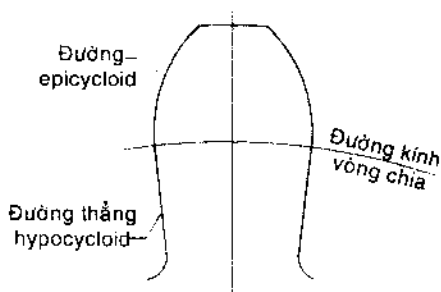
Nghiên cứu cách xác định hình dạng răng cho thấy biên dạng răng trên đường kính vòng chia bất kỳ có thể bị ảnh hưởng bởi kích thước đường tròn lăn (đường tròn tâm tích). Kích thước đường tròn tâm tích có thể thay đổi nhưng không khác nhau trên cặp bánh răng ăn khớp. Tất cả các bánh răng dựa trên cùng một đường tròn lăn hoặc đường tròn tâm tích sẽ vận hành cùng nhau một cách chính xác và duy trì vận tốc không đổi, nhưng không thể sử dụng các bánh răng có đường tròn tâm tích khác nhau trên cùng một bộ truyền động. Điều có thể, nhưng ít khi được áp dụng, khi xét một cặp bánh răng ăn khớp với nhau có một đường tròn tâm tích cho các sườn răng của răng dẫn động và các mặt răng của răng bị dẫn,



Hình 1-17. Răng dạng cycloid.

và một đường tròn tâm tích khác cho các sườn răng của răng bị dẫn và các mặt răng của răng dẫn động.

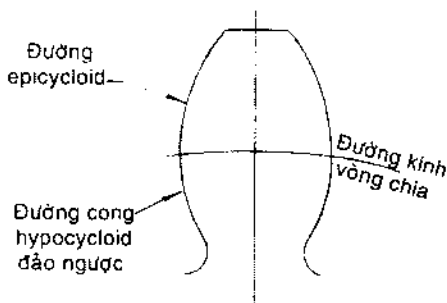
Khi bố trí bộ truyền động bánh răng từ đầu, cần xác định kích thước đường tròn tâm tích, kích thước thường được chọn là bán kính vòng chia của bánh răng nhỏ nhất. Tỉ số này được chú ý do đường hypocycloid được tạo ra bởi đường tròn lăn có đường kính bằng bán kính vòng chia là đường thẳng. Bạn dễ dàng kiểm chứng bằng cách vẽ theo các hướng dẫn đã trình bày. Tất nhiên, điều này có nghĩa là các sườn răng trên bánh răng như thế đều có cạnh thẳng và hướng kính, Hình 1-18. Dù các sườn răng là đường thẳng, các bánh răng này vẫn lăn cùng nhau một cách chính xác và duy trì vận tốc không đổi.



Hình 1-18. Biện pháp răng dùng đường tròn tâm tích có đường kính bằng bán kính vòng chia.

Có thể tăng kích thước đường tròn tâm tích nhưng vẫn tạo ra các bánh răng có hình dạng chính xác; tuy nhiên, điều này sẽ tạo ra sườn răng theo đường cong đảo ngược, chân răng bị xén bớt, và tạo ra dạng răng yếu. Loại bánh răng này chỉ được sử dụng cho các tải nhẹ, ứng suất thấp, Hình 1-19.

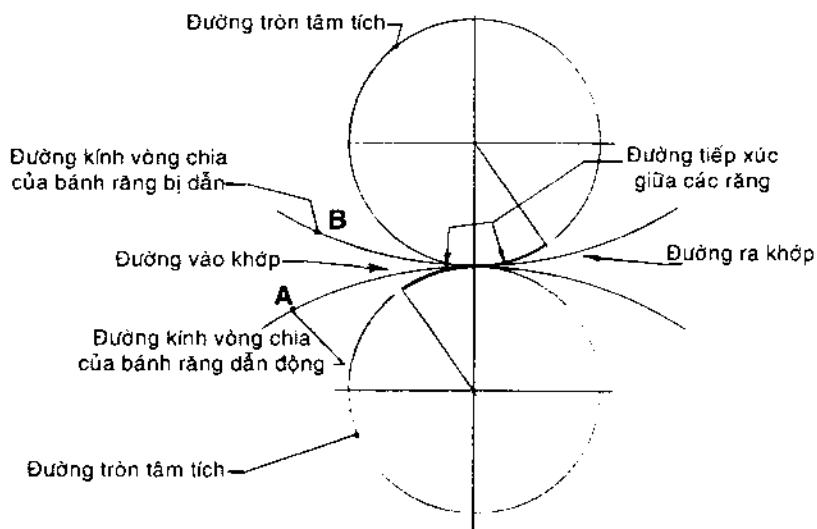
Không có tỉ số lý tưởng giữa đường kính vòng chia và đường tròn tâm tích, nếu có, tỉ số đó sẽ luôn luôn được sử dụng và trở thành chuẩn. Nói chung, khi thiết kế bánh răng thường áp dụng tỷ số 2.22 lần bước vòng răng.



Hình 1-19. Hiệu ứng trên một răng khi đường kính của đường tròn tâm tích lớn hơn bán kính vòng chia

TIẾP XÚC RĂNG

Nếu một bánh răng phải truyền công suất lên bánh răng khác, điều hiển nhiên là các răng của hai bánh răng phải tiếp xúc với nhau trong khi ăn khớp. Phần trình bày dạng răng chữ nhật phi thực tế ở phần trước cho thấy ma sát lớn là do các răng cọ xát với nhau. Ma sát là kẻ thù chính của kỹ sư, vì ma sát không chỉ làm tổn thất công suất mà còn tạo ra nhiệt và làm cho bề mặt tiếp xúc bị mòn nhanh. Đây là lý do thứ hai cho thấy tầm quan trọng của biên dạng răng. Lý tưởng nhất là các răng không cọ xát với nhau mà chỉ lăn lên nhau. Nếu loại bỏ được tác động cọ xát, ma sát hầu như không còn. May thay, dạng răng cung cấp vận tốc không đổi cũng tạo ra tác động lăn cơ bản. Khi ăn khớp và nhả khớp, các răng tiếp xúc, và sự tiếp xúc này xảy ra theo quỹ đạo xác định, gọi là đường tác dụng hoặc đường ăn khớp. Hình 1-20 minh họa đường tiếp xúc đi theo chu vi đường tròn tâm tích của bánh răng dẫn động A, nhưng chỉ đến đường tâm đi qua giữa hai bánh răng - đường XY. Ở đây đường ăn khớp tách khỏi đường tròn tâm tích của bánh răng A để đi theo quỹ đạo của đường tròn tâm tích của



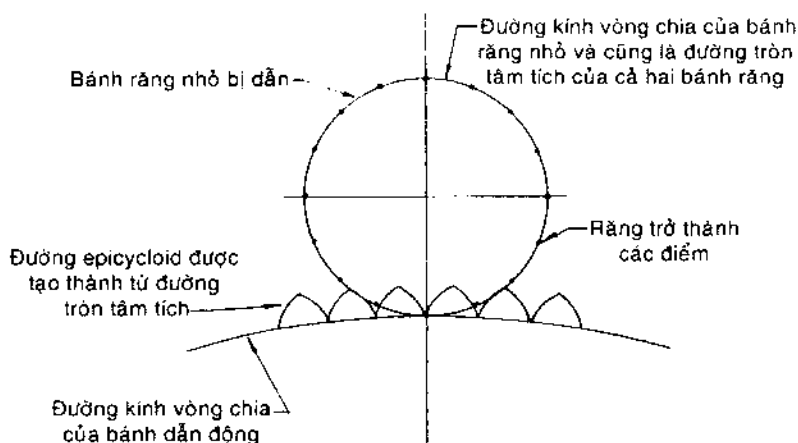
Hình 1-20. Minh họa đường tiếp xúc giữa hai răng cycloid

bánh răng B cho đến khi nhả khớp hoàn toàn. Đường tác động đến đường tâm được gọi là “cung vào khớp” trong khi đường tiếp xúc sau đường tâm được gọi là “cung ra khớp”. Tương tự biên dạng răng, đường ăn khớp là tổ hợp hai đường cong nối với nhau tại đường kính vòng chia.

BÁNH RĂNG CHỐT

Thực tế cho thấy ma sát tạo ra trong quá trình ăn khớp các răng lớn hơn nhiều so với ma sát sinh ra trong quá trình nhả khớp. Ma sát dọc theo đường tiếp xúc bên trái đường XY lớn hơn ma sát xảy ra sau (bên phải) đường XY, Hình 1-20, do đó gây mài mòn và tổn thất công suất nhiều hơn. Điều này chỉ đúng với điều kiện A là bánh răng dẫn động; nếu A là bánh răng bị dẫn, sự việc sẽ đảo ngược và phía ma sát cao sẽ ở bên phải, đây sẽ là phía ăn khớp mới. Đối chiếu với “cung vào khớp”, phần răng tiếp xúc thực sự là các sườn răng của bánh răng dẫn động A và các mặt răng của bánh răng bị dẫn B, đó là “chân” các răng trên bánh răng dẫn động và “đỉnh” các răng trên bánh răng bị dẫn. Sau khi vượt quá đường tâm, điểm tiếp xúc dịch chuyển sao cho lúc này các mặt răng của bánh răng dẫn động tiếp xúc với các sườn răng của bánh răng bị dẫn.

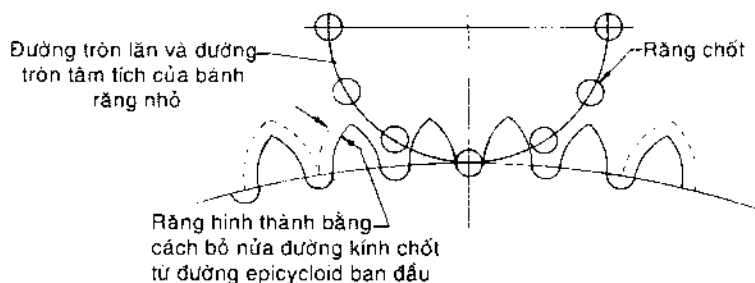
Có nhiều lý do để việc loại bỏ ma sát quan trọng hơn các yếu tố khác, tình huống như thế xuất hiện trong bộ truyền động bánh răng của các đồng hồ, nơi chỉ cần truyền công suất nhỏ và người chế tạo đồng hồ chỉ quan tâm đến sự chuyển động. Bảo toàn công suất bằng cách giảm ma sát là sự quan tâm hàng đầu và điểm ma sát cao của cung tiếp xúc là đường ăn khớp, do đó đây là nơi cần tập trung chú ý. Giải pháp hiển nhiên là loại bỏ toàn bộ sự tiếp xúc trước khi đến đường tâm, nghĩa là cần loại bỏ toàn bộ sườn răng trên các răng của bánh răng dẫn động. Điều này làm cho các mặt răng của bánh răng bị dẫn không còn cần thiết và cũng có thể loại bỏ. Những gì còn lại là bánh răng dẫn động không có răng phía dưới vòng chia và bánh răng bị dẫn không có răng phía trên đường kính vòng chia. Rõ ràng sự thay đổi kích thước đường tròn tâm tích ảnh hưởng đáng kể đến đường cong cycloid. Nếu kích thước



Hình 1-21. Sơ đồ nguyên lý cơ bản của bánh răng chốt.

đường tròn tâm tích bằng đường kính vòng chia của bánh răng bị dẫn, bánh răng sẽ được xem như bánh răng nhỏ (nhông-pignon) hình dạng đường hypercycloid hình thành trên bánh răng bị dẫn trở thành một điểm. Hình dạng bánh răng và nhông lúc này được minh họa trên Hình 1-21.

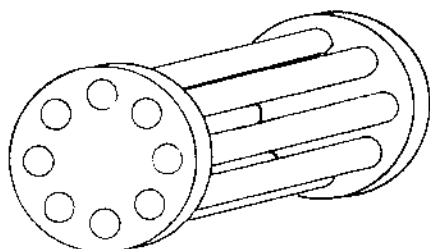
Rõ ràng cách bố trí trên là không thực tế, do đó cần chỉnh sửa các điểm trên biên dạng bánh răng nhỏ để đạt được một số ưu điểm hữu dụng từ lý thuyết này. Nhà toán học Euclid định nghĩa điểm có vị trí nhưng không có độ lớn. Để có độ lớn, có thể bổ sung vòng vật liệu bao quanh các điểm trên nhông để biến chúng thành các chốt, tâm của các chốt trở thành điểm gốc. Về lý thuyết, các chốt hoạt động tương tự các điểm gốc, và trên thực tế, các chốt trở thành những đường hypercycloid. Mở rộng các điểm thành chốt sẽ đòi hỏi chỉnh sửa bánh răng nhằm tạo vị trí cho các chốt ăn khớp với các răng bánh răng. Không nên tăng khoảng cách giữa các tâm bánh răng để tạo khe hở, vì điều này sẽ làm đường kính vòng chia của hai bánh răng không còn tiếp xúc với nhau và điều kiện này phải được duy trì thường xuyên. Giải pháp là cắt bỏ một phần các răng trên bánh răng để tạo không gian cho các chốt trên nhông. Nếu phần cắt từ mỗi răng bằng nửa đường kính chốt và đường



Hình 1-22. Biểu diễn biên dạng thực tế của chốt và răng vẫn là hình dạng cycloid chính xác.

cắt song song với đường biên nguyên thủy của răng, không gian hình thành là khả dụng đối với chốt; tuy nhiên, để hoàn thành khoảng hở này cần cung cấp không gian bán nguyệt phía dưới đường lăn của răng. Hình 1-22 minh họa hình dạng hoàn chỉnh. Bánh răng nhỏ không thể tồn tại khi các chốt tự do trong không gian, vì thế bánh răng nhỏ thường là một dây chốt lắp theo chu vi giữa hai đĩa. Loại nhông này được gọi là nhông đèn lồng, do có hình dạng tương tự đèn lồng (Hình 1-23).

Trong tất cả các bánh răng loại này, nếu bánh răng A (Hình 1-20) là bánh dẫn động, sự ăn khớp của răng bánh răng sẽ xảy ra sau khi đi qua đường tâm, nghĩa là trong vùng ma sát thấp. Điều này dẫn đến tổn thất công suất tối thiểu trong khi truyền động. Bánh răng có các răng nhô lên phải luôn luôn truyền động bánh răng chốt hoặc nhông đèn lồng. Nếu không đèn lồng đóng vai trò dẫn động, sự tiếp xúc giữa các răng sẽ xảy ra trong vùng ma sát cao của cung vào khớp do đó không thể bảo đảm các yêu cầu thiết kế. Trong kỹ thuật, phương pháp bánh răng lớn truyền động bánh răng nhỏ không được áp dụng, vì thế, bánh răng đèn lồng chủ yếu được



Hình 1-23. Hình dạng bánh răng chốt.

giới hạn trong gia công đồng hồ, ở đây cách bố trí này là tiêu chuẩn.

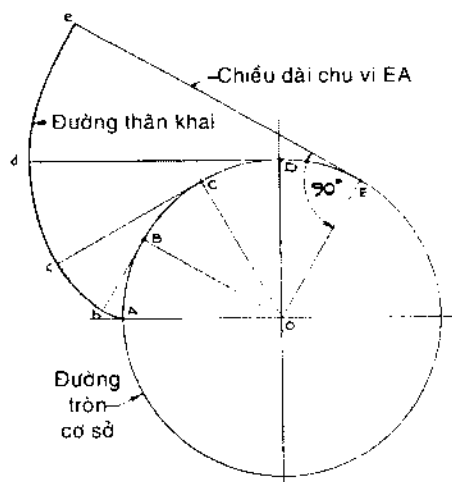
Có thể thấy các răng cycloid thay đổi đáng kể về hình dạng, nhưng vẫn chưa đáp ứng yêu cầu hoạt động êm và vận tốc ổn định giữa các cặp bánh răng. Với điều kiện các đường tròn tâm tích có cùng đường kính đối với hai bánh răng bất kỳ vận hành cùng nhau, hai bánh răng này sẽ quay cùng nhau một cách thỏa đáng, bất kể hình dạng răng.

RĂNG THÂN KHAI

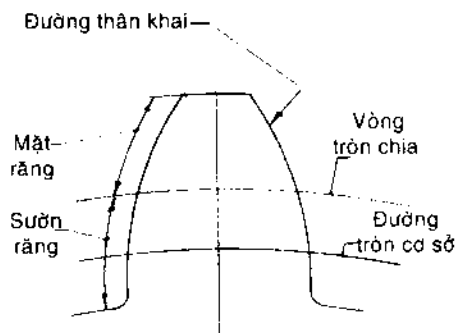
Các bánh răng dựa trên đường cong cycloid có thể duy trì vận tốc không đổi giữa hai đường kính vòng chia, nhưng điều này chỉ đúng với điều kiện hai đường kính vòng chia tiếp xúc với nhau. Nếu vì lý do bất kỳ, các tâm bánh răng được nới rộng ra và các đường kính vòng chia không còn tiếp xúc với nhau, sẽ không thể đáp ứng điều kiện vận tốc không đổi. Nghĩa là, nếu các tâm bánh răng không được xác lập chính xác ngay từ đầu, hoặc ổ trục bánh răng bị mòn, làm cho các bánh răng tách xa nhau, sẽ không thể duy trì điều kiện vận tốc không đổi. Tỷ số truyền giữa các bánh răng không thể thay đổi, vì giá trị này được xác định bằng số răng trên các bánh răng tương ứng, nhưng các bánh răng sẽ quay không đều; sự tăng tốc và giảm tốc sẽ xảy ra khi các răng ăn khớp và nhả khớp, dẫn đến rung động và tiếng ồn trong cơ cấu. Nếu các răng bánh răng được định hình theo đường thân khai, điều kiện vận tốc không đổi sẽ không bị ảnh hưởng khi các tâm bánh răng dịch xa nhau chút ít, nghĩa là độ mòn bình thường trong các ổ trục bánh răng sẽ không ảnh hưởng bất lợi đến hoạt động chính xác của răng bánh răng. Định nghĩa đường cong thân khai áp dụng cho răng bánh răng là đường cong hình học do một điểm trên dây mềm, không co giãn, đang được tháo khỏi đĩa tròn vạch ra, chu vi của đĩa tròn được gọi là đường tròn cơ sở, đĩa này đồng tâm với vòng tròn chia của bánh răng. Đó là định nghĩa kỹ thuật của đường thân khai, nhưng để dễ hiểu, bạn hãy xem đĩa hoặc trống có dây quấn xung quanh, và khi dây được tháo ra khỏi trống, với điều kiện dây được giữ căng, quỹ

dạo do đầu dây thực hiện sẽ vạch ra đường thân khai; Hình 1-24 minh họa đường thân khai và cấu trúc hình học của đường cong này. Có thể vẽ các đường xuyên tâm OA, OB, OC,... với số lượng bất kỳ, và sử dụng càng nhiều đường xuyên tâm, số điểm được tạo ra trên đường cong càng nhiều, do đó, càng dễ vẽ đường cong thân khai một cách chính xác. Các đường Bb, Cc, Dd luôn luôn là tiếp tuyến, hoặc nói theo cách khác, các góc ODe, ODD, OCC,...

luôn luôn là góc vuông và chiều dài các đường Bb, Cc,... sẽ bằng cung giữa tiếp điểm tương ứng và điểm bắt đầu “tháo dây” A. Khác với đường cong cycloid, đường cong có điểm khởi đầu và kết thúc xác định và có thể được lặp lại liên tục, đường thân khai chỉ là một đường cong và tiến đến vô cực khi quá trình tháo dây xảy ra liên tục. Mặc dù đường cong thân khai là vô tận, nhưng phần duy nhất được xem xét trong sự định hình răng bánh răng là phần đầu đường cong, nơi đường cong này tách khỏi đường tròn cơ sở. Hình 1-25 minh họa dạng răng phổ biến đối với bánh răng thân khai. Từ đây có thể thấy các bề mặt tiếp xúc của mặt răng và sườn răng không phải là hai đường cong giao

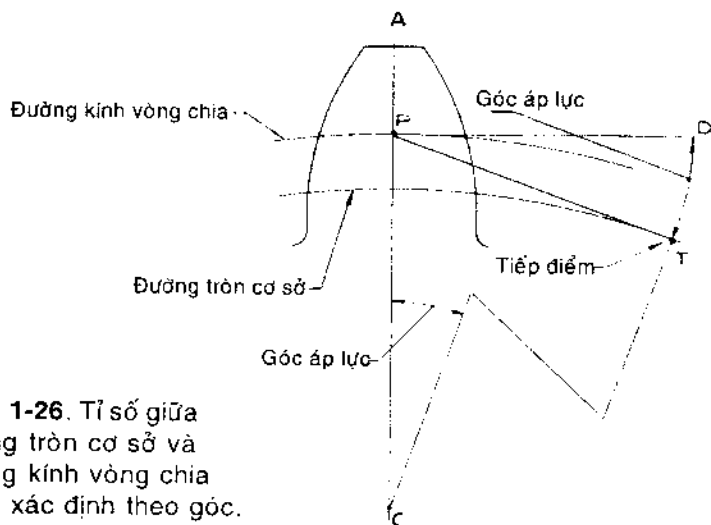


Hình 1-24. Phương pháp dựng đường thân khai.



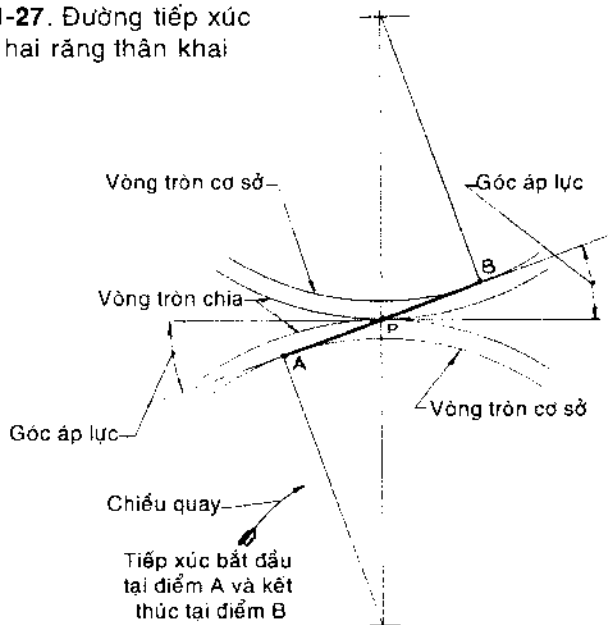
Hình 1-25. Hình dạng răng thân khai

nhau trên đường chia, mà là một đường cong liên tục xuất phát từ đường tròn cơ sở. Đường tròn cơ sở không phải là vòng chia, đó là đĩa hoặc trống mà từ đó “dây” được tháo ra. Đường tròn cơ sở luôn luôn có đường kính nhỏ hơn đường kính vòng chia, nhưng phải đồng tâm với đường kính vòng chia. Răng kéo dài xuống dưới đường tròn cơ sở một chút để tạo khe hở giữa chân răng này và đỉnh răng khác, đồng thời cung cấp không gian cho bán kính hỗn hợp nhỏ để tăng bền cho chân răng. Mọi cặp (hoặc bộ truyền động) bánh răng thân khai làm việc với nhau phải có cùng tỉ số giữa bán kính vòng tròn cơ sở và bán kính vòng chia. Hình 1-26 cho thấy tỉ số giữa vòng tròn cơ sở và đường kính vòng chia thường không được xác định dưới dạng tỉ số mà dưới dạng góc. AC là đường tâm của răng đi qua tâm bánh răng, và nơi đường này cắt vòng chia chính là vị trí điểm P. Lúc này đường thẳng vẽ từ điểm P tiếp tuyến với vòng tròn cơ sở, tiếp điểm là điểm T với góc TCP là góc áp lực của bánh răng. Tuy nhiên, trên các bản vẽ răng bánh răng thường sử dụng góc TPD, vì góc này có cùng giá trị với góc TCP nhưng không cần vẽ tâm bánh răng. Trong trường hợp răng cycloid, đường tiếp xúc giữa các răng bánh răng là tổ hợp của hai đường cong; còn đối với biên dạng răng thân khai, đường tiếp xúc là



Hình 1-26. Tỉ số giữa đường tròn cơ sở và đường kính vòng chia được xác định theo góc.

Hình 1-27. Đường tiếp xúc giữa hai răng thân khai



đường thẳng và được minh họa trên Hình 1-27 bằng đường AB. Toàn bộ sự tiếp xúc xảy ra ở phía ngoài vòng cơ sở.

Sự thay đổi góc áp lực của răng không chỉ làm thay đổi biên dạng răng mà còn làm thay đổi chiều dài quỹ đạo tiếp xúc: góc áp lực càng lớn đường tiếp xúc càng dài. May thay, trong hệ thống bánh răng thân khai ngày nay thường không sử dụng góc áp lực có giá trị lớn, thông dụng nhất là góc 20° . Góc này cho phép tạo ra biên dạng răng thích hợp và chân răng vững chắc, do đó bánh răng có tuổi thọ và hiệu suất cao. Góc áp lực thông dụng kế tiếp là góc $14,5^\circ$, tuy nhiên, góc này ít được áp dụng trong thiết kế bánh răng, mặc dù một số nhà chế tạo máy tiện vẫn dùng góc áp lực $14,5^\circ$ cho các bánh răng thay thế. Góc áp lực càng lớn, răng càng “ngắn và mập”, còn góc áp lực càng nhỏ răng có dạng thon hơn. Chỉ sử dụng các bánh răng có góc áp lực bằng nhau trong cùng một bộ truyền động. Không nên sử dụng các bánh răng có góc áp lực 20° với các bánh răng dựa trên góc $14,5^\circ$; mặc dù chúng vẫn quay,

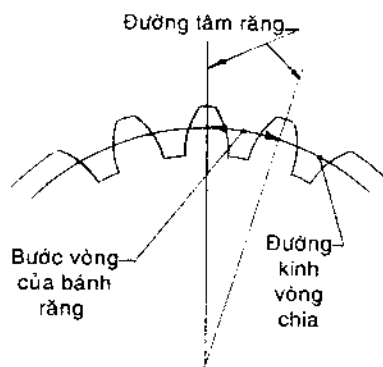
nhưng hiệu suất và tuổi thọ sẽ suy giảm nghiêm trọng. Mọi bánh răng thân khai có cùng góc áp lực và bước răng sẽ vận hành cùng nhau một cách chính xác, dù biên dạng răng trên bánh răng này có thể khác với dạng răng trên bánh răng kia. Điều này là do đường thân khai thay đổi theo đường kính vòng cơ sở. Răng trên bánh răng nhỏ chỉ có vài răng sẽ có dạng đường cong, trong khi trên các bánh răng lớn, các mép răng gần như thẳng. Trên thực tế, dạng thân khai của thanh răng là đường thẳng hoàn hảo tại góc áp lực.

KÍCH THƯỚC RĂNG

Phần trước chỉ mới trình bày biên dạng răng bánh răng nhưng chưa đề cập đến kích thước. Rõ ràng một bánh răng, ví dụ đường kính 3 in, có thể có 20 răng hoặc 200 răng. Hai bộ răng này có thể có dạng thân khai hoàn hảo nhưng chúng không thể vận hành cùng nhau, vì kích thước vật lý của chúng khác nhau đáng kể. Vì vậy, cần có phương pháp hoặc tiêu chuẩn xác định kích thước răng. Cho đến nay, chuẩn cơ bản đối với mọi tính toán bánh răng là đường kính vòng chia, và thông số này vẫn được dùng để xác định hoặc định nghĩa kích thước răng. Có ba phương pháp thông dụng để xác định kích thước răng bánh răng, đó là bước răng vòng, bước răng hướng kính, và module. Khi biết một trong các thông số này, nếu cần, có thể tính các thông số khác một cách đơn giản.

BƯỚC RĂNG VÒNG

Bước răng vòng, gọi tắt là bước vòng, của bánh răng là khoảng cách từ một điểm trên răng bất kỳ đến điểm tương ứng trên răng kế tiếp đo theo đường kính vòng chia (Hình 1-28). Bước răng vòng thường được tính tròn, chẳng hạn $\frac{1}{4}$ inch, $\frac{1}{2}$ inch, $\frac{3}{4}$ inch,..., tuy nhiên, sử dụng số



Hình 1-28. Phương pháp đo bước răng vòng.

tròn đối với bước vòng luôn luôn dẫn đến giá trị đường kính vòng chia bất tiện. Lý do là chu vi đường kính vòng chia bằng số răng trên bánh răng nhân với bước răng vòng. Số răng dĩ nhiên phải là số nguyên và khi nhân với giá trị làm tròn của bước răng vòng, chu vi tính được chắc chắn sẽ là số tròn. Nhưng để có đường kính vòng chia phải chia chu vi này cho π , và mọi số tròn được chia cho 3,1416... đều là số thập phân. Trong xưởng gia công, nhiều ý kiến cho rằng với thước cặp có du xích, việc đo kích thước này cũng dễ như đo kích thước khác, đo 3.017 cũng dễ như đo 3.000. Điều này có lẽ đúng, nhưng chắc chắn hữu dụng đối với nhà thiết kế nếu cho phép họ sử dụng số tròn đối với các tâm bánh răng, đặc biệt là khi thiết lập bộ truyền động bánh răng. Vấn đề này chủ yếu mang tính lý thuyết, vì các bánh răng tương đối nhỏ thường không dựa trên bước răng vòng. Ngoại trừ các bánh răng nhỏ điều chỉnh ăn dao trên máy khoan và máy phay.

BƯỚC RĂNG HƯỚNG KÍNH

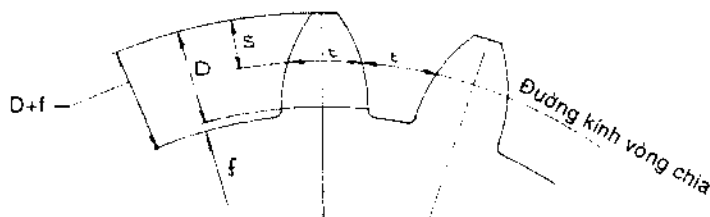
Đây là phương pháp ký hiệu và định nghĩa phổ biến và hữu dụng nhất đối với các bánh răng nhỏ, bánh răng bất kỳ được thiết kế và gia công tại các cơ sở cơ khí vừa và nhỏ. Bước răng hướng kính chỉ là số răng trên một inch đường kính vòng chia của bánh răng. Ví dụ, nếu bánh răng có đường kính vòng chia 2 in và 40 răng, bánh răng này được gọi là có bước răng hướng kính 20. Nếu số răng 40 và đường kính vòng chia 1 inch, bước răng hướng kính sẽ là 40. Bước răng hướng kính luôn luôn là số nguyên và thường là số chẵn. Trên thực tế ít khi gặp bước răng hướng kính lẻ lớn hơn 10, và các bánh răng có bước răng hướng kính nhỏ hơn 10 chủ yếu được các nhà gia công nghiệp dư sử dụng. Cách bố trí này làm cho việc xác định các tâm truyền động bánh răng dễ dàng hơn. Ví dụ, nếu định gia công hai bánh răng theo tỉ số 3:1 và chọn bước răng hướng kính 20, hai bánh răng - một có 20 răng và một có 60 răng - sẽ đáp ứng điều kiện này. Đường kính vòng chia của bánh răng 20 răng sẽ là 1 inch, còn đường kính vòng chia của bánh răng 60 răng sẽ là 3 in. Nghĩa là tâm của cơ cấu này sẽ là 2 in, hoặc trung bình cộng của hai đường kính vòng chia.

MODULE

Các sách cũ định nghĩa module là số nghịch đảo của bước răng hướng kính, nhưng gần đây module đã “mét hóa” cách xác định kích thước răng. Module có thể được tính theo đường kính vòng chia (mm) chia cho số răng, hoặc, đường kính vòng chia (mm) là tích số của giá trị module và số răng trên bánh răng. Vì 1 inch bằng 25.4 mm, số module bằng 1 sẽ là 25.4 DP, số module bằng 2 sẽ là 12.7 DP, còn module bằng 0.5 sẽ là 50.4 D.P.

CÁC TỶ LỆ CỦA RĂNG

Những phần trước chưa đề cập đến các tỷ lệ của răng, đó là lượng răng nhô lên trên hoặc lõm xuống dưới vòng chia và chiều rộng răng tại vòng chia. Những tỷ lệ này được trình bày trên Hình 1-29, nhưng điều quan tâm duy nhất đối với thợ cơ khí khi gia công là chiều sâu cắt răng. Với điều kiện răng được cắt đến chiều sâu chính xác, biên dạng dao sẽ xác định các tỷ lệ răng. Chiều sâu toàn phần, hoặc chiều sâu cắt răng được minh họa bằng ký hiệu $D+f$. Đây là ký hiệu quốc tế và thường được ghi trên tất cả các dao cắt thương mại để tiện dụng cho thợ cơ khí. Hình 1-29 cũng minh họa chiều dày răng ở đường lẩn tương đương với khoảng cách răng tại đường này. Về lý thuyết, điều này là chính xác, nhưng trên thực tế khoảng cách răng thường được gia công hơi rộng hơn chiều dày răng. Một số sách ghi chiều dày răng bằng 0.48 bước răng vòng, do đó gia công khoảng cách răng bằng 0.52 bước răng vòng.



Hình 1-29.
Các tỷ lệ
của răng

- t: Chiều dày răng trên đường lẩn = $\frac{1}{2}$ bước răng vòng
- s: Đầu răng = $1/DP$ hoặc $0.3183 \times$ bước răng vòng
- D: Chiều sâu làm việc của răng = $2/DP$
- $D+f$: Chiều sâu răng toàn phần = $0.6866 \times$ bước răng vòng

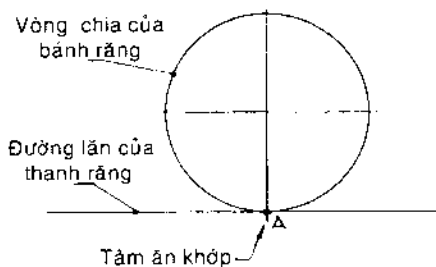
Chương 2

Cơ cấu bánh răng – thanh răng

Nói chung, cơ cấu bánh răng – thanh răng không được xem như hai bánh răng trụ răng thẳng ăn khớp, nhưng về cơ bản chúng là thế. Có thể coi thanh răng như một phần nhỏ của bánh răng trụ răng thẳng rất lớn. Nếu tăng kích thước bánh răng đến vô hạn, đường kính vòng chia sẽ trở thành đường thẳng. Thanh răng, về lý thuyết, chỉ là một phần nhỏ được cắt ra từ bánh răng có đường kính vô hạn.

Thanh răng và bánh răng chỉ khác cặp bánh răng trụ răng thẳng về chức năng hoạt động, chúng thực hiện các nhiệm vụ chuyên biệt. Do có dạng tròn, hai bánh răng trụ răng thẳng có thể quay với số vòng không xác định. Trong trường hợp bánh răng - thanh răng, thanh răng có hành trình được xác định trước và mỗi lần bánh răng đến đầu thanh răng, chuyển động phải dừng lại và đảo chiều sao cho ở cuối mỗi chu kỳ hoạt động cả bánh răng và thanh răng đều trở về vị trí xuất phát ban đầu của chúng. Một kết quả của điều này là rằng trên bánh răng ăn khớp với răng trên thanh răng không thay đổi. Điều kiện này chỉ áp dụng với các cơ cấu quay khi bánh răng dẫn động và bánh răng bị dẫn có cùng số răng. Cơ cấu bánh răng - thanh răng là phương tiện chuyển đổi chuyển động quay thành chuyển động thẳng, hoặc chuyển động thẳng thành chuyển động quay (khi thanh răng là bộ phận bị dẫn).

Hai chi tiết của cơ cấu này được thiết kế và bố trí theo nguyên lý tương tự thiết kế cặp bánh răng trụ răng thẳng. Trên Hình 2-1, bánh răng P được biểu thị bằng đường kính vòng chia và thanh răng được biểu diễn bằng đường thẳng, đây là một phần của đường kính vòng chia có đường kính vô hạn. Hai đường lăn này tiếp xúc nhau tại điểm



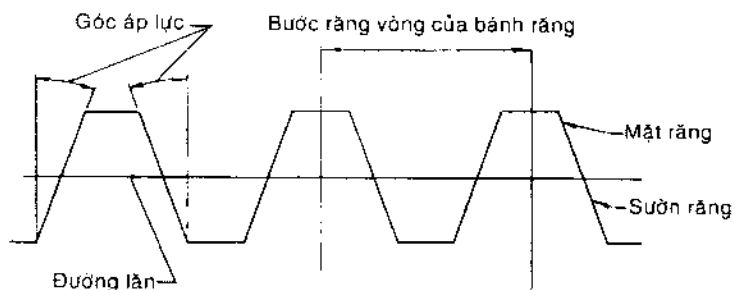
Hình 2-1. Áp dụng nguyên lý cơ bản của vòng tròn chia cho cơ cấu bánh răng - thanh răng.

A. Thực tế chỉ xem đường kính vòng chia như một đĩa lăn dọc theo đường lăn thẳng. Tất nhiên, chiều dài cần thiết của thanh răng sẽ phụ thuộc vào đường kính vòng chia của bánh răng. Mỗi vòng quay của bánh răng sẽ cần thanh răng có chiều dài hiệu dụng bằng chu vi bánh răng. Ví dụ, bánh răng có đường kính vòng chia 2 in sẽ đòi hỏi chiều dài thanh răng khoảng 6,5 inch cho mỗi vòng quay để đáp ứng các yêu cầu thiết kế.

Mọi vấn đề về biên dạng răng đã đề cập đối với bánh răng trụ răng thẳng cũng được áp dụng cho các răng của bánh răng và thanh răng nếu duy trì vận tốc không đổi của đường lăn ăn khớp. Biên dạng răng bánh răng có thể là thân khai hoặc cycloid, một trong hai tiêu chuẩn thiết kế và gia công các răng theo yêu cầu.

DẠNG THÂN KHAI CỦA THANH RĂNG VÀ BÁNH RĂNG

Nếu áp dụng dạng thân khai cho bánh răng và thanh răng, có thể sử dụng thanh răng hoặc bánh răng làm bộ phận dẫn động hoặc bị dẫn, và cả hai cấu hình sẽ hoạt động như nhau. Dạng thân khai của các răng trên bánh răng sẽ giống hệt dạng răng được sử dụng trên bánh răng trụ răng thẳng. Trên thực tế, mọi bánh răng trụ răng thẳng có cùng bước răng và góc áp lực với thanh răng sẽ ăn khớp chính xác với thanh răng đó, vì thanh răng chỉ là một phần của bánh răng trụ răng



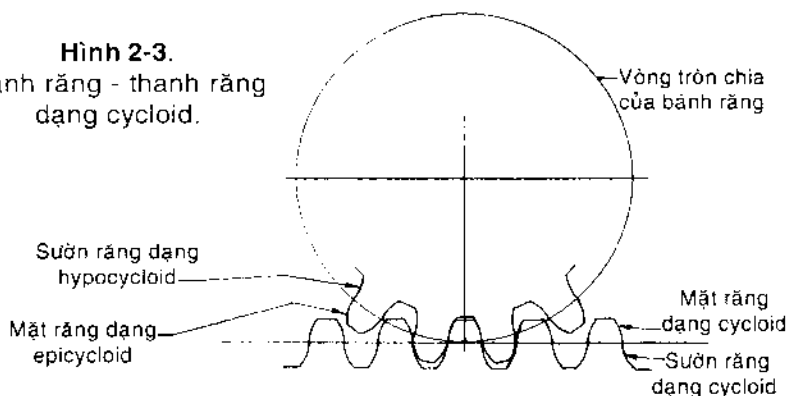
Hình 2-2. Biên dạng thân khai của thanh răng.

thẳng lớn. Răng của thanh răng sẽ hơi khác so với răng của bánh răng, vì đường kính vòng chia của thanh răng có kích thước vô tận. Dạng thân khai hình thành sẽ là đường thẳng. Do đó, các răng của thanh răng sẽ có mép thẳng suốt toàn bộ chiều dài làm việc của chúng. Các răng này không vuông góc với đường lẩn mà nghiêng theo góc áp lực, vì thế thanh răng sẽ có dạng như trên Hình 2-2. Bước răng của thanh răng được đo từ điểm bất kỳ trên răng nào đó đến điểm tương ứng trên răng kế tiếp - trong Hình 2-2 đã chọn đường tâm của răng. Phương pháp biểu thị kích thước răng bằng bước vòng (vòng tròn bước) thường được sử dụng, vì phương pháp này cung cấp số tròn danh nghĩa đối với bước răng của thanh răng, mặc dù kết quả là bánh răng có đường kính vòng chia bất tiện, bước răng đó thường được gọi là bước thanh răng không tiêu chuẩn. Nếu sử dụng thanh răng để cung cấp lượng ăn dao cho máy công cụ, chẳng hạn ăn dao xuống của máy phay đứng, sự định chuẩn mặt số đĩa chia đối với bước răng 0.200 sẽ dễ hơn so với sử dụng bước răng hướng kính tiêu chuẩn 16, vì chuẩn này sẽ dẫn đến bước thanh răng là 0.1963.

THANH RĂNG VÀ BÁNH RĂNG CÓ RĂNG CYCLOID

Có thể áp dụng biên dạng răng cycloid đối với thanh răng và bánh răng theo cách đã sử dụng đối với bánh răng trụ răng thẳng. Nếu thiết kế yêu cầu thanh răng và bánh răng, với một trong hai chi tiết này đóng vai trò dẫn động, nên áp dụng hệ thống các mặt răng epicycloid và sườn răng hypocycloid đối

Hình 2-3.
Bánh răng - thanh răng
dạng cycloid.



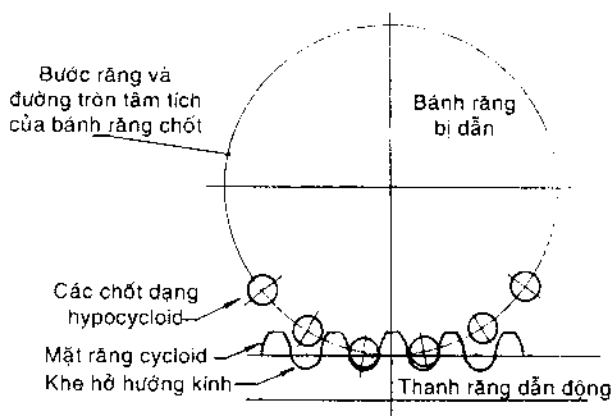
với răng bánh răng. Dạng răng của thanh răng sẽ khác với dạng bất kỳ đã trình bày trong các phần trước. Đường kính vòng chia của thanh răng là đường thẳng và đường tròn tâm tích lăn trên đó sẽ tạo ra đường cycloid thực sự, như minh họa trên các Hình 1-13 và 1-14. Do đó, dạng răng phía trên đường lăn, tức là mặt răng, sẽ có dạng cycloid, không phải dạng epicycloid như trong các trường hợp khác. Đường cong hình thành do lăn đường tròn tâm tích bên dưới đường lăn sẽ lại có dạng cycloid, thực tế đây là hình đối xứng gương của đường thứ nhất, do đó, răng bên dưới đường lăn cũng sẽ có dạng cycloid, không phải dạng hypocycloid. Dạng răng cuối cùng sẽ là tổ hợp của hai đường cycloid đồng dạng nhưng “đối xứng” và kết hợp với nhau tại vòng chia. Hình 2-3 minh họa hình dạng thanh răng và bánh răng.

ÁP DỤNG RĂNG CHỐT VÀO THANH RĂNG VÀ BÁNH RĂNG

Các răng của bánh răng hoặc thanh răng có thể có dạng tròn hoặc chốt, sử dụng nguyên lý được áp dụng đối với không đèn lồng và các bánh răng như đã trình bày ở phần trước và minh họa trên Hình 1-22. Trong trường hợp không thể hoán đổi chức năng của hai bộ phận này, răng chốt phải luôn luôn ở trên bộ phận bị dẫn và do đó nếu sử dụng bánh răng chốt, thanh răng

Hình 2-4.

Thanh răng
với bánh
răng chốt,
thanh răng là
bộ phận dẫn
động



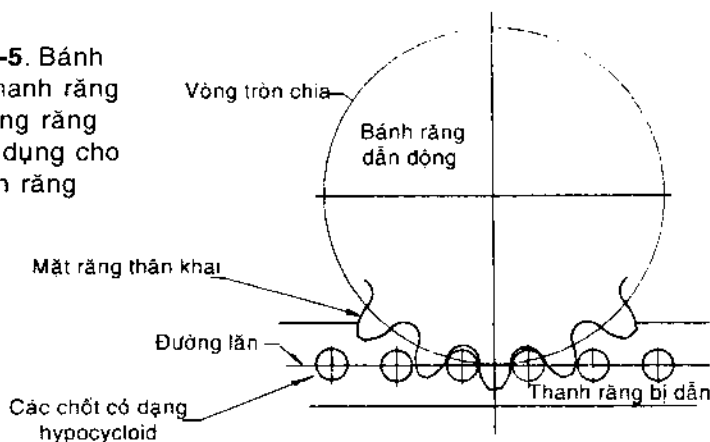
phải là bộ phận dẫn động. Nếu răng chốt ở trên thanh răng, cần bố trí để bánh răng truyền động thanh răng.

Hình 2-4 minh họa cách bố trí sử dụng bánh răng chốt. Các chốt này có dạng hypocycloid được tạo ra bằng cách sử dụng đường tròn tâm tích có đường kính bằng đường kính vòng chia của bánh răng. Mặt răng phía trên vòng chia của các răng trên thanh răng sẽ có dạng cycloid thực sự, đường cycloid này được hình thành bằng cách lăn đường kính vòng chia của bánh răng dọc theo đường chia thẳng của thanh răng. Các không gian hướng kính phía dưới đường chia chỉ tạo khoảng hở cho các chốt đi qua và không tham gia vào sự ăn khớp răng. Toàn bộ sự ăn khớp răng xảy ra sau khi chúng đi qua đường tâm và ở trong vùng tiếp xúc ma sát thấp, nhưng điều này chỉ áp dụng với điều kiện thanh răng đóng vai trò dẫn động. Chiều rộng thực tế của thanh răng sẽ phải nhỏ hơn khoảng cách giữa hai tâm đầu của bánh răng đèn lồng. Điều này là cần thiết để cung cấp khoảng hở cho các tâm đầu có đường kính, vì các lý do thực tiễn, phải lớn hơn đường kính vòng chia của bánh răng, do đó cần mở rộng hợp lý phía dưới bề mặt thanh răng.

Trong trường hợp sử dụng bánh răng làm bộ phận dẫn động, cần ứng dụng răng chốt cho thanh răng, và điều này dẫn đến một tình huống khác thường. Răng chốt có dạng hypocycloid và, như đã nêu, đường tròn tâm tích phải bằng đường kính

vòng chia, NHỮNG đường kính vòng chia của thanh răng là vô tận, vòng chia này là đường thẳng! Điều này không ảnh hưởng đến giá trị của chốt có dạng hypocycloid – lý thuyết chốt phù hợp với đường kính vòng chia bất kỳ và đường tròn tâm tích có cùng kích thước, bất kể kích thước đó là bao nhiêu. Phần bị ảnh hưởng là răng trên bánh răng chỉ có mặt răng và không có sườn răng, vì mặt răng được định hình theo đường tròn tâm tích có dạng đường thẳng. Trên thực tế, đường thẳng này quay hoặc đu đưa trên đường kính vòng chia của bánh răng, sẽ hoạt động giống hệt “sợi dây mềm không giãn” được dùng để định nghĩa đường cong thân khai, và hình dạng của đường epicycloid này sẽ là đường thân khai. Vì thế, mặt răng trên các răng bánh răng có dạng thân khai nhưng chúng ăn khớp một cách chính xác với các chốt có dạng hypocycloid trên thanh răng. Hình 2-5 minh họa trường hợp này. Hai tấm mặt dầu nâng đỡ các răng chốt của thanh răng tất nhiên sẽ lấn quá vòng chia của bánh răng. Do đó, chiều rộng mặt răng của bánh răng nhỏ phải nhỏ hơn khoảng cách giữa các tấm mặt dầu của thanh răng để cung cấp khoảng hở làm việc.

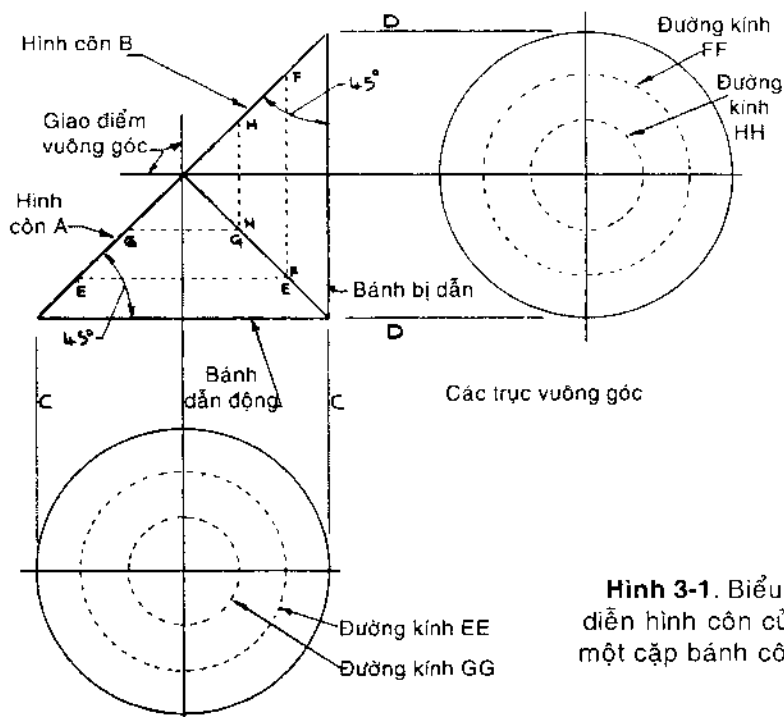
Hình 2-5. Bánh răng - thanh răng với dạng răng chốt áp dụng cho thanh răng



Chương 3

Bánh răng côn

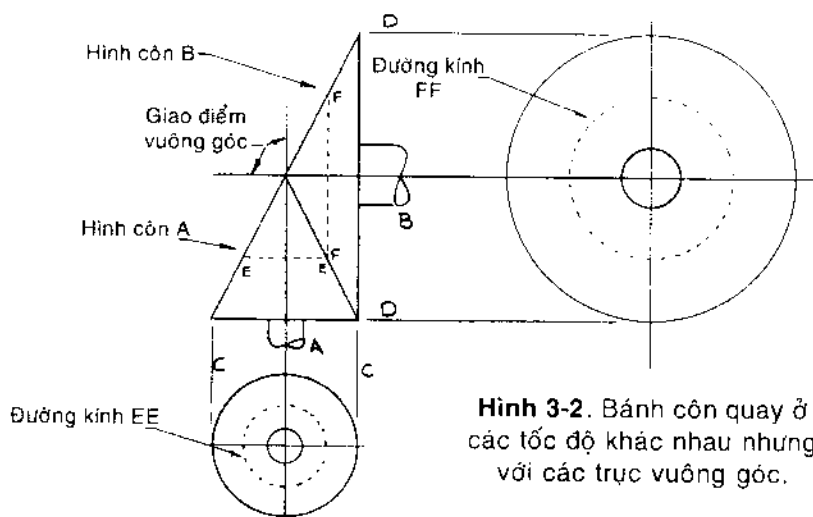
Nếu cần truyền công suất từ trục này đến trục khác và hai trục đó không song song với nhau, một trong các giải pháp là sử dụng bánh răng côn. Các xưởng cơ khí nhỏ thường cho rằng gia công răng trên bánh răng côn khó hơn gia công bánh răng trụ răng thẳng, do không có trang thiết bị chuyên dùng để định hình răng côn một cách chính xác. Tuy nhiên, có nhiều cách để đạt biên dạng răng tương đối chính xác và các bánh răng côn được gia công có thể đáp ứng những yêu cầu thiết kế, mặc dù dạng răng thực tế chỉ gần giống với dạng răng lý thuyết chính xác. Để giải thích rõ hơn những vấn đề liên quan, ở đây sẽ xét hoạt động của một cặp bánh răng côn theo cách tương tự đã áp dụng cho bánh răng trụ răng thẳng, nghĩa là truyền động bằng ma sát không có răng. Trong trường hợp này, đĩa quay được thay bằng các nón quay. Trong đó, hai trục vuông góc với nhau và quay ở tốc độ bằng nhau. Cách bố trí loại nón côn này được minh họa trên Hình 3-1. Nếu xét các đường kính lớn nhất CC và DD của hai nón côn, bạn sẽ thấy chúng có cùng kích thước, vì hai nón côn bằng nhau và một vòng quay của đường kính CC sẽ tạo ra một vòng quay của đường kính DD, vì thế cả hai đường kính sẽ quay cùng tốc độ. Hai đường kính bất kỳ khác của các nón côn này, chẳng hạn EE và FF, hoặc GG và HH, sẽ tương xứng với nhau như đường kính đáy, vì thế tốc độ quay của chúng sẽ bằng các đường kính đáy. Bất kể vị trí mặt cắt nón côn A, với điều kiện song song với đường đáy và vuông góc với đường tâm, đường kính



Hình 3-1. Biểu diễn hình côn của một cặp bánh côn.

của mặt cắt này sẽ bằng mặt cắt tương ứng trên nón côn B. Từ đây có thể thấy toàn bộ bề mặt của hai nón côn sẽ lăn không trượt cùng nhau. Có thể chọn hai đường kính tiếp xúc bất kỳ, EE và FF chẳng hạn, làm các vòng chia của bánh răng mà không ảnh hưởng đến tốc độ tương đối của hai trục.

Trong trường hợp bánh răng trụ răng thẳng, nếu hai trục được liên kết bằng cặp bánh răng quay với tốc độ khác nhau, tỉ số đường kính vòng chia phải tương đương với tỉ số tốc độ được yêu cầu. Áp dụng các điều kiện tương tự với bánh răng côn; nếu hai trục được liên kết bằng các bánh răng côn quay với tốc độ khác nhau, đường kính các đáy nón côn phải tỷ lệ với các tốc độ được yêu cầu. Điều kiện này được minh họa trên Hình 3-2, trong đó trục nón côn A quay hai vòng trong khi trục nón côn B chỉ quay một vòng. Để đạt được điều này, đáy của



Hình 3-2. Bánh côn quay ở các tốc độ khác nhau nhưng với các trục vuông góc.

nón côn B phải có đường kính gấp hai lần đường kính đáy của nón côn A. Mặc dù hai nón côn này có đường kính và góc đỉnh khác nhau, các mặt cắt tại điểm bất kỳ trên nón côn, chẳng hạn EE và FF, sẽ vẫn cung cấp các đường tròn tiếp xúc có tỉ số vận tốc như các đường tròn đáy của các nón côn. Như thế điều kiện này lại được đáp ứng, nhờ đó các bề mặt của hai nón côn sẽ lăn không trượt cùng nhau một cách hoàn hảo. Từ hai Hình 3-1 và 3-2, có thể thấy đường nối kết hai đường tâm côn là đường thẳng liên tục. Điều này luôn luôn đúng với các trục vuông góc, bất kể tỉ số truyền được chọn. Tất cả các điều nêu trên chỉ đúng với hai trục nón côn và các trục giao nhau, nhưng đây là điều kiện áp dụng cho đa số các bánh răng côn thường gặp trong thực tế kỹ thuật.

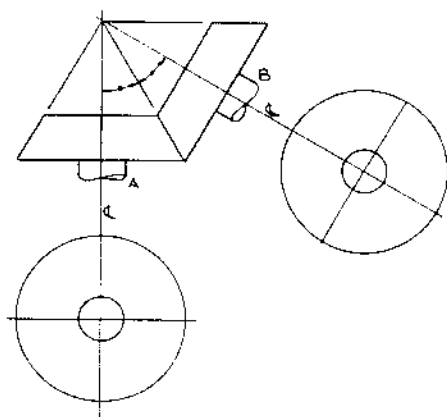
Cũng có thể liên kết các trục không vuông góc với nhau bằng các bánh răng côn và các nguyên lý nêu trên vẫn được áp dụng. Hình 3-3 minh họa hai trục liên kết với nhau theo góc nhỏ hơn 90° bằng cặp bánh răng côn. Nếu góc yêu cầu lớn hơn 90° , hình dạng nón côn sẽ tương tự minh họa trên Hình 3-4. Nếu hai trục quay cùng tốc độ, các nón côn sẽ có kích thước bằng nhau (Hình 3-3). Nếu hai trục quay với tốc độ khác nhau, một

nón còn sẽ lớn hơn nón còn còn lại (Hình 3-4). Vòng đáy của các nón còn được chọn theo cùng tỷ lệ với tỉ số tốc độ tương ứng, như đã trình bày đối với trục vuông góc.

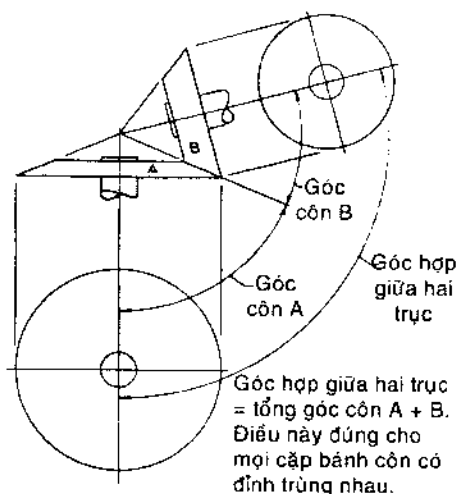
Về lý thuyết, có thể có hai bánh răng còn ăn khớp trong, tức là, mặt ngoài của bánh răng còn nhỏ lần tiếp xúc với mặt trong của bánh răng còn lớn. Tuy nhiên, cách bố trí này ít được sử dụng vì gia công bánh răng còn trong rất phức tạp, ngay cả trong thời đại công nghệ hiện nay với các máy phay răng hiện đại. Hình 3-5 minh họa hai cách bố trí này.

RĂNG TRÊN BÁNH RĂNG CÔN

Mọi điều kiện đã nêu về việc duy trì vận tốc không đổi của hai đĩa tiếp xúc khi áp dụng các răng lên chúng để tạo thành các bánh răng trụ răng thẳng cũng được áp dụng đối với bánh răng côn. Khi được bổ sung răng, các bánh răng côn phải tiếp tục lăn cùng nhau như thể chúng

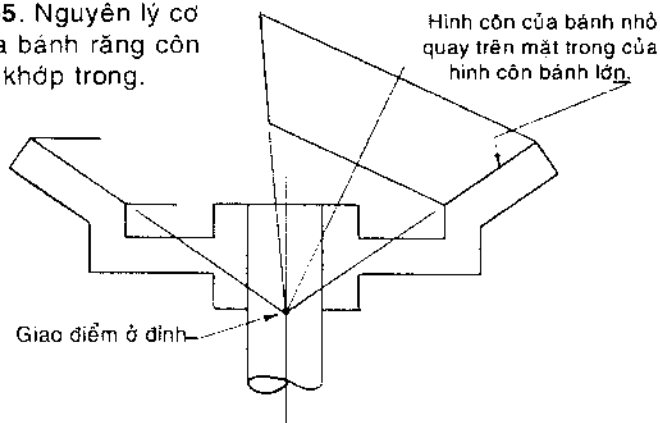


Hình 3-3. Cặp bánh răng côn có cùng kích thước với các trục cắt nhau theo góc nhọn.

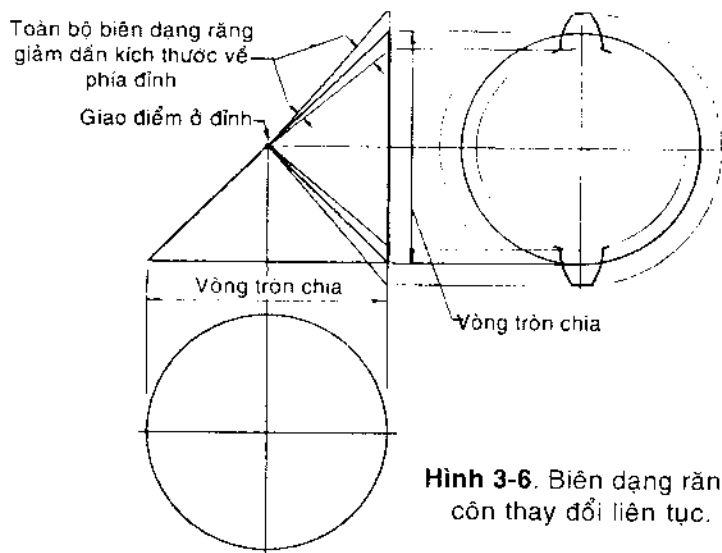


Hình 3-4. Cặp bánh răng côn có kích thước khác nhau với các trục cắt nhau theo góc tù.

Hình 3-5. Nguyên lý cơ bản của bánh răng côn ăn khớp trong.



vân lăn trên các mặt côn nhẵn. Điều này làm nảy sinh vấn đề, vì cả răng và khoảng hở phải có dạng côn và theo hình dạng mặt chia của các nón côn. Bề mặt của tất cả các răng, nếu được kéo dài về phía đỉnh côn, phải giao nhau và tạo thành một điểm. Về mọi phương diện, kích thước răng không phải bất biến: toàn bộ biên dạng răng liên tục thay đổi và thu nhỏ dần khi tiến đến tâm hình côn (Hình 3-6). Hình dạng bề mặt răng, mặt răng, sườn răng, cũng như đỉnh và chân răng đều phải côn. Răng bánh răng côn hầu như luôn luôn có dạng thân khai, vì thế, dạng thân khai thực tế cũng sẽ thay đổi khi biên dạng răng di chuyển dọc theo bề mặt côn. Nghĩa là loại dao định hình thông thường không thể tạo ra biên dạng răng chính xác, vì dao này chỉ có dạng chính xác tại một điểm dọc theo chiều dài răng. Nếu sử dụng răng có mặt cắt đồng nhất, tương tự bánh răng trụ răng thẳng, hoặc sử dụng góc côn không chính xác để các răng không hội tụ tại một điểm trên đường giao của hai mặt côn chia, các bánh răng sẽ không vận hành cùng nhau một cách chính xác. Dù có thể lắp các bánh răng vào vị trí chính xác, chúng cũng không thể vận hành cùng nhau, vì các răng sẽ cản trở lẫn nhau thay vì ăn khớp chính xác. Nếu cung cấp công suất để quay loại bánh răng này, các răng sẽ nhanh chóng bị gãy do áp lực cao tác động lên chúng.

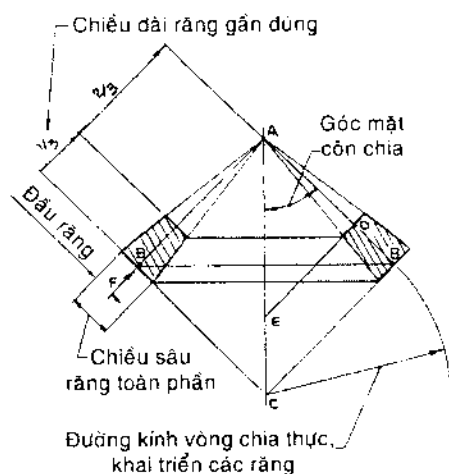


Hình 3-6. Biên dạng răng côn thay đổi liên tục.

Trong thực tế, răng thường không kéo dài đến đỉnh, vì khi tiến tới tâm, các răng trở nên nhỏ dần cho đến khi hội tụ thành một điểm. Chỉ một đoạn răng thực sự có giá trị truyền công suất, và tất nhiên, đó là phần răng ở đầu lớn của nón côn. Không có tiêu chuẩn xác định chiều dài răng, nhưng giá trị này thường bằng khoảng một phần ba chiều dài tổng của bề mặt côn, chiều dài đường sinh của hình nón (Hình 3-7).

Để có sự tiếp xúc lăn chính xác và duy trì vận tốc không đổi giữa hai nón côn, cần định hình răng trên các bánh răng theo nguyên lý đã trình bày đối với răng của bánh răng trụ răng thẳng. Tuy nhiên, vẫn có sự khác biệt đáng kể; với các bánh răng trụ răng thẳng, răng được định hình theo đường kính vòng chia thực, nhưng với các bánh răng côn lại khác. Hình 3-6 cho thấy các răng không ở trong mặt phẳng song song với đáy mặt côn chia, mà vuông góc với mặt chia hình côn. Do đó, khai triển các răng theo chu vi vòng chia của nón côn sẽ hoàn toàn sai, vì đường tròn này vuông góc với trục nón côn. Đường cong thân khai phải được triển khai từ đường tròn vuông góc với bề mặt côn của nón côn. Hình 3-6 còn cho

thấy dạng răng được trình bày trên hình chiếu cạnh không phải là dạng răng thực, mà là dạng răng nhìn vuông góc với trục nón côn thay vì nhìn vuông góc với bề mặt côn. Hình 3-7 minh họa điều này rõ hơn với răng được thêm vào nón côn. Vòng chia của nón côn được minh họa bằng đường BB và đỉnh là điểm A. Chiều dài mặt côn chia là đường BA, nơi răng được vẽ thêm và gạch chéo trên bản vẽ, mặt răng ở phía trên đường lẩn trong khi sườn răng ở phía dưới. Nếu được chiếu, cả đỉnh và chân răng sẽ gặp nhau tại đỉnh nón côn. Nhìn theo hướng mũi tên F, răng được định hình hướng theo bề mặt của mặt côn chia. Nếu vẽ một đường vuông góc với mặt côn chia và chiếu ngược lại cho đến khi gặp đường tâm nón côn, đó sẽ là điểm C. Chiều dài đường BC là bán kính của đường kính vòng chia thực sự để triển khai các răng. Các bán kính tương tự, ED chẳng hạn, có thể được thiết lập ở điểm bất kỳ dọc theo chiều dài răng.

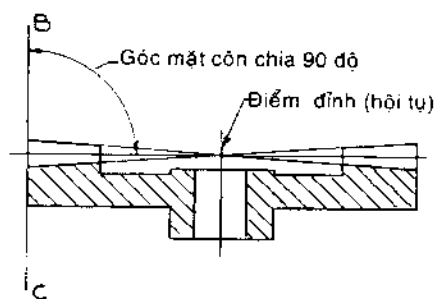


Hình 3-7. Đường kính vòng chia thực của răng

BÁNH RĂNG MẶT ĐẦU VÀ BÁNH RĂNG NHỎ

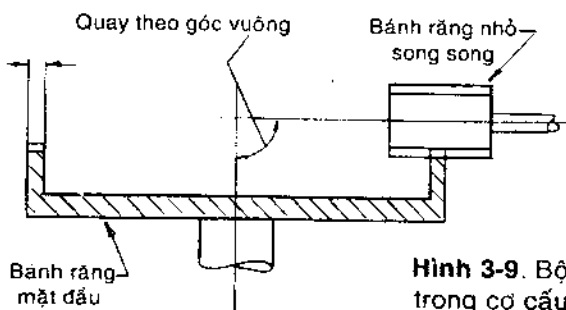
Thuật ngữ bánh răng mặt đầu và bánh răng nhỏ (nhông) thường được dùng cho cặp bánh răng côn, trong đó nhông nhỏ hơn so với bánh răng; tỉ số truyền khoảng 4:1 sẽ cho kết quả bánh răng lớn hơn rõ rệt khi đặt bên cạnh nhông ăn khớp tương ứng, và có thể được gọi theo thuật ngữ bánh răng mặt đầu và bánh răng nhỏ. Tuy nhiên, điều này không hoàn toàn chính xác. Bánh răng mặt đầu là loại bánh răng côn đặc biệt góc chia được tăng đến 90° . Khi áp dụng phương pháp đã trình bày để xác định đường kính của vòng chia thực, rõ ràng đường

BC, Hình 3-7 và 3-8, sẽ không bao giờ cắt đường tâm của nón côn, nghĩa là vòng chia thực có đường kính vô hạn. Vì thế, bánh răng mặt đầu tương đương với thanh răng của bánh răng côn. Trong trường hợp thanh răng, vòng chia có dạng đường thẳng là do đường thân khai trở thành đường thẳng; điều tương tự cũng xảy ra với bánh răng mặt đầu, các răng có mặt răng và sườn răng mép thẳng nhưng tất cả các đặc điểm của răng vẫn phải giao nhau tại đường tâm bánh răng, dù không phải hình côn. Hình 3-8 minh họa bánh răng mặt đầu và cách thức các răng hội tụ về phía tâm. Bánh răng mặt đầu, hoặc lý thuyết về loại bánh răng này, trong công nghiệp được coi là cơ sở của hệ thống gia công bao hình để chế tạo bánh răng côn.

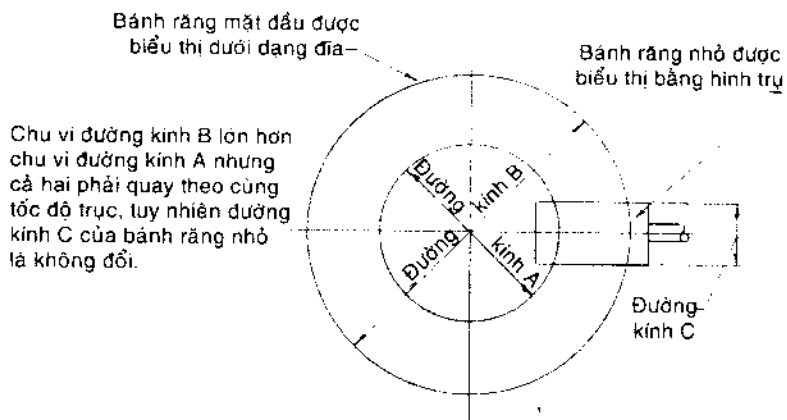


Hình 3-8. Bánh răng mặt đầu

Đôi khi, đặc biệt trong các cơ cấu đồng hồ hoặc các bộ truyền động công suất thấp, có thể sử dụng cấu hình “truyền động theo cặp bánh răng mặt đầu” được minh họa trên Hình 3-9. Răng của bánh răng lớn và bánh răng nhỏ này không côn mà song song trên toàn bộ chiều dài của chúng. Về lý thuyết, điều này hoàn toàn không phù hợp và thực tế chỉ làm việc ở nơi chiều dài răng trên bánh răng mặt đầu là tối thiểu và tỉ số truyền lớn giữa hai bánh răng, dẫn đến bánh răng lớn và



Hình 3-9. Bộ bánh răng trong cơ cấu “đồng hồ”



Hình 3-10. Giải thích nhược điểm của cặp bánh răng trên Hình 3-9

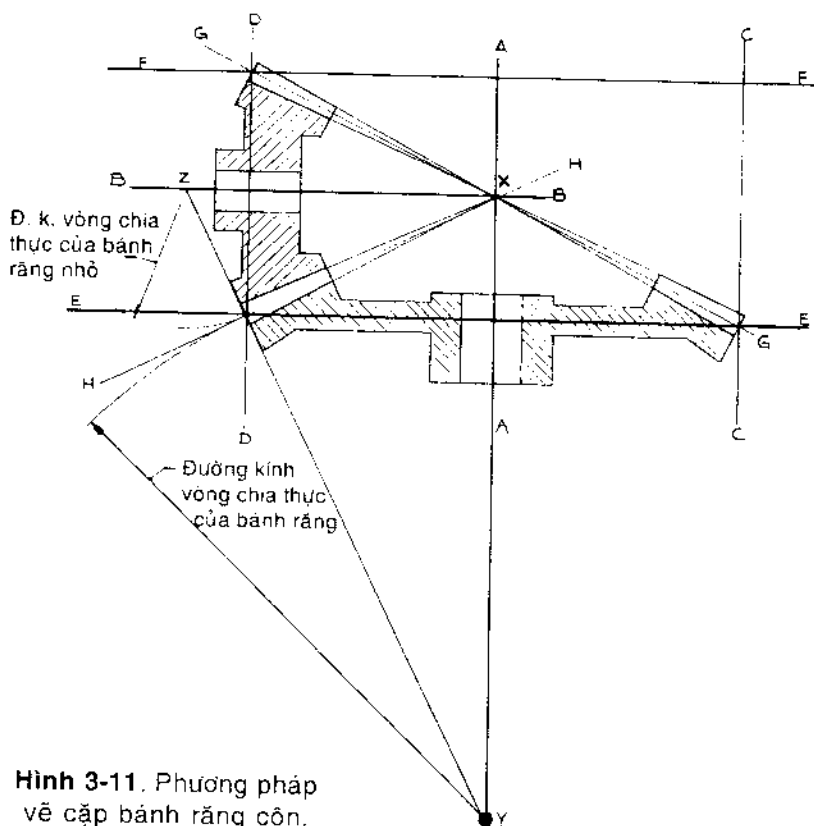
không rất nhỏ. Để hiểu nhược điểm cơ bản trong cách bố trí này bạn hãy xem kỹ Hình 3-10. Ở đây các răng trên cả hai bánh răng đều được loại bỏ, bánh răng được biểu diễn bằng đĩa phẳng và không được biểu diễn bằng hình trụ. Không có đường kính không đổi và khi đầu của nó tiếp xúc với bánh răng tại đường kính A, đầu này phải di chuyển cùng tốc độ với đầu tiếp xúc với đường kính B trên bánh răng. Không sẽ cố truyền động bánh răng tại đường kính A với tốc độ lớn hơn so với tốc độ có thể truyền động tại đường kính B. Điều kiện này đúng với đường kính bất kỳ của bánh răng giữa A và B tiếp xúc với không. Vì mọi đường kính của bánh răng phải quay với tốc độ bằng nhau, hiện tượng trượt sẽ xảy ra giữa hai bề mặt tiếp xúc. Vì hiện tượng trượt không thể xảy ra khi răng được thêm vào hai chi tiết này, toàn bộ cách bố trí là không thực tế và chỉ có thể hoạt động khi giảm chiều dài răng (L trên Hình 3-9) đến mức chỉ hơi lớn hơn chóp nổi một chút. Khi đó bánh răng chỉ có thể truyền công suất nhỏ, nếu không các răng sẽ nhanh chóng bị mòn, dẫn đến hư hỏng hoàn toàn.

CÁCH BỐ TRÍ CẶP BÁNH RĂNG CÔN

Chắc chắn việc bố trí cặp bánh răng côn không đơn giản như quá trình bố trí cặp bánh răng trụ răng thẳng, tuy nhiên hoàn

toàn có thể thực hiện nếu tuân thủ quy trình thích hợp. Trong trường hợp cặp bánh răng trụ răng thẳng nối kết các trục song song, kích thước các bánh răng được giới hạn bằng khoảng cách giữa hai tâm trục. Khi các trục hợp với nhau theo góc, yếu tố giới hạn này không xảy ra, vì thế, theo lý thuyết, các bánh răng côn có thể có kích thước bất kỳ, người thiết kế có phạm vi chọn lựa rộng đối với kích thước bánh răng và số răng. Tất nhiên, cặp bánh răng lớn có thể sử dụng các răng lớn và mạnh hơn so với cặp được chọn xa hơn bề mặt của các côn cơ sở. Có lẽ cách tốt nhất để minh họa phương pháp xác định hình dạng và kích thước thực đối với cặp bánh răng côn là sử dụng ví dụ.

Giả sử một cặp trục vuông góc liên kết với nhau bằng cặp bánh răng. Các trục này có tỉ số truyền 2:1 và răng có bước hướng kính 20. Kích thước khá dụng đối với các bánh răng tương đối rộng, vì hai bánh răng bất kỳ có số răng theo tỉ số 2:1 đều đáp ứng yêu cầu tốc độ của hai trục. Ở đây sẽ chọn cặp bánh răng 60 răng và 30 răng, (Hình 3-11). Trước hết, vẽ hai tâm trục vuông góc, đó là các đường AA đối với bánh răng lớn và BB đối với bánh răng nhỏ. Tiếp tục vẽ các đường cho đáy nón côn hoặc đường kính vòng chia; đối với bánh răng lớn, đường kính này sẽ là 3 in (chia số răng, 60, cho bước răng hướng kính). Tính toán tương tự đối với bánh răng nhỏ, 30 chia cho 20 bằng 1.5 in. Các đường này được minh họa bằng đường CC và DD đối với bánh răng lớn; EE và FF đối với bánh răng nhỏ. Lúc này có thể vẽ các đường lăn qua giao điểm của các đáy nón côn và qua tâm điểm X. Các đường lăn này là GG và HH. Tiếp theo, vẽ các đường vuông góc với đường lăn, những đường này đi qua giao điểm của các đường lăn và các đáy nón côn và tiếp tục cho đến khi chúng cắt các đường tâm nón côn tại Z và Y. Những đường này đôi khi được gọi là đường tâm nón côn và biểu diễn lưng răng. Đến đây có thể vẽ các răng. Chiều cao đỉnh răng là 1 chia cho bước răng hướng kính, trong trường hợp này là 1/20 hoặc 0.050, chiều sâu toàn phần của răng bằng hai lần giá trị này - mặc dù điều này không hoàn toàn chính xác, vì chưa thể hiện khoảng hở, nhưng vẫn đáp ứng mục đích bố trí. Các đường biểu diễn răng được kéo dài liên tục cho đến



khi chúng gặp nhau tại đỉnh X. Chiều dài răng sẽ bị ảnh hưởng bởi tải và là vấn đề thiết kế thông thường, vì là phần còn lại của đường bao bánh răng. Đường bao trong các hình minh họa là biên dạng bánh răng côn phổ biến.

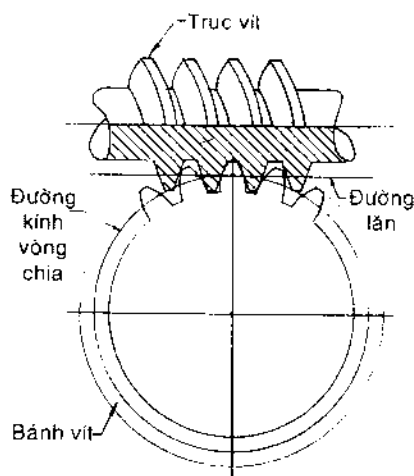
Chương 4

Bánh vít

Khi cần giảm tốc lớn bằng cơ cấu bánh răng, nếu sử dụng bộ bánh răng trụ răng thẳng, cần có nhiều trục, bánh răng, và ổ đỡ. Điều này có thể làm cho hộp số trở nên cồng kềnh và nặng nề. Mặc dù theo lý thuyết, không có giới hạn trên đối với tỉ số truyền có thể đạt được bằng bánh răng trụ răng thẳng, nhưng trong thực tế, bánh răng trở nên quá lớn so với không gian khả dụng trong hộp số. Nói chung, bánh răng nhỏ (nhông) có khoảng 20 răng, do đó, để đạt tỉ số truyền 5:1 cần có bánh răng 100 răng, quá lớn để có thể chấp nhận. Trong trường hợp này cần có thêm một trục và hai bánh răng, một cặp để đạt tỉ số truyền 2.5:1 và cặp kia bảo đảm sự giảm tốc 2:1. Bộ truyền động bánh răng này phải kết hợp hai bánh răng liên kết với một trục - sự kết hợp sẽ được giải thích sau khi đề cập đến hộp số máy tiện. Điều này cho thấy nhiều vấn đề sẽ phát sinh khi sử dụng các bánh răng trụ răng thẳng để có tỉ số truyền lớn, ví dụ 60:1. Các bánh răng trụ răng thẳng không phù hợp với sự giảm tốc lớn, vì thế cần có dạng truyền động bánh răng khác; giải pháp là sử dụng hệ truyền động bánh vít trục vít. Bộ truyền động này có thể đạt tỉ số truyền 60:1 hoặc cao hơn chỉ với một cặp gồm trục vít và bánh vít. Với các bánh răng trụ răng thẳng, cả hai bánh răng trong cặp có biên dạng tương tự nhau, chỉ khác về kích thước và một trong hai bánh răng có thể đóng vai trò dẫn động. Với cơ cấu bánh vít - trục vít, hai bộ phận này có hình dạng khác nhau, và trục vít thường đóng vai trò dẫn động; trong hầu hết các trường hợp, trục vít không thể được dẫn động bằng bánh vít.

Hình 4-1 minh họa cơ cấu bánh vít - trục vít. Trục vít, bộ phận dẫn động, cơ bản là trục có ren vít ăn khớp với các răng

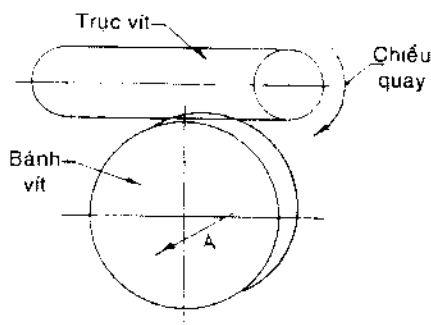
trên chu vi bánh vít. Bánh vít là bánh răng có bề ngoài tương tự bánh răng trụ răng thẳng. Nếu cố định bánh vít, khi quay trục vít sẽ di chuyển dọc theo đường trục của nó, tương tự vận vít vào đai ốc. Trên thực tế, các răng bánh vít có tác động như ren của đai ốc. Trục vít sẽ di chuyển tới hoặc lui, tùy theo chiều quay trục vít. Nếu không cho trục vít di chuyển dọc trục và bánh vít quay tự do trên ổ đỡ; khi trục vít quay, do trục vít không thể di chuyển dọc trục, chuyển



Hình 4-1. Trục vít - bánh vít

động này được truyền đến bánh vít và làm bánh vít quay. Nếu đảo chiều quay trục vít, chiều quay của bánh vít cũng đảo theo. Chuyển động quay của trục vít và trục tương ứng sẽ được truyền đến bánh vít, qua đó truyền đến trục bánh vít, Hình 4-1.

Để hiểu và thiết kế cặp bánh răng trụ răng thẳng, cần xem chúng như một cặp vòng tròn lăn đang quay. Điều này tương tự với các bánh vít nhưng có một khác biệt lớn: vòng lăn hoặc bề mặt lăn của các bánh răng trụ răng thẳng sẽ lăn cùng nhau, và theo lý thuyết, chúng truyền động lẫn nhau nhờ ma sát, nhưng truyền động trục vít lại khác. Hình 4-2 trình bày trục vít - bánh vít dưới dạng các bề mặt lăn tiếp xúc. Nếu quay trục vít sẽ hoàn toàn không có hiệu ứng quay tác động lên bánh



Hình 4-2. Sự quay của trục vít hình trụ sẽ cố di chuyển bánh vít theo hướng mũi tên "A", nhưng không thể tạo ra tác dụng quay.

vít. Trục vít sẽ cố di chuyển qua bề mặt bánh vít song song với trục bánh vít, nhưng do chuyển động này bị ổ đỡ trục vít ngăn cản, hai bề mặt tiếp xúc sẽ cọ xát với nhau và làm tăng ma sát. Ngược lại, nếu quay bánh vít, toàn bộ năng lượng sẽ được đưa vào trục vít và cũng không có hiệu ứng quay được tạo ra hoặc truyền đến trục vít. Đây là lý do cần sử dụng ổ chặn tốt cho trục vít, vì hầu hết lực để làm quay trục vít sẽ không được truyền đến bánh vít mà sẽ bị các ổ chặn hấp thụ.

Để có chuyển động quay, cả trục vít và bánh vít đều phải có răng, và các răng này phải được bố trí theo góc so với trục quay của các trục để chúng có thể trượt tựa vào nhau. Các răng trên trục vít được gia công bằng cách tạo ren vít trên bề mặt trục vít, còn các răng bánh vít phải có dạng ren vít và nghiêng theo góc xoắn ren vít, nếu không, khi đạt được sự ăn khớp chính xác giữa ren và răng, hai trục của bánh vít và trục vít sẽ không vuông góc với nhau.

Góc quay của bánh vít trên mỗi vòng quay trục vít tùy thuộc vào bước ren vít; bước ren vít càng thô, bánh vít chuyển động càng nhiều. Bước thô là cần thiết cho các răng trên bánh vít lớn, điều cơ bản là biên dạng ren trên trục vít phải tương tự dạng răng của bánh vít. Do đó, tăng bước ren không làm thay đổi tỉ số truyền giữa trục vít và bánh vít, bánh vít vẫn chỉ di chuyển một răng đối với mỗi vòng quay của trục vít. Do đó, có thể thấy tỉ số truyền của trục vít và bánh vít được xác định bằng số răng trên bánh vít. Nếu bánh vít có 40 răng, trục vít phải quay 40 vòng để truyền động bánh vít quay một vòng. Từ điều nêu trên có thể thấy đường kính trục vít không ảnh hưởng đến tỉ số truyền, vì bước ren vít không phải là hàm của đường kính trục vít. Tăng đường kính trục vít chỉ làm giảm góc xoắn ren vít, và ảnh hưởng duy nhất tác động lên bánh vít là làm giảm góc nghiêng của răng so với trục bánh vít.

Có thể thay đổi tỉ số truyền bằng cách tăng số ren trên trục vít. Ví dụ, nếu bước ren vít là $1/8$ in và bánh vít có chu vi vòng chia là 3 in, bánh vít sẽ có 24 răng với bước vòng $1/8$ in, kết quả tỉ số truyền là 24:1. Nếu tăng bước ren vít lên $1/4$ inch và chu vi vòng chia của bánh vít vẫn giữ như cũ, bánh vít sẽ

có 12 răng, do đó, tỉ số truyền lúc này là 12:1. Giả sử số răng trên bánh vít không thay đổi, vẫn có 24 răng, trục vít có bước ren $\frac{1}{4}$ in sẽ không ăn khớp theo từng răng của bánh vít mà theo các răng xen kẽ, như vậy, sử dụng cùng một bánh răng, tỉ số truyền giảm một nửa, từ 24:1 thành 12:1. Trong thực tế, kết quả của cách bố trí này có nghĩa là chỉ phân nửa số răng của bánh vít có tác dụng, và do chỉ thay đổi bước ren, không thay đổi kích thước ren, giữa mỗi ren trên trục vít sẽ có khoảng trống. Nếu sử dụng khoảng trống này để tạo thêm ren khác giống hệt ren gốc, ren thứ hai này sẽ quay "lệch pha" một nửa vòng quay so với ren thứ nhất, và nếu nhìn từ đầu trục vít thứ hai, các ren sẽ có hai đầu mỗi đối diện nhau. Loại ren này được gọi là ren hai đầu mối và ren thứ hai sẽ ăn khớp với răng bánh vít không ăn khớp với ren thứ nhất, như thế, cả 24 răng của bánh vít đều được sử dụng. Do mỗi ren ăn khớp với các răng xen kẽ, tỉ số truyền sẽ là 12:1, không phải 24:1. Ren trục vít có thể có nhiều đầu mối – ví dụ, sử dụng lại bánh vít 24 răng ban đầu, nhưng tăng bước ren trục vít đến $\frac{1}{2}$ inch, ren trục vít sẽ có 4 đầu mối và tỉ số truyền lúc này là 6:1.

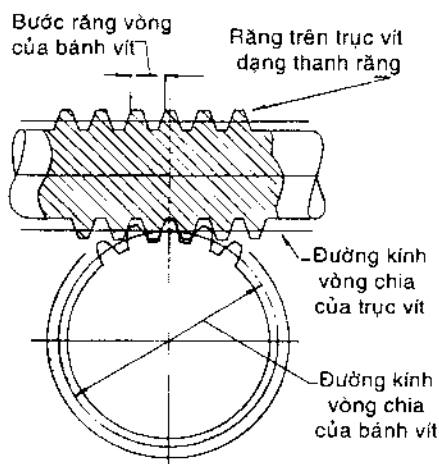
Khi xét ren nhiều đầu mối, khoảng cách giữa hai ren liên tiếp sẽ là bước ren, nhưng đây không có nghĩa là khoảng cách ren sẽ di chuyển khi thực hiện một vòng quay. Nếu ren hai đầu mối, khoảng dịch chuyển dọc trục khi vít quay một vòng sẽ bằng hai lần bước ren; nếu ren ba đầu mối, khoảng dịch chuyển này sẽ bằng ba lần bước ren,... Khi đề cập đến ren nhiều đầu mối, cần sử dụng thuật ngữ chính xác. Bước ren là khoảng cách giữa hai điểm tương ứng trên hai ren kế tiếp nhau, nhưng khoảng cách di chuyển trong một vòng quay của trục vít được gọi là bước xoắn hoặc bước tiến. Vì vậy, bước xoắn là bước ren nhân với số đầu mối ren vít. Về nguyên tắc, ren một đầu mối (ren đơn) có bước ren và bước tiến (bước xoắn) bằng nhau, chúng chỉ khác nhau trên các ren nhiều đầu mối.

BIÊN DẠNG RĂNG CỦA TRỤC VÍT VÀ BÁNH VÍT

Như đã đề cập trong phần bánh răng trụ răng thẳng, biên dạng răng là rất quan trọng; điều này đúng đối với tất cả các dạng

truyền động bánh răng, kể cả cơ cấu bánh vít - trục vít. Hình 4-3 minh họa mặt cắt trục vít và bánh vít qua tâm trục vít. Có thể xem các răng của trục vít và bánh vít như răng của thanh răng và bánh răng; các nguyên tắc chi phối biên dạng răng của thanh răng và bánh răng cũng được áp dụng cho răng của trục vít và bánh vít. Nếu sử dụng hệ thân khai, ren vít của trục vít sẽ có mép thẳng nghiêng theo góc áp lực. Cũng có thể sử dụng hệ cycloid, nhưng dạng đường cong của thanh răng cycloid phải được cải tạo thành dạng ren vít của trục vít. Hệ thân khai thường được ứng dụng vì dễ gia công trục vít với các răng mép thẳng. Trục vít và bánh vít cũng sẽ làm việc đạt yêu cầu nếu trục vít có dạng ren vít truyền thống, như bulông và đai ốc. Tất nhiên, răng của bánh vít cũng phải tương thích với ren đã chọn. Điều này rất hữu dụng đối với thợ cơ khí, vì điều khó khăn nhất khi chế tạo trục vít và bánh vít trong các xưởng cơ khí nhỏ là chế tạo dao phay lăn để cắt răng bánh vít. Nếu sử dụng ren tiêu chuẩn, trong thực tế có thể dùng bàn ren đai ốc truyền thống làm dao phay lăn; phương pháp này sẽ được giải thích sau.

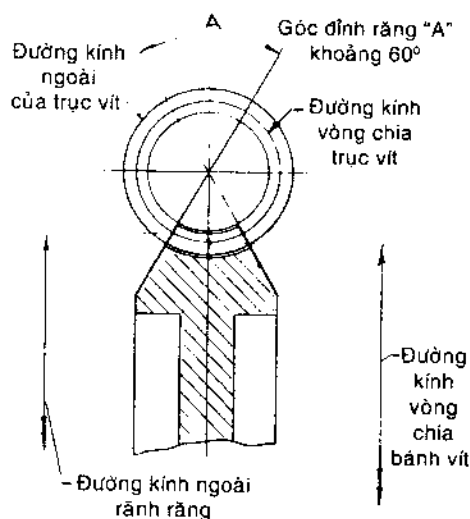
Bánh vít có hình dạng chính xác sẽ có bề mặt chu vi hơi "lôm" để phù hợp với bán kính của trục vít (Hình 4-4). Bánh vít định hình theo cách này sẽ đi theo hình dạng chính xác của ren trục vít trên toàn bộ chiều rộng bánh vít. Trên thực tế, toàn bộ chiều rộng bánh vít không được sử dụng, vì các góc có xu hướng bị yếu và chúng cũng không thể ăn khớp chính xác với trục vít. Vì vậy, cần vát mép để loại bỏ các góc. Mép vát trên Hình 4-4 theo góc 60° , góc này thường gọi là góc đỉnh răng. Góc 60° làm việc tốt



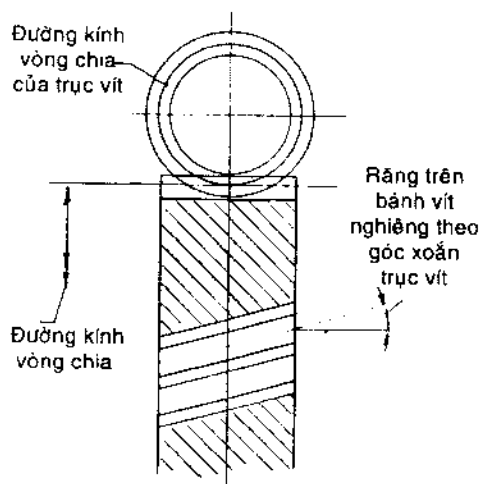
Hình 4-3

mặc dù giá trị này không bắt buộc và có thể thay đổi. Trục vít bánh vít được chế tạo theo hình dạng trên sẽ rất bền, công suất cao, và là biên dạng mong muốn khi cần truyền công suất lớn. Nhược điểm chính là khó chế tạo, vì phải phay lần từng bánh vít và bản thân dao phay lần cũng có hình dạng phức tạp, đòi hỏi công cụ chuyên dùng.

Nếu công suất truyền nhỏ, hoặc tải không liên tục, có thể đơn giản hóa biên dạng bánh vít. Thay vì dạng răng cong, mặt bánh vít có thể phẳng, tương tự bánh răng trụ răng thẳng. Để duy trì trục của hai bộ phận này vuông góc với nhau, răng bánh vít phải nghiêng. Góc nghiêng này là một phần của đường xoắn ốc và phải tương thích với góc xoắn của trục vít (Hình 4-5). Từ hình minh họa có thể thấy rằng của bánh vít không theo biên dạng trục vít, do đó không có cùng đặc tính độ bền và độ mòn như bánh vít chép hình hoặc xẻ rãnh.



Hình 4-4. Hình dạng của trục vít và bánh vít đúng tỷ lệ

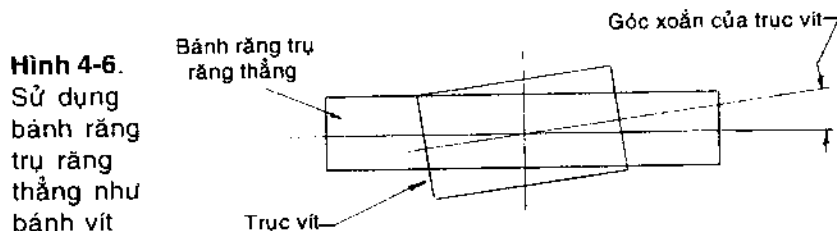


Hình 4-5. Bánh vít đơn giản hóa có đỉnh răng phẳng để khớp với góc xoắn của trục vít.

Nếu thiết kế không yêu cầu vuông góc giữa trục quay của trục vít và bánh vít, có thể dùng bánh răng trụ răng thẳng làm bánh vít. Trục quay của trục vít phải nghiêng cho đến khi ren trục vít thẳng hàng với răng bánh vít. Góc nghiêng này sẽ là góc xoắn của trục vít tại đường lăn của nó (Hình 4-6). Đôi khi, đặc biệt đối với các xường cơ khí nhỏ, có thể áp dụng tính chất này để tạo thuận lợi, ví dụ trong thiết kế đầu phân độ hoặc bàn xoay. Nếu trục vít nghiêng ra xa mặt bàn máy, có thể hạ tay quay ở đầu trục vít xuống dưới mặt bàn máy, do đó chuyển động đối với chi tiết gia công sẽ không bị giới hạn.

Bánh vít thường có hiệu suất không cao, vì các lực tác động vào trục vít bị tổn thất do ma sát và tạo ra tải dọc trục cao. Vì lý do này, khi sử dụng bánh vít để truyền công suất cần sử dụng ổ bi chặn và toàn bộ cụm này được ngâm trong bể dầu. Điều này không chỉ cung cấp sự bôi trơn liên tục cần thiết mà còn giúp phân tán nhiệt ma sát. Công suất bị tổn thất do ma sát giảm xuống khi bước ren trục vít tăng, do đó, ren vít nhiều đầu mỗi có hiệu suất cao hơn ren vít một đầu mỗi. Đáng tiếc là các thiết bị có ren nhiều đầu mỗi thường có tỉ số truyền thấp hơn kiểu một đầu mỗi, vì thế, cái giá phải trả để có tỉ số truyền cao là hiệu suất cơ thấp. Đường kính trục vít cũng ảnh hưởng đến hiệu suất tổng thể: đường kính trục vít càng lớn, góc xoắn càng nhỏ, do đó các lực ma sát càng lớn, kết quả là hiệu suất thấp. Vì vậy, cần giữ đường kính trục vít nhỏ khi đưa vào tính toán tải trên cả trục vít và ổ đỡ trục vít.

Như đã trình bày, bộ truyền động trục vít - bánh vít thường không có tính thuận nghịch, nghĩa là trục vít luôn luôn truyền động bánh vít, rất hiếm khi bánh vít truyền động trục vít. Nếu bước vít nhỏ, góc xoắn sẽ nhỏ, và nỗ lực truyền động trục vít



bằng bánh vít sẽ dẫn đến phá hủy bộ truyền động. Nói chung, chỉ khi tăng bước vít đến điểm cần thiết để sử dụng ren vít nhiều đầu mối, có thể dùng bánh vít làm bộ dẫn động; bước vít của trục vít càng lớn, khả năng chế tạo bộ truyền động nghịch càng lớn. Truyền động ngược ít hiệu quả vì chỉ áp dụng trong những ứng dụng đặc biệt và tỉ số truyền tương đối thấp.

Mặc dù tỷ lệ thực tế của bộ truyền động trục vít – bánh vít có thể thay đổi chút ít, nhưng tốt nhất là theo hướng dẫn của các sách kỹ thuật về vấn đề này, vì chúng được đúc kết từ nghiên cứu lý thuyết và nhiều năm kinh nghiệm thực tế. Các tỷ lệ này thường được cho dưới dạng mẫu tự P, trong đó P là bước răng vòng của bánh vít. Chiều dày răng ở đường lăn bằng $0.48P$ (tạo khe hở làm việc nhỏ giữa các răng ăn khớp). Chiều cao bên ngoài đường lăn là $0.3P$ trong khi chiều sâu bên dưới đường lăn là $0.4P$. Khoảng chiều dài trục vít tương đối rộng, nhưng khoảng $4P$ sẽ cho trục vít có tỷ lệ phù hợp. Chiều rộng mặt bánh vít có thể thay đổi trong khoảng $1.5P$ đến $2.5P$. Không nhất thiết phải theo các số này, nhưng chúng sẽ dẫn đến bộ truyền động có tỷ lệ cân xứng, và ý nghĩa cân xứng là rất quan trọng đối với mọi thiết kế kỹ thuật.

Do chịu lực ma sát lớn, bộ truyền động trục vít – bánh vít có thể bị mài mòn rất nhanh, do đó cần sử dụng vật liệu thích hợp cho các bộ phận. Sau đây là cách sử dụng vật liệu:

1. Trục vít bằng thép carbon trung bình và bánh vít bằng gang.
2. Trục vít bằng thép carbon trung bình và bánh vít bằng hợp kim Cu-Sn-P.
3. Trục vít bằng thép tôi bề mặt và bánh vít bằng hợp kim Cu-SN-P.

Có lẽ lý tưởng nhất là sử dụng bánh vít và trục vít được tôi bề mặt và mài, nhưng các xưởng nhỏ không chắc có thiết bị nhiệt luyện cần thiết để chế tạo chi tiết theo yêu cầu này.

Chương 5

Định nghĩa và công thức

Trước khi thực sự gia công, cần thiết kế và tính toán bánh răng theo yêu cầu. Phần toán học khá phức tạp, có thể gây khó khăn cho thợ cơ khí trong giai đoạn thiết kế.

Trong các trang trước đã sử dụng nhiều thuật ngữ và đó là điều thuận lợi để định nghĩa mọi thuật ngữ chung, đồng thời liệt kê các phương trình cần thiết để thiết kế thành công bộ truyền động bánh răng. Để tiết kiệm thời gian, ở đây sẽ trình bày toàn bộ thông tin cơ bản để bạn không cần xem hết quyển sách để tìm công thức cần thiết cho sự tính kích thước cụ thể.

Vòng chia

Vòng chia (vòng lăn, vòng tròn chia, vòng tròn bước) của cặp bánh răng là các vòng tròn đồng trục với các răng bánh răng và ổ đỡ tiếp xúc theo chu vi và chúng sẽ lăn không trượt cùng nhau. Có thể hình dung vòng chia như các con lăn tròn nhẵn hoặc các đĩa ma sát. Vòng chia rất quan trọng vì vòng này biểu diễn bánh răng thực trong giai đoạn thiết kế.

Đường kính vòng chia

Đường kính vòng chia của bánh răng là đường kính của vòng tròn chia.

Đường kính vòng chân răng

Đường kính (vòng) chân răng của bánh răng là đường kính ở đáy của các khoảng cách răng. (Đường kính vòng chân răng không được sử dụng trong gia công bánh răng, vì đường kính cần thiết là tổng chiều sâu cắt, thường được trình bày dưới

dạng $D + f$ trên dao cắt răng thương mại. Nếu áp dụng công thức này với đường kính ngoài chính xác của phôi bánh răng, đường kính vòng chân răng chính xác sẽ tự động được tạo ra).

Bước răng vòng

Bước (răng) vòng là khoảng cách giữa hai điểm tương ứng trên hai răng kế tiếp nhau. Giá trị này được đo theo đường kính vòng chia, không phải đường thẳng giữa hai điểm đã chọn.

Bước răng hướng kính

Bước (răng) hướng kính (hầu như luôn luôn được ký hiệu là DP) là số răng trên một inch đường kính vòng chia. Ví dụ, nếu bánh răng có 40 răng và đường kính vòng chia là 2 in, các răng đó được gọi là có bước 20 DP.

Module

Module của bánh răng là số nghịch đảo của bước răng hướng kính (DP), nhưng đường kính vòng chia được tính bằng milimét, thay vì tính bằng inch. Do đó, module là đường kính vòng chia bằng milimét chia cho số răng trên bánh răng, thường chỉ áp dụng cho bánh răng với đơn vị đo hệ mét.

Chiều dày răng trên đường lăn

Chiều dày răng trên đường lăn là chiều dài cung trên đường lăn giữa các mặt đối diện của cùng một răng.

Chiều dày dây cung

Chiều dày dây cung của răng là chiều dài dây cung được trương bởi cung chiều dày răng. Đây chính là đường thẳng giữa hai điểm như nhau được dùng để xác định chiều dày răng.

Khe hở

Khe hở là khoảng cách từ đỉnh răng đến đáy của không gian ăn khớp với nó. Khe hở này được đưa vào để tránh tiếp xúc giữa đỉnh và đáy của các răng ăn khớp với nhau và thường được ký hiệu bằng chữ "f".

Vòng tròn cơ sở

Vòng tròn này chỉ áp dụng với răng thân khai, là đường kính vòng tròn tạo ra đường thân khai xác định biên dạng răng.

Đường tác dụng

Đường tác dụng (đường ăn khớp) của bánh răng thân khai là tiếp tuyến chung của hai vòng tròn cơ sở đi qua cực ăn khớp của cặp bánh răng ăn khớp.

Quỹ đạo tiếp xúc

Quỹ đạo tiếp xúc của bánh răng thân khai là phần đường tác dụng (đường ăn khớp) thực hiện sự tiếp xúc răng.

Góc áp lực

Góc áp lực của bánh răng thân khai là góc nhọn hình thành giữa đường tác dụng và tiếp tuyến chung của hai vòng chia đi qua cực ăn khớp.

Cung vào khớp

Cung vào khớp (cung ăn khớp) của bánh răng cycloid là vị trí trên đường tròn tâm tích, qua đó răng di chuyển từ lúc tiếp xúc với răng ăn khớp cho đến khi răng tiếp xúc tại đường thẳng đi qua giữa tâm các bánh răng.

Cung nhả khớp

Cung nhả (ăn) khớp của bánh răng cycloid là cung của đường tròn tâm tích mà răng đi qua từ lúc tiếp xúc với răng ăn khớp với nó trên đường thẳng đi qua giữa tâm các bánh răng cho đến khi không còn tiếp xúc với răng ăn khớp tương ứng.

PHƯƠNG TRÌNH LÝ THUYẾT, CÔNG THỨC BÁNH RĂNG VÀ CÁC TỶ LỆ RĂNG

Sau đây là các ký hiệu được dùng trong các phương trình:

PD: Đường kính vòng chia (inch).

- PDM: Đường kính vòng chia (mm).
 CP: Bước răng vòng.
 DP: Bước răng hướng kính.
 M: Module.
 N: Số răng trên bánh răng.
 OD: Đường kính ngoài của bánh răng (kích thước phối).
 T: Chiều dày răng trên đường lăn.
 CT: Chiều dày dây cung.
 f: Khe hở.
 D+: Chiều sâu răng toàn phần (chiều sâu xác lập dao).

Khoảng cách tâm giữa hai bánh răng =

$$\frac{\text{PD của bánh răng thứ nhất} + \text{PD của bánh răng thứ hai}}{2}$$

Tổng các đường kính vòng lăn (PD) của hai bánh răng ăn khớp = $2 \times$ khoảng cách tâm giữa các bánh răng.

$$CP = \frac{PD \times \pi}{N}; \text{ hoặc } \frac{\pi}{DP}; \text{ hoặc } \frac{OD \times \pi}{N + 2}; \text{ hoặc } 2 \times T$$

$$DP = \frac{N}{PD}; \text{ hoặc } \frac{N + 2}{OD}; \text{ hoặc } \frac{\pi}{CP}; \text{ hoặc } \frac{25.4}{M}; \text{ hoặc } \frac{\pi}{2 \times T}$$

$$M = \frac{PDM}{N}; \text{ hoặc } \frac{25.4}{DP}$$

$$PD = \frac{N}{DP}; \text{ hoặc } \frac{N \times CP}{\pi}; \text{ hoặc } \frac{OD \times N}{N + 2}$$

$$OD = \frac{N + 2}{DP}; \text{ hoặc } \frac{CP(N + 2)}{\pi}$$

$$T = \frac{CP}{2}; \text{ hoặc } \frac{\pi}{2 \times DP}$$

$$CT = PD \times \sin\left(\frac{90}{N}\right)$$

$$f = \frac{T}{10}$$

$$D + f = \frac{2.157}{DP}; \text{ hoặc } .6866 \times CP$$

Trên đây chỉ là vài công thức quan trọng, do đã cung cấp dao định hình chính xác, thay vì số răng được yêu cầu, kích thước cần thiết duy nhất đối với dao cắt bánh răng là chiều sâu cắt – dụng cụ định hình sẽ thực hiện phần còn lại! Trong thực tế, bạn chỉ cần thực hành vài lần là không có vấn đề gì phát sinh. Bạn có thể hiểu nhanh chóng các nguyên tắc liên quan bằng cách làm theo từng bước ví dụ chi tiết, do đó, phần tiếp theo sẽ trình bày vấn đề có tính phổ biến.

Giả sử cần chế tạo cặp bánh răng để giảm tốc độ trục vào từ 700 v/phút đến tốc độ trục ra 200 v/phút, và không gian khả dụng tối đa đối với các bánh răng là 6 x 4 in. Bước đầu tiên là tìm tỉ số truyền: để giảm 700 v/phút xuống 200 v/phút, tỉ số yêu cầu sẽ là 700/200 = 3.5:1. Nghĩa là đường kính vòng chia của bánh răng lớn phải gấp 3.5 lần đường kính vòng chia của bánh răng nhỏ. Mặc dù theo lý thuyết có thể sử dụng bánh răng nhỏ ít răng, nhưng trong thực tế vẫn có giới hạn; vì với số lượng ít, răng dễ bị biến dạng và yếu; ngoài ra còn phải bảo đảm độ bền cho phần lỗ lắp trục của bánh răng nhỏ. Nói chung, mười sáu răng được xem là tối thiểu đối với bánh răng loại này, nhưng trong ví dụ này có thể chọn 20 răng.

Như vậy, khi chọn bánh răng nhỏ 20 răng, bánh răng lớn phải có 70 răng (20 x 3,5). Vấn đề là đặt các bánh răng 20 và 70 răng vào không gian không lớn hơn 6 x 4 in, như vậy, khi quay ăn khớp với nhau, hai bánh răng này phải có chiều dài không quá 6 in và chiều rộng tối đa 4 in. Nghĩa là tổng hai vòng chia phải nhỏ hơn 6 in, vì đường kính ngoài của các bánh răng lớn hơn đường kính vòng chia tương ứng của chúng. Để xác định kích thước răng tối đa có thể đặt vào không gian cho phép, cần cộng số răng của hai bánh răng với nhau và chọn một bánh răng 90 răng. Nguyên tắc này phù hợp với số lượng bánh răng bất kỳ có các tâm thẳng hàng; ví dụ, bộ truyền động

gồm các bánh răng 20, 25, 22 và 23 răng sẽ có tổng chiều dài tương đương một bánh răng 90 răng. Theo công thức, $OD = (N+2)/DP$, có thể đưa các số vào phương trình để xác định DP cực đại có thể đặt vào không gian đã cho: $6 = (90+2)/DP$ hoặc $DP = 92/6 = 15.3$. Bước răng hướng kính tiêu chuẩn gần nhất có thể sử dụng là 16, nghĩa là kích thước bánh răng tối đa có thể đặt trong giới hạn chiều dài 6 in là 16 DP. Tất nhiên, có thể sử dụng răng nhỏ hơn, vì điều này sẽ dẫn đến các bánh răng ngoài của bánh răng 16 DP, 70 răng: $OD = (70+2)/16 = 4.5$ in. Giá trị này lớn hơn 4 inch, do đó, yếu tố giới hạn không phải là chiều dài 6 in mà là chiều rộng 4 in. Bằng cách sử dụng lại công thức trên, kích thước răng cực đại đối với bánh răng 70 răng sẽ là $4 = 72/DP$ hoặc 18DP. Kích thước này sẽ chiếm toàn bộ không gian 4 in, nhưng để có khe hở làm việc, 20DP được xem là kích thước răng thực tế lớn nhất có thể sử dụng. Đến đây đã thu được vài thông số xác định đối với hai bánh răng. Bánh răng nhỏ sẽ có 20 răng - 20 DP; theo công thức $PD = N/DP$, trong trường hợp này là 20/20, kết quả đường kính vòng chia là 1 inch. Đường kính ngoài của phôi bánh răng sẽ là $OD = (N+2)/DP = 22/20$, kết quả là 1.1 in. Thực hiện như trên với bánh răng 70 răng, bạn sẽ có kết quả 70 răng, 20DP, $PCD = 3.5$ in, và đường kính ngoài của phôi là 3.6 in.

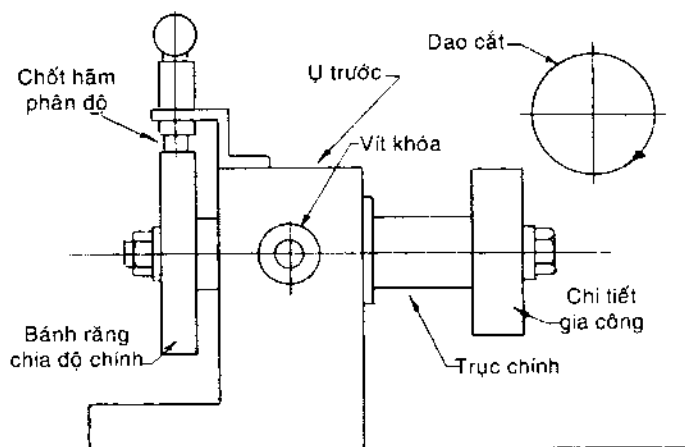
Có thể tính khoảng cách tâm của hai bánh răng bằng cách cộng hai đường kính vòng chia và chia 2; $(3.5+1)/2 = 4.5/2 = 2.25$ in. Tổng chiều dài của hai bánh răng ăn khớp là 4.6 in, trong giới hạn cho phép 6 in, nhưng theo trên, yếu tố giới hạn lại là chiều rộng.

Trong thiết kế kỹ thuật, cần tính đến tải ứng suất của các răng bánh răng,... và chọn kích thước bánh răng tối thiểu từ các số liệu này để có thể truyền công suất cần thiết. Đây là quy trình chuẩn đối với mọi sinh viên kỹ thuật. Trong kỹ thuật hiện đại và công việc bình thường ở các xưởng cơ khí nhỏ, không chỉ bánh răng mà hầu hết các bộ phận đều không phải là chi tiết chịu ứng suất cao, do đó, nếu người thiết kế hoặc người chế tạo cảm thấy tương xứng, trong hầu hết trường hợp, kết quả là thỏa đáng.

Chương 6

Đầu phân độ

Một trong các thành phần chính của hệ thống máy công cụ cần thiết để gia công bánh răng là phương pháp phân độ răng chính xác. Khả năng cắt răng bánh răng đến biên dạng đạt yêu cầu để cung cấp sự truyền động êm và đều sẽ rất thấp nếu chính các răng bánh răng không được phân bố một cách chính xác. Dụng cụ cung cấp sự phân bố răng chính xác là đầu phân độ. Đây có thể là thiết bị rất đơn giản hoặc tinh vi, nhưng về cơ bản chúng đều áp dụng cùng một nguyên lý. Đầu phân độ gồm ụ trước, nơi lắp trục chính, một đầu trục chính có các bộ phận kẹp giữ chi tiết gia công, còn đầu kia được phép di chuyển theo góc giới hạn và được xác định trước rồi khóa chặt vào vị trí đó.



Hình 6-1. Đầu phân độ trực tiếp đơn giản.

Các đầu phân độ thường gồm hai loại, đầu phân độ trực tiếp và đầu phân độ trực vít -bánh vít. Loại đầu phân độ trực tiếp (Hình 6-1) có ụ trước dạng góc, một chân ụ trước được bắt bulông vào bàn máy phay hoặc máy tiện, chân còn lại, chân thẳng đứng, mang trục quay. Phôi bánh răng được lắp chặt với trục chính bằng đai ốc kẹp và đầu còn lại của trục chính được lắp với bánh răng chuẩn và chốt hãm phân độ. Bánh răng chuẩn được dùng để sao chép hoặc phân phối các răng cho chi tiết gia công. Chốt hãm phân độ gồm trụ trượt chịu tải lò xo với đỉnh côn hoặc dạng chữ V thả rơi vào khe hở giữa hai răng của bánh răng chuẩn để định vị chính xác trục chính và khóa chặt để ngăn tải bất kỳ tác động lên chốt hãm phân độ trong khi cắt răng trên chi tiết gia công. Sau khi cắt, trục quay tự do chuyển động cho đến khi chốt hãm rơi vào khe hở kế tiếp, quá trình này được lặp lại cho đến khi cắt xong tất cả các răng.

Nhược điểm của phương pháp này là phải có bánh răng phù hợp làm bánh răng chuẩn; tuy nhiên, bánh răng chuẩn không cần có kích thước răng bằng kích thước răng cần gia công. Có thể sử dụng bánh răng 20DP làm bánh răng chuẩn để gia công bánh răng 32DP, hoặc kích thước bất kỳ trong phạm vi cho phép. Không nhất thiết bánh răng chuẩn phải có số răng bằng số răng của chi tiết gia công, nhưng giữa chúng phải có vài thông số chung. Ví dụ, nếu cần cắt bánh răng 20 răng, bánh răng chuẩn có thể có 20 răng và chốt hãm phân độ phải ăn khớp vào mỗi răng, nhưng cũng có thể sử dụng bánh răng mẫu 40 răng, trong trường hợp đó, chốt hãm sẽ ăn khớp vào các răng xen kẽ, hoặc sử dụng bánh răng 60 răng để chế tạo 20 răng và phân độ một răng trên chi tiết qua ba răng của bánh răng mẫu. Có thể sử dụng các bánh răng thay thế trên máy tiện làm bánh răng chuẩn, và do các bánh răng này được chế tạo theo bộ, phạm vi chọn lựa tương đối rộng. Bánh răng 60 răng rất hữu dụng, vì có thể cung cấp các khoảng chia 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20 hoặc 30. Mặc dù khả năng lựa chọn các bánh răng thay thế tương đối rộng, nhưng vẫn có giới hạn đối với các số có thể phân độ, vì loại bánh răng này thường chỉ được cung cấp theo các số gia năm răng. Nếu chế tạo chốt hãm để có thể phân độ trên các răng và giữa các răng, số lượng yếu

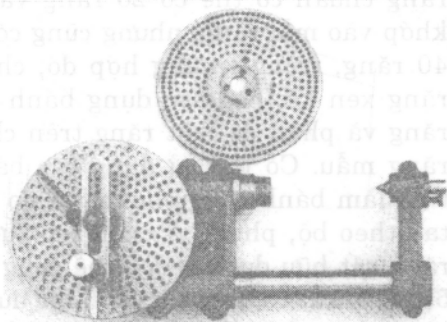
tổ có thể đạt được sẽ gấp đôi (bánh răng 60 răng có 120 khoảng chia,...) nhưng sự gia tăng trong phạm vi này không đáng kể.

Nhược điểm khác của đầu phân độ trực tiếp là độ chính xác của chi tiết gia công phụ thuộc vào độ chính xác của bánh răng chuẩn; các sai số về bước răng trên bánh răng chuẩn sẽ được chuyển lên chi tiết gia công. Nhược điểm này mang tính lý thuyết hơn thực tế, vì hiện nay, hầu hết các bánh răng thay thế trên máy tiện được chế tạo bằng một trong các quy trình cắt lăn, ví dụ phay lăn, do đó độ chính xác cao hơn nhiều so với cách gia công “tùng răng” mà các cơ sở nhỏ thường áp dụng.

Đầu phân độ trực tiếp có thể tinh vi hơn so với phần mô tả trên. Chúng được trang bị mũi trục tâm dạng vít hoặc dạng côn morse. Cơ chế khóa trục quay được thực hiện bằng kẹp ổ đỡ hai nửa thay vì bàn kẹp hoặc vít kẹp. Đầu phân độ này còn có cần định vị thứ cấp để ghép các bánh răng nhằm tăng phạm vi phân độ. Tuy nhiên, đây vẫn là đầu phân độ trực tiếp nên cũng có hạn chế. Ngoài tính đơn giản, đầu phân độ trực tiếp còn có ưu điểm là phân độ trong phạm vi cho phép nhanh hơn đầu phân độ loại trục vít bánh vít và ít sai số.

ĐẦU PHÂN ĐỘ LOẠI TRỤC VÍT - BÁNH VÍT

Về cơ bản, đầu phân độ trục vít - bánh vít là loại trực tiếp có sự bổ sung quan trọng. Bánh răng chuẩn lắp trên trục quay hoặc trục tâm là cố định, không thay thế được. Bánh răng chuẩn thực tế là bánh vít được dẫn động bằng trục thứ hai có ren vít. Trục vít này được kéo dài về phía trên và đầu phía ngoài gắn chặt với tay quay để quay trục vít. Ren vít là loại một đầu



Hình 6-2. Đầu phân độ loại trục vít - bánh vít Myford với một trong các đĩa phân độ bổ sung.

mỗi để một vòng tay quay sẽ làm bánh vít đi tới một răng. Trong kỹ thuật, tỉ số thông dụng đối với trục vít bánh vít là 40:1. Trong thực tế, đầu phân độ Myford (Hình 6-2) có tỉ số 60:1, tỉ số này rất thuận tiện đối với kỹ sư và các xưởng cơ khí nhỏ, vì các hệ số 60 thông dụng hơn nhóm hệ số 40. Một vòng tay quay của đầu phân độ Myford sẽ làm quay trục quay và chi tiết gia công $1/60$ vòng, 10 vòng tay quay sẽ cung cấp chuyển động quay $1/6$ vòng,... Bằng cách quay tay quay một phần vòng quay có thể quay trục chính theo góc bất kỳ, do đó, về lý thuyết, có thể phân độ vô cấp. Một số dạng đồng hồ vị trí hiển thị lượng vòng quay cần thiết được gọi là đĩa phân độ (mâm chia). Đĩa phân độ được lắp đồng tâm với trục vít nhưng gắn cố định với đầu phân độ và không quay theo trục vít. Trên đĩa này có khoan nhiều lỗ đồng tâm với lỗ trục quay, và tay quay có trụ trượt chịu tải lò xo để có thể đặt chốt định vị trên trụ trượt vào lỗ bất kỳ. Để có công dụng tối đa, phía ngoài đĩa phân độ có khoan một dãy lỗ theo mỗi đường kính vòng chia khác nhau, và cần chứa trụ trượt được xé rãnh để có thể chỉnh trụ trượt thẳng hàng trên vòng lỗ cần thiết. Đầu phân độ Myford được trang bị hai đĩa phân độ có tất cả 15 bộ lỗ, thích hợp với hầu hết các yêu cầu phân độ từ 1 đến 100. Các khoảng chia không khả dụng chủ yếu là các số nguyên tố, nhưng nếu cần, có thể sử dụng hai đĩa khác làm đĩa phụ để giải quyết vấn đề này. Biểu đồ kèm theo đầu phân độ liệt kê tất cả các tổ hợp phân độ khả dụng và ghi rõ số vòng quay cho mỗi khoảng chia, nếu cần, cộng thêm số lỗ cần thiết trên đĩa phân độ đặc biệt. Việc đếm các lỗ có thể nhầm lẫn; nếu cần 28 lỗ trên đĩa phân độ 49 lỗ, phải thực hiện việc đếm cho mỗi lần phân độ, do đó dễ phát sinh sai số. Để khắc phục vấn đề này, bộ phận hỗ trợ được cung cấp có hai lưỡi có thể quay xung quanh trục vít và nằm ngay trên đĩa phân độ. Có thể di chuyển các lưỡi này một cách độc lập rồi khóa với nhau tại vị trí mong muốn bất kỳ để chúng di chuyển nguyên cụm. Do đó, có thể xác lập chúng để bao quát số lỗ theo yêu cầu – 28 trong 49 lỗ trong ví dụ trên – và qua đó cho biết lỗ mà trụ trượt phải lọt vào để thu được khoảng chia chính xác. Sau mỗi chuyển động của tay quay, các lưỡi được quay theo cặp cho đến khi một trong

hai lưỡi này tiếp xúc và tựa vào trụ trượt, lưỡi còn lại sẽ xác định lỗ kế tiếp dành cho trụ trượt.

Bạn không nên chỉ tin vào các bảng hoặc biểu đồ dữ liệu, vì chúng thường bị rách hoặc dính dầu và chất bẩn nên rất khó đọc. Luôn luôn thận trọng để có thể làm việc một cách độc lập. Không có gì bí ẩn về việc xác định số lỗ hoặc sử dụng đường tròn nào trên đĩa phân độ, sau đây là ví dụ minh họa.

Giả sử bạn cần cắt bánh răng 33 răng bằng đầu phân độ có tỉ số trục vít - bánh vít 60:1. Bước thứ nhất là chia tỉ số truyền cho số khoảng chia được yêu cầu – trong trường hợp này là chia 60 cho 33. Kết quả là $1 + 27/33$, giá trị này cho thấy mỗi khoảng chia là một vòng tay quay hoàn chỉnh cộng thêm $27/33$ vòng quay. Để có $27/33$ vòng quay, bạn sử dụng 27 lỗ trên vòng 33 lỗ của đĩa phân độ.

Nếu có vòng 33 lỗ vấn đề đã được giải quyết, nhưng không chắc đĩa phân độ có vòng 33 lỗ, do đó bước kế tiếp là xem có thể ước lượng phân số $27/33$ hay không. Trong trường hợp này là được, vì cả tử số và mẫu số đều chia hết 3, kết quả bạn có phân số mới $9/11$. Nếu đĩa phân độ không có vòng 33 lỗ, chắc chắn sẽ không có vòng 11 lỗ, nhưng có lẽ sẽ có vòng bội số của 11 và đây rất có thể là vòng 77 lỗ. Nếu nhân cả tử và mẫu của phân số $9/11$ với 7 bạn sẽ có phân số $63/77$. Như vậy, khoảng chia để tạo ra bánh răng 33 răng là một vòng tay quay cộng với 63 lỗ trên vòng 77 lỗ của đĩa phân độ. Sau khi hiểu ví dụ này, bạn sẽ thấy việc phân độ là bài toán đơn giản.

Đôi khi đĩa phân độ có thể không có vòng lỗ với số lỗ cần thiết. Điều này hiếm gặp vì các đĩa được thiết kế rất cẩn thận để cung cấp phạm vi phân độ rất rộng, nhưng nếu phải chế tạo đĩa phân độ tạm thời, bạn đừng bận tâm về việc định vị các lỗ thật chính xác, vì sai số bất kỳ trên đĩa phân độ không được chuyển trực tiếp lên chi tiết gia công mà được chia với tỉ số của trục vít bánh vít, vì thế sai số thực sự trở nên rất nhỏ.

Chương 7

Gia công bánh răng trụ răng thẳng

Có một điều mà nhiều người trong chúng ta thường quên là mọi loại máy: máy tiện, máy phay, máy khoan, máy bào ngang hoặc máy công cụ nào khác, đều tạo ra cùng một thứ - phôi. Bánh răng cũng không ngoại lệ, mặc dù đã nỗ lực xác định hình dạng răng, nhưng bạn không cắt chúng, chỉ cắt khoảng trống giữa các răng, vì thế dao cắt răng là dao định hình – hình dạng dao là không gian giữa hai răng liên tiếp.

Vấn đề được đề cập khi trình bày dạng thân khai là đường tròn cơ sở của đường thân khai có liên quan với đường kính vòng chia của bánh răng, do đó, khi số răng trên bánh răng thay đổi, đường kính vòng cơ sở cũng thay đổi; điều này được phản ánh vào hình dạng của đường cong thân khai. Từ đây suy ra dạng răng đối với bước răng hướng kính (DP) bất kỳ đã cho sẽ thay đổi theo số răng trên bánh răng. Như vậy cần có các dao tương ứng với từng kích thước bánh răng, và điều này có nghĩa là sẽ cần nhiều dao! Đường cong thân khai thay đổi khá rõ giữa các bánh răng có ít răng, nhưng mức thay đổi này giảm xuống và trở nên không rõ ràng đối với các bánh răng lớn, và khi số răng vượt quá 120 sự thay đổi biên dạng không đáng kể. Trong các bánh răng thông dụng, có thể bỏ qua sự khác biệt nhỏ về biên dạng răng mà không có ảnh hưởng đáng kể đối với hiệu suất của bánh răng. Hai vấn đề này được các nhà chế tạo dao cắt răng thừa nhận, vì thế họ giảm số lượng dao cần thiết đối với mỗi bước răng hướng kính đến tám dao. Chỉ có vài bánh răng có thể cắt với số dao thấp hơn mức

này, nhưng khi các bánh răng lớn hơn, số răng tăng tương ứng, và số lượng dao cũng tăng lên. Trên thực tế, dao No.1 sẽ gia công mọi bánh răng trên 134 răng, kể cả thanh răng.

Tất cả các dao cắt răng dạng đĩa chỉ cắt mỗi lần một răng thường được gọi là dao Brown & Sharpe, đây là tên công ty phát triển loại dao này cách đây nhiều năm. Hiện nay chúng được nhiều nhà sản xuất dao trên khắp thế giới chế tạo, nhưng tất cả đều đáp ứng tiêu chuẩn quốc tế dựa trên công việc mà công ty Brown & Sharpe đã thực hiện.

Mỗi dao trong khoảng này được gán một số, ghi rõ trên dao cắt cùng với số răng mà dao đó được thiết kế. Sau đây là bảng liệt kê dao cắt:

Dao No.8 dùng để cắt bánh răng có 12 và 13 răng.

Dao No.7 dùng để cắt bánh răng có 14-16 răng.

Dao No.6 dùng để cắt bánh răng có 17-20 răng.

Dao No.5 dùng để cắt bánh răng có 21-25 răng.

Dao No.4 dùng để cắt bánh răng có 26-34 răng.

Dao No.3 dùng để cắt bánh răng có 35-54 răng.

Dao No.2 dùng để cắt bánh răng có 55-134 răng.

Dao No.1 dùng để cắt bánh răng có 135 răng và thanh răng.

Sau khi chọn đúng dao cắt, vấn đề tiếp theo là gá lắp dao để gia công răng đến chiều sâu chính xác. Mốc xác lập chiều sâu cắt là đường kính ngoài của phôi bánh răng, vì không có mốc nào khác để đo. Chương 7 đã trình bày đường kính ngoài của phôi bánh răng phải là $(N+2)/DP$. Theo quan điểm thực tiễn, đường kính ngoài của bánh răng hoàn thiện không có tính quyết định cao và cho phép dung sai gia công dễ thực hiện, đặc biệt theo hướng sai số âm, nhưng yếu tố quyết định là kích thước đường kính vòng chia và thông số này chịu ảnh hưởng bởi chiều sâu cắt. Vì thế, cần đo đường kính ngoài của phôi một cách cẩn thận và so sánh với kích thước lý thuyết. Nếu có sai biệt, cần đưa giá trị này vào tính toán khi xác lập chiều

sâu dao cắt. Ví dụ, nếu bánh răng sẽ cắt là 40 răng 20 DP, đường kính ngoài của phôi phải là $42/20 = 2.100$; nhưng khi đo chỉ có 2.090, sai số đường kính 0.010 này phải được tính đến và chiều sâu cắt xác lập trên máy sẽ giảm 0.005 so với chiều sâu bình thường. Trong trường hợp này, thay vì điều chỉnh đến 0.108, chiều sâu cắt được sửa đổi là $0.103 = 0.108 - 0.005$.

Phương pháp xác lập chiều sâu cắt là đưa phôi lên cho đến khi vừa chạm dao, điều chỉnh đồng hồ vi kế của bàn trượt tương ứng đến zero, sau đó sử dụng đồng hồ vi kế để xác lập đường cắt chính xác và khóa chặt bàn trượt ở vị trí đó. Có lẽ hơi khó xác định thời điểm dao vừa chạm chi tiết gia công, nếu đi quá sâu móc này sẽ bị mất. Trong trường hợp đó, bạn cần phân độ với răng kế tiếp và thử lại! Tốt nhất là đặt miếng giấy ướt mỏng lên phôi, với máy đang chạy, bạn cần thận đưa dao đến gần chi tiết gia công cho đến khi dao kéo miếng giấy đi. Khi đó, giá trị xác lập có thể xem là chính xác.

Chiều sâu cắt thường được xác định bằng bước răng hướng kính (DP) hoặc bước răng vòng (CP), các công thức tính toán đã được trình bày trong Chương 5. Số liệu này thường cũng được ghi trên dao cắt, với ký hiệu D+f, thay vì chiều sâu cắt chính xác. Để tiết kiệm thời gian tính chiều sâu cắt mỗi khi cần thiết, bạn có thể tham khảo các bảng sau đây. Trong đó chiều sâu cắt được trình bày theo kích thước hệ mét và hệ Anh, do đó cho phép xác lập chiều sâu cắt trực tiếp dựa vào các vạch chia độ trên đồng hồ vi kế.

Luôn luôn cắt thử đến chiều sâu chính xác bằng một lần chạy dao; không nên cắt dần bằng nhiều đường cắt mỏng. Các dao cắt răng thương mại khá đắt tiền, và tất nhiên, người dùng muốn chúng càng lâu mài lại càng

Module	Chiều sâu răng (inch)	Chiều sâu răng (mm)
1	.085	2.16
0.8	.070	1.73
0.7	.059	1.51
0.5	.042	1.08
0.4	.034	0.86
0.3	.025	0.65
4	.340	8.63
3	.255	6.47
2.5	.212	5.39
2.0	.170	4.31
1.5	.127	3.24
1.25	.106	2.70

tốt; nhưng thật sai lầm khi nghĩ rằng thực hiện nhiều đường cắt mỏng để bảo vệ dao. Bạn hãy điều chỉnh dao cắt đến chiều sâu chính xác và điều chỉnh lượng ăn dao phù hợp với máy, máy lớn có tốc độ ăn dao nhanh hơn máy nhỏ. Khi cắt các răng lớn, chẳng hạn bánh răng trên các loại máy kéo, trang thiết bị khả dụng có thể không đủ mạnh để cắt răng bằng một lần chạy dao; trong trường hợp đó có thể gia công sơ bộ các răng bằng cửa xẻ rãnh hoặc dao phay ba mặt để loại bớt lượng dư và giảm tải cho máy khi sử dụng dao định hình.

D.P.	Chiều sâu răng (inch)	Chiều sâu răng (mm)
6	.360	9.13
8	.270	6.85
10	.216	5.48
12	.180	4.56
14	.154	3.91
16	.135	3.42
18	.120	3.04
20	.108	2.74
22	.098	2.49
24	.090	2.28
26	.083	2.11
28	.077	1.96
30	.072	1.83
32	.067	1.71
36	.060	1.52
40	.054	1.37
48	.045	1.14
64	.034	0.86
72	.030	0.76
80	.027	0.68

Trong công nghiệp, yếu tố thời gian rất quan trọng, tốc độ và lượng ăn dao được thiết kế để có tốc độ loại bỏ phoi lớn nhất ứng với tổng chi phí. Các máy công cụ được chế tạo đặc biệt để giảm thời gian gia công đến mức thấp nhất, do đó, cần tuân thủ các tốc độ và lượng ăn dao đã công bố trong các tài liệu công nghiệp, loại tài liệu này ít được sử dụng trong các cơ sở nhỏ, vì máy công cụ của những cơ sở đó có thể chỉ là máy tiện và máy phay. Rất ít máy móc trong các cơ sở nhỏ có trang bị hệ thống làm nguội tuần hoàn đầy đủ; thực tế là hệ thống làm nguội ở hầu hết các cơ sở này chỉ là “thùng và cọ” hoặc thùng nhỏ giọt. Bảng sau đây có xét đến mọi yếu tố đó, tuy nhiên, bạn chỉ nên xem chúng là số liệu tham khảo, không nên cố gắng chạy dao quá nhanh. Không có gì bảo đảm khoảng tốc độ của máy hiện có phù hợp với số liệu đã ghi trong bảng này, bạn hãy thử với tốc độ gần sát số liệu trong bảng và xem điều gì xảy ra! Điều này có vẻ thô thiển, nhưng có quá nhiều yếu tố chưa biết về

Vật liệu	Dao thép gió thương mại Brown & Sharpe	Dao thép ánh bạc tự chế			
		Đ. kính 2-3/8"	Đ. kính 1-1/4"	Đ. kính 1-1/2"	Đ. kính 2"
Thép					
Đồng thau	60 v/phút	75 v/phút	62 v/phút	48 v/phút	
Hợp kim nhẹ	100 v/phút	120 v/phút	100 v/phút	75 v/phút	
	140 v/phút	170 v/phút	140 v/phút	100 v/phút	

các cơ sở nhỏ để có thể nêu ra tốc độ tối ưu, tốc độ đó có thể rất nguy hiểm. Hầu hết các loại dao thương mại của Brown & Sharpe thường được sử dụng trong các cơ sở nhỏ có đường kính khoảng 2-3/8 in và đường kính lỗ trục 1 in, vì đây là kích thước tiêu chuẩn. Dao thép gió được nhiệt luyện và mài chính xác có thể làm việc với tải nặng hơn so với dao tự chế. Các dao tự chế bằng thép carbon, chẳng hạn thép ổ bi, được nhiệt luyện mà không có thiết bị kiểm soát nhiệt độ. Cột thứ nhất trong bảng này dành cho các dao thương mại, các cột còn lại dành cho các đường kính khác nhau của dao tự chế.

Các xưởng cơ khí nhỏ thường không có máy móc chuyên dùng, do đó phải gia công bánh răng trên máy tiện hoặc máy phay. Máy phay thường là lựa chọn ưu tiên nhưng nếu không có máy phay, máy tiện cũng có thể thực hiện công việc này.

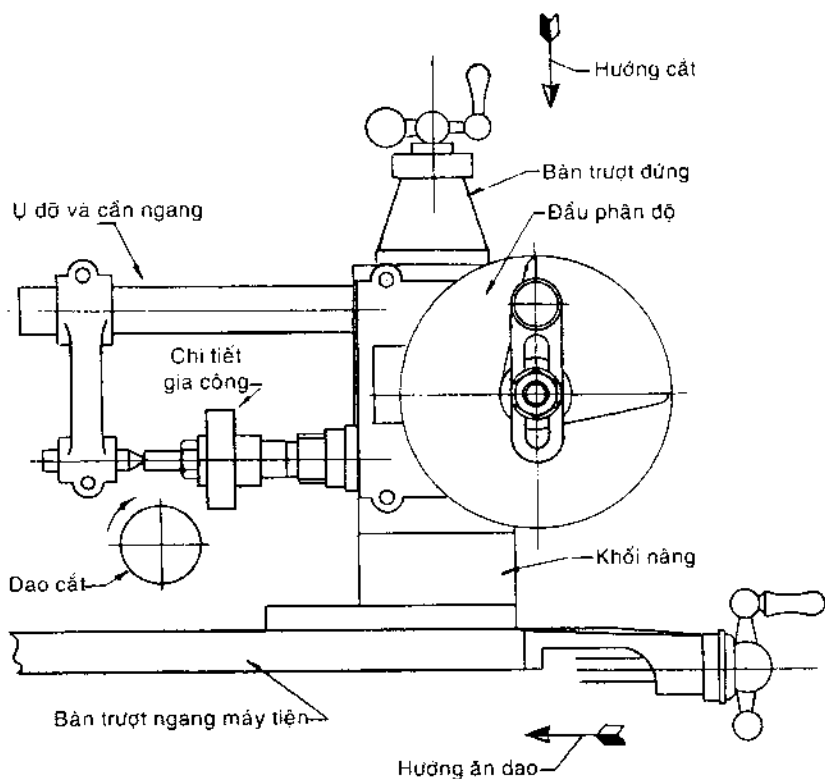
Thiết bị cắt bánh răng có hai bộ phận chính, bộ phận thứ nhất kẹp chặt và phân độ phôi, bộ phận thứ hai có nhiệm vụ kẹp chặt và quay dao cắt với tốc độ phù hợp. Máy tiện có hai cách để đáp ứng yêu cầu trên. Thứ nhất, có thể giữ dao cắt trong giá dao hoặc trục gá siết chặt với trục tâm máy tiện, phôi bánh răng và đầu phân độ được lắp chặt với bàn trượt ngang của máy. Phương pháp thứ hai ngược lại, lắp phôi với trục tâm máy tiện còn dao cắt được gắn chặt với bàn trượt ngang của máy tiện có truyền động phụ. Phương pháp thứ hai được ưa chuộng hơn nhưng ít phổ biến trong những năm gần đây do các thay đổi về thiết kế máy tiện. Hầu hết các máy tiện hiện đại cỡ nhỏ là loại độc lập có trang bị động cơ và đai truyền động được che kín hoàn toàn, rất khó tiếp cận dây đai và puli, đặc biệt là khi máy tiện đang hoạt động, để bảo vệ người vận hành trước các nguy cơ từ dây đai, puli, và bánh răng.

Trong thời kỳ đầu của máy tiện cỡ nhỏ, giữa hai cuộc chiến tranh thế giới cho đến thập niên 1950, nhiều máy tiện được truyền động bằng các đai dẹp từ trục truyền chính trên cao. Trục này được truyền động bằng động cơ duy nhất của xưởng cơ khí và thường chạy suốt chiều dài xưởng để cung cấp công suất cho tất cả các máy móc trong xưởng. Trục truyền chính được đặt ở vị trí thuận tiện để cung cấp công suất đến các đầu cắt phụ lắp trên băng máy tiện hoặc bàn trượt ngang, và nhiều đồ gá, nói chung, không chỉ quá trình cắt bánh răng, cả quá trình phay cũng được cung cấp công suất theo cách này. Tuy có các ưu điểm riêng, đặc biệt khi có nhiều cơ cấu truyền động phụ, hệ thống này không đáp ứng tiêu chuẩn an toàn hiện nay.

Sự xuất hiện của Myford ML7, và các loại máy tiện tương tự, vào cuối thập niên 1940 đã mang lại cuộc cách mạng triệt để trong các xưởng gia công nhỏ; ngày nay, hầu hết các máy công cụ đều là thiết bị độc lập. Do không có trục quay thuận tiện để cung cấp công suất đến dao cắt lắp trên bàn trượt ngang của máy tiện, và do tất cả các thiết bị có lắp động cơ độc lập quá cồng kềnh và nặng nề để đặt lên bàn trượt ngang, hiện nay phương pháp gia công bánh răng trên máy tiện ít được sử dụng; chỉ giới hạn trong các bánh răng nhỏ và nhẹ, chẳng hạn bánh răng trong khí cụ đo, ở đó, tốc độ dao có thể cao nên không cần hộp giảm tốc trong cơ cấu truyền động dao.

Như đã nói ở phần trên, phương pháp thứ nhất (truyền động dao bằng trục tâm máy tiện) có vài ưu điểm. Có thể áp dụng toàn bộ khoảng tốc độ của máy tiện đối với dao và chọn tốc độ phù hợp với kích thước, loại dao, và vật liệu phôi bánh răng. Công suất toàn phần của máy tiện cũng cho phép điều chỉnh tốc độ và lượng ăn dao phù hợp với công việc thay vì phù hợp với công suất hữu dụng của động cơ phụ. Cách bố trí này cũng cứng vững hơn, vì trục gá dao quay trong các ổ đỡ trục tâm máy tiện, do đó chắc chắn hơn nhiều so với các ổ đỡ được lắp vào cơ cấu truyền động trên bàn trượt ngang. Hình 7-1 minh họa sơ đồ bố trí các thiết bị khác nhau để gia công bánh răng.

Đầu phân độ được lắp trên bàn trượt đứng phải bảo đảm trục chính máy tiện quay song song và thẳng hàng với bàn

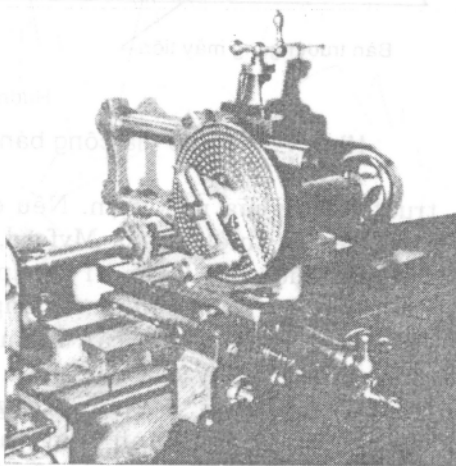


Hình 7-1. Sơ đồ gia công bánh răng nhỏ trên máy tiện.

trượt ngang của máy tiện. Nếu cả đầu phân độ và bàn trượt đứng đều là thiết bị của Myford, sự thẳng hàng chính xác sẽ tự động được bảo đảm, vì đầu phân độ có then định vị cắm vào rãnh chữ T của bàn trượt đứng. Nếu sử dụng bàn trượt đứng và đầu phân độ khác, cần kiểm tra sự thẳng hàng thật cẩn thận, vì trục quay của đầu phân độ không song song với bàn trượt ngang cũng sẽ không song song với trục gá phôi bánh răng, và răng của bánh răng thành phẩm sẽ sâu hơn ở một đầu bánh răng. Tương tự, nếu trục chính và trục gá không thẳng hàng với bàn trượt ngang hoặc vuông góc với băng máy tiện, các răng sẽ không song song với lỗ tâm bánh răng mà

tạo thành góc nào đó với lỗ tâm. Cần tránh cả hai lỗi này vì chúng thể ảnh hưởng nghiêm trọng đến hiệu suất của bánh răng hoàn thiện.

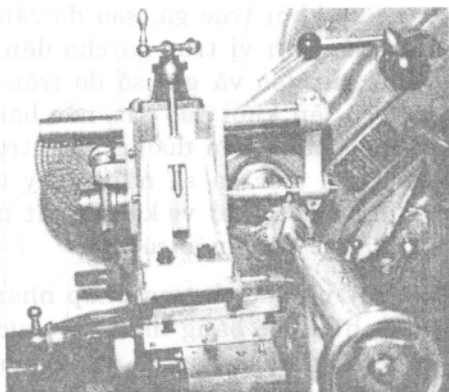
Một nhược điểm khi gia công bánh răng theo cách bố trí này là không thể nâng đường tâm của đầu phân độ đủ cao để cắt bánh răng kích thước trung bình, trừ khi bàn trượt đứng có chiều dài đặc biệt. Điều này có thể khắc phục với mức độ nhất định bằng cách sử dụng khối nâng đặt giữa bàn trượt ngang và bàn trượt đứng. Khối nâng lý tưởng phải thực hiện hai vai trò: nâng và dịch chuyển đầu phân độ về phía ụ sau (ụ động). Tức là di chuyển đầu phân độ ra xa ụ trước để tạo ra nhiều không gian hơn cho người vận hành quay tay quay. Các Hình 7-2 và 7-3 minh họa điều này và mô tả cách lắp ráp hoàn chỉnh. Tất nhiên, dao cắt được lắp trên trục gá và truyền động bằng trục tâm máy tiện. Trục gá phải đủ dài để cung cấp không gian làm việc cho đầu phân độ và đầu phía ngoài phải được đỡ bằng mũi cồng tâm của ụ động. Trục gá và trục tâm để gá lắp phôi bánh răng phải được định vị vững chắc và giữ trong đầu phân độ, đầu phân độ còn cung cấp sự nâng đỡ phía ngoài đối với trục này; hình minh họa cho thấy cách sử dụng cần ngang để nâng đỡ trục gá, cần ngang là đặc điểm của đầu phân độ này. Trục gá dao và trục gá chi tiết gia công có chuỗi côn morse tiện dụng hơn, vì có thể lắp trực tiếp vào mũi trục quay tương ứng. Nếu phải chế tạo chúng, công việc này cũng đáng bỏ công. Có thể sử dụng chúng nhiều lần không cần gá lắp lại, cũng không cần thiết bị kẹp giữ, mâm cặp chẳng hạn. Mâm cặp không



Hình 7-2. Đầu phân độ Myford gắn trên bàn trượt đứng và lắp trên khối nâng.

những gây cản trở mà còn làm giảm độ cứng vững chung. Bạn cần siết chặt cả hai trục gá này bằng bulông nổi lườn qua các trục tâm rỗng của máy tiện và đầu phân độ.

Trong cách lắp ráp này, dao sẽ quay về phía đầu phân độ, lực do tác động cắt tạo ra sẽ truyền đến các ổ chặn của đầu phân độ được thiết kế để hấp thu những lực này. Không nên cắt về phía giá đỡ ụ động, vì giá đỡ này không có khả năng hấp thu các tải dọc trục. Theo quan điểm trên, dường như không cần sử dụng bulông nổi, nhưng ngoài các tải dọc trục do tác động cắt tạo ra còn có tải va đập, và chúng là các tải lý tưởng làm chuỗi côn “bị kẹt”. Không nên vận hành dao cắt giữa các mũi tâm, vì tải trên dao, đặc biệt khi bắt đầu cắt, là gián đoạn và sự thay đổi nhanh giữa có tải và không tải sẽ làm dao quay với chuỗi giật xóc, làm tăng rung động. Các điều kiện tải vẫn không thay đổi khi lắp dao trong côn morse của trục chính máy tiện, vì khối lượng của toàn bộ máy tiện có tác dụng chống rung và làm dao quay đều hơn.



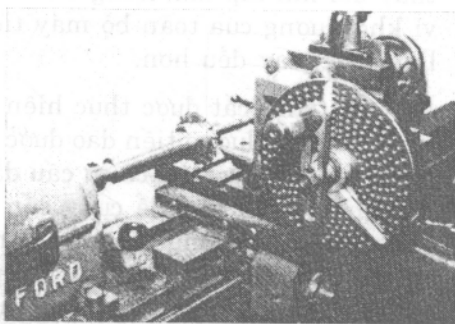
Hình 7-3. Gá lắp để gia công bánh răng trên máy tiện.

Quá trình cắt được thực hiện bằng vô lăng vít dẫn của bàn trượt đứng và lượng tiến dao được điều khiển thông qua vít trượt ngang. Nếu máy tiện có cơ cấu dẫn tiến ngang tự động, có thể sử dụng cơ cấu này để cung cấp tốc độ ăn dao phù hợp. Điều quan trọng là đường tâm của dạng răng định hình phải trùng với đường tâm của trục gá lắp phối bánh răng. Nếu không, các răng được tạo ra trên bánh răng sẽ không hướng tâm chính xác mà nghiêng qua một bên, tác động xấu đến sự ăn khớp chính xác của bánh răng thành phẩm. Có nhiều cách gá lắp chính xác bằng đo đạc. Một phương pháp là tháo phối bánh

răng ra khỏi trục gá, sau đó cẩn thận điều chỉnh vô lăng máy tiện để định vị trục gá cho đến khi cạnh trục này vừa chạm vào cạnh dao và ghi số đo trên vô lăng vít me. Sau khi nâng trục gá lên khỏi dao cắt, nếu bàn dao máy tiện di chuyển một khoảng bằng nửa đường kính trục gá cộng với nửa chiều rộng dao, tâm trục gá sẽ nằm ngay trên đường tâm của dao. Nên sử dụng đồng hồ vi kế của vít me để thu được sự điều chỉnh chính xác đến mức có thể.

Tuy nhiên, phương pháp nhanh nhất và đáng tin cậy nhất là định vị dao bằng mắt. Để thực hiện điều này, bạn tháo trục gá ra khỏi đầu phân độ và thay bằng mũi tâm máy tiện. Chính mũi tâm thẳng hàng với đường tâm của một trong các răng của dao. Đường tâm của dao vốn không được đánh dấu trên răng và phải ước lượng, nhưng kính lúp tốt có thể giúp bạn điều chỉnh chính xác trong các giới hạn rất nhỏ. Sau khi điều chỉnh, bạn khóa chặt bàn trượt máy tiện vào vị trí, tháo mũi tâm ra và lắp trục gá vào. Hình 7-4 trình bày cách định tâm này.

Trước khi bắt đầu cắt răng thứ nhất, điều chỉnh chiều dài tay quay trên đầu phân độ sao cho chốt hãm ăn khớp vào vòng lỗ thích hợp. Nếu số răng sắp cắt chia chẵn cho số răng trên bánh vít, có thể sử dụng vòng lỗ bất kỳ, vì chỉ sử dụng một lỗ, sự phân độ luôn luôn là số vòng quay toàn phần của tay quay. Dù đĩa phân độ có bao nhiêu vòng lỗ, lỗ đầu tiên (lỗ chuẩn) của mỗi vòng sẽ nằm trên cùng một đường hướng tâm. Bạn nên sử dụng lỗ chuẩn này làm điểm khởi đầu, dù có thể khởi đầu từ lỗ bất kỳ; tuy nhiên, sử dụng lỗ dễ nhận biết làm điểm khởi đầu là ý hay, vì sau một vòng quay của đầu phân độ, chốt hãm sẽ kết thúc tại lỗ khởi đầu đó. Nếu đúng như thế, mọi việc đều tốt;

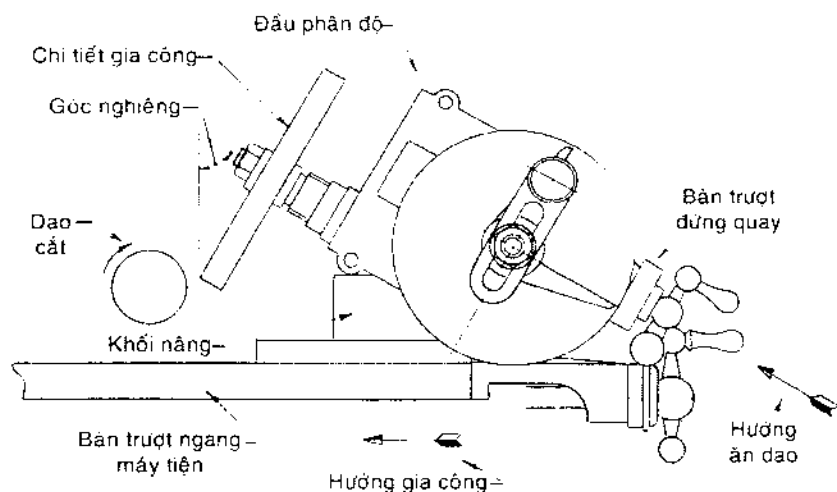


Hình 7-4. Định vị dao bằng cách dùng mũi tâm máy tiện thay thế tạm thời trục gá.

trái lại, có sai số ở đâu đó giữa các khoảng phân độ. Thói quen luôn luôn quay tay quay theo một chiều cũng là ưu điểm, vì sẽ loại bỏ các sai số do khe hở (độ rơ). Nếu chọn chiều kim đồng hồ, bạn hãy tiếp cận lỗ mốc đầu tiên theo chiều kim đồng hồ; nếu bị lỗ, bạn trả lại khoảng một phần tư vòng và thử lại lần nữa; không nên quay ngược về lỗ chuẩn. Điều này cũng áp dụng với sự quá đà bất kỳ trong quá trình phân độ. Sau khi điều chỉnh chính xác, khóa chặt đầu phân độ bằng các vít kẹp, khóa chặt bàn trượt máy tiện và bàn trượt đứng. Chuyển động duy nhất trong quá trình cắt là chuyển động cung cấp sự ăn dao.

Như đã trình bày, do chiều cao của bàn trượt đứng bị hạn chế, kích thước bánh răng có thể cắt theo cách bố trí này cũng bị giới hạn. Ngay cả khi dùng khối nâng cũng chỉ có thể cắt các bánh răng có kích thước trung bình. Khi xác định bánh răng lớn nhất có thể cắt, yếu tố chủ yếu là khoảng cách giữa tâm máy tiện và đường tâm của đầu phân độ khi được điều chỉnh đến độ cao cho phép của bàn trượt đứng. Khoảng cách này phải phù hợp với cả bán kính phôi bánh răng và bán kính dao. Tổng hai bán kính này không được lớn hơn khoảng cách giữa hai đường tâm trên. Đường kính dao càng nhỏ sẽ cho phép cắt bánh răng càng lớn, đây là điểm đáng quan tâm khi sử dụng dao "tự chế". Dao minh họa trên các Hình 7-2, 7-3 và 7-4 là dao Brown & Sharpe tiêu chuẩn có đường kính 2-3/8 in, với dao này có thể cắt tốt bánh răng 20 DP, 25 răng theo cách gá lắp nêu trên, nhưng khi đạt đến giới hạn của cách bố trí này, cần thay đổi phương pháp gá lắp dụng cụ cắt (Hình 7-5).

Về cơ bản, trang thiết bị được sử dụng tương tự phương pháp trước, nhưng lần này bàn trượt đứng là loại xoay thay vì loại cố định 90°. Loại xoay đáp ứng tốt hơn nhưng cần khóa chặt ở vị trí 90°. Lắp dao theo cách đã thực hiện trong phương pháp trước; trên thực tế, có thể sử dụng cùng một trục gá cho cả hai cách bố trí này. Bàn trượt đứng kiểu xoay được gắn với khối nâng theo góc được trình bày trên Hình 7-5 với vólăng vít dẫn hướng xuống. Điều này có tác dụng nâng cao mũi trục chính của đầu phân độ và cung cấp khoảng trống phía trên nhiều hơn. Góc nghiêng không quan trọng nhưng có thể ảnh hưởng



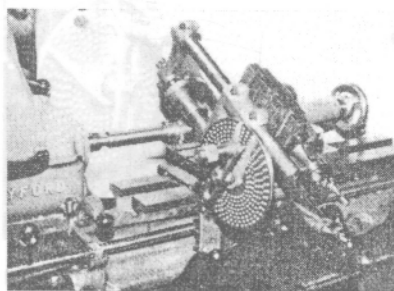
Hình 7-5. Sơ đồ sử dụng đồ gá gia công bánh răng cỡ lớn trên máy tiện.

đến kích thước bánh răng sẽ cắt, bánh răng lớn yêu cầu góc nghiêng lớn hơn bánh răng nhỏ. Bàn trượt đứng có ba rãnh chữ T, bạn có thể chọn rãnh bất kỳ để lắp đầu phân độ. Cả rãnh này và vị trí thực tế dọc theo rãnh chữ T được chọn làm điểm gá lắp đều ảnh hưởng đến kích thước bánh răng có thể cắt. Nhắc lại, phải điều chỉnh đường tâm của đầu phân độ song song với đường tâm của bàn trượt đứng, nếu không, chiều sâu răng ngang qua mặt bánh răng sẽ thay đổi theo chiều dài mặt bánh răng. Khi định tâm dao cắt với chi tiết gia công, đôi khi bạn không thể hạ đầu phân độ đủ thấp để mũi tâm tiếp xúc với dao cắt. Trong trường hợp đó, bạn xoay bàn trượt đứng cho đến khi có thể thực hiện sự tiếp xúc. Thực hiện các điều chỉnh rồi khóa chặt bàn trượt máy tiện. Sau đó xoay ngược bàn trượt đứng để đưa đầu phân độ đến góc cần thiết. Điều này sẽ không làm thay đổi giá trị điều chỉnh vì sự chuyển động xảy ra trong mặt phẳng điều chỉnh. Hình 7-7 trình bày cách định tâm này.

Phương pháp áp dụng cho chiều sâu cắt và lượng ăn dao là hoàn toàn khác so với các phương pháp trước. Lượng ăn dao trong trường hợp này được thực hiện bằng tay quay hoặc vô lăng

của bàn trượt đứng. Điều này có thể thực hiện vì trục chính của đầu phân độ ở trong mặt phẳng song song với đường trượt của bàn trượt đứng. Ở đây không cho phép chế độ ăn dao tự động, nhưng điều này không quan trọng và không gây ra vấn đề gì. Trên thực tế, nhiều khi ăn dao bằng tay lại tốt hơn vì có thể “cảm nhận” dao và cho ăn dao phù hợp.

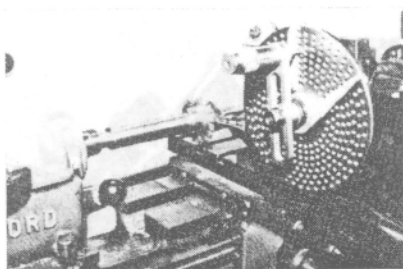
Việc đạt chiều sâu cắt chính xác có một vấn đề, vì không có phương tiện bảo đảm đường cắt vuông góc với đường tâm của trục chi tiết gia công. Lượng ăn dao phải được thực hiện bằng vít bàn trượt ngang nhưng vít này nghiêng một góc so với chuyển động mong muốn. Như đã giải thích, việc cắt răng đến chiều sâu chính xác rất quan trọng, vì thế cần tìm phương pháp xác định chiều sâu cắt. Có thể thực hiện điều này bằng cách cắt răng cạn có tính toán, sau đó kiểm tra bằng thước đo chiều sâu, và cắt dần từng chút cho đến khi đạt chiều sâu cắt chính xác. Có thể cắt tất cả các răng theo cách này, nhưng mất khá nhiều thời gian. Đây là lúc bạn cần sử dụng kiến thức lượng giác cơ bản. Khi biết góc nghiêng của đầu phân độ, phép tính đơn giản có thể giúp bạn xác định khoảng cách bàn trượt ngang phải di chuyển để tiến đến chiều sâu cắt cần thiết. Nếu chia chiều sâu răng mong muốn cho cosine của góc hợp bởi trục quay của đầu phân độ và mặt phẳng đứng, kết quả sẽ là khoảng cách bàn trượt ngang cần di chuyển. Góc 60° rất tiện lợi, vì cosine của 60° là 0.5, do đó, khoảng di chuyển của bàn trượt ngang sẽ bằng hai lần chiều sâu cắt được yêu cầu. Đáng tiếc là không phải lúc nào cũng có thể xác lập bàn trượt đứng 60° . Góc nghiêng được chọn có nhiều khả năng rơi vào giữa 30° và 65° , do đó bảng sau đây, tính theo số gia 5° , là công cụ hữu dụng. Số liệu trong bảng là lượng tiến vít bàn trượt ngang sau khi xác lập sự tiếp xúc giữa dao và chi tiết gia công.



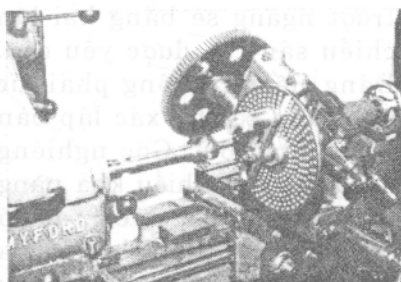
Hình 7-6. Phương pháp dùng bàn trượt đứng quay để gia công bánh răng lớn.

Góc nghiêng								
DP của bánh răng	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°
Lượng ăn dao trên bàn trượt ngang								
6	.416	.439	.470	.509	.560	.628	.720	.852
8	.312	.330	.352	.382	.420	.471	.540	.639
10	.249	.264	.282	.305	.336	.377	.432	.511
12	.208	.220	.235	.256	.280	.314	.360	.426
14	.178	.188	.201	.218	.240	.268	.308	.364
16	.156	.165	.176	.191	.210	.235	.270	.319
18	.139	.146	.157	.170	.187	.209	.240	.284
20	.125	.132	.141	.153	.168	.188	.216	.256
22	.113	.120	.128	.139	.152	.171	.196	.232
24	.104	.110	.117	.127	.140	.157	.180	.213
26	.096	.101	.108	.117	.129	.145	.166	.196
28	.089	.094	.101	.109	.120	.134	.154	.182
30	.083	.088	.094	.102	.112	.126	.144	.170
32	.077	.082	.087	.095	.104	.117	.134	.159

Hình 7-6 minh họa quá trình cắt bánh răng 63 răng cho thấy trục gá bánh răng với giá đỡ ụ sau, giá đỡ này được cung cấp bằng cần ngang của đầu phân độ. Với đầu phân độ trên hình minh họa, có thể sử dụng giá đỡ cần ngang với các bánh răng có đường kính đến 5.75 inch; với các bánh răng lớn hơn đường kính này, phải tháo cần ngang ra, nếu không cần này sẽ va chạm với bánh răng. Đáng tiếc, bánh răng càng lớn càng



Hình 7-7. Định tâm dao cắt. Điều chỉnh bàn trượt đứng nghiêng một góc nhỏ để cho phép mũi tâm chạm vào dao cắt.



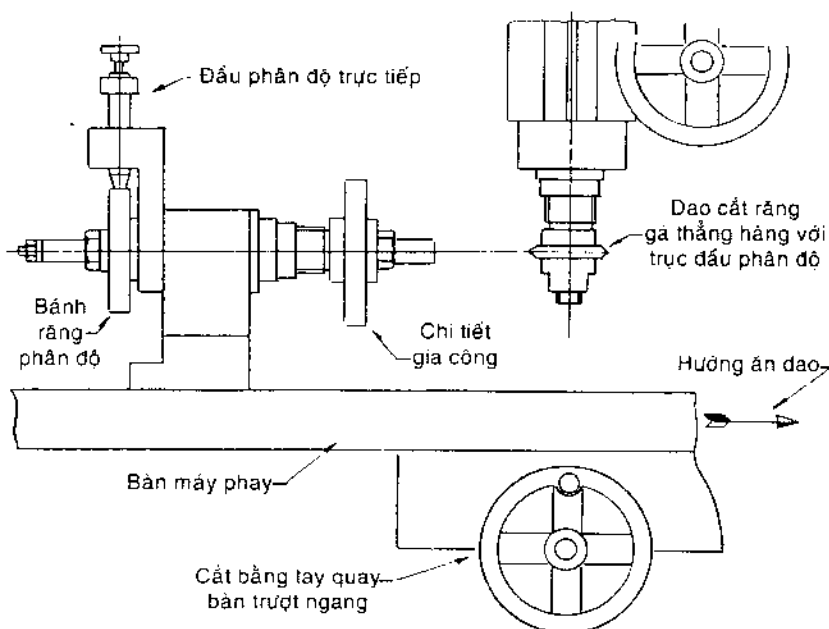
Hình 7-8. Bánh răng lớn cần trở sử dụng giá đỡ ụ động. Dùng trục gá gắn để có độ cứng vững tối đa.

cần giá đỡ. Tuy nhiên, để khắc phục sự thiếu giá đỡ, bạn thu ngắn trục gá bánh răng đến mức có thể, lắp phôi bánh răng càng gần ổ đỡ phía trước đầu phân độ càng tốt (Hình 7-8).

GIA CÔNG BÁNH RĂNG TRỤ RĂNG THẲNG TRÊN MÁY PHAY ĐỨNG

Trong những năm gần đây, ngày càng nhiều xưởng cơ khí nhỏ sử dụng máy phay đứng. Người kỹ sư luôn luôn mong muốn mở rộng tính năng các máy công cụ của mình. Về cơ bản, máy tiện là máy tiện, nhưng với một chút khéo léo và đồ gá thích hợp, máy tiện có khả năng thực hiện các nguyên công khác xa nguyên công tiện dọc mặt trụ. Máy phay đứng cũng vậy. Do đó, khi phát hiện tiềm năng của loại máy công cụ này, họ sử dụng chúng ngày càng nhiều. Nhận ra nhu cầu đó, một số nhà sản xuất máy phay đứng cỡ nhỏ chế tạo các máy có cơ cấu truyền động bánh răng hoặc tốc độ thấp, loại máy này rất phù hợp để gia công bánh răng.

Hình 7-9 minh họa sơ đồ gá lắp trên máy phay đứng để gia công bánh răng trụ răng thẳng. Dao lắp lên trục ngắn gắn chặt với trục chính của máy và được giữ cố định bằng bulông nổi (bulông rút) luồn qua trục chính rỗng. Như thế, dao được lắp sát ổ đỡ thấp nhất của trục chính nên rất cứng vững. Nếu máy có cơ cấu truyền động bánh răng, cần giảm tốc độ toàn phần xuống 30 - 40 v/phút cho phù hợp với dao cắt. Chuyển động tiến xuống của trục chính máy phay được điều chỉnh bằng cơ cấu ăn dao tinh, cho phép định vị dao ở độ cao cần thiết rồi khóa chặt ở vị trí đó để ngăn dao di chuyển xa hơn. Bàn máy phẳng, lớn, với các rãnh T, hầu hết các máy phay đều có, là bề mặt lý tưởng để lắp đầu phân độ. Phần lớn các đầu phân độ thiết kế theo ụ trước cung cấp chiều cao tâm tốt và bề mặt lắp ghép phẳng, rộng, do đó không có vấn đề phát sinh khi kẹp chặt đầu phân độ loại này vào bàn máy. Đầu phân độ loại trục vít - bánh vít là thiết bị đắt tiền, vì thế cần xem xét tính đa dụng khi quyết định mua hoặc chế tạo. Đầu phân độ cũng là phụ tùng máy tiện rất hữu dụng và có nhiều công dụng khác ngoài sự phân độ phôi bánh răng; tuy nhiên, khi định sử dụng

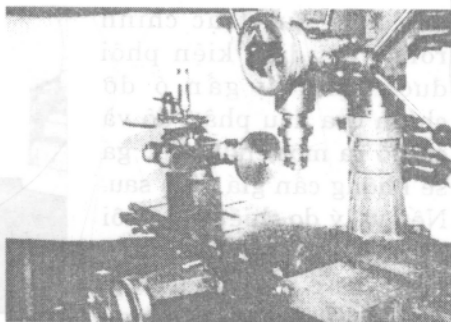


Hình 7-9. Gia công bánh răng trên máy phay đứng.

trên máy tiện, đầu phân độ thường được thiết kế để lắp lên bàn trượt đứng, do đó không có đế phẳng, lớn, để lắp trực tiếp lên bàn máy hoặc chiều cao tâm thuận tiện. Đầu phân độ Myford là ví dụ điển hình về loại này, mặc dù tương đối hoàn hảo để sử dụng trên máy phay, nhưng đầu phân độ Myford cũng cần có khối nâng chèn giữa đầu phân độ và bàn máy phay.

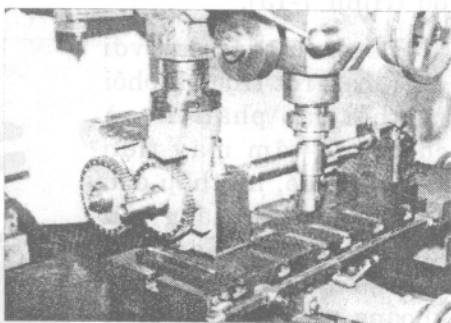
Trong quá trình cắt bánh răng trụ răng thẳng, cần chỉnh trực quay của đầu phân độ song song với các đường trượt của bàn máy; nếu không, các răng của bánh răng thành phẩm sẽ không vuông góc với bề mặt bánh răng. Hình 7-10 minh họa cách gá lắp máy phay để gia công bánh răng trụ răng thẳng; bàn máy phay này có khe định vị hoặc rãnh then (rãnh then được cắt bằng chính máy phay này để bảo đảm rãnh then song song với các đường trượt của bàn máy). Khối nâng cũng có then trên cả mặt trên và mặt dưới, do đó mỗi khi lắp đầu phân độ

và khối nâng vào bàn máy, chúng tự thẳng hàng một cách chính xác. Chú ý, chỉ cần sử dụng một bulông để cố định đầu phân độ, vì cả khối nâng và đầu phân độ đã được định vị bằng các then và bulông chỉ cung cấp lực kẹp chặt.



Hình 7-10. Gia công bánh răng trụ răng thẳng trên máy phay đứng. Đầu phân độ lắp trên khối nâng.

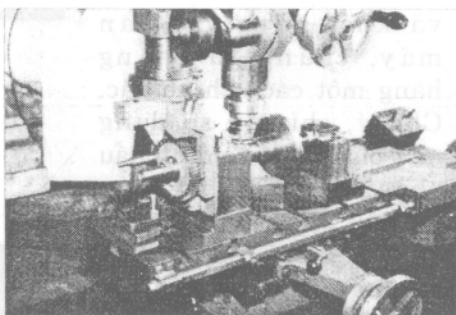
Nếu hệ thống kẹp không có cơ cấu chỉnh thẳng hàng tự động, mỗi lần siết chặt đầu phân độ trên bàn máy, cần điều chỉnh trục quay của đầu phân độ song song với các đường trượt của bàn máy. Để cửa đầu phân độ có thể có bề mặt chuẩn, khi đó, bạn chỉ cần sử dụng khối vuông đặt giữa cạnh chuẩn và cạnh bàn máy. Nếu không có mặt chuẩn, bạn cần sử dụng các phương pháp khác để chỉnh thẳng hàng chính xác. Một phương pháp là đặt trục gá dài nhất vào trục quay của đầu phân độ, sau đó quay vô lăng vít dẫn để đưa trục gá dao đến gần, nhưng không chạm trục gá này, rồi khóa chặt trục gá dao vào vị trí bằng thiết bị kẹp ống lót. Lúc này bạn di chuyển bàn máy tới lui và theo dõi khe hở mở rộng và thu hẹp giữa hai trục gá, từ đây bạn có thể biết cách di chuyển đầu phân độ để đạt được sự điều chỉnh chính xác. Hình 7-11 minh họa cách thực hiện công việc này.



Hình 7-11. Chỉnh thẳng hàng đầu phân độ trực tiếp song song với bàn máy.

Bạn nên lắp phiôi bánh răng lên trục gá phù hợp và siết chặt trục gá với đầu phân độ bằng thanh

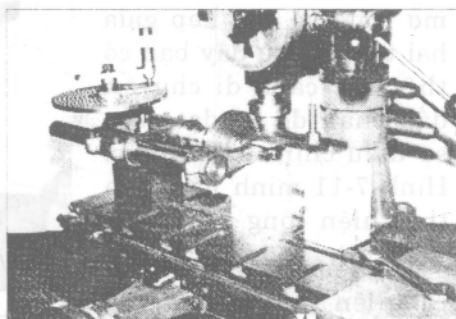
kéo luồn qua trục chính rộng. Với điều kiện phôi được định vị gần ổ đỡ chính của đầu phân độ và chỉ ló ra một chút, trục gá sẽ không cần giá đỡ ụ sau. Nếu vì lý do thiết kế, phôi ló ra nhiều, tốt nhất bạn nên dùng giá đỡ ụ sau. Loại đầu phân độ thương



Hình 7-12. Ổ trục gá dao bằng một ụ sau độc lập.

mại lắp trực tiếp lên bàn máy thường được trang bị ụ sau phù hợp với từng đầu phân độ để bảo đảm chiều cao tâm của cả hai bộ phận này là đồng nhất, và chi tiết gia công đặt giữa hai bộ phận này sẽ song song với bàn máy. Giá đỡ ụ sau hoàn toàn độc lập với đầu phân độ, có thể định vị ở khoảng cách thuận tiện bất kỳ so với đầu phân độ. Hình 7-12 minh họa đầu phân độ trực tiếp tự chế với trục gá dao được chống đỡ bằng ụ sau. Nếu sử dụng đầu phân độ Myford, giá đỡ sẽ được cung cấp bằng mũi tâm cần ngang. Giá đỡ này không vững bằng giá đỡ lắp trên bàn máy, nhưng cũng có tác dụng nhất định. Tuy nhiên, nếu sự chống đỡ này chưa đạt, bạn có thể kẹp đuôi cần ngang với bàn máy, với điều kiện đặt gối đệm phù hợp giữa bàn máy và giá đỡ (Hình 7-13).

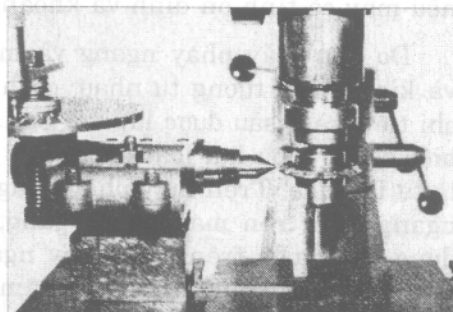
Để định tâm dao với phôi, bạn rút trục gá phôi ra khỏi đầu phân độ và chèn mũi tâm máy tiện vào vị trí đó, hạ thấp đầu máy phay, hoặc nâng bàn máy lên, tùy theo loại máy phay đang sử dụng, khoảng nửa inch so với vị trí điều chỉnh chính xác, rồi khóa chặt đầu phân độ vào vị trí. Định tâm dao



Hình 7-13. Kẹp phần sau cần ngang để tăng độ cứng vững.

bằng cơ cấu dẫn tiến xuống tinh chỉnh. Toàn bộ quy trình tương tự quy trình định tâm trên máy tiện đã trình bày. Sau khi đạt được vị trí chính xác, khóa trục rỗng thật chặt, lắp thêm kẹp phụ lên kẹp bình thường, vì chuyển động bất kỳ của trục rỗng trong quá trình cắt sẽ làm hư hỏng bánh răng. Bằng cách hạ toàn bộ đầu phân độ xuống gần vị trí điều chỉnh, bạn có thể giảm nhu cầu kéo dài trục rỗng đến mức thấp nhất và cung cấp sự nâng đỡ tối đa cho dao cắt. Hình 7-14 minh họa cách định tâm này.

Bạn nên bố trí dao để cắt về phía đầu phân độ không phải theo hướng ra xa bộ phận này, nghĩa là dao sẽ vận hành từ phía sau phôi, tức là phía cách xa người vận hành, và giữa phôi và trụ máy phay. Điều này không gây khó khăn vì vẫn ở trong tầm nhìn và nếu máy có tâm với thay đổi, tương tự máy được minh họa, tâm với này sẽ được điều chỉnh theo độ nhô ra tối thiểu, cho phép quá trình cắt xảy ra gần sát trụ máy. Chiều sâu cắt được thực hiện bằng vít bàn trượt ngang, cắt chiều sâu răng toàn phần bằng một lần chạy dao là tốt nhất. Thực hiện lượng ăn dao bằng tay quay bàn máy hoặc sử dụng cơ cấu ăn dao tự động, nếu có.



Hình 7-14. Định tâm dao cắt trên máy phay đứng.

GIA CÔNG BÁNH RĂNG TRỤ RĂNG THẲNG TRÊN MÁY PHAY NGANG

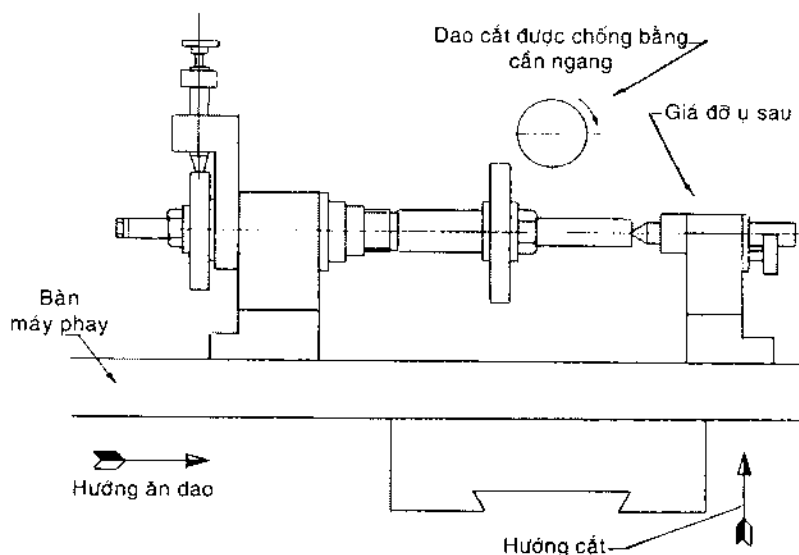
Tất cả các máy công cụ đều được thiết kế theo chức năng chuyên biệt, và khi máy có thể sửa đổi để bao gồm nhiều chức năng khác, tính đa năng của máy sẽ tăng lên. Trong kỹ thuật, máy tiện đứng đầu danh sách về tính đa năng và đóng vai trò chính trong các cơ sở gia công nhỏ. Năng lực chung của máy được phản ánh qua tính phổ biến của máy; đó là lý do máy phay

ngang cơ bản, hoặc máy không có đồ gá đứng, ít khi xuất hiện trên danh mục của cơ sở gia công nhỏ.

Về cơ bản, máy phay ngang là loại chuyên dùng, thường được trang bị bàn máy dài, nhưng hành trình ngang bị giới hạn. Máy phay ngang rất phù hợp để gia công các chi tiết dọc theo một trục, nhưng ngay trong lĩnh vực này, năng lực của máy phay ngang cũng kém hơn máy phay đứng. Tuy nhiên, gia công răng là nguyên công phù hợp với máy phay ngang, nếu máy có tính ổn định và khoảng tốc độ trục chính phù hợp.

Do bàn máy phay ngang và máy phay đứng có hình dạng và kích thước tương tự nhau, cách bố trí đầu phân độ, trục gá chi tiết, và ụ sau được lắp với bàn máy cũng giống nhau. Khác biệt chính giữa hai loại máy phay này khi gia công bánh răng là tư thế dao. Trên máy phay đứng, dao quay trong mặt phẳng ngang; còn trên máy phay ngang, dao quay trong mặt phẳng đứng. Nghĩa là trên máy phay ngang, dao được điều chỉnh để gia công răng trên đỉnh đường tâm dọc của phôi, do đó, sử dụng trục gá ngấn trên máy phay đứng không thể vươn tới vị trí này. Để vươn tới đường tâm của đầu phân độ và cung cấp khoảng hở gia công giữa cạnh bàn máy và đầu máy, cần sử dụng trục gá dao có chiều dài phù hợp, và trục gá cần có giá đỡ sau; có thể sử dụng cần ngang của máy làm giá đỡ. Các máy phay ngang thường có đầu máy cố định, do đó, phải sử dụng vít dẫn của bàn trượt ngang để định tâm dao và thực hiện hoạt động cắt bằng cách nâng bàn máy. Sau đó cả hai chuyển động này đều được khóa chặt và dẫn tiến dao bằng tay quay bàn máy hoặc cơ cấu ăn dao tự động. Bố trí lại toàn bộ sao cho dao quay và cắt về phía đầu phân độ, không phải về phía giá đỡ ụ sau (Hình 7-15).

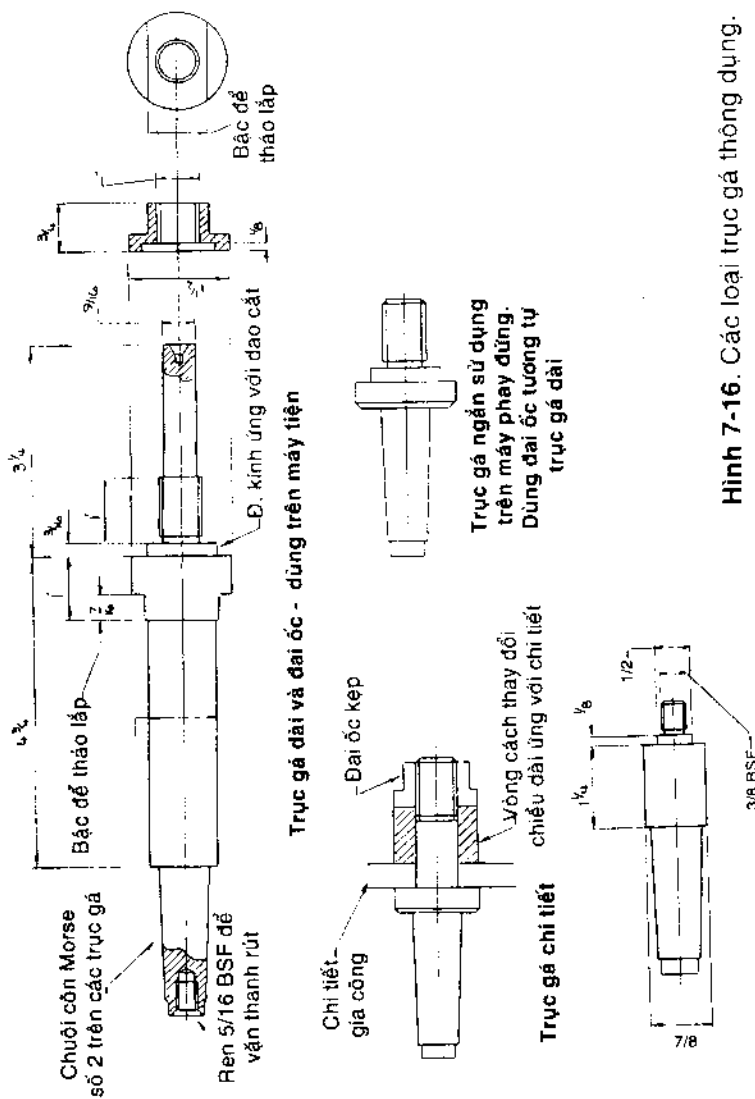
Nói chung, gia công bánh răng trên máy phay, đứng hoặc ngang, phù hợp hơn so với máy tiện. Xét cho cùng, cắt bánh răng là nguyên công phay và máy phay được thiết kế để chịu các lực này. Với máy phay, quỹ đạo giữa dao và chi tiết gia công cũng ngắn hơn nhiều và cần ít phụ tùng hơn, điều này cho thấy độ cứng vững lớn hơn. Lưu ý, độ cứng vững rất quan trọng vì chiều dài cắt là khoảng cách bao quanh biên dạng



Hình 7-15. Gia công bánh răng trụ răng thẳng trên máy phay ngang

của hai răng kế cận và khoảng cách này có thể khá lớn, nhất là khi so sánh với chiều dài cắt trong gia công thông thường. Do đó, dù sử dụng phương pháp hoặc loại máy nào, bạn cũng phải nỗ lực để có sự định vị và kẹp chặt thích hợp tối đa cho cả dao và chi tiết gia công, và luôn luôn cắt về phía đỡ gá chịu được các lực hướng trục phát sinh.

Một điều cũng rất quan trọng là cả dao và phôi phải được lắp chính xác, do đó cần đầu tư thời gian cho việc thiết kế và chế tạo các trục gá. Sau khi chế tạo, có thể sử dụng chúng nhiều lần, sai lệch bất kỳ về các lỗ trục của phôi và dao trong mức độ nhất định có thể sử dụng bạc lót để tăng đường kính gá lắp của trục gá cho phù hợp. Nên gia công bạc lót chỉ trong một lần gá lắp, cắt phần lỗ bằng dao tiện một lưỡi, vì đây là điều bắt buộc để lắp dao và chi tiết đồng tâm. Do tầm quan trọng đó, trục gá trên các Hình 7-10, 7-11, 7-12, 7-13, 7-14 được vẽ ra và minh họa trên Hình 7-16.



Hình 7-16. Các loại trục gá thông dụng.

Chương 8

Gia công trục vít và bánh vít

Về cơ bản trục vít có ren vít, đã trình bày trong Chương 4, do đó khi gia công trục vít cần áp dụng các nguyên lý tương tự cắt ren vít. Điều này được thực hiện trên máy tiện với dao lắp trên xe dao theo cách thông thường, và bước xoắn (bước tiến) hoặc góc xoắn của trục vít được tạo ra bằng trục vít me được truyền động thông qua chuỗi bánh răng thay thế thích hợp.

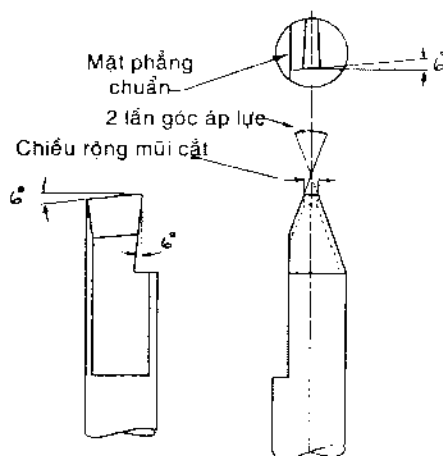
Dụng cụ cắt là dao định hình, về cơ bản dạng răng trục vít tương tự biên dạng răng thanh răng của bánh răng ăn khớp dự kiến. Nếu bánh răng ăn khớp có dạng thân khai, dao cắt sẽ có dạng chữ V với góc trong của chữ V bằng hai lần góc áp lực của biên dạng răng được sử dụng. Do chỉ có hai góc áp lực thông dụng, góc trong sẽ là 40° trong trường hợp góc áp lực 20° , hoặc 29° đối với góc áp lực 14.5° .

Cần mài dao định hình đến biên dạng chính xác; điều này được thực hiện tốt nhất trên máy mài dụng cụ cắt thông dụng với đồ gá chuyên dùng trong các xưởng gia công nhỏ. Không chỉ các cạnh chữ V của dao là quan trọng, mép dụng cụ cũng quan trọng. Tất nhiên dao này không có đỉnh nhọn như dao tiện ren vít thông thường mà sẽ có đầu phẳng; chiều rộng của phần phẳng rất quan trọng, do ren trên trục vít là ren vuông hoặc hình thang. Nếu không có máy mài dụng cụ cắt, có thể mài dao định hình theo dưỡng thích hợp bằng phương pháp mài tay, nhưng phải hết sức cẩn thận để có cả biên dạng và góc sau chính xác. Hình 8-1 minh họa loại dao định hình thông dụng. Nên chế tạo dụng cụ cắt bằng thép gió, tiết diện tròn;

đường kính $\frac{1}{4}$ in là thích hợp cho nhiều cỡ dao, nhưng với các bước răng hướng kính (DP) lớn có thể phải tăng đường kính đến $\frac{3}{8}$ in. Chiều rộng mũi dao rất quan trọng, nếu quá rộng sẽ không tạo ra đủ khoảng hở giữa đỉnh răng bánh vít và chân trục vít, răng bánh vít sẽ cọ lên chân trục vít, thậm chí cản trở sự lắp ráp các bộ phận này với nhau. Nếu mũi dao quá hẹp, điều này sẽ không gây tổn hại lớn, chỉ tạo ra nhiều khe hở giữa răng bánh vít và

chân trục vít. Tuy nhiên, nếu mũi dao hẹp, cần tăng chiều sâu cắt hoặc bước tiến ngang để tạo ra đường kính vòng chia chính xác trên trục vít. Mũi dao này thường được dùng để cắt các giá trị DP hơi khác biệt, ví dụ, dùng dụng cụ cắt được chế tạo cho 20 DP để gia công 18 DP hoặc 16 DP, với điều kiện áp dụng bước tiến ngang chính xác. Trong đa số trường hợp, khoảng hở phụ được tạo ra sẽ không gây hậu quả đáng kể.

Chế tạo chiều rộng mũi dao chính xác tương đối khó, vì không có gì xác thực để đo. Các xưởng dụng cụ được trang bị đầy đủ sẽ có thiết bị chuyên dùng cho phép so sánh mũi dao với chuẩn đã biết. Các cơ sở gia công nhỏ không có dụng cụ này và phải cố gắng hết sức với thiết bị đo thông thường. Có thể đo chiều rộng mũi dao bằng vĩ kế, mặc dù độ chính xác có thể bị nghi ngờ nhưng có thể đáp ứng đối với hầu hết các yêu cầu chung. Vĩ kế phải ở trong tình trạng tốt, hoặc ít nhất góc các mặt đe phải còn tốt. Nếu các góc này hơi tròn, vĩ kế không thể cung cấp số đo hợp lý. Để đo chiều rộng mũi dao, trước hết bạn điều chỉnh các mặt đe của vĩ kế đến gần nhau cho đến khi mũi dao vừa lọt vào khe hở này, sau đó đẩy nhẹ dao vào



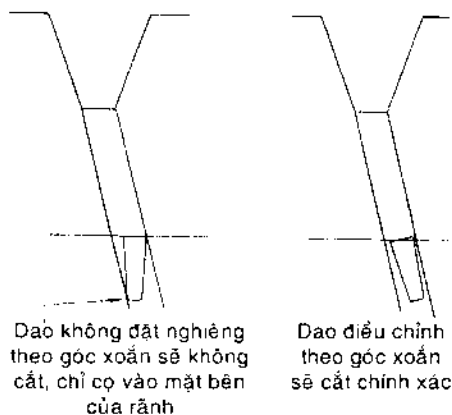
Hình 8-1. Dao định hình gia công trục vít – Nhìn từ bên phải.

khe hở. Mép dao sẽ được giữ nhẹ, có thể cảm nhận sự cản trở chuyển động xoay theo cả hai chiều. Thu hẹp khoảng hở giữa hai mặt đe của vi kế khoảng 0.001 và thử lại. Nếu lần điều chỉnh thứ nhất có số đo chính xác, mũi dụng cụ sẽ không lọt vào khe hở và sự cản trở nhẹ đối với chuyển động quay sẽ không còn. Quy trình có vẻ rắc rối nhưng với sự cảm nhận tinh tế, bạn có thể nhanh chóng thu được kết quả đo chính xác.

Bản chất trục vít là trục có ren trên mặt trụ ngoài, do đó sẽ có góc xoắn, trong hầu hết các trường hợp góc này lớn hơn nhiều so với góc ren tam giác thông thường. Để cắt chính xác, cần lắp dao vào xe dao nghiêng theo góc xoắn, hoặc gắn bằng góc này. Sai số khi thực hiện điều này sẽ cản trở quá trình cắt của dụng cụ, vì góc thoát và góc nghiêng sẽ bị ảnh hưởng bất lợi và cạnh dao sẽ cọ xát lên cạnh rãnh xoắn

(Hình 8-2). Lý do chế tạo dao từ phôi trụ lúc này đã rõ ràng – có thể mài dao theo cách thông thường rồi xoay trong xe dao cho đến khi đạt được góc xoắn cần thiết. Hình 8-1 cho thấy mặt phẳng điều chỉnh được đề nghị ở trên cạnh dụng cụ cắt. Nếu được chế tạo theo trục đứng của dụng cụ, có thể sử dụng mặt phẳng này làm mặt chuẩn và đơn giản hóa quy trình gá lắp. Thước góc được dùng để xác lập góc theo yêu cầu, đặt thước lên đỉnh phẳng của bàn trượt ngang sẽ cho biết khoảng cách cần xoay dao để có sự điều chỉnh chính xác.

Các bảng sau đây, liệt kê cả bước răng hướng kính và bước module, cho thấy chiều rộng mũi dao đối với các góc áp lực 14.5° và 20° , chiều sâu cắt sẽ được áp dụng, và cách chọn đường kính

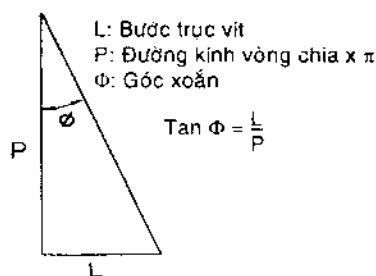


Hình 8-2. Tác động của góc xoắn trên dao cắt.

D.P.	Chiều rộng mũi dao		Chiều sâu cắt	O.D. = PCD +	Bước chiều trục
	14,5°	20°			
6	.162	.121	.360	.333	.5236
8	.122	.091	.270	.250	.3927
10	.097	.073	.216	.200	.3142
12	.081	.061	.180	.167	.2618
14	.069	.052	.154	.143	.2244
16	.061	.046	.135	.125	.1963
18	.054	.040	.120	.111	.1745
20	.049	.036	.108	.100	.1571
22	.044	.033	.098	.091	.1428
24	.041	.030	.090	.083	.1309
26	.037	.028	.083	.077	.1208
28	.035	.026	.077	.071	.1122
30	.032	.024	.072	.067	.1047
32	.030	.023	.067	.062	.0982
36	.027	.020	.060	.056	.0873
40	.024	.018	.054	.050	.0785

ngoài của phôi trục vít khi biết đường kính vòng chia theo yêu cầu thiết kế. Cột cuối cùng trình bày bước chiều trục (bước tuyến tính) dùng để tính dây bánh răng thay thế với tỷ số truyền thích hợp cho trục vít me máy tiện.

Không thể liệt kê góc xoắn vào các bảng này, vì góc xoắn phụ thuộc vào đường kính trục vít. Nhưng đường kính trục vít không ảnh hưởng đến tỷ số truyền, do đó có thể chọn đường kính vòng chia của trục vít theo yêu cầu thiết kế. Tuy nhiên, xác định góc xoắn không khó, chỉ cần chia bước xoắn cho chu vi vòng lần rồi đọc số đo góc từ



Hình 8-3. Cách tính góc xoắn.

Modul- e	Chiều rộng mũi dao chiều sâu cắt				Đường kính ngoài = PCD +			Bước chiều trục		
	14.5° PA		20° PA							
	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm
4	.153	3.89	.115	2.91	.340	8.63	.315	8.00	.4947	12.57
3	.115	2.92	.086	2.19	.255	6.47	.236	6.00	.3711	9.42
2.5	.096	2.43	.072	1.82	.212	5.39	.197	5.00	.3092	7.85
2	.077	1.94	.057	1.46	.170	4.31	.157	4.00	.2474	6.28
1.5	.057	1.46	.043	1.09	.127	3.23	.118	3.00	.1855	4.71
1.25	.048	1.22	.036	0.91	.106	2.70	.098	2.50	.1546	3.93
1	.038	0.97	.029	0.73	.085	2.16	.079	2.00	.1237	3.14
0.8	.031	0.78	.023	0.58	.068	1.73	.063	1.60	.0989	2.51
0.7	.027	0.68	.020	0.51	.059	1.51	.055	1.40	.0866	2.20
0.5	.019	0.49	.014	0.36	.042	1.08	.039	1.00	.0618	1.57
0.4	.015	0.39	.011	0.29	.034	0.86	.031	0.80	.0495	1.26
0.3	.011	0.29	.009	0.21	.025	0.65	.024	0.60	.0371	0.94

bằng hàm tang. Phương pháp toán học này được trình bày trên Hình 8-3.

Dao định hình phải được kẹp chặt trong ổ giá dao thích hợp, hình dạng cơ bản của giá dao có thể vuông hoặc chữ nhật, dạng thực tế phụ thuộc vào loại giá dao trang bị cho máy tiện. Giá dao phải có lỗ, tốt nhất là doa tinh để phù hợp với mũi dao, và cũng là phương tiện giữ chặt dao trong giá dao sau khi dao được gá lắp theo góc xoắn cần thiết. Siết chặt dao bằng vít kẹp luôn qua cạnh giá dao, không cần tiếp xúc với dao vì điều này không giúp giữ chặt dao, vít kẹp chỉ đẩy dụng cụ qua một phía lỗ và tạo khe hở trên phía vít, do đó dụng cụ cắt bị rung khi có tải. Tốt nhất là xẻ giá dao ngang qua đường tâm và bố trí vít kẹp sao cho khi vít được siết chặt, lỗ giá dao sẽ ôm chặt xung quanh cán dao tạo thành một cụm cứng vững. Phương pháp này có ưu điểm là không có lực quay tác động lên dao trong quá trình kẹp chặt, do đó không làm lệch góc xoắn đã xác lập đối với dụng cụ khi siết chặt vít kẹp.

XÁC ĐỊNH BỘ BÁNH RĂNG THAY THẾ ĐỂ TẠO RA GÓC XOẮN

Khi gia công ren vít trên máy tiện, góc xoắn của ren được tạo ra từ bộ bánh răng ăn khớp giữa trục vít me và trục tâm máy tiện. Có thể điều chỉnh tỉ số của các bánh răng truyền động trục vít me bằng cách thay đổi các bánh răng thay thế trên hộp số máy tiện sao cho có thể xác định trước lượng tiến dao trên mỗi vòng quay của chi tiết gia công. Hầu hết máy tiện đều có bảng gia công ren vít liệt kê các bánh răng thay thế cần thiết cho hầu hết các bước ren tiêu chuẩn; khi biết bước ren cần gia công, vấn đề đơn giản là tra bảng và lắp số bánh răng phù hợp. Việc chọn các bánh răng để gia công trục vít có lẽ phức tạp hơn, vì không chắc bước ren được yêu cầu sẽ có trên bảng liệt kê này. Ví dụ sau đây minh họa cách giải quyết các vấn đề liên quan.

Giả sử có bánh răng trụ răng thẳng 40 răng, cần gia công trục vít để chế tạo đầu phân độ hoặc bàn xoay. Hình 4-6 trình bày phương pháp xác lập trục vít tương ứng với góc xoắn. Bước thứ nhất là xem xét kỹ bánh răng, thông tin chính bao gồm số răng và đường kính ngoài của bánh răng. Tuy nhiên, từ đây có thể xác định bước răng vòng, giá trị này sẽ cung cấp bước ren chính xác của trục vít. Rất có thể bánh răng đó sẽ có bước răng hướng kính (DP) tiêu chuẩn, và DP của bánh răng bằng số răng cộng 2 chia cho đường kính ngoài của bánh răng. Giả sử đường kính ngoài đo được là 1.400; áp dụng công thức, bạn sẽ có: $DP = (40+2)/1.4 = 42/1.4 = 30$ (bước răng hướng kính). Tuy nhiên, để cắt trục vít cần có bước răng vòng. Như đã đề cập, bước răng vòng CP bằng π/DP và bước răng vòng của bánh răng này sẽ bằng $\pi/30 = 0.1047$. Lúc này chúng ta đã xác định cần gia công trục vít với bước 0.1047. Nhưng các bảng bánh răng thay thế hoặc gia công ren vít hệ Anh thường không có bước ren này, chỉ ghi số ren trên inch. Tuy nhiên, nếu cần, có thể đổi bước ren thành số ren trên inch bằng cách chia 1 cho 0.1047 để có 9.551 ren trên chiều dài một inch. Bạn đừng mất công tra bảng máy tiện để tìm chuỗi bánh răng thay thế vì đây là ren phi tiêu chuẩn! Do đó, bạn phải tự tính và bắt đầu

từ nguyên tắc thứ nhất. Nhưng trước khi cố gắng giải bài toán ren không tiêu chuẩn, tốt nhất bạn nên thực tập cách xử lý bước ren tiêu chuẩn.

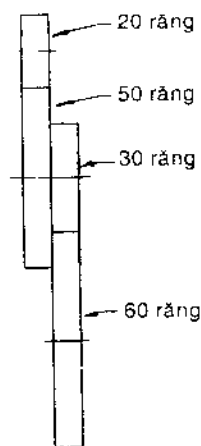
Một trong các bước ren thông dụng là 40 tpi (threads per inch - ren/inch), vì thế bạn hãy tiến hành thiết lập tỷ số truyền sử dụng bộ bánh răng thay thế cho bước này. Hầu hết các máy tiện nhỏ đều có trục vít me với bước 8 ren/inch, tương ứng bước ren $1/8$ (0.125) inch. Nghĩa là khi bộ nửa - đai ốc ăn khớp, bàn trượt máy tiện và dao sẽ di chuyển một khoảng 0.125 inch trong từng vòng quay trục vít me. Trục vít 40 ren/inch sẽ có bước ren $1/40$ (0.025 in) và trục vít me chỉ phải quay một phần vòng để tạo ra chuyển động này. Do đó vít dẫn phải quay với tốc độ thấp hơn trục tâm máy tiện và tỉ số giữa hai tốc độ này phải bằng tỉ số giữa hai bước ren, tức là $0.125/0.025 = 5:1$, vì thế đây phải là tỉ số tốc độ giữa hai trục. Trục tâm máy tiện phải quay năm vòng cho từng vòng quay của trục vít me. Hoạt động này sẽ tạo ra 5 ren trên 0.125 in của chi tiết gia công và bước của mỗi ren vít là 0.025 in.

Lúc này bạn đã biết tỉ số truyền của bộ bánh răng thay thế trong hộp số phải là 5:1. Bánh răng nhỏ nhất trong bộ bánh răng thay thế thường là loại 20 răng; nhân cả tử và mẫu của tỉ số này với 20, bạn sẽ có $5/1 \times 20/20 = 100/20$. Nếu sử dụng hai bánh răng này, cùng với bánh răng trung gian bắc cầu qua khoảng hở, bạn lắp bánh răng 20 răng lên trục tâm máy tiện và bánh răng 100 răng lên trục vít me để đạt được bước ren yêu cầu. Điều trở ngại ở đây là bộ bánh răng thay thế tiêu chuẩn thường không có bánh răng 100 răng, do đó phải tìm bánh răng khác.

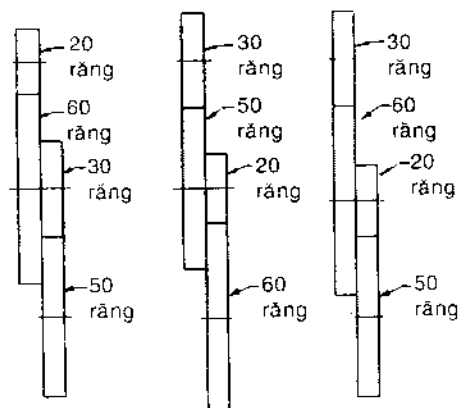
Tỉ số 5:1 có thể được chia thành cặp 2.5:1 và 2:1, kết hợp hai tỉ số này với nhau sẽ cho kết quả 5:1. Sau đây là vài cách để đạt được tỉ số 2:1 từ bộ bánh răng thay thế: $(40)/(20)$, $(50)/(25)$, $(60)/(30)$, hoặc $(70)/(35)$... Tỉ số 2.5:1 có thể đạt được bằng cặp bánh răng $(50)/(20)$. Bằng cách dùng bốn bánh răng kích cỡ khác nhau, bộ truyền động được đề nghị có thể là $50/20 \times 60/30$, nếu được nhân với nhau chúng sẽ cho kết quả $3000/600$, đơn giản thành 5/1. Các bánh răng được ghi ở tử số sẽ là bánh

răng bị dẫn, còn các bánh răng được ghi ở mẫu số sẽ là bánh răng dẫn động.

Như đã trình bày, trong bộ truyền động bánh răng chỉ có bánh răng thứ nhất và bánh răng cuối cùng quyết định tỉ số truyền, nếu tất cả các bánh răng được lắp trên trục riêng biệt. Trong tỉ số truyền nêu trên, tất cả các bánh răng sẽ không ở trên các trục riêng biệt; hai trong số chúng sẽ ở trên cùng một trục hoặc được kết hợp (Hình 8-4). Bánh răng 20 răng dẫn động bánh răng 50 răng lắp trên trục chung với bánh răng 30 răng để chúng quay nguyên cụm, do đó phải quay cùng tốc độ. Theo cách này cả bốn bánh răng đều ảnh hưởng đến tỉ số truyền chung. Có nhiều cách để bố trí bốn bánh răng này và vẫn duy trì tỉ số truyền 5:1, với điều kiện các bánh răng 20 răng và 30 răng được dùng làm bánh răng dẫn động còn các bánh răng 50 răng và 60 răng là bánh răng bị dẫn, tỉ số truyền chung sẽ không bị ảnh hưởng. Hình 8-5 minh họa thêm ba cách sắp xếp bốn bánh răng này. Mặc dù về lý thuyết, có thể sắp xếp các bánh răng theo cách đặc thù, nhưng đôi khi trong thực tế có thể gặp khó khăn do bánh răng lớn chạm với đai ốc giữ



Hình 8-4. Các bánh răng 50 và 30 răng được gắn trên cùng một trục hoặc kết hợp.



Hình 8-5. Ba tổ hợp bốn bánh răng có cùng tỉ số truyền 5:1.

bánh răng nhỏ. Tuy nhiên, bố trí lại bộ truyền động thường khắc phục được vấn đề này. Nói chung, sử dụng bánh răng nhỏ nhất làm bánh răng dẫn động thứ nhất và bánh răng lớn nhất làm bánh răng bị dẫn sau cùng có nhiều thuận lợi, nhưng điều này không có tính bắt buộc.

Trở lại vấn đề bước ren 0.1047, bước ren này được giải quyết theo cách tương tự bước ren tiêu chuẩn nêu trên. Thứ nhất, xác định tỉ số truyền bằng cách chia bước ren trục vít me cho bước ren yêu cầu. Tỉ số truyền $= 0.125/0.1047 = 1.194:1$ hoặc $1/1.194$. Nhưng số răng trên bánh răng chỉ có thể là số nguyên, vì thế phải nhân tử số và mẫu số với 1000: $(1 \times 1000)/(1.194 \times 1000) = 1000/1194$.

Theo ví dụ trước, hai bánh răng 1000 răng và 1194 răng sẽ cung cấp bước ren cần thiết. Tất nhiên hai bánh răng này hoàn toàn không thực tế, nhưng có thể đơn giản phân số trên thành 500/597. Mặc dù số 500 có vẻ đầy triển vọng, nhưng số 597 sau khi ước lược thành 3×199 không thể ước lược hơn, vì 199 là số nguyên tố, do đó để có bước ren cần thiết bạn phải có bánh răng 199 răng. Điều phát sinh là không thể gia công trục vít ăn khớp chính xác với bánh răng 30DP, và điều này là đúng. Tuy nhiên, từ có ý nghĩa nhất trong câu trên là “chính xác”. May thay, toán học là khoa học chính xác, nhưng thực tế kỹ thuật không bắt buộc chính xác tuyệt đối. Bản vẽ kỹ thuật có thể yêu cầu chi tiết đường kính 1 inch, nhưng chế tạo chính xác 1 inch là không thực tế, dù chỉ chính xác 1 inch ở nhiệt độ cụ thể. Do đó, luôn luôn có khoảng dung sai cho phép và khoảng này càng rộng càng dễ gia công. Kích thước khoảng dung sai thường dung hòa thỏa đáng giữa yêu cầu lý tưởng và điều có thể thực hiện. Người thiết kế và phòng kỹ thuật sẽ quyết định sự dung hòa này, họ ấn định khoảng dung sai và chi tiết sẽ được chế tạo theo dung sai đó.

Cơ sở gia công nhỏ không thể làm việc theo cách này, vì sự xác định dung sai là vô nghĩa nếu thiết bị hiện có không thể chế tạo chi tiết trong giới hạn đã định. Đối với các cơ sở nhỏ, cần xác định có thể thực hiện cái gì rồi mới quyết định xem điều đó có thể được chấp nhận hay không. Trong ví dụ

này, bạn không thể lấp đặt bộ truyền động bánh răng để có bước chính xác theo yêu cầu, vì thế cần tìm cách đến gần bước răng lý thuyết rồi tự hỏi đã đạt yêu cầu chưa?

Do không thể sử dụng các phân số 1000/1194 hoặc 500/597, bạn cần tìm phân số có thể áp dụng được, và giá trị phân số mới càng gần phân số gốc sai số sẽ càng nhỏ. Có phương pháp toán học để tìm phân số mới được gọi là phân số tuần hoàn. Ở đây không trình bày phương pháp đó, bạn có thể tham khảo các sách toán liên quan, nhưng phải tuân thủ từng bước trong phương pháp xác lập sau đây. Mặc dù bài tập này sử dụng tập hợp số, nhưng đây là phương pháp quan trọng; khi áp dụng bạn có thể thay bằng số bất kỳ và sẽ thu được kết quả thỏa đáng.

Bước đầu tiên trong việc tìm phân số gần đúng phù hợp là thực hiện một loạt phép chia từ phân số gốc 1000/1194. Có thể sử dụng phân số 500/597 cho đơn giản (thường là thế), nhưng với mục đích giải thích phương pháp, ở đây sẽ sử dụng phân số 1000/1194. Ngẫu nhiên phân số này có thể rút gọn, nhưng các phân số khác có thể không rút gọn được. Tuy nhiên, sử dụng phân số nào là không quan trọng, vì kết quả cuối cùng sẽ như nhau.

Bắt đầu bằng cách chia mẫu số cho tử số (trong trường hợp này là 1000), trình bày theo cách chia trên giấy thông thường.

$$\begin{array}{r} 1194:1000 = 1 \\ \underline{1000} \\ 194 \end{array}$$

Chia 1194 cho 1000 sẽ có đáp số là 1 với số dư 194. Tiếp tục với phép chia tương tự, nhưng lúc này số chia trong phép chia trước trở thành số bị chia và số dư trong phép chia trước trở thành số chia.

$$\begin{array}{r} 1000:194 = 5 \\ \underline{970} \\ 30 \end{array}$$

Chia 1000 cho 194 sẽ có đáp số là 5 với số dư 30. Tiếp tục lặp lại quy trình này với số dư 30 là số chia và số chia trong

phép tính trước (194) là số bị chia, đáp số là 6 với số dư 14. Tiếp tục lặp lại quá trình này cho đến khi số dư bằng không.

$$194:30 = 6$$

$$\begin{array}{r} 180 \\ \hline \end{array}$$

$$14$$

$$30:14 = 2$$

$$\begin{array}{r} 28 \\ \hline \end{array}$$

$$2$$

$$14:2 = 7$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \hline \end{array}$$

$$0$$

Trong ví dụ này, để có số dư bằng zero chỉ cần năm lần chia, với những số khác có thể hơn, trung bình là bảy lần chia. Thông tin cần thiết duy nhất từ các phép chia này là chuỗi thương số, tức là: 1, 5, 6, 2, 7.

Nếu lặp lại quy trình này nhưng sử dụng phân số đơn giản 500/597, bạn cũng sẽ thu được chuỗi thương số như vậy.

Từ chuỗi thương số này, bạn lập chuỗi phân số và phân số đầu tiên luôn luôn giống nhau bất kể có bao nhiêu thương số hoặc chúng bằng mấy, phân số thứ nhất phải là 0/1. Tiếp theo lấy 1 chia cho thương số đầu tiên (cũng là 1) trong chuỗi thương số trên. Như vậy, hai phân số đầu tiên là 0/1 và 1/1. Lúc này bạn cần một chút tinh tế! Nhân tử số của phân số sau (1/1) với thương số kế tiếp trong chuỗi (5) và cộng với tử số của phân số trước (0/1), $1 \times 5 + 0 = 5$. Thực hiện tương tự với mẫu số, nhân mẫu số của phân số sau (1/1) với thương số vừa sử dụng (5) và cộng với mẫu số của phân số trước (0/1), $1 \times 5 + 1 = 6$. Điều này cung cấp phân số kế tiếp trong chuỗi là 5/6. Lặp lại quy trình này cho đến khi sử dụng hết tất cả các thương số.

$$\begin{array}{l} 0:1:5: (5 \times 6 + 1) = 31: (31 \times 2 + 5) = 67: (67 \times 7 + 31) = 500 \\ 1:1:6: (6 \times 6 + 1) \quad 37: (37 \times 2 + 6) \quad 80: (80 \times 7 + 37) \quad 597 \end{array}$$

Như vậy chuỗi phân số sẽ là:

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 1 & 5 & 31 & 67 & 500 \\ 1 & 1 & 6 & 37 & 80 & 597 \end{array}$$

Bạn có thể thấy phân số cuối cùng trong chuỗi này là phân số khởi đầu toàn bộ quá trình, và phải như thế, bất kể phân số khởi đầu là bao nhiêu, phân số cuối cùng trong chuỗi hoàn tất luôn luôn có cùng giá trị với phân số đó. Điều này cho phép kiểm tra các phép tính cũng như chứng minh tất cả các phân số trung gian là chính xác. Nếu phân số sau cùng khác phân số gốc hoặc dạng rút gọn của phân số gốc, bạn đã tính sai ở đâu đó; sự tính toán tiếp tục là vô nghĩa, trừ khi bạn đã hiệu chỉnh sai sót đó.

Thực tế bạn đã tạo ra một chuỗi phân số, bắt đầu với phép tính gần đúng đối với phân số gốc và với mỗi phân số liên tiếp tăng dần cho đến khi đạt đến giá trị của phân số gốc. Bỏ qua hai phân số đầu tiên vì chúng chỉ được dùng để khởi đầu quy trình, bạn có $5/6$ (0.8333); phân số gốc $1/1.194$ tương đương với 0.8375, như thế sai số chỉ 0.004. Phân số kế tiếp trong chuỗi là $31/37$ cho thấy sai số chỉ khoảng 0.0003; còn trong trường hợp phân số $67/80$, sai số chỉ xuất hiện ở vị trí số lẻ thứ năm. Điều này cho thấy, nếu có thể sử dụng một trong các phân số gần cuối chuỗi để xác định các bánh răng thay thế, sai số bước ren sẽ rất nhỏ. Trong chuỗi phân số trên, phân số $5/6$ khá hấp dẫn, vì có thể chọn hai tổ hợp bánh răng 50/60 hoặc 25/30. Nếu sử dụng tổ hợp này để truyền động trục vít me, bước ren sẽ là $(50/60) \times 0.125$ (bước trục vít me) = 0.10416. Giá trị này sai lệch rất nhỏ so với bước ren lý thuyết 0.1047 và có thể chấp nhận nếu không thể cải thiện thêm. Nhưng bằng cách sử dụng một trong các phân số khác bạn có thể cải thiện sai số này, trong đó hai bánh răng 67 và 80 răng là lý tưởng nhất, vì bước răng được gia công sẽ là 0.1046875, sai số chỉ là 0.0000125, nhỏ hơn sai số bước của trục vít me! Đáng tiếc là các bánh răng thay thế thường được cung cấp với số răng tăng dần theo 5 (số gia 5), do đó không có các bánh răng 31, 61, và 67. Nói tóm lại, 31, 61 và 67 đều là số nguyên tố nên không thể đưa những phân số này vào bánh răng thay thế, và tổ hợp tốt nhất có thể sử dụng là tổ hợp 50/60. Tuy nhiên, các phân số có một đặc tính hữu dụng đối với vấn đề đang đề cập, nếu cộng hoặc trừ các tử số và mẫu số của hai phân số có giá trị tương đương, bạn sẽ thu được phân số thứ ba có cùng giá trị. Ví dụ,

9/18 và 6/12 đều bằng 1/2; nếu cộng các tử số với nhau và các mẫu số với nhau sẽ thu được phân số 15/30, cũng bằng 1/2. Sử dụng phép trừ cũng cho kết quả tương tự và phân số thu được là 3/6, cũng bằng 1/2. Từ đây suy ra, nếu xử lý hai phân số gần như cùng giá trị theo cách tương tự, phân số mới sẽ có giá trị gần bằng hai phân số gốc - thực tế là giá trị của phân số mới sẽ nằm giữa các giá trị của hai phân số được sử dụng.

Áp dụng kiến thức này bạn có thể bổ sung vào chuỗi phân số nêu trên. Mặc dù 31 và 67 là số nguyên tố, nhưng nếu cộng hai số nguyên tố với nhau, kết quả sẽ là số có thừa số. Do đó có thể thu được phân số mới từ 31/37 và 67/80, đó là phân số 98/117. Lúc này có triển vọng hơn, vì cả tử số và mẫu số của phân số mới đều có các thừa số:

$$\frac{2 \times 7 \times 7}{3 \times 3 \times 13}$$

hoặc chỉ sử dụng bốn số

$$\frac{14 \times 7}{9 \times 13}$$

Sau đó nhân 7 và 9 với 10, nhân 14 và 13 với 5 để có phương trình:

$$\frac{70 \times 70}{90 \times 65}$$

Như vậy, cần sử dụng hai bánh răng 70 răng và bánh răng 90 răng, nếu có. Trong bộ bánh răng thay thế tiêu chuẩn chỉ có một bánh răng 70 răng, nhưng cả 70 và 90 đều có thể chia cho 2, và chuỗi bánh răng sau cùng là (35×70)/(45×65) và tất cả các bánh răng này đều là bánh răng thay thế tiêu chuẩn. Bước ren bộ truyền động này sẽ tạo ra là (35/45) × (70/65) × 0.125 = 0.1047008, sai số là 0.0000008, nhỏ hơn rất nhiều so với sai số khi sử dụng tổ hợp 67/80. Lý do là sai số trong mỗi phân số liên tục của chuỗi phân số gốc thay đổi giữa giá trị cộng và trừ, do đó, khi cộng hai phân số với nhau, sai số có xu

hướng bị triệt tiêu. Không phải lúc nào cũng có giải pháp với sai số nhỏ như ở đây khi chỉ sử dụng các bánh răng thay thế tiêu chuẩn, nhưng điều ngạc nhiên là những gì có thể đạt được bằng cách vận dụng các con số. Nếu cần bánh răng thay thế đặc biệt, bạn nên chế tạo, vì bánh răng này sẽ làm tăng khả năng của bạn đối với các yêu cầu trong tương lai.

Phương pháp chọn bánh răng thay thế đối với bước ren phi tiêu chuẩn nêu trên được giải thích căn kẽ, vì có thể sử dụng phương pháp này để giải quyết vấn đề về bước ren bất kỳ khi các phương pháp khác không phù hợp.

Khi gia công trục vít ăn khớp với bánh răng có giá trị DP nào đó, hàm vô tỷ trong tính toán là hệ số π . Một trong các phân số gần đúng của π là 22/7. Nếu nhân cả tử và mẫu của phân số này với 5 sẽ được phân số 110/35, có thể biểu diễn dưới dạng bánh răng thay thế như sau (55×2)/(35×1). Trở lại ví dụ đầu tiên với trục vít 30 DP, nếu sử dụng phân số này để tính toán thay vì sử dụng đương lượng thập phân chính xác hơn, bạn có thể đạt được bộ bánh răng thay thế một cách trực tiếp, không cần sử dụng phương pháp phân số liên tục, mặc dù sai số bước ren có thể lớn hơn.

$$CP = \pi/DP = (55 \times 2)/(35 \times DP)$$

do đó đối với DP bằng 30, bạn sẽ có (55×2)/(35×30);

$$\text{Tỉ số được yêu cầu} = \frac{\text{Bước vít me} \times 35 \times 35}{55 \times 2} : 1$$

$$\text{hoặc } \frac{55 \times 35}{125 \times 35 \times 30} = \frac{55000 \times 2}{125 \times 35 \times 30}$$

$$\text{Rút gọn: } \frac{440 \times 2}{35 \times 30} \text{ hoặc } \frac{55 \times 16}{35 \times 30}$$

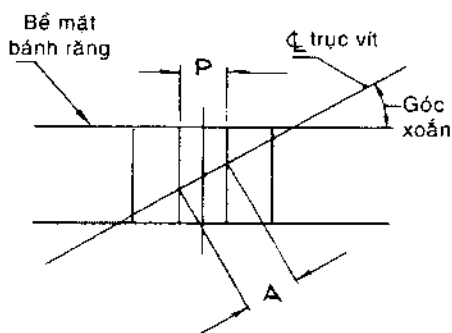
Như vậy bộ truyền động được đề nghị là (55×40)/(35×75), và nếu nhân bộ truyền động này với bước trục vít me 35×75 sẽ được 0.1047619. So sánh giá trị này với bước ren được tạo ra khi xác định chuỗi bánh răng bằng phương pháp phân số

liên tục, có thể thấy sai số tuy lớn hơn, nhưng vẫn đúng đến số lẻ thứ tư sau dấu thập phân, sai số này có thể chấp nhận đối với hầu hết các ứng dụng.

Sau đây là bảng đề nghị chuỗi bánh răng có thể sử dụng để chế tạo trục vít phù hợp với các bước răng hướng kính (DP) đã liệt kê. Các chuỗi này được tính toán với tỷ số π gần đúng là $22/7$, và có thể thấy tất cả các chuỗi đều kết hợp hai bánh răng 55 và 35, đây là hệ số π . Tất cả các chuỗi bánh răng này được tính đối với máy tiện có trục vít me 8 tpi (ren/inch). Các số hàng trên là bánh răng dẫn động và số hàng dưới là bánh răng bị dẫn.

DP	Chuỗi bánh răng	DP	Chuỗi bánh răng
6	$\frac{55 \times 80}{35 \times 30}$	22	$\frac{55 \times 40}{35 \times 55}$
8	$\frac{55 \times 60}{35 \times 30}$	24	$\frac{55 \times 40}{35 \times 60}$
10	$\frac{55 \times 40}{35 \times 25}$	26	$\frac{55 \times 40}{35 \times 65}$
12	$\frac{55 \times 40}{35 \times 30}$	28	$\frac{55 \times 40}{35 \times 70}$
14	$\frac{55 \times 40}{35 \times 35}$	30	$\frac{55 \times 40}{35 \times 75}$
16	$\frac{55}{35}$ b. răng trung gian	32	$\frac{55 \times 30}{35 \times 60}$
18	$\frac{55 \times 40}{35 \times 45}$	36	$\frac{55 \times 20}{35 \times 45}$
20	$\frac{55 \times 40}{35 \times 50}$	40	$\frac{55 \times 20}{35 \times 50}$

Trong các tính toán trên, chưa xét ảnh hưởng đến bước vít khi điều chỉnh trục vít theo góc xoắn để ăn khớp với bánh răng trụ răng thẳng (Hình 4-6). Về lý thuyết, sự xô lệch này ảnh hưởng đến bước ren như ví dụ trên Hình 8-6. Bước ren cần gia công là khoảng cách được đánh dấu “P”, đây là bước răng vòng của bánh răng. Để hiệu chỉnh, bước ren trục vít là khoảng cách được



Hình 8-6. Tác động của bước răng trục vít do đặt nghiêng theo góc xoắn.

đánh dấu “A” đo dọc theo đường tâm trục vít. Trong hình minh họa, góc xoắn được phóng đại để dễ quan sát điểm này. Trong thực tế, nếu góc xoắn giới hạn trong khoảng 3° , không cần sử dụng hệ số hiệu chỉnh đối với hầu hết các ứng dụng, do ảnh hưởng của góc này rất nhỏ. Ví dụ, nếu trục vít có góc xoắn 3° , ảnh hưởng của góc này lên bước ren trục vít là 0.00014, nhỏ hơn hầu hết các sai số kỹ thuật thông thường. Nếu thiết kế yêu cầu áp dụng hệ số hiệu chỉnh, chỉ cần chia bước ren vòng cho cosine của góc xoắn trục vít để có bước ren mới. Sau đó tính toán bộ truyền động bánh răng theo phương pháp phân số liên tục. Nếu bánh vít là bánh răng xoắn, không phải bánh răng trụ răng thẳng, trục vít sẽ vuông góc với trục bánh răng, nhưng hệ số hiệu chỉnh bước ren vẫn áp dụng cho trục vít, trong trường hợp này, sự khác nhau duy nhất là các răng bánh vít sẽ nghiêng, không phải trục vít nghiêng.

Về cơ bản, trong gia công trục vít quy trình cắt vít thực tế tương tự mọi quy trình cắt ren vít sử dụng dao một mũi cắt. Một số người thích chỉ sử dụng bàn trượt ngang cho cả tác dụng ăn dao và rút dao ra; khi đó, dụng cụ cắt là dao định hình thực sự và sẽ cắt toàn bộ đường bao quanh biên dạng của nó. Phương pháp kế tiếp là điều chỉnh bàn trượt trên hơn phân nửa góc ren và tác dụng lực cắt bằng bàn trượt trên, sử dụng bàn trượt

ngang để rút dao ra ở cuối mỗi lần chạy dao sau khi quay bàn xe dao trở về, trả dao về vị trí ban đầu trước khi cắt tiếp. Có thể kết hợp hai phương pháp này bằng cách điều chỉnh lại hai tay quay cho đến khi đạt được chiều sâu cắt chính xác. Phương pháp thứ nhất hoàn toàn thỏa đáng nếu bước vít nhỏ và chiều sâu cắt tương đối cạn, nhưng không nên áp dụng để cắt các trục vít khi không bảo đảm đáp ứng cả hai điều kiện này. Phương pháp nhiều người thích dùng và hài lòng khi cắt các ren sâu bước thô là điều chỉnh bàn trượt trên ngang qua nhưng không đến góc định hình nửa ren "chính xác" - chỉ nhỏ hơn một chút. Thực hiện tác động cắt bằng bàn trượt trên và sử dụng bàn trượt ngang theo cách thông thường để rút dao ra và định vị lại. Phương pháp này cho phép mép trước của dao có góc thoát dương, loại bỏ lượng vật liệu lớn nhưng vẫn để lại lượng vật liệu mỏng đối với cạnh kia của dao.

Chiều sâu cắt tất nhiên rất quan trọng, vì giá trị này xác định kích thước đường kính vòng chia. Sử dụng phương pháp cắt được đề nghị sẽ khó sử dụng vì kể trên tay quay để đạt được chiều sâu cắt, do đó phải sử dụng phương pháp khác. Cách đơn giản nhất và khả thi nhất là sử dụng phôi trục vít có phần kéo dài ngắn được tiện đến đường kính chân ren, để dễ nhận thấy khi đạt đến đường kính chính xác.

Không thể sử dụng đồng hồ đo ren để ăn khớp trục vít me khi khởi đầu từng đường cắt, do bước vít bất tiện, sự ăn khớp chính xác sẽ không hiển thị trên mặt số. Mỗi lần bộ hai nửa-đai ốc ăn khớp chúng phải được giữ nguyên cho đến khi hoàn tất các hoạt động cắt ren vít. Nghĩa là phải dừng máy tiện ở cuối mỗi đường cắt và quay mọi thứ theo chiều ngược lại về đến vị trí bắt đầu. Tuy nhiên, phải rút dao ra trước, vì cố đảo chiều máy tiện khi dụng cụ đang cắt sẽ dẫn đến sai lệch lớn, thậm chí hư hỏng phần đã cắt trước đó. Bước ren của tất cả các trục vít dựa trên DP đến giá trị 24DP luôn luôn thô hơn bước ren của trục vít me máy tiện (nếu trục vít me có bước 8 ren/inch), nghĩa là để tạo ra bước ren mong muốn, trục vít me phải quay nhanh hơn trục tâm máy tiện, dẫn đến ứng suất lớn, nhất là trong các bánh răng thay thế, do đó phải chọn

tốc độ quay thấp nhất có thể. Trên thực tế, tốt nhất không nên sử dụng động cơ, hãy quay trục tâm bằng tay quay lắp ở đầu phía ngoài trục này để dễ điều khiển và cảm nhận tốt hơn. Các máy tiện hiệu Myfords có tay quay lắp vừa với mọi máy tiện thuộc series 7 và 10 của họ. Đối với các bước ren thô, bạn nên lắp tay quay trực tiếp lên đầu trục vít me để giảm ứng suất trên các bánh răng và dễ tiện hơn. Vị trí tốt nhất để lắp tay quay là đầu trục vít me phía ụ trước, không phải phía ụ động, vì đầu này sẽ khử xu hướng quay của trục vít me.

GIA CÔNG BÁNH VÍT

Như đã trình bày trong Chương 4, bánh vít có ba loại; thứ nhất là bánh răng trụ răng thẳng đơn giản, phù hợp với truyền động tốc độ thấp hoặc công suất thấp. Quy trình gia công loại bánh vít này đã trình bày. Loại bánh vít thứ hai về cơ bản tương tự loại bánh vít răng thẳng, nhưng các răng nghiêng theo góc xoắn của trục vít ăn khớp với bánh vít. Theo quan điểm truyền công suất, bánh vít này có ít ưu điểm hơn bánh răng trụ răng thẳng, mặc dù góc nghiêng của răng cho phép thiết kế hộp số đơn giản hơn, vì các trục vuông góc với nhau. Các cơ sở gia công nhỏ thường gặp khó khăn khi chế tạo loại bánh vít này, thậm chí không thể, nếu không có đồ gá hoặc dụng cụ chuyên dùng. Quy trình cắt răng nghiêng không đơn giản, răng không đi theo đường thẳng mà theo một phần của đường xoắn ốc. Thực tế bánh vít này là lát cắt mỏng của trục vít có ren nhiều đầu mỗi bước dài, do đó khi cắt cần tạo ra dạng xoắn ốc theo cách tương tự cắt trục vít. Góc xoắn sẽ rất lớn, thực tế là 90° trừ cho góc xoắn của trục vít ăn khớp với bánh vít, kết quả là chi tiết gia công chỉ dịch chuyển hướng kính nhỏ khi chạy dao. Trục vít me phải quay nhiều vòng ứng với mỗi vòng quay của trục tâm máy tiện, và để đáp ứng yêu cầu giảm tốc đó cần sử dụng ít nhất sáu bánh răng thay thế, trong nhiều trường hợp số lượng này có thể không đủ. Có thể phải cải tiến bộ bánh răng thay thế để cho phép lắp chuỗi bánh răng đủ lớn. Giải pháp thông dụng là kết hợp truyền động trục vít vào bộ giảm tốc. Cần kết hợp dạng phân độ nào đó vào cách bố trí này, nhưng khó gá lắp lên trục tâm máy tiện theo các phương pháp

thông dụng khi phân độ trên máy tiện, vì trục tâm đã được dùng để tạo đường xoắn ốc. Có lẽ phương pháp phân độ đơn giản nhất là sử dụng thiết bị phân độ trực tiếp trên trục gá phôi. Trục này có thể gồm hai phần; phần chính, gọi là trục tâm, được xiết chặt với trục chính máy tiện bằng đầu có ren vít hoặc côn morse. Đầu phân độ gắn chặt với trục gá phôi có thể là bánh răng trụ răng thẳng có số răng thích hợp hoặc đĩa có các lỗ khoan theo vòng tròn. Ổng lót quay tự do trên trục tâm này sẽ mang chi tiết gia công và cũng có chốt hãm phân độ để chèn vào đĩa phân độ. Về cơ bản, tác động cắt tương tự máy bào ngang hoặc máy bào giường hơn là tác động tiện, và chỉ có thể thực hiện các đường cắt nhẹ. Do không thể nhả khớp bộ nửa - đai ốc cho hành trình trở về, toàn bộ hoạt động này sẽ tiến tới liên tục.

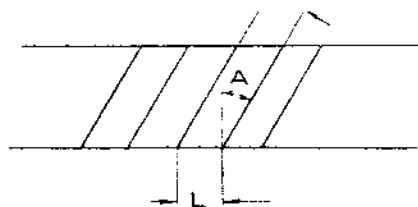
Phương pháp gia công răng nhanh hơn nhiều là phay bằng dao Brown & Sharpe tiêu chuẩn. Cách tạo đường xoắn ốc tương tự phương pháp vừa trình bày, nhưng phải lắp và truyền động dao bằng đầu cắt phụ lắp trên bàn trượt ngang. Sau đó có thể cắt răng đến độ sâu cần thiết bằng một lần chạy dao, nhưng cần rút dao ra ở cuối mỗi đường cắt. Sau khi quay ngược và phân độ, cần điều chỉnh lại dao đến chiều sâu chính xác trước khi cắt răng kế tiếp.

Như bánh răng trụ răng thẳng, máy phay gia công bánh răng xoắn tốt hơn máy tiện, nhưng lại khó tạo góc xoắn. Trong công nghiệp, điều này được thực hiện bằng đầu phân độ đặc biệt, đĩa xoắn. Đây là đầu phân độ có trục chính dạng vít được kéo dài để có thể lắp bánh răng. Sau đó nối bánh răng với vít của bàn máy phay bằng chuỗi bánh răng thay thế sao cho khi quay trục ăn dao của bàn máy để di chuyển bàn máy, trục vít của đầu phân độ cũng quay, do đó làm quay trục chính của đầu phân độ và chi tiết gia công. Kết quả là đường cắt có dạng xoắn ốc với bước được xác định bằng tỉ số của bộ bánh răng thay thế được sử dụng. Đầu phân độ này cũng có thiết bị cho phép sử dụng chức năng phân độ bình thường, không ảnh hưởng đến sự truyền động xoắn ốc. Trong các xưởng gia công nhỏ ít khi có đầu phân độ đĩa xoắn hoặc máy phay có khả năng

tiếp nhận đầu phân độ này, nhưng nếu có, chắc chắn họ sẽ biết cách sử dụng, do đó, ở đây không mô tả và trình bày cách sử dụng đĩa xoắn.

Khi chế tạo phôi bánh răng xoắn, công thức $PD = N/DP$ không chính xác, vì bánh răng xoắn có đường kính vòng chia và đường kính ngoài lớn hơn bánh răng trụ răng thẳng tương đương. Để hiểu lý do bạn hãy xem Hình 8-7. Bước răng “bình thường” được biểu diễn dưới dạng bước vòng (CP), đây là khoảng cách giữa hai răng vuông góc với các răng, nhưng do góc nghiêng của răng, khoảng cách tương ứng dọc theo bề mặt bánh răng được ký hiệu là “L”. Để có đường kính vòng chia đối với bánh răng xoắn, bạn chia đường kính vòng chia của bánh răng trụ răng thẳng tương đương cho cosine góc “A” trên Hình 8-7.

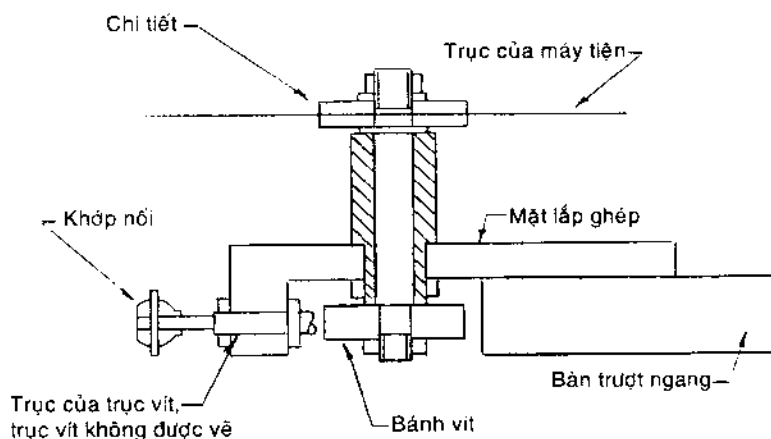
Quy trình gia công bánh răng xoắn được trình bày tóm tắt vì ít cơ sở nhỏ có trang thiết bị cần thiết, hoặc cũng không muốn chế tạo thiết bị để chế tạo bánh răng xoắn một cách chính xác. Nhưng ít nhất các ý chính đó cũng là điểm khởi đầu cho những ai muốn tìm hiểu thêm về vấn đề này.



Hình 8-7. Lý do PD và OD của bánh răng xoắn lớn hơn bánh răng trụ răng thẳng tương ứng.

Bánh vít dự định truyền công suất hoặc vận hành trong thời gian dài phải có cung tiếp xúc dài, tương tự ví dụ minh họa trên Hình 4-4. Bánh vít này được làm lõm trên chu vi để ôm quanh khoảng 1/6 đường kính trục vít. Không thể gia công loại bánh vít này bằng dao cắt bánh răng thông thường, vì chân răng không thẳng mà cong để phù hợp với trục vít, do đó cần áp dụng quy trình phay lăn răng. Dụng cụ cắt, dao phay lăn, có biên dạng tương tự trục vít nhưng có các rãnh cắt để tạo thành mép cắt hoặc răng. Nếu định vị cả dao phay lăn và phôi bánh vít trên đồ gá theo tư thế làm việc bình thường và chúng quay ở cùng tốc độ tương đối như thể đang ăn khớp với nhau, khi bánh vít được dẫn tiến vào dao phay lăn, dao sẽ bắt

đầu cắt răng trên bánh vít. Tác động cắt sẽ liên tục, vì bánh vít quay nên các răng sẽ được cắt đồng thời. Dao phay lăn được cho ăn vào bánh vít cho đến khi đạt chiều sâu răng yêu cầu, khi đó tác động cắt hoàn tất. Trên thương mại thường sử dụng loại máy đặc biệt, máy phay lăn (răng). Loại máy này có thể quay cả dao và trục gá phôi ở tốc độ bất kỳ được xác định trước theo yêu cầu để phù hợp với đặc tính của bánh vít đang gia công. Nhắc lại, đây không phải là nguyên công đơn giản đối với các cơ sở gia công nhỏ, nhưng có thể thực hiện trên máy tiện có trang bị đồ gá thích hợp. Quay dao phay lăn tương đối đơn giản, có thể lắp dao giữa các mũi tâm hoặc giữ trong mâm cặp và chống đỡ đầu phía ngoài bằng mũi tâm ụ động. Phôi bánh răng được lắp trên đồ gá gắn chặt với bàn trượt ngang của máy tiện, bộ phận chính của đồ gá là trục đứng có chiều cao phù hợp để khi lắp phôi tâm của mặt răng đồng tâm với tâm máy tiện. Trục đứng phải ăn khớp với trục chính máy tiện nhằm tạo ra tốc độ tương ứng với tốc độ vận hành trục vít và bánh vít. Nếu tỉ số truyền của trục vít và bánh vít là 20:1, trục tâm máy tiện phải quay 20 vòng trên một vòng quay của phôi bánh răng. Để đạt được điều này cần gắn chặt bánh vít với trục đứng truyền động bằng trục vít; trục vít được bố trí để truyền động song song với băng máy tiện và hướng về phía ụ trước máy tiện (Hình 8-8). Loại trục vít đặc biệt này được truyền động bằng một trong các bánh răng thay thế trong hộp tốc độ và vít cấy lắp bánh răng thay thế phải rỗng để cho phép trục chính có lắp bánh răng thay thế luân qua. Đầu phía ngoài của trục này có khớp nối đơn giản, tương tự khớp nối trên Hình 8-8, và trục truyền động giữa hai khớp nối chỉ là đoạn ống có đường kính trong cho phép các đầu hình cầu của khớp nối lọt qua. Cả hai đầu của trục truyền động đều được xẻ rãnh để cung cấp sự truyền động bằng các chốt chữ thập. Nếu chế tạo theo kiểu ống lồng, trục truyền động có thể điều chỉnh vị trí đồ gá bằng cách di chuyển bàn trượt máy tiện dọc theo băng máy, cho phép sử dụng các dao phay lăn có chiều dài khác nhau. Tỉ số giữa trục vít và bánh vít trên đồ gá không quan trọng, miễn là có thể (với các bánh răng thay thế khả dụng) tăng tốc phôi theo dao với tỉ số được yêu cầu. Ví dụ, nếu



Hình 8-8. Đồ gá để phay lăn bánh vít trên máy tiện

đồ gá có tỉ số trục vít bánh vít 20:1 và cần gia công bánh vít 30 răng, tỉ số bánh răng thay thế sẽ là 2:3, do đó có thể sử dụng các bánh răng bất kỳ đáp ứng tỉ số này, chẳng hạn 20 và 30, hoặc 30 và 45.

Có lẽ nhiều người gia công trục vít và bánh vít sẽ hơi ngạc nhiên khi đọc giai đoạn thứ nhất trong quá trình sản xuất là chuẩn bị một cặp! Tuy nhiên, bộ trục vít và bánh vít dùng làm đồ gá không cần kích thước hoặc tỉ số chuyên biệt, trong thực tế có thể sử dụng trục vít và bánh răng trụ răng thẳng. Cặp này có tuổi thọ giới hạn nhưng có thể phay lăn nhiều bánh vít trước khi thay thế, thậm chí có thể phay lăn bánh răng thay thế cho chính nó tốt hơn nhiều so với bánh răng gốc!

Dao phay lăn phải được chế tạo bằng thép dụng cụ carbon, thép ánh bạc chẳng hạn, hoặc thép dụng cụ hợp kim thấp. Vật liệu này dễ kiểm, và quan trọng hơn là có quy trình nhiệt luyện đơn giản. Như đã trình bày, dao phay lăn là bản sao của trục vít mặc dù được cắt rãnh phù hợp để tạo răng nhưng, như mọi dụng cụ cắt khác, phải có góc sau và góc thoát để cắt răng chính xác. Việc tạo góc sau cho dụng cụ một lưỡi cắt, chẳng hạn dao phay ngón, tương đối đơn giản, nhưng với dao phay

lăn, góc sau phải được giữ bằng tay. Điều này tốn nhiều công sức và phải kiên nhẫn, nhưng nếu không thực hiện, dao phay lăn chỉ cạo xát và phát nhiệt – tất nhiên phải thực hiện việc này trước khi tôi. Dao phay lăn sẽ cắt tốt hơn nếu các rãnh có dạng xoắn ốc, vì dạng này bảo đảm dao tiếp xúc với chi tiết gia công cho đến khi hoạt động cắt hoàn tất. Trong công nghiệp, dao phay lăn được hớt lưng trên máy tiện hớt lưng nhưng phải có đồ gá chuyên dùng.

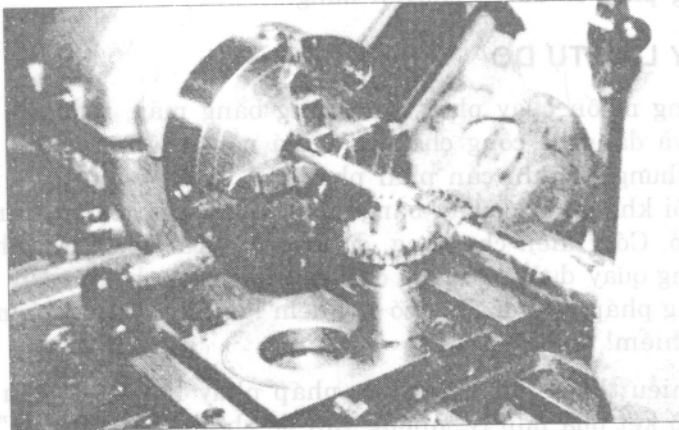
PHAY LĂN TỰ DO

Ai cũng muốn quay phôi bánh răng bằng máy, như vừa trình bày, và đáng bỏ công chế tạo đồ gá nếu muốn gia công bánh vít. Nhưng đôi khi cần phải phay lăn “bánh vít tự do”, nghĩa là phôi không được quay bằng động cơ mà quay tự do trên trục của nó. Có ý kiến cho rằng, do tác động cắt theo góc, phôi sẽ tự động quay dưới tác động của dao. Điều này hoàn toàn đúng, phương pháp này đôi khi có thể đem lại kết quả hợp lý, nhưng nguy hiểm!

Nhiều thử nghiệm phương pháp phay lăn tự do thu được một số kết quả hợp lý, nhưng vấn đề chính là “sự kéo lê” trên chi tiết gia công, dao phay lăn có xu hướng cắt không đều trên hai phía, dẫn đến sự mở rộng liên tục khoảng cách giữa các răng. Trong một số trường hợp, có thể mất hẳn một răng, bánh vít thành phẩm ít hơn một răng so với số răng yêu cầu!

Với phương pháp này, trong khi gia công, toàn bộ dao phay lăn phải luôn luôn ăn khớp với phôi bánh răng. Nghĩa là các răng trên dao phay lăn phải gần nhau hoặc có dạng răng xoắn là tốt nhất. Do đó, không nên sử dụng mũi tarô rãnh thẳng làm dao phay lăn, vì phôi sẽ ngừng quay ngay khi mép sau của răng tách khỏi phôi, mép cắt kế tiếp sẽ không bắt răng và dẫn đến thất bại. Có thể thu được kết quả tương đối với mũi tarô rãnh xoắn, nhưng nên xác định khoảng cách tâm sau cùng giữa trục vít và bánh vít bằng cách đo trực tiếp từ chi tiết thực tế sau khi phay lăn hoàn tất.

Nếu biên dạng răng trục vít đủ lớn, tốt nhất nên xẻ rãnh phôi trước bằng cưa xẻ rãnh đặt nghiêng theo góc gần bằng góc xoắn, và chia khoảng cách bằng đầu phân độ. Khi đó dao phay lăn không có nhiệm vụ tạo ra khoảng cách răng, vì lượng dư đã được loại bỏ khá nhiều, “sự kéo lê” giảm hẳn và xu hướng làm tăng chiều rộng răng sẽ giảm đến mức tối thiểu. Bánh vít đang gia công trên Hình 8-9 được xẻ rãnh theo cách này.



Hình 8-9. Phay lăn “tự do” trục vít trên máy tiện. Trước tiên phôi được “cắt rãnh” để loại bỏ hầu hết lượng dư và định vị chính xác các răng.

Chương 9

Gia công bánh răng côn

Cương 3 đã trình bày “không thể gia công chính xác biên dạng bánh răng côn bằng dao định hình, vì dạng răng thay đổi liên tục theo chiều dài răng”. Những phần trước cũng đã nêu toàn bộ thiết kế kỹ thuật là sự dung hòa. Nhưng có thể dung hòa để gia công bánh răng côn bằng dao định hình trên máy phay hay không, nếu không hoàn hảo thì ít ra cũng sử dụng được? Tất nhiên là “được” với điều kiện chấp nhận bánh răng không hoàn toàn chính xác. Các cơ sở nhỏ ít khi đòi hỏi độ chính xác cao, vì họ chỉ dựa vào kỹ năng của bản thân và trang thiết bị giới hạn. Tuy nhiên, sự khéo léo và kinh nghiệm của người thợ có thể cho kết quả tốt hơn mong đợi!

Bánh răng côn đã được gia công trên máy phay từ lâu. Trên thực tế, trước khi có phương pháp cắt lăn răng, phay là phương pháp gia công duy nhất, và với những người thợ có kỹ năng tốt có thể đạt đến độ chính xác rất cao. Không thể gia công răng bằng một lần cắt, vì chiều rộng răng nhỏ dần về phía tâm bánh răng. Do đó, phương pháp thông dụng khi gia công bánh răng côn trên máy phay là mọi tính toán cần thiết đều dựa trên đầu lớn, và cố gắng gia công đầu lớn của răng đến biên dạng lý thuyết chính xác. Phải sử dụng loại dao đặc biệt, không thể có chiều rộng toàn phần phù hợp với đầu lớn, vì dao còn phải đi qua đầu nhỏ của răng. Do đó, dao phải đủ mỏng để đi qua đầu nhỏ một cách an toàn, không tác hại đến chiều rộng đầu nhỏ. Để có chiều rộng răng chính xác ở đầu lớn, cần thực hiện hai lần chạy dao, mỗi lần một bên răng. Biên dạng thân khai của dao chuyên dùng là phù hợp nếu sau lần chạy

dao thứ hai, răng tại đầu lớn có biên dạng chính xác. Chuyển động của cả phôi và dao giữa hai lần chạy dao sẽ bảo đảm chiều rộng đầu nhỏ của răng cũng chính xác, rãnh cắt do dao tạo ra trên đầu nhỏ có biên dạng thân khai giống như biên dạng do dao đã thực hiện đối với đầu lớn. Do chiều sâu răng cũng nhỏ hơn, kết quả là đầu nhỏ của răng sẽ có “chiều sâu toàn phần”, đặc biệt là trên mặt răng. Đây là lúc cần tay nghề của người thợ để chỉnh sửa nguội các răng ở đầu nhỏ bằng giữa tay đến hình dạng khả dụng và loại bỏ khả năng bị kẹt, điều này sẽ xảy ra nếu không mài giữa.

Nếu có dao chuyên dùng, các cơ sở gia công nhỏ có thể áp dụng phương pháp này để chế tạo hoặc “đổi phôi” với các loại bánh răng côn, nhưng sử dụng dao tiêu chuẩn dung hòa cho cả hai đầu răng. Sự đúc kết sau nhiều thí nghiệm cho thấy phương pháp tốt nhất là bỏ qua chiều sâu thay đổi của bánh răng côn và gia công bánh răng với các răng có chiều sâu tương đương.

BÁNH RĂNG CÔN CHIỀU SÂU SONG SONG

Trên thực tế, bánh răng côn có chiều sâu song song là bánh răng chính thống và được sử dụng rộng rãi trước đây, đặc biệt trong Thế chiến Thứ nhất, vì có thể gia công dễ dàng trong xưởng nhỏ bằng máy phay thông dụng. Với sự xuất hiện của máy phay lăn răng hiện đại, loại bánh răng côn này không còn được ưa chuộng, nhưng do có thể gia công trên các máy phay đơn giản, chúng trở nên hấp dẫn đối với các cơ sở nhỏ.

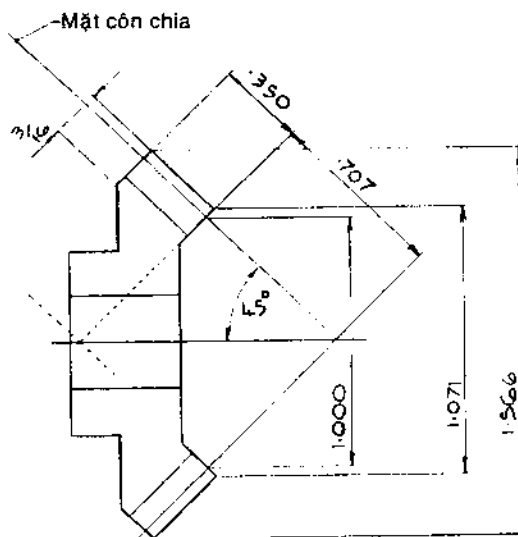
Bánh răng này có chiều sâu răng không đổi suốt chiều dài răng, nhưng mọi yếu tố khác của răng lại tương tự dạng bánh răng tiêu chuẩn và gặp nhau tại đỉnh. Tất cả các tính toán đều thực hiện trên đầu nhỏ, không phải trên đầu lớn như trường hợp trước. Có thể sử dụng dao cắt bánh răng trụ răng thẳng tiêu chuẩn để định hình đầu nhỏ bằng một lần chạy dao và sự di chuyển dao ngang qua toàn bộ răng rất an toàn, vì khi hoàn thiện, răng trở nên rộng hơn về phía mép ngoài, dao sẽ để lại lượng dư kim loại. Các đường cắt kế tiếp sẽ loại bỏ lượng kim loại dư và mở rộng răng đến chiều rộng chính xác, cũng sử dụng dao đó nhưng cần định vị lại cả phôi và dao. Quy trình

này tạo ra răng có độ cong chính xác ở đầu nhỏ, nhưng khi tiến về phía đầu lớn, độ cong của đường cắt thực tế sẽ hơi nhỏ hơn so với lý thuyết. Nghĩa là vùng tiếp xúc giữa hai răng sẽ trở nên hẹp hơn ở đầu lớn, nhưng các răng sẽ lăn cùng nhau, không cần giữa tinh. Trên thực tế, điều này không gây tác hại lớn; đôi khi còn được cố ý đưa vào các bộ truyền động công suất để chạy êm hơn. Biên dạng răng ở đầu lớn sẽ không chuẩn mà có dạng răng ngắn, và đây là biên dạng khá hoàn hảo để sử dụng trên các cơ cấu bánh răng chuyên biệt.

Các bánh răng còn được chế tạo bằng phương pháp chiều sâu không đổi vận hành cùng nhau khá êm, không cần mài giữa bổ sung.

Sau đây là ví dụ minh họa chi tiết về phương pháp gia công bánh răng chiều sâu song song. Phương pháp này được áp dụng cho mọi kích thước và kiểu loại, bạn chỉ cần thay giá trị cần thiết vào các số đã nêu là có thể thành công.

Ví dụ, gia công cặp bánh răng côn đỉnh vuông, 20DP, 20 răng. Bước thứ nhất, vẽ phôi một cách chính xác (Hình 9-1). Với các bánh răng côn đỉnh vuông, góc côn bước phải bằng 45° so với đường tâm, do đó vẽ góc này trước. Bước tiếp theo, xác định đường kính vòng chia – đường kính bước (PCD); và như đã nêu, mọi tính toán trong phương pháp này đều dựa trên đầu nhỏ. Do đó các răng sẽ có 20DP ở đầu nhỏ (mặt phía trong) và đường kính bước sẽ bằng $N/DP = 20/20 = 1$. Lúc này có thể vẽ đường kính vòng chia lên bản vẽ dưới dạng đường thẳng biểu diễn mặt trong, mặt vuông góc với mặt côn chia. Có thể xác định khoảng cách từ mặt này đến đỉnh và mọi kích thước biên dạng khác bằng cách lập tỉ lệ bản vẽ. Cách này có thể cho kết quả khá chính xác, đặc biệt là khi vẽ theo tỷ lệ bốn hoặc năm lần kích thước thực. Tuy nhiên, cách xác định tất cả các kích thước nhanh hơn và chính xác hơn là tính trực tiếp. Trong ví dụ này, bạn hãy chia nửa đường kính vòng chia cho sine của góc côn chia, kết quả sẽ là chiều dài 0.707. Chiều dài mặt răng chỉ là vấn đề lập tỷ lệ thức và chiều rộng mặt răng khoảng $1/3$ chiều dài mặt côn chia, số gợi ý 0.350 có vẻ hợp lý. Giá trị này sẽ ấn định mặt sau của răng, cũng là đường



Hình 9-1. Bánh răng côn đỉnh vuông, chiều sâu song song có 20 răng bước răng hướng kính 20DP.

Tính toán

Đường kính bước - đầu nhỏ
 $= N/DP = 20/20 = 1.000$

Đường kính ngoài - đầu nhỏ
 $= PD + 2ADD^M$
 $= 1.000 + [(1/DP) \times \sin 45^\circ \times 2]$
 $= 1.000 + [(1/20) \times .707 \times 2]$
 $= 1.071$

Đường kính ngoài - đầu lớn
 $= [(350 + .707) \times \sin 45^\circ \times 2] + .071 = 1.566$

DP đầu lớn
 $= N/PD = 20/1.566 = 12.77$

Số răng trên đường kính vòng chia trên mặt sau hình côn (để chọn dao cắt)
 $= 1/\sin 45^\circ \times 20 = 28.28$
 Dùng dao 28 răng, dao N°4

Dịch chuyển dao để cắt lần II
 $= 1/2 \times \text{chiều dày dây cung}$
 $= 1/2 \times PD \times \sin 90^\circ/20$
 $= 1/2 \times 1 \times .078 = .039$

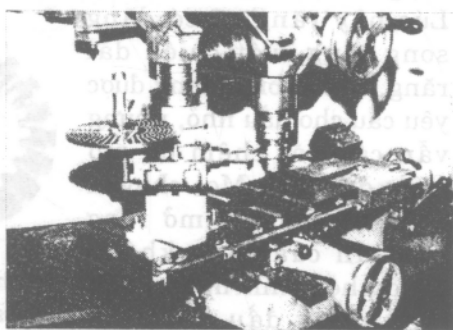
Góc lần phơi = $1/4 \times \text{góc xoắn}$
 hoặc $1/20 \times 1/4 = 1/80$ vòng

kính vòng chia của đầu lớn, và không cần tính toán thêm hoặc xác định số thực trong quá trình gia công. Tiếp theo, bạn vẽ đỉnh răng, đã biết bằng $1/DP$, kết quả là 0.050. Bây giờ có thể xác định đường kính phơi cho cả đầu lớn và đầu nhỏ; các giá trị và phương pháp tính toán được nêu trên Hình 9-1. Phần còn lại của biên dạng phơi có thể được vẽ theo yêu cầu của người thiết kế. Chiều dài mặt sau được minh họa bằng 3/16, nhưng không có phương pháp cố định để xác định kích thước này, vì hầu như không liên quan đến hiệu suất bánh răng. Tuy nhiên, chiều dài mặt sau cần lớn hơn chiều sâu chân răng, trong trường hợp này là 0.108. Có thể tra số này từ các bảng chiều sâu răng 20 DP. Ở đây không hướng dẫn chi tiết về gia công phơi bánh răng vì đó chỉ là quá trình tiện.

Máy phay đứng rất thích hợp để cắt bánh răng côn, vì đầu phân độ trên máy này dễ điều chỉnh hơn so với máy tiện hoặc

máy phay ngang, do đó, ở đây sẽ trình bày đặc điểm của máy phay đứng. Tương tự các loại máy gia công răng khác, điều quan trọng là chọn dao cắt phù hợp. Bánh răng côn ở đây có 20 răng và dao được sử dụng, tuy là dao cắt bánh răng trụ răng thẳng tiêu chuẩn, nhưng không phải dao No.6 dùng cho bánh răng trụ răng thẳng 20 răng; lý do đã được giải thích trong phần “Răng của bánh răng côn” ở Chương 3. Các đường nét đứt trên Hình 9-1 minh họa răng của bánh răng côn “ứng dụng” cho bánh răng trụ răng thẳng tiêu chuẩn, từ đây có thể thấy bánh răng trụ răng thẳng tương đương có đường kính lớn hơn bánh răng côn, do đó sẽ có nhiều răng hơn. Dao cần thiết cho bánh răng côn ở đây là dao sẽ được chọn để cắt bánh răng trụ răng thẳng tương đương. Phương pháp tính số răng được trình bày trên Hình 9-1, trên 28 răng, do đó dao thích hợp là dao No.4 trong khoảng 26-34 răng.

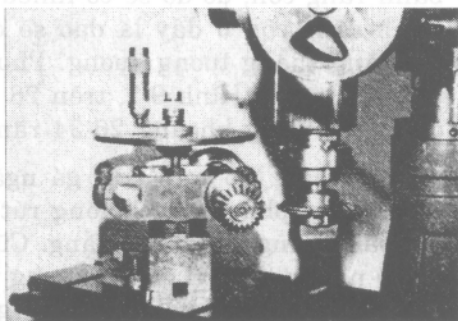
Dao được lắp trên trục gá ngấn và giữ cố định trong trục chính máy phay bằng bulông rút, theo cách đã trình bày đối với bánh răng trụ răng thẳng. Cũng có thể sử dụng đầu phân độ đó nhưng thay vì gá song với đường trượt của bàn máy, đầu phân độ phải nghiêng theo góc côn chia, trong ví dụ này là 45° ; Hình 9-2 minh họa cách gá lắp để bắt đầu cắt. Trước khi lắp trục gá phôi bánh răng vào đầu phân độ cần đưa mũi tâm máy tiện vào để định tâm dao. Hạ dao xuống vị trí tâm bằng cách quay tay quay tiến xuống; nếu bị lỗi, quay dao ngược trở lên đủ để loại bỏ sai số hành trình trong hệ thống, sau đó quay xuống lại. Không nên tiến đến vị trí tâm bằng cách “lùi về”, phải tiến đến vị trí tâm bằng chuyển động đi xuống. Khi đạt được vị trí chính xác, khóa chặt ống lót vào vị trí và điều chỉnh vị kế đến số không. Lúc này có thể



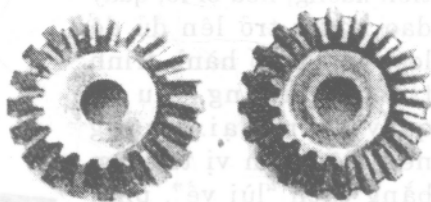
Hình 9-2. Gá lắp phôi gia công bánh răng côn trên máy phay đứng. Chú ý góc của đầu phân độ.

lắp trục gá phôi bánh răng vào vị trí trong trục chính đầu phân độ và siết chặt bằng bulông rút. Sau cùng lắp phôi bánh răng lên trục gá và siết chặt bằng đai ốc kẹp. Dùng tay quay các vô lăng của bàn máy và bàn trượt ngang cho đến khi dao vừa chạm vào phôi, sau đó điều chỉnh vị kế của bàn máy về số không. Di chuyển bàn trượt ngang vào phía trong, nghĩa là về phía sau máy, cho đến khi dao tách khỏi chi tiết gia công, sau đó sử dụng tay quay bàn máy tăng lượng cắt đến chiều sâu toàn phần 0.108, dùng đồng hồ so để điều chỉnh chính xác rồi khóa chặt bàn máy ở vị trí này.

Điều chỉnh chốt hãm của đầu phân độ đến lỗ chuẩn của vòng lỗ bất kỳ chia hết cho 4 rồi tiến hành cắt. Quy trình ăn dao vào phôi ở đầu nhỏ và tách ra ở đầu lớn sẽ cho phép người thợ dễ quan sát trong quá trình gia công. Nếu sử dụng đầu phân độ 60 răng để cắt 20 răng, cần ba vòng quay vô lăng cho mỗi răng; tiếp tục cho đến khi cắt xong cả 20 răng (Hình 9-3). Lúc này răng sẽ có dạng song song suốt chiều dài răng, đây là biên dạng được yêu cầu cho đầu nhỏ, nhưng vẫn cần cắt thêm để mở rộng đầu lớn. Mọi chuyển động bổ sung để mở rộng đầu lớn của răng không được phép ảnh hưởng đến biên dạng đầu nhỏ; nói cách khác, vị trí đầu nhỏ so với dao phải không thay đổi. Chi tiết về từng răng



Hình 9-3. Bánh răng côn sau lần chạy dao thứ nhất, đã cắt hết các răng.

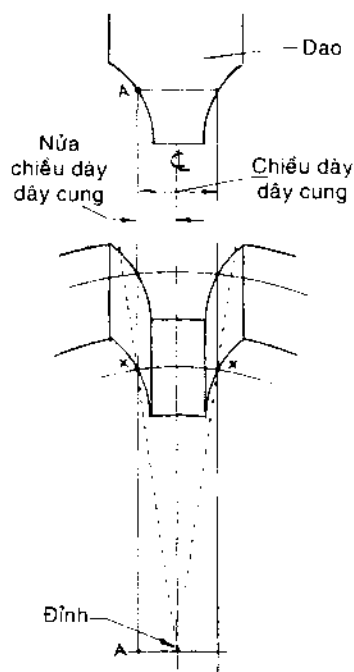


Hình 9-4. Hai bánh răng côn, bên trái là bánh răng sau một lần chạy dao, bánh răng bên phải đã qua ba lần chạy dao.

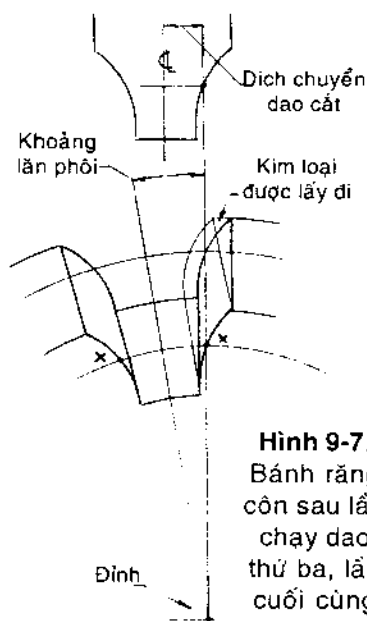
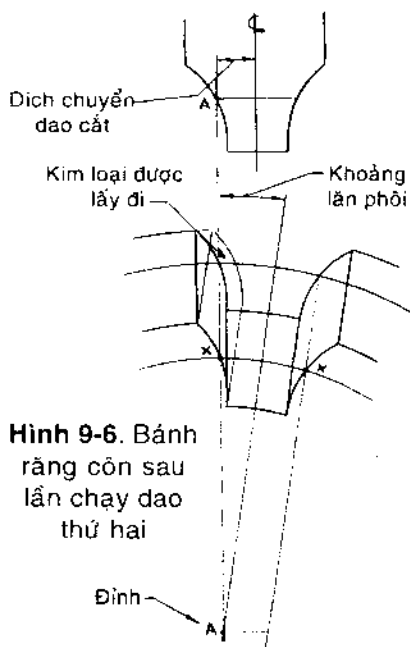
được minh họa trên Hình 9-5, phần tiếp theo sẽ trình bày sơ lược về lý thuyết.

Các đường biểu diễn chiều dày dây cung trên vòng chia song song với nhau, nhưng để các bánh răng ăn khớp chính xác, những đường này phải đi theo đường nét đứt trên Hình 9-5. Chúng phải là các đường hướng kính gặp nhau tại đỉnh và đi qua các điểm chiều dày dây cung XX trên biên dạng phía trong do lần cắt thứ nhất, hoặc do xẻ rãnh, tạo ra.

Quan sát đường AA bạn sẽ thấy đó chưa phải là đường hướng kính vì không đi qua đỉnh, nhưng nếu di chuyển dao qua bên phải với khoảng cách bằng nửa chiều dày dây cung, đường thẳng này sẽ di chuyển theo dao và chiếm vị trí trước đó của đường tâm, do đó sẽ đi qua đỉnh - thực tế đường AA trở thành đường hướng kính. Tất nhiên, nếu cắt qua toàn bộ phôi, sau khi di chuyển dao sẽ mở rộng khe hở răng trên suốt chiều dài răng và phá hủy biên dạng của đầu nhỏ, nhưng do đường AA lúc này là đường hướng kính, toàn bộ phôi có thể quay theo chiều kim đồng hồ quanh tâm của nó cho đến khi hai điểm XX trở về vị trí ban đầu của chúng so với dao cắt. Lúc này đầu răng phía trong sẽ ở vị trí cho phép dao đi qua mà không loại bỏ thêm vật liệu; và do được định vị trên đường hướng kính thực, dao sẽ tạo ra một bên răng có biên dạng hướng kính chính xác khi dao đi hết đường cắt. Lần chạy dao thứ hai được thực hiện qua tất cả các răng trên phôi, sau đó mỗi răng có dạng như trên Hình 9-6. Lần chạy dao thứ ba, lần cuối cùng, được yêu cầu để loại bỏ vật liệu dư ở phía khác của răng để phía đó



Hình 9-5. Bánh răng côn sau lần chạy dao thứ nhất.



cùng đi theo đường hướng kính thực. Trước hết quay cả dao và phôi về vị trí xuất phát ban đầu của chúng, sau đó dịch chuyển một khoảng tương đương theo chiều ngược lại. Dạng răng thành phẩm được minh họa trên Hình 9-7, với cả hai phía của răng đều hướng kính.

Như đã nhấn mạnh, không loại bỏ thêm vật liệu trên biên dạng đầu nhỏ được hình thành sau lần chạy dao thứ nhất, các đường cắt thứ hai và thứ ba phải đi qua toàn bộ chiều dài răng mà không loại bỏ thêm chút vật liệu nào tại đầu này. Về lý thuyết, điều này là bất khả thi, vì trong lần chạy dao thứ hai và thứ ba dao hơi nghiêng so với lần cắt đầu tiên, dẫn đến sự bào nhẹ phần đỉnh của đường cong thân khai. Tuy nhiên, lượng vật liệu thực sự bị lấy đi rất nhỏ, ảnh hưởng không đáng kể đến hiệu suất của bánh răng thành phẩm.

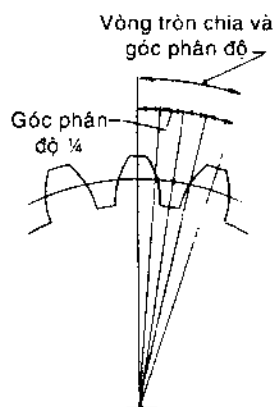
Khi sử dụng máy phay đứng, có thể ứng dụng yếu tố trên tùy theo điều kiện cụ thể. Dao trên máy phay đứng quay theo

phương ngang, do đó sẽ di chuyển lên xuống thay vì qua lại. (Xem lại phần đầu, đây là lý do cần định tâm dao về số không của vít kế sau khi loại bỏ toàn bộ độ rơ). Do đó, chuyển động thứ nhất trong hai chuyển động cần thiết để xác lập chính xác cho lần cắt thứ hai đối với bánh răng còn 20 răng là di chuyển dao xuống khoảng 0.039, sử dụng cơ cấu ăn dao tinh của trục chính, giá trị này thu được từ tính toán đã trình bày trên Hình 9-1. Phép tính này luôn luôn giống nhau, chỉ là phép nhân nửa đường kính vòng chia với sine của góc 90/số răng.

Điều quan trọng là nhớ khóa chặt trục chính sau khi điều chỉnh lại, vì mọi chuyển động ngẫu nhiên trong quá trình cắt đều dẫn đến tai họa.

Chuyển động thứ hai hoặc chuyển động hướng kính được thực hiện bằng cách xoay đầu phân độ, lượng quay cần thiết bằng nửa chiều dày răng trên đường lăn. Dưới dạng khoảng cách thẳng, đây là phép đo rắc rối; nhưng dưới dạng dịch chuyển góc, khoảng dịch chuyển này chỉ là một phần tư góc phân độ răng (Hình 9-8). Bánh răng trong ví dụ có 20 răng, do đó khoảng quay của đầu phân độ sẽ bằng một phần tư của góc này, tương ứng 1/80 vòng. Trên đầu phân độ có tỉ số 60:1, góc này biểu diễn ba phần tư vòng, do đó cần có đĩa phân độ chia hết cho 4. Nhắc lại, đừng quên độ rơ, kẻ thù truyền kiếp của thợ máy; khi điều chỉnh đầu phân độ về ba phần tư vòng, bạn nên trả về ít nhất một vòng hoàn chỉnh để tiến đến lỗ mong muốn theo chiều quay đã sử dụng khi phân độ ban đầu.

Để điều chỉnh chính xác cho lần cắt thứ ba, lần cuối cùng, bạn trả ngược cả dao và đầu phân độ về vị trí gốc, sau đó áp dụng cả sự dịch chuyển và khoảng lăn phơi, nhưng lần này theo chiều ngược lại. Chuyển động của trục răng sẽ hướng lên, do đó để thu được số đo vít kế



Hình 9-8. Khoảng lăn phơi bằng $\frac{1}{4}$ góc phân độ.

chính xác, cần loại 0.039 ra khỏi số đo trên thang toàn phần của đồng hồ này.

Tất nhiên có thể cắt răng chỉ bằng hai lần chạy dao, mỗi lần trên một phía của răng, nhưng nên áp dụng ba lần chạy dao. Ưu điểm là nếu sai sót xảy ra trong bất cứ dịch chuyển nào, sai sót đó sẽ xuất hiện rõ ràng, vì chỉ một lượng nhỏ vật liệu được lấy đi trên hai lần chạy dao sau cùng, nhưng có thể không phát hiện sự điều chỉnh sai phát sinh trong hai lần chạy dao.

Có thể sử dụng đầu phân độ trực tiếp, nhưng phải có số vạch chia bằng bốn lần số răng sẽ cắt. Điều này cho phép điều chỉnh một phần tư răng, cần thiết cho các chuyển động lăn của phôi trong các lần cắt thứ hai và thứ ba.

Chương 10

Cơ sở gia công ren

Có ý kiến cho rằng, hầu như không thể học các phương pháp gia công ren trên máy công cụ từ sách vở. Điều này dường như ngụ ý rằng học viên phải học kỹ năng chuyên biệt này từ thực hành sau khi nhận được kiến thức cơ bản từ nhà trường hoặc giáo viên dạy nghề. Tuy nhiên điều đó không đúng, nếu không có đủ kiến thức cơ bản về ren, máy công cụ, dụng cụ cắt, đồ gá... mà chỉ gia công ren dựa theo kinh nghiệm bạn sẽ tốn nhiều thời gian và sản phẩm gia công sẽ không đồng đều về chất lượng, biên dạng hình học, dung sai và độ chính xác gia công.

Nói chung, mặc dầu các hệ thống điều khiển tự động phát triển rất nhanh trong thời gian gần đây, nhưng các máy công cụ thông thường vẫn có vai trò quan trọng trong gia công cơ khí, bạn không cần mua máy tự động khi chỉ cần gia công các chi tiết ren dùng cho sản xuất đơn chiếc, hàng loạt nhỏ, hoặc chế tạo phụ tùng thay thế. Máy công cụ thông thường vẫn được sử dụng rộng rãi trong các công ty, cơ sở sản xuất vừa và nhỏ.

Mặt khác, các đồ gá gia công ren tự động và bán tự động hoàn toàn có thể lắp trên máy công cụ thông thường để tăng năng suất và chất lượng gia công. Tuy chi phí ban đầu cho đồ gá chuyên dùng có thể hơi cao, nhưng sẽ nhanh chóng được bù đắp thông qua số lượng và chất lượng sản phẩm gia công.

Một số người cho rằng đồ gá gia công ren không thực sự cần thiết trên các máy tiện ngày nay, mọi ren đều có thể cắt bằng ta rô và bàn ren. Tuy các đầu cắt ren trong và ta rô hiện

đại có khả năng cắt ren với độ chính xác cao, nhưng sử dụng chúng đôi khi phát sinh moment xoắn rất lớn, còn máy tiện luôn luôn gia công ren tương đối dễ dàng, đặc biệt thích hợp với các chi tiết có thiết kế hầu như không thể định vị hoặc kẹp chặt đủ an toàn để chịu được moment xoắn phát sinh khi chạy ta rô hoặc bàn ren. Hơn nữa, máy tiện có thể gia công ren với bước bất kỳ trên mọi đường kính thông dụng; ví dụ, có thể dễ dàng cắt ren 16 tpi trên đường kính 16 in tương tự như trên đường kính $\frac{1}{2}$ in hoặc nhỏ hơn, trong khi sử dụng bàn ren và ta rô chỉ giới hạn theo các kích thước tiêu chuẩn, và khi chỉ yêu cầu gia công vài ren đặc biệt, chi phí cho bàn ren hoặc ta rô sẽ rất cao. Ngoài ra, khi gia công ren bằng bàn ren và ta rô bạn phải có đủ bộ kích thước tiêu chuẩn dù có một số loại ren rất ít được sử dụng.

Một số lỗ cần gia công ren có thể rất cạn (lỗ cụt), tổng chiều sâu bị giới hạn, ví dụ 1/16 in hoặc 5.0 mm, có vai hoặc bậc. Hầu như không thể cắt các ren này với ta rô, đơn giản do định ta rô sẽ chạm đáy lỗ trước khi cắt xong ren. Loại ren này có thể dễ dàng gia công trên máy tiện với dao một lưỡi cắt. Ngoài ra, khi gia công trên máy tiện, các ren thường có độ đồng tâm và tính đối xứng cao đáp ứng yêu cầu dung sai tốt hơn.

HỆ THỐNG ĐO

Hiện có hai hệ thống đo ren, theo hệ mét và theo hệ Anh. Sự chuyển đổi giữa hai hệ thống đo lường này tương đối phức tạp nếu bạn chỉ quen dùng một trong hai hệ đó, nhưng trong thế giới hội nhập bạn có thể phải thường xuyên sử dụng cả hai hệ này. Ví dụ, nếu bạn gặp sai số bước ren, giả sử là 0.003 mm, và cần đổi sang hệ Anh, bạn sẽ khó hình dung khi biết giá trị này bằng 0.000118 in, lớn hơn 1/10 ngàn in. Một số máy tiện sử dụng đĩa chia lượng ăn dao theo phần ngàn in, và cỡ ren hệ mét được gia công theo tiêu chuẩn inch. Để giải quyết khó khăn này, dưới đây sẽ trình bày các công thức chuyển đổi đơn vị giữa hệ Anh và hệ mét, trong quá trình sử dụng bạn sẽ nhanh chóng thành thạo và thậm chí không cần sử dụng công thức chuyển đổi đơn vị.

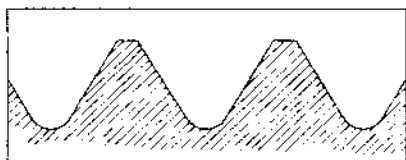
CHUYỂN ĐỔI ĐƠN VỊ

Ngày nay bạn có thể sử dụng máy tính cầm tay (calculator) để dễ dàng tính toán và chuyển đổi giữa các đơn vị đo, không cần các bảng chuyển đổi công kênh và dễ nhầm lẫn. Với công thức cơ bản và máy tính, bạn có thể nhận được các số liệu cần thiết một cách dễ dàng, nhanh chóng, và chính xác.

CÁC CÔNG THỨC TỔNG QUÁT

1. Đổi inch sang mm: nhân số inch với 25.4
2. Đổi mm sang inch: nhân số mm với 0.03937, hoặc chia cho 25.4
3. Biết bước ren (mm), tìm số ren/inch: số ren/inch = $25.4 / \text{bước (mm)}$
4. Biết số ren/inch, tìm bước theo mm: bước hệ mét = 25.4 chia cho số ren/inch
5. Biết bước ren theo inch, tìm bước hệ mét: bước hệ mét (mm) = bước inch $\times$ 25.4
6. Biết bước ren theo mm, tìm bước tính theo inch: bước inch = $0.03937 \times \text{bước mm}$, hoặc bước inch = bước mm/25.4
7. Biết số ren/inch, tìm bước ren tính theo inch: bước inch = 1 chia cho số ren/inch
8. Biết bước ren tính theo inch: tìm số ren/inch: số ren/inch = 1 chia cho bước inch
9. Biết bước ren hệ mét (mm), tìm số ren/cm: số ren/cm = 10 chia cho bước mm
10. Biết số ren/inch, tìm số ren/cm: số ren/cm = số ren/inch chia cho 25.4

Chú ý: Nói chung, đại lượng số ren/cm thường không được công nhận nhưng đôi khi rất hữu dụng, chẳng hạn khi tính toán bánh răng thay thế cho trục vít me.

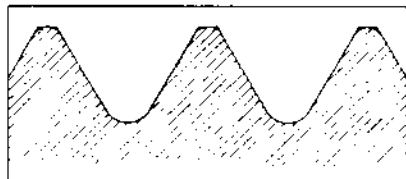


Biên dạng ren vít hệ mét của ISO
(Tổ chức Tiêu chuẩn hóa Quốc tế)

Góc ren 60 độ

Đáy ren có thể được làm tròn phía trong
biên dạng cực đại

Bán kính chân ren = $0.1443 \times \text{bước}$

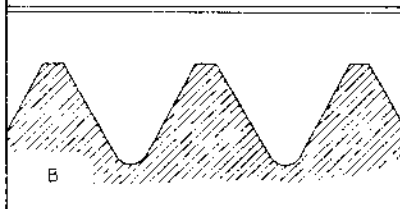
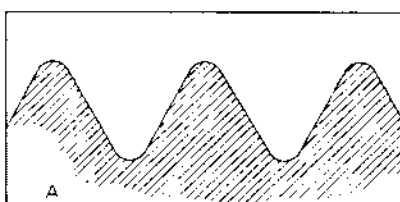


Biên dạng ren vít Unified & American

Góc ren 60 độ

Đáy ren có thể phẳng, hoặc có bán kính
 $0.108253 \times \text{bước}$

Bán kính chân ren = $0.144338 \times \text{bước}$



Biên dạng ren mịn tiêu chuẩn Whitworth
& British (BSF)

Góc ren 55 độ

Bán kính chân ren = $0.1373292 \times \text{bước}$

A: biên dạng thực. B: biên dạng sau khi
gia công trên máy tiện với dao lưỡi cắt
đơn

CÁC CÔNG THỨC THÔNG DỤNG

Chiều sâu ren (vít). Chiều sâu thiết kế cơ bản

Ren ISO hệ mét 60 độ

Tính theo mm

$$D = \text{Bước (mm)} \times 0.6134$$

Tính theo inch

$$D = \text{Bước (mm)} \times 0.0241 \text{ (số gần đúng)}$$

Ren Whitworth & BSF 55 độ

Tính theo inch

$$D = \frac{0.64}{\text{Số ren/inch}} \text{ hoặc } D = \text{Bước} \times 0.64$$

Ren Unified 60 độ

Tính theo inch

$$D = \frac{0.6134}{\text{Số ren/inch}} \text{ hoặc } D = 0.6134 \times \text{Bước (inch)}$$

Tính theo mm

$$D = \frac{15.58}{\text{Số ren/inch}} \text{ hoặc } D = \text{Bước (inch)} \times 15.58$$

Ren Whitworth & BSF 55 độ

Tính theo mm

$$D = \frac{16.256}{\text{Số ren/inch}} \text{ hoặc } D = \text{Bước (inch)} \times 16.256$$

Kích cỡ lỗ đai ốc (đường kính chân ren) tối thiểu

Ren ISO hệ mét 60 độ, tính theo mm

$$Lỗ = \text{Đường kính vít danh định (mm)} - (\text{Bước} \times 1.0825)$$

Ren hệ mét 60 độ, tính theo inch

$$Lỗ = \text{Đường kính vít danh định (inch)} - (\text{Bước} \times 0.0426)$$

Ren Unified 60 độ, tính theo inch

$$Lỗ = \text{Đường kính vít danh định} - \frac{1.0825}{\text{Số ren/inch}}$$

Ren Unified 60 độ, tính theo mm

$$Lỗ = \text{Đường kính vít danh định (mm)} - \frac{27.5}{\text{Số ren/inch}}$$

Ren Whitworth & BSF 55 độ, tính theo inch

$$Lỗ = \text{Đường kính vít danh định} - \frac{1.2}{\text{Số ren/inch}}$$

Ren Whitworth & BSF 55 độ, tính theo mm

$$L\ddot{o} = \text{Đường kính vít danh định (mm)} - \frac{30.48}{\text{Số ren/inch}}$$

Kích cỡ lỗ tính theo phần trăm ren toàn phần

$$L\ddot{o} = \text{Đường kính vít danh định} - \frac{2d \times \% \text{ yêu cầu}}{100}$$

d = Chiều sâu tiêu chuẩn cơ bản của REN vít. Số % yêu cầu = % ăn khớp ren toàn phần theo yêu cầu.

Chiều sâu ren đai ốc

(Chiều sâu ren đai ốc tính từ mặt lỗ hơi lớn hơn so với giá trị tính theo công thức đường kính đỉnh của ren vít trừ đi hai lần chiều sâu ren của vít tương ứng, do đó chiều sâu ren đai ốc cơ bản nhỏ hơn chiều sâu ren vít tương ứng, và chỉ có tính hướng dẫn. Chiều sâu ren đai ốc thực có thể hơi lớn hơn hoặc nhỏ hơn so với tính toán)

Ren ISO hệ mét 60 độ, chiều sâu ren đai ốc tính theo mm:

$$D = \text{Bước (mm)} \times 0.5418$$

Chiều sâu ren đai ốc tính theo inch:

$$D = \text{Bước (mm)} \times 0.0213$$

Ren Unified, chiều sâu ren đai ốc tính theo inch:

$$D = \frac{0.5418}{\text{Số ren/inch}}$$

Chiều sâu ren đai ốc tính theo mm:

$$D = \frac{13.76}{\text{Số ren/inch}}$$

Ren Whitworth và ren mịn tiêu chuẩn Anh (BSF)

Chiều sâu ren đai ốc tính theo inch:

$$D = \frac{0.6}{\text{Số ren/inch}}$$

Chiều sâu ren đai ốc tính theo mm:

$$D = \frac{15.24}{\text{Số ren/inch}}$$

REN ACME 29 ĐỘ

Chiều sâu ren vít

Tính theo inch:

$$D = \frac{1}{2 \times \text{số ren/inch}}$$

Chiều sâu thiết kế cơ bản

cộng 0.010

Tính theo mm

$$D = \frac{12.7}{\text{Số ren/inch}}$$

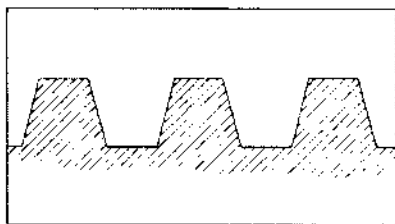
cộng 0.254

Kích cỡ (đường kính chân ren) lỗ đai ốc

Lỗ = Đường kính lớn vít danh định – bước

(Chiều sâu ren đai ốc bằng chiều sâu ren vít)

Chú ý: Đối với ren Acme (và ren thang) khoảng hở tiêu chuẩn giữa vít và đai ốc tương đối rộng. Ví dụ, ren đường kính 5/8 in $\times$ 8 ren/inch, chiều sâu ren vít là 0.0725 in, để lại đường kính chân ren 0.480 in, do đó lỗ đai ốc sẽ là 0.500 in (tương ứng 1.63 mm), trừ khi có các quy định khác. Tương tự, đường kính đỉnh ren của ta rô ren thô 5/8 in $\times$ 8 ren/inch là 0.654, nghĩa là lớn hơn đường kính đỉnh ren của vít đến 0.029 in, tạo ra khoảng hở “hình khuyên” đến 14.5 phần ngàn in (khoảng 0.37 mm) dùng cho bôi trơn.



Biên dạng ren vít Acme, góc ren 29 độ.

REN HÌNH THANG HỆ MÉT 30 ĐỘ (TƯƠNG TỰ BIÊN DẠNG REN ACME)

Chiều sâu ren vít, chiều sâu thiết kế cơ bản

(Chiều sâu ren không tỷ lệ với bước)

Bước mm	Chiều sâu ren vít mm	inch	Bước mm	Chiều sâu ren vít mm	inch
2.0	1.25	0.0492	7.0	3.75	0.1476
3.0	1.75	0.0689	8.0	4.25	0.1673
4.0	2.25	0.0886	9.0	4.75	0.1870
5.0	2.75	0.1083	10.0	5.25	0.2067
6.0	3.25	0.1279	12.0	6.25	0.2461

Kích cỡ (đường kính nhỏ) lỗ đai ốc

Đối với các lỗ, phương pháp thực tiễn nhất là dùng công thức tính theo số phần trăm ren toàn phần, trừ khi có yêu cầu khác.

REN VUÔNG

Góc thân ren: 90 độ

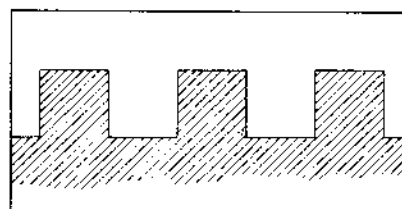
Chiều sâu ren vít:

Theo hệ Anh và hệ mét

$$D = 0.5 \times \text{bước}$$

Chiều rộng khoảng trống ren:

$$(\text{Vít}) W = 0.5 \times \text{bước}$$



Ren vít vuông

Kích cỡ lỗ (đường kính nhỏ)

Theo hệ Anh và hệ mét

$$Lỗ = (\text{Đường kính lớn của vít} - \text{bước}) + C$$

C = khoảng hở cho phép, tùy thuộc bước ren

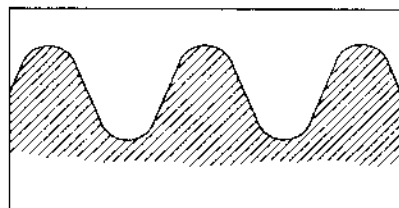
(Nếu không có "khoảng hở cho phép", chân ren đai ốc sẽ tiếp xúc hoặc ép lên ren vuông kích thước cơ bản tương ứng).

Chiều sâu ren đai ốc

Khi được xác định kích cỡ từ mặt trong của đường kính chân ren đai ốc (có thể hơi lớn hơn), chiều sâu ren đai ốc sẽ đúng bằng chiều sâu ren vít.

Khoảng hở cho phép có thể có giá trị bất kỳ thích hợp cho bôi trơn, trừ khi có các yêu cầu khác.

Đối với khoảng hở cạnh ren, chiều dày thân ren đai ốc cũng sẽ hơi nhỏ hơn so với kích thước $0.5 \times$ bước ren của ren vít tương ứng.



Ren vít Hiệp Hội Anh (BA – British Association)

Góc ren 47.5 độ

Bán kính ở chân ren = $0.1801346 \times$ bước

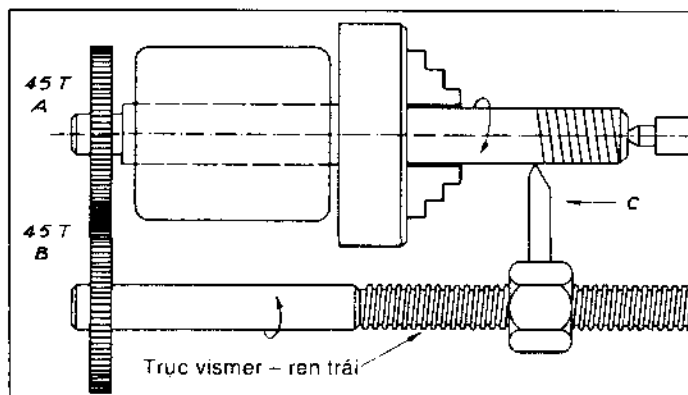
Chiều sâu ren = $0.6 \times$ bước

Chương 11

Nguyên lý gia công ren trên máy tiện

Hình 11-1 minh họa các nguyên lý gia công ren sử dụng trục vít me trên máy tiện. Các điểm cần chú ý bao gồm trục chính, quay với mâm cặp và chi tiết gia công, truyền động trục vít me thông qua bộ bánh răng; trong ví dụ này là hai bánh răng 45 răng, do đó tỷ số truyền là 1:1. Bằng cách này, trục vít me sẽ quay cùng tốc độ với chi tiết gia công ren, đồng thời sẽ làm cho bộ đai ốc (không quay) dịch chuyển từ phải sang trái với khoảng cách xác định theo từng vòng quay của trục vít me. Nếu trục vít me có 8 ren/inch, bước 1/8 in, mỗi vòng quay của trục vít me sẽ làm cho đai ốc tiến 1/8 in. Nếu đai ốc được chế tạo

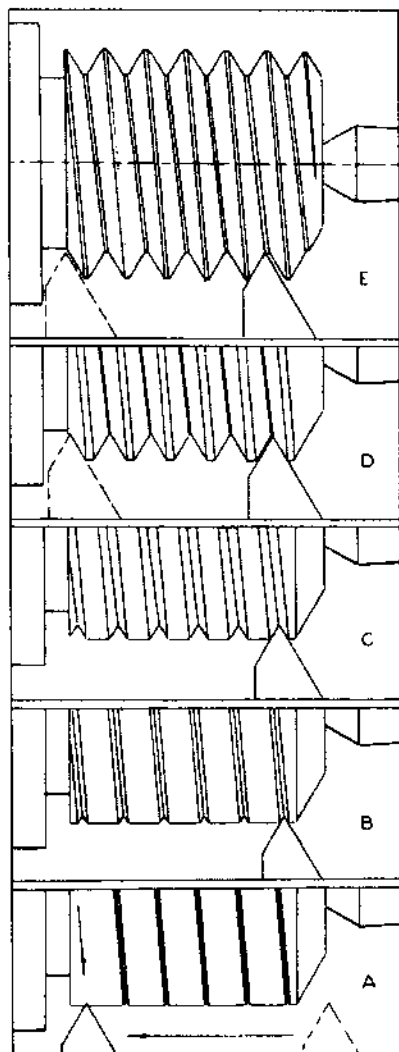
Hình 11-1.
Minh họa
nguyên lý
gia công
ren trên
máy tiện.



để mang giá dao thích hợp với dao cắt ren, và mũi dao tiếp xúc với mặt trụ của chi tiết, thì từ đó sẽ tạo ra đường cong xoắn (được trình bày ở phần sau), khoảng cách giữa hai vòng xoắn kế cận bất kỳ sẽ là $1/8$ in, bất kể đường kính thực của chi tiết gia công và tốc độ quay thực, do nếu tốc độ làm việc thay đổi, tốc độ trục vít me cũng thay đổi theo cùng tỷ lệ.

Trong thực tế, đai ốc này được chia thành hai nửa với các đệm trượt lắp trên các bộ dẫn hướng tương ứng, sao cho khi sử dụng tay quay và cơ cấu cam mỗi nửa đai ốc sẽ dịch chuyển ra ngoài theo chiều hướng kính, nhả ăn khớp với trục vít me.

Từ Hình 11-1 có thể thấy đường cong xoắn bao quanh chu vi trên chi tiết gia công có thể được coi là đường cắt thứ nhất trong chuỗi các đường cắt, còn gọi là “các đường cắt ren”, đây cũng là đường A minh họa trên Hình 11-2. Nếu lần lượt quan sát các hình từ dưới lên (Hình 11-2 A, B, C, D, E), bạn sẽ thấy ren được hình thành từ chuỗi các đường cắt liên tiếp, mỗi đường cắt sẽ hơi sâu hơn đường cắt trước đó, cho đến khi ren hoàn tất. Sơ đồ này chỉ nêu vài đường cắt, trong thực tế, để đạt được đúng kích thước ren số lần cắt có thể lớn hơn nhiều.



Hình 11-2. Gia công ren với các đường cắt liên tiếp.

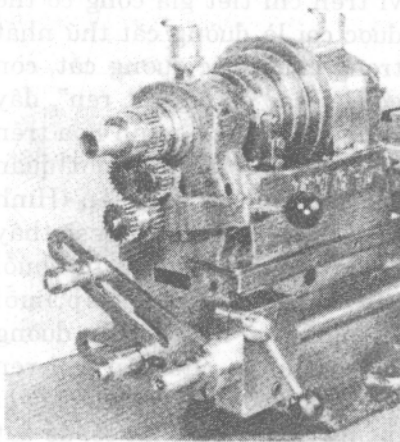
TÍNH TOÁN THAY ĐỔI BƯỚC REN

Từ phần trên có thể thấy nếu trục vít me (Hình 11-1) quay đúng nửa tốc độ của chi tiết gia công, và trục này có 8 ren/inch, thì mỗi nửa vòng quay của trục vít me sẽ làm chi tiết quay một vòng hoàn chỉnh, tạo ra đường cong xoắn trên mặt trụ. Một đường cong xoắn hoàn chỉnh trong một nửa vòng quay trục vít me sẽ bằng 16 đường cong xoắn trong 8 vòng quay của trục vít me. Trong 8 vòng quay của trục vít me, dao sẽ dịch chuyển qua khoảng cách một inch, tương ứng 16 đường cong xoắn, nghĩa là sẽ tạo ra 16 ren/inch trên chi tiết gia công.

Trong ví dụ cơ bản nêu trên (Hình 11-1), có thể làm cho trục vít me quay với một nửa tốc độ của chi tiết gia công bằng cách tháo hai bánh răng 45 răng A và B, sau đó lắp bánh răng truyền động A với 30 răng và bánh răng bị dẫn B với 60 răng lên trục vít me.

Trong thực tế, không thể liên kết khoảng cách giữa trục chính máy tiện và trục vít me, đồng thời không có hơn hai bánh răng với kích cỡ bằng hoặc khác nhau có thể sắp xếp với nhau để đáp ứng các yêu cầu về tỷ số truyền, do đó cần phải dùng “cần gạt thay đổi tốc độ”, trong đó bộ bánh răng trung gian được lắp ráp và có thể điều chỉnh không chỉ đối với các tỷ số truyền mong muốn mà còn nối kết giữa trục chính máy tiện hoặc cơ cấu đảo chiều với bộ bánh răng trục vít me.

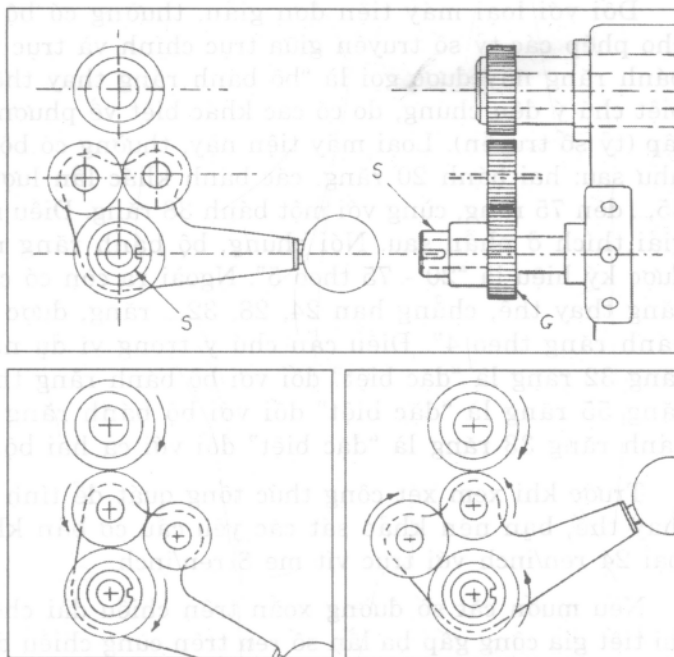
Hình 11-3 minh họa sự bố trí này trên máy tiện cỡ nhỏ. Từng cần gạt thay đổi tốc độ đều có chốt dịch chuyển cho bộ bánh răng trung gian (bánh răng thay thế), toàn bộ khối



Hình 11-3. Cơ cấu đảo chiều và cần gạt thay đổi tốc độ trên máy tiện cỡ nhỏ.

Hình 11-4.

Cơ cấu đảo chiều với ba vị trí: vị trí trung hòa (trên), tới, và lui (dưới).



này có thể xoay quanh trục tâm của trục vít me bằng cách nhả cần gạt khóa. Minh họa này còn nêu rõ cơ cấu đảo chiều, hoạt động của cơ cấu này được nêu trên Hình 11-4.

Một số máy tiện đời cũ không có cơ cấu đảo chiều, nhưng khi được lắp cơ cấu này, các bánh truyền động thích hợp với bộ bánh răng trung gian sẽ được lắp trên đầu nối S, tích hợp với bánh răng G được truyền động cuối cùng, được gọi là “các bánh truyền động thứ nhất”, và đầu nối S được gọi là “đầu nối cơ cấu đảo chiều”.

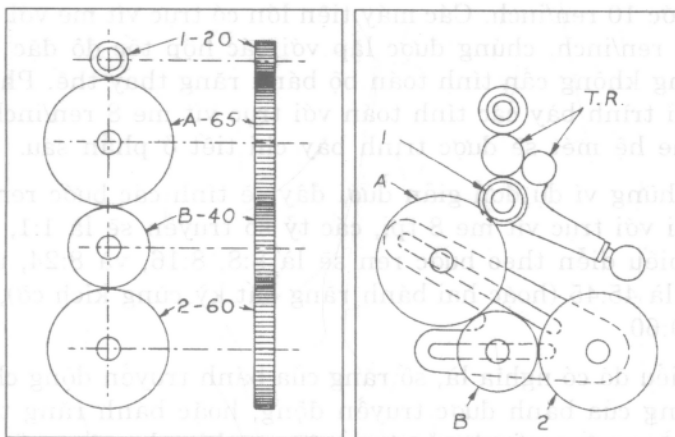
Nói chung, trên các máy tiện thuộc loại này, bánh răng truyền động thứ nhất sẽ quay cùng tốc độ với trục chính (máy tiện). Cơ cấu đảo chiều được dùng để trục vít me quay “ngược” khi tiện ren trái, hoặc để hiệu chỉnh chiều quay của trục vít me khi cần hiệu chỉnh chuỗi bánh răng.

Đối với loại máy tiện đơn giản, thường có bộ bánh răng cho phép các tỷ số truyền giữa trục chính và trục vít me. Các bánh răng này được gọi là “bộ bánh răng thay thế”. Cần đặc biệt chú ý đến chúng, do có các khác biệt về phương pháp xác lập (tỷ số truyền). Loại máy tiện này, thường có bộ bánh răng như sau: hai bánh 20 răng, các bánh khác lần lượt là 25, 30, 35,... đến 75 răng, cùng với một bánh 38 răng. Điều này sẽ được giải thích ở phần sau. Nói chung, bộ bánh răng này thường được ký hiệu là “20 - 75 theo 5”. Ngoài ra còn có các bộ bánh răng thay thế, chẳng hạn 24, 28, 32,... răng, được gọi là “bộ bánh răng theo 4”. Điều cần chú ý trong ví dụ này là bánh răng 32 răng là “đặc biệt” đối với bộ bánh răng theo 5, bánh răng 55 răng là “đặc biệt” đối với bộ bánh răng theo 4, và bánh răng 33 răng là “đặc biệt” đối với cả hai bộ.

Trước khi xem xét công thức tổng quát để tính bánh răng thay thế, bạn nên khảo sát các yêu cầu cơ bản khi gia công loại 24 ren/inch với trục vít me 8 ren/inch.

Nếu muốn cắt số đường xoắn trên chiều dài cho trước của chi tiết gia công gấp ba lần số ren trên cùng chiều dài của trục vít me, trục này phải quay với tốc độ bằng một phần ba tốc độ của chi tiết. Điều này có thể thực hiện bằng cách dùng bánh răng 20 răng làm bánh truyền động thứ nhất và bánh răng 60 răng trên trục vít me, nhưng hai bánh răng này cách nhau quá xa không thể ăn khớp trực tiếp với nhau, khoảng cách này được nối thông qua các bánh răng thay thế, tạm gọi là các “bánh răng trung gian”. Có thể sử dụng số lượng bánh răng trung gian bất kỳ mà không ảnh hưởng đến tỷ số truyền giữa bánh răng truyền động thứ nhất và bánh răng cuối, dù các giới hạn thiết kế thường chỉ cho phép sử dụng không quá hai bánh răng trung gian. Các sơ đồ trên Hình 11-5 minh họa tỷ số truyền 1:3, bản vẽ bên trái là sơ đồ “thẳng hàng” để dễ hiểu hơn, còn bản vẽ bên phải là sơ đồ lắp trên máy tiện.

Các bánh răng trung gian (Hình 11-5) có 65 và 40 răng, kích cỡ thực của chúng là không quan trọng, nhưng phải đủ lớn để nối kết bánh răng truyền động 20 răng và bánh được truyền động 60 răng.



Hình 11-5. Ví dụ về dây truyền động bánh răng đơn giản. Bộ bánh răng này sử dụng cho bước ren (tپی) 24 ren/inch trên trục vít me 8 tپی (8 ren/inch).

Có thể hơi khó hiểu khi khẳng định các bánh răng trung gian không ảnh hưởng đến tỷ số truyền. Điều này được giải thích khá đơn giản, tốc độ răng của các bánh trung gian luôn luôn bằng tốc độ răng của bánh răng truyền động, do đó tác động ăn khớp giữa bánh răng trục vít me và bánh răng truyền động sẽ tỷ lệ với nhau. Điều xảy ra ở đây là các bánh răng trung gian nhỏ sẽ quay nhanh hơn và các bánh trung gian lớn sẽ quay chậm hơn so với bánh răng truyền động, nhưng các tốc độ này sẽ bù trừ lẫn nhau. Tuy nhiên, bạn cần chú ý tính tương tự trên bộ đảo chiều, nếu chỉ ăn khớp một bánh răng trung gian, chiều quay của bánh răng được truyền động sẽ là chiều quay của bánh truyền động, và nếu dùng hai bánh răng trung gian, bánh răng được truyền động sẽ quay ngược chiều với bánh răng truyền động.

Các trục vít me trên một số máy tiện có ren trái, tay quay lắp trên trục vít me ở phía bên phải, có thể quay thuận chiều kim đồng hồ để dịch chuyển bàn dao về phía mâm cặp.

Cần chú ý, tuy trục vít me với bước 8 ren/inch được dùng nhiều trên các máy tiện cỡ nhỏ, nhưng các máy đời cũ có thể

có bước 10 ren/inch. Các máy tiện lớn có trục vít me với 4 thậm chí 2 ren/inch, chúng được lắp với các hộp tốc độ đặc biệt và thường không cần tính toán bộ bánh răng thay thế. Phần này sẽ chỉ trình bày các tính toán với trục vít me 8 ren/inch. Trục vít me hệ mét sẽ được trình bày chi tiết ở phần sau.

Những ví dụ đơn giản dưới đây sẽ tính các bước ren 8, 16, 24 tpi với trục vít me 8 tpi, các tỷ số truyền sẽ là 1:1, 1:2, và 1:3; biểu diễn theo bước ren sẽ là 8:8, 8:16, và 8:24, theo số răng là 45:45 (hoặc hai bánh răng bất kỳ cùng kích cỡ), 30:60, và 20:60.

Điều đó có nghĩa là, số răng của bánh truyền động chia cho số răng của bánh được truyền động, hoặc bánh răng trục vít me, bằng số ren/inch của trục vít me chia cho số ren/inch của chi tiết cần gia công, công thức có dạng:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{\text{Số ren/inch của trục vít me}}{\text{Số ren/inch yêu cầu}}$$

Trong thực tế, có thể có vài bánh răng truyền động và vài bánh răng được truyền động trong dãy truyền động.

SỬ DỤNG CÔNG THỨC

Giả sử cần thiết lập tốc độ trên máy tiện cho ren có 8 ren/inch, trục vít me có bước 8 ren/inch, thay các số vào công thức nêu trên:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8}{9}$$

Bánh truyền động có 8 răng sẽ truyền động cho bánh trục vít me có 9 răng, tỷ số truyền là 8/9, nhưng bánh chỉ có 8 hoặc 9 răng là không thực tế, bạn phải nhân cả tử số (8) và mẫu số (9) với số nào đó để có các số răng thích hợp. Nếu chỉ có “bộ bánh răng thay thế theo 5”, nghĩa là số răng của các bánh răng tăng theo số gia là 5, số nhân cho cả tử số và mẫu số ở đây sẽ là 5:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8 \times 5}{9 \times 5} = \frac{40}{45}$$

Nếu dùng bộ bánh răng thay thế theo 4 với trục vít me 8 ren/inch, kết quả sẽ là:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8 \times 4}{9 \times 4} = \frac{32}{36}$$

Trong cả hai trường hợp này cần bố trí một hoặc hai bánh răng trung gian với kích cỡ hợp lý để nối giữa bánh răng truyền động và bánh răng trên trục vít me. Thường chỉ cần một là đủ, tuy nhiên nên có thêm các bánh răng trung gian dự trữ trong bộ bánh răng thay thế. Điều này cho phép mở rộng khoảng tốc độ gia công, nghĩa là chỉ cần xác lập bằng cách thay đổi một bánh răng trục vít me và dịch chuyển các bánh răng trung gian để phù hợp với đường kính mới.

Các ví dụ kế tiếp, tương tự ví dụ nêu trên, tương đối dễ tính toán. Điều cần thiết là xác lập bộ bánh răng cho tất cả các ren từ 6 đến 15 tpi (ren/inch) với trục vít me 8 tpi:

$$6 \text{ tpi} \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8}{6} = \frac{40}{30} \quad \frac{\text{Truyền động}}{\text{Bánh răng trục vít me}}$$

$$7 \text{ tpi} \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8}{7} = \frac{40}{35}$$

$$8 \text{ tpi} \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8}{8} = \frac{40}{40} \quad (\text{hoặc 2 bánh răng cùng cỡ})$$

$$9 \text{ tpi} \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8}{9} = \frac{40}{45}$$

$$10 \text{ tpi} \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8}{10} = \frac{40}{50}$$

$$11 \text{ tpi } \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8}{11} = \frac{40}{55}$$

$$12 \text{ tpi } \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8}{12} = \frac{40}{60}$$

$$13 \text{ tpi } \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8}{13} = \frac{40}{65}$$

$$14 \text{ tpi } \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8}{14} = \frac{40}{70}$$

$$15 \text{ tpi } \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8}{15} = \frac{40}{75}$$

Điều cần chú ý ở đây là bánh truyền động luôn luôn có 40 răng, và nếu thay bằng 20 răng, thì số ren/inch để điều chỉnh hộp số trên máy tiện sẽ tăng gấp đôi cho từng trường hợp. Ví dụ, 9 tpi sẽ tăng thành 18 và 13 sẽ tăng thành 26 tpi.

TỔ HỢP DÂY BÁNH RĂNG

Với khoảng bánh răng thay thế từ 20 đến 75 răng, giới hạn đối với sự giảm tốc độ đơn giản gồm một bánh răng truyền động và một được truyền động, (hoặc bánh răng trực vít me), sẽ đạt được với tỷ số 20:75, với trực vít me 8 tpi, cho phép máy tiện gia công ren 30 tpi. Để gia công các ren có bước lớn hơn 30 tpi, cần sử dụng tổ hợp dây bánh răng.

Ví dụ, tìm số bánh răng (tỷ số truyền) hợp lý để gia công ren 40 ren/inch. Sử dụng công thức cơ bản:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{\text{Số ren/inch của trực vít me}}{\text{Số ren/inch cần gia công}}$$

Thay các số đã biết vào công thức, trực vít me 8 tpi:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8}{40}$$

Khi nhân 8 và 40 với 5 sẽ có kết quả 40/200, dù có thể rút gọn thành 20/100, nhưng bánh răng 100 răng vẫn nằm ngoài khoảng hiện có (không quá 75 răng), do đó cần biến đổi 8/40 thành các thừa số:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8}{40} = \frac{2 \times 4}{5 \times 8}$$

Các thừa số này có thể được biến đổi bằng cách nhân 2 và 5 với 10; 4 và 8 với 5:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{20}{50} \times \frac{20}{40}$$

Vấn đề kế tiếp là tìm các bánh răng thích hợp và cách thức xác lập chúng trên máy tiện.

Điều cần nhớ ở đây là tất cả các bánh răng ở tử số đều là bánh truyền động, và mọi bánh răng ở mẫu số đều là được truyền động. Tuy nhiên, cần định vị bánh răng được truyền động lớn nhất trên trục vít me, và các bánh răng được truyền động phải được duy trì trong phần được truyền động của dây bánh răng để không ảnh hưởng đến tỷ số truyền. Do đó, có thể đảo hoặc thay đổi phần mẫu số sang $20/40 \times 20/50$ và các bánh răng này cần được xác lập theo bộ (Hình 11-8). Các giới hạn ăn khớp không cho phép ăn khớp trực tiếp bánh răng (20 răng) truyền động thứ nhất (số 1) với bánh răng (40 răng) được truyền động thứ nhất (số 2), do đó cần lắp bánh răng trung gian A, với 65 răng. Bánh răng 40 răng (số 2) ghép với bánh răng truyền động thứ hai có 20 răng (số 3) sao cho cả hai cùng quay với nhau, bánh răng truyền động 20 răng này sẽ ăn khớp với bánh răng trên trục vít me (số 4).

SƠ ĐỒ DÂY BÁNH RĂNG

Phương pháp thông dụng minh họa chuỗi bánh răng ăn khớp thường là sắp xếp theo dạng băng, đòi hỏi sử dụng các tiêu đề hơi phức tạp để nêu rõ bánh răng truyền động thứ nhất, bánh răng trên trục vít me, hộp bánh răng thay thế với một hoặc hai bánh răng trung gian. Do đó, loại sơ đồ viết rõ từng ví dụ riêng rẽ nhằm mục đích giải thích sẽ trở nên nhàm chán và đôi khi không rõ ràng.

Do các nhược điểm trên, cần áp dụng phương pháp khác, nêu rõ các vị trí thực của các bánh răng trên máy tiện: phương pháp mà sau khi được giải thích sẽ không lặp lại các tiêu đề về bánh răng truyền động thứ nhất, hộp bánh răng thay thế, và bánh răng trên trục vít me, hoặc các ghi chú đặc biệt về các bánh răng ghép với nhau trong bộ bánh răng thay thế.

Phương pháp sơ đồ chỉ cần các tiêu đề để giải thích, dưới đây là vài ví dụ:

	Bánh truyền động thứ nhất	Bánh trung gian thứ nhất	Bánh trung gian thứ hai	Bánh răng trục vít me
Dây đơn giản	20 — A —	A —	A —	60
Dây đơn	20 — A —	40		
			20 —	50
Dây kép	B —	C —	F —	G
		D —	E	

Trong trường hợp này, các dòng nối kết bánh răng biểu thị các bánh răng đó ăn khớp trực tiếp với nhau. Các bánh răng được bố trí cái này trên cái kia, chúng được ghép với nhau. Chữ A được hiểu là “bất kỳ”, nghĩa là bánh răng thay thế bất kỳ có kích cỡ thích hợp đều có thể được dùng làm bánh răng “trung

gian” nối với dây bánh răng chính quá nhỏ để có thể ăn khớp trực tiếp với nhau.

Bánh răng ở đầu bên trái luôn luôn là bánh răng truyền động thứ nhất, còn bánh răng ở đầu bên phải luôn luôn là bánh răng trên trục vít me. Do đó, nếu chỉ sử dụng một bánh trung gian trong dây đơn giản, sơ đồ sẽ như sau:

$$20 - A - 60$$

Sẽ thuận tiện hơn khi sử dụng chữ thay cho số răng bánh răng để minh họa dây kép, do khi tính các phân số cần bảo đảm tổng số răng của các bánh D và E lớn hơn tổng số răng của C và F ít nhất là 5 hoặc bội số của 5, nếu không bảo đảm điều này, C và F sẽ ăn khớp và khóa cứng dây bánh răng hoặc D và E sẽ không ăn khớp với nhau một cách thích hợp.

Đôi khi có thể minh họa các bánh răng trung gian được sử dụng một cách thực tế. Trong trường hợp đó, sơ đồ tốc độ gia công ren 24 tpi với trục vít me 8 tpi sẽ như sau:

$$20 - 65 - 40 - 60$$

Trong dây đơn, bánh trung gian có thể được đặt giữa cặp bánh răng chính thứ nhất hoặc thứ hai, nhưng các bánh răng truyền động phải ở đúng vị trí truyền động, tỷ số truyền sẽ không thay đổi:

$$20 - 50$$

$$20 - A - 40$$

Sẽ có cùng tỷ số truyền như dây

$$20 - A - 40$$

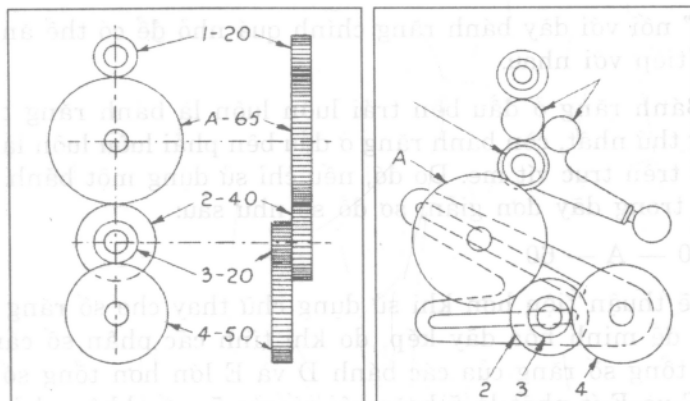
$$20 - 50$$

Dây đơn giản sẽ như sau:

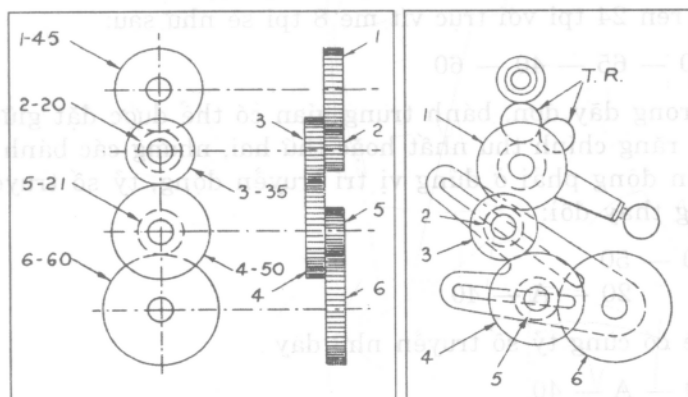
$$(1) 20 - A - A - 40$$

Để kiểm tra, có thể viết lại dây này dưới dạng phân số:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{20}{40}$$



Hình 11-6. Ví dụ về dây bánh răng đơn giản, dùng để gia công ren với 40 tpi sử dụng trục vít me 8 tpi. Bên trái là dây bánh răng được vẽ theo “đường thẳng” để dễ hình dung, bên phải có thêm bộ bánh răng thay thế nhưng không ảnh hưởng đến tỷ số truyền.



Hình 11-6A. Ví dụ về dây truyền động kép. Các bánh răng được minh họa để gia công bước ren hệ mét 1.75 mm trên trục vít me 8 tpi (tỷ số truyền này yêu cầu sử dụng bánh răng 21 răng).

Dây đơn sẽ có dạng:

(2) 20 — A — 40
20 — 50

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{20}{40} \times \frac{20}{50}$$

Dãy kép có dạng:

$$(3) \quad \begin{array}{cc} B & - & C & & F & - & G \\ & & D & - & E \end{array}$$

$$\frac{B}{C} \times \frac{D}{E} \times \frac{F}{G}$$

B D F là các bánh răng truyền động và C E G là các bánh răng được truyền động. Ví dụ về dãy kép được minh họa trên Hình 11-6A.

CÁC TÍNH TOÁN KHÁC

Tính toán bánh răng thay thế cho bước ren, chẳng hạn 19 tpi, sẽ phức tạp hơn các ví dụ nêu trên. Giả sử trục vít me có bước là 8 tpi:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8}{19}$$

Nếu nhân 8 và 19 với 5 kết quả sẽ là 40/95, nhưng hiện tại chỉ có bánh răng 75 răng. Điều cần chú ý là nếu không có bánh răng có số răng đúng bằng 19 hoặc bội số của 19, sẽ không thể thiết lập tỷ số truyền một cách chính xác. Tuy nhiên, bộ bánh răng thay thế có thể có bánh răng “đặc biệt” với 38 răng, khi đó, công thức sẽ trở thành:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8}{38} \times \frac{2}{1}$$

Nhân 8 và 1 với 5, sẽ nhận được:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{40}{38} \times \frac{2}{5}$$

Nhân 2 và 5 với 10, kết quả sẽ là:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{40}{38} \times \frac{20}{50}$$

Xác lập trên máy tiện:

$$20 - A - 38$$

$$40 - 50$$

Trong ví dụ này, 19 là số nguyên tố, không thể thiết lập tỷ số truyền chính xác với các số nguyên tố, do đó phải dùng bội số của chúng. Với các bánh răng thay thế theo 5, bước 11 tpi và 22 tpi đòi hỏi sử dụng bánh răng thay thế 55; 13 và 23 tpi yêu cầu bánh răng 65, dù có thể sử dụng các bánh răng đặc biệt 33, 44, hoặc 39 răng. Bạn cũng có thể nhận thấy, ví dụ bước 1.1 mm phải sử dụng bánh 55 răng, và 0.65 mm phải dùng loại 65 răng, nếu cần gia công các ren có bước “phi tiêu chuẩn” này với độ chính xác (lý thuyết).

HỢP SỐ (BƯỚC REN HỆ INCH KHÔNG PHẢI SỐ NGUYÊN)

Đôi khi cần thiết lập tỷ số truyền trên máy tiện để gia công ren có số ren lẻ trên một inch. Ví dụ, thiết lập tỷ số truyền để gia công ren với bước $10\frac{1}{2}$ tpi sử dụng trục vít me 8 tpi:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8}{10\frac{1}{2}}$$

Nhân cả tử và mẫu số cho 2 để loại bỏ phần phân số, kết quả sẽ là $16/21$, tương ứng với tích $(4/3) \times (4/7)$, tiếp tục nhân $4/3$ với 10 và $4/7$ với 5 sẽ nhận được $(40/30) \times (20/35)$, từ đó có thể xác lập như sau:

$$20 - A - 30$$

$$40 - 35$$

Tuy nhiên, bộ bánh răng lớn sẽ có độ bền cao hơn, có thể tăng tỷ số $20/30$ lên $30/45$ (bằng cách nhân $2/3$ với $15/15$, nghĩa là 2×15 và 3×15 , do đó xác lập dây bánh răng sẽ như sau:

$$30 - A - 45$$

$$40 - 35$$

Hoặc

$$40 - A - 35$$

$$30 - 45$$

Một số bước lẻ có thể chuyển thành số nguyên tố, ví dụ $11\frac{1}{2}$ tpi, sẽ gồm 23 ren/2 in, do đó sẽ không thể xác lập tỷ số truyền chính xác, nếu không có bánh răng 23 hoặc 46 răng. Tỷ số truyền cần thiết sẽ là truyền động/được truyền động = $8/11\frac{1}{2} = 16/23 = 4/23 \times 4/1$. Nhân số 4 thứ nhất và số 1 cuối với 5, kết quả sẽ là $20/23 \times 4/5 = 20/23 \times 40/50$, để tránh sử dụng các bánh răng nhỏ, hãy nhân 20/23 với 2/2 thành 40/46, và nếu không có hai bánh răng 40, hãy nhân 4/5 với 15/15 để có 60/75, đây bánh răng sẽ là $40/46 \times 60/75$, sự xác lập với bộ bánh răng thay thế sẽ như sau:

$$40 - A - 46$$

$$60 - 75$$

Tuy nhiên, nếu không có bánh răng 23 hoặc 46, và nếu chấp nhận sai số bước tương đối nhỏ, có thể sử dụng các bánh răng hiện có theo 5, xác lập bộ bánh răng sẽ như sau:

$$30 - A - 40$$

$$65 - 70$$

XÁC LẬP TỶ SỐ TRUYỀN BẰNG NHAU

Như đã giải thích, khi cần xác lập tỷ số truyền trên máy tiện để gia công ren có bước ren tương tự như trục vít me, trục này phải quay cùng tốc độ với chi tiết được gia công ren.

Giả sử có hai bánh răng thay thế 20 răng, có thể xác lập như sau:

$$20 - A - A - 20$$

Nhưng khi xét yếu tố đường kính bánh răng nhỏ sẽ chịu tải lớn hơn trên các răng, có thể sẽ không đủ độ bền cơ học, đặc biệt khi gia công ren với bước tương đối thô, trục vít me

cũng sẽ chịu tải khá lớn. Tuy bộ bánh răng thay thế trên các máy tiện nhỏ có thể truyền công suất thông qua các bánh răng nhỏ, nhưng cần tránh điều này mỗi khi có thể. Phương pháp đơn giản là có các bánh răng, ví dụ, với 40 răng, có thể xác lập như sau:

$$40 - A - A - 40$$

Điều này sẽ tăng gấp đôi tốc độ các răng và do đó sẽ giảm tải đến 50% cho từng răng nhưng không ảnh hưởng đến moment trên các then bánh răng truyền động và được truyền động.

Cách thứ hai để nhận được tỷ số truyền bằng nhau khi không có hai bánh răng cùng kích cỡ là sử dụng dây đơn với tỷ số thứ nhất tăng và tỷ số thứ hai là nghịch đảo với tỷ số thứ nhất, chẳng hạn:

$$\frac{45}{30} \times \frac{40}{60}$$

Có thể rút gọn thành

$$\frac{3}{2} \times \frac{2}{3} = \frac{1}{1}$$

Xác lập trên máy tiện:

$$\begin{array}{c} 40 - A - 30 \\ 45 - 60 \end{array}$$

Để thuận tiện tra cứu, bạn có thể xem Bảng 11-1, liệt kê các xác lập tỷ số truyền khi cần gia công các bước ren/inch từ trục vít me 8 tpi, và Bảng 11-2 sử dụng cho trục vít me 10 tpi.

KÝ HIỆU REN THEO KHOẢNG CÁCH ĐỈNH REN

Thỉnh thoảng ren được ký hiệu theo khoảng cách đỉnh ren (đôi khi còn được gọi là đầu mối ren), thay vì bước ren. Đây là khoảng cách vít tiến dọc trục với một vòng quay trong đai ốc cố định, cũng là khoảng cách giữa hai đỉnh ren liên tiếp. Cần ký hiệu các ren nhiều đầu mối bằng khoảng cách đỉnh ren để phân biệt giữa bước tiến dọc trục và bước ren. Bước ren, với

khoảng cách đỉnh ren bất kỳ, sẽ giảm theo tỷ lệ với số đầu mối ren.

Với đơn vị đo hệ Anh, khoảng cách đỉnh ren đôi khi có dạng phân số, chẳng hạn 5/32 in.

Phương pháp xử lý thông dụng với phân số khi tính toán tỷ số truyền là chuyển sang bước ren, tính theo số ren/inch:

$$\frac{1}{5/32} = \frac{1}{1} \times \frac{32}{5} = \frac{32}{5} = 6 \frac{2}{5} \text{ tpi}$$

Tương đương với 32 ren/5 in.

Với trục vít me 8 tpi, chiều dài 5 in sẽ có 40 ren, do đó:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8}{32} \times \frac{5}{1} = \frac{40}{32}$$

Giả sử không có bánh 40 răng, có thể chia 40 và 32 cho 8:

$$= \frac{5}{4} = \frac{50}{40} \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}}$$

Cách thứ hai là biểu diễn theo khoảng cách đỉnh ren của chi tiết gia công và của trục vít me theo công thức:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{\text{Khoảng cách đỉnh ren của vít cần gia công}}{\text{Khoảng cách đỉnh ren của trục vít me}}$$

$$\frac{5}{32} = \frac{5}{32} \times \frac{8}{1} = \frac{5}{4} \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}}$$

Kết quả này hoàn toàn như kết quả tính theo bước ren:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{\text{Tỷ số}}{\text{Mẫu số}} \times \frac{\text{tpi của trục vít me}}{1}$$

Bảng 11-1. Thiết lập bộ bánh răng để gia công các bước ren/inch với trục vít me 8 tpi. Giả thiết hộp bánh răng thay thế có các bánh răng 20 – 20 – 75 theo số gia 5. Để lập tỷ số truyền cho các ren 11½ và 19 tpi, phải có bánh răng 38 răng.

Số ren/inch	Bộ bánh răng
4	40 — A — A — 20
5	40 — A — A — 25
6	40 — A — A — 30
7	40 — A — A — 35
8 _A	40 — A — A — 40
8 _B	40 — A — 30 — 45 — 60
9	40 — A — A — 45
10	40 — A — A — 50
11	40 — A — A — 55
11½ _A	40 — A — 50 — 65 — 75
11½ _B	55 — 25 — 30 — 38 20 — 50
12	40 — A — A — 60
13	40 — A — A — 65
14	40 — A — A — 70
16	20 — A — A — 40
18	20 — A — A — 45
19 _A	35 — A — 50 — 45 — 75

Số ren/inch	Bộ bánh răng
19 _B	20 — A — 38 — 40 — 50
20	20 — A — A — 50
22	20 — A — A — 55
24	20 — A — A — 60
25	40 — A — 50 — 30 — 75
26	20 — A — A — 65
28	20 — A — 35 — 20 — 40
32	20 — A — 40 — 25 — 50
36	20 — A — 40 — 20 — 45
40	20 — A — 40 — 20 — 50
44	20 — A — 50 — 25 — 55
48	20 — A — 50 — 25 — 60
56	20 — A — 50 — 25 — 70
60	20 — A — 50 — 20 — 60
64	20 — 40 — 25 — 30 — 60
72	20 — 45 — 20 — 30 — 60
80	20 — 40 — 25 — 30 — 75

Bảng 11-2. Thiết lập bộ bánh răng cho các bước ren/inch với trục vít me 10 tpi. Giả thiết hộp bánh răng thay thế có các bánh răng 20 – 20 – 75 theo số gia 5. Cả hai bộ này chỉ thiết lập gần đúng cho bước 11½ tpi. Với B tốt nhất khi có 38 răng. Cả hai bộ này đều xac lập cho 19 tpi, với A là gần đúng và B là chính xác.

Đối với trục vít me 5 tpi, (1) cần chia đôi số răng trên bánh răng truyền động, (2) nhân đôi số răng trên bánh răng được truyền động, hoặc (3) gộp (1) và (2) vào tỷ số truyền.

Số ren/ inch	Bộ bánh răng		
4	50 — A — A — 20		
5	50 — A — A — 25		
6	50 — A — A — 30		
7	50 — A — A — 35		
8	50 — A — A — 40		
9	50 — A — A — 45		
10 _A	40 — A — A — 40		
10 _B	40 — A — 30 — 45 — 60		
11	50 — A — A — 55		
11½ _A	40 — A — 50 — 65 — 60		
11½ _B	30 — A — 38 — 55 — 50		
12	25 — A — A — 30		
13	50 — A — A — 65		
14	25 — A — A — 35		
16	25 — A — A — 40		
18	25 — A — A — 45		
19 _A	35 — A — 40 — 50		

Số ren/ inch	Bộ bánh răng		
19 _B	20 — A — A — 38		
20	20 — A — A — 40		
22	25 — A — A — 55		
24	20 — A — 30 — 25 — 40		
25	20 — A — A — 50		
26	25 — A — A — 65		
28	20 — A — 40 — 25 — 35		
32	25 — A — 40 — 30 — 60		
36	20 — A — 40 — 25 — 45		
40	20 — A — 50 — 25 — 40		
44	20 — A — 40 — 25 — 55		
48	20 — A — 40 — 25 — 60		
56	20 — A — 40 — 25 — 70		
60	20 — A — 50 — 25 — 60		
64	30 — 40 — 20 — 25 — 40 — 60		
72	25 — A — 60 — 25 — 75		
80	25 — 40 — 30 — 20 — 60 — 50		

Các vít có khoảng cách đỉnh ren lớn hơn khoảng cách đỉnh ren của trục vít me, trục vít me cần quay nhanh hơn chi tiết gia công. Tuy máy tiện nhỏ với trục vít me 8 tpi có thể gia công ren với khoảng cách đỉnh ren 5/32 in, nhưng ứng suất tác dụng lên bộ bánh răng tăng tốc 3:1 đối với khoảng cách đỉnh ren, ví dụ 3/8 in, sẽ khá lớn, hiệu suất của trục vít me và đai ốc hai nửa khi truyền công suất có thể chỉ khoảng 30 đến 40%. Để giảm ứng suất này, một số tài liệu cũ đề nghị trục vít me là phần được truyền động, do đó đảo ngược chức năng của hộp số, từ tăng trở thành giảm tốc độ truyền động cho chi tiết được gia công ren. Điều này đã được áp dụng trên các máy tiện đời cũ, nhưng khá bất tiện.

Với máy tiện hiện nay, có hai phương pháp giải quyết vấn đề tăng tốc độ khi cần gia công ren có khoảng cách đỉnh ren tương đối lớn.

Trong phương pháp thứ nhất, bộ bánh răng ụ chính cho phép chi tiết gia công được truyền động với tốc độ giảm, trong khi bộ bánh răng trục vít me được truyền động từ thành phần tốc độ cao trong ụ chính. Ví dụ, nếu một trong các tốc độ cuối chậm hơn 6 lần so với truyền động không có bộ bánh răng thay đổi tốc độ và bộ bánh răng thay thế được truyền động từ phần tử không ăn khớp răng, trục vít me được truyền động thông qua tỷ số truyền 1:1 sẽ phải quay gấp 6 lần tốc độ chi tiết gia công. Nếu trục vít me có bước 4 tpi, sáu vòng quay sẽ dịch chuyển bàn xe dao tiến theo khoảng cách 1½ in trong từng vòng quay của chi tiết gia công. Nếu máy tiện không có hộp số lựa chọn toàn phần, sự tính toán khoảng cách đỉnh răng có sử dụng truyền động đặc biệt sẽ dựa trên giả thiết trục vít me có khoảng cách đỉnh răng 1½ in, tương ứng 2/3 tpi, sẽ như sau:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{\text{Khoảng cách đỉnh ren cần gia công}}{\text{Khoảng cách đỉnh ren của trục vismer}}$$

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{\frac{3}{4}}{\frac{3}{2}} = \frac{3}{4} \times \frac{2}{3} = \frac{1}{2} \text{ hoặc } \frac{20}{40}$$

Đôi khi cũng có thể nhận được kết quả tương tự bằng cách sử dụng mâm cặp giảm tốc độ.

KIỂM TRA

Độ chính xác của xác lập bộ bánh răng thay thế hoặc tỷ số truyền tính toán để gia công ren với số ren/inch cho trước có thể được kiểm tra bằng cách đảo ngược chuỗi bánh răng sang dạng phân số và nhân với số ren/inch của trục vít me:

$$\text{TPI} = \frac{\text{Được truyền động}}{\text{Truyền động}} \times \frac{\text{tpi trục vít me}}{1}$$

Ví dụ, bộ bánh răng cần thiết để gia công ren 28 tpi với trục vít me 8 tpi có thể được tính như sau:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{20}{35} \times \frac{20}{40}$$

Có thể tiến hành kiểm tra bằng cách thay các số vào công thức nêu trên:

$$\text{TPI} = \frac{35}{20} \times \frac{40}{20} \times \frac{8}{1} = 28$$

Nếu, thay vì số ren/inch, cần phải tìm bước ren có thể gia công với tổ hợp bánh răng cho trước, thì dây bánh răng được giữ nguyên dạng phân số và nhân với bước của trục vít me:

$$\text{Bước} = \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} \times \frac{1}{\text{Tpi của trục vít me}}$$

Bước ren được tạo ra từ dây bánh răng nêu trên sẽ như sau:

$$\frac{20}{35} \times \frac{20}{40} \times \frac{1}{8} = \frac{1}{28} = 0.0357142$$

Với trục vít me 8 tpi, dây bánh răng dưới đây có thể gia công ren với bước bao nhiêu, gần đúng nhất với 11½ ren/inch?

$$\begin{array}{ccc} 40 & - & A & - & 50 \\ & & 65 & - & 75 \end{array}$$

Trước hết, bạn hãy viết lại dây bánh răng này dưới dạng phân số, sau đó nhân với bước của trục vít me:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{40}{50} \times \frac{65}{75} \times \frac{1}{8} = \frac{13}{150} = 0.086666 \text{ in}$$

Bước thực của 11½ tpi là 0.0869565 in, do đó dây bánh răng nêu trên sẽ tạo ra sai số âm:

$0.0869565 - 0.086666 = 0.00029 \text{ in}$, tương ứng 3/10 của một phần ngàn inch, hoặc 0.00762 mm.

ĂN DAO TỰ TÁC ĐỘNG

Khi máy tiện nhỏ không có trục ăn dao riêng rẽ, trục vít me sẽ được sử dụng cho các mục đích tự tác động, hoặc chạy dao ngang với tốc độ chậm, được truyền động thông qua bộ bánh răng kép giảm tốc độ, đôi khi rất hữu dụng để điều chỉnh bước tiến bàn xe dao trong từng vòng quay của chi tiết gia công. Điều này tương tự phương pháp xác định bước ren và bộ bánh răng, do đó sẽ sử dụng công thức bước ren:

$$\text{Bước} = \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} \times \frac{1}{\text{Tpi của trục vít me}}$$

Ví dụ, giả sử bộ bánh răng dưới đây được dùng để truyền động trục vít me 8 tpi:

$$\begin{array}{ccc} 20 & - & 65 \\ 25 & - & 70 \end{array}$$

Do đó bước ren sẽ bằng

$$\text{TPI} = \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{20}{65} \times \frac{25}{70} \times \frac{20}{75} \times \frac{1}{8} = \frac{1}{273}$$

Tương ứng 0.003663 in/vòng quay, 273 tpi.

TRỤC VÍT VỚI BƯỚC ĐƯỜNG KÍNH

Đôi khi có thể sử dụng máy tiện để gia công trục vít. Từ quan điểm thực nghiệm có thể thấy, bánh vít phải ăn khớp với một trong các bánh răng thay thế trên máy tiện, dù trục vít ăn khớp vuông góc với bánh vít, nếu đây là bánh răng thông dụng, thân ren trục vít phải hơi nhô hơn giá trị lý thuyết.

Đối với các yêu cầu tính toán bộ bánh răng thay thế trên máy tiện để gia công trục vít, bạn không cần tìm số ren thực tế theo inch để bảo đảm ăn khớp chính xác; bạn chỉ cần biết số ren/inch của trục vít mẹ và bước đường kính (DP) của bánh răng sẽ ăn khớp với trục vít.

Số bước đường kính của bánh răng là số biểu thị số lượng răng, bánh răng đó có thể giữ trong từng inch của đường kính, và bước đường kính (DP) của bánh răng bất kỳ, được giả thiết là tính theo đơn vị Anh (inch), có thể tính theo các bước sau:

1. Đo đường kính toàn phần (đường kính ngoài).
2. Đếm số răng và cộng thêm 2.
3. Chia tổng số răng đó cho đường kính đã đo.

Ví dụ, bánh răng có đường kính ngoài 3.100 in và 60 răng, cộng thêm 2 thành 62, chia cho 3.100, kết quả là 20, đây chính là bước đường kính (DP) của bánh răng đó.

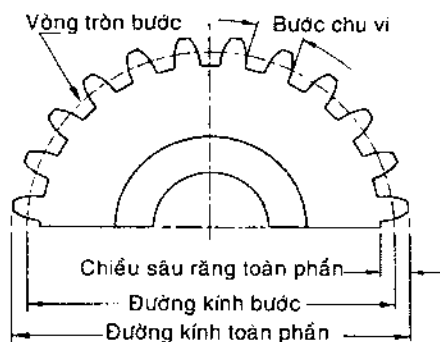
Bánh răng có đường kính ngoài 2.625 in và 40 răng; DP của bánh răng này là $42/2.625 = 16$.

Các ví dụ nêu trên chỉ có tính lý thuyết, với kết quả là số nguyên, nhưng trong thực tế thường gặp các vấn đề về kích cỡ nhỏ hơn tính toán lý thuyết, do kết quả có thể là phân số. Tuy nhiên, sự thiếu kích thước này thật ra không quá nghiêm trọng, bạn có thể làm tròn đến số nguyên gần nhất.

Hình 11-7 minh họa các thuật ngữ kích thước thông dụng để xác định kích cỡ bánh răng thẳng. Tuy loại bánh răng này có biên dạng răng rất khác với răng trên bánh vít, nhưng đủ để giải thích các thuật ngữ liên quan với ren bánh vít, bạn chỉ cần hiểu rõ về bước chu vi (bước tròn) và bước đường kính.

Đường kính bước, các răng được tạo thành trên đường kính này, quyết định tỷ số giữa hai đĩa trụ tiếp xúc ma sát với nhau.

Bước chu vi (bước tròn) là khoảng cách giữa điểm bất kỳ trên một răng và điểm tương ứng trên răng kế cận đo dọc theo đường kính bước, có thể xác định bằng cách chia hằng số Pi (3.1415926...) cho bước đường kính.



Hình 11-7. Các thuật ngữ chuyên dùng cho bánh răng

Chiều sâu răng toàn phần, hoặc chiều sâu ren trục vít, có thể tính theo công thức:

$$D = \frac{2.157}{DP}$$

CÔNG THỨC TÍNH SỐ REN TRỤC VÍT THEO DP

Lấy số Pi = 3.1415926, công thức thiết lập bộ bánh răng cho trục vít me với tpi bất kỳ để gia công các ren trục vít xác định theo bước đường kính như sau:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{\text{Số ren/inch trục vít me}}{\text{Đường kính bước trục vít}} \times \frac{3.1415926}{1}$$

Tuy kết quả sẽ rất chính xác nhưng không thực tế do sử dụng đến 7 chữ số thập phân của số Pi. Để thuận tiện hơn, có thể chuyển số Pi thành phân số vô tỷ, với tử số và mẫu số có thể dễ dàng chuyển sang số răng của các bánh răng thay thế khả dụng. Bảng 11-3 liệt kê 15 tỷ số gần đúng của số Pi. Từ Bảng 11-3 bạn có thể thấy trong 15 tỷ số gần đúng này, chỉ có hai là thích hợp với các bánh răng số gia 5, ngoài ra còn nêu rõ các sai số tương đối hợp lý, chẳng hạn tỷ số No.9 với sai số âm chỉ một chi tiết trong 5527 chi tiết gia công, tỷ số

Bảng 11-3. Các giá trị gần đúng tính theo số Pi (Pi = 3.1415926)

	Tỷ số gần đúng	Sai số* +/-1 chi tiết trong tổng số chi tiết		Tỷ số gần đúng	Sai số* +/-1 chi tiết trong tổng số chi tiết
1.	$\frac{5 \times 71}{113}$	—	9.	$\frac{7 \times 35}{6 \times 13}$	- 5527
2.	$\frac{47 \times 127}{38 \times 50}$	-212 765	10.	$\frac{10 \times 38}{11 \times 11}$	-2261
3.	$\frac{13 \times 29}{8 \times 15}$	+43 103	11.	$\frac{22}{7}$	+2486
4.	$\frac{9 \times 37}{2 \times 53}$	-37 313	12.	$\frac{5 \times 27}{1 \times 43}$	-1525
5.	$\frac{23 \times 28}{5 \times 41}$	-24 096	13.	$\frac{5 \times 59}{2 \times 47}$	- 953
6.	$\frac{19 \times 21}{127}$	+22 675	14.	$\frac{5 \times 32}{3 \times 17}$	- 724
7.	$\frac{17 \times 17}{4 \times 23}$	-10 857	15.	$\frac{3 \times 23}{2 \times 11}$	- 600
8.	$\frac{15 \times 31}{4 \times 37}$	+10 537	16.	$\frac{25}{8}$	- 189

* Sai số tính theo số có 8 chữ số

No.11, còn gọi là tỷ số 22/7, có sai số dương trên một chi tiết trong số 2486 chi tiết gia công.

Tuy nhiên, từ bảng các giá trị Pi gần đúng (Bảng 11-3), công thức tính DP cho trục vít sẽ có dạng:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{\text{Tpi trục vít me}}{\text{DP trục vít}} \times \text{Pi gần đúng}$$

Do đó, nếu trục vít me là 8 tpi gia công trục vít với bộ bánh răng thay thế No. 20DP, và chọn số Pi gần đúng là 22/7 (No. 11), thay các giá trị này vào công thức:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{8}{20} \times \frac{22}{7}$$

Do 22 và 20 đều chia hết cho 2, tỷ số sẽ trở thành $8/10 \times 11/7$, nhân tất cả các số với 5, kết quả sẽ là $40/50 \times 55/35$, bộ bánh răng thay thế sẽ như sau:

$$40 - A - 35 \\ 55 - 50$$

Tương tự, nếu sử dụng số Pi gần đúng là $7/6 \times 35/13$ (No.9), gia công trục vít 20 DP với trục vít me 8 tpi, bộ bánh răng thay thế sẽ như sau:

$$35 - A - 30 \\ 70 - 65$$

Bạn cần chú ý, nếu dùng trục vít me 8 tpi với cặp bánh răng 50/40 để gia công trục vít 20DP, sai số bước lý thuyết sẽ là 0.00083 in. Tuy nhiên, nếu sử dụng Pi gần đúng No.16 (xem Bảng 11-3) cho tỷ số 50/40, sai số sẽ rất lớn.

Ví dụ, cần xác lập bộ bánh răng thay thế để gia công trục vít 16 DP với trục vít me 10 tpi, nếu chọn giá trị Pi gần đúng No.11 (Bảng 11-3):

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{10}{16} \times \frac{22}{7} = \frac{5}{4} \times \frac{11}{7} = \frac{50}{40} \times \frac{55}{35}$$

Tương ứng với

$$50 - A - 40 \\ 55 - 35$$

Tuy nhiên, bạn cần chú ý, số DP càng nhỏ, ren càng thô. Trong ví dụ này, tốc độ trục vít me gần gấp đôi tốc độ quay của chi tiết gia công, do đó ứng suất tác dụng lên máy tiện tương đối lớn.

Bảng 11-3A cung cấp hai tập hợp bánh răng thay thế để gia công trục vít tính theo DP với trục vít me 8 tpi, các bánh

Bảng 11-3A. Bộ bánh răng thay thế dùng cho gia công ren tinh theo bước đường kính (DP) với trục vít me 8 tpi và các bánh răng thay thế theo số gia 5. Dây bánh răng bên phải đối với 14 DP yêu cầu sử dụng hai bánh răng 35 răng.

Số DP	PI = 7/6 x 35/13			Sai số bước phần triệu inch			PI = 22/7			Sai số bước phần triệu inch		
	Bước vòng (inch)	Bánh răng thay thế		Sai số bước phần triệu inch		Bánh răng thay thế	Bánh răng thay thế		Bánh răng thay thế	Sai số bước phần triệu inch		Bánh răng thay thế
14	0.2243994	50	A 30 70	65	-40.5	40	A 35 55	35	40	A 35 55	35	+90.3
16	0.1963495	50	40 70 30	65	-35.5	55	A 35 55	35	40	A 35 55	35	+79.0
18	0.1745329	50	45 70 30	65	-31.5	40	A 35 55	45	40	A 35 55	45	+70.2
20	0.1570796	35	A 30 70	65	-28.4	40	A 35 55	50	40	A 35 55	50	+63.2
22	0.1427998	50	55 70 30	65	-25.8	40	A 35 55	35	40	A 35 55	35	+57.5
24	0.1303986	50	45 70 40	65	-23.6	40	A 35 55	60	40	A 35 55	60	+52.7
26	0.1208304	35	A 39 70	65	-21.8	40	A 35 55	65	40	A 35 55	65	+48.7
28	0.1121997	50	A 60 70	65	-20.3	40	A 35 55	70	40	A 35 55	70	+45.1
30	0.1047197	35	A 45 70	65	-18.9	40	A 35 55	75	40	A 35 55	75	+42.2
32	0.0981747	50	60 70 40	65	-17.7	20	A 40 55	35	20	A 40 55	35	+39.5
36	0.0872664	50	45 70 60	65	-15.7	20	A 45 55	35	20	A 45 55	35	+35.1
40	0.0785398	35	A 60 70	65	-14.2	20	A 35 55	60	20	A 35 55	60	+31.6

răng theo số gia 5. Các bộ bánh răng bên trái bằng được tính với giá trị Pi gần đúng No.9, và bên phải là giá trị Pi gần đúng No.11. đối với trục vít me 4 tpi, bánh răng truyền động sẽ có một nửa số răng, hoặc bánh răng được truyền động có gấp đôi số răng.

Giá trị Pi gần đúng No.3 (Bảng 11-3) sẽ rất hữu dụng nếu có bánh răng đặc biệt 29 răng. Ví dụ, bộ bánh răng thay thế để gia công trục vít 20DP với trục vít me 8 tpi sẽ như sau:

$$\begin{array}{r} 29 - A - 30 \\ 65 - 50 \end{array}$$

Trong các điều kiện lý tưởng sai số bước trục vít sẽ rất nhỏ, chỉ khoảng 3.7 phần triệu/inch.

Trong số các giá trị Pi gần đúng, các số No.2 và No.7 (Bảng 11-3), có số nguyên tố 127, dường như không có tính thực tiễn, các số 127 sẽ triệt tiêu lẫn nhau khi sử dụng kết hợp với bộ bánh răng theo bước đường kính trong hệ mét (giá trị Pi gần đúng No.6) hoặc theo module từ trục vít me tính theo tpi (Pi gần đúng No.2).

KIỂM TRA BỘ BÁNH RĂNG THAY THẾ SAU KHI TÍNH TOÁN

Để kiểm tra bộ bánh răng thay thế sau khi tính toán, bạn nên sử dụng công thức kiểm tra bước: truyền động/được truyền động $\times$ bước trục vít me, ghi lại kết quả và so sánh với bước vòng (chu vi) của trục vít tính từ công thức:

$$\text{Bước vòng} = \frac{3.1415926}{\text{Bước đường kính}}$$

Ví dụ, bước tương ứng bộ bánh răng $40/35 \times 55/50$ với 20DP gia công từ trục vít me 8 tpi:

$$\frac{40}{35} \times \frac{55}{50} \times \frac{1}{8} = 0.1571428 \text{ in}$$

Bước vòng (CP) của 20 DP = 0.15170796 in, do đó sai số sẽ là dương 63.2 phần triệu inch.

Tương tự, bước vòng (CP) tính theo bộ bánh răng với trục vít me 8 tpi:

$$\begin{array}{ccc} 29 & - & A & - & 30 \\ & & 65 & - & 50 \end{array}$$

sẽ là $29/30 \times 65/50 \times 1/8 = 0.1570833$ in, sai số sẽ là dương 0.0000037 so với giá trị CP chính xác = 0.1570796.

Bước ren/inch của trục vít bất kỳ được tính theo một trong hai công thức dưới đây:

$$(1) \text{ Số ren/inch} = \frac{1}{\text{Bước vòng}}$$

$$(2) \text{ Số ren/inch} = \frac{\text{Được truyền động}}{\text{Truyền động}} \times \frac{\text{Tpi trục vít me}}{1}$$

Công thức (2) thuận tiện cho tính toán khi có các phân số. Ví dụ, số ren/inch tương ứng bộ bánh răng $40/35 \times 55/50$ với trục vít me 8 tpi = $35/40 \times 50/55 \times 8/1 = 70/11$

Công thức (1) cung cấp giá trị ren/inch với độ chính xác cao, còn (2) cho phép tính số ren/inch ứng với bộ bánh răng thay thế cụ thể trong các điều kiện lý tưởng.

ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA TRỤC VÍT ME

Trừ khi có điều kiện đặc biệt, về nguyên tắc, độ chính xác bước ren bất kỳ gia công trên máy tiện không thể cao hơn độ chính xác của trục vít me được sử dụng. Với ý nghĩa này, các trục vít me máy tiện phải có độ chính xác rất cao, nhưng thực tế không hẳn như vậy. Dù trục vít me ban đầu có độ chính xác cao, nhưng không thể duy trì độ chính xác đó trong thời gian dài. Các nhà chế tạo máy tiện phải bảo đảm trục vít me có độ chính xác hợp lý, nhưng hợp lý là bao nhiêu? Sai số bước âm 2/10 ngàn inch trên trục vít me 4 tpi trở thành âm 8/10 ngàn inch trên chiều dài một inch và 2.4 phần ngàn inch trên chiều dài 3 in.

Ví dụ, trục vít me 8 tpi có sai số trung bình là âm 0.0005 in/inch, tương ứng 0.006 in/foot, bộ bánh răng thay thế cho các ren kiểu vi kế (micrometer) 40 tpi đòi hỏi sai số bước không quá 0.0001 in/inch, do đó cần cải tiến bộ bánh răng này nhằm “tăng tốc” cho trục vít me theo tỷ số 2001:2000. Tỷ số truyền được đề nghị như sau:

$$(A) 29/25 \times 23/20 \times 3/4$$

và khi bộ này gồm chế độ giảm tốc cơ bản từ 1 đến 5 áp dụng cho 40 tpi với trục vít me 8 tpi, tổ hợp bánh răng sẽ như sau:

$$\begin{array}{cc} 45 & - & 40 & & 23 & - & 75 \\ & & 29 & - & 50 \end{array}$$

Bộ bánh răng này với trục vít me hoàn hảo sẽ gia công bước 0.0250125 in, nhưng khi giảm ba chữ số thập phân cuối, sai số sẽ là 0.025 in bước.

Bạn cũng có thể nhận thấy, tỷ số 2002:2001 được tính theo:

$$(B) 14/29 \times 13/23 \times 11/3$$

Cả (A) và (B) đều có chế độ giảm tốc tương đối nhỏ.

Bảng 11-3B cung cấp 48 tỷ số gần đúng từ 125/126 đến 6003/6004 được chuyển thành các tỷ số 2 và 3 phần tử để sử dụng khi cần cải tiến bước ren hoặc thử nghiệm.

HỘP TỐC ĐỘ LỰA CHỌN

Đôi khi có thể xảy ra trường hợp không thể xử lý các bánh răng thay thế có sẵn trên máy tiện từ hộp tốc độ “gia công ren” đối với bước ren đặc biệt. Với các hộp tốc độ này, nhà sản xuất đã chọn sẵn các bước ren, khi cần gia công bước ren “bất thường”, bạn không thể xác lập bộ bánh răng thay thế phù hợp với bước ren đó.

Hộp tốc độ thay thế nhanh cho phép lựa chọn nhanh bước ren bất kỳ trong khoảng cho trước, giúp bạn tiết kiệm thời gian và chi phí.

Bảng 11-3B. Tập hợp 48 tỷ số từ 125/126 đến 6003/6004 chuyển thành tỷ số hai và ba phần tử khi cần cải tiến bước ren.

125/126 = 5/6 x 25/21	2744/2745 = 49/45 x 56/61
252/253 = 12/11 x 21/23	3002/3003 = 38/39 x 79/77
505/506 = 5/11 x 101/46	3248/3249 = 56/57 x 58/57
702/703 = 18/19 x 39/37	3255/3256 = 35/44 x 93/74
703/704 = 19/22 x 37/32	3509/3510 = 11/9 x 11/10 x 29/39
704/705 = 22/15 x 32/47	3519/3520 = 51/55 x 69/64
749/750 = 7/25 x 107/30	3750/3751 = 5/11 x 15/11 x 50/31
759/760 = 23/20 x 33/38	3751/3752 = 11/7 x 11/8 x 31/67
799/800 = 17/20 x 47/40	3999/4000 = 43/50 x 93/80
800/801 = 20/9 x 40/89	4004/4005 = 7/5 x 22/9 x 26/89
850/851 = 25/23 x 34/37	4255/4256 = 5/7 x 23/16 x 37/38
999/1000 = 27/20 x 37/50	4484/4485 = 59/65 x 76/69
1000/1001 = 20/13 x 50/77	4488/4489 = 68/67 x 66/67
1247/1248 = 29/39 x 43/32	4514/4515 = 2/5 x 37/21 x 61/43
1500/1501 = 30/19 x 50/79	4752/4753 = 48/49 x 99/97
1504/1505 = 32/35 x 47/43	4756/4757 = 58/67 x 82/71
1749/1750 = 33/35 x 53/50	4991/4992 = 7/8 x 23/16 x 31/39
1750/1751 = 35/17 x 50/103	5015/5016 = 59/57 x 85/88
2000/2001 = 5/3 x 8/23 x 50/29	5247/5248 = 53/64 x 99/82
2001/2002 = 3/11 x 23/13 x 29/14	5250/5251 = 5/1 x 21/59 x 50/89
2254/2255 = 46/41 x 49/55	5499/5500 = 3/5 x 39/20 x 47/55
2255/2256 = 41/47 x 55/48	5529/5530 = 57/70 x 97/79
2499/2500 = 49/50 x 51/50	5750/5751 = 5/1 x 23/71 x 50/81
2500/2501 = 50/41 x 50/61	6003/6004 = 9/4 x 23/19 x 29/79

750 NGÀN BƯỚC REN

Theo giáo sư D. H. Chaddock, hai mươi bánh răng thay thế riêng rẽ có thể tạo thành 380 tổ hợp 2-bánh răng, 29070 tổ hợp 4-bánh răng, và 775200 tổ hợp 6-bánh răng, tổng cộng là 804650 cách tổ hợp, cho phép phát sinh khoảng hơn 10000 tỷ số đồng nhất từ tổ hợp các bánh răng cùng loại nhưng sắp xếp theo thứ tự khác nhau, do đó tổng tỷ số khả dĩ từ 20 bánh răng theo các tổ hợp 2-, 4-, 6-bánh răng là khoảng ba phần tư triệu, nhưng điều này sẽ không thực hiện được nếu các bánh răng được bố trí trong hộp tốc độ. Do đó, hộp tốc độ gia công ren lựa chọn thay vì tăng, nhưng thực chất là giảm tính đa năng của máy tiện.

HỘP TỐC ĐỘ LỰA CHỌN TRÊN MÁY TIỆN

Khi mua máy tiện với hộp tốc độ gia công ren và trục vít me, bạn nên chú ý các điểm sau:

- (1) Cần quyết định chọn trục vít me và hộp tốc độ hệ Anh hay hệ mét.
- (2) Dù lựa chọn hệ đơn vị nào (Anh hoặc mét), nên mua thêm một bộ các bánh răng chuyển đổi giữa hai hệ đơn vị này để gia công các ren “đặc biệt” khi có yêu cầu.
- (3) Khi sử dụng bộ bánh răng “chuyển đổi đơn vị đo”, khác với đơn vị đo của trục vít me, thì bàn chạy dao ngang tự động và bộ bánh răng thay thế tự tác động sẽ không khả dụng cho đến sau khi tháo bộ bánh răng chuyển đổi đó ra khỏi máy tiện và lắp lại bộ bánh răng “bình thường” giữa trục chính và hộp tốc độ.
- (4) Khi gia công các bước ren thô vượt quá bước ren của trục vít me sẽ phát sinh ứng suất lớn tác dụng lên các răng của hộp tốc độ.
- (5) Nên mua thêm các bánh răng thay thế dự trữ để gia công các bước ren vượt ra ngoài khoảng bước ren khả dụng của hộp tốc độ và bộ bánh răng thay thế hiện có.

Chương 12

Thiết lập tỷ số truyền cho trục vít me hệ Anh khi gia công ren hệ mét

Mặc dầu có các khác biệt giữa đơn vị inch của Anh và của Hoa Kỳ đối với số mm trong một inch, nhưng giá trị khác biệt rất nhỏ, chỉ được các nhà chế tạo dụng cụ đo chính xác và calip chuẩn quan tâm. Nói chung, độ chính xác cho các loại dụng cụ này là phần triệu inch, tương ứng 25 phần triệu mm. Ngày nay, hầu như mọi người đều công nhận một inch đúng bằng 25.4 mm (2.54 cm).

Để minh họa phương pháp thiết lập tỷ số truyền (bộ bánh răng) trên máy tiện với trục vít me hệ Anh có thể gia công ren hệ mét, bạn hãy xét các ví dụ dưới đây. Ví dụ, giả sử máy tiện với trục vít me 8 tpi, đã thiết lập bộ bánh răng để gia công ren 20 tpi với tỷ số cơ bản là 8/20, cần thay đổi để gia công 20 ren/cm (bước 0.5mm) thay vì 20 tpi. Bước 20 ren/cm “mịn” hơn 20 tpi, với $2.54 \text{ cm} = 1 \text{ inch}$, $\text{bước } 20 \text{ ren/cm} = 20 \times 2.54 = 50.8 \text{ ren/inch}$, tương ứng bước 0.5 mm. Để thiết lập tổ hợp bánh răng cho bước mịn hơn, tỷ số 8/20 phải được chuyển sang tỷ số $1/2.54$, chậm hơn tốc độ ban đầu.

NGUỒN GỐC CỦA BÁNH RĂNG 127 RĂNG

Nếu muốn giảm tốc độ theo tỷ số $1/2.54$, các số này phải được nhân lên để khử phần thập phân 0.54. Nếu nhân với 100 sẽ có các bánh răng 100 và 254 răng, sau đó chia cho 2 sẽ có 50 và 127 răng. Cặp bánh răng 50 – 127 được gọi là cặp “chuyển

đối". Bánh răng 50 thường không có trong tất cả các dây bánh răng do có thể bị các bánh răng khác loại bỏ. Ví dụ, tỷ số 8/20 áp dụng cho ren 20 tpi, sử dụng sự giảm tốc 50/127, bạn sẽ có $8/20 \times 50/127 = 20/127$.

Bánh răng 127 có số răng là số nguyên tố, do đó, đây là tỷ số chuyển đổi nhỏ nhất. Khi có thể bỏ qua các sai số bước tương đối nhỏ – điều thường xảy ra trong thực tế – có thể dùng các giá trị gần đúng của tỷ số 50/127 để xác lập bộ bánh răng với các bánh răng có số răng ít hơn.

Phân tích trên chỉ có tính giới thiệu, các bước hệ mét thường được biểu thị theo mm, số ren/cm không được công nhận, cũng không cần phải đổi bước ren hệ mét sang giá trị ren/cm khi tính dây bánh răng, nhưng để tính toán dễ dàng hơn, có thể sử dụng số ren/cm trong công thức, ví dụ:

Do số ren/cm = $\frac{10}{\text{Bước tính theo mm}}$ (viết tắt là 10/P) bạn có thể thay 10/P vào vị trí của tpi trong công thức tính bánh răng thay thế tiêu chuẩn đối với số ren/inch sử dụng trục vít me hệ Anh (tỷ số truyền = tpi của trục vít me/tpi cần gia công):

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{\text{Tpí trục vít me}}{10/P}$$

đổi 1/2.54 sang 50/127, bạn sẽ có công thức tổng quát:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{\text{Tpí trục vít me}}{1} \times \frac{P}{10} \times \frac{50}{127}$$

Công thức này có thể áp dụng cho trục vít me với tpi bất kỳ, nhưng trong thực tế các bước ren thông dụng của trục vít me là 4, 5, 6, 8, hoặc 10 tpi, trong đó chủ yếu là 4 và 8 tpi, bạn sẽ có các công thức đơn giản và dễ nhớ như sau:

Tpí trục vít me

Công thức

4

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{2P}{5} \times \frac{50}{127}$$

$$\begin{array}{lcl}
 5 & \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} & = \frac{P}{2} \times \frac{50}{127} \\
 6 & \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} & = \frac{3P}{5} \times \frac{50}{127} \\
 8 & \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} & = \frac{4P}{5} \times \frac{50}{127} \\
 10 & \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} & = \frac{P}{1} \times \frac{50}{127}
 \end{array}$$

Trong các công thức trên, P là bước ren hệ mét (mm) cần gia công. Trong các công thức đều có cặp bánh răng 50/127, được ký hiệu là T, phần kế tiếp sẽ trình bày các giá trị gần đúng của tỷ số 50/127 áp dụng trong bộ bánh răng chuyển đổi khi gia công ren hệ mét trên máy tiện có trục vít me hệ Anh.

SỬ DỤNG CÔNG THỨC

Trục vít me 4 tpi hầu như luôn luôn được truyền động thông qua hộp tốc độ lựa chọn, vì vậy có rất ít cơ hội thiết lập tỷ số truyền với các bánh răng thay thế, do đó ở đây sẽ tập trung chú ý các máy tiện đơn giản với trục vít me 8 và 10 tpi.

Ví dụ 1. Thiết lập bộ bánh răng cho trục vít me 8 tpi gia công ren với bước hệ mét 1.5 mm.

Thay giá trị P vào công thức tương ứng:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{4 \times 1.5}{5} \times \frac{50}{127} = \frac{6}{5} \times \frac{50}{127} = \frac{60}{127}$$

Kết quả cho thấy cần sử dụng bánh răng dẫn động 60 răng và bánh răng bị động trên trục vít me có 127 răng.

Ví dụ 2. Thiết lập bộ bánh răng cho trục vít me 8 tpi gia công ren 0.75 mm.

Thay giá trị P vào công thức:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{4 \times 0.75}{5} \times \frac{50}{127} = \frac{30}{127}$$

Bánh răng truyền động có 30 răng và bánh răng được truyền động có 127 răng.

Vi dụ 3. Thiết lập bộ bánh răng cho trục vít me 8 tpi gia công ren 0.6 mm.

Thay giá trị P vào công thức:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{4 \times 0.6}{5} \times \frac{50}{127} = \frac{2.4}{5} \times \frac{50}{127} = \frac{24}{127}$$

Bánh răng truyền động có 24 răng và bánh răng được truyền động có 127 răng, nhưng nếu chỉ có các bánh răng thay thế với số gia là 5, bạn sẽ không có bánh răng 24, do đó có thể phân tích $24 = 4 \times 6$ và viết dưới dạng:

$\frac{4}{1} \times \frac{6}{127}$, sau đó nhân 6 và 1 với 5 để có $\frac{4}{5} \times \frac{30}{127}$, kết quả sẽ là:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{40}{50} \times \frac{30}{127}$$

Từ đó có thể thiết lập bộ bánh răng thay thế như sau:

$$\begin{array}{l} 40 - A - 50 \\ 30 - 127 \end{array}$$

Công thức cơ bản đối với trục vít me 10 tpi cũng tương tự:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{P}{1} \times \frac{50}{127}, \text{ với } P \text{ là bước mm}$$

Vi dụ 1. Thiết lập bộ bánh răng cho trục vít me 10 tpi gia công ren 0.75 mm.

Thay giá trị P vào công thức:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{0.75}{1} \times \frac{50}{127}$$

Nhân 0.75 và 1 với 4 để loại bỏ phần thập phân:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{3}{4} \times \frac{50}{127} = \frac{30}{40} \times \frac{50}{127}$$

Bánh răng dẫn động có 30 răng và bánh răng bị động có 127 răng. Bộ bánh răng thay thế được thiết lập như sau:

$$\begin{array}{c} 30 - A - 40 \\ 50 - 127 \end{array}$$

Ví dụ 2. Thiết lập bộ bánh răng cho trục vít me 10 tpi gia công ren 3.0 mm.

Thay giá trị P vào công thức:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{3}{1} \times \frac{50}{127} = \frac{60}{20} \times \frac{50}{127}$$

Bánh răng truyền động có 60 răng và bánh răng được truyền động có 127 răng. Bộ bánh răng thay thế với bánh 50 là bánh răng truyền động thứ nhất:

$$\begin{array}{c} 50 - A - 20 \\ 60 - 127 \end{array}$$

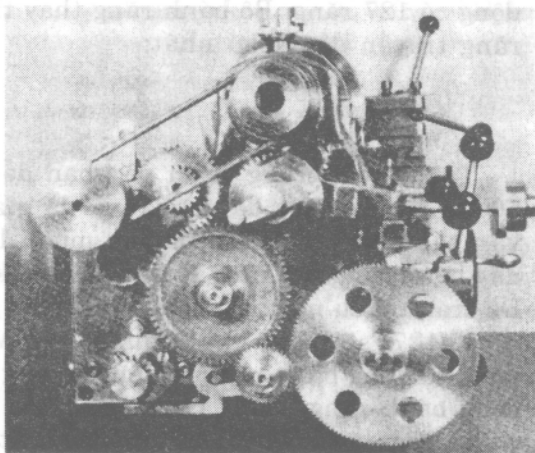
Tuy nhiên, trong ví dụ này bạn dễ dàng nhận thấy tỷ số 50-20 sẽ tăng tốc độ, dù sau đó là giảm tốc (60/127), nhưng vẫn tác dụng tải không mong muốn lên phần thứ nhất của dây bánh răng. Rõ ràng tỷ số 50-20 là không thực sự cần thiết. Để tránh điều này, có thể sử dụng các giá trị gần đúng của tỷ số 50/127, sẽ trình bày ở phần sau. Một số tài liệu còn cho phép sử dụng bánh răng có đến 80 răng hoặc cao hơn để truyền động bánh răng, ví dụ, chỉ có 20 răng, nhưng thật ra, điều đó chỉ có tính lý thuyết và bỏ qua ứng suất tác dụng lên dây bánh răng khi được áp dụng trong thực tế.

CÁC BÁNH RĂNG BƯỚC GIẢM

Các bánh răng thay thế được cung cấp với máy tiện là loại No. 20 DP (bước đường kính), đối với các mục đích thông dụng, chúng có thể được tổ hợp vào các dây bánh răng tương đối gọn, nhưng bánh răng 127 với cùng giá trị DP có đường kính đến 6.45 in (khoảng 164 mm), quá lớn so với vỏ hộp bánh răng thay thế. Bánh răng lớn này còn làm cho việc xác lập một số bước hệ mét trở nên khó khăn, thậm chí không thể. Để giải quyết vấn đề này, bạn nên nghiên cứu khả năng sử dụng bánh răng 127 với bước đường kính giảm (răng nhỏ hơn) để lắp trong dây bánh răng thay thế ban đầu được truyền động từ các bánh răng với DP tiêu chuẩn trên máy tiện. Hình 12-1 minh họa cách thức sử dụng bánh răng 127 có DP giảm để gia công ren bước 2.0 mm.

Có thể chọn DP số No.30 cho bánh răng 127 cỡ nhỏ (và các bánh răng tương hợp), bằng cách này đường kính bánh răng 127 gốc sẽ giảm còn 4.4 in (khoảng 109 mm), các bánh răng thay thế tiêu chuẩn và bánh răng bước giảm 40 răng sẽ ăn khớp với bánh răng 127 mới, do đó có thể thiết lập các dây bánh răng hệ mét theo cách thức được nêu trên Bảng 12-1, các bánh răng có DP giảm được nêu theo chữ nghiêng.

Hình 12-1. Bánh răng “chuyển đổi” 127 có DP No.30 ăn khớp với bánh 40 răng, các bánh răng còn lại có bước đường kính DP No.20. Bộ bánh răng thay thế được thiết lập cho ren với $P = 2.0$ mm và trục vít me 8 tpi.



Bảng 12-1. Bước hệ mét và bộ bánh răng thay thế với trục vít me 8 tpi và tỷ số chuyển đổi chính xác 50/127. Các bộ A sử dụng bánh răng tiêu chuẩn DP No.20, các bộ B sử dụng bánh răng 40 và 127 với DP giảm. Phối hợp các bánh răng DP giảm (chữ nghiêng) bộ lắp ráp sẽ gọn hơn. Cả A và B đều bảo đảm độ chính xác như nhau.

Bước (mm)	Bộ bánh răng thay thế A				Bộ bánh răng thay thế B			
3.5	50 ———	25 ———	70 ———	127	50 ———	25 ———	40 ———	127
			70 ———	40			70 ———	40
3.0	50 ———	25 ———	60 ———	127	50 ———	25 ———	40 ———	127
			60 ———	40			60 ———	40
2.5	50 ———	20 ———	40 ———	127	50 ———	A ———	20 ———	40 ———
			40 ———	127			40 ———	127
2.0	40 ———	25 ———	50 ———	127	50 ———	A ———	25 ———	40 ———
			50 ———	127			40 ———	127
1.75	50 ———	25 ———	35 ———	127	35 ———	A ———	20 ———	40 ———
			35 ———	127			40 ———	127
1.5	50 ———	25 ———	30 ———	127	30 ———	A ———	20 ———	40 ———
			30 ———	127			40 ———	127
1.25	50 ———	A ———	127		25 ———	A ———	20 ———	40 ———
							40 ———	127
1.0	40 ———	A ———	127		40 ———	A ———	40 ———	40 ———
							40 ———	127
0.8	40 ———	25 ———	20 ———	127	40 ———	A ———	50 ———	40 ———
			20 ———	127			40 ———	127
0.75	30 ———	A ———	127		30 ———	A ———	40 ———	40 ———
							40 ———	127
7.0	35 ———	50 ———	40 ———	127	35 ———	A ———	50 ———	40 ———
			40 ———	127			40 ———	127
0.6	40 ———	50 ———	30 ———	127	30 ———	A ———	50 ———	40 ———
			30 ———	127			40 ———	127
0.5	20 ———	A ———	127		20 ———	A ———	40 ———	40 ———
							40 ———	127
0.45	20 ———	50 ———	45 ———	127	30 ———	60 ———	40 ———	127
			45 ———	127		45 ———	50 ———	50 ———
0.4	20 ———	50 ———	40 ———	127	20 ———	A ———	50 ———	40 ———
			40 ———	127			40 ———	127

KIỂM TRA DÂY BÁNH RĂNG HỆ MÉT

Sau khi tính dây bánh răng để gia công ren hệ mét với trục vít me hệ Anh, cần kiểm tra lại tỷ số truyền. Bạn có thể nhận thấy, bước ren hệ mét (mm) từ bộ bánh răng bất kỳ (kể cả các bộ bánh răng được tính theo giá trị gần đúng) được dùng với trục vít me hệ Anh được tính theo công thức:

$$\text{Bước (mm)} = \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} \times \frac{25.4}{\text{Tpi trục vít me}}$$

Do đó với các trục vít me 4, 5, 6, 8, 10 tpi, công thức nêu trên sẽ có dạng:

TPI trục vít me	Công thức kiểm tra
4	$P = \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} \times \frac{127}{20}$
5	$P = \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} \times \frac{127}{25}$
6	$P = \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} \times \frac{127}{30}$
8	$P = \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} \times \frac{127}{40}$
10	$P = \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} \times \frac{127}{50}$

Bánh răng nhỏ phía dưới, bên trái, truyền động dây bánh răng được dùng để gia công ren khi ăn khớp bằng cách hạ thấp bộ bánh răng thay thế. Bánh răng này quay khoảng 1/10 tốc độ trục chính máy tiện.

Các ví dụ dưới đây sẽ giải thích rõ phương pháp kiểm tra bộ bánh răng đã tính toán trước đó để gia công bước ren hệ mét với trục vít me 8 và 10 tpi.

Ví dụ 1. Bước 0.6 mm từ trục vít me 8 tpi có kết quả tính toán như sau: các bánh răng truyền động 40 và 30, các bánh được truyền động 50 và 127, do đó:

$$\frac{40}{50} \times \frac{30}{127} \times \frac{127}{40} = 0.6 \text{ mm}$$

Ví dụ 2. Bước 0.75 mm từ trục vít me 10 tpi có kết quả tính toán như sau: các bánh răng truyền động 30 và 50, các bánh được truyền động 40 và 127, do đó:

$$\frac{30}{40} \times \frac{50}{127} \times \frac{127}{50} = 0.75 \text{ mm}$$

Ví dụ 3. Bộ bánh răng thay thế của máy tiện với trục vít me 8 tpi được xác lập như sau:

$$\begin{array}{ccc} 40 & - & 65 - 40 \\ & & 32 - 29 \end{array}$$

Bộ bánh răng này có thể gia công (các) bước ren nào?

- (a) 40-65-40 có tỷ số truyền 1:1, do đó có thể bỏ qua. Tỷ số hiệu dụng là 32-29. Bước hệ mét = $32/29 \times 127/40 = 3.503448$ mm, ứng với 3.5 mm với sai số dương 0.003448 mm.
- (b) Bước hệ inch = $32/29 \times 1/8 = 4/29 = 0.137931$ in (chính xác là $7\frac{1}{4}$ in).

BỘ BÁNH RĂNG CHUYỂN ĐỔI

(với các giá trị gần đúng của tỷ số 50/127)

Mặc dầu sử dụng tỷ số 50/127 sẽ đạt được sự chuyển đổi đơn vị từ hệ Anh sang hệ mét không có sai số, nhưng độ chính xác bước khi gia công ren bất kỳ thông qua trục vít me sẽ không thể vượt quá độ chính xác bước của trục vít me đó. Như đã đề cập trong Chương 11, các trục vít me máy tiện, dù đủ chính xác cho các ren thông thường, nhưng có thể không đáp ứng độ chính xác của các loại ren đặc biệt, đòi hỏi sai số dưới $\pm$ một phần mười ngàn inch trên chiều dài 16 in (0.0025 mm trên chiều dài 406 mm).

Hơn nữa, các trục vít me máy tiện thường tiếp xúc với bụi, chất làm nguội, phoi,... trong khi gia công, do đó rất khó duy trì độ chính xác cao trong thời gian sử dụng.

Các yếu tố trên gắn liền với việc xác định kích cỡ các bánh răng 127 răng, dẫn đến chấp nhận các giá trị gần đúng của tỷ số 50/127, trong đó giá trị gần đúng 63/160 có lẽ thông dụng nhất. Hiện nay, dù 63/160 có vẻ công kênh hơn 50/127, nhưng có thể chia thành các phân tử $7/4 \times 9/40$; $3/4 \times 21/40$; $7/8 \times 9/20$... do đó làm giảm rõ rệt kích cỡ bánh răng và tổng số răng trong một số dãy bánh răng. Ví dụ, bộ bánh răng gia công bước 4.0 mm với trục vít me 8 tpi và bộ chuyển đổi 63/160 được rút gọn thành:

$$\begin{array}{l} 35 - A - 25 \\ 45 - 50 \end{array}$$

trong đó, khi bỏ qua số răng của bánh răng A, tổng số răng = 155, và không cần bánh răng hiệu dụng có hơn 50 răng. Bước 4.0 mm, nếu sử dụng tỷ số 50/127 sẽ như sau:

$$\begin{array}{l} 40 - A - 20 \\ 80 - 127 \end{array}$$

có tổng số răng đến 267, và sau phần tăng tốc 40 - 20 là bánh răng truyền động 80.

Nếu có bánh 63 răng, sự thiết lập bộ bánh răng gia công bước 4.0 mm với trục vít me 8 tpi sẽ trở thành 63/50, cho phép giảm tiếp tổng số răng xuống còn 113, bỏ qua các bánh răng trung gian. Tuy nhiên, các nghiên cứu sâu hơn cho thấy, bánh răng 63 răng có mức độ sử dụng không cao, không đủ để bổ sung vào bộ bánh răng thay thế.

Đôi khi có thể có bánh răng 63 trong bộ bánh răng thay thế của máy tiện cũ; điều này có lẽ do 63 gần bằng $127/2$, tỷ số 25/63 được sử dụng do gần đúng với 50/127. Hiện nay, tuy không có “luật” nào ngăn cấm sử dụng 25/63, nhưng tỷ số này có sai số khá lớn so với 50/127, khoảng đương 7.9 phần ngàn in/inch, nghĩa là một phần/126 phần, trong khi sử dụng 63 (=7×9) làm bánh truyền động, sai số sẽ nhỏ hơn 63 lần, nghĩa

là dương một phần ngàn inch trên chiều dài 8 in, tương ứng 1mm/8000 mm.

Tuy nhiên, có thể thấy, khi chuyển đổi hệ mét sang inch – gia công ren theo bước tpi từ trục vít me có bước mm – cần đảo ngược các tỷ số chuyển đổi, trong điều kiện đó, 63 sẽ là bánh răng được truyền động, dù bánh răng này không quá hữu dụng. Bánh 63 còn là bánh răng được truyền động trong các tỷ số gần đúng No.13 và No.16 (Bảng 12-2) trước khi đảo ngược, nhưng chúng không bắt nguồn từ tỷ số gần đúng 63/160.

DANH MỤC CÁC TỶ SỐ GẦN ĐÚNG

Phần trình bày tỷ số gần đúng 63/160 nêu trên chỉ có tính giới thiệu. Các nghiên cứu cho thấy có khoảng hơn 100 tỷ số gần đúng với 50/127. Khoảng các tỷ số này là từ 21/50 với sai số âm (-) 1/255 (1 inch/7 yard) đến $3/5 \times 43/44 \times 47/70$ với sai số dương (+) 1 inch/12 miles. Bảng 12-2 xác lập 46 giá trị gần đúng, được chọn dựa trên khả năng ứng dụng (ví dụ, trong hộp tốc độ lựa chọn – tự lựa) và giá trị thực để sử dụng trong xác lập bộ bánh răng thay thế. Trừ khi có các quy định khác, phương pháp tính toán như sau:

- (1) Nhân 127 với số N, tích số là M. Với N là thừa số nguyên tố bất kỳ, không vượt quá số răng của bánh răng thay thế lớn nhất thuận tiện cho sử dụng, ví dụ số 53.
- (2) Tăng hoặc giảm ($\pm$) M theo một trong các số 1, 2, hoặc 3 để có M' mới.
- (3) Ghi các thừa số nguyên tố trên tử số, và (nếu có thể) phân tích mẫu số thành các thừa số:

$$\frac{N}{M'} \times \frac{50}{1}$$

Loại bỏ thương số bất kỳ của M' biểu thị thừa số nguyên tố vượt quá số răng có thể sử dụng thuận tiện dưới dạng truyền động, ví dụ 73.

Ví dụ 1: Chọn $N = 63 = 7 \times 9$

Bảng 12-2. Các giá trị gần đúng của tỷ số 50/127

No.	Giá trị gần đúng	Sai số	Ghi chú
1.	$\frac{13}{17} \times \frac{19}{25} \times \frac{21}{31}$	-1 in 658750	Gồm các số nguyên tố 3-5-7-13-17-19-31
2.	$\frac{5}{16} \times \frac{31}{29} \times \frac{33}{28}$	+1 in 129920	Bỏ qua số 2 & 11
3.	$\frac{19}{30} \times \frac{23}{37}$	-1 in 55500	
4.	$\frac{5}{7} \times \frac{13}{19} \times \frac{29}{36}$	-1 in 47880	Gồm các số nguyên tố 2-3-5-7-13-19-29
5.	$\frac{6}{7} \times \frac{8}{11} \times \frac{12}{15}$	+1 in 36576	Bỏ qua số 11
6.	$\frac{7}{27} \times \frac{41}{27}$	-1 in 36450	Gồm các số nguyên tố 2-3-7-11-19
8.	$\frac{17}{31} \times \frac{28}{39}$	+1 in 30226	
8.	$\frac{41}{29} \times \frac{22}{76}$	+1 in 28637	
9.	$\frac{19}{34} \times \frac{31}{44}$	+1 in 24933	
10.	$\frac{11}{19} \times \frac{17}{25}$	-1 in 23750	
11.	$\frac{2}{9} \times \frac{19}{13} \times \frac{40}{33}$	-1 in 19306	Gồm các số nguyên tố 2-3-5-11-13-19
12.	$\frac{2}{7} \times \frac{13}{7} \times \frac{23}{31}$	-1 in 18987	Bỏ qua số 7
13.	$\frac{5}{6} \times \frac{25}{21} \times \frac{25}{63}$	-1 in 15876	
14.	$\frac{3}{13} \times \frac{29}{17}$	-1 in 11050	
15.	$\frac{7}{4} \times \frac{9}{40}$	+1 in 8000	Truyền thống (63/160)

16. $\frac{4}{5} \times \frac{31}{63}$ -1 in 787517. $\frac{5}{14} \times \frac{43}{39}$ +1 in 546018. $\frac{1}{2} \times \frac{37}{47}$ -1 in 470019. $\frac{25}{39} \times \frac{35}{57}$ -1 in 444620. $\frac{5}{7} \times \frac{27}{49}$ -1 in 343021. $\frac{5}{4} \times \frac{23}{73}$ +1 in 292022. $\frac{10}{13} \times \frac{22}{43}$ -1 in 279523. $\frac{22}{49} \times \frac{50}{57}$ +1 in 279324. $\frac{21}{29} \times \frac{25}{46}$ -1 in 266825. $\frac{21}{31} \times \frac{25}{43}$ +1 in 266626. $\frac{20}{33} \times \frac{50}{77}$ -1 in 254127. $\frac{5}{8} \times \frac{17}{27}$ -1 in 216028. $\frac{15}{17} \times \frac{25}{56}$ +1 in 190429. $\frac{13}{33}$ +1 in 165030. $\frac{13}{14} \times \frac{25}{59}$ -1 in 1652

31.	$\frac{24}{61}$	$-1 \text{ in } 1525$
32.	$\frac{20}{31} \times \frac{25}{41}$	$-1 \text{ in } 1271$
33.	$\frac{10}{27} \times \frac{50}{47}$	$+1 \text{ in } 1269$
34.	$\frac{9}{22} \times \frac{25}{26}$	$-1 \text{ in } 1144$
35.	$\frac{1}{3} \times \frac{59}{50}$	$-1 \text{ in } 1070$
36.	$\frac{8}{7} \times \frac{10}{29}$	$+1 \text{ in } 1050$
37.	$\frac{7}{12} \times \frac{25}{37}$	$+1 \text{ in } 888$
38.	$\frac{5}{16} \times \frac{39}{31}$	$-1 \text{ in } 707$
39.	$\frac{5}{6} \times \frac{25}{53}$	$-1 \text{ in } 636$
40.	$\frac{5}{16} \times \frac{53}{42}$	$+1 \text{ in } 610$
41.	$\frac{8}{13} \times \frac{25}{39}$	$+1 \text{ in } 507$
42.	$\frac{28}{71}$	$+1 \text{ in } 592$
43.	$\frac{11}{28}$	$-1 \text{ in } 465$
44.	$\frac{15}{38}$	$+1 \text{ in } 380$
45.	$\frac{4}{9} \times \frac{8}{9}$	$-1 \text{ in } 290$
46.	$\frac{20}{51} \times \frac{4}{3} \times \frac{5}{17}$	$-1 \text{ in } 252$

$$127 \times 63 = 8001 = M$$

$$M - 1 = 8000 = M'$$

Giá trị gần đúng sẽ là

$$\frac{N}{M'} \times \frac{50}{1} = \frac{7 \times 9 \times 50}{8000} = \frac{7}{4} \times \frac{9}{40} \quad (\text{No.15 trong Bảng 12-2})$$

Ví dụ 1A: Chọn $N = 63 = 7 \times 9$

$$127 \times 63 = 8001 = M$$

$$M + 1 = 8002 = M'$$

Giá trị gần đúng:
$$\frac{N}{M'} \times \frac{50}{1} = \frac{7 \times 9 \times 25}{4001}$$

Với 4001 là số nguyên tố, không thể phân tích thành thừa số để thiết lập kích cỡ bánh răng, do đó phải loại bỏ số gần đúng này.

Ví dụ 2: Cho $N = 62 = 31 \times 2$

$$127 \times 62 = 7874 = M$$

$$M + 1 = 7875 = M'$$

Giá trị gần đúng:

$$\frac{N}{M'} \times \frac{50}{1} = \frac{2 \times 31 \times 50}{7875} = \frac{4}{5} \times \frac{31}{63} \quad (\text{No.16 trong Bảng 12-2})$$

Ví dụ 2A: Cho $N = 62 = 31 \times 2$

$$127 \times 62 = 7874 = M$$

$$M - 2 = 7872 = M'$$

$$\text{Giá trị gần đúng: } \frac{N}{M'} \times \frac{50}{1} = \frac{2 \times 31 \times 50}{7872} = \frac{25}{41} \times \frac{31}{48}$$

(không được coi là giá trị thích hợp để gộp vào Bảng 12-2)

Ví dụ 3: Cho $N = 3 \times 7 \times 13 \times 19 = 5187$

$$127 \times 5187 = 658749 = M$$

$$M + 1 = 658750 = M'$$

Giá trị gần đúng:

$$\frac{N}{M'} \times \frac{50}{1} = \frac{3 \times 7 \times 13 \times 19 \times 50}{658750} = \frac{3 \times 7 \times 13 \times 19}{13175}$$

Có thể phân tích 13175 thành thừa số = $5 \times 5 \times 17 \times 31$, và sắp xếp lại theo tỷ số:

$$\frac{13}{17} \times \frac{19}{25} \times \frac{21}{31} \quad (\text{No.1 trong Bảng 12-2}).$$

Khi tính các giá trị gần đúng cho tỷ số 50/127, bạn có thể nhận thấy: (1) số nhân N càng lớn, số trừ để có M' càng nhỏ, thì sai số của giá trị gần đúng càng nhỏ. (2) tính thích hợp của số nhân N bất kỳ hoàn toàn là lựa chọn tùy ý. (3) sự phân tích M' thành thừa số không cần đến số nguyên tố lớn hơn

73, nghĩa là không vượt quá số răng của bánh răng lớn nhất được coi là có kích cỡ hợp lý.

GIẢI THÍCH BẢNG 12-2

Bảng này sắp xếp theo thứ tự độ chính xác giảm dần.

Sai số của trị gần đúng bất kỳ có thể dễ dàng xác định bằng cách nhân giá trị gần đúng đó với 127/50.

Ví dụ 1: Tìm sai số của giá trị gần đúng No.11

$$\frac{2}{9} \times \frac{19}{13} \times \frac{40}{33} \times \frac{127}{50} = \frac{19304}{19305}$$

Mẫu số 19305 lớn hơn tử số 19304 một (1) đơn vị, do đó sai số là âm (-) 1/19305

Ví dụ 2: Tìm sai số của giá trị gần đúng No.21

$$\frac{5}{4} \times \frac{23}{73} \times \frac{127}{50} = \frac{2921}{2920}$$

Tử số lớn hơn mẫu số một đơn vị, do đó sai số là dương (+) 1/2920.

SỬ DỤNG CÁC GIÁ TRỊ GẦN ĐÚNG

Cho đến gần đây, hầu hết các tài liệu về gia công ren trên máy tiện, với trục vít me hệ Anh cho bước ren hệ mét (hoặc ngược lại), đều dựa trên hoặc phát triển từ việc sử dụng chỉ một tỷ số chuyển tiếp gần đúng, có lẽ là No.15, 63/160, tuy nhiên kinh nghiệm thực tế cho thấy, khi gia công ren bước 4.0 mm đến 1.5 mm, và 8 tpi đến 20 tpi, việc lựa chọn tỷ số chuyển tiếp gần đúng cần xét các vấn đề sau:

- (1) Cho phép chọn dây bánh răng đơn giản nhất có thể, nghĩa là tránh dùng các dây bánh răng tổ hợp kép.
- (2) Tạo ra tỷ số thuận tiện nhất cho các đường cắt lặp lại (tránh các đường cắt lẹm vào nhau)
- (3) Chú ý đến sai số của tỷ số được chọn.

Phương pháp này sẽ giúp bạn tiết kiệm thời gian, chi phí, đồng thời tăng độ chính xác gia công.

Một số giá trị gần đúng cao (sai số nhỏ) (No.1 đến No.14) có thể không thực sự cần thiết khi xác lập các bộ bánh răng thay thế riêng rẽ, nhưng các số No.1, No.4, và No.11 có thể rất hữu ích khi phối hợp trong các hộp tốc độ lựa chọn (tự lựa), vì các lý do dưới đây:

- (1) Các giá trị gần đúng này có sai số tối thiểu.
- (2) Chúng đều có các số nguyên tố cần thiết để lập tỷ số truyền theo 'số ren/inch', cho phép không lặp lại các số nguyên tố đó trong hộp bánh răng.

TÍNH TOÁN

Trong các công thức tính tỷ số chuyển đổi sử dụng trục vít me hệ Anh gia công ren hệ mét, tỷ số chính xác 50/127 được ký hiệu là T, các công thức dưới đây sẽ sử dụng T cho tỷ số bất kỳ trong 46 tỷ số gần đúng được nêu trên Bảng 12-2.

TPI trục vít me

Công thức

$$4 \quad \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{2P}{5} \times T$$

$$5 \quad \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{P}{2} \times T$$

$$6 \quad \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{3P}{5} \times T$$

$$8 \quad \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{4P}{5} \times T$$

$$10 \quad \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{P}{1} \times T$$

VÍ DỤ THỰC TIỄN

Dưới đây là vài ví dụ về thiết lập bộ bánh răng thay thế được chọn từ kinh nghiệm thực tiễn.

Ví dụ 1: Thiết lập bộ bánh răng cho trục vít me 8 tpi để gia công ren 1.5 mm.

Bước 1.5 mm đôi khi được dùng cho các đai ốc ren đồng tâm, và gia công tinh bằng ta rô chính xác, do đó độ chính xác khi gia công ren trên máy tiện thường không quá quan trọng, có thể sử dụng tỷ số chuyển đổi 15/38 (số No.15 trên Bảng 12-2).

Bộ bánh răng cần thiết cho trục vít me 8 tpi như sau:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{4P}{5} \times T$$

Thay các giá trị P và T vào công thức:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{4 \times 1.5}{5} \times \frac{15}{38} = \frac{18}{38}$$

Nhưng do bánh răng truyền động thứ nhất 40 răng là cần thiết và cũng thuận tiện (để đáp ứng các giới hạn của lý hợp) để sắp xếp 18/38 thành $2/1 \times 9/38$. Các số 9 và 1 được nhân với 4, kết quả là $2/4 \times 36/38$, 2 và 4 nhân với 20, bạn sẽ có tỷ số $40/80 \times 36/38$, đây bánh răng thay thế sẽ như sau:

$$\begin{array}{c} 40 - A - 38 \\ 36 - 80 \end{array}$$

Bước 1.5 mm thường tiếp sau (hoặc trước) ren có bước 14 tpi, với bánh răng 70 răng thay cho 80 răng và ăn khớp với bánh 38 răng, bánh 38 trở thành bánh răng trung gian, để lại bánh răng 36 độc lập:

$$\begin{array}{c} 40 - A - 38 - 70 \\ 36 \end{array}$$

Bộ bánh răng 40 - 70 cho phép trục vít me 8 tpi gia công ren 14 tpi.

Ví dụ 2: Thiết lập bộ bánh răng cho trục vít me 8 tpi để gia công ren 4.0 mm.

Sử dụng công thức $4P/5 \times T$, và chọn tỷ số chuyển tiếp No.17:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{4 \times 4}{5} \times \frac{5}{14} \times \frac{43}{39} = \frac{8}{7} \times \frac{43}{39}$$

Nhân 8 và 7 với 5 sẽ cho kết quả $40/35 \times 43/39$, bộ bánh răng thay thế sẽ như sau:

$$\begin{array}{c} 40 - A - 39 \\ 43 - 35 \end{array}$$

Tương tự Ví dụ 1, thường trước (hoặc sau) bộ bánh răng gia công ren 8 tpi (hoặc 14 tpi), do đó có thể xác lập nhanh chóng khi thay bánh 40 cho bánh răng 35 và ăn khớp bánh 40 với 39 (bánh răng 39 trở thành bánh răng trung gian thứ hai):

$$\begin{array}{c} 40 - A - 39 - 40 \\ 43 \end{array} = 8 \text{ tpi}$$

Tương tự

$$\begin{array}{c} 40 - A - 39 - 70 \\ 43 \end{array} = 14 \text{ tpi}$$

Nói chung, giả sử có đủ các bánh răng cần thiết và không cần xem xét kỹ về các đường cắt liên tiếp khi gia công ren, khi lựa chọn giá trị gần đúng với tỷ số 50/127 từ Bảng 12-2, bộ bánh răng có thể đơn giản hóa bằng cách chọn tỷ số gần đúng trong đó phần phân số của tỷ số đó xóa hoàn toàn hoặc một phần với phần tử thứ nhất trong công thức tổng quát.

Ví dụ 3: Giả sử chọn công thức tổng quát để thiết lập bộ bánh răng cho bước hệ mét với trục vít me 8 tpi là $4P/5 \times T$, và cần gia công bước ren 2.5 mm. Thay giá trị $P = 2.5 \text{ mm}$ vào công thức, bạn sẽ có $(4 \times 2.5)/5 \times T = 10/5 \times T$, do đó, nếu có thể tìm được tỷ số gần đúng chứa phân số 5/10 hoặc 1/2, bộ bánh răng này sẽ được đơn giản hóa. Từ Bảng 12-2 có thể thấy tỷ số gần đúng No.18 chứa phân số $1/2 \times 37/47$, do đó:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{10}{5} \times \frac{1}{2} \times \frac{37}{47} = \frac{37}{47}$$

Bộ bánh răng thay thế:

37 — A — 47; hoặc chọn 40 làm bánh răng dẫn động thứ nhất:

$$\begin{array}{c} 40 — A — 40 \\ 37 — 47 \end{array}$$

Bộ bánh răng này có thể gia công bước ren:

$37/47 \times 127/40 = 2.499468$ mm, với sai số bước là -0.000532 mm, tương ứng 21 phần triệu inch, nếu trục vít me hoàn hảo.

Ví dụ 4: Giả sử cần gia công bước 3.5 mm từ trục vít me 8 tpi. Yêu cầu cơ bản là $(4 \times 3.5)/5 \times T = 14/5 \times T$. Phân số 5/14 trong tỷ số gần đúng No.17 sẽ khử phân số 14/5, do đó chỉ còn bánh răng dẫn động 43 và bánh bị dẫn 39 răng, nhưng nếu chỉ có bộ bánh răng 20–20–75 theo số gia 5 và một bánh răng 38, bạn phải tìm tỷ số gần đúng của 50/127 có các bánh răng đó, hoặc các số nguyên tố của chúng. Tỷ số gần đúng No.20 gồm $5/7 \times 27/49$ có các số nguyên tố 3, 5, và 7, có thể viết lại dưới dạng $5/7 \times 3/7 \times 9/7$, do đó:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{14}{5} \times \frac{5}{7} \times \frac{3}{7} \times \frac{9}{7} = \frac{6}{7} \times \frac{9}{7} = \frac{60}{70} \times \frac{45}{35},$$

bộ bánh răng sẽ như sau:

$$\begin{array}{c} 45 — A — 35 \\ 60 — 70 \end{array}$$

Nếu sử dụng tỷ số gần đúng No.44, bạn sẽ nhận được:

$$\begin{array}{c} 30 — A — 25 \\ 35 — 38 \end{array}$$

Ví dụ 5: Đôi khi các tỷ số gần đúng có thể được dùng để bù cho bánh răng bị thiếu. Ví dụ, để lập tỷ số truyền cho bước ren phi tiêu chuẩn 1.7 mm, cần phải có bánh răng 34, chứa số

nguyên tố 17, sử dụng trục vít me 8 tpi, tỷ số cơ bản sẽ là $(4 \times 1.7)/5 \times T = (4 \times 17)/50 \times T$. Từ Bảng 12-2 có thể thấy tỷ số No.29, $15/17 \times 25/56$ có số 17 ở mẫu số, do đó:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{4 \times 17}{50} \times \frac{15}{17} \times \frac{25}{56} = \frac{3}{4} \times \frac{5}{7}$$

sau khi nhân bạn sẽ có bộ bánh răng:

$$30 - A - 35$$

$$25 - 40$$

Bộ này có bước 1.7008928 mm, sai số bước là +0.0008928mm, tương ứng 35 phần triệu inch, nếu trục vít me là hoàn hảo.

BẢNG BÁNH RĂNG THAY THẾ

Nếu chỉ có bộ bánh răng thay thế 20-20-75 theo số gia 5, và một bánh răng 38, bạn có thể tham khảo Bảng 12-3. Bảng này cung cấp bộ bánh răng cho các bước ren từ 4.0 mm đến 0.25 mm với trục vít me 8 tpi và không đòi hỏi các bánh răng đặc biệt, chỉ riêng bước 0.25 mm yêu cầu bánh răng 80, và bước 0.35 mm có thể phải cần bánh răng 33. Trong hầu hết các ví dụ, đều cung cấp thêm một hoặc hai dãy bánh răng thay thế, và sử dụng 7 giá trị gần đúng với tỷ số 50/127. Bạn có thể nhận thấy, dù tỷ số chuyển tiếp 63/160 được dùng cho một số bộ bánh răng, nhưng luôn luôn dưới dạng cơ bản $7/4 \times 9/40$ để loại bỏ bánh răng 63, là bánh dẫn động hơi lớn, đặc biệt đối với các bước ren mịn, ví dụ bước 0.5 mm có thể dùng bộ bánh răng $1/10 \times 63/40$ hoặc $1/5 \times 63/80$.

Đáng tiếc là do cần giảm tốc độ khá lớn cho các ren mịn từ 0.75 đến 0.25 mm, buộc phải sử dụng các tổ hợp bánh răng dây kép.

Bước ren thực có thể gia công từ dãy bánh răng trong Bảng 12-3 được xác định từ công thức:

$$\text{Bước (mm)} = \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} \times \frac{127}{40}$$

Ví dụ, chọn dây thứ nhất trong ba dây bánh răng dùng cho bước 2.0 mm (Bảng 12-3); 45, 35, và 30 là các bánh răng dẫn động, 25, 50, và 60 là các bánh bị dẫn, do đó:

$$\frac{45}{25} \times \frac{35}{50} \times \frac{30}{60} \times \frac{127}{40} = 2.00025 \text{ mm}$$

GIÁ TRỊ GẦN ĐÚNG CỦA MYFORD

Myford Limited, công ty chế tạo máy tiện nổi tiếng, đã cải tiến tỷ số gần đúng 63/160 dưới dạng $3/4 \times 21/40$, chỉ cần một bánh răng đặc biệt 21 răng, khi sử dụng với trục vít me 8 tpi và bộ bánh răng tiêu chuẩn theo số gia 5, sẽ có công thức cơ bản như sau:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{3P}{5} \times \frac{21}{40}$$

Trong đó, P là bước ren cần gia công. Phương pháp này cung cấp các bộ bánh răng thay thế thích hợp cho nhiều bước ren mịn, ví dụ:

Bước 1.0 mm	30 — A — 50 21 — 40
Bước 2.0 mm	30 — A — 25 21 — 40
Bước 3.0 mm	45 — A — 25 21 — 40

Tuy nhiên, bộ bánh răng gia công bước 3.5 mm tương đối cồng kềnh do phải dùng bánh truyền động 60, và tỷ số tăng tốc 3/1. Tỷ số tăng tốc lớn là điều cần phải tránh:

$$\begin{array}{cc} 60 — 20 & 21 — 50 \\ 35 — 40 & \end{array}$$

Bạn có thể nhận được dây bánh răng ‘cân bằng’ hơn, nếu dùng bánh răng 42:

$$\begin{array}{cc} 42 — 20 & 30 — 50 \\ 35 — 40 & \end{array}$$

Bước hệ mét (mm)	Bộ bánh răng		Sai số ±1 inch	Tỷ số chuyển tiếp
4.0	35 — A — 25	45 — 50	+ 8000	15
	30 — A — 25	40 — 38	+ 380	44
3.5	45 — A — 35	60 — 70	- 3430	20
	30 — A — 25	35 — 38	+ 380	44
3.0	40 — A — 50	65 — 55	+ 1650	29
	30 — A — 38	60 — 50	+ 380	44
2.75	40 — A — 60	65 — 50	+ 1650	29
	65 — A — A	75 — 75	+ 1650	29
2.5	30 — A — 38	55 — 50	+ 380	44
	35 — A — 40	45 — 50	+ 8000	15
2.0	45 — 25 — 30	60 — 60	+ 8000	15
	35 — 50 — 55	65 — 65	- 1144	34
1.75	30 — A — 38	40 — 50		
	30 — A — 35	45 — 70	- 3430	20
1.5	40 — 60 — 35	38 — 38	- 4446	19
	50 — 65 — 65	55 — 55	+ 1650	29
1.25	20 — A — 50	65 — 55	+ 1650	29
	30 — A — 38	45 — 75	+ 380	44
	35 — 50 — 30	60 — 60	+ 8000	15
	45 — 40 — 40	40 — 40		
	45 — 55 — 25	65 — 65	- 1144	34
	50 — 40 — 38	50 — 50	+ 380	15

Bước hệ mét (mm)	Bộ bánh răng				Sai số ± 1 inch	Tỷ số chuyển tiếp
1.0	35 — 50	30 — 75			+ 8000	15
	45 — 40					
	25 — A	55 — 45	65		- 1144	34
0.8	20 — A	38 — 30	50		+ 380	44
0.75	20 — A	55 — 45	65		- 1144	34
0.7	40 — 38	25 — 60	65		- 4446	19
	30 — 40	45 — 55			- 1144	34
	25 — 65					
0.6	30 — 50	20 — 70			- 3430	20
	45 — 35					
	20 — 70	40 — 38			- 2794	23
0.5	55 — 75					
	20 — 40	55 — 50			- 466	43
	30 — 75					
0.45	35 — 38	40 — 75			- 4446	19
	25 — 65					
	20 — 40	45 — 55			- 1144	34
0.4	30 — 60	25 — 65				
	45 — 55					
0.35	35 — 38	20 — 65			- 4446	19
	25 — 50					
0.3	25 — 50	20 — 65			- 1144	34
	45 — 55					
0.25	55 — 38	20 — 75			- 2794	23
	20 — 70					
	30 — 40	20 — 75			- 466	43
0.2	33 — 60					
	35 — 38	20 — 75			- 4446	19
	25 — 65					
0.15	25 — 55	20 — 80			- 1144	34
	45 — 65					

Bảng 12-3. Các bước hệ mét gia công với trục vít me 8 tời, sử dụng bộ bánh răng 20 – 20 – 75 số gia 5 và một bánh răng 38 răng

Nhưng nếu bạn sử dụng nhiều bánh răng đặc biệt cho các bước khác nhau, thì có thể sẽ vi phạm các nguyên tắc về tính đơn giản và thuận tiện.

XÁC ĐỊNH TỶ SỐ GẦN ĐÚNG TỪ DÂY BÁNH RĂNG

Đôi khi bộ bánh răng chuyển đổi hệ Anh/hệ mét có giá trị gần đúng với tỷ số 50/127 (dây đó thường không có bánh răng 127), có thể sẽ rất hữu ích nếu xác định được tỷ số gần đúng sử dụng cho 50/127 trong dây bánh răng.

Tỷ số chuyển tiếp được xác định từ công thức:

$$T = \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} \times \frac{10}{P \times \text{tpi trục vít me}}$$

Trong đó: tpi là số ren/inch của trục vít me, P là bước ren Danh Định tính theo mm (khác với bước gần đúng tính theo bộ bánh răng đó), và T là tỷ số gần đúng cần tìm.

Ví dụ: Dây bánh răng thứ hai đối với bước 1.75 mm từ trục vít me 8 tpi (Bảng 12-3) là 30/35 × 45/70, cần tìm tỷ số gần đúng cho dây bánh răng này:

$$\text{Tỷ số gần đúng } T = \frac{30}{35} \times \frac{45}{70} \times \frac{10}{1.75} \times \frac{1}{8} = \frac{5}{7} \times \frac{27}{49}$$

Từ Bảng 12-2, có thể thấy đây là tỷ số gần đúng No.20.

Nhân với 127/50 để tìm sai số:

$$5/7 \times 27/49 \times 127/50 = 3429/3430, \text{ sai số là âm (-) } 1/3430.$$

THIẾT LẬP KÍCH CỠ BÁNH RĂNG THEO MODULE KHI GIA CÔNG TRỤC VÍT. BỘ BÁNH RĂNG VỚI TRỤC VÍT ME HỆ ANH

Kiến thức về kích thước liên quan với bánh răng và số răng liên quan với bước đường kính (DP) là rất hữu ích với đơn vị đo theo hệ Anh. Tương tự, các giá trị module trong hệ mét biểu thị các tỷ lệ liên quan với bánh răng xác định kích thước theo

mm và kích cỡ theo module. Trong hệ Anh bước đường kính (DP) No.1 là bằng Pi, tương ứng 3.1415926 in, module No.1 có bước vòng = Pi tính theo đơn vị mm, module No.2 có bước vòng = $2 \times \text{Pi} = 6.283\dots$ mm, và module 0.5 = $\text{Pi}/2 = 1.570\dots$ mm.

Trước khi tính bộ bánh răng để gia công trên máy tiện, cần tìm giá trị module của bánh răng sẽ ăn khớp với trục vít.

Có thể tính giá trị module cho bánh răng hệ mét bằng phương pháp dưới đây:

Đếm số răng và cộng với hai

Đo đường kính toàn phần (đường kính đỉnh răng) theo mm

$$\text{Module} = \frac{\text{Đường kính đỉnh răng (mm)}}{\text{Số răng} + 2}$$

Ví dụ, bánh răng 40 răng, đường kính đỉnh răng 52.5 mm

$$\text{Module} = 52.5/(40+2) = 1.25 \text{ mm}$$

Bạn cũng có thể nhận thấy:

$$\text{Module} = \frac{\text{Đường kính bước}}{\text{Số răng}}$$

(Không nên nhầm lẫn giữa đường kính bước và đường kính đỉnh răng).

$$\text{Module tính theo mm} = \frac{1}{\text{Bước đường kính}} \times \frac{25.4}{1}$$

$$\text{Module tính theo inch} = \frac{1}{\text{Bước đường kính}}$$

$$\text{Bước vòng (inch)} = \frac{\text{Pi}}{\text{DP}}$$

$$\text{Bước vòng (mm) tính từ module (mm)} = \text{Pi} \times \text{module}$$

$$\text{Bước vòng (inch) tính theo module (mm)} = \frac{\text{Pi} \times \text{module}}{25.4}$$

Công thức tính bộ bánh răng sử dụng trục vít me hệ inch gia công trục vít tính theo module:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{M}{10} \times \frac{\text{Tpi trục vít me}}{1} \times \frac{50 \times \text{Pi}}{127}$$

Trong đó, M = số module, tpi trục vít me = số ren/inch của trục vít me, và Pi = 3.1415926.

Công thức này chính xác về lý thuyết, nhưng khi áp dụng cho dây bánh răng sẽ chỉ tạo ra các sắp xếp công kênh, có thể không đủ chỗ trong hộp bánh răng thay thế, kể cả khi tính Pi gần đúng theo tỷ số 22/7. Có thể khắc phục khó khăn này bằng cách sử dụng các tỷ số gần đúng $50 \times \text{Pi}/127$. Bảng 12-4

No.	Tỷ số gần đúng P	Sai số của tỷ số gần đúng (Pi = 3.1415926)	No.	Tỷ số gần đúng P	Sai số của tỷ số gần đúng (Pi = 3.1415926)
1	$\frac{5}{4}$	+1 in 94	8	$\frac{88}{71}$	+1 in 477
2	$\frac{16}{13}$	-1 in 203	9	$\frac{57}{46}$	+1 in 541
3	$\frac{41}{33}$	+1 in 221	10	$\frac{21}{17}$	-1 in 796
4	$\frac{36}{29}$	+1 in 273	11	$\frac{26}{21}$	+1 in 991
5	$\frac{37}{30}$	-1 in 352	12	$\frac{99}{80}$	+1 in 1896
6	$\frac{31}{25}$	+1 in 392	13	$\frac{68}{55}$	-1 in 2555
7	$\frac{58}{47}$	-1 in 441	14	$\frac{47}{38}$	-1 in 230000

Bảng 12-4. Các tỷ số gần đúng $\text{Pi} \times 50/127 = 1/0885071$, ký hiệu là P

giới thiệu 14 tỷ số gần đúng xếp theo độ chính xác tăng dần. Nếu sử dụng ký hiệu P cho tỷ số gần đúng bất kỳ, công thức tính bộ bánh răng sẽ có dạng:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{M}{10} \times \frac{\text{Tpi trục vít me}}{1} \times P$$

Đối với trục vít me 8 tpi, công thức trở thành:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{4M}{5} \times P$$

Ví dụ 1: Giả sử cần tìm bộ bánh răng cho module No.1 (bước vòng = $P_i = 3.14159$ mm) với trục vít me 8 tpi. Nếu giới hạn các bánh răng thay thế theo số gia 5, bạn cần tìm tỷ số gần đúng (P) hợp lý để sử dụng các bánh răng đó. Tỷ số gần đúng No.11, 26/21 có thể đáp ứng yêu cầu, do có các số nguyên tố 3, 7, và 13.

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{4}{5} \times \frac{2}{3} \times \frac{13}{7}$$

Sau khi nhân với các thừa số sẽ có bộ bánh răng thay thế:

40 — A — 35

65 — 75

Bước vòng = truyền động/được truyền động $\times 127/40$

= $40/35 \times 65/75 \times 127/40 = 3.14476$ mm,

sai số là dương (+) 0.00317 mm

Ví dụ 2: Thiết lập bộ bánh răng cho trục vít me 8 tpi để gia công module 1.25. Bạn có thể thấy, đối với module 1.25 và trục vít me 8 tpi, phần thứ nhất trong công thức, $4M/5$ khi thay giá trị $M = 1.25$ sẽ bằng 1, do đó, module này có thể được cho theo tỷ số bất kỳ trong số 14 tỷ số gần đúng trên Bảng 12-4.

Chương 13

Máy tiện với trục vít me hệ mét

Có thể giả thiết một cách hợp lý rằng ren với bước 8 tpi là tiêu chuẩn đối với các máy tiện cỡ nhỏ đến trung bình, nhưng không thể nói bước ren hệ mét nào là thông dụng nhất khi hệ mét được sử dụng một cách rộng rãi.

Hệ mét với bước số nguyên theo ISO gần nhất với 8 ren/in là 3.0 mm (khoảng 8.4666 tpi), do đó bước 3.0 mm được một số nhà chế tạo máy tiện chấp nhận, Hardinge HLV-H chẳng hạn.

TÍNH TOÁN BỘ BÁNH RĂNG THAY THẾ. BỘ BÁNH RĂNG GIA CÔNG REN HỆ MÉT – TRỤC VÍT ME HỆ MÉT

Ren hệ mét được ký hiệu theo bước (ren), ngoại trừ các mục đích giải thích, số ren/cm không được công nhận và chỉ được dùng trong vài trường hợp đặc biệt. Công thức tính bộ bánh răng thay thế hơi khác công thức tính số ren/inch trong hệ Anh.

Khi trục vít me và chi tiết gia công ren đều được tính theo bước mm, công thức như sau:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{\text{Bước ren gia công (mm)}}{\text{Bước ren trục vít me (mm)}}$$

Ví dụ 1: Gia công bước ren 2.5 mm với trục vít me bước 3.0 mm. (Các bánh răng thay thế theo số gia 5).

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{2.5}{3} \times \frac{10}{10} = \frac{25}{30}$$

Bánh răng truyền động có 25 răng; bánh răng được truyền động có 30 răng

Ví dụ 2: Gia công bước ren 0.75 mm với trục vít me bước 3.0 mm.

$$\begin{aligned}\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} &= \frac{0.75}{3} \times \frac{100}{100} = \frac{75}{300} = \frac{5}{10} \times \frac{15}{30} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \\ &= \frac{25}{50} \times \frac{30}{60} \text{ hoặc } \frac{20}{40} \times \frac{25}{50}\end{aligned}$$

Bộ bánh răng thay thế sẽ là

20 — A — 40

25 — 50

Nếu có bánh răng 80, bộ bánh răng thay thế sẽ như sau:

20 — A — A — 80

Ví dụ 3: Gia công bước ren 4.0 mm với vít me bước 3.5 mm.

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{4}{3.5} \times \frac{10}{10} = \frac{40}{35}; \text{ bánh truyền động có 40 răng và bánh được truyền động có 35 răng.}$$

Ví dụ 4: Gia công bước ren 1.5 mm với vít me bước 3.5 mm.

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{1.5}{3.5} = \frac{15}{35} = \frac{30}{70}; \text{ bánh truyền động 40 răng, bánh được truyền động 70 răng.}$$

KIỂM TRA HỆ MÉT – HỆ MÉT

Để kiểm tra dây bánh răng bất kỳ gia công bước hệ mét, bạn có thể nhận thấy:

$$\text{Bước (mm)} = \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} \times \frac{\text{Bước trục vít me (mm)}}{1}$$

Kiểm tra ví dụ 1

Bộ bánh răng gia công bước ren 0.75 mm sử dụng trục vít me bước 3.0 mm với kết quả tính toán là $20/40 \times 25/50$, thay vào công thức:

$$\text{Bước} = \frac{20}{40} \times \frac{25}{50} \times \frac{3}{1} = \frac{3}{4} = 0.75 \text{ mm}$$

Kiểm tra ví dụ 2

Bộ bánh răng gia công bước ren 1.5 mm với trục vít me bước 3.5 mm là $30/70$, do đó:

$$\text{Bước} = \frac{30}{70} \times \frac{35}{10} = \frac{3}{2} = 1.5 \text{ mm}$$

BỘ BÁNH RĂNG GIA CÔNG REN HỆ INCH – TRỤC VÍT ME HỆ MÉT

Cũng như với trục vít me hệ inch, bạn có thể chuyển đổi số ren/inch sang số ren/cm bằng cách thiết lập bộ bánh răng giảm tốc theo tỷ số $1/25.4$ hoặc $50/127$ (có thể dùng các tỷ số gần đúng của $50/127$), để có thể dùng trục vít me hệ mét để gia công số ren/cm, sau đó bằng cách tăng tốc độ trục vít me so với chi tiết gia công theo tỷ số $25.4/1$, hoặc $127/50$, chuyển số ren/cm thành số ren/inch.

Ví dụ, trục vít me bước 3.0 mm với tỷ số truyền $1/3$ sẽ cắt bước ren 1.0 mm (tương ứng 10 ren/cm), nhưng nếu tăng tốc độ trục vít me theo tỷ số $2.54/1$, hoặc $127/50$, bước ren được gia công (sử dụng công thức kiểm tra) sẽ như sau:

$$\text{Bước (mm)} = \frac{1}{3} \times \frac{127}{50} \times \frac{3}{1} = 2.54 \text{ mm};$$

do $2.54 \text{ mm} = 0.1 \text{ in}$, tương ứng 10 ren/inch.

THIẾT LẬP BỘ BÁNH RĂNG THEO TỶ SỐ GẦN ĐÚNG

Do trong thực tế thường áp dụng bánh răng 127 ở vị trí truyền động trong dây bánh răng, bạn có thể sử dụng các tỷ số gần

đúng của 127/50. Đối với các giá trị gần đúng này, bạn có thể xem lại Bảng 12-2, nhưng điều quan trọng là khi sử dụng cho các chuyển đổi đơn vị Anh-mét, cần lấy giá trị nghịch đảo của chúng. Ví dụ, tỷ số gần đúng No.29, 13/33 có giá trị đảo là 33/13. Khi lấy giá trị đảo, sai số cũng phải đổi dấu, dương (+) sang âm (-) và ngược lại. Ví dụ, sai số của No.29, 13/33 là dương (+) 1/1650, nhưng khi chuyển sang 33/13, sai số trở thành âm (-) 1/1651.

CÔNG THỨC CHUYỂN ĐỔI CƠ BẢN MÉT – ANH

Có thể nhận thấy công thức cơ bản thiết lập bộ bánh răng cho trục vít me hệ mét có bước bất kỳ gia công số ren/inch sẽ có dạng như sau:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{1}{T_{pi}} \times \frac{10}{\text{Bước trục vít me}} \times T$$

Với t_{pi} là số ren/inch cần gia công, bước trục vít me tính theo mm, và $T = 127/50$ hoặc tỷ số gần đúng của 127/50.

GIÁ TRỊ GẦN ĐÚNG THÍCH HỢP NHẤT CỦA 127/50

Điều này tùy thuộc vào bước của trục vít me và các bánh răng thay thế khả dụng. Ví dụ, trục vít me có bước 3.0 mm, tỷ số gần đúng thông dụng 160/63 có dạng:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{4}{T_{pi}} \times \frac{10}{3} \times \frac{40}{63} \text{ hoặc } \frac{4}{T_{pi}} \times \frac{10}{3} \times \frac{5}{7} \times \frac{8}{9}$$

Cả hai đều tạo ra dây bánh răng tương đối công kênh với các bánh răng theo số gia 5, do số 3 trong mẫu số không bị khử với giá trị bất kỳ ở tử số.

Các nghiên cứu cho thấy đối với các số ren/inch gia công trên trục vít me 3.0 mm, sử dụng bộ bánh răng theo số gia 5 và một bánh răng 38, các tỷ số gần đúng thuận tiện nhất là No.19, 29, 34, 43, 44, và 54 (từ Bảng 12-2). Các tỷ số này trên Bảng 13-1 được diễn giải cho bộ bánh răng thay thế có thể gia công các bước ren từ 6 tpi đến 72 tpi.

Bảng 13-1. Bộ bánh răng gia công bước ren/inch từ trục vít me 3.0 mm, gồm các bánh răng 20-20-75 theo số gia 5 và một bánh răng 38 răng

Tỷ yếu cầu	Bộ bánh răng		Sai số ± 1 inch	No. tỷ số gắn đúng
6	38 — A — 50	65 — 35	+ 4446	19
	50 — A — 30	55 — 65	- 1650	29
	38 — A — 30	50 — 45	- 380	44
7	50 — A — 35	55 — 65	- 1650	29
	40 — A — 30	50 — 55	+ 465	43
	38 — A — 35	50 — 45	- 380	44
8	50 — A — 40	55 — 65	- 1650	29
	38 — A — 40	50 — 45	- 380	44
9	50 — A — 45	55 — 65	- 1650	29
10	55 — A — A	65 — 65	- 1650	29
	40 — A — 30	35 — 55	+ 465	43
	38 — A — A	45 — 45	- 380	44
11	50 — A — A	65 — 65	- 1650	29
	40 — A — 45	65 — 75	+ 1144	34
	38 — A — 45	50 — 55	- 380	44
12	38 — A — 50	65 — 70	+ 4446	19
	25 — A — 30	55 — 65	- 1650	29
	38 — A — 45	50 — 60	- 380	44
14	25 — A — 35	55 — 65	- 1650	29
	20 — A — 30	50 — 55	+ 465	43
16	25 — A — 40	55 — 65	- 1650	29
	25 — A — 30	35 — 55	+ 465	43
	25 — A — 40	38 — 45	- 380	44
18	25 — A — 45	55 — 65	- 1650	29

Bảng 13-1(tt)

Tải yếu cầu	Bộ bánh răng		Sai số ± 1 inch	No. tỷ số gần đúng
19	20 — A — 38	55 — 65	1650	29
	20 — A — A	45 —	- 380	44
20	30 — A — 60	55 — 65	- 1650	29
	20 — A — 30	35 — 55	+ 465	43
22	25 — A — A	65 —	- 1650	29
	20 — A — 45	65 — 75	+ 1144	34
24	25 — A — 45	38 — 55	- 380	44
	25 — A — 60	55 — 65	- 1650	29
26	25 — A — 45	38 — 60	- 380	44
	30 — A — 50	38 — 70	+ 4446	19
28	20 — A — 45	65 — 75	+ 1144	34
	25 — A — 45	38 — 65	- 380	44
32	25 — A — 65	55 — 70	- 1650	29
	20 — A — 55	50 — 80	+ 465	43
36	25 — 60	30 — 65	- 1650	29
	55 — 40			
40	25 — A — 65	55 — 80	- 1650	29
	20 — 65	25 — 40	- 1650	29
48	25 — 60	20 — 65	- 1650	29
	55 — 40			
56	30 — 60	25 — 70	- 1650	29
	55 — 65			
60	20 — A — 55	25 — 80	+ 465	43
	25 — 60	20 — 65	- 1650	29
72	38 — 50	25 — 70	+ 4446	19
	28 — 60			

Phần này đưa ra ba ví dụ về bộ bánh răng thay thế từ Bảng 13-1, gia công ren 11 tpi sử dụng trục vít me bước 3.0 mm.

Bạn hãy bắt đầu với công thức cơ bản:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{1}{\text{Tpi}} \times \frac{10}{\text{Bước trục vít me}} \times T$$

(1) Thay các số đã biết:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{1}{11} \times \frac{10}{3} \times T$$

Nếu tìm được T (Bảng 13-1) đáp ứng (A) không chứa số nguyên tố ngoài các số tương ứng các bánh răng theo số gia 5 và bánh răng 38, và (B) sau khi đảo ngược, có số 11, 3 hoặc cả hai số này trong tử số, bộ bánh răng sẽ được đơn giản hóa. Tỷ số gần đúng No.29 sau khi đảo ngược thành 33/13 dường như đáp ứng hai điều kiện nêu trên, do đó:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{1}{11} \times \frac{10}{3} \times \frac{33}{13} = \frac{10}{13} = \frac{50}{65}$$

(2) Tìm các tỷ số gần đúng khác có đặc tính tương tự tỷ số nêu trên.

Từ Bảng 12-2, có thể thấy tỷ số gần đúng No.34, sau khi đảo ngược sẽ có dạng $22/9 \times 26/25$, do đó:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{1}{11} \times \frac{10}{3} \times \frac{22}{9} \times \frac{26}{25}, \text{ rút gọn thành } 8/9 \times$$

13/15, sau khi nhân với 5 bạn sẽ có bộ bánh răng:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{40}{45} \times \frac{65}{75}$$

(3) Cuối cùng, bạn có thể xét tỷ số No.44. Giá trị đảo của tỷ số này là 38/15, do đó:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{1}{11} \times \frac{10}{3} \times \frac{38}{15} = \frac{50}{55} \times \frac{38}{45}$$

SAI SỐ TỐI THIỂU

Bạn cũng có thể nhận thấy, gia công ren 11 tpi từ trục vít me 3.0 mm có thể tính toán bộ bánh răng với tỷ số gần đúng No.11. Sau khi đảo tỷ số này, bạn sẽ có: $9/2 \times 13/19 \times 33/40$, đưa vào công thức tổng quát sẽ rút gọn thành:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{45}{40} \times \frac{26}{38}$$

Nếu có bánh răng 26, bộ bánh răng thay thế sẽ như sau:

$$\begin{array}{ccc} 26 & - & A & - & 38 \\ & & 45 & - & 40 \end{array}$$

Sai số bước với bộ bánh răng này và trục vít me chính xác sẽ là dương (+) 3¼ in/mile. Nhưng nếu không có bội số của số nguyên tố 13 khác với 65, bộ bánh răng này sẽ trở nên cồng kềnh, do đó tỷ số này không được liệt kê trong Bảng 13-1:

$$\begin{array}{ccc} 65 & - & 40 & & 20 & - & 50 \\ & & 45 & - & 38 \end{array}$$

KIỂM TRA SỰ CHUYỂN ĐỔI HỆ MÉT – HỆ ANH

Có thể tính số ren/inch, từ bộ bánh răng thay thế bất kỳ được dùng với trục vít me bước mm bất kỳ, theo công thức:

Số ren/inch =

$$\frac{\text{Các bánh răng được truyền động}}{\text{Các bánh răng truyền động}} \times \frac{127}{5 \times \text{bước trục vít me (mm)}}$$

(Chú ý sự đảo tỷ số: được truyền động/truyền động)

Ví dụ 1: Kiểm tra kết quả tính toán gia công ren 11 tpi từ trục vít me 3.0 mm, bánh răng dẫn động 50 răng và bánh răng bị dẫn 65 răng:

$$\text{Số ren/inch} = \frac{65}{50} \times \frac{127}{15} = \frac{1651}{150} = 11.006666$$

Chú ý, phần thập phân 0.00666 không phải là 0.00666 in mà là của một vòng ren, nghĩa là số ren/inch bằng 11 cộng với 6.6 phần ngàn vòng ren.

Nếu bộ bánh răng được kiểm tra có bước tính theo đơn vị inch, công thức sẽ có dạng:

$$\text{Bước (in)} = \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} \times \frac{5 \times \text{bước trục vít me (mm)}}{127}$$

Bước ren trong ví dụ nêu trên:

$$\frac{50}{65} \times \frac{15}{127} = \frac{150}{1651} = 0.090854 \text{ inch}$$

Bước chính xác của ren 11 tpi là 0.090909, do đó sai số bước của bộ bánh răng này (sử dụng tỷ số gần đúng No.29 của 127/50) là âm (-) 0.000055 in.

Ví dụ 2: Tính bước (inch) được tạo ra từ trục vít me bước 3.0 mm với bộ bánh răng 26/38 × 45/40

$26/38 \times 45/40 \times 15/127 = 0.0909137$ in, tương ứng 0.000558 vòng ren = 0.0000047 in/bước ren.

TRỤC VÍT ME BƯỚC 3.5 MM

Nói chung, bạn nên có trục vít me với bước 3.5 mm trang bị trên máy tiện có chiều cao tâm khoảng 3½ in, vì các lý do:

- (1). Bước 3.5 mm xấp xỉ bằng bước 7¼ ren/inch và hơi lớn hơn bước “tiêu chuẩn” 3.0 mm. Các ren của cặp nửa đai ốc cũng mạnh hơn.
- (2). Bước 3.5 mm có thể cải thiện chuỗi đường cắt ren liên tiếp, cho phép phân độ tự động khoảng các ren nhiều đầu mối.
- (3). Bước 3.5 mm sử dụng với tỷ số gần đúng No.17 (nghịch đảo) cho phép đơn giản hóa bộ bánh răng gia công các tỷ

số ren/inch, trong một số trường hợp đổi từ inch sang mét hoặc ngược lại chỉ cần đổi (hoặc định vị lại) một bánh răng.

CÔNG THỨC REN/INCH

Sử dụng công thức tiêu chuẩn ren/inch cho trục vít me 3.5 mm với tỷ số gần đúng No. 17 (đảo) cho 127/50, và thay các số đã biết vào công thức, bạn sẽ có:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{1}{\text{tpi}} \times \frac{10}{3.5} \times \frac{14}{5} \times \frac{39}{43} = \frac{8}{\text{tpi}} \times \frac{39}{43}$$

Trong đó, phần phân số thứ nhất (8/tpi) được công nhận do hoàn toàn tương tự với trục vít me 8 tpi, phần thứ hai (39/43) là yêu cầu duy nhất để chuyển đổi ren hệ mét sang ren hệ Anh.

CÁC VÍ DỤ

Bộ bánh răng thay thế gia công các ren 8, 12, và 14 tpi sử dụng trục vít me bước 3.5 mm như sau:

$$\begin{array}{l} 8 \text{ tpi} \quad 40 - A - 43 \\ \quad \quad \quad 39 - 40 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 12 \text{ tpi} \quad 40 - A - 43 \\ \quad \quad \quad 39 - 60 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 14 \text{ tpi} \quad 40 - A - 43 \\ \quad \quad \quad 39 - 70 \end{array}$$

Ngoài ra, nếu có bánh dẫn động thứ nhất 20 răng, bạn có thể thiết lập bộ bánh răng thay thế cho các bước ren 16, 24, và 28 tpi. Hơn nữa, bộ bánh răng cho bước 8 tpi thường đi sau hoặc trước ren bước 4.0 hoặc 3.5 mm, các bước này có thể xác lập như sau:

$$\begin{array}{l} \text{Bước 4.0 mm} \quad 40 - A - 43 - 35 \\ \quad \quad \quad 39 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Bước 3.5 mm} \quad 40 - A - 43 - 40 \\ \quad \quad \quad 39 \end{array}$$

Bạn có thể nhận thấy, chỉ có bánh răng cuối là thay đổi hoặc dịch chuyển, và 43 trở thành bánh răng trung gian thứ hai, giữ nguyên vị trí bánh răng 39 để dùng cho các thay đổi trở về bộ bánh răng gia công số ren/inch. Nếu có bánh dẫn động thứ nhất 20 răng, bạn có thể dễ dàng thiết lập bộ bánh răng gia công các bước 2.0 và 1.75 mm.

CÁC TỶ SỐ CHUYỂN ĐỔI LẮP TRÊN MÁY

Một số máy tiện có bộ phận riêng, lắp trên máy, cho phép chuyển đổi giữa hai hệ đơn vị Anh và mét. Vài tỷ số chuyển đổi tỏ ra rất thích hợp do sai số tương đối nhỏ, đó là các tỷ số No.2, 3, và 7 (Bảng 12-2) với sai số khoảng 7/8 in/mile, tương ứng 14 phần triệu in/inch. Hình 13-1 minh họa sự chuyển đổi này. Hình 13-1(1) giới thiệu trục vít me bước 6.0 mm được truyền động trực tiếp qua ly hợp. Trên Hình 13-1(2), nhả ly hợp, bánh răng 23 ăn khớp với bánh răng 37 trên trục trung gian, cung cấp khoảng cách đỉnh ren 0.2 in, tương ứng bước 5 tpi với sai số nhỏ, khi bánh răng truyền động thứ nhất (20 răng) quay cùng tốc độ với trục chính máy tiện. Sự sắp xếp này cho phép lựa chọn nhanh chóng giữa hệ Anh và hệ mét.

Bộ bánh răng đơn giản này cung cấp sự chuyển đổi đơn vị mm – inch với sai số dương (+) 1/55499, tương ứng + một phần ngàn in/55½ in, bạn có thể kiểm tra lại theo công thức:

$$\text{Bước inch} = \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} \times \frac{5 \times \text{bước trục vít me}}{127}$$

Do truyền động 1 – 1 từ trục chính máy tiện đến bánh trung gian A (Hình 13-1(2)), bạn sẽ có:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{20}{38} \times \frac{37}{23} \times \frac{30}{127} = \frac{11100}{55499} = 0.2000035 \text{ inch}$$

sai số đúng là 3.5 phần triệu inch/bước.

Với tỷ số chuyển đổi lắp trực tiếp trên máy tiện như trên Hình 13-1(2), bộ bánh răng đối với số ren/inch được xác định bằng công thức với trục vít me 5 tpi:

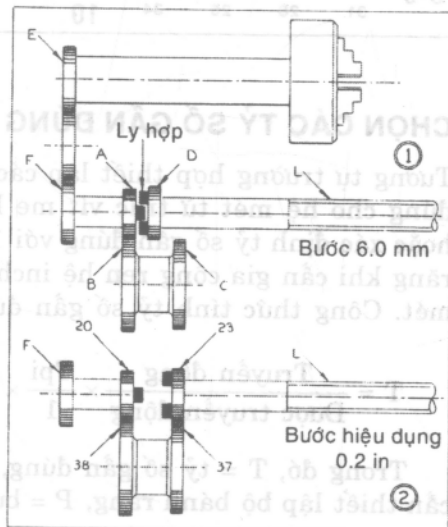
$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{\text{Tpi của trục vít me hiệu dụng}}{\text{Tpi cần gia công}}$$

Trong ví dụ này (Hình 13-1(2)), tpi hiệu dụng là 5; ví dụ, để xác lập cho ren 8 tpi, cần có bộ bánh răng thay thế với tỷ số 5/8, bánh răng dẫn động 25 răng và bánh bị dẫn 40 răng lắp trên trục truyền tại F.

Trong trường hợp máy tiện có hộp số gia công ren chọn lọc, bánh 25 được lắp trên trục ra của hộp số, và xác lập hộp này theo bước 6.0 mm với tỷ số truyền 1:1. Sau đó, nếu hộp số được xác lập cho bước 3.0 mm, trục vít me sẽ gia công ren 16 tpi, và xác lập hộp số theo bước 2.0 mm, sẽ cắt ren 24 tpi.

Bảng 13-2 liệt kê các tỷ số gần đúng chuyển đổi mét – inch với sai số tối thiểu cho các bộ bánh răng thay thế lắp trên máy tiện thích hợp với trục vít me hệ mét có bước từ 7.0 đến 3.0 mm. Trong các ví dụ này, chữ in hoa tương ứng với ký tự trên Hình 13-1. Trong các trường hợp tổng số răng A + B, và C + D, chênh lệch nhau một hoặc hai răng, cần phải cắt các bánh răng đôi chút theo đường kính bước để khớp với các khoảng cách tâm cố định.

Hình 13-1. Ví dụ về tỷ số chuyển đổi trực tiếp hệ Anh – hệ mét trên máy tiện. Trên Hình ①, trục vít me bước 6.0 mm được dẫn động trực tiếp qua ly hợp. Trên Hình ②, bộ bánh răng cung cấp bước hiệu dụng 0.2 in cho trục vít me đó, tương ứng 5 tpi. Sai số của bộ bánh răng này là dương (+) 1/55499.



Bảng 13-2. Các bộ bánh răng chuyển đổi inch – mm lắp trên máy tiện với trục vít me bước 3.0 đến 7.0

Bước trục vít me mm	Kích cỡ bánh răng				Tỷ danh định hiệu đúng của trục vít me với tỷ số truyền 1:1 từ trục chính máy tiện	Bước thực từ bộ bánh răng với trục vít me hoàn hảo (inch)	Tỷ số gần đúng sai số nhỏ đối với tỷ số 127:50	Sai số chính xác của tỷ số gần đúng
	Ký hiệu theo Hình 13-1							
	Vào A	Bị dẫn B	Truyền động C	Ra D				
7.0	32	31	29	33	4	0.249998	$\frac{16}{5} \times \frac{29}{31} \times \frac{28}{33}$	+ 1 IN 129921
	20	38	37	23	5	0.2000035	$\frac{30}{18} \times \frac{37}{23}$	+ 1 IN 55499
6.0	31	28	26	34	5	0.1999933	$\frac{31}{17} \times \frac{39}{28}$	- 1 IN 30226
	20	38	37	23	6	0.1666896	$\frac{30}{18} \times \frac{37}{23}$	+ 1 IN 55499
5.0	31	34	39	28	4	0.2499917	$\frac{31}{17} \times \frac{39}{28}$	- 1 IN 30226
	29	31	28	33	8	0.124999	$\frac{16}{5} \times \frac{29}{31} \times \frac{28}{33}$	- 1 IN 129921
4.0	32	31	29	33	8	0.124999	$\frac{16}{5} \times \frac{29}{31} \times \frac{28}{33}$	- 1 IN 129921
3.5	20	38	37	23	10	0.1000017	$\frac{30}{18} \times \frac{37}{23}$	+ 1 IN 55499
	31	28	26	34	10	0.0999966	$\frac{31}{17} \times \frac{39}{28}$	- 1 IN 30226

CHỌN CÁC TỶ SỐ GẦN ĐÚNG VỚI 127/50

Tương tự trường hợp thiết lập các bộ bánh răng thay thế gần đúng cho hệ mét từ trục vít me hệ Anh, bạn cũng nên chọn hoặc xác định tỷ số gần đúng với 127/50 để thiết lập dây bánh răng khi cần gia công ren hệ inch (ren/inch) từ trục vít me hệ mét. Công thức tính tỷ số gần đúng này như sau:

$$T = \frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} \times \frac{T_{pi}}{1} \times \frac{P \text{ trục vít me}}{10}$$

Trong đó, T = tỷ số gần đúng, tpi = số ren/inch danh định cần thiết lập bộ bánh răng, P = bước ren (mm) của trục vít me.

Ví dụ, bộ bánh răng gia công ren 26 tpi từ trục vít me bước 3.0 mm:

$$\begin{array}{ccc} 30 & - & A & - & 50 \\ & & 38 & - & 70 \end{array}$$

Giá trị gần đúng (T) của tỷ số 127/50:

$$T = \frac{30}{50} \times \frac{38}{70} \times \frac{26}{1} \times \frac{3}{10} = \frac{39}{25} \times \frac{57}{35}$$

Đây chính là tỷ số No.19 (đảo) trong Bảng 12-2.

BỘ BÁNH RĂNG THEO MODULE, GIA CÔNG TRỤC VÍT

Khi cần gia công trục vít ăn khớp với bánh răng module và trục vít me có bước hệ mét, bộ bánh răng thay thế có thể được tính toán từ công thức cơ bản:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{22}{7} \times \frac{\text{Module}}{\text{Bước trục vít me (mm)}}$$

Ví dụ, bộ bánh răng đối với module 1.25 từ trục vít me bước 3.0 mm:

$$22/7 \times 1.25/3 = 11/7 \times 5/6$$

Bộ bánh răng thay thế có thể như sau:

$$\begin{array}{ccc} 25 & - & A & - & 35 \\ & & 55 & - & 30 \end{array}$$

Bước hệ mét = truyền động/được truyền động $\times$ bước trục vít me = $25/35 \times 55/30 \times 3 = 3.9285714$ mm.

Bước vòng với module 1.25 = $\text{Pi} \times 1.25 = 3.9269907$ mm.

Sai số của bộ bánh răng này là dương (+) 0.00158 mm, khoảng 62 phần triệu inch (sai số do lấy Pi theo tỷ số 22/7).

TRỤC VÍT BƯỚC ĐƯỜNG KÍNH – TRỤC VÍT ME HỆ MÉT

Công thức chính xác theo lý thuyết thiết lập bộ bánh răng cho trục vít me hệ mét gia công trục vít bước đường kính (DP) như sau:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{10}{P \text{ trục vít me (mm)}} \times \frac{3.1415926}{DP} \times \frac{127}{50}$$

Trong đó, DP là bước đường kính, P là bước trục vít me (mm).

Phần thập phân gồm 7 chữ số của Pi chỉ có thể tính gần đúng. Chẳng hạn, $3.1415926 \times 127 = 398.98226$ có thể làm tròn thành 399 với sai số $+1/22491$. Hơn nữa có thể phân tích 399 thành tích các số nguyên tố $3 \times 7 \times 19$, và sử dụng số gần đúng này, công thức thiết lập bộ bánh răng trở thành:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{3}{P \text{ trục vít me (mm)}} \times \frac{19}{DP} \times \frac{7}{5}$$

Sử dụng công thức này cho trục vít me bước 3.0 mm, phân số thứ nhất sẽ bằng $3/3 = 1$, bộ bánh răng cho trục vít DP = 20 sẽ như sau:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{19}{20} \times \frac{7}{5}$$

$$\begin{array}{c} 38 - A - 50 \\ 70 - 40 \end{array}$$

Bộ bánh răng này, trong điều kiện lý tưởng, sẽ gia công trục vít 20 DP với sai số bước dương (+) 7 phần triệu inch.

Công thức sau đây khá thông dụng dù độ chính xác thấp hơn:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{4}{P \text{ trục vít me (mm)}} \times \frac{20}{DP}$$

Với công thức này, ví dụ, bộ bánh răng gia công trục vít DP = 20 với trục vít me bước 3.0 mm sẽ rất đơn giản chỉ dùng hai bánh răng 40/30, sai số bước trong các điều kiện lý tưởng là (+) 4/mười ngàn inch.

TÍNH BÁNH RĂNG THAY THẾ THEO TỶ SỐ GẦN ĐÚNG

Do không thể sắp xếp bộ bánh răng chính xác cho ren bất kỳ, trừ khi có bánh răng với số răng bằng hoặc là bội số của tpi

hoặc bước mm của ren cần gia công, bạn cần phải tìm tỷ số gần đúng thích hợp.

Ví dụ, ren 19 tpi thường đòi hỏi bánh răng 38 trong bộ bánh răng theo số gia 5, và với trục vít me 8 tpi bộ bánh răng sẽ là $20/38 \times 40/50$, nhưng nếu không có bánh răng 38, bạn phải tìm cách giải quyết chỉ với các bánh răng theo số gia 5. Phương pháp thông dụng xác định tỷ số gần đúng như sau:

Trước hết, tìm tỷ số “cơ bản”, trong ví dụ này là $8/19 =$ tỷ số giảm tốc 1:2.375, sau đó dùng máy tính cầm tay, lần lượt cộng 2.375 với nhau cho đến khi phần thập phân đủ nhỏ để có thể bỏ qua hoặc đủ lớn để làm tròn là 1. Trong trường hợp này, sau 21 lần cộng, bạn nhận được số 49.875; làm tròn là 50, bạn có bánh truyền động 21 răng (số lần cộng) và bánh được truyền động là 50 theo tỷ số 21/50, sau khi phân tích ra thừa số và nhân với các cỡ bánh răng hiện có, bộ bánh răng thay thế sẽ như sau:

$$\begin{array}{rcl} 35 & - & A & - & 50 \\ & & 45 & - & 75 \end{array}$$

Sai số bước lý thuyết là 0.000132 in, làm tròn thành $2\frac{1}{2}$ phần ngàn in/inch chiều dài ren.

Nếu tiếp cộng đến 27 lần, kết quả sẽ là 64.125, bỏ qua phần thập phân, bạn có tỷ số 27/64, có thể phân tích thành $3/8 \times 9/8$, bộ bánh răng thay thế sẽ như sau:

$$\begin{array}{rcl} 25 & - & 40 & & 30 & - & 50 \\ & & 45 & - & 40 \end{array}$$

Đây là tỷ số có độ chính xác cao hơn, sai số bước là 0.000101 in, nhưng phải sử dụng hai bánh răng 40.

Tương tự, tỷ số cơ bản của ren $11\frac{1}{2}$ tpi từ trục vít me 8 tpi là $16/23 = 1:1.4375$, và cộng lặp lại, sau 24 lần bạn sẽ có:

$$\text{Lần cộng thứ 25 sẽ là } 25/35.9375 = 25/36$$

$$\text{Lần cộng thứ 34 sẽ là } 34/48.875 = 34/49$$

$$\text{Lần cộng thứ 39 sẽ là } 39/56.0625 = 39/56$$

$$\text{Lần cộng thứ 57 sẽ là } 57/81.9375 = 57/82$$

Các tỷ số 25/36 và 39/56 chứa các số nguyên tố trong khoảng tương đối thích hợp, do bội số càng cao, sai số càng nhỏ, bạn hãy thử phân tích tỷ số 39/56 thành thừa số, kết quả là $3/7 \times 13/8$, bộ bánh răng thay thế sẽ như sau:

$$\begin{array}{c} 30 - A - 40 \\ 65 - 70 \end{array}$$

Với bộ bánh răng này, sai số bước lý thuyết là âm (-) 0.000097 in.

CÁC TỶ SỐ GẦN ĐÚNG INCH - MM

Các công thức cơ bản dưới đây được dùng để thiết lập bộ bánh răng cho trục vít me hệ Anh gia công bước mm theo tỷ số gần đúng được sắp xếp theo tời của trục vít me tăng dần:

Ren/inch trục vít me	Công thức
4	$127/(20 \times P)$
5	$127/(25 \times P)$
6	$127/(30 \times P)$
8	$127/(40 \times P)$
10	$127/(50 \times P)$

Trong đó P là bước hệ mét (mm) của ren cần gia công.

Ví dụ, tính tỷ số cơ bản cho ren bước 2.2 mm gia công với trục vít me 8 tời:

$$127/(40 \times 2.2) = 1.4431818$$

Sau chín lần cộng, bạn có 12.9888634, làm tròn thành 13, và tỷ số là 9/13 tương ứng bộ bánh răng 45/65. Bước = 2.1980769 mm, sai số sẽ là -0.0019231 mm, khoảng 75 phần triệu in/inch.

CÁC TỶ SỐ GẦN ĐÚNG MM - INCH

Các công thức cơ bản dưới đây về thiết lập bộ bánh răng cho trục vít me hệ mét gia công các ren hệ inch với tỷ số gần đúng được sắp xếp theo thứ tự bước ren tăng dần.

Bước trục vít me (mm)	Công thức
3.0	$(15 \times tpi)/127$
3.5	$(35 \times tpi)/254$
4.0	$(20 \times tpi)/127$
5.0	$(25 \times tpi)/127$
6.0	$(30 \times tpi)/127$
7.0	$(35 \times tpi)/127$

Ví dụ, tỷ số cơ bản đối với ren 25 tpi từ trục vít me bước 3.0 mm:

$$(15 \times 25)/127 = 2.9527559$$

Sau khi cộng 22 lần bạn sẽ có số 64.960629, làm tròn đến 65, sẽ có tỷ số $22/65 = 2/5 \times 11/13$, bộ bánh răng sẽ là:

$$\begin{array}{c} 20 - A - 50 \\ 55 - 65 \end{array}$$

Bộ bánh răng này có bước 0.0399757 in so với bước chính xác là 0.04 in, sai số là -24.3 phần triệu/inch, khoảng 6/10 ngàn in/inch nếu trục vít me đủ chính xác.

Khi giải công thức bộ bánh răng bạn có thể gộp các giá trị không có bánh răng tương ứng, ví dụ $74/75 = 2/5 \times 37/15$, yêu cầu sử dụng các bánh răng 37 hoặc 74, nằm ngoài khoảng bánh răng số gia 5. Nếu bạn cộng 1 cho cả tử số và mẫu số của phân số $74/75$, bạn sẽ có $75/76 = 5/2 \times 15/38$, nghĩa là chỉ cần bổ sung thêm bánh răng 38. Sai số do cộng thêm 1 vào tử và mẫu số là $1/5624$.

Tác dụng của phép cộng trên trong tỷ số gần đúng No.23 là rất đặc biệt đối với tỷ số chuyển đổi inch-mm $50/127$, $22/49 \times 50/57$ có sai số là $+1/2793$, nhưng nếu cộng 50 với 1 và 49 với 1, sẽ có tỷ số $22/50 \times 51/57$ và áp dụng tỷ số gần đúng No.10, bạn sẽ có $11/25 \times 17/19$, sai số chỉ là $-1/23750$, nhỏ hơn $8\frac{1}{2}$ lần so với tỷ số gần đúng No.23.

Chương 14

Phân tích vấn đề các đường cắt lặp lại

Kiến thức vững chắc về quan hệ giữa bước ren trục vít me, bộ bánh răng thay thế, và các đường xoắn trên chi tiết đang gia công ren có thể giúp tiết kiệm thời gian, đặc biệt khi gia công hàng loạt chi tiết ren với chiều dài hợp lý. Như đã giải thích, các ren được gia công trên máy tiện theo chuỗi các đường cắt với chiều sâu tăng dần. Điều cần xem xét là, trừ khi thỏa một số điều kiện xác định, dao tiện ren không phải lúc nào cũng tuân theo đúng đường xoắn ban đầu, ngoại trừ một số trường hợp xác định.

Đường cắt lặp lại được hiểu là dao tiện ren phải tuân theo rãnh ren đang được cắt một cách chính xác và lặp lại, nghĩa là các đường cắt lặp lại phải đồng bộ với ren đang được cắt.

(Các máy tiện với thiết kế đặc biệt, có trang bị ly hợp vấu, có thể tạo ra đường cắt lặp lại tốc độ cao cho mọi bước ren, không cần sự can thiệp đặc biệt của người vận hành máy).

Phần này sẽ trình bày vài ví dụ sử dụng máy tiện thông thường, không có bộ ly hợp vấu, gia công ren với nhiều đường cắt lặp lại, bảo đảm tính đồng bộ cao giữa các đường cắt đó.

Nếu ren 8 tpi được gia công với trục vít me 8 tpi, và đã thực hiện xong đường cắt thứ nhất, đối với đường cắt kế tiếp và các đường cắt còn lại, các cặp nửa đai ốc có thể tái ăn khớp vào thời điểm bất kỳ khi ren của chúng trùng với ren trục vít

me, dao sẽ đi theo đường xoắn ban đầu. Điều này có thể thấy sau khi thực hiện đường cắt thứ nhất bằng cách dùng máy tiện, trả số, cho bộ nửa đai ốc ăn khớp với dao lùi ra khỏi chi tiết và định vị ở các khoảng cách khác nhau trên chiều dài đường xoắn: mỗi lần bộ nửa đai ốc tái ăn khớp, mũi dao sẽ phải trùng khớp đường xoắn. Tuy nhiên, nếu trục vít me không vào khớp và bàn chạy dao ngang không tiến vào, bạn sẽ thấy không thể cho bộ nửa đai ốc tái ăn khớp ở vị trí bất lợi. Các điều kiện này được duy trì nếu chi tiết gia công (và trục chính máy tiện) quay qua một phần vòng quay, hoặc quay chậm trong khi thử cho bộ nửa đai ốc tiến vào vị trí ăn khớp.

Các thử nghiệm ăn khớp bộ nửa-đai ốc với chi tiết gia công có 16, 24, 32, hoặc 40 tpi và trục vít me 8 tpi cũng cho thấy không thể ăn khớp bộ nửa-đai ốc trong vị trí không thuận lợi. Do trục vít me có bước 8 tpi, sẽ lấy 2 khoảng ren trên chi tiết 16 tpi, 3 khoảng ren trên chi tiết 24 tpi...; bạn có thể nói nếu số ren/inch của chi tiết gia công bằng hoặc là bội số của tpi trục vít me, sẽ không cần quá chú ý đến việc bảo đảm chính xác các đường cắt lặp lại.

Giả sử với trục vít me 8 tpi, mũi dao đi theo đường xoắn 9 tpi trên phôi (chi tiết gia công) qua chiều dài một inch (tỷ số bánh răng 40/45), nhưng máy tiện dừng ở cuối đường này trước khi nhả khớp bộ nửa-đai ốc. Mũi dao sẽ trùng với điểm cuối đường xoắn. Nhưng nếu rút dao ra khỏi đường cắt, và nhả khớp bộ nửa-đai ốc, những lần ăn khớp kế tiếp dọc theo chiều dài chi tiết sẽ cho thấy chuỗi các vị trí dao bất lợi cho đến khi bàn xe dao dịch chuyển ngang qua phải đúng một inch (8 ren trục vít me), tại vị trí đó mũi dao sẽ trùng với rãnh ren thứ chín. Bạn cũng có thể thấy, tại khoảng cách $\frac{1}{2}$ in từ vị trí cuối đường xoắn, mũi dao sẽ ở đúng điểm giữa của hai vệt ren. Nếu tiến hành thử nghiệm với máy tiện có chuyển động rất chậm, sẽ dễ dàng nhận thấy khả năng tái ăn khớp bộ nửa-đai ốc là rất nhỏ. Lý do để mũi dao định vị lệch với đường xoắn chính là số ren của chi tiết đối với từng ren trục vít me là phân số cho đến khi đạt được đủ bước ren trục vít me (8 tpi). Một ren trục vít me tương ứng $9/8 = 1-1/8$ vòng ren trên chi tiết, hai

ren trục vít me tương ứng $9/8 \times 2 = 2\frac{1}{4}$ vòng ren trên chi tiết... cho đến tám ren trục vít me = $9/8 \times 8 = 9$ vòng ren chi tiết trên chiều dài 1 inch.

Tuy nhiên, từ những điều nêu trên sẽ không khó nhận thấy sự đồng bộ hóa có thể bảo đảm (khi gia công ren có tời là số lẻ trên trục vít me tiêu chuẩn) bằng chuỗi thứ tự dưới đây:

- (1). Dừng máy tiện khi hoàn tất từng đường cắt, và với bộ nửa-đai ốc ăn khớp.
- (2). Khi máy tiện dừng, nhả khớp bộ nửa-đai ốc. Chạy bàn xe dao sang bên phải với chiều dài đủ để dao tiện hơi cách xa phần đầu ren. Cho bộ nửa-đai ốc ăn khớp trở lại.

Chú ý: Khoảng chạy sang phải để định vị lại bàn xe dao phải được thực hiện từ nơi bàn xe dao ngừng chuyển động cắt ren, và sau khi thực hiện xong đường cắt ren.

- (3). Điều chỉnh chiều sâu dao, chạy máy tiện, thực hiện đường cắt kế tiếp.

Quy trình này được gọi là “dừng và xác lập lại”, hoặc “xác lập lại bánh răng thanh răng”.

Từ đó có thể nhận xét, khi ren cần gia công không có bước ren là bội số của bước ren trục vít me, tính đồng bộ giữa các đường cắt chỉ xảy ra tại các vị trí trên trục vít me với số nguyên lần vòng ren gia công tương ứng số nguyên lần bước ren trục vít me, kể cả hệ Anh và hệ mét. Để quy chiếu, khoảng cách này được gọi là “khoảng cách đồng bộ” (SD - synchronous distance).

VẤN ĐỀ

Phải chăng có thể luôn luôn dùng trục chính máy tiện và trục vít me khi hoàn tất từng đường cắt, chạy bàn xe dao và dao ra xa chi tiết, sau đó cho ăn khớp bộ nửa-đai ốc tại khoảng cách đồng bộ để duy trì tính đồng bộ cho đường cắt kế tiếp?

1. Sẽ có SD (khoảng cách đồng bộ) cho từng tổ hợp bánh răng giữa ren chi tiết và trục vít me, cả hệ Anh và hệ mét, nhưng đôi khi, trong quan hệ với chiều dài ren được gia

công, SD có thể quá dài để sử dụng trong thực tế. Đôi khi, SD vượt quá chiều dài toàn phần của trục vít me, do đó không thể sử dụng SD.

2. Khi gia công các ren thông dụng có cùng hệ đơn vị như trục vít me (Anh hoặc mét) và bộ bánh răng chính xác (khác với bộ bánh răng gần đúng) được sử dụng, các SD thường quá ngắn, không đủ để sử dụng.
3. Khi gia công ren có đơn vị đo khác với trục vít me (Anh – mét, hoặc mét – Anh), SD đôi khi quá ngắn để tái định vị bàn xe dao và dao cắt ren. Nói chung, khi cắt ren có đơn vị đo khác với trục vít me và sử dụng tỷ số gần đúng với tỷ số 50/127 hoặc 127/50, các tỷ số gần đúng có giá trị thấp (sai số lớn) thường có SD ngắn và ngược lại.

TÍNH TOÁN SD

Với trục vít me Anh hoặc mét có bước bất kỳ, có thể xác định SD của bước ren chi tiết bất kỳ (Anh, mét, DP, module,...) bằng cách rút gọn số răng của các bánh răng truyền động và bị dẫn đến số nguyên nhỏ nhất của chúng. Số răng dẫn động (tử số) sẽ là số nguyên nhỏ nhất của số ren trục vít me (LST), và số răng bị dẫn (mẫu số) là số nguyên tỷ lệ nhỏ nhất của số vòng ren trên chi tiết (WT). Khoảng cách đồng bộ, được xác định bằng cách nhân bước trục vít me (đơn vị inch hoặc mm) với số LST (số ren trục vít me) nhỏ nhất. Do đó, có thể viết công thức dưới dạng phân số tối giản:

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{\text{LST}}{\text{WT}}$$

và $\text{LST} \times \text{bước trục vít me} = \text{SD}$

Điều quan trọng cần chú ý là công thức này cho phép tính toán SD đối với mọi tỷ số, kể cả các bộ bánh răng chuyển đổi inch – mét (và ngược lại) và các bộ bánh răng gần đúng khác.

Ví dụ 1: Trục vít me 8tpi, bộ bánh răng gia công ren 19tpi:

$$\begin{array}{c} 20 - A - 38 \\ 40 - 50 \end{array}$$

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{20}{50} \times \frac{40}{38} = \frac{8\text{LST}}{19\text{WT}}$$

$$\text{SD} = 8 \text{ LST} \times \text{bước } 1/8 \text{ in} = 1 \text{ inch}$$

Ví dụ 2: Trục vít me 8 tpi, bộ bánh răng gia công ren gần đúng 19 tpi (không có bánh răng 38):

$$\begin{array}{c} 35 - A - 50 \\ 45 - 75 \end{array}$$

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{35}{50} \times \frac{45}{75} = \frac{21\text{LST}}{50\text{WT}}$$

$$\text{SD} = 21 \text{ LST} \times \text{bước } 1/8 \text{ in} = 2-5/8 \text{ inch.}$$

Ví dụ 3: Trục vít me 10tpi, bộ bánh răng gia công ren 13tpi:

$$\begin{array}{c} 40 - A - 20 \\ 25 - 65 \end{array}$$

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{40}{20} \times \frac{25}{65} = \frac{10\text{LST}}{13\text{WT}}$$

$$\text{SD} = 10 \text{ LST} \times \text{bước } 1/10 \text{ in} = 1 \text{ inch}$$

Ví dụ 4: Trục vít me 8 tpi, bộ bánh răng gia công bước ren 2.0 mm sử dụng tỷ số gần đúng No.11 theo tỷ số 50/127:

$$\begin{array}{c} 26 - A - 38 \\ 45 - 40 \end{array}$$

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{26}{38} \times \frac{45}{40} = \frac{117\text{LST}}{152\text{WT}}$$

$$\text{SD} = 117 \text{ LST} \times 1/8 \text{ in} = 14-5/8 \text{ in}$$

Ví dụ 5: Trục vít me 8 tpi, bộ bánh răng gia công bước ren 3.0 mm sử dụng tỷ số gần đúng No.3 theo tỷ số 50/127:

$$\begin{array}{c} 23 - A - 25 \\ 38 - 37 \end{array}$$

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{23}{25} \times \frac{38}{37} = \frac{874\text{LST}}{925\text{WT}}$$

$$\text{SD} = 874 \text{ LST} \times 1/8 \text{ in} = 109\frac{1}{4} \text{ in}$$

Trong ví dụ này, có thể thấy với SD nhỏ nhất là khoảng 9 feet (gần 3 mét), dường như không đúng, nhưng các phân số nêu trên là phân số tối giản, do đó LST là đúng, yêu cầu 925 vòng bước danh định 3.0 mm để qua khoảng cách 109¼ in. (Bước hệ mét gần đúng của bộ bánh răng này là 2.9999457 mm).

Ví dụ 6: Bước trục vít me 3.0 mm, bộ bánh răng gia công ren bước 0.75 mm:

$$\begin{array}{c} 20 - A - 40 \\ 25 - 50 \end{array}$$

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{20}{40} \times \frac{25}{50} = \frac{1\text{LST}}{4\text{WT}}$$

$$\text{SD} = 1 \text{ LST} \times \text{bước } 3.0 \text{ mm} = 3.0 \text{ mm}$$

Ví dụ 7: Bước trục vít me 3.0 mm, bộ bánh răng gia công ren 12 tpi, sử dụng tỷ số gần đúng No.19 theo tỷ số 127/50:

$$\begin{array}{c} 38 - A - 50 \\ 65 - 70 \end{array}$$

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{38}{50} \times \frac{65}{70} = \frac{247\text{LST}}{350\text{WT}}$$

$$\text{SD} = 247 \text{ LST} \times 3.0 \text{ mm} = 741 \text{ mm, khoảng } 29 \text{ in.}$$

Ví dụ 8: Trục vít me đặc biệt 7-1/3 tpi gia công ren 5½ tpi với bộ bánh răng:

$$40 - A - A - 30$$

SD bằng bao nhiêu?

$$\frac{\text{Truyền động}}{\text{Được truyền động}} = \frac{40}{30} = \frac{4\text{LST}}{3\text{WT}}$$

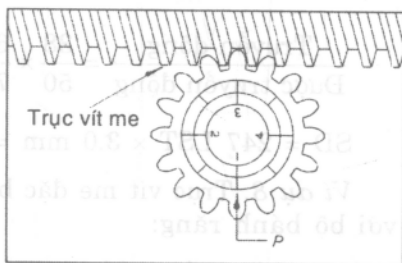
SD = 4 ren trục vít me 7-1/3 in = 0.5454 in

Trong loại ví dụ này (ví dụ 8), số đo SD chính xác là không cần thiết, do mục đích xác định SD là tìm vị trí (trên trục vít me đứng yên) để tái ăn khớp bộ nửa-đai ốc nhằm duy trì tính đồng bộ khi gia công ren.

ĐỒNG HỒ ĐO REN TRÊN TRỤC VÍT ME

Như bạn đã thấy, khi gia công các ren, chẳng hạn 7, 9, 11, 13, 19 tpi với trục vít me hệ Anh tiêu chuẩn, máy tiện có thể dừng ở cuối từng đường cắt, bộ hai nửa-đai ốc nhả khớp, tính đồng bộ sẽ lặp lại khi đưa bàn xe dao sang bên phải với chiều dài bằng một số nguyên lần inch để dao tách khỏi chi tiết, cho bộ hai nửa-đai ốc ăn khớp cho lần cắt kế tiếp. Tương tự, đối với các tpi chẵn, 10, 14, 18, 22, 16, bàn xe dao phải dịch chuyển ngang sang phải theo các đoạn ½ inch, và các tpi chia hết cho 4, chẳng hạn 12 và 20, sẽ dịch chuyển theo các đoạn ¼ inch. Nhược điểm của phương pháp này là phải dừng máy tiện trước khi nhả khớp bộ hai nửa-đai ốc, điều này dẫn đến nhu cầu sử dụng “đồng hồ đo ren”, còn gọi tắt là “đồng hồ trục vít me” (LSI – leadscrew indicator), cho phép không dừng máy tiện ở cuối từng đường cắt ren. Đồng hồ này ghi các thời điểm ăn khớp bộ hai nửa-đai ốc hợp lý khi máy tiện đang chạy và tích hợp các vòng quay trục vít me với chuyển dịch bàn xe dao sao cho các thời điểm ăn khớp bộ hai nửa-đai ốc được ghi một cách lặp lại từ vị trí bắt đầu chạy dao và bàn xe dao thuận lợi nhất.

Hình 14-1 minh họa đồng hồ trục vít me, về cơ bản bao gồm bánh vít ăn khớp với trục vít me, trục bánh vít được lắp



Hình 14-1. Đồng hồ trục vít me hệ Anh.

thẳng đứng ở đầu trên có đĩa chia với 4 phần chính gồm các số 1-2-3-4, và 4 phần chia nhỏ không ghi số. Trục chính này quay tự do trong ổ đỡ lắp trên bàn xe dao.

Số răng trên bánh vít luôn luôn bằng bội số ren trên trục vít me ký hiệu theo số ren/inch hoặc bước hệ mét (mm). Trong ví dụ này, bánh vít 16 răng ăn khớp với trục vít me 8 ren/inch, có thể lắp trên các máy tiện cỡ nhỏ. Các máy tiện lớn với trục vít me 4 ren/inch, có thể có bánh vít 16 răng, nhưng có các khác biệt nhỏ về dịch dịch các số đo trên đồng hồ.

Khi lắp đồng hồ lần đầu, cần điều chỉnh sao cho khi bộ hai nửa-đai ốc ăn khớp, một trong các vạch chia phải ở đối diện với dấu chuẩn, ký hiệu chữ P trên đồng hồ (Hình 14-1).

HOẠT ĐỘNG CỦA ĐỒNG HỒ TRÊN TRỤC VÍT ME

Nếu, khi trục vít me đứng yên, bàn xe dao dịch chuyển dọc theo băng máy, bánh vít đồng hồ coi trục vít me như thanh răng, đĩa chia trên đồng hồ sẽ quay. Nếu trục vít me có 8 ren/inch và bánh vít có 16 răng, một vòng quay trên đĩa đồng hồ sẽ đo dịch chuyển ngang của bàn xe dao đúng 2 in, nửa vòng quay sẽ tương ứng 1 inch... , cho đến các phần chia 1/8 biểu thị chuyển dịch hai ren trục vít me, tương ứng 1/4 inch.

Mặt khác, nếu bàn xe dao đứng yên, trục vít me quay, trục này sẽ tác động như trục vít truyền động đồng hồ, mỗi vòng quay hoàn chỉnh của đĩa đồng hồ sẽ biểu thị trục vít me quay đúng 16 vòng, nửa vòng quay của đĩa tương ứng 8 vòng quay của trục vít me...

Giả sử chiều dài 1 3/4 in của ren 9 tpi đang được gia công, khoảng dịch chuyển toàn phần của bàn xe dao là 2 in, để lại khoảng hở dao 1/4 in. Để dễ hiểu, bạn có thể chọn đường cắt thứ nhất được thực hiện khi LSI (đồng hồ trục vít me) chỉ số 1, dừng máy tiện khi hoàn tất đường cắt này và nhả khớp bộ hai-nửa đai ốc. Nếu bàn xe dao trở về bên phải qua khoảng cách đủ để LSI quay từ 1 đến 1, tương ứng khoảng dịch chuyển ngang 2 in, bộ hai-nửa đai ốc ăn khớp trở lại, sẵn sàng cho đường cắt kế tiếp, bảo đảm tính đồng bộ.

Bạn có thể nhận thấy, khi hai-nửa đai ốc ăn khớp và bàn xe dao thực hiện đường cắt, LSI đứng yên, do phần đó của bánh vít ăn khớp với trục vít me tác động theo cùng cách thức tựa như vài ren của bộ đai ốc ăn khớp và dịch chuyển cùng với bàn xe dao.

Bạn hãy khảo sát điều xảy ra đối với LSI khi cắt cùng chiều dài $1\frac{1}{4}$ in cho ren 9 tpi mà không dừng máy tiện khi hoàn tất từng đường cắt ren.

Với bàn xe dao ở vị trí khởi đầu, bạn chờ cho đến khi trục vít me quay LSI đến vị trí 1, sau đó cho bộ hai nửa-deai ốc ăn khớp để cắt ren. Khi nhả khớp hai nửa-deai ốc ở cuối đường cắt ren, LSI bắt đầu quay, trong thời gian bàn xe dao chạy sang phải 2 in, trục vít me có thể quay hai vòng, LSI sẽ trở về vị trí 1, tại thời điểm bàn xe dao dừng dịch chuyển sang phải, biểu thị một vòng quay cộng với $1/8$ vòng, ứng với 2 vòng quay của trục vít me. Thời điểm hoặc vị trí thích hợp để ăn khớp hai nửa đai ốc chỉ xảy ra ở từng 8 vòng quay của trục vít me, tại khoảng cách hành trình bàn xe dao là 1 hoặc bội số của 1 inch, với giả thiết bàn xe dao không thể dịch chuyển thêm $\frac{3}{4}$ in sang bên phải, cho đến khi trục vít me thực hiện thêm 6 vòng quay, ứng với LSI quay $3/8$ vòng đến vị trí 3, và bộ nửa-deai ốc có thể ăn khớp trở lại. Bạn cũng có thể nhận thấy, từ thời điểm nhả khớp bộ nửa-deai ốc đến khi ăn khớp trở lại, chi tiết gia công quay 9 vòng và trục vít me quay 8 vòng.

Nếu vì lý do bất kỳ, bộ nửa-deai ốc không ăn khớp đúng thời điểm (LSI đến vị trí 3), trục vít me có thể tiếp tục quay cho đến khi LSI trở lại vị trí 1, ứng với 8 vòng quay trục vít me.

LSI nêu trên thực hiện một vòng quay cho từng hành trình 2 in, được gọi là “LSI 2-inch”.

Khi trục vít me có bước 4 tpi và LSI có 16 răng, mỗi vòng quay của đồng hồ sẽ biểu thị hành trình bàn xe dao 4 in, được gọi là “LSI 4-inch” dù số ren trục vít me ứng với từng vòng quay của đồng hồ vẫn là 16. Bạn có thể tính khoảng hành trình bàn xe dao trong từng vòng quay của đồng hồ LSI theo quy tắc được trình bày sau đây.

Với LSI 2-inch, khi cắt bước ren lẻ, ví dụ 7, 9, 11,... thường có thói quen cho hai-nửa đai ốc ăn khớp tại các số lẻ trên đồng hồ (1 hoặc 3). Đối với số ren chẵn (chia hết cho 2), hai-nửa đai ốc có thể ăn khớp ở phần chia bất kỳ trên đồng hồ 1, 2, 3, hoặc 4. Đối với số chẵn chia hết cho 4, chẳng hạn 12 tpi với 3 ren và 20 tpi với 4 ren cho từng 2 ren của trục vít me, hai-nửa đai ốc có thể ăn khớp tại phần chia 1/8 trên đồng hồ.

Với LSI 4-inch và trục vít me 4 tpi, số ren lẻ có thể chọn tại số phần chia bất kỳ, 1, 2, 3, hoặc 4, biểu thị số inch hành trình của bàn xe dao. Số ren chia hết cho 2, chẳng hạn 6, 10, 14, có thể chọn tại 1/8 vòng quay bất kỳ của đồng hồ, ứng với hai ren trục vít me, tương đương 1/2 inch hành trình. Đối với các ren chia hết cho 4, chẳng hạn 4, 8, 12, 16, 20,... có thể không cần sử dụng LSI; dù đôi khi phải quan sát đồng hồ này để tránh ăn khớp hai-nửa đai ốc trên đỉnh ren trục vít me, điều có thể xảy ra khi khởi đầu đường cắt ren sai vị trí. Các đỉnh ren của hai-nửa đai ốc có thể kẹp chặt đỉnh ren trục vít me với lực đủ để dịch chuyển ngang bàn xe dao.

LSI bị giới hạn sử dụng khi SD của ren gia công bằng một vòng quay của đồng hồ, ví dụ 11½ tpi và các số tương tự chứa 1/2 đối với LSI 2-inch, 11¼ và các số tương tự chứa 1/4 đối với LSI 4-inch. 11½ tpi có 23 ren trên chiều dài 2 in, 11¼ tpi chứa 45 ren trên chiều dài 4 in.

Với phần lớn máy tiện ngày nay, phương pháp duy trì tính đồng bộ khi SD vượt quá khả năng của LSI chủ yếu là quy trình đảo ngược toàn phần. Cũng có thể áp dụng phương pháp này khi gia công ren hệ mét với vít me hệ Anh hoặc ngược lại.

Các ren trục vít xác định kích cỡ theo DP hoặc module cũng có các SD vượt quá khả năng của LSI. Ví dụ, số ren/inch thực tế khi trục vít ăn khớp với bánh răng 20 DP là $(6^{11}:35)$ số ren toàn phần tối thiểu trên chiều dài 5½ in.

Chú ý: Thường không cần sử dụng LSI trừ khi bộ bánh răng thay thế là chính xác (không dùng giá trị gần đúng) đối với bước ren được gia công. Nếu SD vượt quá hành trình của LSI, sẽ không thể sử dụng đồng hồ trục vít me.

Ví dụ, nếu thiếu bánh răng 38, tpi danh định 19 được gia công khi sử dụng trục vít me 8 tpi và bộ bánh răng:

$$35 - A - 50$$

$$45 - 75$$

SD 2-5/8 in vượt ra ngoài khả năng của LSI 2-inch, do loại đồng hồ này chỉ ứng dụng được trong các nhóm tối đa 2 in và các ước số của 2 in.

HỘP BÁNH RĂNG THAY THẾ VÀ LSI

Hiện nay, hệ mét hướng tới sự phát triển các đồng hồ trục vít me (LSI) với hộp bánh răng thay thế, thiết kế của chúng có lẽ dựa trên yếu tố khi cắt ren hệ mét sử dụng trục vít me hệ Anh và tỷ số chuyển đổi chính xác 50/127, SD, khoảng cách đồng bộ tối thiểu, tính theo inch, bằng 5 nhân với bước ren gia công tính theo mm.

Ví dụ, trục vít me 4 tpi và tỷ số 50/127, bước 1 mm với các khoảng đồng bộ (SD) 5-inch, tương ứng 20 vòng quay trục vít me, bước 2 mm với khoảng cách đồng bộ 10-inch, tương ứng 40 vòng quay trục vít me,...

Do đồng hồ trục vít me 4-inch có thêm đĩa đồng hồ được truyền động qua bộ giảm tốc với tỷ số 1:5 phải ghi 20 in (80 vòng quay trục vít me) trong một vòng quay của đĩa đồng hồ, 10 in (40 vòng) trong nửa vòng quay của đĩa, cho đến 1¼ in (5 vòng) trong 1/16 vòng quay của đĩa đồng hồ, đĩa này cần có bộ bánh răng thích hợp để chọn đúng các bước 4.0, 2.0, 1.0, 0.5, và 0.25 mm. Hộp tốc độ lựa chọn nhỏ được dùng để thay đổi tỷ số truyền động trục vít me khi điều khiển các bước ren khác. Ví dụ, tỷ số giảm tốc 4:25 dùng cho đĩa đồng hồ khi xử lý các bước ren 5.0, 2.5, và 1.25 mm, ứng với 100, 50, 25 vòng quay trục vít me và các khoảng cách 25 in, 12½ in, và 6¼ in.

Tuy nhiên, thời gian chờ đĩa đồng hồ biểu thị khoảng cách đồng bộ cho các ren bước thô tương đối dài, cộng với thời gian chạy dao sang phải để chuẩn bị cắt đường kế tiếp, dẫn đến lãng phí thời gian và giảm năng suất. Để giảm thời gian chết này, đồng hồ trục vít me được dùng chung với bộ nửa-đai ốc nhả

khớp tự động. Các đường cắt ren bắt đầu, ví dụ, tại số 1 trên LSI. Khi hoàn tất đường cắt, bộ nửa-đai ốc tự động nhả khớp. Máy tiện dừng lại, bàn xe dao chạy sang phải, máy tiện chạy ngược chiều cho đến khi đĩa LSI trở về vị trí khởi đầu, trong khi đó, bộ nửa-đai ốc ăn khớp trở lại, máy tiện chạy thuận chiều cho đường cắt kế tiếp, cho phép rút ngắn thời gian chết.

Tuy nhiên, các LSI có lẽ khó tồn tại lâu dài do sự xuất hiện các phương pháp mới rất hiệu quả, bảo đảm duy trì tính đồng bộ tốt hơn giữa các đường cắt ren.

ỨNG DỤNG ĐỒNG HỒ TRỤC VÍT ME

Khi gia công ren đến bậc hoặc đáy lỗ cụt theo cách sử dụng LSI thông thường, bàn xe dao có thể chạy quá mức làm gây mũi dao hoặc hư hại ren đang gia công. Để tránh nguy cơ này và gia công nhanh hơn, bạn có thể cắt ren bằng cách chạy máy tiện ngược chiều và dùng dao cắt ren ngược, thực hiện đường cắt từ trái qua phải. Chạy dao trở về bằng tay từ phải qua trái đến cỡ chặn, đồng hồ LSI được dùng để xác định khoảng cách đồng bộ. Đối với kiểu gia công này, máy tiện phải chạy ngược và ren gia công phải là loại thích hợp với LSI.

CÁC REN NGẮN HỆ MÉT

Phương pháp cài tiến nêu trên cho phép gia công ren đến đáy lỗ cụt hoặc bậc trên mặt trụ, tránh bàn xe dao chạy quá mức khi cắt ren hệ mét với trục vít me hệ Anh, hoặc ren hệ Anh với trục vít me hệ mét. Khi đó, tổng hành trình của bàn xe dao phải không vượt quá chiều dài cho phép cực đại của LSI. Đối với ren phải, phương pháp này như sau:

Thực hiện các đường cắt với dao đảo ngược (dao trái) và trục chính máy tiện quay ngược chiều. (Dao tiện ren trong cần có cán tay phải). Cỡ chặn bên trái giới hạn chuyển động sang trái của bàn xe dao và được xác lập với dao cắt tại vị trí khởi đầu theo yêu cầu. Máy tiện chạy ngược cho đến khi LSI có số đo là 1 và bộ nửa-đai ốc ăn khớp. Khi hoàn tất đường cắt, máy tiện dừng và bộ nửa-đai ốc nhả khớp. Dao lùi ra, bàn xe dao đến cỡ chặn bên trái. Trục chính máy tiện lúc này sẽ quay

thuận chiều cho đến khi LSI trở lại số 1, trục vít me và bàn xe dao ở đúng vị trí như lần cắt thứ nhất, trong khi máy tiện dừng, bộ nửa-đai ốc ăn khớp trở lại và máy tiện khởi động theo chiều ngược lại, sẵn sàng cho đường cắt thứ hai.

Chiều dài chi tiết gia công bị giới hạn theo 2 hoặc 4 in tùy theo LSI được sử dụng, do có thể nhầm lẫn nếu LSI thực hiện nhiều hơn một vòng quay. Điều quan trọng cần lưu ý là, với LSI 2-inch, hành trình toàn phần của bàn xe dao là 2 in và bắt đầu cắt khi LSI chỉ số 1, thời điểm dừng máy tiện khi hoàn tất đường cắt từ trái sang phải và bàn xe dao trở về cũ chặn bên trái là LSI lại chỉ số 1, ứng với đúng một vòng quay của đĩa đồng hồ. Tuy nhiên, khoảng cách đồng bộ sẽ không chính xác, nếu máy tiện quay theo chiều thuận chưa đủ để đĩa đồng hồ thực hiện trọn vẹn một vòng quay. Điều này cũng áp dụng cho LSI 4-inch, đòi hỏi hành trình bàn xe dao đúng 4 in.

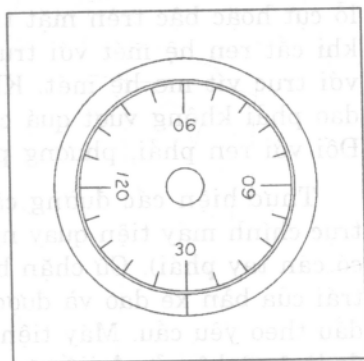
Nếu máy tiện có trục vít me hệ mét, LSI sẽ có các vạch chia 30-60-90-120 và hành trình cực đại của bàn xe dao là 120 mm (4.7244 in), quy trình cũng tương tự trục vít me hệ Anh: sau mỗi đường cắt ngược chiều, máy tiện phải chạy thuận chiều cho đến khi LSI đến đúng số đo đã chọn khi khởi động.

Đối với các ren trái, trục chính máy tiện phải quay thuận chiều khi cắt ren và đảo chiều khi nhả khớp bộ nửa-đai ốc và trục chính đang truyền động LSI trở về vị trí khởi đầu.

LSI VỚI TRỤC VÍT ME HỆ MÉT

Hình 14-2 trình bày loại LSI hệ mét lắp trên máy tiện Harrison sử dụng trục vít me với bước ren 6.0 mm. Một vòng quay đĩa đồng hồ biểu thị hành trình 120 mm của bàn xe dao, tương ứng 20 vòng quay trục vít me.

Bốn vạch chia có đánh số biểu thị hành trình thực tính theo



Hình 14-2. Đĩa đồng hồ dùng cho trục vít me hệ mét.

mm, và 20 phần chia nhỏ, mỗi phần biểu thị một ren trục vít me, ứng với hành trình bàn xe dao 6.0 mm.

Các hướng dẫn như sau:

A. Các bước 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2, 3, 6 mm.

Vạch bất kỳ trên đĩa đồng hồ, nghĩa là ăn khớp bộ nửa-đai ốc tại vị trí ngẫu nhiên trên trục vít me.

B. Các bước 1.25, 2.5, 5, 10 mm.

Vạch có số bất kỳ trên đĩa đồng hồ, ứng với các nhóm 5 ren trục vít me.

C. Bước 4.0 mm.

Vạch 60 hoặc 120, ứng với nhóm 10 ren trục vít me.

Các bước ren trong A là ước số chính xác của bước trục vít me, do đó, bộ nửa-đai ốc có thể ăn khớp vào thời điểm thuận tiện bất kỳ. Bước trục vít me 6.0 mm có đúng 12 ren 0.5 mm, 8 ren 0.75 mm, 6 ren 1.0 mm..

Trong B, bước ren gia công chứa số ren là số nguyên theo 5 ren trục vít me, ứng với $\frac{1}{4}$ vòng quay của đĩa đồng hồ, 5 ren trục vít me = 30 mm, chứa 24 ren 1.25 mm, 12 ren 2.5 mm, 6 ren 5 mm, và 3 ren 10 mm.

Trong C, bước 4.0 mm, có 15 ren ứng với 10 ren trục vít me. Chú ý: Tuy khoảng cách đồng bộ ngắn nhất của bước 4.0 mm trên bước trục vít me 6.0 mm là 2 ren trục vít me trong 3 vòng quay của chi tiết gia công, nhưng sẽ không thực tế khi đọc các cặp vạch chia không đánh số trên đồng hồ.

Bạn cũng có thể nhận thấy, các bước ren 0.4 và 0.6 mm cho phép chọn vạch chia bất kỳ trên đĩa đồng hồ, do 6.0 mm chứa đúng 15 ren 0.4 mm và 10 ren 0.6 mm. Đối với các bước ren là số nguyên của số vòng ren trong các nhóm 3 hoặc 7 ren trục vít me, chẳng hạn bước 0.45 mm, sẽ chứa 40 vòng trong khoảng 3 ren trục vít me, bước 1.75 mm chứa 24 vòng trong khoảng 7 ren trục vít me, bước 3.5 mm chứa 12 vòng trong khoảng 7 ren trục vít me, máy tiện phải đảo chiều với bộ nửa-đai ốc với trục vít me cho đến khi hoàn tất ren này. Điều đó cũng được áp dụng khi gia công ren hệ inch, trục vít tính theo

module hoặc DP (bước đường kính), và các bước ren khác nằm ngoài khoảng của đồng hồ trục vít me.

LẮP LẠI KHOẢNG ĐỒNG BỘ TỪ “DẤU PHẤN”

Tuy ngày nay phương pháp này không được chấp nhận, nhưng được sử dụng nhiều trong quá khứ. Khác với phương pháp đảo chiều quay trục chính hoặc quy trình “dừng và xác lập lại”, lấy dấu phấn là cách duy nhất để đạt được tính lắp lại đồng bộ cho các ren không phải bội số nguyên của các ren trục vít me. Đồng hồ trục vít me chỉ được sử dụng sau một thời gian dài gia công ren trên máy tiện.

Sau đường cắt ren thứ nhất, nếu bàn xe dao, trục vít me, trục chính máy tiện và chi tiết gia công trở về đúng vị trí như khi bắt đầu đường cắt thứ nhất, sau khi ăn khớp bộ nửa-đai ốc, đường cắt thứ hai sẽ theo đúng đường cắt thứ nhất.

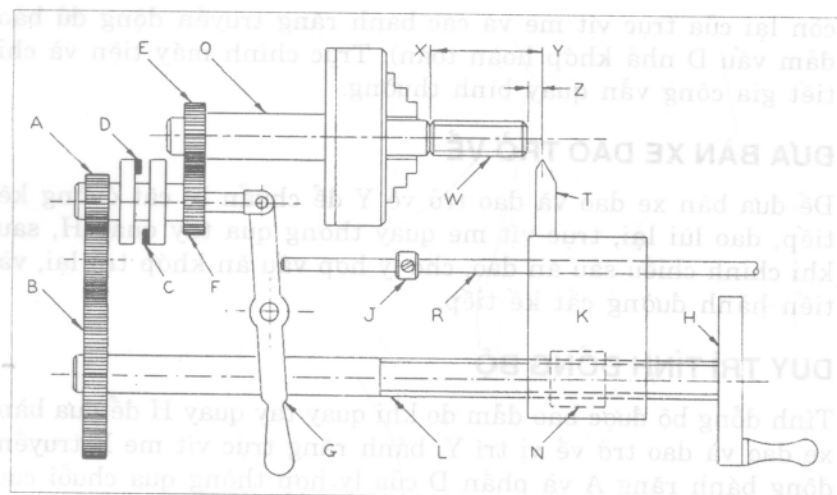
Phương pháp lấy dấu phấn như sau. Gài máy tiện ở tốc độ ứng với ren vít gia công, định vị bàn xe dao sao cho mũi dao hơi cách xa điểm khởi đầu trên chi tiết gia công, cho bộ nửa-đai ốc ăn khớp. Cho trục chính máy tiện quay một vòng qua chi tiết gia công. Phần ụ động được đẩy đến bàn xe dao để tạo thành cữ chặn bên phải. Đánh dấu phấn lên đỉnh trục vít me và mâm cặp truyền động chi tiết.

Sau đường cắt ren thứ nhất, máy tiện dừng hoặc chạy chậm lại, nhả khớp bộ nửa-đai ốc, bàn xe dao trở về cữ chặn bên phải. Máy tiện chạy chậm cho đến khi các dấu phấn trên trục vít me và mâm cặp trở về đúng vị trí ban đầu, khi đó có thể cho bộ nửa-đai ốc ăn khớp lại và thực hiện đường cắt thứ hai.

Phương pháp này thường không chính xác, chất lượng gia công không đồng đều, rất khó áp dụng khi gia công ren hệ mét với trục vít me hệ Anh hoặc ngược lại.

ĐIỀU KHIỂN BẰNG LY HỢP VẤU. KHOẢNG CÁCH ĐỒNG BỘ TỰ ĐỘNG

Bạn có thể thấy sử dụng ly hợp vấu là sự cải tiến phương pháp đảo chiều quay để đạt được sự đồng bộ giữa những lần cắt ren.



Hình 14-3. Sơ đồ nguyên lý sử dụng ly hợp vấu để điều khiển tính đồng bộ khí gia công ren.

Hình 14-3 minh họa nguyên lý của phương pháp này, ly hợp vấu (DC) được bổ sung cho các bộ phận gia công ren thông dụng. Ly hợp này lắp giữa bánh răng truyền động thứ nhất (A) và đầu ra bộ đảo chiều, bộ đảo chiều gồm các bánh răng E và F có tỷ số truyền 1:1. Ly hợp 'một vấu', nghĩa là mỗi nửa chỉ có một vấu, sao cho khi ăn khớp, quan hệ góc của chúng, và quan hệ giữa trục chính với bánh răng A không thể thay đổi.

ĐƯỜNG CẮT

Giả sử gia công ren được thực hiện với bộ nửa-đai ốc ăn khớp cho đến khi hoàn tất ren này. Từ Hình 14-3 có thể thấy để bắt đầu đường cắt ren, cho bộ nửa-đai ốc N ăn khớp, trục chính máy tiện quay. Ly hợp CD ăn khớp thông qua cần gạt G, đưa trục vít me L vào hoạt động, cho bàn xe dao K và dao T chuyển động từ phải sang trái (Y đến X).

Khi gần hoàn tất đường cắt ren, bàn xe dao K tiếp xúc với vòng J (đã được định vị thích hợp và khóa với thanh R) đưa thanh R sang trái đến đầu cần gạt G làm cho ly hợp CD nhả khớp, dừng trục vít me và bàn xe dao tại vị trí X. (Động lượng

còn lại của trục vít me và các bánh răng truyền động đủ bảo đảm vấu D nhả khớp hoàn toàn). Trục chính máy tiện và chi tiết gia công vẫn quay bình thường.

DƯA BÀN XE DAO TRỞ VỀ

Để đưa bàn xe dao và dao trở về Y để chuẩn bị cắt đường kế tiếp, dao lùi lại, trục vít me quay thông qua tay quay H, sau khi chỉnh chiều sâu ăn dao, cho ly hợp vấu ăn khớp trở lại, và tiến hành đường cắt kế tiếp.

DUY TRÌ TÍNH ĐỒNG BỘ

Tính đồng bộ được bảo đảm do khi quay tay quay H để đưa bàn xe dao và dao trở về vị trí Y, bánh răng trục vít me B truyền động bánh răng A và phần D của ly hợp thông qua chuỗi các vòng quay ren của chi tiết theo từng bước ren, không ảnh hưởng đến quan hệ giữa các bánh răng A và B. Ngoài ra, khi bộ nửa-đai ốc ăn khớp, tại từng vòng quay của vấu D, trục vít me sẽ dịch chuyển bàn xe dao với khoảng cách đúng bằng một bước ren của chi tiết theo hướng từ X đến Y, kể cả khi trục vít me chỉ thực hiện một phần vòng quay tại từng vòng quay của D.

Khi ly hợp ăn khớp cho đường cắt kế tiếp, thời điểm phần C tiếp xúc với D, mọi điều kiện đều hoàn toàn như lần cắt thứ nhất, bất kể tỷ số truyền giữa các bánh răng A và B. Bạn cũng có thể nhận thấy, do quan hệ giữa C và D không bao giờ lớn hơn hoặc nhỏ hơn đúng một vòng ren chi tiết, và một vòng ren chi tiết đúng bằng một bước ren gia công, quan hệ này không thể bị vi phạm.

Khi tái định vị bàn xe dao tại Y, khoảng hở đầu dao Z có thể được duy trì ở mức an toàn. Các ứng dụng đặc biệt của điều khiển ly hợp vấu yêu cầu các xác lập chuyên biệt lặp lại đối với chiều dài X-Y sẽ được xử lý ngay trong tiến trình gia công.

GIA CÔNG REN TRÁI

Khi gia công ren trái, thanh R khóa với cần gạt G, vòng J được xác lập và khóa với thanh R để định vị bàn xe dao tại vị trí

X, trục vít me đảo chiều quay, các đường cắt được thực hiện từ trái sang phải, và khi dao rời khỏi chi tiết gia công, ly hợp nhả khớp bằng tay thông qua cần gạt G. Sau đó, dao được định vị lại tại X thông qua tay quay H.

ƯU ĐIỂM CỦA LY HỢP VẤU

Điều khiển bằng ly hợp vấu có nhiều ưu điểm rõ rệt. Khoảng cách đồng bộ được bảo đảm cho mọi bước ren, bất kể trục vít me hệ mét hay hệ Anh và bước ren được gia công, nhưng đương nhiên không thể thiết lập bộ bánh răng thay thế không có khả năng duy trì tính đồng bộ.

Tính đồng bộ luôn luôn sẵn sàng ngay sau khi định vị lại dao cho lần cắt kế tiếp, gần như không mất thời gian chờ đợi như với đồng hồ trục vít me, do đó hoàn toàn không cần dùng loại đồng hồ này. Chuyển động ngang dừng tự động sẽ loại bỏ mọi lo lắng về khả năng dao chạy quá mức trong lỗ cụt hoặc bậc trên mặt trụ.

Với khả năng dừng tự động chuyển động ngang, có thể tăng tốc độ gia công ren (đến 500-1000 v/ph).

Chiều dài ren có thể được xác định trước trong phạm vi 0.001 in (0.025 mm) và không cần gia công trước rãnh thoát dao; rãnh này được hình thành dần dần từ dao tiện ren, rãnh có dạng vành tròn với cùng chiều sâu như ren gia công.

Không phát sinh vấn đề ăn khớp bộ nửa-đai ốc khi trục vít me quay nhanh – mọi ăn khớp bộ nửa-đai ốc đều được thực hiện khi trục vít me “dừng”, do đó mọi đường cắt ren đều được thực hiện ở đúng vị trí khởi đầu.

Chi tiết đang gia công ren có thể tiếp tục quay trong khoảng thời gian tùy ý giữa các đường cắt ren nhưng vẫn duy trì tính đồng bộ: đây là tính năng rất hữu ích, cho phép loại bỏ phoi và làm sạch bề mặt ren trước khi đo hoặc kiểm tra ren đang gia công. Với máy tiện ren thông dụng không có ly hợp vấu, khi cần tiện ren với bộ nửa-đai ốc ăn khớp (phương pháp đảo chiều), thời gian chi tiết quay giữa các đường cắt ren bị giới hạn theo khoảng cách bàn xe dao di chuyển dọc bằng máy tiện.

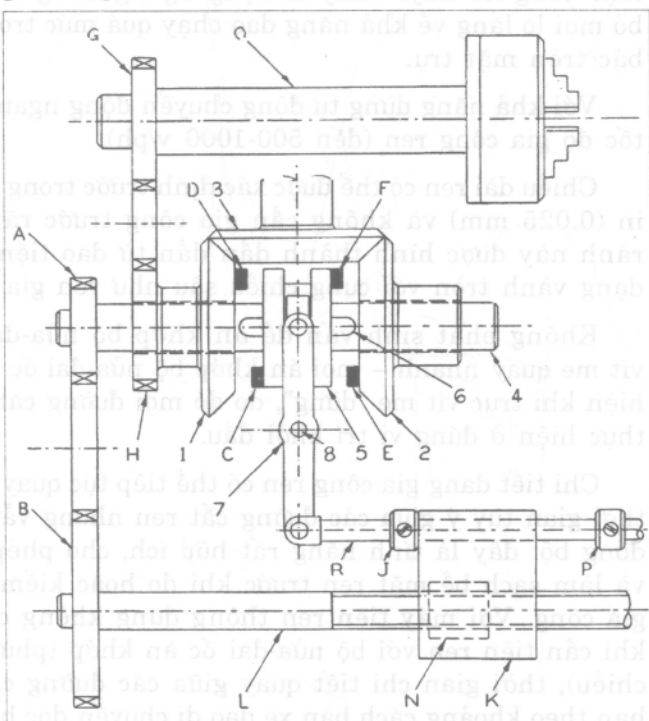
Điều khiển ly hợp vấu còn cho phép phân độ tự động các đầu mối khi gia công ren nhiều đầu mối, không cần dùng trục chính và chi tiết gia công trước khi tắt cả các đầu mối ren đều đạt chiều sâu yêu cầu, đồng thời cho phép tăng tốc độ cắt ren.

TRUYỀN ĐỘNG CHO TRỤC VÍT ME ĐẢO CHIỀU

Một số máy tiện hiện nay cùng với bộ ly hợp vấu còn cung cấp sự truyền động cho trục vít me đảo chiều, truyền động này được lấy từ tấm ly hợp riêng có chiều quay ngược, do đó không cần dùng tay quay. Sơ đồ trên Hình 14-4 minh họa một dạng ly hợp đảo chiều. Ly hợp này không được coi là tiêu chuẩn cho tất cả các máy tiện, nhưng rất hữu ích.

Phần này sẽ giả thiết gia công ren được thực hiện với bộ nửa-đai ốc N duy trì sự ăn khớp với trục vít me cho đến khi hoàn tất ren gia công.

Hình 14-4. Sơ đồ nguyên lý bộ điều khiển ly hợp vấu đảo chiều bảo đảm tính đồng bộ cho tất cả các bước ren.



Trục chính máy tiện O truyền động bánh răng nón 1 qua bộ bánh răng G-H theo tỷ số truyền 1:1. Bánh răng nón 2 được truyền động qua bánh răng nón 3 theo chiều ngược với bánh răng 1. Các bánh răng nón 1 và 2 quay tự do trên trục 4 có lắp bộ truyền động bánh răng thứ nhất A cho dây bánh răng trục vít me, hoặc dẫn động hộp số gia công ren.

Bánh răng 1 tích hợp với bánh răng 6, các bánh răng 1 và 2 bị giới hạn theo chuyển động đầu cuối.

Vấu 5 nối với trục 4 bằng then 6 cho phép vấu này trượt dọc trục thông qua cần gạt 7 và chốt xoay 8.

Các bánh răng 1 và 2 mang vấu truyền động D và E, còn vấu 5 chứa các vấu bị dẫn C và F.

VẬN HÀNH

Giả sử bàn xe dao K được định vị sát vành J, chuyển động ngược chiều kim đồng hồ của cần gạt 7 đẩy vấu 5 sang trái, các vấu ly hợp C và D ăn khớp với nhau, trục chính máy tiện quay, làm chuyển động trục 4 và bánh răng A, truyền động trục vít me L, ăn khớp bộ nửa-dai ốc, bàn xe dao K chuyển động ngang từ phải sang trái, khi tiếp xúc với vành J (cữ chặn) trên thanh điều khiển R, cần gạt 7 trở về vị trí trung hòa, nhả các vấu D-C, làm dừng quay trục vít me và dừng chuyển động bàn xe dao.

Để định vị lại bàn xe dao ở bên phải cho đường cắt ren kế tiếp, xoay cần gạt 7 theo chiều kim đồng hồ, cho ăn khớp các vấu E và F. Trục 4 và trục vít me đảo chiều, bàn xe dao K được truyền động đến vành P kéo thanh R sang phải và dịch chuyển vấu 5 về vị trí trung hòa, dừng trục vít me và dừng bàn xe dao.

Thanh điều khiển R có chiều dài tương đương với băng máy tiện, các vành (cữ chặn) J và P được xác lập trước theo vị trí và chiều dài của ren cần gia công, cộng với khoảng hở mũi dao.

CÁC REN TRÁI

Khi gia công ren trái, chuyển động bàn xe dao từ trái sang phải được dùng cho các đường cắt ren, và từ phải sang trái là chạy dao nhanh không cắt ren.

Chú ý (1). Khi sử dụng ly hợp đảo chiều, trục chính máy tiện không được phép quay ngược chiều. Nếu trục chính quay ngược chiều sẽ đảo chiều tác động của cần gạt 7 và các cỡ chặn J – P, do đó, thay vì nhả ly hợp, sẽ làm kẹt các vấu ly hợp.

Chú ý (2). Khi trả bàn xe dao về cỡ chặn cố định bên phải bằng bộ bánh răng - thanh răng để định vị dao nhanh trong khi gia công ren, ly hợp vấu đảo chiều đòi hỏi phải dừng hoặc khóa cần gạt đảo chiều để tránh sự ăn khớp các vấu ly hợp.

ĐỊNH VỊ LẠI NHANH

Nói chung, với trục vít me được truyền động đảo chiều, thời gian chạy dao trở về (không cắt) đúng bằng thời gian cắt ren; điều này gây lãng phí thời gian, đặc biệt khi chi tiết gia công có chiều dài lớn. Để khắc phục điều này có thể sử dụng bộ bánh răng - thanh răng để chạy dao nhanh về vị trí ban đầu:

1. Khi hoàn tất đường cắt thứ nhất (khi trục vít me tự động dừng lại), bạn hãy nhả khớp cho bộ nửa-đai ốc. Chi tiết vẫn có thể quay.
2. Bằng chuyển động ngang của bộ bánh răng - thanh răng, đưa bàn xe dao sang phải (X đến Y, Hình 14-3) qua một hoặc vài khoảng cách SD (đồng bộ) theo yêu cầu để định vị dao theo khoảng hở cần thiết. Cho bộ nửa-đai ốc ăn khớp và xác lập cỡ chặn bên phải cho bàn xe dao.
3. Xác định chiều sâu ăn dao, ăn khớp ly hợp vấu cho đường cắt kế tiếp.
4. Khi hoàn tất đường cắt thứ hai, nhả khớp bộ nửa-đai ốc, chạy bàn xe dao về cỡ chặn bên phải, tái ăn khớp bộ nửa-đai ốc, sẵn sàng cho đường cắt kế tiếp.

Chú ý: Khi sử dụng phương pháp này, từng đường cắt, sau khi khởi đầu, phải được thực hiện hoàn toàn, cho đến khi nhả ly hợp, để tránh sai lệch khoảng cách đồng bộ.

VÍ DỤ

Giả sử cần gia công ren 18 tpi chiều dài 10½ in sử dụng trục

vít me 4 tpi. Để đơn giản, chọn vật liệu và đường kính chi tiết gia công ren thích hợp với tốc độ trục chính 200 v/ph.

Số lượng vòng ren 18 tpi trên chiều dài $10\frac{1}{2}$ in là 189, chuyển động ngang với tốc độ 200 v/ph cần 56.7 giây, tính thêm khoảng hở mũi dao, thời gian tổng cộng khoảng một phút.

Chọn 10 là số lần cắt ren cần thiết để hoàn tất gia công. Nếu sử dụng ly hợp vấu có truyền động đảo chiều (X đến Y, Hình 14-3) cho từng đường cắt ren, mỗi hành trình trở về cũng sẽ mất một phút, tổng thời lượng chạy dao trở về sẽ là 10 phút.

Tiết kiệm thời gian

Sự định vị lại (chạy dao nhanh) bằng bánh răng-thanh răng, chỉ cần khoảng 3 giây, do đó thời gian tiết kiệm cho từng đường cắt là 57 giây, tổng thời lượng tiết kiệm cho một chi tiết là khoảng 9 phút rưỡi. Nếu cần gia công với số lượng lớn, chẳng hạn 250 chi tiết, số thời gian tiết kiệm có thể lên đến 40 giờ.

Tìm vị trí Y

Khi gia công ren 18 tpi với trục vít me 4 tpi, tỷ số truyền cơ bản là $4/18 = 2/9$, hai ren trục vít me tương ứng 9 vòng ren chi tiết gia công, khoảng cách đồng bộ (SD) tối thiểu là $\frac{1}{2}$ in. Chiều dài $10\frac{1}{2}$ in tương ứng 21 lần $\frac{1}{2}$ in, 20 đơn vị SD: vậy $X - Y = 11$ in và $\frac{1}{2}$ in khoảng hở mũi dao. Nếu chi tiết có vạt góc, có thể chọn khoảng cách $X - Y$ là $10\frac{1}{2}$ in. Các bước chính bao gồm: tìm giá trị SD, sau đó xác định vị trí Y cho mọi bước ren/inch tiêu chuẩn có thể gia công từ trục vít me hệ Anh 4 hoặc 8 tpi.

SỬ DỤNG BỘ BÁNH RĂNG – THANH RĂNG CHO REN HỆ MÉT

Giả sử bạn gia công bước ren 1.75 mm trên chiều dài 250 mm sử dụng trục vít me có bước 6.0 mm, cần xác định khoảng cách Y tính từ X.

Tỷ số truyền cơ bản đối với bước 1.75 mm với trục vít me 6.0 mm là $1.75:6.0 = 7/24$, tương ứng 7 ren trục vít me chứa 24 vòng ren chi tiết gia công. Giá trị SD = $7 \times 6.0 = 42$ mm.

Chiều dài 250 mm xấp xỉ $42 \text{ mm} \times 5.9$, nhưng không thể sử dụng số thập phân, do đó có thể chọn Y cách X khoảng 6 SD, $6 \times 42 = 252 \text{ mm}$. Giá trị này cho phép khoảng hở mũi dao 2 mm, sẽ đủ nếu có vật góc ở đầu chi tiết. Nếu không vật góc, phải cộng thêm một đơn vị SD cho khoảng cách X – Y, $252 + 42 = 294 \text{ mm}$, khoảng hở mũi dao sẽ là 44 mm (có thể phải dùng giá đỡ phụ ở giữa). Tuy nhiên, ngay cả với khoảng hở này, vẫn có thể tiết kiệm thời gian nếu sử dụng bộ bánh răng – thanh răng.

ĐỊNH VỊ BẰNG BÁNH RĂNG – THANH RĂNG, SỬ DỤNG BỘ BÁNH RĂNG CHUYỂN ĐỔI

Ví dụ, cần gia công bước ren 2.0 mm (tiêu chuẩn ISO) dài $7\frac{3}{4}$ in, trên phôi thép đường kính $\frac{3}{8}$ in, sử dụng trục vít me 8 tpi, bộ bánh răng thay thế:

35 — A — 25

36 — 80

Sử dụng giá trị gần đúng số No.15 cho tỷ số 50/127. Tỷ số truyền tối giản là $35/25 \times 36/80 = 63/100$, 63 ren trục vít me ứng với 100 vòng ren bước (danh định) 2.0 mm, và chiều dài chứa 63 ren trục vít me là 7.875 in. Do đó, khi hoàn tất từng đường cắt tại X, bàn xe dao di chuyển nhanh về cỡ chặn Y thông qua bộ bánh răng–thanh răng cách X $7\text{--}7/8$ in, kể cả $1/8$ in cho khoảng hở mũi dao. Nếu cắt ren này với tốc độ trục chính 200 v/ph, mỗi đường cắt ren cần 30 giây. Nếu cần nhiều đường cắt để ren đạt độ bóng cao, thời gian tiết kiệm do chạy dao nhanh bằng bộ bánh răng – thanh răng có thể đến 20 hoặc 30 phút.

ĐỊNH VỊ BẰNG BÁNH RĂNG – THANH RĂNG TRÊN MÁY TIỆN THÔNG DỤNG (PHƯƠNG PHÁP DỪNG – XÁC LẬP LẠI)

Trên các máy tiện thông dụng không có ly hợp vấu, khi gia công các ren ngoài phạm vi của đồng hồ trục vít me, ví dụ bước 1.75 mm với trục vít me 6.0 mm (tỷ số 7 ren trục vít me với 24 vòng ren của chi tiết), có thể định vị lại bàn xe dao sau

mỗi đường cắt bằng cách đảo chiều cả trục chính máy tiện và trục vít me, trong khi vẫn cho ăn khớp bộ nửa-đai ốc, cho đến khi hoàn tất gia công ren: “phương pháp đảo chiều hoàn toàn”.

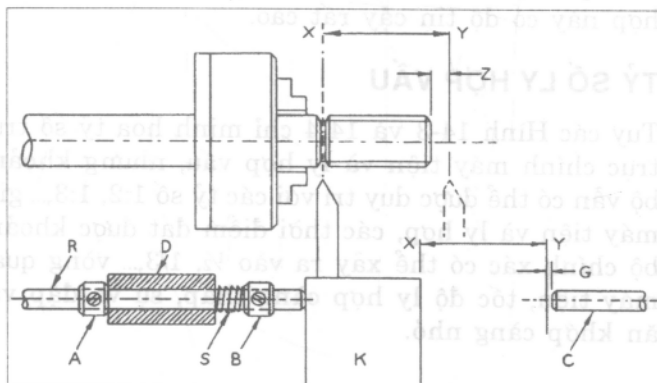
Nếu dừng ở vị trí X để đảo chiều máy tiện, bạn có thể xác định SD hoặc hành trình X – Y, và thay vì đảo chiều máy tiện, hãy để máy chạy không tải, nhả khớp bộ nửa-đai ốc, chạy ngang bằng bộ bánh răng – thanh răng đến cỡ chặn Y bên phải, cho ăn khớp bộ nửa-đai ốc, sau đó khởi động lại trục chính máy tiện. Điều này cho phép tiết kiệm thời gian khi gia công hàng loạt các ren dài; hơn nữa, do không dừng tự động trục vít me tại X, tốc độ tiện ren trở nên chậm hơn, chạy dao trở về với bộ nửa-đai ốc ăn khớp tốn nhiều thời gian hơn.

Tuy nhiên, hoàn toàn có thể định vị lại bàn xe dao bằng bộ bánh răng – thanh răng trên máy tiện thông thường, do:

1. Rãnh thoát dao có chiều rộng khoảng 1.5 - 2 bước ren của chi tiết gia công, cho phép các sai lệch nhỏ về vị trí X.
2. Bộ ‘đệm’ đàn hồi bên trái (khác với cỡ chặn bàn xe dao bên trái) có tính linh hoạt cao, cho phép bàn xe dao chạy hơi quá vị trí X.

Hình 14-5 minh họa các yêu cầu này. Thanh R kéo dài trượt tự do dọc trục trong ống lót D. Thanh R có hai vành có thể điều chỉnh dọc trục, A và B, với lò xo nén S lắp giữa B và ống lót cố định D. Với kết cấu này, sự chạy quá mức của bàn xe

Hình 14-5.
Nguyên lý vận hành của bộ đệm đàn hồi với bộ bánh răng–thanh răng trên máy tiện không có ly hợp vấu.



dao K bị lò xo S giới hạn, do đó không bị kẹt. Khi bàn xe dao trở về cỡ chặn C bên phải và hơi vượt quá tại X, lò xo S trở thành R về vị trí ban đầu, với vành A chặn trước ống lót D.

Các xác lập ban đầu có thể chính xác như trên Hình 14-5 với cỡ chặn C được định vị bên phải cách bàn xe dao K khoảng $\frac{1}{4}$ bước trục vít me (1.5 mm với bước trục vít me 6.0 mm), khi K đến vị trí Y. Khe hở nhỏ G cho phép dừng sớm máy tiện, nếu trục vít me quay không đủ nhanh để tái ăn khớp bộ nửa-đai ốc tại Y. Trước khi bộ nửa-đai ốc có thể ăn khớp sai vị trí ren trên trục vít me tại Y, sự chạy quá mức tại X có thể lên đến một bước ren trục vít me. Đây là điều không mong muốn. Mặt khác, nếu sự dừng tại X xảy ra quá sớm sẽ ngăn cản bộ nửa-đai ốc ăn khớp tại Y, có thể quay mâm cặp bằng tay để đưa các ren trục vít me về đúng vị trí ăn khớp bộ nửa-đai ốc.

Trong khi tiện ren, bạn nên chú ý quan sát khe hở giữa bàn xe dao và đầu thanh R; điều này là cần thiết khi tiện ren trong các lỗ cắt từ phải sang trái trên máy không có ly hợp vấu.

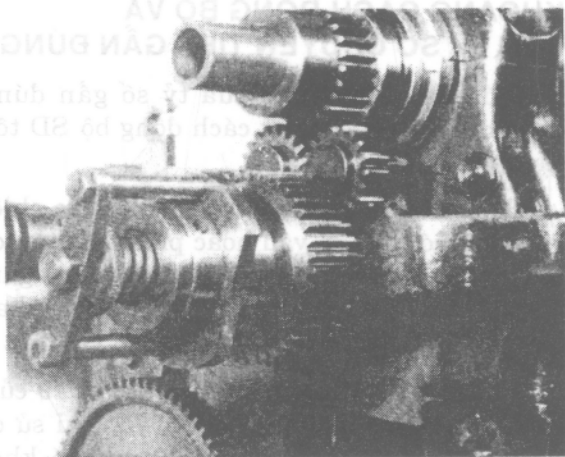
CÁC CHÚ Ý VỀ LY HỢP VẤU

Hình 14-6 minh họa một loại cơ cấu ly hợp vấu. Ly hợp này ăn khớp dưới tác dụng của lò xo và duy trì sự ăn khớp bằng liên kết qua tâm. Sự nhả khớp tức thời chịu tác động từ chuyển động ngang của bàn xe dao khi đến đầu thanh chặn, hoặc bằng cần gạt khi cần thiết. Sự nhả khớp tức thời bảo đảm các vấu không truyền động khi gần hoàn tất đường cắt ren. Loại ly hợp này có độ tin cậy rất cao.

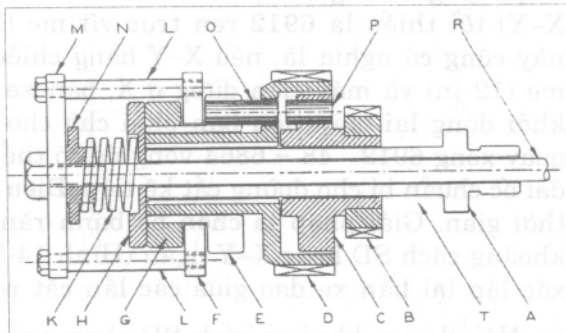
TỶ SỐ LY HỢP VẤU

Tuy các Hình 14-3 và 14-4 chỉ minh họa tỷ số truyền 1:1 giữa trục chính máy tiện và ly hợp vấu, nhưng khoảng cách đồng bộ vẫn có thể được duy trì với các tỷ số 1:2, 1:3,... giữa trục chính máy tiện và ly hợp, các thời điểm đạt được khoảng cách đồng bộ chính xác có thể xảy ra vào $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$,... vòng quay trục chính máy tiện, tốc độ ly hợp càng thấp, sự va đập vào thời điểm ăn khớp càng nhỏ.

- A. Đầu nối chính.
- B. Bánh răng nhỏ 25 răng.
- C. Truyền động vấu ly hợp
- D. Bánh răng 40 răng truyền động cho dây bánh răng
- E. Vấu ly hợp trượt, tự do trên A.
- F. Vành trượt
- G. Vành chặn.
- H. Vòng đệm chặn
- K. Lò xo (nhả ăn khớp)
- L. Các thanh liên kết
- M. Thanh nối chéo
- N. Đai ốc điều chỉnh



- O. Vấu di trượt
 - P. Vấu cố định
 - R. Thanh vận hành (nối với cần gạt điều khiển)
 - T. Khoảng trống cho chốt xoay cần gạt
- Khi thanh R chạy sang phải, kéo lò xo K, vấu O ăn khớp với vấu P, bánh răng D quay.



Hình 14-6. Cơ cấu ly hợp vấu

PHƯƠNG PHÁP CỦA NHẬT

Máy tiện của Nhật sử dụng bộ đai ốc trục vít me dưới dạng ổ bi tái tuần hoàn ăn khớp lâu dài với trục vít me. Khi gia công ren, sử dụng chốt hoặc khóa để đai ốc này không quay. Tất cả các ren đều được gia công bằng phương pháp đảo chiều hoàn toàn, dù máy tiện có động cơ đến 7 HP, tại thời điểm đảo chiều sẽ gây ra tải rất lớn cho động cơ điện.

Chuyển động ngang thông thường của bàn xe dao bằng tay được thực hiện bằng cách quay đai ốc trục vít me dọc theo trục này sử dụng tay quay và bộ bánh răng nón.

KHOẢNG CÁCH ĐỒNG BỘ VÀ CÁC TỶ SỐ CHUYỂN TIẾP GẦN ĐÚNG

Như đã đề cập, sai số của tỷ số gần đúng 50/127 càng nhỏ, hoặc ngược lại, khoảng cách đồng bộ SD tối thiểu hoặc khoảng cách X-Y càng lớn.

Điều này ít ảnh hưởng đối với các chiều dài ren ngắn khi gia công với ly hợp vấu hoặc phương pháp đảo chiều hoàn toàn, nhưng các tỷ số có sai số nhỏ thường ngăn cản khả năng xác lập lại bàn xe dao bằng bộ bánh răng – thanh răng giữa những lần cắt khi gia công ren trên các chi tiết dài.

Ví dụ, tỷ số gần đúng $6/7 \times 8/11 \times 12/19$ của công ty Colchester Lathe có sai số dương (+) 1/36575, khi sử dụng với trục vít me 4 tpi để gia công bước ren 6.0 mm có khoảng cách SD (hoặc X-Y) tối thiểu là 6912 ren trục vít me (khoảng 45 m). Điều này cũng có nghĩa là, nếu X-Y bằng chiều dài 48 ren trục vít me (12 in) và máy tiện dừng ở X, bàn xe dao tiến đến Y, khi khởi động lại máy tiện bạn phải chờ cho đến khi trục vít me quay xong $6912 - 48 = 6864$ vòng để có thể tái ăn khớp bộ nửa-đai ốc chuẩn bị cho đường cắt kế tiếp. Điều này sẽ tốn rất nhiều thời gian. Giải pháp là chọn bộ bánh răng thay thế khác với khoảng cách SD hoặc X-Y ngắn (Hình 14-3) thích hợp cho việc xác lập lại bàn xe dao giữa các lần cắt ren.

Nói chung, khoảng cách SD càng ngắn, tỷ số chuyển tiếp càng ít chính xác, nhưng nếu các sai số bước ren là chấp nhận được, tốc độ gia công sẽ nhanh hơn nếu chọn được tỷ số thích hợp. Bảng 14-1 cung cấp các tỷ số cơ bản cho 30 bước ren hệ mét gia công với trục vít me 4 tpi.

Chú ý: Đối với trục vít me 8 tpi, bạn cần chia đôi mẫu số, hoặc nhân đôi tử số. Bước cực đại đối với trục 8 tpi không quá 6.0 mm. (Nếu có hộp số lựa chọn, bước ren hệ mét với trục 8 tpi thường không quá 3.0 mm).

Bảng này còn được dùng để xác định tỷ số gần đúng khi cần phân độ tự động hoặc bán tự động các đầu mối trong quá trình gia công ren nhiều đầu mối.

Trong bảng này, những ví dụ với sai số dưới 1/1000 (0.001 in/inch) có ghi thêm dấu *. Không tỷ số nào có sai số lớn hơn 1/250 (± 0.004 in/inch).

Có thể xác định bước hệ mét gần đúng từ các tỷ số nêu trên theo công thức: truyền động/được truyền động $\times 6.35$ (hoặc $\times 127/20$).

Ví dụ, tỷ số 17/18 áp dụng cho bước chính xác 6.0 mm, bước gần đúng = $17/18 \times 6.35 = 5.9972221$ mm, sai số là -0.00277 mm nếu trục vít me hoàn hảo.

Bảng cung cấp các tỷ số dưới dạng tối giản để dễ dàng lựa chọn các xác lập X – Y tối thiểu cho bước ren hệ mét bất kỳ cần gia công. Trong từng ví dụ, tử số bằng số ren trục vít me tối thiểu trong xác lập X – Y bất kỳ, do đó nhân tử số với bước trục vít me sẽ có số đo X – Y tối thiểu.

Ví dụ, lấy tỷ số 17/18 cho bước ren 6.0 mm: 17 ren trục vít me $\times$ bước 0.925 in = 4.25 in = xác lập X – Y tối thiểu. Do đó, tùy theo chiều dài cần gia công bước ren 6.0 mm, các khoảng cách xác lập X – Y có thể như sau:

Xác lập No.	X – Y tối thiểu (inch)	Chiều dài gia công ren (inch)
1	4.25	4.125
2	8.5	8.375
3	12.75	12.625
4	17.0	16.875
5	21.25	21.125

Trong mỗi ví dụ này, khoảng hở mũi dao cho phép là 1/8 in, do đó với bước ren 6.0 mm trên chiều dài 12 in có thể chọn xác lập No.3, khoảng hở mũi dao (Z) là $\frac{3}{4}$ in.

Bạn có thể thấy tỷ số 17/18 đối với bước ren 6.0 mm được rút ra từ tỷ số gần đúng No.27 của tỷ số chuyển đổi 50/127, và với tỷ số gần đúng đó, xác lập X – Y tối thiểu này có thể áp dụng cho các bước 12.0, 9.0, 6.0, 4.0, 3.0, 2.0, 1.5, 1.0, 0.8, 0.75, 0.6, và 0.5 mm, dù tỷ số gần đúng với tử số 17 không phải lúc nào cũng xuất hiện trong cột 1 của bảng.

Tỷ số		Tỷ số gần đúng												Tỷ số cơ bản tối thiểu				
Bước	mm chính xác	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
12.0	240	17*	36 19	49 26	66 35	70 37	74 39	2×50 1×53	2×69*									
11.5	230	29*	38*															
11.0	220	16	21	27	37													
	220	19	26*	33	45*													
	227	11	15	19	26													
10.5	210	28	33	38*	43*	48*	53	58	63	68	71	81*						
	207	17	20	23	26	29	32	35	38	41	43	49						
	207	11	30	41	52*	63*	2×37*	2×40	2×48*	2×56	2×59*	2×67	2×70					
10.0	200	7	19	26	33	40	1×47	1×51	1×61	1×71	1×75	1×85	1×89					
9.5	190	3																
	127	2																
9.0	180	17*	24	27	44	2×39*	2×46	2×49										
	127	12	17	19	31	1×55	1×65	1×69										
	127	4	47	51	55	59	63	67	71*	75*								
8.5	170	3	35	38	41	44	47	50	53	56								
8.0	160	24	34*	39	44	63*	2×46*											
	127	19	27	31	35	50	1×73											
	150	13*	20	32	33	45	46	58	59*	71	72*	84	85*					
7.5	127	11	17	27	28	38	39	49	50	60	61	71	72					
	140	11	21	32*	43*	54*	76*	85										
7.0	127	10	19	29	39	49	69	77										
	130	38	39	40	41	42*	43*	44*	45*	46	47	81	83					
6.5	127	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	79	81					
6.0	120	17*	18	33	35	37	49	50	52*	53	67	69*	71					
	127	18	19	35	37	39	52	53	55	56	71	73	75					
5.5	110	13*	19	33	45*													
	127	15	22	38	52													
5.0	100	11	15	26*	37*	40	41	48*	56	59*	63*	67	70					
	127	14	19	33	47	51	52	61	71	75	80	85	89					
4.5	90	12	17*	22	27	29	39*	46	49	56*	61*							
	127	17	24	31	38	41	55	65	69	79	86							

Bước T. số c. bản
mm

chính xác 1

4.0

80

12

127

19

70

11

16*

3.5

60

17*

25

26*

33

35

3.0

127

36

13*

50

11

2.5

127

28

33

38

51

61

2.0

40

6

17*

23*

1x39

2x62

4x50

1x43

1.75

127

29

40

69

2x38

2x49

2

17*

27

35

21

27*

3.5

60

17*

25

26*

33

35

3.0

127

36

13*

50

11

2.5

127

28

33

38

51

61

2.0

40

6

17*

23*

1x39

2x62

4x50

1x43

1.75

127

29

40

69

2x38

2x49

Tỷ số gần đúng

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

Tỷ số cơ bản tối thiểu

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

Bảng 14-1. Các tỷ số truyền cơ bản dùng cho bước hệ mét khí gia công với trục vít me 8 tpi.

Đối với trục vít me 8 tpi có thể chuyển đổi các tỷ số như sau:

(1) Chia đôi mẫu số, hoặc (2) Giữ nguyên mẫu số, nhân đôi tử số

Chú ý, bước ren hệ mét gia công từ trục vít me 8 tpi không qua 6,0 mm.

* Các tỷ số có sai số dưới 0,1%.

Không có tỷ số nào có sai số quá 0,4%.

Bước (mm) được tính từ công thức: P (mm) = Dẫn động/bi dẫn x 127/20

SỬ DỤNG CÁC BẢNG

Phần này sẽ trình bày thêm vài ví dụ về sử dụng Bảng 14-1.

1. Yêu cầu: gia công ren chiều dài 3.0 in với bước 3.5 mm. Bạn có thể chọn một trong sáu tỷ số gần đúng với tử số từ 1 đến 43. Số No.1 có 11 ren trục vít me tương ứng 20 ren chi tiết gia công. 11 ren vít me bước 0.25 in sẽ dài 2.75 in, do đó khoảng X – Y quá ngắn. Nhân khoảng cách này với 2 = 5.5 in, đây là giá trị không thuận tiện do khoảng hở Z đến 2½ in. Tỷ số kế tiếp, No.2, $16/29 = 16 \times 0.25 = 4$ in (khoảng cách X–Y), đủ cho khoảng hở Z là 1 in.

Bước thực tính theo tỷ số 16/29 là 3.5034482 mm, sai số 0.0001357 in.

2. Yêu cầu: chiều dài 5 in, bước 4.0 mm. Đối với bước này, trên bảng có 6 tỷ số gần đúng. 5 in = 20 ren trục vít me bước 0.25 in. Tỷ số gần đúng No.3, 22/35, là lựa chọn thích hợp. 22 ren trục vít me có chiều dài 5½ in = X – Y, cho phép khoảng hở Z là ½ in. Bước thực là 3.9914285 mm, sai số 1/466.
3. Yêu cầu: chiều dài 10 in, bước 7.0 mm. 10 in = 40 ren trục vít me bước 0.25 in. Tỷ số gần đúng No.4, 43/39 là lựa chọn thích hợp. 43 ren trục vít me $\times 0.25 = 10.75$ in, do đó với X – Y = 10 ¾ in sẽ có khoảng hở là Z ¾ in. Sai số 1/5460.

Đối với ren mịn, bạn cần xem các cột tỷ số cơ bản chính xác. Ví dụ, X–Y tối thiểu của bước 1.0 mm theo tỷ số truyền 20/127 là 20 ren trục vít me = 5 in. Chỉ các tỷ số gần đúng No.1, 2, 3, và 4 là có khoảng cách xác lập X–Y đủ ngắn.

XÁC LẬP KHOẢNG CÁCH BÁNH RĂNG – THANH RĂNG HỆ MÉT – HỆ ANH

Bảng 14-2 cung cấp các lựa chọn tỷ số gần đúng để gia công ren hệ Anh sử dụng trục vít me hệ mét với bước 6.0 mm.

Chú ý: Đối với trục vít me có bước 3.0 mm, bạn hãy chia đôi mẫu số hoặc nhân đôi tử số. Số ren/inch tối đa đối với trục vít me bước 3.0 mm không quá 4.

Các bảng hệ mét - hệ Anh được sử dụng tương tự hệ Anh - hệ mét, ngoại trừ các tỷ số cơ bản chính xác không thể áp dụng cho các chiều dài gia công ren quá ngắn so với 127 ren trục vít me $\times 6.0 \text{ mm} = 762 \text{ mm}$ (30 in). Hai tpi, 2.75 và 3.25, có khoảng cách X - Y tối thiểu là 1524 mm; hai tpi, 2.625 và 2.825, có X-Y tối thiểu là 508 ren trục vít me = 3048 mm.

Để kiểm tra bước inch ứng với tỷ số gần đúng bất kỳ, bạn nhân tỷ số dẫn động/bị dẫn với 30/127 (hoặc 0.2362204). Giá trị đảo sẽ là số ren/inch.

Ví dụ, tỷ số gần đúng No.2 cho 8 tpi: $9/17 \times 30/127 = 0.1250578 \text{ in}$, giá trị đảo là 7.9963025 tpi. Sai số bước là 57.8 phần triệu in.

Các ví dụ về sử dụng Bảng 14-2, hệ mét - hệ Anh.

1. Yêu cầu: chiều dài 10 in, 8 tpi. $10 \text{ in} = 254 \text{ mm}$; $254/6 = 42.333$, tương ứng 43 ren trục vít me bước 6.0 mm. Chọn tỷ số gần đúng No.2, $9/17$. $43/9 = 4.77\dots$, làm tròn đến 5; $5 \times 9 = 45$ ren trục vít me bước 6.0 mm, $X - Y = 45 \times 6 = 270 \text{ mm}$. Chiều dài gia công ren là 254 mm, khoảng hở Z sẽ là $270 - 254 = 16 \text{ mm}$.
2. Yêu cầu: chiều dài 12 in, 6 tpi. $12 \text{ in} = 304.8 \text{ mm}$, chia cho 6.0 mm (bước trục vít me) = 50.8, làm tròn đến 51. Có thể chọn tỷ số gần đúng No.1, $17/24$, lấy tử số nhân với 3 = 51 ren trục vít me, $51 \times 6 = 306 \text{ mm}$, khoảng hở Z là 1.2 mm, cần vạt góc ở đầu chi tiết gia công ren. Sai số bước là 0.000656 in.

Nếu chọn tỷ số gần đúng No.2, $12/27$, $4 \times 12 = 48$ ren trục vít me, sẽ quá ngắn; còn $12 \times 5 = 60$ ren trục vít me, tương ứng chiều dài 360 mm, khoảng hở Z 55.2 mm, sẽ quá dài.

3. Yêu cầu: chiều dài 5 in, bước 3 tpi. $5 \text{ in} = 127 \text{ mm}$. $127/6 = 21.16$ tương ứng 22 ren trục vít me. Tỷ số gần đúng nhất là No.2, $24/17$. $24 \times 6 = 144 \text{ mm} =$ khoảng cách X - Y. $144 \text{ mm} - 127 \text{ mm}$ (chiều dài chi tiết) = 17 mm = khoảng hở Z. Sai số bước từ tỷ số này là 154 phần triệu in/inch.

Bước T.số cơ bản
mm chỉnh xác 1

	2	3	4	5
2	127 60 9	36* 17 27	53 25 39	55 26 56
2.5	127 75 10	16 23 33	23 34 45	30* 50* 59
2.625	508 315 21	21 28 31	28 43 54	31 41 57
2.75	254 165 11	37 24 35	43 28 48	54 37 57
2.875	508 345 15	28* 19 21	31 21 32	53* 66 81
3	127 90 12	25 17 24	31 21 38	59 40 65
3.25	254 195 10	30 23 29	43* 33 40	64 49 69
3.5	127 105 14	19 24 33	29 35 47	53 64 81
4	127 120 16	18* 19 27	35 47* 50	89 84 81
4.5	127 135 17	31 33 35	49 52 58	78 84 89
5	127 150 20	27 32 39	50 58 66	84 91 100
6	127 180 24	22 27 34	46 54 63	100 110 120
7	127 210 28	23* 30 38	28* 41 50	120 130 140
8	127 240 32	19 26 34	35 44 54	140 150 160
9	127 270 36	17 25 33	33 43 53	160 170 180
10	127 300 40	14 22 30	30 40 50	180 190 200
11	127 330 44	13 23 31	27 37 47	200 210 220

	6	7	8	9	10	11	12
2	70 33 5	74 35 7	87 41 8	89 42 9	100 45 10	110 48 11	120 51 12
2.5	100* 59 23	100* 66 28	100* 74 31	100* 82 34	100* 90 37	100* 98 40	100* 106 43
2.625	100* 66 41	100* 74 44	100* 82 47	100* 90 50	100* 98 53	100* 106 56	100* 114 59
2.75	100* 57 37	100* 64 41	100* 72 45	100* 80 49	100* 88 53	100* 96 57	100* 104 61
2.875	100* 53* 31	100* 60 35	100* 68 39	100* 76 43	100* 84 47	100* 92 51	100* 100 55
3	100* 58 41	100* 65 46	100* 73 50	100* 81 54	100* 89 58	100* 97 62	100* 105 66
3.25	100* 56* 47	100* 63 49	100* 71 53	100* 79 57	100* 87 61	100* 95 65	100* 103 69
3.5	100* 52* 43	100* 59 45	100* 67 49	100* 75 53	100* 83 57	100* 91 61	100* 99 65
4	100* 50 49	100* 57 50	100* 65 53	100* 73 57	100* 81 61	100* 89 65	100* 97 69
4.5	100* 50 52	100* 57 53	100* 65 56	100* 73 60	100* 81 64	100* 89 68	100* 97 72
5	100* 50 58	100* 57 59	100* 65 62	100* 73 66	100* 81 70	100* 89 74	100* 97 78
6	100* 50 63	100* 57 64	100* 65 69	100* 73 73	100* 81 77	100* 89 81	100* 97 85
7	100* 50 69	100* 57 70	100* 65 75	100* 73 79	100* 81 83	100* 89 87	100* 97 91
8	100* 50 74	100* 57 75	100* 65 80	100* 73 84	100* 81 88	100* 89 92	100* 97 96
9	100* 50 79	100* 57 80	100* 65 85	100* 73 89	100* 81 93	100* 89 97	100* 97 101
10	100* 50 84	100* 57 85	100* 65 90	100* 73 94	100* 81 98	100* 89 102	100* 97 106
11	100* 50 89	100* 57 90	100* 65 95	100* 73 99	100* 81 103	100* 89 107	100* 97 111

Bước T.số c.bản		Tỷ số gần đúng											Tỷ số cơ bản tối thiểu			
mm	chính xác	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
12	127	6*	17	29	31	1x41	1x55*	1x65	1x67*	1x73*	1x75					
	360	17	48	82	88	2x58	4x39	4x46	2x95	9x23	4x53					
14	127	10	13*	16	17	23*	29*	1x35	1x63	1x75*	1x81*					
	420	33	43	53	56	76	96	2x58	4x52	4x62	4x67					
16	127	9*	13	17	19	22	1x35	1x37	1x53	1x55*	1x87	1x89				
	480	34	49	64	72	83	2x66	2x70	4x50	4x52	4x82	4x84				
18	127	4*	19	1x25	1x31	1x33	1x39	1x47*	1x49	1x55*	1x63*	1x65	1x79*			
	540	17	81	2x53	2x66	2x70	2x83	4x50	4x52	6x39	4x67	4x69	4x84			
19	127	2	1x29	1x33*	1x37*	1x39*	1x41*	1x49*	1x76*							
	570	9	5x26	4x37	2x33	5x35	4x46	4x55	11x31							
20	127	7	11*	17	1x25*	1x27	1x39									
	600	33	52	80	2x59	2x64	2x92	1x63								
22	127	5*	17	1x23	1x27	1x43	1x57*	1x63								
	660	26	88	2x60	2x70	4x56	4x74	4x82	1x65*	1x73*	1x75					
24	127	3*	17	1x19	1x29	1x31	1x41	1x55*	1x65*	1x73*	1x75					
	720	17	96	2x54	2x82	2x88	4x58	8x39	8x46	4x95	8x53					
26	127	7*	8	1x22*	1x29*	1x43*	1x57*	1x85*								
	780	43	49	5x27	2x89	4x66	5x70	6x87								
28	127	5	8	1x13*	1x17	1x23*	1x29*	1x35	1x44*	1x63	1x75*	1x81*				
	840	33	53	2x43	2x56	2x76	2x96	4x58	3x97	8x52	8x62	8x67				
32	127	9*	11	13	1x17	1x19	1x35	1x37	1x53	1x55*	1x87*					
	960	68	83	98	2x64	2x72	4x66	4x70	8x50	8x52	8x82					
36	127	2*	1x19	1x25	1x31	1x33	1x39	1x47*	1x49	1x55*	1x63	1x65	1x79			
	1080	17	2x81	4x53	4x66	4x70	4x83	8x50	8x52	12x39	8x67	8x69	8x84			
40	127	7	1x11*	1x17	1x25*	1x27	1x39									
	1200	66	2x52	2x80	4x59	4x64	8x46									

Bảng 14-2. Các tỷ số truyền cơ bản dùng cho ren hệ inch (số ren/inch)
khi gia công với trục vít me có bước 6.0 mm.

* Các tỷ số có sai số dưới 0.1%.

Không có tỷ số nào có sai số quá 0.4%.

Bước (inch) được tính từ công thức: Bước (in) = Dẫn động/bi dẫn x 30/127

Đối với trục vít me có bước 3.0 mm, có thể chuyển đổi các tỷ số như sau:

(1) Chia đôi mẫu số, hoặc (2) Giữ nguyên mẫu số, nhân đôi tử số
Chú ý, số ren/inch gia công với trục vít me 3.0 mm không quá 4.

Chương 15

Ren nhiều đầu mối

Nếu đường xoắn 8 tpi được cắt dưới dạng ren Whitworth 55° , thay vì đến chiều sâu 0.080 in, chỉ cắt đến 0.040 in, sẽ để lại các đỉnh ren rất rộng, đủ để cắt đường xoắn thứ hai, sâu 0.040 in, giữa đường cắt thứ nhất.

Các ren này có dáng vẻ như 16 tpi. Loại ren “kép” này được gọi là ren 2-đầu mối (Hình 15-1). Ý nghĩa ở đây là dao cắt đầu mối thứ hai đúng vào khoảng giữa ren thứ nhất, được gọi là phân độ đầu mối (ren).

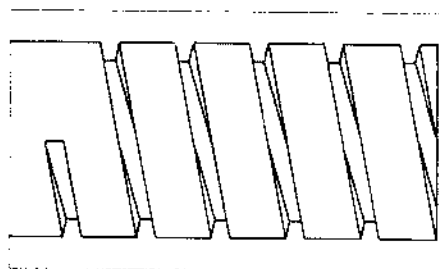
Ren có hai hoặc nhiều đường xoắn được gọi là ren nhiều đầu mối (nhiều dây). Có thể có số ren (số đầu mối) bất kỳ, nhưng thông dụng nhất là 1, 2, 3, 4, 5, và 6 đầu mối.

BƯỚC VÀ BƯỚC XOẮN

Đối với ren một đầu mối, bước và bước xoắn là như nhau. Nhưng với ren nhiều đầu mối, cần phân biệt bước ren và bước xoắn.

BƯỚC XOẮN

Bước xoắn (bước tiến) của ren vít là khoảng cách tiến dọc trục khi quay một vòng (360°) qua đai ốc cố định. Định nghĩa này áp dụng cho ren vít bất kỳ, một hoặc nhiều đầu mối.



Hình 15-1. Ren nhiều đầu mối. Ren này có đủ chỗ giữa các vòng ren để cắt ren thứ hai tương tự ren thứ nhất, do đó được gọi là ren hai đầu mối.

BƯỚC

Bước ren là khoảng cách từ một điểm trên ren đến điểm tương ứng trên ren kế cận. Nói cách khác, bước ren là khoảng cách, ví dụ, từ tâm đỉnh của một ren đến tâm đỉnh ren gần nhất. Điều này cũng áp dụng cho cả ren một và ren nhiều đầu mối.

Như vậy, trong ví dụ nêu trên, bạn có ren hai đầu mỗi bước xoắn 8 tpi, sau khi cắt ren thứ hai giữa ren thứ nhất, bước sẽ là 1/16 in (16 ren/inch), dù máy tiện vẫn giữ nguyên bộ bánh răng gia công ren có bước xoắn 1/8 in.

CÔNG DỤNG CỦA REN NHIỀU ĐẦU MỐI

Ren nhiều đầu mối được sử dụng khi cần tạo ra chuyển động dọc trục lớn từ chuyển động quay nhỏ, chẳng hạn để hội tụ ống kính máy ảnh, vận hành máy ép...

Nhưng, tại sao không sử dụng ren thô? Điều này có thể được trả lời bằng ví dụ. Giả sử có ống hợp kim đồng với chiều dày thành ống 0.070 in, cần gia công ren để tiến 1/8 in trong mỗi vòng quay. Nếu gia công ren 8 tpi dạng Whitworth, chiều sâu ren sẽ là 0.080 in, vượt quá chiều dày ống, do đó cần gia công hai bước xoắn riêng rẽ 0.125 in với một nửa chiều sâu (0.040 in) hoặc ba bước xoắn 0.125 in với 1/3 chiều sâu, chiều dày thành ống còn lại sẽ là 0.043 in.

TIÊU CHUẨN HÓA

Nói chung, hiện nay chưa có tiêu chuẩn chuyên biệt cho ren nhiều đầu mối, do đó bạn có thể thiết kế các ren nhiều đầu mối dựa trên một trong hai yếu tố:

1. Xác định bước xoắn và số đầu mối ren, chấp nhận bước ren.
2. Xác định bước ren và số đầu mối, chấp nhận bước xoắn.

Do bước ren đã được chuẩn hóa cho ren một đầu mối, yếu tố thứ hai có lẽ hợp lý hơn, nếu bước tiến dọc trục/vòng quay là yêu cầu chính, bước ren có thể hơi khác với tiêu chuẩn.

Trước khi gia công ren nhiều đầu mối, bạn cần biết bước xoắn có thể thiết lập tỷ số truyền tương ứng trên máy tiện. Lý do chính là xác định đúng chiều sâu ren.

Các công thức dưới đây bao quát mọi yêu cầu thông dụng về gia công ren nhiều đầu mối.

1. Khi bước xoắn (tính theo tpi) được coi là chuẩn, bước ren sẽ thay đổi tùy theo số đầu mối:

$$\text{Bước} = \frac{1}{\text{Tpi bước xoắn} \times \text{số đầu mối}}$$

- 1a. Nếu bước xoắn là độ đo tuyến tính, và bước tính theo “số bước/inch – ppi”:

$$\text{PPI} = \frac{1}{\text{Bước xoắn}} \times \text{Số đầu mối}$$

- 1b. Hoặc, đơn giản hơn, nếu bước xoắn tính theo tpi, và bước là ppi:

$$\text{PPI} = \text{Tpi của bước xoắn} \times \text{số đầu mối}$$

2. Khi bước được coi là chuẩn, bước xoắn sẽ thay đổi tùy theo số đầu mối.

$$\text{Bước xoắn (tuyến tính)} = \text{Bước} \times \text{số đầu mối}$$

- 2a. Nếu bước xoắn được tính theo tpi:

$$\text{TPI của bước xoắn} = \frac{1}{\text{Bước} \times \text{số đầu mối}}$$

- 2b. Hoặc đơn giản hơn, nếu đổi bước sang số bước/inch (ppi):

$$\text{TPI của bước xoắn} = \frac{\text{PPI}}{\text{Số đầu mối}}$$

REN NHIỀU ĐẦU MỐI HỆ MÉT

Ren hệ mét chỉ sử dụng bước ren và bước xoắn, các giá trị này

thường không chứa số thập phân dài như hệ Anh, do đó ít khi bị nhầm lẫn.

Bước xoắn = Bước $\times$ Số đầu mối

$$\text{Bước} = \frac{\text{Bước xoắn}}{\text{Số đầu mối}}$$

Khác với tpi hệ Anh, nhiều bước tiêu chuẩn hệ mét là bội số của nhau, do đó bước xoắn thường là số nguyên, hầu như không chứa số thập phân.

GIA CÔNG REN NHIỀU ĐẦU MỐI

Phân độ đầu mối tự động và bán tự động.

Phần này sẽ trình bày các thử nghiệm thực tế đơn giản, có thể thực hiện trên máy tiện công nghiệp cỡ nhỏ với trục vít me hệ mét hoặc hệ Anh.

Thực nghiệm No.1, trục vít me 4 tpi

Kẹp thanh thép dễ cắt (thép tự động), đường kính 1 in, dài 3½ in, vào mâm cặp với phần chia ra ngoài khoảng 1½ in. Vặt mặt và vạt góc cho phôi, tiện trụ với chiều dài 1-3/8 in để bảo đảm độ đồng tâm. Định vị dao tiện ren và cắt rãnh thoát dao tại vị trí X (Hình 14-3), cách đầu vạt mặt khoảng 1¼ in, chiều sâu ăn dao 30 phần ngàn inch và chiều rộng chân ren 3/32 in. (Đây chỉ là đường cắt minh họa, không cần tiện đến chiều sâu toàn phần).

Xác lập hộp tốc độ để gia công ren 6 tpi, trục chính máy tiện chạy với tốc độ chậm, khoảng 80 v/ph. Tiến dao đến chạm bề mặt phôi, xác lập đĩa đồng hồ ăn dao theo giá trị zero (0). Chạy dao đến gần sát vị trí Y. Tiến bàn trượt khoảng 10 phần ngàn in, cho bộ nửa-đai ốc ăn khớp, khởi động máy tiện. Dao sẽ vạch đường xoắn 6 tpi. Cần sẵn sàng dừng máy tiện trước khi nhả khớp bộ nửa-đai ốc và khi dao đến khoảng nửa rãnh thoát dao tại X.

Xác lập cỡ chặn kiểu bộ đệm đàn hồi bên trái (Hình 14-5) ở phía đầu bàn xe dao. (Loại cỡ chặn này không thực sự cần

thiết khi tiện ren ngoài với tốc độ chậm, nhưng phải quan sát dao tiến tới rãnh thoát dao).

Nhả khớp bộ nửa-dai ốc, dùng bộ bánh răng – thanh răng đưa bàn xe dao về vị trí Y với $X - Y = 6$ ren trục vít me = $1\frac{1}{2}$ in. Xác lập cũ chặn bàn xe dao bên phải (C) với khe hở nhỏ G. Tiến dao vào chiều sâu 10 phần ngàn in, khởi động máy tiện. Chú ý, dao sẽ chạy theo đường xoắn ban đầu. Dừng máy tiện tại X, sau đó nhả khớp bộ nửa-dai ốc, đưa bàn xe dao về cũ chặn bên phải hoặc sát cũ chặn đó. Cho bộ nửa-dai ốc ăn khớp, xác lập dao theo chiều sâu 10 phần ngàn in, thực hiện đường cắt thứ ba.

Khoảng cách đồng bộ sẽ được duy trì do $X - Y$ đúng bằng 9 vòng ren trong 6 vòng ren trục vít me.

Bạn hãy xem xét điều sẽ xảy ra, nếu đẩy cũ chặn C thêm $\frac{1}{4}$ in về bên phải để $X - Y = 7$ ren trục vít me ($1\frac{3}{4}$ in) thay vì vận hành với $X - Y = 6$ ren trục vít me ($1\frac{1}{2}$ in), nghĩa là tạo ra sự sai lệch khoảng cách đồng bộ $X - Y$.

Tháo cũ chặn C, đưa bàn xe dao sang phải với khoảng cách đúng bằng một ren trục vít me ($\frac{1}{4}$ in), ăn khớp bộ nửa-dai ốc, định vị và khóa cũ chặn C với khe hở G. Xác lập dao theo chiều sâu 10 phần ngàn inch, khởi động máy tiện và quan sát chi tiết gia công. Bạn sẽ thấy dao vạch đường xoắn thứ hai đúng giữa đường xoắn thứ nhất. Dừng máy tiện tại X, nhả khớp bộ nửa-dai ốc. Đưa bàn xe dao về lại Y, ăn khớp bộ nửa-dai ốc, thực hiện đường cắt thứ hai với chiều sâu 10 phần ngàn inch. Dù lúc này bạn không thấy điều đang xảy ra, nhưng thực chất dao sẽ theo đường cắt thứ nhất. Lập lại quy trình xác lập, dao sẽ chạy theo đường cắt thứ hai; tiếp tục lập lại, dao sẽ theo đường cắt thứ nhất... Nếu tiếp tục, chiều sâu dao sẽ tăng theo từng đường cắt thứ hai, nghĩa là bạn sẽ cắt ren hai đầu mỗi với bước xoắn 6 tpi (bước xoắn thực 0.1666... in) và bước 0.08333... in; bước có hình thức như ren 12 tpi – điều này được gọi là phân độ bán tự động hai đầu mỗi. “Bán tự động” nghĩa là máy tiện dừng khi kết thúc từng đường cắt ren, và không thể khởi động lại nếu bàn xe dao chưa được định vị lại tại vị trí Y và chưa ăn khớp bộ nửa-dai ốc.

LÝ THUYẾT PHÂN ĐỘ ĐẦU MỖI REN

Đối với ren 6 tpi gia công từ trục vít me 4 tpi, tỷ số truyền cơ bản là 2:3, nghĩa là 2 ren trục vít me tương ứng 3 vòng ren chi tiết. Một ren trục vít me tương ứng $3/2$ vòng ren chi tiết, do đó khi lấy khoảng cách $X - Y$ là 7 ren trục vít me, số vòng ren chi tiết tương ứng là $7 \times 3/2 = 10\frac{1}{2}$. Mỗi đường cắt ren có một nửa vòng ren lệch pha với đường cắt trước đó. Đường cắt thứ nhất sẽ “đồng pha”, đường cắt thứ hai sẽ “lệch pha” $\frac{1}{2}$ vòng ren, do đó tạo ra đường xoắn thứ hai. Đường cắt thứ ba sẽ lệch pha $\frac{1}{2}$ vòng so với đường cắt thứ hai, do đó trở nên đồng pha với đường cắt thứ nhất ...

Thực nghiệm No.2, trục vít me 4 tpi

Trong thực nghiệm này, bạn xác lập máy tiện như Thực nghiệm No.1, nhưng gia công ren 7 tpi với tốc độ trục chính 80 v/ph.

Định vị dao tại X như trong Thực nghiệm No.1, cắt đường xoắn 7 tpi, chiều sâu 10 phần ngàn inch. Dừng máy tiện tại X, đưa bàn xe dao trở về theo khoảng cách $X - Y = 8$ ren trục vít me (2 in). Cho ăn khớp bộ nửa-đai ốc, xác lập cữ chặn C. Thực hiện các đường cắt ren. Tất cả đều có chiều sâu 10 phần ngàn inch. Chú ý, dao luôn luôn đi theo một đường xoắn và khoảng cách đồng bộ được duy trì do 8 ren trục vít me tương ứng đúng 14 vòng ren chi tiết (kể cả khe hở Z).

Sau lần cuối cùng xác lập lại tại Y, bạn giảm bớt 2 ren trục vít me, khoảng cách $X - Y$ chỉ còn 6 ren trục vít me ($1\frac{1}{2}$ in). Tỷ số cơ bản đối với ren 7 tpi từ trục vít me 4 tpi là 4:7. Do một ren trục vít me tương ứng $7/4 = 1\frac{3}{4}$ vòng ren chi tiết, 6 ren trục vít me tương ứng $6 \times 1\frac{3}{4} = 10\frac{1}{2}$ vòng ren chi tiết. Nếu các đường cắt lúc này được thực hiện với xác lập $X - Y = 1\frac{1}{2}$ in, bạn sẽ cắt ren 2-đầu mối với bước xoắn 7 tpi (bước xoắn 0.1428571 in) và bước 0.0714285 in (tương tự 14 tpi).

Sau khi chạy lại hai vòng xoắn này theo chiều sâu 10 phần ngàn inch với số lần tùy ý, khi xác lập lại Y, bạn hãy tháo cữ chặn C, chuyển vị trí Y sang phải theo 3 ren trục vít me, khoảng cách $X - Y$ sẽ là 9 ren trục vít me = $2\frac{1}{4}$ in.

Ăn khớp bộ nửa-đai ốc tại xác lập mới và giữ nguyên chiều sâu 10 phần ngàn inch, khởi động máy tiện và quan sát chi tiết, bạn sẽ thấy đường xoắn thứ ba hình thành giữa hai đường xoắn trước đó. Dừng tại X, nhả khớp bộ nửa-đai ốc, thực hiện đường cắt kế tiếp. Đường cắt này sẽ chạy theo một trong hai đường xoắn đã cắt trước đó, nhưng khi xác lập lại tại Y và cắt, sẽ xuất hiện đường xoắn thứ tư. Do đó, nếu tiếp tục cắt, nhưng chỉ tăng chiều sâu cắt tại từng đường cắt thứ tư, bạn sẽ có ren 4-đầu mỗi 7 tpi, bước 0.0357142 in (có dạng như ren 28 tpi, nhưng khác góc ren).

Nguyên nhân tạo thành 4 đầu mỗi (4 đường xoắn tách biệt) là, với tỷ số 4/7, từng ren trục vít me tương ứng $1\frac{3}{4}$ vòng ren chi tiết, do đó xác lập X – Y = 9 ren trục vít me sẽ tương ứng $9 \times 1\frac{3}{4} = 15\frac{3}{4}$ vòng ren chi tiết, vị trí Y luôn lệch pha $\frac{3}{4}$ vòng ren chi tiết. Nếu bắt đầu với phôi chưa gia công, bạn sẽ có:

Đường thứ nhất cắt đường xoắn No.1 “pha 1”

Đường thứ hai cắt đường xoắn No.2 “lệch pha $\frac{1}{4}$ hoặc $\frac{3}{4}$ ”

Đường thứ ba cắt đường xoắn No.3 “lệch pha $\frac{1}{2}$ ”

Đường thứ tư cắt đường xoắn No.4 “lệch pha $\frac{3}{4}$ hoặc $\frac{1}{4}$ ”.

Đường thứ năm trở lại đúng $4 \times \frac{1}{4} = 1$ vòng, do đó sẽ cắt đường xoắn thứ nhất, đường thứ sáu cắt đường xoắn thứ hai...

Thực nghiệm No.3, trục vismer bước hệ mét 6.0 mm

Chuẩn bị phôi thép carbon thấp, dài 88 mm, đường kính 25 mm, tương tự Thực nghiệm No.1, chiều dài gia công ren 30 mm (khoảng 1-1/8 in) từ đầu vạt góc đến rãnh thoát dao.

Xác lập máy tiện để gia công bước xoắn 4.0 mm, tốc độ trục chính 80 v/ph. Thực hiện đường cắt ren với chiều sâu ăn dao 0.25 mm, dừng máy tiện tại X, nhả khớp bộ nửa-đai ốc, đưa bàn xe dao trở về Y với X – Y = 6 ren trục vít me = 36 mm, để lại khoảng hở Z = 6.0 mm. Xác lập cỡ chặn C bên phải, với khe hở nhỏ G. Thực hiện số đường cắt ren tùy ý, có cùng chiều sâu 0.25 mm.

Tháo cũ chặn C, đẩy bàn xe dao sang phải đúng một ren trục vít me để có $X - Y = 42$ mm, cho ăn khớp bộ nửa-đai ốc, lắp lại cũ chặn C. Điều chỉnh chiều sâu ăn dao đến 0.25 mm, và thực hiện đường cắt ren, bạn sẽ thấy đường xoắn mới ở khoảng giữa đường xoắn thứ nhất.

Khoảng cách đồng bộ tối thiểu của bước xoắn 4.0 mm với bước trục vít me 6.0 mm là hai ren trục vít me ứng với ba vòng ren chi tiết, do đó một ren trục vít me tương ứng $3/2 = 1\frac{1}{2}$ vòng ren chi tiết. Với xác lập $X - Y = 7$ ren trục vít me $= 7 \times 1\frac{1}{2} = 10\frac{1}{2}$ vòng ren chi tiết, nghĩa là xác lập $X - Y$ lệch pha nửa vòng ren chi tiết. Kết quả này cho phép tiện ren hai đầu mỗi với bước xoắn 4.0 mm và bước 2.0 mm.

Thực nghiệm No.4, trục vít me bước hệ mét 6.0 mm, phân độ ren 3-đầu mỗi

Xác lập máy tiện để gia công ren có bước xoắn 4.5 mm, tốc độ trục chính 80 v/ph. Xác lập $X - Y = 7$ ren trục vít me 42 mm, xác lập cũ chặn C,... Thực hiện các đường cắt ren với chiều sâu ăn dao 0.25 mm, luôn luôn dừng máy tại vị trí thoát dao X trước khi nhả ăn bộ nửa-đai ốc.

Bạn sẽ thấy, tại đường cắt thứ nhất sẽ có một đường xoắn. Đường cắt thứ hai sẽ tạo thành đường xoắn thứ hai, và đường xoắn thứ ba hình thành sau đường cắt thứ ba. Đường cắt thứ tư sẽ đi theo đường xoắn thứ nhất. Tuy nhiên, nếu bạn chỉ tăng chiều sâu cắt sau từng bộ ba đường cắt, bạn sẽ cắt ren 3-đầu mỗi với bước xoắn 4.5 mm và bước 1.5 mm.

Khoảng cách đồng bộ tối thiểu đối với bước xoắn đơn 4.5 mm là 3 ren trục vít me ứng với 4 vòng ren chi tiết, do đó một ren trục vít me tương ứng $4/3 = 1\frac{1}{3}$ vòng ren chi tiết, 7 ren trục vít me $= 7 \times 1\frac{1}{3} = 9\frac{1}{3}$ vòng ren chi tiết, độ lệch pha là $1/3$ vòng ren, kết quả sẽ là ren 3-đầu mỗi.

Thực nghiệm No.5, trục vít me bước hệ mét 6.0 mm, phân độ ren 5-đầu mỗi

Xác lập máy tiện để gia công ren có bước xoắn 5.0 mm, tốc độ trục chính 60 v/ph. Thực hiện đường cắt với chiều sâu ăn dao

0.25 mm. Dùng máy tiện tại X, nhả khớp bộ nửa-đai ốc, chạy bàn xe dao sang phải qua 6 ren trục vít me = 36 mm. Ăn khớp bộ nửa-đai ốc và xác lập cũ chặn C. Thực hiện 4 đường cắt ren, tuân theo quy trình “dùng và xác lập lại”, bạn sẽ tạo ra 5 đường xoắn riêng rẽ, tăng chiều sâu ăn dao khi hoàn tất từng đường cắt thứ năm, bạn sẽ có ren 5-đầu mỗi, bước xoắn 5.0 mm, bước 1.0 mm.

Tỷ số truyền cơ bản đối với bước xoắn 5.0 mm và trục vít me 6.0 mm là $5/6$, do đó từng ren trục vít me chứa $6/5 = 1-1/5$ vòng ren chi tiết, sáu ren chứa $6 \times 1-1/5 = 7-1/5$ vòng ren chi tiết. Xác lập $X - Y = 7-1/5$, lệch pha $1/5$ vòng ren chi tiết, kết quả sẽ là ren 5-đầu mỗi.

PHÂN ĐỘ HOÀN TOÀN TỰ ĐỘNG ĐẦU MỖI REN

Các thực nghiệm nêu trên được thực hiện trên máy tiện với ly hợp vấu điều khiển trục vít me, không cần dùng máy tiện tại từng vị trí thoát dao X. Ly hợp này phải tự động dừng bàn xe dao bằng cách dùng trục vít me đúng vị trí. Do đó, sau khi thực hiện xác lập $X - Y$, bạn chỉ cần đếm số đường cắt tùy theo số đầu mỗi trước khi tăng chiều sâu ăn dao, sự vận hành hầu như không mấy khác biệt so với gia công ren một đầu mỗi. Số vòng quay của chi tiết sau khi nhả ly hợp vấu và trước khi đóng ly hợp cho đường cắt kế tiếp không ảnh hưởng đến chuỗi thứ tự gia công các đường xoắn. Khi sử dụng phương pháp này, mọi đường cắt phải được thực hiện đầy đủ, đến vị trí X hoặc đến khi tự động nhả ly hợp. Không bảo đảm đúng các điều đó, tính đồng bộ sẽ bị mất. Nếu quên cho bộ nửa-đai ốc tái ăn khớp tại Y, và sau đó lập lại, khi trục vít me chuyển động, tính đồng bộ cũng sẽ bị vi phạm.

Bằng cách sử dụng các phương pháp nêu trên, khi gia công ren nhiều đầu mỗi với các đường ren không sâu, sẽ chỉ tốn thời gian không quá lớn so với ren một đầu mỗi có cùng bước xoắn, và với tốc độ gia công ren cao hơn khi dùng giá dao riêng, thời gian sẽ rút ngắn rõ rệt.

Nhưng ngay cả trên các máy tiện không có bộ ly hợp vấu điều khiển trục vít me, phương pháp “dùng và xác lập lại” có

các ưu thế riêng về phân độ đầu mối ren so với các phương pháp khác (ngoại trừ việc sử dụng nhiều dao cách nhau theo khoảng cách bước). Nói chung, bạn có thể hoàn tất một đầu mối ren (đường xoắn) trước khi bắt đầu đường xoắn (đầu mối) kế tiếp. Tuy nhiên, điều này thường gặp khó khăn khi gia công ren trong nhiều đầu mối, do không thể kiểm tra ren trong nhiều đầu mối khi chưa hoàn tất các đầu mối ren.

KHẢ NĂNG PHÂN ĐỘ TỰ ĐỘNG ĐẦU MỐI REN

Có thể bạn đã nhận thấy phân độ tự động các đầu mối ren thực chất là làm lệch pha (lệch tính đồng bộ) cho ren một đầu mối. Điều này sẽ loại bỏ khả năng phân độ tự động bước xoắn ren bằng hoặc là bội số của bước trục vít me, do đối với các ren này, số ren trục vít me tối thiểu là 1, nghĩa là tại vị trí bất kỳ bộ nửa-đai ốc ăn khớp trên trục vít me, chỉ gia công một bước xoắn trên chi tiết. Do đó, ví dụ, bước xoắn $1/8$ in (8 tpi) khi gia công với trục vít me 8 hoặc 4 tpi sẽ không thể tự động phân độ đầu mối bất kỳ trừ một đầu mối duy nhất, do khoảng cách đồng bộ $X - Y$ tối thiểu từ trục vít me 8 tpi là một ren trục ứng với một vòng ren chi tiết, và từ trục vít me 4 tpi là một ren ứng với 2 vòng ren chi tiết. Tuy nhiên, hiện có hai phương pháp cho phép khắc phục các hạn chế này.

KIỂM TRA TÍNH KHẢ THI

Các nguyên tắc xác định khả năng phân độ tự động đầu mối ren tương đối đơn giản:

- A. Nếu số ren trục vít me (tử số) trong tỷ số truyền cơ bản bất kỳ chia hết cho số đầu mối ren cần phân độ, sự phân độ tự động là khả thi.
- B. Thương số từ A (nếu chia hết) là số ren trục vít me cần cộng thêm hoặc trừ bớt từ tổng số ren trục vít me trong khoảng cách đồng bộ đối với ren đơn.

Ví dụ, với trục vít me 8 tpi, các ren 5, 7, 9, 11, ... tpi có thể phân độ tự động theo 2, 4, 8 đầu mối, đơn giản do 8 (số ren trục vít me trong tỷ số cơ bản $8/5$, $8/7$, $8/9$, $8/11$) chia hết cho 2, 4, và 8. Xác lập $X - Y$ sẽ là:

Đối với 2-đầu mối, $8/2 = 4$, do đó cần cộng hoặc trừ 4.

Đối với 4-đầu mối, $8/4 = 2$, cộng hoặc trừ 2.

Đối với 8-đầu mối, $8/8 = 1$, cộng hoặc trừ 1.

Chú ý: tùy theo chiều dài cần tiện ren, bạn cần xác định X – Y ứng với một bước xoắn, sau đó cộng hoặc trừ số dịch chuyển ren trục vít me.

Ví dụ 1: cần gia công ren 5-đầu mối, bước 0.05 in, trên chiều dài 4 in, sử dụng trục vít me 8 tpi. $4 \text{ in} \times 8 \text{ tpi} = 32$ ren trục vít me = X – Y bước xoắn đơn, $8/4 = 2$, cộng thêm 2 ren trục vít me, vậy tổng X – Y = 34 ren trục vít me = $4\frac{1}{4}$ in.

Ví dụ 2: cần gia công ren 3-đầu mối, bước xoắn 4.5 mm, bước 1.5 mm, dài 100 mm, sử dụng trục vít me bước 6.0 mm.

Tỷ số cơ bản là $4.5/6 = \frac{3}{4}$, ba ren trục ứng với 4 ren chi tiết. Khoảng cách đồng bộ của ren đơn thuộc nhóm 3 ren và 6 ren trục vít me, $6 \times 18 = 108$ mm. Độ lệch cho ba đầu mối = số ren trục vít me/3 = $3/3 = 1$. Do đó, lấy 6 ren trục trừ 1 ren trục vít me, X – Y = $17 \times 6 = 102$ mm, để lại khoảng hở Z = 2 mm.

Khoảng hở Z = 2 mm là quá nhỏ, do đó, thay vì trừ, bạn có thể cộng thêm một ren trục vít me, X – Y = $18 + 1 = 19$ ren = $19 \times 6 = 114$ mm, khoảng hở Z = 14 mm.

Khi số ren trục vít me là số nguyên tố, (số 3 trong ví dụ 2), có thể phân độ ba đầu mối ren bằng cách làm lệch pha cộng hoặc trừ một hoặc hai ren trục vít me. Một ren trục vít me tương ứng $4/3$ vòng ren chi tiết, 2 ren trục tương ứng $2-2/3$ vòng ren,... sự lệch pha là $2/3$ vòng, có tác dụng hoàn toàn tương tự như độ lệch pha $1/3$ vòng ren. Điều này cũng tương tự số ren trục vít me là số nguyên tố 5, độ dịch chuyển 1, 2, 3, hoặc 4 ren trục vít me từ khoảng cách đồng bộ tối thiểu đối với bước xoắn đơn sẽ tự động phân độ 5 đầu mối ren.

Sau này bạn sẽ gặp các số ren trục vít me gồm hai số nguyên tố, chẳng hạn $33 = 3 \times 11$, sự dịch chuyển ren trục vít me ± 11 ren sẽ phân độ ba đầu mối, nhưng bạn cũng có thể thấy sự dịch chuyển ± 22 ren trục vít me cũng phân bộ ba đầu

mỗi. Nếu tỷ số cơ bản, ví dụ là 33/35, một ren trục vít me tương ứng 35/33 vòng ren chi tiết và 11 ren trục tương ứng $35/33 \times 11 = 11 \frac{2}{3}$ vòng ren, và 22 ren trục tương ứng $35/33 \times 22 = 23 \frac{1}{3}$ vòng ren chi tiết.

Cần chú ý, các tính toán trên chưa thật sự chú ý đến ren hệ Anh hay hệ mét, chỉ quan tâm đến quan hệ giữa số ren trục vít me và số vòng ren chi tiết đối với tỷ số truyền bất kỳ. Từ đó, ví dụ, nếu xác lập $X - Y$ chứa 6 ren trục vít me, sẽ rất hữu ích nếu biết bước là 6.0 mm, $X - Y = 6 \times 6.0 = 36$ mm; và nếu bước là 0.25 in, $X - Y = 6 \times 0.25 = 1.5$ in.

KIỂM TRA XÁC LẬP $X - Y$

Có thể kiểm tra xác lập $X - Y$ phân độ tự động số đầu mỗi theo yêu cầu (với giả thiết tỷ số truyền là đúng) bằng phương pháp sau đây, có thể áp dụng cho trục vít me hệ Anh, hệ mét, và các trục vít me có bước phi tiêu chuẩn.

Đảo ngược tỷ số truyền thành bị dẫn/dẫn động và nhân với số ren trục vít me tương ứng xác lập $X - Y$. Nếu xác lập $X - y$ là đúng, thì mẫu số sẽ bằng số đầu mỗi ren.

Ví dụ 1: trục vít me 4 tpi được xác lập để gia công ren có bước xoắn 3 tpi, 2-đầu mỗi, bước 0.1666 in, trên chiều dài $1 \frac{1}{4}$ in. Tỷ số cơ bản là 4/3. Xác lập $X - Y = 6$ ren trục vít me = $1 \frac{1}{2}$ in. Kiểm tra lại xác lập này.

$$\frac{\text{Được truyền động } 3}{\text{Truyền động } 4} \times 6 = \frac{9}{2}$$

Mẫu số = 2 = số đầu mỗi ren cần gia công.

Ví dụ 2: trục vít me bước 6.0 mm, tỷ số truyền 18/17, gia công ren 9-đầu mỗi, bước xoắn 4 tpi, bước 0.02777 in, trên chiều dài 90mm, xác lập $X - Y$ tính toán là 16 ren trục vít me = 96mm.

$$\frac{\text{Được truyền động } 17}{\text{Truyền động } 18} \times 16 = \frac{136}{9}$$

Mẫu số 9 = số đầu mỗi ren cần gia công.

Vi dụ 3: trục vít me đặc biệt 7-1/3 tpi, tỷ số truyền 4/3, gia công ren 2-đầu mỗi, bước 0.0909 in, bước xoắn 5½ tpi, trên chiều dài 2 in. X – Y là 18 ren trục vít me.

$$\frac{\text{Được truyền động 3}}{\text{Truyền động 4}} \times 18 = \frac{27}{2}$$

Mẫu số bằng 2 = số đầu mỗi ren cần gia công

Vi dụ 4: trục vít me bước 3.5 mm, tỷ số truyền 39/43, gia công bước xoắn 1/8 in (8 tpi), bước 1/24 in, chiều dài 1-5/8 in, X – Y = 13 ren trục vít me = 45.5 mm.

39/43 là tỷ số truyền cơ bản, do 43 là số nguyên tố.

$$\frac{\text{Được truyền động 43}}{\text{Truyền động 39}} \times 13 = \frac{43}{3}$$

Mẫu số bằng 3 = số đầu mỗi ren

HAI PHƯƠNG PHÁP PHÂN ĐỘ TỰ ĐỘNG ĐẦU MỖI REN

1. Sử dụng trục vít me với hệ đơn vị khác để phân độ tự động.
2. Sử dụng trục vít me có bước xoắn đặc biệt.

(1) Khi không thể phân độ tự động các đầu mỗi ren với trục vít me có cùng đơn vị đo do số ren trục vít me trong khoảng cách đồng bộ tối thiểu không chia hết cho số đầu mỗi, bạn nên tìm khả năng gia công ren từ trục vít me có hệ đơn vị khác, trong đó tỷ số truyền cần thiết (chọn từ tỷ số chuyển tiếp gần đúng) có thể có số ren trục vít me chia hết cho số đầu mỗi ren.

Như đã đề cập, bước xoắn 0.25 in (4 tpi) không thể phân độ tự động, ngoại trừ trục vít me có bước 4 tpi, nhưng nếu dùng trục vít me bước 6.0 mm với tỷ số truyền 18/17 (Bảng 14-2), tử số sẽ chia hết cho 2, 3, 6, 9, và 18, tất cả các đầu mỗi ren này đều có thể phân độ tự động với sai số bước xoắn +0.0001157in.

Đối với ren 5-đầu mỗi có cùng bước xoắn 0.25 in, có thể dùng tỷ số 55/52 (sai số -0.0001515 in), do 55 chia hết cho 11, tỷ số này cũng có thể phân độ tự động 11 đầu mỗi.

Nếu cần phân độ 4-đầu mỗi với bước xoắn 0.25 in, cần sử dụng tỷ số gần đúng có tử số chia hết cho 4, chẳng hạn 52/49 (sai số +0.00045 in).

Tương tự, có thể phân độ các bước ren hệ mét bằng cách dùng tỷ số gần đúng cho ren hệ mét gia công từ trục vít me 4 tpi (Bảng 14-1).

Ví dụ, bước xoắn 6.0 mm không thể phân độ tự động ngoại trừ trục vít me có bước 6.0 mm, nhưng nếu sử dụng trục vít me 4 tpi với tỷ số truyền 52/55, tử số chia hết cho 2, 4, 13, có thể phân độ tự động các đầu mỗi ren này theo bước xoắn 6.0 mm (sai số +0.003636 mm). Nếu cần phân độ bước xoắn 6.0 mm theo 3-đầu mỗi, bạn chọn tỷ số có tử số chia hết cho 3, ví dụ 33/35 (sai số -0.0128 mm) hoặc 69/73 (sai số +0.00205 mm). Bước xoắn 6.0 mm cũng có thể phân độ theo 5 hoặc 7 đầu mỗi nếu dùng tỷ số 35/37 (sai số 0.00675 mm). Nói chung, sự lựa chọn tỷ số gần đúng thích hợp có thể dựa vào các Bảng 14-1 và 14-2.

NHƯỢC ĐIỂM

Tuy nhiên, với các tỷ số gần đúng có thể phát sinh vài bất tiện về khoảng hở Z khi chiều dài ren cần gia công và sự phân độ các đầu mỗi ren không phù hợp với xác lập X – Y.

Ví dụ, nếu cần gia công ren có bước xoắn 6.0 mm, bước 2.0 mm, 3-đầu mỗi, dài 1 in (25.4 mm), sử dụng trục vít me 4 tpi với tỷ số gần đúng 33/35, xác lập X – Y tối thiểu là $33/3 = 11$ ren trục vít me = 2.75 in, khe hở Z quá dài, khoảng 1.75 in. Nếu chọn tỷ số 69/73, $69/3 = 23$ ren trục vít me = $5\frac{3}{4}$ in, điều này là phi thực tế. Nói chung có lẽ chỉ nên áp dụng phương pháp này khi gia công ren với số lượng chi tiết nhỏ. Giải pháp là dùng trục vít me có bước đặc biệt.

TRỤC VÍT ME ĐẶC BIỆT, CHUYÊN DÙNG CHO GIA CÔNG HÀNG LOẠT REN NHIỀU ĐẦU MỖI

(2) Khi cần gia công hàng loạt ren nhiều đầu mỗi có cùng bước và bước xoắn, hầu như không thể sử dụng các phương pháp nêu

trên, nhưng sẽ tiết kiệm nhiều thời gian nếu sử dụng trục vít me có bước đặc biệt và phù hợp với chiều dài ren cần gia công.

Ví dụ, gia công ren 2-đầu mỗi, bước xoắn $5\frac{1}{2}$ tpi, bước 0.0909 in cho trục (ren ngoài) và lỗ cụt (ren trong), số lượng 150.

Tuy bước xoắn $5\frac{1}{2}$ tpi có thể được phân độ 2-đầu mỗi một cách tự động với trục vít me 8 tpi, tỷ số cơ bản 16/11, khoảng cách đồng bộ tối thiểu là 8 ren trục = 1 inch, xác lập $X - Y = 16 + 8 = 24$ ren trục vít me, tương ứng 3 in, để lại khoảng hở Z quá dài, gây lãng phí lớn về thời gian. Trong trường hợp này có thể sử dụng trục vít me đặc biệt với bước 7-1/3 tpi, chiều dài gia công ren đến 5 in. Tuy tốn chi phí chế tạo hoặc mua trục vít me đặc biệt, nhưng bù lại sẽ tiết kiệm thời gian và công suất máy tiện, tùy thuộc số lượng chi tiết cần gia công.

THIẾT KẾ TRỤC VÍT ME ĐẶC BIỆT

Như đã đề cập, nếu số ren trục vít me trong tỷ số truyền cơ bản đối với ren đơn chia hết cho số đầu mỗi, hoàn toàn có thể phân độ tự động. Từ đây có thể thấy, nếu xác định trước các giá trị đồng bộ (tỷ số tối thiểu) phù hợp với yêu cầu, bạn có thể tính bước ren hệ mét hoặc Anh cho trục vít me ứng với khoảng cách $X - Y$, từ đó có thể thiết kế trục vít me phân độ tự động bước xoắn với số đầu mỗi bất kỳ và khoảng hở Z hợp lý, bất kể chiều dài ren cần gia công.

BỘ BÁNH RĂNG THAY THẾ TĂNG TỐC ĐỘ

Tuy việc sử dụng các tỷ số truyền tăng tốc độ làm cho trục vít me quay nhanh hơn trục chính máy tiện thường ít được áp dụng, nhưng có một điểm cần lưu ý, khi sử dụng các tỷ số này để tiện bước xoắn thô trong các ren nhiều đầu mỗi, tải tác dụng lên máy tiện sẽ không quá lớn, do các đường xoắn được xác định kích cỡ và chiều sâu theo bước ren, càng nhiều đầu mỗi, chiều sâu chân ren càng nhỏ do đó càng dễ gia công.

Tuy nhiên, như đã đề cập, các tỷ số tăng không thể sử dụng với hộp số lựa chọn đôi khi được lắp trên các máy tiện nhỏ.

PHÂN ĐỘ KHI GIA CÔNG REN NHIỀU ĐẦU MỐI

1. Như đã đề cập, bạn có thể sử dụng hai hoặc nhiều dao cách đều theo khoảng cách bước ren. Đối với bước mịn và tiện ren trong lỗ nhỏ, có thể phải sử dụng các dao chuyên dùng. Chi tiết gia công phải không có bậc hoặc phải có rãnh thoát dao hợp lý, định vị đủ chắc chắn để chịu được tác động cắt của nhiều dao. Gia công bằng nhiều dao thường áp dụng cho các chi tiết có đường kính lớn, vật liệu là hợp kim đồng, thích hợp cho cả trục và lỗ.
 2. Các đầu mối có thể được phân độ bằng mâm cặp quay độc lập với đĩa chia có các lỗ cách đều. Khi gia công cần hoàn tất từng ren rồi mới chuyển sang đầu mối ren kế tiếp. Thích hợp cho trục và có thể áp dụng cho lỗ (không thể kiểm tra kích cỡ khi chưa tiện xong tất cả các đầu mối ren).
 3. Đối với chi tiết có thể truyền động giữa các tâm, sử dụng tấm truyền động (đĩa chia) với các lỗ cách đều cho tấm truyền động. Hoàn tất một ren rồi chuyển sang đầu mối kế tiếp, chỉ thích hợp cho các trục.
 4. Chọn bánh răng truyền động trục chính (bánh răng dẫn động thứ nhất trong dây bánh răng trục vít me) có số răng chia hết cho số đầu mối ren. Hoàn tất một ren rồi chuyển sang đầu mối kế tiếp, phân độ các đầu mối bằng cách nhả hộp số, quay trục chính máy tiện qua số răng thích hợp của bánh răng dẫn động thứ nhất, cho hộp số ăn khớp trở lại. Phương pháp này chỉ thích hợp với ren ngoài.
 5. Gia công với bộ bàn trượt song song với băng máy tiện. Khi hoàn tất một đầu mối, tiến bàn trượt qua một khoảng cách bước (số đo trên đĩa bàn trượt), sau đó gia công đầu mối kế tiếp. Phương pháp này đòi hỏi khoảng thoát dao đủ rộng cho tất cả các bước tiến bàn trượt theo bước ren, thích hợp cho ren ngoài.
- Chú ý: Đối với các phương pháp này (1 đến 5), có thể duy trì khoảng cách đồng bộ theo bước xoắn bằng các biện pháp đã trình bày trong phần trước.
6. Phân độ đầu mối ren bằng đồng hồ trục vít me (LSI).

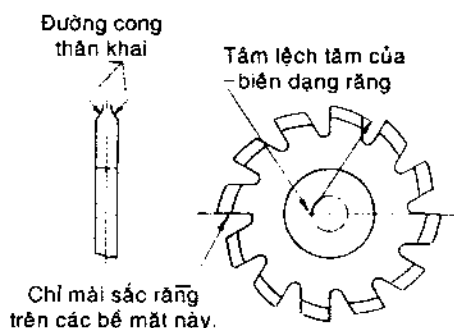
Chương 16

Dụng cụ cắt chuyên dùng gia công bánh răng và tiện ren

CHẾ TẠO DAO GIA CÔNG BÁNH RĂNG

Đối với các cơ sở nhỏ, vấn đề lớn nhất về dao cắt bánh răng là giá thành. Bộ dao đầy đủ gồm tám dao và mỗi giá trị bước răng hướng kính, bước răng vòng, hoặc module cần có một bộ, do đó số dao đáp ứng cho tất cả các công việc là khá lớn (hàng chục bộ dao chuyên dùng). Chi phí mua đủ số lượng dao vượt quá khả năng tài chính của hầu hết các xưởng gia công nhỏ, nhưng may thay, các bánh răng cần thiết cho mục đích nào đó thường có cùng bước răng hướng kính, và nếu có thể né tránh các bánh răng rất nhỏ, chỉ cần hai hoặc ba bộ là đủ để gia công hầu hết các bánh răng cần thiết. Do hình dạng đặc thù của chúng, dao cắt bánh răng rất đắt tiền, thậm chí mua vài dao được xem là không thực tế, do đó giải pháp phổ biến là tự chế tạo! Cảm giác thỏa mãn khi chế tạo thành công dao cắt bánh răng có lẽ còn tuyệt vời hơn chế tạo thành công chuỗi bánh răng.

Bạn hãy quan sát Hình 16-1 để hiểu các vấn

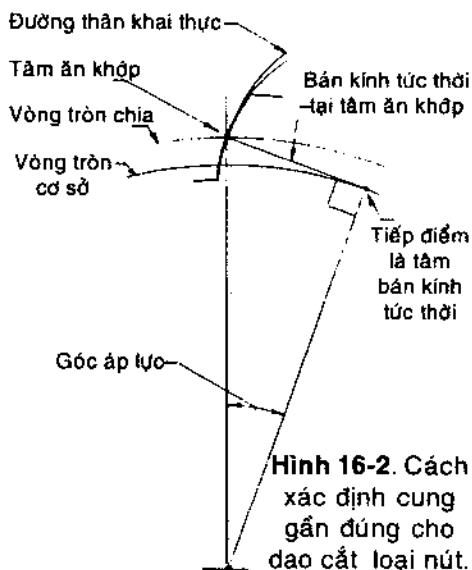


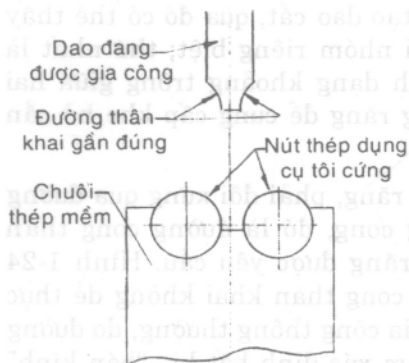
Hình 16-1. Dao phay răng thông dụng với biên dạng thân khai và mặt hớt lưng trên mỗi răng.

đề liên quan đến quá trình chế tạo dao cắt, qua đó có thể thấy các khó khăn chủ yếu thuộc hai nhóm riêng biệt; thứ nhất là tạo biên dạng dao tương tự hình dạng khoảng trống giữa hai răng kế cận, thứ hai là hớt lưng răng để cung cấp khe hở cần thiết xung quanh mép cắt.

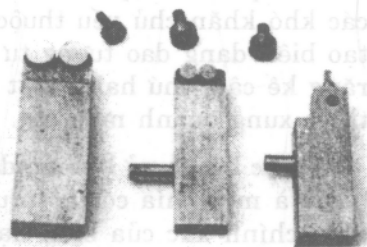
Trước hết là xử lý biên dạng răng, phải đối xứng qua đường tâm và mỗi phía có một đường cong, đó là đường cong thân khai chính xác của biên dạng răng được yêu cầu. Hình 1-24 trong Chương 1 cho thấy đường cong thân khai không dễ thực hiện bằng những phương pháp gia công thông thường, do đường này không phải là cung vẽ từ tâm xác định bất kỳ, “bán kính” của nó biến thiên liên tục, bắt đầu bằng đường cong rõ ràng rồi duỗi ra theo đường hình khuyên xung quanh vòng tròn cơ sở. Cũng có thể thấy chỉ một phần rất nhỏ, ngay đầu đường cong, được ứng dụng để định hình biên dạng răng. Trên thực tế có thể thay phần đường cong này bằng bán kính với sai số rất nhỏ đối với dạng răng, với điều kiện phải chọn bán kính và định vị tâm bán kính chính xác. Sai số thực tế giữa bán kính và đường thân khai thực sự rất nhỏ, nhỏ hơn nhiều so với sai số được chấp nhận bằng cách chỉ sử dụng một dao để gia công một loạt răng. Khả năng thay đường thân khai bằng bán kính cho phép các cơ sở nhỏ chế tạo dao có thể cắt bánh răng theo tiêu chuẩn được chấp nhận trong điều kiện không có máy phay lăn răng hoặc máy gia công biên dạng khác.

Hình 16-2 minh họa phương pháp xác định kích thước bán kính thực và vị trí tâm bán kính.



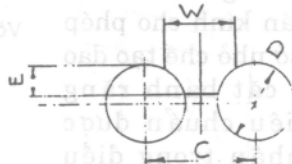


Hình 16-3. Nguyên lý cơ bản của dụng cụ cắt kiểu nút



Hình 16-4. Hai dao kiểu nút và một "dụng cụ tĩa". Chuôi dao có chốt để dùng với thiết bị hút lưng "Eureka". Các nút đã tôi cứng và sẵn sàng để mài.

Hình này cho thấy tại "cực ăn khớp", cả đường cong thân khai và bán kính thay thế trùng khớp nhau và sai lệch thực tế trên đường cong ở mặt ngoài răng rất nhỏ. Do cả hai phía của răng bánh răng có biên dạng như nhau, dụng cụ định hình để chế tạo dao cắt bánh răng có thể gồm hai mũi (hoặc nút) hình tròn được tôi cứng, có đường kính thích hợp, lắp trên giá dao bằng thép carbon trung bình, cách tâm một khoảng xác định trước. Loại dao này tạo ra hai cung tròn giống nhau trên phôi dao; khi tác động vào phôi bánh răng các cung tròn này sẽ tạo ra bề mặt cong của răng mong muốn. Hình 16-3 và Hình 16-4 minh họa các dụng cụ và cách chúng tạo ra hình dạng được yêu cầu trên dao cắt bánh răng.



Góc áp lực 20°

Bảng bên cạnh liệt kê kích thước nút, khoảng cách tâm các nút, và bước tiến ngang cần thiết đối với sáu dao bao quát từ bánh răng nhỏ 17 răng đến thanh răng. Bảng này dùng cho góc áp

Dao	Bánh răng	Đường kính	Khoảng cách tâm	Lượng ăn dao	Chiều rộng
Số	Số răng	"D" in	"C" in	"E" in	"W" in
1	135-R	51.30	49.60	17.79	4
2	55-134	32.15	31.60	11.47	4
3	35-54	15.07	15.52	5.87	4
4	26-34	10.26	11.03	4.27	4
5	21-25	8.55	9.40	3.71	4
6	17-20	7.80	8.70	3.44	4

lực 20° và các bánh răng có bước răng hướng kính bằng nhau. Đối với các bước khác, chỉ cần chia giá trị đã cho với bước răng hướng kính được yêu cầu. “W” là chiều rộng dao tối thiểu được đề nghị; chiều rộng này có thể thay đổi theo vật liệu dụng cụ.

Một thuận lợi khi tự chế tạo dao là có thể sử dụng dụng cụ phi tiêu chuẩn, và khi đã hiểu các nguyên lý liên quan, bạn có thể chế tạo các dao có góc áp lực hoặc bước bất kỳ. Tuy không khuyến khích sử dụng dụng cụ phi tiêu chuẩn, dù có cân nhắc kỹ, nhưng khả năng lựa chọn sẽ rộng hơn nếu gặp trường hợp đặc biệt. Ví dụ, nếu yếu tố chính của thiết kế là các bánh răng nhỏ phải có số răng thấp nhất có thể, vấn đề này có thể giải quyết bằng cách tăng góc áp lực. Các bánh răng chỉ có 10 hoặc 11 răng trở nên thực tế nếu tăng góc áp lực đến 30°; tất nhiên, tất cả các bánh răng ăn khớp cũng phải có góc áp lực tương tự. Tương tự bảng trước, bảng bên cạnh có thể giúp bạn chế tạo dao có góc áp lực 30°.

Góc áp lực 30°

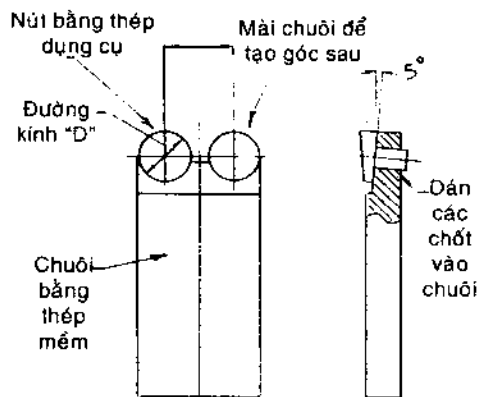
Dao	Bánh răng	Đường kính	Khoảng cách tâm	Lượng ăn dao	Chiều rộng
Số	Số răng	"D" in	"C" in	"E" in	"W" in
1	135-R	67.50	59.5	17.74	4
2	55-134	27.5	25.00	7.72	4
3	35-54	17.5	16.30	5.20	4
4	26-34	13.00	12.40	4.08	4
5	21-25	10.50	10.25	3.44	4
6	17-20	8.50	8.50	2.95	4
7	14-16	7.00	7.20	2.57	4
8	12 & 13	6.00	6.36	2.30	4
9	10 & 11	5.00	5.60	2.11	4

Bản vẽ trên Hình 16-5 minh họa dụng cụ định hình thông dụng trong quá trình chế tạo dao cắt bánh răng. Giá trị kích thước thực tế tùy thuộc vào loại và bước răng hướng kính của dao cắt bánh răng, nhưng về cơ bản phương pháp thiết kế và chế tạo chung cho mọi kích thước đều tương tự nhau.

Chuôi dao định hình có thể được chế tạo từ thanh thép carbon trung bình, kích thước thực tế tùy thuộc vào kích thước và loại giá dao được lắp vào máy và khoảng cách tâm giữa hai nút cắt bằng thép tôi cứng. Chuôi dao phải đủ rộng và bền cho các nút, vì tải cắt trên chúng cao do đường cắt dài.

Sau khi cắt chuôi từ thanh thép, nguyên công đầu tiên là gia công mặt nghiêng để lắp các nút (mũi) cắt. Mọi dụng cụ

cắt đều phải có góc trước và góc sau bao quanh mép cắt. Trong trường hợp các nút, có thể tạo các góc này bằng cách tiện chúng theo dạng côn, cung cấp tiết diện côn từng phần. Cách gia công góc sau này tuy đơn giản nhưng có nhiều hạn chế, vì phần thép bị loại ra khỏi mặt trên các nút trong quá trình mài sắc sẽ làm giảm đường kính và hình dạng chính xác sẽ



Hình 16-5. Dao định hình thông dụng.

không còn. Tốt nhất là sử dụng nút song song lắp vào chuôi theo góc nào đó. Góc thực tế khoảng 4° đến 5° là thỏa đáng. Lý tưởng nhất là phay mặt nghiêng và khoan các lỗ lắp nút, nếu thực hiện tất cả trong cùng một lần gá lắp để bảo đảm các lỗ vuông góc với bề mặt. Máy phay đứng rất thích hợp cho công việc này, vì có thể đạt độ chính xác cao, không cần thiết bị đo phụ trợ. Kẹp chuôi dao lên ê-tô máy theo góc 5° ; có thể dùng thước đo góc, nhưng dễ dàng và chính xác hơn là sử dụng chính máy phay để đo. Đặt mũi chống tâm hoặc dụng cụ tương tự có đầu nhọn vào trục tâm máy phay và hạ xuống đầu “cao” của chuôi dao, sau đó điều chỉnh vị trí về số không. Di chuyển bàn máy 2 in – tương ứng 20 vòng quay trục vít me có bước 0.100 – rồi dùng cơ cấu dẫn tiến tinh trục ròng hạ dụng cụ đánh dấu xuống cho đến khi vừa chạm chuôi dao một lần nữa. Khi chênh lệch giữa các số đo trên đồng hồ là 0.175, chuôi sẽ được gá lắp theo góc 5° so với bàn máy phay. Với mặt dao phay mặt đầu hoặc mặt dao phay ngón cách xa chuôi dao để cung cấp vị trí cho nút. Trên thực tế có thể phải chế tạo hốc trên chuôi dao, nếu không, khi lắp các nút vào vị trí, chúng có thể quá cao và không thể điều chỉnh theo độ cao của mũi chống tâm. Cần kiểm tra điểm này trước khi tiến hành cắt. Bản vẽ minh họa hốc khi sử dụng loại giá dao “Dixon” trên máy tiện

Myford và hốc này trở nên cần thiết khi sử dụng các chuỗi dao làm bằng vật liệu dày 3/8 in.

Nên khoan lỗ cho các cuống nút mà không xáo trộn sự gá lắp chuỗi dao, vì điều này sẽ bảo đảm lỗ vuông góc với mặt nghiêng. Đường kính cuống nút 1/4 in phù hợp với nhiều cỡ nút, nhưng có thể phải thay đổi đối với các nút rất nhỏ hoặc rất lớn. Khoảng cách giữa hai lỗ lấy từ sơ đồ và bằng số đo "C" chia cho bước răng hướng kính được sử dụng. Nhắc lại, không cần dụng cụ đo đặc biệt; định vị lỗ đầu tiên ở vị trí thuận tiện, gần mép chuỗi dao, rồi xác định khoảng cách giữa hai lỗ bằng trục vít ăn dao trên bàn máy và vi kế.

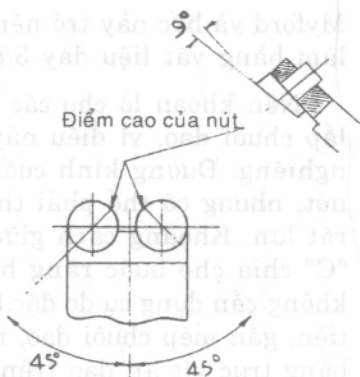
Các nút phải được chế tạo bằng thép dụng cụ; thép dụng cụ hợp kim thấp là lý tưởng nhất, vì có sẵn dạng thanh, tương đối dễ gia công và nhiệt luyện đơn giản. Ấn nhẹ cuống nút vào các lỗ trên chuỗi dao, nhưng không được lắp lỏng, đường kính chính "D" trên sơ đồ sẽ thu được theo cách tương tự với khoảng cách tâm "C". Cắt bỏ và chỉ chừa lại đầu nút dày khoảng 5/32 inch.

Góc thoát phía trước các nút cắt được xác định bằng cách khoan các lỗ gá lắp theo góc 5°, nhưng góc trước chính ở mặt trên cũng cần thiết, khoảng 3° hoặc 4°. Do phải nghiêng các chốt để đạt được góc thoát này, góc trước chính ở mặt trên 5° được yêu cầu chỉ để bù góc nghiêng, do đó, để có góc trước chính ở mặt trên đúng 4°, góc tổng của mặt trên nút sẽ là 9°. Có thể đạt được góc này bằng giữa tay hoặc phay trên đồ gá thích hợp. Các máy mài dụng cụ và dao thiết kế cho cơ sở gia công nhỏ, chẳng hạn Quorn hoặc Kennett, có khả năng mài góc này sau khi tôi cứng các nút. Nếu không có máy mài thích hợp, thực hiện gia công tinh bằng tay một cách cẩn thận với đá mài dầu. Quá trình tôi được thực hiện theo cách xử lý nhiệt thông thường đến màu đỏ anh đào rồi nhúng vào nước, làm nguội nhanh đến màu vàng rơm nhạt.

Các nút được gắn chặt vào chuỗi dao bằng keo Loctite, cho phép dịch chuyển đến góc chính xác sau khi đặt chúng vào các lỗ tương ứng. Mép "cao" của các nút cần nghiêng khoảng 45°

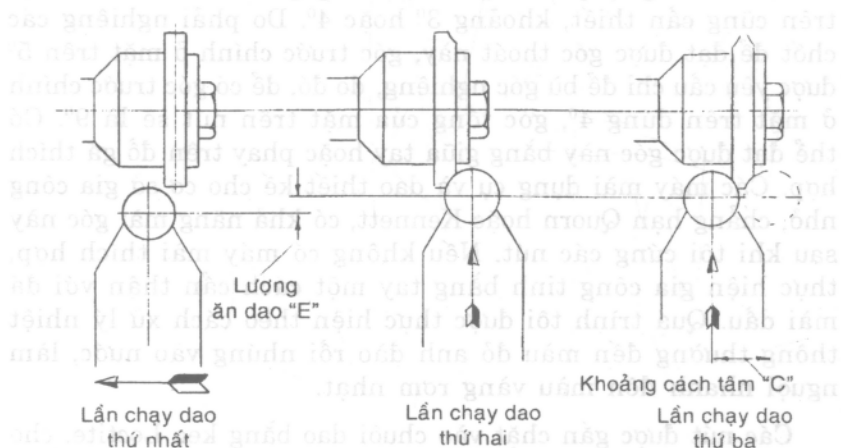
so với đường tâm để thu được lợi ích tối đa từ các góc thoát và góc sau, Hình 16-6. Lúc này dụng cụ đã sẵn sàng để sử dụng.

Hai phía của dao cắt bánh răng có biên dạng như nhau, do đó, cả hai nút có cùng đường kính. Như vậy, có thể chế tạo dụng cụ định hình chỉ có một nút và xác định khoảng cách chính xác của hai đường cong qua khoảng dịch chuyển đo được bằng cách sử dụng bàn trượt trên hoặc bàn dao máy tiện. Dĩ nhiên chế tạo dao một nút đơn giản và nhanh hơn, nhưng cần thận trọng nhiều hơn khi sử dụng, và phải thay dao giữa các lần cắt. Loại dao hai nút dễ sử dụng và sai số thấp hơn.



Hình 16-6. Lắp các nút vào chuỗi thép.

Đến đây phương thức tạo dạng thay thế dạng thân khai thực sự đã được giải quyết, vấn đề còn lại là tạo “sự hút lưng”



Hình 16-7. Định hình cả hai phía dao cắt răng bằng loại dụng cụ định hình một nút.

hoặc góc sau phù hợp cho các răng của dao. Từ Hình 16-1, bạn sẽ thấy toàn bộ dạng răng không được gia công đồng tâm với tâm dao, vì nếu đồng tâm sẽ có một răng không có góc sau hoặc góc thoát, hệ quả là dao sẽ không cắt, chỉ cạo xước. Vấn đề tạo góc sau cho tất cả các dao định hình rất quan trọng vì biên dạng răng phải không bị ảnh hưởng khi mài lại để duy trì mép cắt sắc bén. Tất nhiên thay đổi dạng răng theo cách bất kỳ sẽ ảnh hưởng đến hình dạng do dao tạo ra và phá hủy toàn bộ khái niệm dao cắt. Không thể áp dụng phương pháp tạo góc sau cho dao phay cạnh và bề mặt thông thường, vì chiều rộng của loại dao này luôn luôn bị tổn thất một ít trong quá trình mài lại. Giải pháp là áp dụng góc sau cong, toàn bộ răng được gia công lệch tâm (Hình 16-1) để duy trì tiết diện không đổi suốt chiều dài răng, và do răng lệch tâm với cung quay, tất cả bề mặt của răng “rời xa” mặt trước hoặc mặt cắt, do đó không cần khe hở biên. Khi mài, với điều kiện chỉ mài mặt trước, biên dạng răng sẽ không đổi và có thể mài dao nhiều lần cho đến khi không còn sử dụng được nữa.

Quy trình gia công góc sau cong đối với dao tròn nhiều răng tương đối khó; các dao thương mại được “hớt lưng” trên máy tiện hớt lưng đặc biệt, và quy trình tốn nhiều thời gian này là yếu tố chính làm tăng giá thành dao cắt bánh răng. Tuy nhiên, tiện các trục lệch tâm là nguyên công đơn giản có thể thực hiện trong xưởng gia công nhỏ. Sau khi gia công theo các tâm bình thường, chi tiết gia công được lắp lệch tâm hoặc dịch ngang trong mâm cặp bốn chấu để tạo ra thành phần lệch tâm bằng phương pháp tiện thông thường. Đây là cách kỹ sư khuôn mẫu gia công các đĩa lệch tâm của cơ cấu van trong động cơ hơi nước. Nếu dao, Hình 16-1, được tiện trước và định hình theo tâm bình thường của dao, có thể tạo các răng bằng cách phay một loạt rãnh vào đĩa dao. Tuy nhiên, các răng này (đồng tâm với trục dao) sẽ không có góc sau, do đó không cắt, nhưng nếu lắp dao lên trục tâm lệch, bạn có thể tiện lệch tâm một răng theo tâm mới và tạo ra một dạng răng có góc sau chính xác. Nhược điểm lớn khi thực hiện điều này là phải định hình mỗi răng theo một tâm lệch khác nhau, do đó tác động của một răng có góc sau sẽ vô hiệu hóa hoàn toàn nhiều răng sau đó.

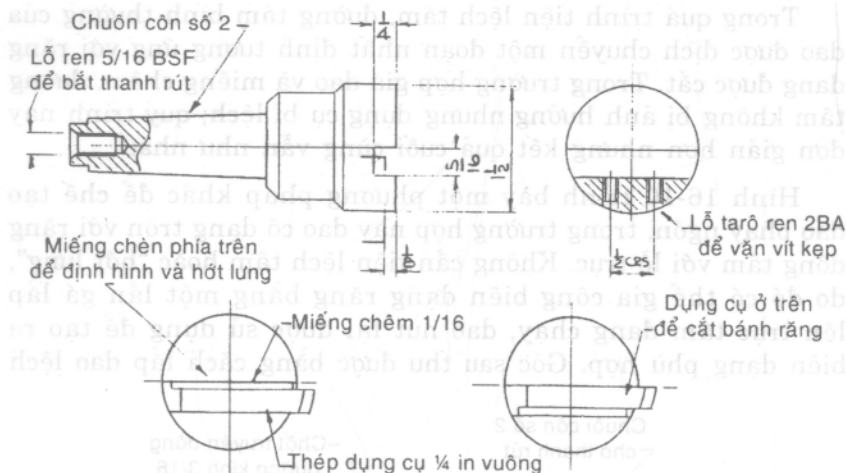
Trên thực tế, chỉ một răng phía ngoài đĩa có thể được hót lưng thành công bằng các phương pháp tiện lệch tâm thông thường. Nếu cắt bỏ tất cả các răng bị tổn thương và các răng không tác dụng, đĩa này sẽ trở thành dao một răng, thường được gọi là dao phay ngón.

Dao phay ngón là loại dụng cụ cắt rất hữu dụng, nếu được gá lắp phù hợp có thể thực hiện tất cả các nhiệm vụ của dao tròn thông thường. Khác biệt chính là do chỉ có một răng thực hiện cắt trong mỗi vòng quay của dao, tốc độ loại bỏ phoi thấp hơn và tổng thời gian gia công tăng lên. Các dao phay ngón một lưỡi cắt đáp ứng hoàn hảo cho quá trình cắt bánh răng, trên thực tế, chúng có ưu điểm so với dao nhiều lưỡi cắt là cực kỳ đơn giản để duy trì độ sắc bén.

Có thể chế tạo dao phay ngón mà không cần chế tạo đĩa, sau đó cắt bỏ một miếng ra khỏi đĩa. Bạn có thể sử dụng mảnh thép dụng cụ tiết diện vuông, và nên chọn thép dụng cụ hợp kim thấp. Về cơ bản, kích thước dụng cụ phụ thuộc vào kích thước răng sẽ chế tạo; đối với loại răng 20DP, bạn nên sử dụng phôi tiết diện vuông 1/4 in, nhưng với các dạng răng nhỏ có thể sử dụng vật liệu có tiết diện vuông 3/16 inch hoặc 1/8 in.

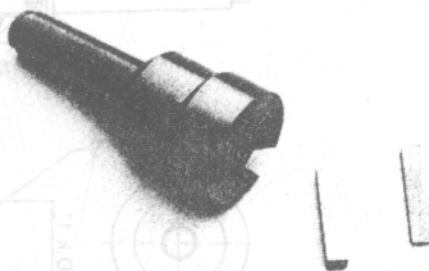
Để chế tạo dao cắt, bạn cần có dạng giá dao nhất định để lắp dao trong khi định hình và hót lưng. Giá dao cũng được yêu cầu chống đỡ và truyền động dụng cụ trong các hoạt động cắt, và với một chút khéo léo bạn có thể chỉnh sửa một giá dao để thực hiện cả hai nhiệm vụ nêu trên. Có thể sử dụng giá dao để chống đỡ dao trong khi định hình dao; sau khi dao được tôi cứng và mài, có thể lắp dao vào lại giá dao đó để tiến hành gia công bánh răng.

Hình 16-8 minh họa giá dao, với then đa năng là một miếng chêm nhỏ. Miếng này được sử dụng với giá dao để định hình dao và cả trong quá trình cắt khi dao đã hoàn thiện. Rãnh ở mặt đầu giá dao được chế tạo đủ rộng để tiếp nhận cả dao và miếng chêm. Rãnh này được bố trí sao cho mặt trên của rãnh ở ngay đường tâm giá dao. Đối với nguyên công tạo hình, miếng chêm được đặt phía trên dao để định vị mặt trên của dao thấp



Hình 16-8. Trục gá để chế tạo và lắp đặt dao phay bánh răng.

hơn đường tâm quay. Lúc này, bằng các phương pháp tiện thông thường, và với giá dao quay xung quanh trục quay của chính nó, dao nút sẽ được tạo thành một cách chính xác và đồng thời “hớt lưng” dao tương ứng với bề mặt làm việc. Sau khi tôi và mài, dao được lắp lại vào giá dao nhưng lần này miếng chèn được đặt ở dưới dao để đưa mặt trên của dao đồng tâm với đường tâm của giá dao và đưa dao vào vị trí vận hành chính xác.

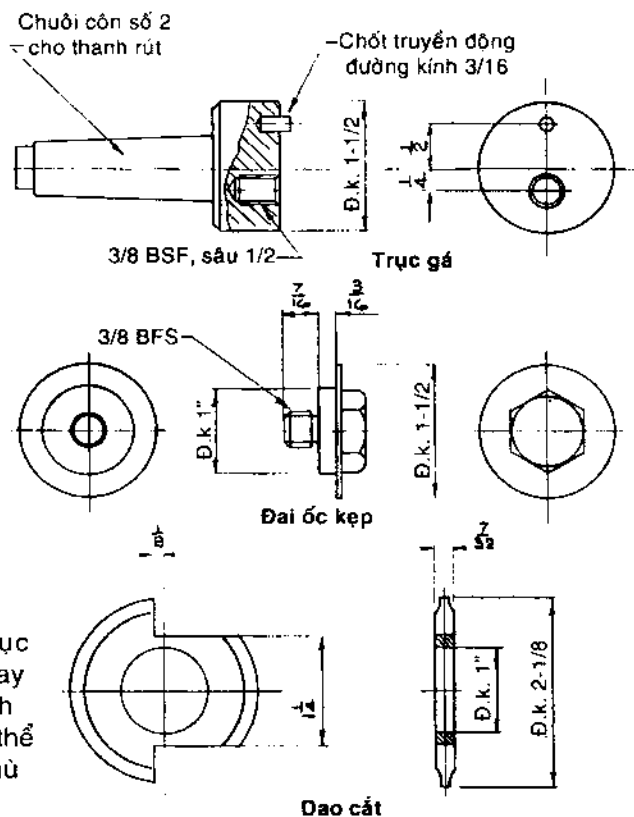


Hình 16-9. Giá (cán lắp) dao, dao phay ngón, và miếng chèn.

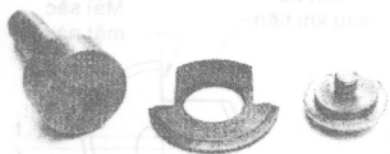
Để mài sắc lưỡi cắt, bạn mài toàn bộ mặt trên và có thể thực hiện nhiều lần; độ mỏng của dao không ảnh hưởng đến phương hoạt động vì mặt trên (mặt cắt) của dao luôn luôn tựa vững chắc vào mặt trên của rãnh và ở trên tâm quay.

Trong quá trình tiện lệch tâm, đường tâm bình thường của dao được dịch chuyển một đoạn nhất định tương ứng với răng đang được cắt. Trong trường hợp giá dao và miếng chêm, đường tâm không bị ảnh hưởng nhưng dụng cụ bị lệch; quy trình này đơn giản hơn nhưng kết quả cuối cùng vẫn như nhau.

Hình 16-10 trình bày một phương pháp khác để chế tạo dao phay ngón, trong trường hợp này dao có dạng tròn với răng đồng tâm với lỗ trục. Không cần tiện lệch tâm hoặc “hớt lưng”, do đó có thể gia công biên dạng răng bằng một lần gá lắp lên trục tâm đang chạy, dao nút lại được sử dụng để tạo ra biên dạng phù hợp. Góc sau thu được bằng cách lắp dao lệch



Hình 16-10. Trục gá cho dao phay ngón tròn. Kích thước này có thể thay đổi để phù hợp yêu cầu thiết kế.



Hình 16-11. Dao phay ngón hai lưỡi cắt đã lắp ráp để sử dụng.



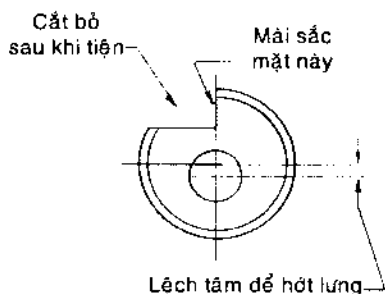
Hình 16-12. Dao phay ngón hai lưỡi đã lắp ráp để sử dụng.

tâm lên trục vận hành của dao, đáng tiếc là trong trường hợp này không phù hợp với việc tiện ban đầu. Trên thực tế, loại dao này có hai răng nhưng mỗi lần chỉ có thể sử dụng một răng, ưu điểm là nếu dao bị cùn trong quá trình cắt bánh răng, không cần ngừng công việc, vì bạn có thể lật dao và sử dụng răng thứ hai, không làm xáo trộn bất kỳ bộ phận nào. Khi ở vị trí dự bị, răng thứ hai vẫn có nhiệm vụ là cung cấp truyền động cưỡng bức cho dao (bằng chốt). Điều này loại bỏ mọi xu hướng trượt dao khi có tải; hiện tượng trượt sẽ làm giảm độ lệch tâm và phá hủy sự xác lập chiều sâu.

Trục gá cho cả hai dao này và các dụng cụ trước đều có chuỗi côn morse để lắp trực tiếp vào máy phay hoặc trục chính máy tiện. Kiểu gá lắp này tốt hơn các trục gá lắp vào mâm cặp, vì chúng sẽ luôn luôn quay chính xác, đây là yếu tố cần thiết cho dao gia công bánh răng, đồng thời tăng độ cứng vững cho dao. Ưu điểm thứ hai là có thể điều chỉnh máy quay theo một trong hai chiều, không sợ mâm cặp nổi lỏng ra khỏi trục tâm.

Loại dao trên Hình 16-13 không có chốt truyền động, chỉ có đai ốc kẹp để siết chặt vào trục truyền động. Kiểu này được áp dụng cho các dao nhỏ có tải cắt thấp. Đây là dao định hình tròn với phần bị cắt bỏ để tạo ra một răng cắt và góc sau được cung cấp bằng cách khoét rộng lỗ gá lắp của dao lệch tâm với trục quay chuẩn, tâm lỗ được định vị đối diện hoàn toàn với phần bị cắt bỏ. Mặc dù về cơ bản đây là loại dao đơn giản, nhưng quy trình chế tạo có vấn đề nhỏ, do không thể gia công biên dạng phía ngoài và lỗ trục bằng một lần gá lắp. Một trong

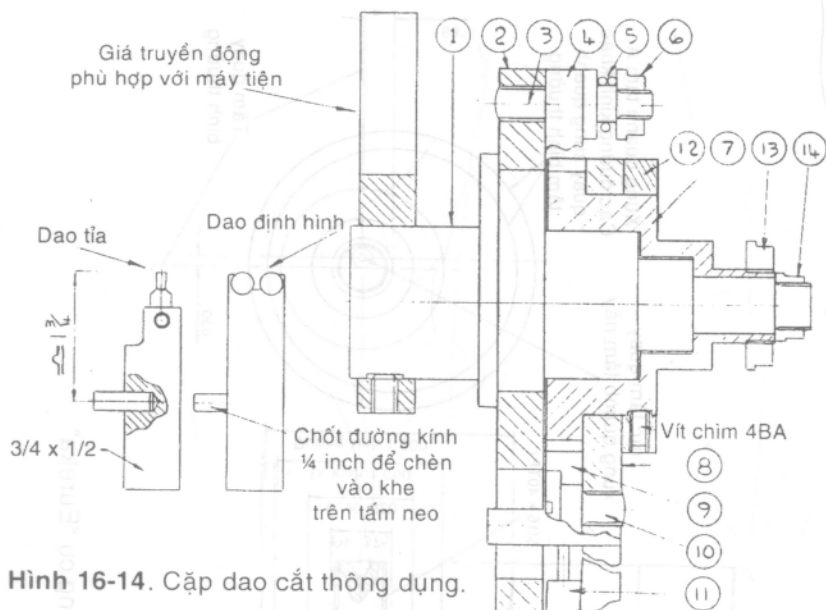
hai cách khắc phục vấn đề này là chế tạo dao từ vật liệu thanh. Ưu điểm khi chế tạo dao từ vật liệu dạng thanh là có thể thực hiện phần lớn quá trình gia công bằng một lần gá lắp rồi cắt đứt đến chiều dày cần thiết. Sau khi cắt, có thể gia công lỗ bằng cách khoan trên máy khoan bàn bình thường hoặc gá lệch tâm trong mâm cặp bốn chấu và khoan lỗ bằng máy tiện.



Hình 16-13. Dao cắt thích hợp với việc gia công các răng kích thước nhỏ.

Phương pháp kế tiếp là chế tạo dao từ vật liệu tấm, chẳng hạn thép dụng cụ đo; đây là vật liệu tốt để làm dao vì dễ gia công và tôi cứng. Đây là loại thép chuyên dùng để chế tạo thước, cỡ đo, hoặc calip chuẩn,... do đó lượng biến dạng trong quá trình tôi cứng gần như bằng không. Để chế tạo phôi, bạn cần một miếng hình tròn hơi lớn hơn đường kính dao hoàn thiện và khoan lỗ ở tâm. Đường kính lỗ này không được lớn hơn nửa đường kính lỗ trục hoàn thiện; ví dụ, nếu dao sẽ lắp lên trục định tâm có đường kính 3/8 inch, đường kính lỗ ban đầu không được quá 3/16 inch. Đường kính thực tế và sự gia công định hình theo dao nút được thực hiện trên trục tâm nhưng cần bảo đảm bề mặt kẹp phẳng của trục tâm vuông với đường kính trục định tâm. Đầu trục định tâm được tiện ren vít để vặn đai ốc kẹp. Cần cẩn thận để bảo đảm kết quả tốt, đặc biệt với nguyên công tạo hình, vì lực cắt tương đối cao và đường kính trục định tâm nhỏ. Sau khi tạo hình, cần gia công lỗ đồng tâm nhỏ thành lỗ lệch tâm lớn bằng cách gá phôi trong mâm cặp bốn chấu và sử dụng dao khoét một lưỡi cắt. Đường kính tối thiểu của lỗ trục hoàn thiện không thể nhỏ hơn đường kính lỗ khoan ban đầu cộng với hai lần lượng lệch tâm.

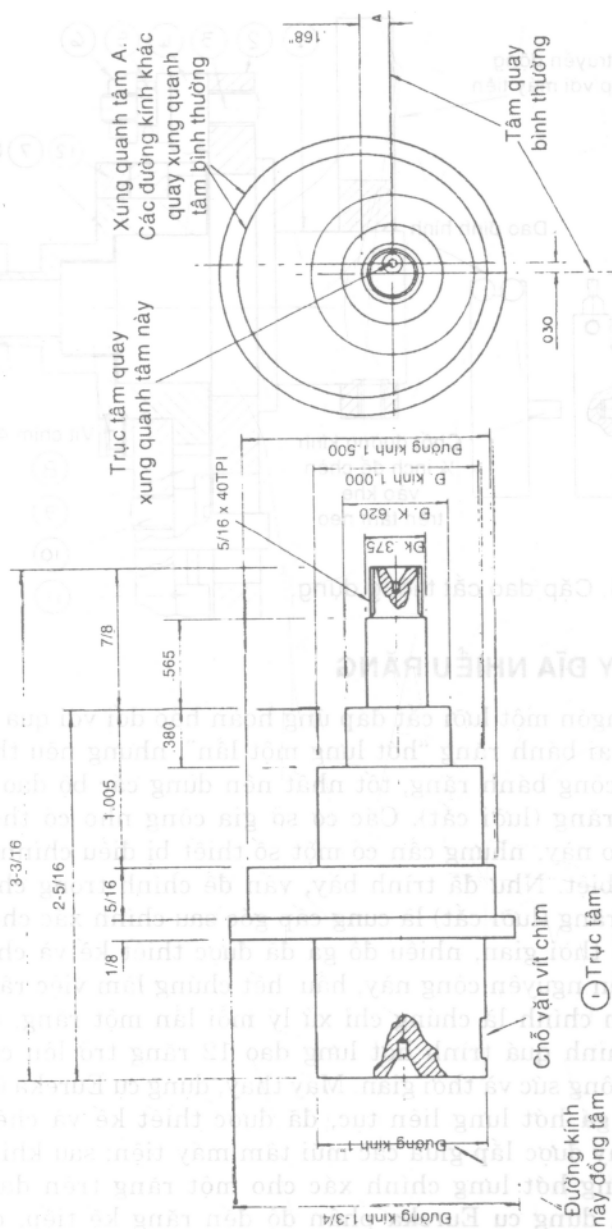
Với loại dao này, yếu tố lệch tâm ở trong chính bản thân dao, nếu dao trượt trên trục tâm đang quay khi chịu tải, điều này sẽ không ảnh hưởng đến sự gá lắp dao, vì độ lệch tâm cung cấp góc sau không đổi đối với mọi vị trí của dao và trục gá.



HÌNH 16-14. Cặp dao cắt thông dụng.

DAO PHAY ĐĨA NHIỀU RĂNG

Dao phay ngón một lưỡi cắt đáp ứng hoàn hảo đối với quá trình gia công loại bánh răng “hớt lưng một lần”, nhưng nếu thường xuyên gia công bánh răng, tốt nhất nên dùng các bộ dao phay đĩa nhiều răng (lưỡi cắt). Các cơ sở gia công nhỏ có thể chế tạo loại dao này, nhưng cần có một số thiết bị điều chỉnh hoặc đồ gá đặc biệt. Như đã trình bày, vấn đề chính trong chế tạo dao nhiều răng (lưỡi cắt) là cung cấp góc sau chính xác cho mỗi răng. Theo thời gian, nhiều đồ gá đã được thiết kế và chế tạo để thực hiện nguyên công này, hầu hết chúng làm việc rất tốt, nhược điểm chính là chúng chỉ xử lý mỗi lần một răng, do đó để hoàn chỉnh quá trình hớt lưng dao 12 răng trở lên có thể tốn nhiều công sức và thời gian. May thay, dụng cụ Eureka (Hình 16-15), đồ gá hớt lưng liên tục, đã được thiết kế và chế tạo. Dụng cụ này được lắp giữa các mũi tâm máy tiện; sau khi cung cấp tác động hớt lưng chính xác cho một răng trên dao cắt bánh răng, dụng cụ Eureka phân độ đến răng kế tiếp, do đó tạo ra tác động hớt lưng liên tục. Dụng cụ này chỉ hớt lưng



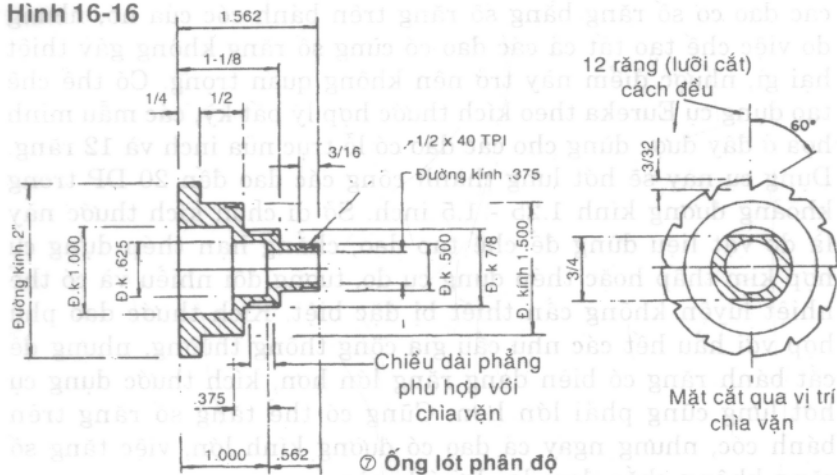
Hình 16-15. Dụng cụ "Eureka"

các dao có số răng bằng số răng trên bánh cóc của nó, nhưng do việc chế tạo tất cả các dao có cùng số răng không gây thiệt hại gì, nhược điểm này trở nên không quan trọng. Có thể chế tạo dụng cụ Eureka theo kích thước hợp lý bất kỳ, các mẫu minh họa ở đây được dùng cho các dao có lỗ trục nửa inch và 12 răng. Dụng cụ này sẽ hớt lưng thành công các dao đến 20 DP trong khoảng đường kính 1.25 - 1.5 inch. Sở dĩ chọn kích thước này là do vật liệu dùng để chế tạo dao, chẳng hạn thép dụng cụ hợp kim thấp hoặc thép dụng cụ đo, tương đối nhiều và có thể nhiệt luyện không cần thiết bị đặc biệt. Kích thước dao phù hợp với hầu hết các nhu cầu gia công thông thường, nhưng để cắt bánh răng có biên dạng răng lớn hơn, kích thước dụng cụ hớt lưng cũng phải lớn hơn. Cũng có thể tăng số răng trên bánh cóc, nhưng ngay cả dao có đường kính lớn, việc tăng số răng không chắc đem lại lợi ích nào.

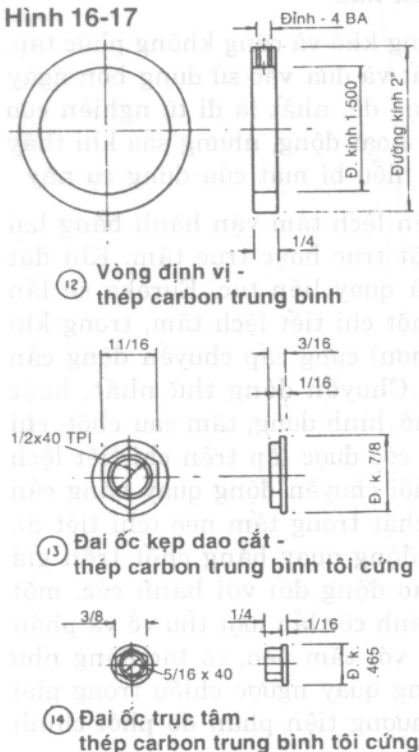
Chế tạo dụng cụ Eureka không khó và cũng không phức tạp, nguyên mẫu ở đây được hoàn tất và đưa vào sử dụng bốn ngày sau khi thiết kế. Thật không quá dễ, nhất là đi từ nghiên cứu các bản vẽ để hình dung chu kỳ hoạt động, nhưng sau khi thấy dụng cụ vận hành, bạn có thể hiểu bí mật của dụng cụ này.

Dụng cụ Eureka là đồ gá tiện lệch tâm vận hành bằng hai chi tiết lệch tâm trên cùng một trục hoặc trục tâm. Khi đặt vào máy tiện, giữa hai tâm, và quay liên tục, Eureka sẽ lần lượt phân độ từng răng bằng một chi tiết lệch tâm, trong khi chi tiết lệch tâm còn lại (nhỏ hơn) cung cấp chuyển động cần thiết cho răng được hớt lưng. Chuyển động thứ nhất, hoặc chuyển động phân độ, không khó hình dung; tấm sau chốt, chi tiết 2 trên bản vẽ, là đĩa bánh cóc được lắp trên chi tiết lệch tâm lớn. Tấm này được tách khỏi chuyển động quay bằng cần ăn khớp với chốt cố định gắn chặt trong tấm neo (chi tiết 8). Tấm neo tự tách khỏi chuyển động quay bằng chốt trên giá dao. Do đó, đĩa bánh cóc sẽ dao động đối với bánh cóc, một cam ăn khớp với các răng của bánh cóc lần lượt thu về và phân độ bánh cóc. Cam thứ hai, gắn với tấm neo, có tác động như cũ chặn lùi và ngăn chuyển động quay ngược chiều trong giai đoạn thu về. Lúc này bạn có phương tiện phân độ phối chính

Hình 16-16



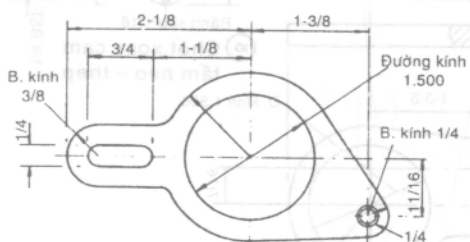
Hình 16-17



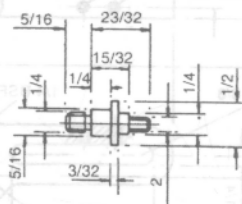
xác với điều kiện cả bánh cóc và phôi bánh răng có số răng bằng nhau. Khi dừng lại, phôi chỉ quay xung quanh tâm cố định và không tạo ra góc sau nào, do đó, nhiệm vụ của chi tiết lệch tâm thứ hai là cung cấp hoạt động hớt lưng. Để dao, được chế tạo để quay lệch tâm với trục quay bình thường, sẽ đưa phôi dao tới và rút phôi dao ra khỏi dụng cụ định hình cố định. Thời chuẩn giữa hai chuyển động này rất quan trọng và được nêu sau đây. Khi cam bánh cóc thu về, bánh cóc (chi tiết 7) và dao gắn với bánh cóc không quay, mặc dù chúng đang chuyển động dưới ảnh hưởng của chi tiết lệch tâm hớt lưng, chi tiết này sẽ từ từ

di chuyển dao ra khỏi dụng cụ định hình khi sự thu về bắt đầu. Tuy nhiên, trước khi kết thúc quá trình thu về, chi tiết lệch tâm hút lưng sẽ khởi động để di chuyển phôi dao về phía dụng cụ định hình sao cho khi quá trình thu về kết thúc, sự phân độ và hoạt động cắt sẽ bắt đầu, phôi dao sẽ tiến đến dụng cụ định hình (dao nút) và quá trình cắt sẽ bắt đầu. Phôi dao sẽ di chuyển về phía dụng cụ định hình và cung cấp sự định hình góc sau trong suốt thời gian phôi đang quay. Khi răng đang được cắt đi qua khỏi dụng cụ định hình và đến khe hở giữa hai răng, quá trình phân độ dừng lại và phôi dao ngừng quay. Cùng lúc đó, chi tiết lệch tâm hút lưng sẽ đi hết hành trình của nó và bắt đầu rút dao ra khỏi dụng cụ định hình để chuẩn bị cho chu kỳ tiếp theo, bắt đầu bằng sự phân độ răng kế tiếp.

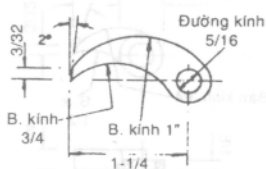
Ở đây không có ý định liệt kê các nguyên công cần thiết để chế tạo dụng cụ này, nhưng các Hình 16-14 đến 16-20 nêu rõ bộ bản vẽ đầy đủ và chi tiết, và nếu làm theo các bản vẽ đó một cách cẩn thận, bạn sẽ không gặp bất cứ vấn đề gì. Phải



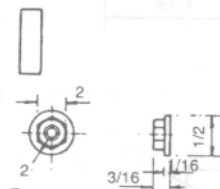
② Đĩa bánh cóc bằng thép carbon trung bình dày 5/16



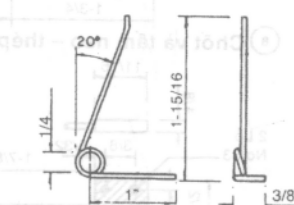
③ Chốt xoay đĩa bánh cóc - thép



④ Cam đĩa bánh cóc



⑥ Dai ốc chốt xoay - thép

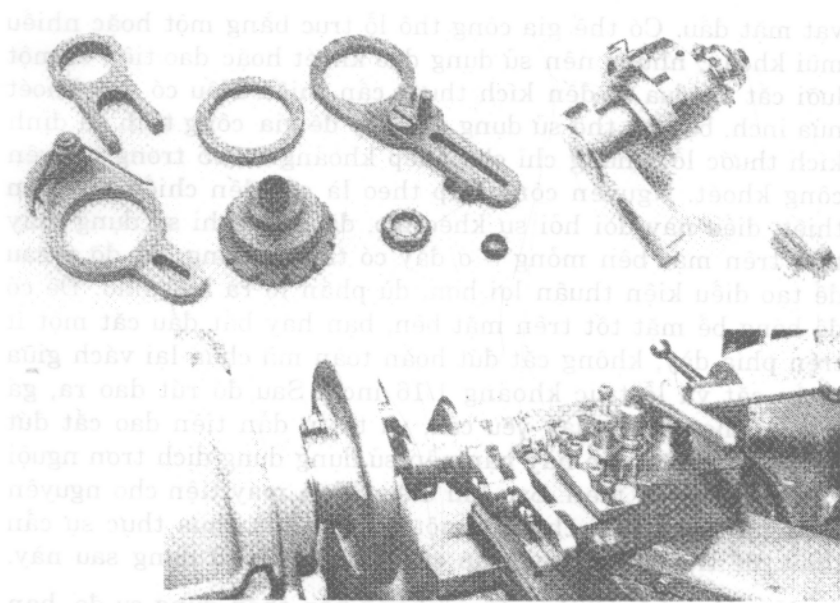


⑤ Lò xo bánh cóc

Hình 16-18

Sau khi chế tạo dụng cụ cần thiết, bạn có thể tiến hành chế tạo dao cắt bánh răng. Như đã trình bày, dụng cụ hót lưng nêu trên chuyên dùng để hót lưng các dao có đường kính khoảng 1.25 inch. Hình 16-21 minh họa kiểu dao phổ biến với kích

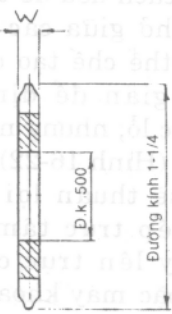
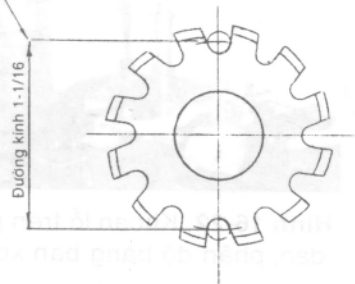




Hình 16-20. Các chi tiết cần thiết để chế tạo dụng cụ hút lưng Eureka (trên). Gia công hoàn tất với dao cắt đã lắp (bên phải). Sử dụng thiết bị Eureka trên máy tiện (dưới).

thước này. Giai đoạn thứ nhất là chế tạo phôi, có thể sử dụng vật liệu dạng thanh hoặc tấm. Nếu chọn vật liệu dạng thanh, bạn nên gá lắp để quay chính xác trên mâm cặp bốn chấu và

Đường kính vòng chia 12 lỗ cách đều đường kính 1/8 in, không phải đường kính vòng chia của dao cắt.

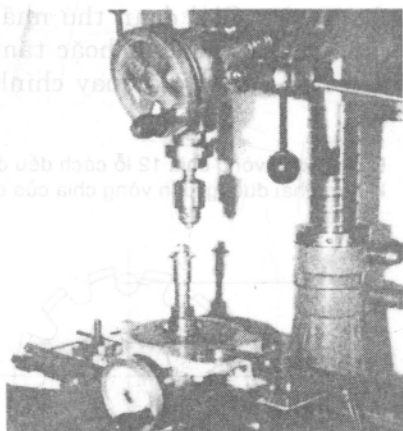


Hình 16-21.
Phôi dao phay đĩa phù hợp với thiết bị hút lưng "Eureka"

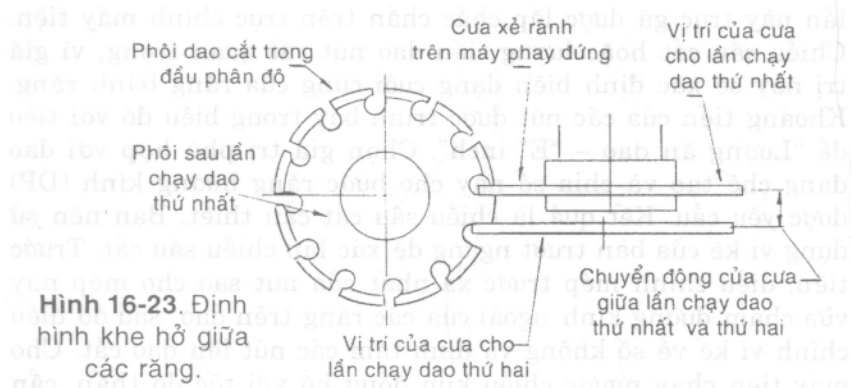
vạt mặt đầu. Có thể gia công thô lỗ trục bằng một hoặc nhiều mũi khoan, nhưng nên sử dụng dao khoét hoặc dao tiện lỗ một lưỡi cắt để đưa lỗ đến kích thước cần thiết. Nếu có dao khoét nửa inch, bạn có thể sử dụng dao này để gia công tinh và định kích thước lỗ, nhưng chỉ cho phép khoảng 0.005 trong nguyên công khoét. Nguyên công tiếp theo là cắt đến chiều dày cần thiết, điều này đòi hỏi sự khéo léo, đặc biệt khi sử dụng máy tiện trên mặt bên mỏng – ở đây có thể sử dụng giá đỡ ụ sau để tạo điều kiện thuận lợi hơn, dù phần ló ra khá nhỏ. Để có độ bóng bề mặt tốt trên mặt bên, bạn hãy bắt đầu cắt một ít trên phía dày, không cắt đứt hoàn toàn mà chừa lại vách giữa phần cắt và lỗ trục khoảng 1/16 inch. Sau đó rút dao ra, gá lắp lại theo chiều dày yêu cầu, và từ từ dẫn tiến dao cắt đứt vào lại lần nữa, lần này bạn nên sử dụng dung dịch trơn nguội và cắt đứt hoàn toàn. Sau khi điều chỉnh máy tiện cho nguyên công này, bạn nên chế tạo một số phôi, dù chưa thực sự cần thiết, để tiết kiệm thời gian cho những lần sử dụng sau này.

Nếu lấy phôi từ thép tấm, chẳng hạn thép dụng cụ đo, bạn nên cắt thô chúng theo biên dạng trước khi gia công lỗ. Lỗ trục phải vuông góc với bề mặt phôi; để thực hiện điều này, bạn kẹp phôi với mặt phẳng tựa vào tấm mặt thay vì lắp phôi vào mâm cặp. Để tiện đường kính ngoài, bạn lắp phôi lên trục tâm để bảo đảm sự đồng tâm giữa hai đường kính này.

Nguyên công tiếp theo là khoan 12 lỗ cách đều để tạo cơ sở cho khe hở giữa các răng lưỡi cắt. Có thể chế tạo đồ gá khoan đơn giản để định vị chính xác các lỗ; nhưng nếu có thiết bị quay (Hình 16-22), việc định vị lỗ sẽ thuận lợi hơn. Lắp trực tiếp trục tâm của thiết bị này lên trục chính máy phay hoặc máy khoan, sử



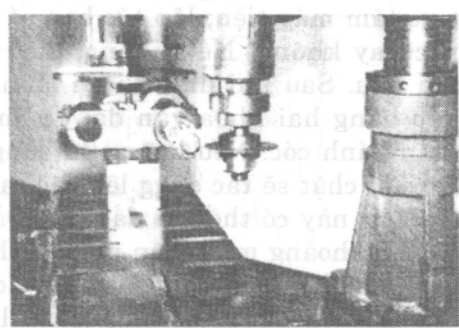
Hình 16-22. Khoan lỗ trên phôi dao, phân độ bằng bàn xoay.



Hình 16-23. Định hình khe hở giữa các răng.

dụng trực ăn dao của bàn máy và vi kế để thu được lượng dịch chuyển hoặc bán kính lỗ chính xác. Sau đó sử dụng tay quay trên bàn xoay để phân độ từng lỗ.

Khe hở thực tế giữa các răng (lưỡi cắt) có thể được tạo ra bằng cách giũa xuống và hướng vào các lỗ khoan một cách cẩn thận, nhưng phương pháp dễ hơn là loại bỏ phần dư bằng cửa xẻ lắp trên trục gá thích hợp trong trục chính máy phay đứng. Sau đó đặt phôi dao, vẫn còn trên trục gá phôi để khoan, vào đầu phân độ theo phương ngang. Mỗi khe hở cần hai lần chạy dao để hình thành, cả hai lần chạy dao phải song song với nhau, và chuyển động cần thiết duy nhất giữa mỗi lần cắt là hạ thấp cửa xẻ xuống. Nên thực hiện lần cắt thứ nhất trên cả 12 răng trước khi điều chỉnh cho lần cắt thứ hai. Hình 16-23 minh họa sơ đồ nguyên lý, Hình 16-24 là quá trình cắt thực tế và dụng cụ được sử dụng.



Hình 16-24. Gia công các rãnh răng bằng đầu phân độ và cửa xẻ rãnh.

Đến đây dao đã sẵn sàng để gia công định hình bằng dụng cụ dạng nút. Lắp dao lên trục gá đã sử dụng trong các nguyên công trước, nhưng

lần này trục gá được lắp chắc chắn trên trục chính máy tiện. Chiều sâu cắt hoặc lượng tiến dao nút rất quan trọng, vì giá trị này sẽ xác định biên dạng cuối cùng của răng bánh răng. Khoáng tiến của các nút được trình bày trong biểu đồ với tiêu đề “Lượng ăn dao – “E” inch”. Chọn giá trị phù hợp với dao đang chế tạo và chia số này cho bước răng hướng kính (DP) được yêu cầu. Kết quả là chiều sâu cắt cần thiết. Bạn nên sử dụng vi kế của bàn trượt ngang để xác lập chiều sâu cắt. Trước tiên, điều chỉnh mép trước xa nhất của nút sao cho mép này vừa chạm đường kính ngoài của các răng trên dao, sau đó điều chỉnh vi kế về số không và định tâm các nút lên dao cắt. Cho máy tiện chạy ngược chiều kim đồng hồ với tốc độ thấp, cẩn thận dẫn tiến dao nút từ từ cho đến khi đạt chiều sâu cần thiết.

Nguyên công sau cùng là hớt lưng, cũng thực hiện với dụng cụ nút đã sử dụng để gia công định hình ban đầu. Bây giờ dụng cụ này thực sự trở thành một bộ phận của thiết bị Eureka vì được lắp vào chuỗi dụng cụ là chốt chặn bánh cóc và tấm neo quay. Vị trí góc giữa dao sẽ được hớt lưng và thiết bị Eureka rất quan trọng và phải được xác lập chính xác, nếu không, quy trình hớt lưng sẽ không chính xác. Chuyển động phân độ hoặc chuyển động quay của dao phải bắt đầu tại một trong các khe hở giữa các răng và dừng lại ở khe hở kế tiếp. Bạn cần thử nghiệm để sự điều chỉnh này có kết quả tốt nhất, đặt dao vào thiết bị Eureka nhưng chỉ kẹp nhẹ để có thể quay dao bằng tay trên điểm tựa dao. Đưa dụng cụ nút đến gần dao rồi quay trục tâm máy tiện; lập tức bạn có thể góc điều chỉnh có chính xác hay không. Nếu không, điều chỉnh lại vị trí dao và thử lần nữa. Sau khi điều chỉnh chính xác, bạn siết chặt đai ốc kẹp bằng hai khóa vặn đai ốc, một trên đai ốc và một trên thân bánh cóc. Nếu không sử dụng khóa vặn thứ hai, toàn bộ lực siết chặt sẽ tác động lên các cam bánh cóc, điều này không tốt. Lúc này có thể bắt đầu cắt. Dẫn tiến dụng cụ theo các gia số nhỏ khoảng một phần ngàn inch và đừng quên cho dao quay một vòng hoàn chỉnh, hoặc 12 kỳ cắt, trước khi tăng chiều sâu cắt. Khi bắt đầu cắt, dụng cụ chỉ loại bỏ kim loại ra khỏi mặt sau (chân) răng, nhưng dần dần đường cắt sẽ dài ra. Khi đường cắt tiến đến mép trước của răng, phần hớt lưng định hình hoàn

tất. Các nút chỉ hót lưng các cạnh (cung tròn) của răng, không hót lưng các mép ngoài (đỉnh) răng, do các phần này đi qua giữa hai nút nên không bị ảnh hưởng. Vì vậy, cần thay dụng cụ. Dụng cụ thứ hai chỉ là dụng cụ đầu vuông, tương tự dụng cụ cắt đứt. Chiều rộng mũi dụng cụ không quan trọng, nhưng phải rộng hơn mũi của các răng sẽ được cắt. Hoạt động thứ hai là kiểu giảm lược của quá trình thứ nhất, tiến hành cắt cho đến khi chiều dài đường cắt vừa chạm mép trước răng. Lúc này dao được hót lưng hoàn chỉnh và sẵn sàng để nhiệt luyện.

Quá trình tôi cứng sẽ tùy thuộc vào vật liệu được sử dụng. Với thép dụng cụ hợp kim thấp, bạn nung đến màu đỏ anh đào (khoảng 780°C), rồi nhúng vào nước hoặc dầu nhớt. Ram dao là điều cần thiết, nếu không, các răng sẽ bị giòn, nhưng không nên ram quá mức, bạn chỉ cần ram dao trong nhớt phế thải, nấu sôi nhớt (sủi bọt) trong khoảng 30 phút. Mài mặt răng tương đối đơn giản khi có máy mài dao, chẳng hạn máy Quorn hoặc Kennett, nhưng nếu không có các máy này, bạn có thể gọt giữa một cách cẩn thận từng mặt răng bằng đá mài dầu.

LƯU Ý KHI CHẾ TẠO DAO CẮT BÁNH RĂNG

Các bảng trên trang 262 và trang 263 được thiết lập cho bước răng hướng kính 1 DP. Cần chia tất cả các kích thước trong bảng với bước răng hướng kính DP được yêu cầu.

Ví dụ, nếu cần chế tạo dao 20 DP, bạn chia tất cả các số trong các cột D, C, E và W cho 20. Chỉ một phần nhỏ trên chu vi nút được sử dụng để cắt; có thể thấy điều này khi nghiên cứu các bản vẽ trên những bảng đó. Phần còn lại của nút không được sử dụng và có thể loại bỏ. Đối với các nút có đường kính nhỏ (Hình 16-4) không cần cắt bỏ, chúng có thể được để lại dưới dạng các đĩa hoàn chỉnh.

Các nút có đường kính lớn sẽ chồng lên nhau, cần loại bỏ phần chồng lên nhau của các nút. Điều này không ảnh hưởng gì, vì phần nút đó không tham gia vào tác động cắt.

Khi bước răng hướng kính nhỏ và số răng cần cắt lớn, việc chế tạo nút dạng đĩa hoàn chỉnh có thể không thực tế, do đó

cần tìm phương cách khác để chế tạo cung cắt, chẳng hạn bàn xoay, hoặc lấy dấu và giữa bằng tay.

Khoảng cách giữa hai cung “C” trong bảng rất quan trọng và phải được duy trì, bất kể phương pháp chế tạo các cung cắt. Không chắc các bánh răng lớn sẽ đòi hỏi nút đường kính lớn, và trong hầu hết các trường hợp, các nút tròn được trình bày trong sách này có thể đáp ứng thỏa đáng.

DAO TIỆN REN MỘT LƯỠI CẮT

Hiện có nhiều loại dụng cụ gia công ren. Thông dụng là: ta rô và bàn ren, dao tiện một lưỡi cắt, dao nhiều lưỡi cắt có thể cắt đồng thời nhiều ren còn gọi là dao “lược”, dao tiện ren biên dạng đặc biệt,..

Vật liệu chế tạo dụng cụ gia công ren cũng rất đa dạng, từ thép dụng cụ carbon, thép dụng cụ hợp kim thấp, thép dụng cụ cắt tốc độ cao (thép gió), hợp kim stellite, hợp kim đen, cho đến hợp kim cứng (carbide) và hợp kim gốm. Phần này sẽ giới thiệu vài vật liệu thông dụng đối với dao tiện ren một lưỡi cắt.

THÉP DỤNG CỤ CẮT GỌT TỐC ĐỘ CAO (HSS)

Đây là thép hợp kim cao, thành phần chính gồm wolfram (tungsten), molybden, cobalt, vanadium,... tổng cộng khoảng 30%, còn lại là Fe. Loại thép này thường được sử dụng để chế tạo dụng cụ cắt các vật liệu thép, gang, hợp kim Cu... và rất quen thuộc đối với thợ cơ khí.

HỢP KIM ĐEN

Đây là loại hợp kim không chứa Fe, thành phần chính bao gồm Co, Cr, W, Ta-Nb, và một số nguyên tố khác với hàm lượng nhỏ. Hợp kim đen có nhiều ưu điểm so với thép gió trong hầu hết các ứng dụng, đồng thời có thể thay cho hợp kim cứng (carbides) do có độ bền uốn và độ dai cao hơn. Sự khác biệt cơ bản giữa hợp kim đen và hợp kim cứng (carbides) là quy trình chế tạo. Carbides được chế tạo bằng cách nén ép bột trong khuôn và thiêu kết, trong khi nguyên liệu hợp kim đen được nấu chảy

và đúc trong khuôn ly tâm. Có thể dễ dàng mài hợp kim đen bằng các loại đá mài thích hợp với thép gió. Gần đây, loại hợp kim này được sử dụng nhiều để chế tạo dao tiện ren.

HỢP KIM CỨNG (CARBIDES)

Thành phần chính của hợp kim cứng bao gồm các loại carbides, pha xen kẽ của carbon và các kim loại chuyển tiếp, WC, TiC, TaC,... và chất liên kết, chẳng hạn Co, Ni, Mn,... Chúng được cung cấp dưới dạng mảnh hình tam giác, thoi, vuông, bán nguyệt,... Các nhãn thương mại thông dụng là Wimet, Ardoloy, Veraloy, và Cutanit. Trong đó, Veraloy được chuyên biệt để chế tạo dụng cụ gia công ren.

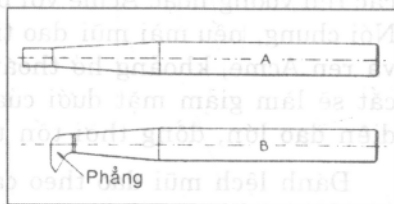
Dao tiện ren một lưỡi cắt với phần cắt là mảnh hợp kim cứng gắn lên cán thép có vai trò rất quan trọng trong bộ dụng cụ cắt. Lưỡi cắt carbides cần được mài sắc trên đá mài có chứa bột kim cương. Đá mài dao thép gió không thích hợp cho lưỡi cắt carbides, vì loại vật liệu này có độ cứng rất cao, khoảng 90% độ cứng của kim cương.

THÉP DỤNG CỤ CARBON

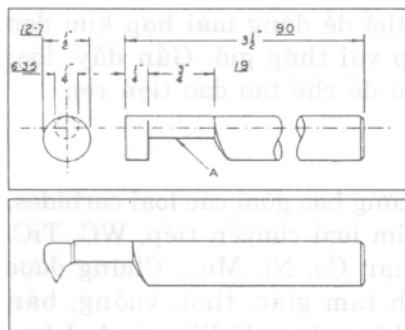
Vào thời kỳ đầu, đây là loại thép duy nhất được dùng để chế tạo dụng cụ cắt. Dù thép dụng cụ carbon và thép dụng cụ hợp kim thấp đã tôi cứng có tốc độ cắt gọt thấp hơn nhiều so với các loại hợp kim hiện đại, nhưng vẫn có thể chế tạo dao một lưỡi cắt để tiện ren trong (các Hình 16-25 và 16-26) để gia công ren cho hợp kim Cu. Nhược điểm chính của loại thép này là dễ bị quá nhiệt khi mài sắc lưỡi cắt.

GÓC CẮT

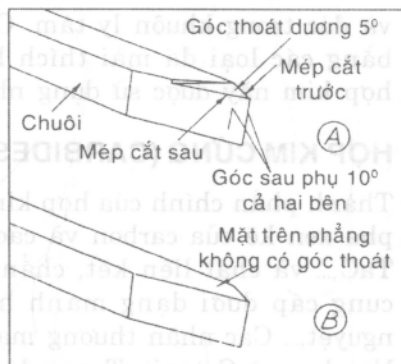
Như đã biết, khi cắt gọt thép bằng dao thép gió, góc thoát phoi của dao (Hình 16-27A) tăng để giảm áp suất ăn dao ngang, giảm ứng suất cho cả máy tiện và chi tiết gia công.



Hình 16-25. Dao tiện ren trong, gia công theo A, uốn lưỡi cắt theo B, tôi cứng và mài sắc lưỡi cắt.



Hình 16-26. Dao tiện ren trong
“nguyên khối”.



Hình 16-27. Dụng cụ cắt ren

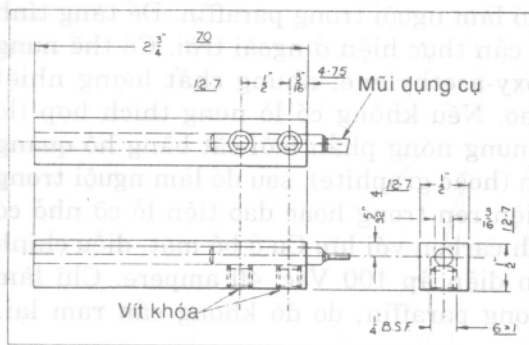
Vì thế, có thể sử dụng dao với góc thoát dương (khoảng 5°) cho các đường cắt thô, sau đó đổi sang dao có hình dạng như trên Hình 16-27B để gia công tinh cho ren.

Đối với các vật liệu mềm, chẳng hạn hợp kim Cu, khi gia công ren có thể dẫn đến tác động “tự ăn dao”, do đó chỉ cần sử dụng dao B (Hình 16-27).

Dao carbides thường không cần góc thoát dao, với dao hợp kim đen (Blackalloy) cần tuân theo hướng dẫn của nhà chế tạo.

Để tiết kiệm thép dụng cụ, có thể sử dụng cán và giá dao, chẳng hạn loại được nêu trên Hình 16-28, gắn mũi dao thép gió (HSS) đã nhiệt luyện và mài hoàn chỉnh, đường kính 3/16 in (4,75 mm), dài 2½ in (63.5 mm) hoặc hơn. Các mũi dao tiết diện tròn với đường kính nhỏ đặc biệt thích hợp khi gia công các ren vuông hoặc Acme với bước thô trên các đường kính nhỏ. Nói chung, nếu mài mũi dao tiết diện vuông lớn cho ren vuông và ren Acme, khoảng hở thoát phoi cùng với độ mỏng của lưỡi cắt sẽ làm giảm mặt dưới của lưỡi cắt, do đó sẽ lãng phí tiết diện dao lớn, đồng thời tốn thêm thời gian mài.

Đánh lệch mũi dao theo cách thức được nêu trên Hình 16-28 không chỉ cho phép gia công sát các vai hoặc bậc, mà còn bảo đảm đủ chiều dày hiệu dụng, đồng thời giảm tiết diện cán dao để lắp trong bàn xe dao trên các máy tiện cỡ nhỏ. Mũi



Hình 16-28. Cán dao dùng cho mũi dao thép gió đường kính 3/16 in.

dao lắp vào cán dao và mài sắc bình thường, các xử lý còn lại tương tự như dao tiện ren ngoài.

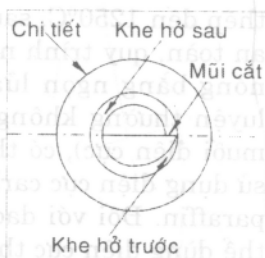
DAO TIỆN REN TRONG

Dao tiện ren trong nguyên khối có các vấn đề về tiết kiệm khác với dao tiện ren ngoài. Với dao tiện ren ngoài nguyên khối, phần cán có thể dần dần lấn át khi cần mài lại lưỡi cắt, điều này không thể xảy ra với dao tiện ren trong, do phần cắt vuông góc với cán dao. Do đó, khi cần mài lại dao tiện ren trong, bạn buộc phải làm mới hoặc mài lại hoàn toàn. Nói chung, thông dụng nhất vẫn là dao tiện ren trong kiểu nguyên khối, đặc biệt khi tiện ren trong các lỗ cắt, (Hình 16-25).

Phôi ban đầu là thanh thép gió tiết diện tròn đã được ủ mềm, gia công đến chiều dài thích hợp trên máy tiện, (Hình 16-25A), phần côn được nung nóng và uốn cong, (Hình 16-25B), và nhiệt luyện phần lưỡi cắt, sau đó mài phẳng đến khoảng một nửa đường kính, cuối cùng là tạo hình cho các góc tiện ren theo yêu cầu.

NHIỆT LUYỆN THÉP GIÓ

Nhiệt luyện thép gió tương đối khó, thường chỉ thực hiện ở các phân xưởng có thiết bị thích hợp, tuy nhiên vẫn có thể thực hiện trong các xưởng cơ khí nhỏ. Nói chung, cần nung nóng



Hình 16-29. Khe hở cần thiết khi tiện ren trong.

thép đến 1250°C , sau đó làm nguội trong paraffin. Để tăng tính an toàn, quy trình này cần thực hiện ở ngoài trời. Có thể nung nóng bằng ngọn lửa oxy-acetylene, nhưng chất lượng nhiệt luyện thường không cao. Nếu không có lò nung thích hợp (lò muối điện cực), có thể nung nóng phần lưỡi cắt bằng hồ quang sử dụng điện cực carbon (hoặc graphite), sau đó làm nguội trong paraffin. Đối với dao tiện ren trong hoặc dao tiện lỗ cỡ nhỏ có thể dùng điện cực thanh carbon với lớp Cu ở bề mặt, điều chỉnh máy hàn hồ quang đến điện áp 100 Vac, 40 ampere. Chỉ làm nguội phần lưỡi cắt trong paraffin, do đó không cần ram lại.

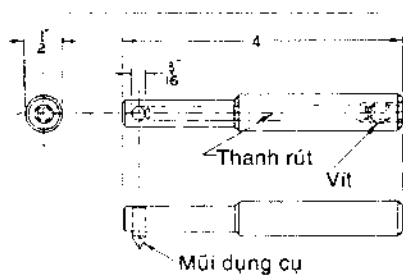
NHIỆT LUYỆN THÉP DỤNG CỤ CARBON

Loại thép này có thể được tôi cứng bằng cách nung nóng đến 780°C , ngay khi thép bị mất từ tính, sau đó làm nguội trong nước. Kiểm tra từ tính (nhiệt độ) rất đơn giản, chỉ cần dùng thanh nam châm vĩnh cửu nhỏ, sau khi làm nguội phần lưỡi cắt, có thể không cần ram lại, nhưng khi mài cần làm nguội liên tục, do nhiệt phát sinh có thể làm cho lưỡi cắt bị mềm.

Dao tiện ren trong yêu cầu khoảng hở lớn hơn dao tiện ngoài. Hình 16-29 minh họa các yêu cầu về dao tiện trong.

DAO TIỆN REN TRONG VỚI MẢNH CARBIDE

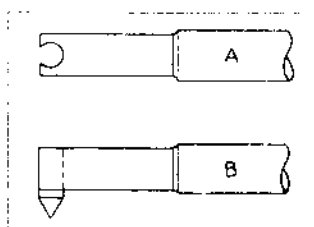
Hình 16-30 minh họa chi tiết cán dao với lưỡi cắt là mảnh carbide, mảnh này được định vị chắc chắn bằng thanh rút với hai đầu được vạt góc cán thận và vít ép. Thanh rút được chế tạo bằng thép dụng cụ carbon. Cán có tiết diện tròn hoặc vuông. Mảnh carbide (mảnh chấp) được mài và mài lại bằng cách tháo ra khỏi cán, sử dụng cán phụ và mài với đầu dẫn hướng.



Hình 16-30. Chi tiết về cán dao dùng cho tiện lỗ và tiện ren trong, cán có tiết diện vuông.

Đối với các lỗ tương đối lớn có thể gắn mảnh chấp với cán bằng phương pháp hàn thau. Loại dao này thích hợp cho các lỗ cắt (Hình 16-31).

Cán thép được khoan một lỗ (Hình 16-31A) để lắp mảnh chấp. Sau khi khoan, khoét hoặc lã miệng lỗ đến một phần ba chiều sâu, lắp mảnh chấp và hàn thau, mài phần lưỡi cắt theo yêu cầu.



Hình 16-31. Lưỡi cắt được hàn thau.

ĐẦU DẪN HƯỚNG ĐỂ MÀI VÀ MÀI SẮC LƯỖI CẮT

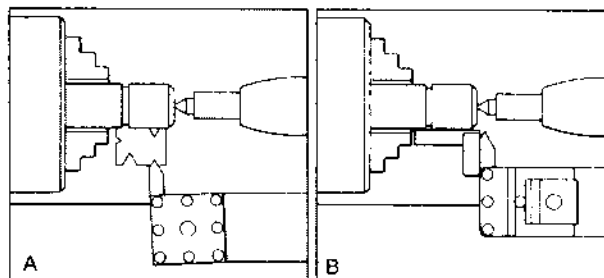
Trong nhiều xưởng cơ khí, dao tiện ren được chế tạo bằng tay, đòi hỏi kỹ năng của người thợ. Nói chung, phương pháp này thường dẫn đến sai số góc ren, nhất là với các loại ren đặc biệt, ren thang, ren Acme, ren vuông,... kể cả khi kiểm tra cẩn thận bằng cỡ đo ren. Các ren thường không bảo đảm đúng thông số hình học, không đối xứng với đường tâm... (Hình 16-32A).

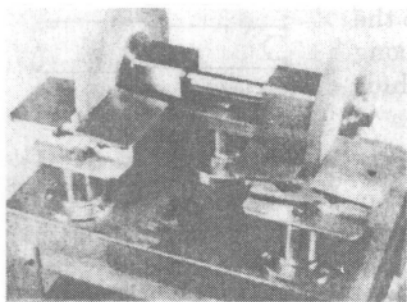
Có thể mài dao tiện ren trên máy mài bề mặt, nhưng sự gá lắp trong mâm cặp từ tính và bảng sine thường tốn nhiều thời gian, do đó cần sử dụng đầu dẫn hướng để mài và mài sắc dao tiện ren.

Đầu dẫn hướng được dùng với máy mài (Hình 16-33), từng đá mài đều có bàn tựa hơi lớn với góc điều chỉnh được. Hai đá mài đường kính 8 in (200 mm), dày 5/8 in (16 mm). Bàn tựa dài 3½ in (90 mm), rộng 1½ in (65 mm), chìa ra trước đá mài

Hình 16-32. A.

Mài dao tiện ren bằng tay, lưỡi cắt thường không đối xứng với trục cán dao. B. Đầu dẫn hướng chuyên dùng để mài dao tiện ren.

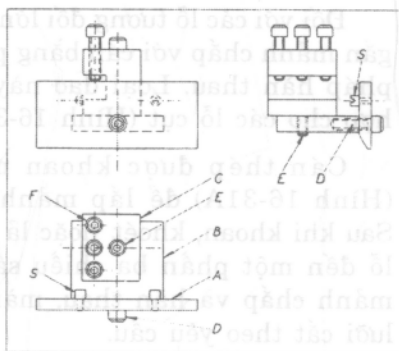




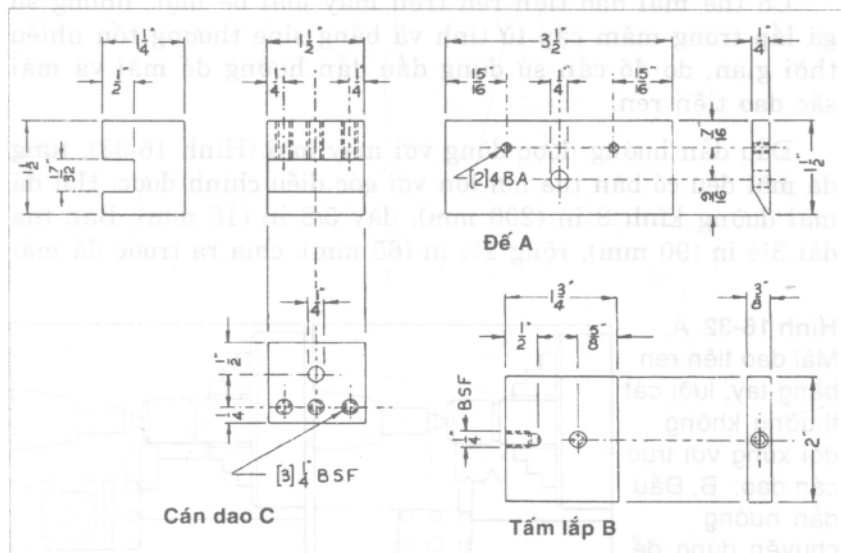
Hình 16-33. Thiết bị mài với bàn tựa lớn.

khoảng $1\frac{1}{4}$ in (32 mm). Truyền động bằng pulley phía ngoài đá mài bên trái, sử dụng đai V.

Hình 16-34 minh họa sơ đồ gá lắp chung, chi tiết được nêu trên Hình 16-35. Bộ dẫn hướng gồm ba chi tiết bằng thép carbon trung bình. Tấm lắp B gắn với đế A bằng một vít D,



Hình 16-34. Đầu dẫn hướng chuyên dùng để mài sắc dao tiện ren.



Hình 16-35. Các chi tiết của đồ gá dẫn hướng mài sắc dao tiện ren.

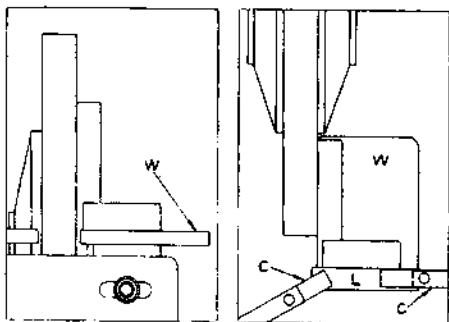
chuyển động của tấm B theo cả hai chiều được giới hạn đến 10 độ thông qua vít chặn S. Trên tấm B lắp cán dao C, siết chặt bằng vít E. Cán dao có thể xoay đúng một vòng tròn. Các vít F được dùng để kẹp chặt dao tiện khi mài. Cán phụ đặc biệt được dùng để mài các lưỡi cắt nhỏ.

Các xác lập tấm B nghiêng 10 độ so với đế A xác định các góc thoát của dao tiện trong và ngoài, đáp ứng các yêu cầu thông dụng.

DAO TIỆN REN NGOÀI

Trước hết phải xác lập bàn tựa máy mài vuông góc với phía đá mài (Hình 16-36). Kế tiếp tạm thời kẹp thanh thép thẳng L, Hình 16-37, dày 1/16 in (1.6mm) vào bàn tựa W sao cho cạnh trong của thanh này vuông góc với mặt bên của đá mài. Sau đó, bạn có thể lắp dao vào bộ dẫn hướng. Hình 16-38 nêu ra các điều kiện cần thiết. Trên Hình 16-38A, đối với dao tiện ren 60°, lắp cán dao và kẹp chặt theo góc mong muốn bằng cỡ chuẩn theo phía trong tấm đế và phía dao cần mài. Sau khi gá lắp như trên Hình 16-38A, nghiêng tấm lắp theo góc C để tạo góc thoát bên, Hình 16-38B, (giới hạn đến 10° bằng cỡ chặn).

Có thể chế tạo cỡ chuẩn xác lập góc ren bằng thép carbon trung bình với chiều dày 1/16 in (1.6 mm). Hình 16-39 minh họa nguyên lý mài và mài sắc, trước đó dao được mài sơ bộ bằng tay trên chu vi đá mài thô. Đồ gá dẫn hướng được chỉnh thẳng hàng với thanh kẹp tạm thời L trên bàn tựa, sau đó đưa dần đầu dẫn hướng về phía đá mài. Ngay khi bắt đầu mài, dao quét một cung nhỏ qua



Hình 16-36. Bàn tựa W của máy vi và kẹp chặt thanh L vào bàn lắp vuông góc với mặt bên đá mài. **Hình 16-37.** Định vị và kẹp chặt thanh L vào bàn tựa vuông góc với đá mài.

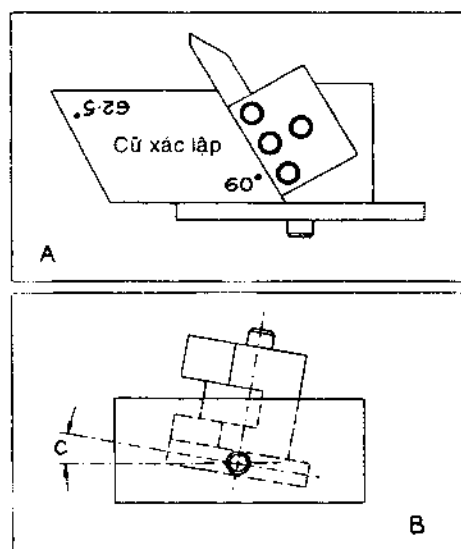
mặt bên đá mài theo mũi tên A, toàn bộ đồ gá quay qua điểm P. Quy trình này tương đối đơn giản, cho phép tạo ra mặt dao rất chính xác.

Chiều mài lưỡi cắt, về bản chất là chiều tiếp tuyến, không chỉ tạo ra bề mặt phẳng hoàn hảo mà còn bảo đảm lưỡi cắt thẳng đúng với biên dạng hình học nếu duy trì góc mài chính xác.

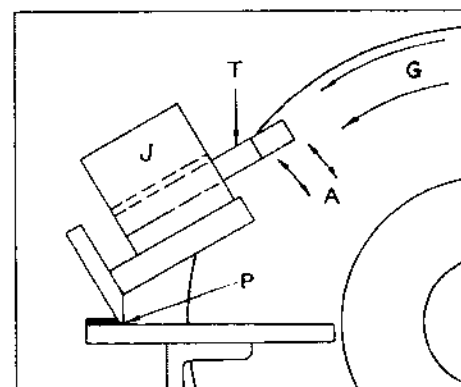
Để mài góc sau, góc cắt bên phải, trước hết quay mặt trên xuống dưới, định vị lại trong đồ gá dẫn hướng, góc C (Hình 16-38B) sẽ chuyển từ dương sang âm, cụm dao và đồ gá mài sẽ tiếp xúc với đá mài như trên Hình 16-39.

Khi cần mài mặt trên của dao, có thể mài theo chu vi đá mài với cán được định vị trên bàn tựa. Cán được lót bằng tấm song song P, Hình 16-40), để có thể mài góc thoát bên, làm tăng giá trị góc, cho phép lặp lại đúng các giá trị góc theo yêu cầu.

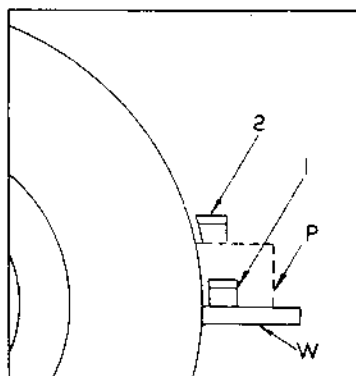
Mài theo cách thức nêu trên, dao sẽ có mũi rất nhọn, có thể giải quyết điều này bằng đá mài với cán dao định vị trong bàn kẹp (Hình 16-41A). Về cơ bản, bạn cần giữ đá đủ nghiêng



Hình 16-38. Gá lắp dao theo góc thích hợp, nghiêng cán dao theo góc C cho góc thoát.



Hình 16-39. Nguyên lý mài tiếp tuyến, theo mặt bên của đá mài.

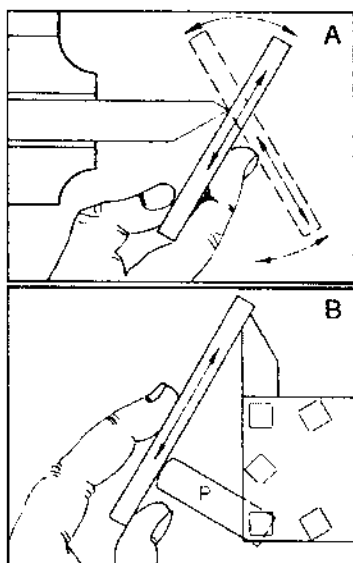


Hình 16-40. Mài theo chu vi đá.

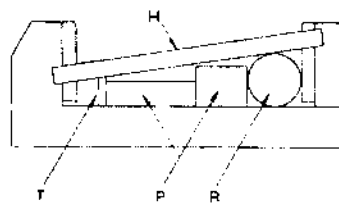
để duy trì góc trước và góc bên, nhưng, trừ khi dao rất nhỏ, đỉnh dao sẽ lẹch theo đá mài, do đó cần kẹp giữ dao chính xác.

Cần giữ mũi dao ổn định để tránh bị gãy do ứng suất phát sinh trong khi gia công. Khi gia công hàng loạt, nên bắt đầu với bán kính mũi dao nhỏ nhất có thể, sau đó tiếp tục ăn dao sâu dần cho đến khi thân ren cân xứng. Điều này sẽ dẫn đến chiều sâu ren quá mức trên chi tiết gia công thử. Có thể đo chiều sâu quá mức này bằng đồng hồ đo và mài bớt từ đỉnh dao. Đối với các chi tiết kế tiếp, số đo từ đồng hồ sẽ phù hợp với chiều sâu ren theo yêu cầu.

Các dao đỉnh phẳng có thể mài dễ hơn, nhưng nếu không có sự dẫn hướng sẽ khó mài góc thoát do nếu nghiêng đá mài không chuẩn, góc thoát dương sẽ trở thành âm. Để tránh điều này, bạn có thể gá lắp như trên Hình 16-42.



Hình 16-41. A. Đá mài tay dùng để khử đỉnh nhọn của dao mới mài. B. Có thể mài sắc dao không cần tháo khỏi máy tiện. Thanh P bảo đảm độ nghiêng cho đá mài.



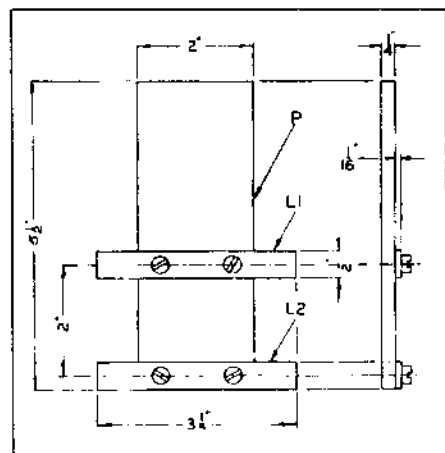
Hình 16-42. Gá lắp đơn giản để mài góc thoát cho dao tiện ren.

Dao T được kẹp trong bàn kẹp với thanh đệm P và miếng tròn R, đá mài tiếp xúc đều với mặt đỉnh của dao, do đó dao không bị nghiêng.

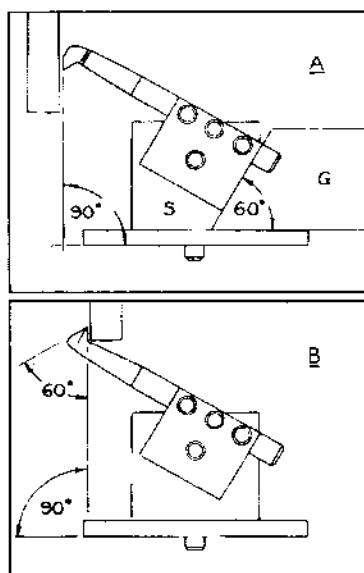
DAO TIỆN REN TRONG

Dao tiện ren trong đòi hỏi đồ gá dẫn hướng định vị hơi xa chu vi đá mài, sơ đồ gá lắp được minh họa trên Hình 16-43. Tấm P đặt thẳng đứng với hai thanh định vị L1 và L2. Một đầu tấm P kẹp chặt vào bàn tựa máy mài, và đối với dao tiện ren trong, toàn bộ được điều chỉnh sao cho thanh định vị vuông góc với phía gia công của đá mài theo cả chiều ngang và chiều đứng. (Tấm này, Hình 16-43, có thanh góc bên dưới, khi cần, có thể thay đổi theo bàn tựa, không cần các kẹp chuyên dùng).

Hình 16-44A minh họa sơ đồ gá lắp dao tiện ren trong 60° trong đồ gá dẫn hướng với giả thiết rãnh của cán dao vuông góc với mặt đầu. Tấm lắp S nghiêng 10° về phía bên trái để tạo góc thoát, phía lưỡi cắt được mài trên mặt bên đá mài.



Hình 16-43. Sơ đồ gá lắp khi mài dao tiện ren trong.



Hình 16-44. Bộ dẫn hướng dùng để mài dao tiện ren trong.

Khi mài góc cắt sau, quay dao 180° để đảo chiều mũi cắt (Hình 16-44B). Góc nghiêng của tấm S không thay đổi, nhưng cần điều chỉnh lại thanh định vị L2 (Hình 16-43) vuông góc với phía trái đá mài. Đồ gá dẫn hướng được chỉnh thẳng hàng với thanh định vị L2, dao nghiêng về phía đá mài, điều này cho phép dễ dàng mài góc cắt sau. Góc của đá mài phải sắc và vuông, điều này phải được bảo đảm dù có hay không có đồ gá dẫn hướng. Với dao tiện ren trong các lỗ rất nhỏ, đôi khi cần phải:

- (1) quay thân dao xuống dưới đỉnh khối V
- (2) mài góc thoát bên $25 - 30^\circ$ ở phía cắt, nhưng để lại chiều cao ở góc chính 10° khoảng 30 phần ngàn in ($3/4$ mm).

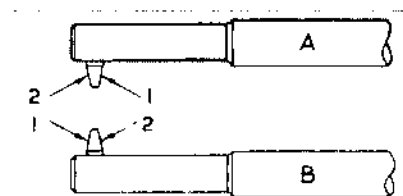
Có thể dễ dàng thực hiện điều này bằng tay. Nếu quan sát kỹ và duy trì khe hở giữa lưỡi cắt và đá mài, sẽ không khó mài góc thoát phụ.

REN TRONG ACME

Dao tiện ren trong biến dạng Acme hoặc ren thang kiểu cán nguyên khối có thể được mài tương tự như dao tiện ren tam giác (60°), nhưng dao với mảnh chấp có cách mài hơi khác. Dù có thể sử dụng cán dao phụ để giữ mảnh chấp ngăn khi mài phẳng phần đỉnh, Hình 16-45, nhưng góc ren 29° của ren Acme (hoặc ren thang 30°) là quá nhọn, rất khó sử dụng cán phụ để mài các góc ren này, do đó phải mài với mảnh chấp định vị trong cán của chúng, Hình 16-46. Trên Hình 16-46A, phía 1 được mài tương tự như dao nguyên khối tiện ren 60° , Hình 16-44B, nhưng phải mài góc theo tiêu chuẩn Acme hoặc ren thang.



Hình 16-45. Cán dao phụ dùng để mài đỉnh phẳng trên mảnh chấp ngăn, đường kính 3/16 in.



Hình 16-46. Thứ tự mài mảnh chấp để tiện ren trong Acme.

Đối với phía 2, tạm thời quay mảnh chấp 180° và quay cán dao, Hình 16-46B, sau đó mài như minh họa trên Hình 16-47, nghiêng phía D xuống khoảng 10° .

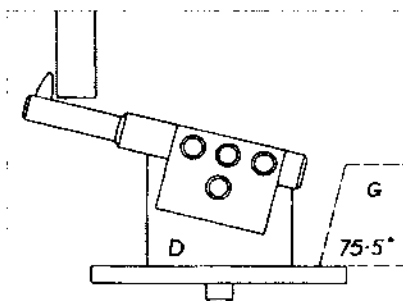
DAO TIỆN REN VUÔNG

Hầu như không thể dùng đồ gá dẫn hướng để mài dao với các cạnh cắt song song dùng cho ren vuông. Các dao này có thể được tạo hình chính xác bằng cách dùng máy khoan tốc độ cao thay cho máy mài mặt phẳng cỡ nhỏ, Hình 16-48. Đá mài G, đường kính khoảng 1 inch, kẹp chặt trong mâm cặp, quay với tốc độ tối đa của máy khoan. Dao, kiểu mảnh chấp, lắp trong cán S, cho phép mài mặt A, trong khi cán S được kẹp chặt trên bàn máy W.

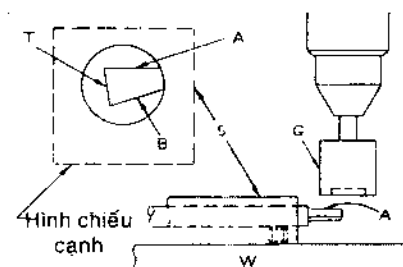
Khi hoàn tất mặt A, xoay ngược cán S để mài mặt dưới, B. Đầu cắt có thể được mài thô trên đá mài, sau đó mài tinh các bề mặt bên.

REN TRONG, BIẾN DẠNG VUÔNG

Có thể mài dao tiện ren vuông kiểu mảnh chấp bằng cách dùng máy khoan, nhưng các mặt cắt bên rất khó song song một cách



Hình 16-47. Mài mảnh chấp cho dao tiện ren trong Acme.



Hình 16-48. Sử dụng máy khoan tốc độ cao và đá mài nhỏ để tạo các mặt song song trên dao tiện ren vuông.

hoàn hảo do vướng cán dao, do đó thường phải mài trên máy mài bề mặt chuyên dùng.

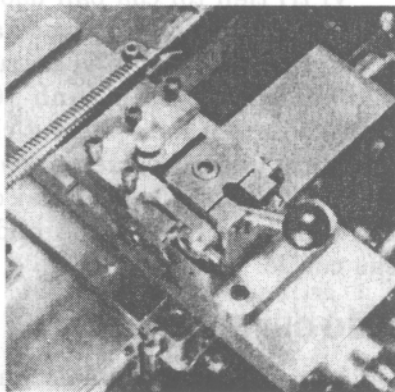
GIÁ DAO RÚT VÀ XOAY TRÊN MÁY TIỆN

Có nhiều loại đồ gá, trang thiết bị phụ, và giá dao được dùng rộng rãi trên máy tiện, nhưng người dùng vẫn quan tâm tìm kiếm loại giá dao cắt đa dụng, cho phép tiết kiệm thời gian.

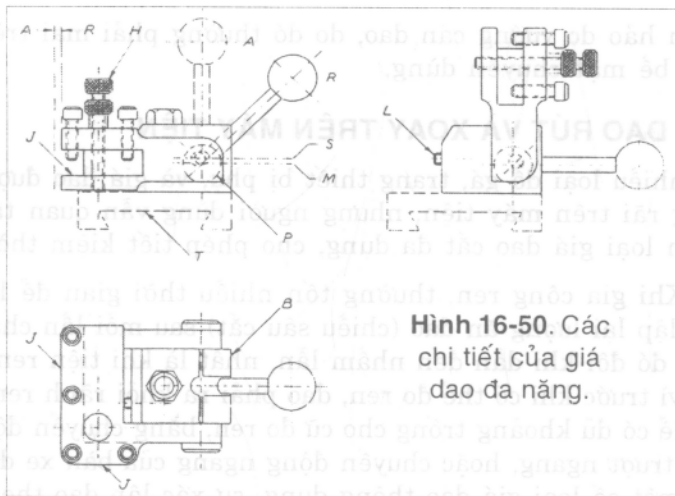
Khi gia công ren, thường tốn nhiều thời gian để lùi dao, xác lập lại lượng ăn dao (chiều sâu cắt) sau mỗi lần chạy dao, điều đó đôi khi dẫn đến nhầm lẫn, nhất là khi tiện ren trong, bởi vì trước khi có thể đo ren, dao phải ra khỏi rãnh ren và lùi lại để có đủ khoảng trống cho cử đo ren, bằng chuyển động của bàn trượt ngang, hoặc chuyển động ngang của bàn xe dao. Đối với một số loại giá dao thông dụng, sự xác lập dao theo chiều cao chính xác cũng có thể tốn nhiều thời gian. Hơn nữa, với các giá dao thông thường, có thể phải điều chỉnh chiều cao sau khi dao bắt đầu tiện ren, điều này có thể bị bỏ qua, do hầu như không thể định vị lại dao một cách chính xác theo rãnh xoắn đã gia công trước đó.

Các nhược điểm này dẫn đến nhu cầu thiết kế và chế tạo loại giá dao mới. Loại giá dao này với vị trí rút dao được minh họa trên Hình 16-49. Dao tiện hoặc dao gia công ren ngoài được lắp trong rãnh bên trái, dao tiện lỗ hoặc tiện ren trong được lắp trong rãnh phía trước, thường thẳng hàng với trục tâm máy tiện. Khi cần, có thể xoay giá dao này xung quanh bu lông cố định.

Cấu trúc và chi tiết của loại giá dao này được nêu trên Hình 16-50, các rãnh dao J trên các thanh ở hai phía của khối tâm B, lắp cố định trên sống trượt T bằng bu lông hoặc



Hình 16-49. Giá dao đa năng trên máy tiện.



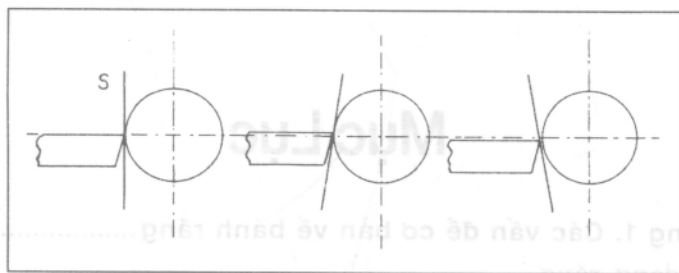
Hình 16-50. Các chi tiết của giá dao đa năng.

vít cấy. Các thanh này xoay trên các ổ lệch tâm trên đường tâm S ở hai đầu của chốt xoay chính P, chốt này có thể quay xung quanh đường tâm M. Cần gạt kiểu tay nắm được bắt vít hướng kính vào tâm của chốt xoay chính P. Quay chốt này bằng cần gạt sẽ vận hành các bộ phận lệch tâm, tiến hoặc lùi bàn dao, hai vị trí được nêu là A và R. Lỗ chốt xoay chính có rãnh để điều chỉnh theo ma sát với các vít nhỏ.

Vị trí tiến tới của bàn dao được xác định bằng cần gạt tay. Mức độ rút dao có thể được xác định bằng cách điều chỉnh vít L, với bàn dao đang ở vị trí rút, cho đến tận mặt sau của rãnh dao phía trước. Trên Hình 16-50, khoảng rút dao toàn phần là 5/32 in (4.0 mm), nhưng chỉ cần khoảng 95 phần ngàn in (2.4 mm) là đủ cho các ren có bước đến 8 tpi hoặc 3.5 mm. Cữ chặn rút dao L được kéo dài để giới hạn khoảng chuyển động khi tiện ren trong các lỗ nhỏ, tránh cán dao chạm vào vách sau của lỗ.

ĐIỀU CHỈNH CHIỀU CAO

Chiều cao vận hành của dao được điều chỉnh bằng vít H đi qua lỗ tiện ren phía sau phần tiếp giáp các rãnh dao phía trước và mặt bên, tựa vào bề mặt sống trượt máy tiện. Vít này cho

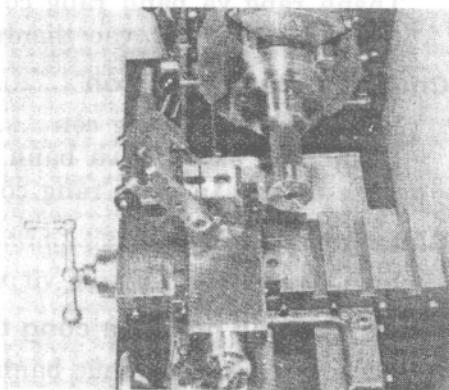


Hình 16-51. Chỉnh dao theo chiều cao tâm máy tiện. Khi dao được chỉnh chính xác, lá thép mỏng S, đặt giữa dao và chi tiết gia công với áp lực ấn dao ngang hơi nhẹ, sẽ có vị trí vuông góc.

phép thực hiện các điều chỉnh nhỏ về chiều cao của dao. Hơn nữa, có thể điều chỉnh chiều cao giữa những đường cắt ren.

Bằng cách quan sát, có thể dễ dàng đánh giá chiều cao của dao tiện ren trong hoặc tiện lỗ. Phương pháp xác lập chiều cao của dao tiện ngoài được nêu trên Hình 16-51. Giá dao rút và xoay (Hình 16-50), cho phép cán dao hơi nghiêng lên hoặc nghiêng xuống.

Vít điều chỉnh chiều cao còn có tác dụng như cũ chặn để định vị lại dao một cách chính xác sau khi xoay dao để có khoảng trống cho cỡ đo ren. Hình 16-52 minh họa sự xoay giá dao để kiểm tra ren bằng cỡ đo, thao tác này có thể lặp lại vào thời điểm bất kỳ nhưng vẫn bảo đảm tính chính xác của gá lắp.



Hình 16-52. Giá dao rút và xoay ở vị trí xoay để có khoảng hở đo ren giữa các đường cắt ren trong.

Mục Lục

Chương 1. Các vấn đề cơ bản về bánh răng.....	7
Biên dạng răng	12
Đường cong cycloid	15
Bánh răng chốt.....	21
Răng thân khai	24
Kích thước răng	28
Bước răng vòng	28
Bước răng hướng kính	29
Module	30
Chương 2. Cơ cấu bánh răng – thanh răng	31
Dạng thân khai của thanh răng và bánh răng	32
Thanh răng và bánh răng có răng cycloid	33
Áp dụng răng chốt vào thanh răng và bánh răng	34
Chương 3. Bánh răng côn	37
Răng trên bánh răng côn	40
Bánh răng mặt đầu và bánh răng nhỏ	43
Cách bố trí cặp bánh răng côn	45
Chương 4. Bánh vít.....	48
Biên dạng răng của trục vít và bánh vít	51
Chương 5. Định nghĩa và công thức.....	56
Phương trình, công thức bánh răng và tỷ lệ răng	58
Chương 6. Đầu phân độ.....	62
Đầu phân độ loại trục vít - bánh vít	64
Chương 7. Gia công bánh răng trụ răng thẳng	67
Gia công bánh trụ răng thẳng trên máy phay đứng	81
Gia công bánh trụ răng thẳng trên máy phay ngang ..	85

Chương 8. Gia công trục vít và bánh vít	89
Xác định bộ bánh răng thay thế để tạo ra góc xoắn	94
Gia công bánh vít	106
Phay lăn tự do	111
Chương 9. Gia công bánh răng côn	113
Bánh răng côn chiều sâu song song	114
Chương 10. Cơ sở gia công ren	123
Các công thức tổng quát	125
Ren Acme 29 độ	129
Ren hình thang hệ mét 30 độ (tương tự ren Acme)	130
Ren vuông	130
Chương 11. Nguyên lý gia công ren trên máy tiện	132
Tính toán thay đổi bước ren	134
Tổ hợp dây bánh răng	140
Sơ đồ dây bánh răng	142
Các tính toán khác	145
Hợp số (bước ren hệ inch không phải số nguyên)	146
Xác lập tỷ số truyền bằng nhau	147
Ảnh hưởng của dao tự tác động	154
Trục vít với bước đường kính	155
Công thức tính số ren trục vít theo DP	156
Kiểm tra bộ bánh răng thay thế sau khi tính toán	160
Chương 12. Thiết lập tỷ số truyền cho trục vít me hệ Anh khi gia công ren hệ mét	165
Sử dụng công thức	167
Các bánh răng bước giảm	170
Kiểm tra dây bánh răng hệ mét	172
Bộ bánh răng chuyển đổi	173
Sử dụng các giá trị gần đúng	179
Tính toán	180
Xác định tỷ số gần đúng từ dây bánh răng	188
Thiết lập kích cỡ bánh răng theo module khi gia công trục vít. Bộ bánh răng với trục vít me hệ Anh	188

Chương 13. Máy tiện với trục vít me hệ mét.....	192
Tính toán bộ bánh răng thay thế. Bộ bánh răng gia công ren hệ mét – trục vít me hệ mét.....	192
Bộ bánh răng gia công ren hệ inch – trục vít me hệ mét	194
Thiết lập bộ bánh răng theo tỷ số gần đúng.....	194
Trục vít me bước 3.5 mm	200
Công thức ren/inch	201
Các tỷ số chuyển đổi lắp trên máy	202
Chọn các tỷ số gần đúng với 127/50	204
Bộ bánh răng theo module, gia công trục vít.....	205
Trục vít bước đường kính – trục vít me hệ mét.....	205
Tính bánh răng thay thế theo tỷ số gần đúng.....	206
Chương 14. Phân tích vấn đề các đường cắt lắp lại	210
Tính toán SD	213
Đồng hồ đo ren trên trục vít me	216
Hộp bánh răng thay thế và LSI	220
Các ren ngắn hệ mét.....	221
LSI với trục vít me hệ mét.....	222
Lắp lại khoảng đồng bộ từ “dấu phân”	224
Điều khiển bằng ly hợp vấu.	
Khoảng cách đồng bộ tự động	224
Đường cắt.....	225
Đưa bàn xe dao trở về	226
Duy trì tính đồng bộ	226
Gia công ren trái	226
Truyền động cho trục vít me đảo chiều	228
Các ren trái	229
Sử dụng bộ bánh răng – thanh răng cho ren hệ mét	231
Định vị bằng bánh răng – thanh răng, sử dụng bộ bánh răng chuyển đổi.....	232
Định vị bằng bánh răng – thanh răng trên máy tiện thông dụng (phương pháp dừng – xác lập lại)	232
Phương pháp của Nhật	235
Khoảng cách đồng bộ và tỷ số chuyển tiếp gần đúng	236
Xác lập khoảng cách bánh răng – thanh răng	240

Chương 15. Ren nhiều đầu mối	244
Bước xoắn	244
Bước	245
Công dụng của ren nhiều đầu mối	245
Ren nhiều đầu mối hệ mét	246
Lý thuyết phân độ đầu mối ren	249
Khả năng phân độ tự động đầu mối ren	253
Hai phương pháp phân độ tự động đầu mối ren	256
Trục vít me đặc biệt, chuyên dùng cho gia công hàng loạt ren nhiều đầu mối	257
Thiết kế trục vít me đặc biệt	258
Bộ bánh răng thay thế tăng tốc độ	258
Phân độ khi gia công ren nhiều đầu mối	259
Chương 16. Dụng cụ cắt chuyên dùng gia công bánh răng và tiện ren	260
Chế tạo dao gia công bánh răng	260
Dao phay đĩa nhiều răng	273
Lưu ý khi chế tạo dao cắt bánh răng	283
Dao tiện ren một lưỡi cắt	284
Thép dụng cụ cắt gọt tốc độ cao (HSS)	284
Hợp kim đen	284
Hợp kim cứng (carbides)	285
Thép dụng cụ carbon	285
Góc cắt	285
Dao tiện ren trong	287
Nhiệt luyện thép gió	287
Nhiệt luyện thép dụng cụ carbon	288
Dao tiện ren trong với mảnh carbide	288
Đầu dẫn hướng để mài và mài sắc lưỡi cắt	289
Dao tiện ren ngoài	291
Dao tiện ren trong	294
Ren trong Acme	295
Dao tiện ren vuông	296
Ren trong, biên dạng vuông	296
Giá dao rút và xoay trên máy tiện	297
Điều chỉnh chiều cao	298



- 01/ THỰC HÀNH CƠ KHÍ TIỆN - PHAY - BẢO - MÀI
- 02/ THỰC HÀNH KỸ THUẬT TIỆN
- 03/ CHÈ ĐỘ CẮT GIA CÔNG CƠ KHÍ
- 04/ ĐỒ GÁ GIA CÔNG CƠ KHÍ
- 05/ SỬA CHỮA BẢO TRÌ ĐỘNG CƠ XĂNG
- 06/ SỬA CHỮA BẢO TRÌ ĐỘNG CƠ DIESEL
- 07/ MÁY TÀU VÀ HỆ THỐNG ĐIỆN
- 08/ SỔ TAY CHÈ TẠO MÁY
- 09/ SỔ TAY LẬP TRÌNH CNC
- 10/ THIẾT KẾ MẠCH LẬP TRÌNH PLC
- 11/ ĐIỀU KHIỂN LOGIC LẬP TRÌNH PLC
- 12/ THỰC HÀNH BƠM QUẠT MÁY NÉN
- 13/ THỰC HÀNH KỸ THUẬT HÀN - GỖ
- 14/ THỰC HÀNH HÀN HỖ QUANG - MIG - TIG
- 15/ THIẾT KẾ LẮP RÁP ROBOT TỰ LĨNH KIỆN THÔNG DỤNG
- 16/ CƠ SỞ NGHIÊN CỨU SÁNG TẠO ROBOT
- 17/ CHÈ TẠO ROBOT ĐIỀU KHIỂN TỪ XA
- 18/ SỬA CHỮA BẢO TRÌ MÁY PHOTOCOPY
- 19/ HỆ THỐNG THỦY LỰC TRÊN MÁY CÔNG NGHIỆP
- 20/ SỬA CHỮA NÂNG CẤP LẮP RÁP MÁY PC
- 21/ MÁY ĐIỆN VÀ MẠCH ĐIỀU KHIỂN
- 22/ PLC LẬP TRÌNH ỨNG DỤNG TRONG CÔNG NGHIỆP
- 23/ HƯỚNG DẪN LẬP TRÌNH CNC MÁY CÔNG CỤ
- 24/ KHÍ NÉN VÀ THỦY LỰC TRONG CÔNG NGHIỆP
- 25/ BƠM VÀ THỦY LỰC
- 26/ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN VÀ GIÁM SÁT ĐỘNG CƠ XE HƠI ĐỜI MỚI
- 27/ HỆ THỐNG NHIỆT VÀ ĐIỀU HÒA TRÊN XE HƠI ĐỜI MỚI
- 28/ THỰC HÀNH TÍNH TOÁN GIA CÔNG BÁNH RĂNG - REN VÍT
- 29/ THỰC HÀNH TÍNH TOÁN GIA CÔNG PHAY
- 30/ SỔ TAY CHUYÊN NGÀNH ĐIỆN Ô TÔ
- 31/ TỰ ĐỘNG HÓA QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT

Nơi Phát Hành

CTY TNHH VĂN HÓA TRÍ DÂN
NHÀ SÁCH NGUYỄN TRÃI

96/15 Duy Tân - Phú Nhuận - Tp.HCM
ĐT: 39901846 - Fax: 39971765

GIỚI THIỆU SÁCH ĐÃ PHÁT HÀNH



Nơi Phát Hành
NHÀ SÁCH NGUYỄN TRÃI
 96/15 Duy Tân - Phú Nhuận - Tp.HCM
 ĐT : 39901846 - Fax : 39971765
 CTY TNHH VĂN HÓA TRÍ DÂN



GIÁ: 37.000đ